

Regione PIEMONTE

Provincia di Cuneo

Comune di Alba

Opera di laminazione delle portate di nuova area produttiva con scarico in pubblica fogna

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Sig. Mario Rossi**

Indirizzo **Via XX Settembre, 15**

Edificio / Area

Descrizione

ne **Nuova area produttiva**

Indirizzo **Via Roma, 45**

Studio tecnico

Nome **Edilclima s.r.l.**

Indirizzo **via Vivaldi, 7 - Borgomanero (NO)**

Progettista

Nome **Verdi Giovanni**

Collegio di **Ingegneri della provincia di Asti - n. 1256**

Rif.: Esempio per stampe

Software di calcolo: Edilclima - EC737 - versione 3

Data di redazione del documento: 23/09/2025

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI**
- 3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA**
- 4. PORTATE MASSIME SCARICABILI**
- 5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO**
- 6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI**
 - 6.1 Metodo delle sole piogge
 - 6.2 Metodo diretto italiano
 - 6.3 Metodo della corrivazione
 - 6.4 Metodo analitico di dettaglio
- 7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA**
- 8. TEMPO DI SVUOTAMENTO**
- 9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto di [Opera di laminazione delle portate di nuova area produttiva con scarico in pubblica fogna](#), sito in [Comune di Alba - Via Roma, 45](#).

L'area drenata oggetto d'intervento si estende su una superficie di **7000,0** m².

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente alla [normativa vigente](#). Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati e, in mancanza di precise indicazioni, si farà riferimento a formulazioni consolidate in letteratura tecnica a seguito esplicitate.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Alba Provincia Cuneo
Classe dell'intervento -

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. afflusso φ
Area coperta	Area impermeabile	5000,0	0,95
Aree verde	Area permeabile	2000,0	0,30

Superficie totale 7000,0 m² Coefficiente di afflusso medio ponderale φ_m 0,7643

Dati amministrativi

Concessione edilizia n. 57162 del 18/09/2025
Richiesta permesso di costruire _____ del _____
Permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA _____ del _____
Variante permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA _____ del _____

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica è la seguente.

Verrà realizzata una vasca di laminazione interrata in c.a., in cui collettare le acque di dilavamento delle nuove superfici in progetto, sia a verde sia di nuova edificazione. Essendo il collettore fognario troppo superficiale, le acque verranno scaricate in pubblica fogna mediante sistema di pompaggio.

4. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili, Q_{umax} , si adotta il seguente valore: 14,00 l/s. Tale portata è desunta come da [indicazioni dell'ente gestore il corpo idrico ricettore](#).

5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

A tal fine viene applicato il metodo delle linee segnalatrici di pioggia a due parametri a e n , in cui i parametri a ed n vengono determinati con riferimento ad un ben preciso valore di tempo di ritorno, TR, dell'evento meteorico.

L'altezza di precipitazione di progetto viene calcolata come segue:

$$h = a \cdot D^n$$

h [mm]: altezza di pioggia

D [ore]: durata di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

a [mm/ora ^{n}]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

Per durate delle precipitazioni superiori ad un'ora si adottano i valori dei parametri a e n valevoli per durate superiori ad un'ora ed inferiori a 24 ore.

Per le durate inferiori a un'ora si utilizza lo stesso parametro a , adottato per eventi di durata superiore all'ora, mentre il parametro n viene definito in modo specifico per tale durata.

In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a $n = 0,5$.

Per quanto riguarda al tempo di ritorno TR adottato per la stima dei parametri, si fa riferimento a valori idonei a garantire le condizioni di sicurezza dell'opera e rispettare i valori e le indicazioni richiesti da norma, come riportato a seguito nel report dei calcoli.

6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica vengono adottati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo delle sole piogge
- metodo diretto italiano
- metodo della corrivazione (Alfonsi e Orsi, 1967)
- metodo analitico di dettaglio di tipo cinematico o della corrivazione
- metodo analitico di dettaglio di Nash

Tra tutti questi metodi adottati si assumerà quale valore del volume minimo di progetto il maggiore tra tutti i valori calcolati.

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

6.1 Metodo delle sole piogge

Il metodo delle sole piogge si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti, ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi, considerando costante la portata uscente ed andando a massimizzare il volume accumulato.

Nello specifico la portata media entrante viene calcolata come segue:

$$Q_e = 2,78 \cdot a \cdot \varphi_m \cdot D^{n-1} \cdot A$$

Q_e [l/s]: portata media entrante

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

a [mm/oraⁿ]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

D [ore]: durata della precipitazione

Conseguentemente il volume entrate W_e [m³] è pari a:

$$W_e = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A$$

Il volume uscente W_u [m³], essendo ipotizzata costante la portata uscente pari alla massima Q_{umax} [l/s], ha la seguente formulazione:

$$W_u = 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Pertanto, il volume invasato ad ogni durata D [ore] è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Attraverso semplici passaggi matematici, derivando l'equazione sopra, si ottiene il valore della durata critica della precipitazione (D_w) ed il conseguente volume critico dell'invaso (W_0):

$$D_w = \left(\frac{Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

D_w [ore]: durata critica d'invaso

Q_{umax} [l/s]: portata uscente massima

W_0 [m³]: volume di laminazione

a [mm/oraⁿ]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti dovrà essere congruente con la durata D_w , tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Adottando valori di n valevoli per durate superiori ad un'ora si deve ottenere un valore di durata D_w superiore all'ora. Se così non fosse, si deve adottare un valore di n , valevole per durate inferiori ad un'ora e calcolare la conseguente durata.

Qualora il risultato ottenuto in questa seconda ipotesi, fosse superiore ad un'ora significa che ci si trova nel punto in cui cambiano i valori di n , ovvero un'ora, e si adotta tale valore.

6.2 Metodo diretto italiano

Il metodo diretto italiano è un caso particolare derivato dal metodo italiano dell'invaso (Supino 1929; Puppini 1932). Esso permette di calcolare direttamente i volumi d'invaso necessari per modulare il picco di piena semplicemente mantenendo costante il coefficiente udometrico al variare del coefficiente d'afflusso φ_m .

Per il calcolo del volume dell'invaso W_0 [m³] si applica la seguente formula:

$$W_0 = v \cdot A$$

v [m³/ha]: volume specifico dell'invaso

A [ha]: area totale scolate interessata dall'intervento

Per il calcolo del volume specifico d'invaso si applica la seguente formula:

$$v = w_0 \left(\frac{\varphi_m}{\varphi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - w$$

v [m³/ha]: volume specifico dell'invaso

w_0 [m³/ha]: volume specifico degli invasi (piccoli invasi superficiali) riferiti allo stato ante operam

w [m³/ha]: volume specifico medio ponderale degli invasi (piccoli invasi superficiali) riferiti allo stato post operam

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale post operam

φ_0 [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale ante operam

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

6.3 Metodo della corrivazione

Per il calcolo col metodo della corrivazione si fa riferimento all'impostazione data da Alfonsi e Orsi (1967) che ipotizzano prevalenti all'interno del bacino di scolo i fenomeni di traslazione dell'acqua, piuttosto che quelli di accumulo, mediante un processo di trasformazione afflussi-deflussi del tipo cinematico.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- ietogrammi netti di pioggia ad intensità costante;
- curva aree-tempi lineare;
- svuotamento a portata costante pari a Q_{umax} , laminazione ottimale.

Per il calcolo del volume dell'invaso W_0 [m^3] si applica la seguente formula:

$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot A \cdot a \cdot D_w^n + 1,295 \cdot t_c \cdot Q_{umax}^2 \cdot \frac{D_w^{1-n}}{\varphi_m \cdot A \cdot a} - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot t_c$$

W_0 [m^3]: volume invasato

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

D_w [ore]: durata critica d'invaso

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

t_c [ore]: tempo di corrivazione dell'area

Q_{umax} [l/s]: portata uscente massima

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

Per il calcolo della durata critica dell'invaso si risolve la seguente relazione implicita con metodi numerici.

$$2,78 \cdot n \cdot \varphi_m \cdot A \cdot a \cdot D_w^{n-1} + 0,36 \cdot (1 - n) \cdot t_c \cdot Q_{umax}^2 \cdot \frac{D_w^{-n}}{\varphi_m \cdot A \cdot a} - Q_{umax} = 0$$

6.4 Metodo analitico di dettaglio

Il metodo analitico di dettaglio prevede di calcolare in modo analitico la curva della portata entrante nell'accumulo, minuto per minuto, l'altezza idrica nell'invaso e la contestuale portata uscente o infiltrata, per un evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

Nota il volume invasato istante per istante, si calcola il relativo valore massimo, che rappresenta il volume minimo che l'accumulo deve possedere al fine di garantire il vincolo di invarianza ed il rispetto della portata scaricata, per detto evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

La durata dell'evento meteorico ritenuto critico viene riportato nel report dei calcoli.

Per quanto attiene alla portata entrante nel serbatoio essa viene calcolata, mediante il modello cinematico, come somma delle portate generate dalle singole aree.

L'applicazione della procedura dettagliata prevede l'implementazione dei seguenti passaggi:

- calcolo ietogramma di pioggia di progetto lorda mediante lo ietogramma di progetto;
- depurazione delle piogge e calcolo dello ietogramma netto;

- calcolo dell'idrogramma in ingresso all'accumulo come somma degli idrogrammi generati dalla singola area;
- calcolo del bilancio del serbatoio e del battente idrico al suo interno minuto per minuto;
- calcolo del volume invasato e dell'idrogramma in uscita dall'invaso;
- calcolo del volume minimo di laminazione come valore massimo del volume invasato.

Ietogramma di pioggia di progetto

Per la definizione dell'evento di pioggia di progetto si adotta il seguente ietogramma:

- lo ietogramma Chicago, sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago;

Ietogramma Chicago

Tale ietogramma è caratterizzato da un picco d'intensità massima e da una intensità media per ogni durata, anche parziale, uguale a quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Analiticamente lo ietogramma Chicago è descritto da due equazioni, rispettivamente riferite al ramo crescente prima del picco e al successivo ramo decrescente dopo il picco.

Il calcolo dell'altezza di precipitazione h [mm], in funzione del tempo t [ore], viene calcolato con le seguenti.

$$h(t) = r \cdot a \left[\left(\frac{t_r}{r} \right)^n - \left(\frac{t_r - t}{r} \right)^n \right] \quad \text{per } t \leq t_r$$
$$h(t) = r \cdot a \cdot \left(\frac{t_r}{r} \right)^n + a \cdot (1 - r) \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - r} \right)^n \quad \text{per } t_r < t \leq t_p$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione t_p esso rimane costante.

h [mm]: altezza di precipitazione

a [mm/ora ^{n}]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

r [-]: coefficiente di posizione del picco di precipitazione rispetto alla durata della pioggia

t [ore]: generico istante di calcolo

t_p [ore]: durata della precipitazione

t_r [ore]: tempo del picco di precipitazione pari a $t_p \cdot r$

I parametri a ed n adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

Il range di applicazione del coefficiente di posizione risulta $0 \leq r \leq 1$. La sua posizione all'interno della durata complessiva θ dell'evento può essere scelta sulla base di indagini statistiche relative alla zona in esame, oppure in mancanza di informazioni si può porre $r=0,4$ valore medio che risulta dagli studi in materia riportati in letteratura.

Sulla base di tali formule l'intensità di precipitazione i [mm/h], al generico istante t [ore], viene calcolato con la seguente.

$$i(t) = \frac{h(t) - h(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

i [mm/ora]: intensità di precipitazione

Δt [ore]: passo di calcolo dell'intensità di precipitazione posto pari a 1 min.

Ietogramma di pioggia netto

Lo ietogramma di pioggia netto viene calcolato mediante il metodo percentuale, esso risulta essere, pertanto, dato dalla seguente formula:

$$i_n(t) = \varphi \cdot i(t)$$

i_n [mm/ora]: intensità di pioggia netta

i [mm/ora]: intensità di pioggia lorda

φ [-]: coefficiente di afflusso

Idrogramma in ingresso all'invaso

L'idrogramma in ingresso all'invaso viene calcolato come somma degli idrogrammi delle singole aree.

Nello specifico si adatterà sia il modello cinematico o della corrivazione sia il modello di Nash dei serbatoi e si adatterà il metodo più cautelativo.

Le equazioni generali di riferimento sono, in forma discretizzata, le seguenti.

$$\left\{ \begin{array}{l} q_k = \sum_{j=1}^k p_j \cdot IUH_{k-j+1} \cdot \Delta t \\ p_j = \frac{2,78}{1000} \cdot i_{n,j} \cdot A \\ IUH_{k-j+1} = \frac{1}{A} \cdot \frac{A_{k-j+1}}{\Delta t} \end{array} \right.$$

q_k [m³/s]: portata all'istante di tempo $t = k \cdot \Delta t$

p_j [m³/s]: volume di pioggia netta all'istante di tempo $t = j \cdot \Delta t$

$i_{n,j}$ [mm/ora]: intensità di pioggia netta all'istante di tempo $t = j \cdot \Delta t$

Δt [ore]: intervallo di tempo considerato, pari ad 1 minuto

IUH_{k-j+1} [-]: idrogramma istantaneo unitario all'istante di tempo $t = (k - j + 1) \cdot \Delta t$

In cui l'IUH si calcola come a seguito.

Nel caso del modello cinematico adottato si considera una curva aree-tempi lineare, caso particolare per cui l'idrogramma istantaneo unitario (IUH) risulta costante nel tempo e pari:

$$IUH_{k-j+1} = \frac{1}{t_c}$$

t_c [ore]: tempo di corrivazione

Nel caso del modello di Nash l'IUH viene espresso dalla relazione seguente.

$$IUH_{k-j+1} = \frac{1}{(n_{nash} - 1)! \cdot k_{nash}} \cdot \left(\frac{t}{k_{nash}} \right)^{(n_{nash} - 1)} \cdot e^{-\frac{(k-j+1) \cdot \Delta t}{k_{nash}}}$$

n_{nash} [-]: numero di serbatoi del modello di Nash

k_{nash} [-]: costante di tempo del modello di Nash

Δt [ore]: intervallo di tempo di calcolo considerato, pari ad 1 minuto

Per la stima di k_{nash} si adotta la formula proposta da Becciu, Paoletti (2010) seguente.

$$k_{nash} = \frac{0,5 \cdot t_c}{n_{nash} - 1}$$

t_c [ore]: tempo di corrivazione dell'area

Il tempo di corrivazione t_c , nelle reti di drenaggio urbano può essere calcolato come:

$$t_c = t_e + \frac{t_r}{1,5}$$

t_e [ore]: tempo di entrata in rete

t_r [ore]: tempo di rete del percorso idraulicamente più lungo a monte della sezione di calcolo

1,5: coefficiente di taratura

Il tempo di rete t_r si può calcolare come, il valore massimo di percorrenza di tutti i percorsi possibili:

$$t_r = \max_j \left\{ \sum_l \frac{L_{i,j}}{V_{r,i,j}} \right\}$$

j [-]: j-esimo percorso possibile lungo la rete fino alla sezione di calcolo considerata

i [-]: i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

L_{ij} [m]: lunghezza dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

V_{rij} [m/s]: velocità a pieno riempimento dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

La velocità a pieno riempimento V_r si può calcolare utilizzando l'equazione di Chezy-Strickler:

$$V_r = k_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

R [m]: raggio idraulico, che per condotte circolari risulta pari a: $R = D/4$

D [m]: diametro interno della condotta

i [-]: pendenza della condotta

k_s [$m^{1/3}/s$]: coefficiente di scabrezza della condotta di Strickler

Per piccole superfici, quali tetti e cortili interni, il tempo di corrivazione è generalmente molto piccolo e può essere assunto pari al tempo di ingresso in rete, per cui in assenza di dati specifici relativi al caso in esame, possono essere presi a riferimento i valori in tabella seguente.

Valori proposti in letteratura per la stima del tempo di entrata in rete

Tipi di bacini	t_e [min]
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e con frequenti caditoie stradali	5 ÷ 7
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie meno frequenti	7 ÷ 10
Aree residenziali di tipo intensivo con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	10 ÷ 15

Il tempo di base dell'idrogramma di piena t_b si calcola come $t_b = \theta + t_c$, dove θ è la durata della precipitazione.

Portata in uscita dall'invaso

Trattandosi di un sistema di scarico a portata costante si adotta la seguente legge di efflusso.

$$Q_u = cost$$

Calcolo del volume invasato con il metodo di dettaglio

Il calcolo del volume invasato dal sistema di laminazione e della portata scaricata viene descritto dall'equazioni di continuità seguente.

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

Q_e [m^3/s]: portata in ingresso all'invaso

Q_u [m^3/s]: portata in uscita dall'invaso, scaricata o infiltrata

W [m^3]: volume invasato

t [s]: tempo

Dove il volume invasato W , in ipotesi di forma prismatica, è dato dalla seguente relazione.

$$W = W[H(t)] = A_{inv} \cdot H(t)$$

H [m]: battente idrico all'interno dell'invaso

A_{inv} [m^2]: area di base dell'invaso

Q_u è la legge di efflusso dell'invaso che dipende dal battente idrico H , come descritto nel paragrafo precedente.

$$Q_u = Q_u(H(t))$$

Q_e è la portata in ingresso all'invaso relativa al tempo di ritorno di progetto ed alla durata critica di progetto.

Risolvendo numericamente l'equazione di continuità è possibile definire istante per istante l'altezza del battente idrico, il volume invasato e la portata scaricata o infiltrata.

Il volume minimo che deve avere l'invaso W_0 è dato dal massimo valore di tutti i volumi d'acqua invasati in tutti gli intervalli di tempo i -esimi.

$$W_0 = \max_i(W_i)$$

7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

La portata massima scaricata viene calcolata in base alle formule precedenti avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

Nel caso si adottino più metodi di calcolo contemporaneamente si adotterà il valore maggiore di questi.

Per i metodi semplificati il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

$$H = \frac{W}{A_{inv}}$$

$W [m^3]$: volume invasato

$A_{inv} [m^2]$: area in pianta dell'invaso

Per il metodo analitico il battente idrico viene calcolato come il massimo di tutti i tiranti idrici all'interno dell'invaso durante l'evento di piena.

8. TEMPO DI SVUOTAMENTO

Il tempo di svuotamento T_{sv} viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_u}$$

$W [m^3]$: volume invasato massimo

$Q_u [m^3/s]$: portata scaricata

Il tempo di svuotamento T_{sv} viene calcolato mediante la simulazione dinamica dell'invaso, come tempo intercorrente tra il termine dell'evento meteorico ed il tempo di completo svuotamento dell'invaso.

9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Alba Provincia Cuneo

Metodi di calcolo adottati

Metodo delle sole piogge
Metodo diretto italiano
Metodo della corrivazione
Metodo analitico di dettaglio cinematico
Metodo analitico di dettaglio di Nash

Portata massima scaricabile

Portata massima scaricabile 14,00 l/s

Definizione aree

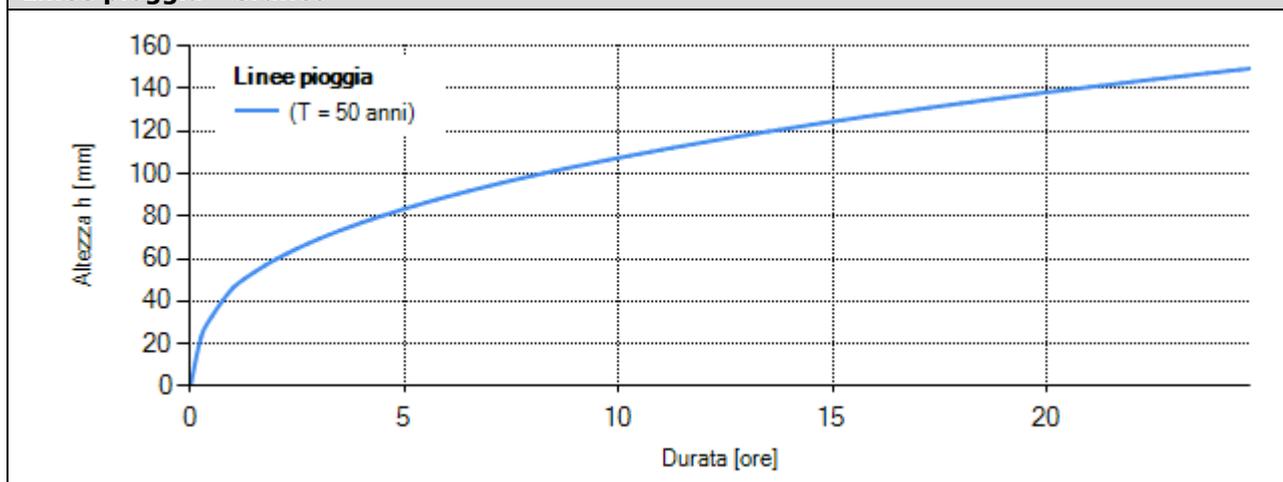
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. afflusso ϕ
Area coperta	Area impermeabile	5000,0	0,95
Aree verde	Area permeabile	2000,0	0,30

Sup. totale intervento 7000,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,7643

LINEE SEGNALTRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Tempo di ritorno	TR	50	anni
Coefficiente pluviometrico orario	a	46,49	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3640	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n ₁	0,5000	-

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari

Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	46,49
2	59,83
3	69,35
4	77,00
5	83,52
6	89,25
7	94,40
8	99,10
9	103,44
10	107,49
11	111,28
12	114,86
13	118,26
14	121,49
15	124,58
16	127,54
17	130,39
18	133,13
19	135,78
20	138,34
21	140,81
22	143,22
23	145,56
24	147,83

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. afflusso φ	T. corriv. t_c [min]
Area coperta	Area impermeabile	5000,0	0,95	8
Aree verde	Area permeabile	2000,0	0,30	12
Superficie totale intervento: 7000,0 m ²		Valori medi	0,7643	

Parametri metodo di Nash		
Descrizione	n_{Nash} [-]	k_{Nash} [-]
Area coperta	3	0,033
Aree verde	3	0,050

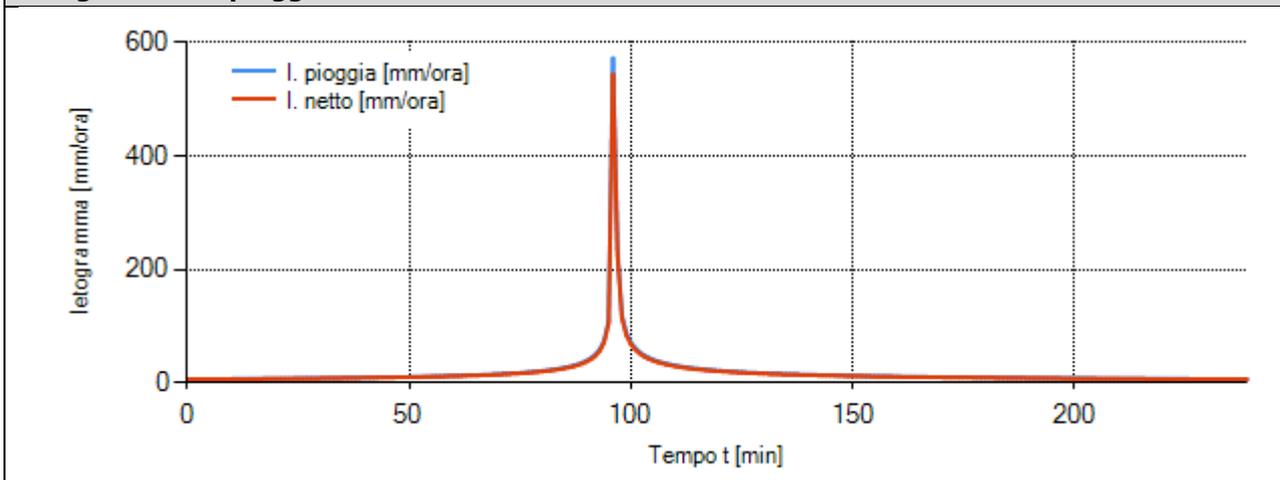
Parametri del Metodo diretto italiano						
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Affl. φ ante	Coeff. Affl. φ post	V. Invasi w ante [m ³ /ha]	V. Invasi w post [m ³ /ha]
Area coperta	Area impermeabile	5000,0	0,30	0,95	50,00	15,00
Aree verde	Area permeabile	2000,0	0,30	0,30	50,00	50,00
Valori medi			0,3000	0,7643	50,00	25,00

IETOGRAMMA DI PIOGGIA

Definizione ietogramma di pioggia - Cinematico Chicago - Area coperta

Durata pioggia di progetto (θ)	3,99	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

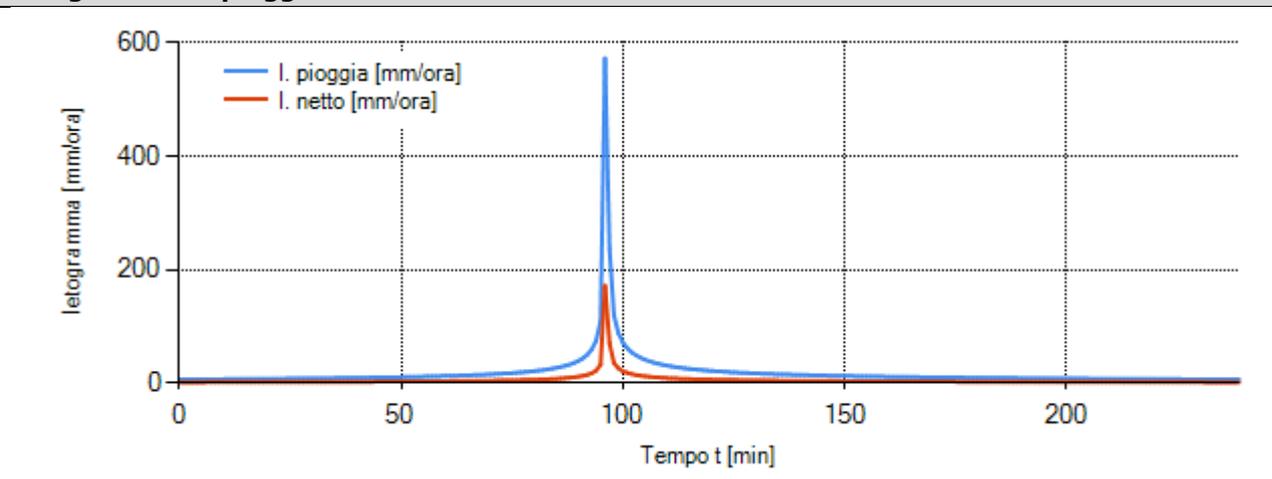
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,99	6,64
20	8,11	7,70
25	8,47	8,04
30	8,87	8,42
35	9,32	8,85
40	9,84	9,35
45	10,44	9,92
50	11,14	10,58
55	11,98	11,38
60	13,00	12,35
65	14,29	13,58
70	15,96	15,16
75	18,25	17,34
80	21,64	20,55
81	22,53	21,40
82	23,51	22,34
83	24,62	23,39
84	25,88	24,58
85	27,31	25,95
86	28,97	27,52
87	30,91	29,37
88	33,24	31,57
89	36,06	34,26
90	39,61	37,63
91	44,22	42,01
92	50,54	48,01
93	59,87	56,87
94	75,56	71,78
95	110,35	104,83
96	572,26	543,65
97	236,52	224,69
98	120,39	114,37

99	88,68	84,25
100	72,31	68,70
101	62,00	58,90
102	54,79	52,05
103	49,41	46,94
104	45,21	42,95
105	41,82	39,73
106	39,02	37,06
107	36,65	34,82
108	34,62	32,89
109	32,86	31,21
110	31,31	29,74
111	29,93	28,44
112	28,71	27,27
113	27,60	26,22
114	26,60	25,27
115	25,68	24,40
116	24,84	23,60
117	24,07	22,87
118	23,36	22,19
119	22,70	21,56
120	22,09	20,98
121	21,51	20,44
122	20,98	19,93
123	20,47	19,45
124	20,00	19,00
125	19,55	18,57
126	19,13	18,17
127	18,73	17,80
130	17,65	16,77
135	16,17	15,36
140	14,96	14,21
145	13,97	13,27
150	13,12	12,47
155	12,40	11,78
160	11,77	11,18
165	11,22	10,66
170	10,73	10,19
175	10,29	9,78
180	9,90	9,40
185	9,54	9,06
190	9,21	8,75
195	8,91	8,47
200	8,64	8,20
205	8,38	7,96
210	8,14	7,74
215	7,92	7,53
240	3,73	0,00

Definizione ietogramma di pioggia - Cinematico Chicago - Aree verde

Durata pioggia di progetto (θ)	3,99	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,99	2,10
5	7,23	2,17
10	7,50	2,25
15	7,79	2,34
20	8,11	2,43
25	8,47	2,54
30	8,87	2,66
35	9,32	2,80
40	9,84	2,95
45	10,44	3,13
50	11,14	3,34
55	11,98	3,59
60	13,00	3,90
65	14,29	4,29
70	15,96	4,79
72	16,78	5,04
73	17,24	5,17
74	17,73	5,32
75	18,25	5,48
76	18,82	5,65
77	19,43	5,83
78	20,10	6,03
79	20,83	6,25
80	21,64	6,49
81	22,53	6,76
82	23,51	7,05
83	24,62	7,39
84	25,88	7,76
85	27,31	8,19
86	28,97	8,69
87	30,91	9,27
88	33,24	9,97
89	36,06	10,82
90	39,61	11,88

91	44,22	13,27
92	50,54	15,16
93	59,87	17,96
94	75,56	22,67
95	110,35	33,11
96	572,26	171,68
97	236,52	70,96
98	120,39	36,12
99	88,68	26,61
100	72,31	21,69
101	62,00	18,60
102	54,79	16,44
103	49,41	14,82
104	45,21	13,56
105	41,82	12,55
106	39,02	11,70
107	36,65	10,99
108	34,62	10,39
109	32,86	9,86
110	31,31	9,39
111	29,93	8,98
112	28,71	8,61
113	27,60	8,28
114	26,60	7,98
115	25,68	7,70
116	24,84	7,45
117	24,07	7,22
118	23,36	7,01
119	22,70	6,81
120	22,09	6,63
121	21,51	6,45
122	20,98	6,29
123	20,47	6,14
124	20,00	6,00
125	19,55	5,87
126	19,13	5,74
127	18,73	5,62
128	18,35	5,51
129	17,99	5,40
130	17,65	5,30
131	17,33	5,20
132	17,02	5,11
133	16,72	5,02
134	16,44	4,93
135	16,17	4,85
136	15,91	4,77
137	15,66	4,70
138	15,42	4,62
139	15,18	4,56
140	14,96	4,49
141	14,75	4,42
142	14,54	4,36
143	14,34	4,30
145	13,97	4,19
150	13,12	3,94
155	12,40	3,72
160	11,77	3,53
165	11,22	3,37
170	10,73	3,22
175	10,29	3,09
180	9,90	2,97
185	9,54	2,86
190	9,21	2,76
195	8,91	2,67

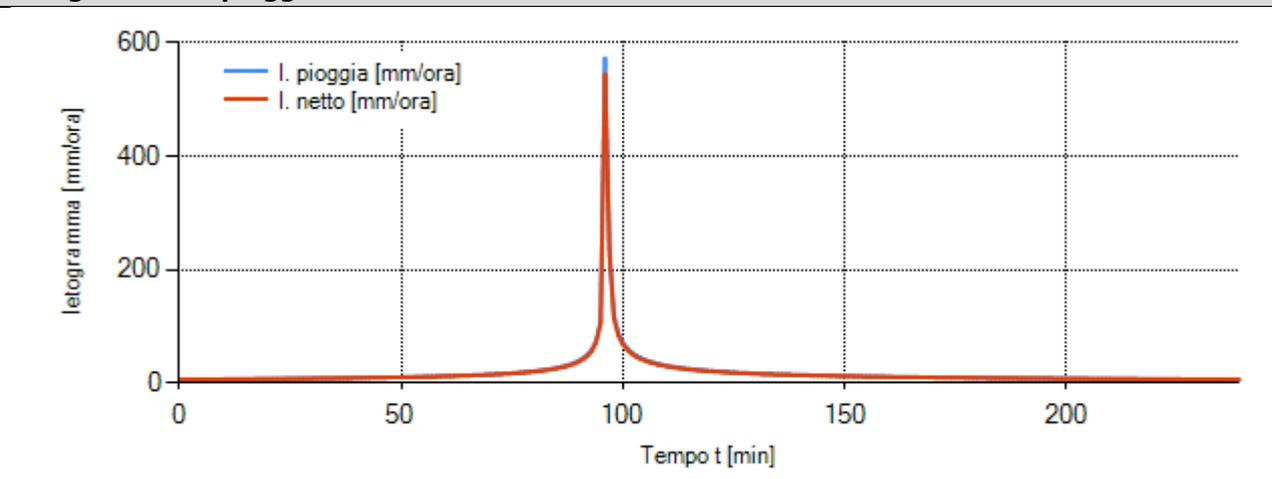
Edilclima s.r.l.
via Vivaldi, 7 - Borgomanero (NO)

200	8,64	2,59
205	8,38	2,51
210	8,14	2,44
215	7,92	2,38
220	7,72	2,32
225	7,53	2,26
230	7,35	2,20
235	7,18	2,15
240	3,73	0,00

Definizione ietogramma di pioggia - Nash Chicago - Area coperta

Durata pioggia di progetto (θ)	3,99	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

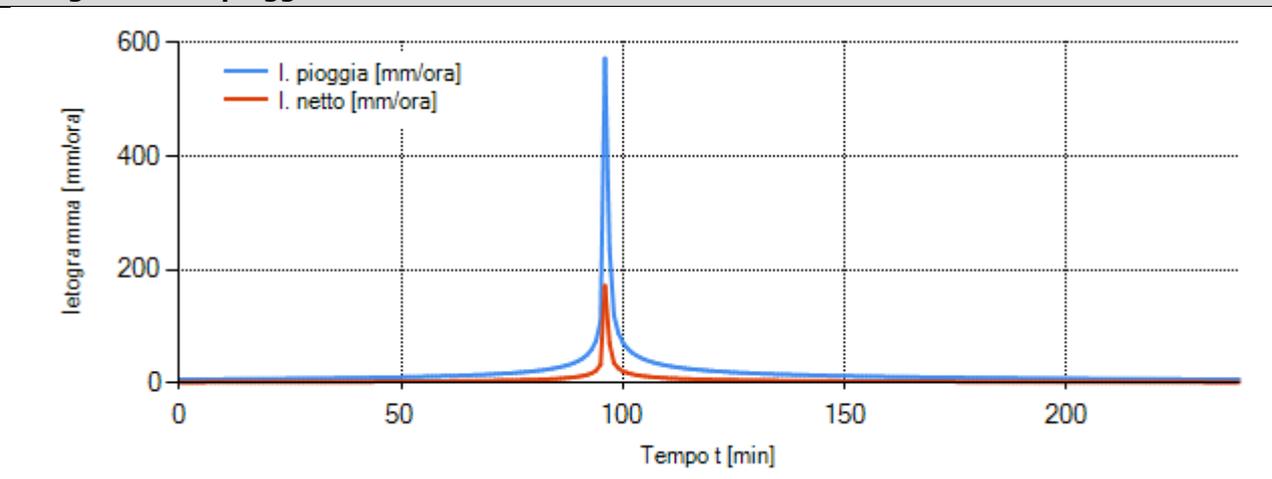
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,99	6,64
20	8,11	7,70
25	8,47	8,04
30	8,87	8,42
35	9,32	8,85
40	9,84	9,35
45	10,44	9,92
50	11,14	10,58
55	11,98	11,38
60	13,00	12,35
65	14,29	13,58
70	15,96	15,16
75	18,25	17,34
80	21,64	20,55
81	22,53	21,40
82	23,51	22,34
83	24,62	23,39
84	25,88	24,58
85	27,31	25,95
86	28,97	27,52
87	30,91	29,37
88	33,24	31,57
89	36,06	34,26
90	39,61	37,63
91	44,22	42,01
92	50,54	48,01
93	59,87	56,87
94	75,56	71,78
95	110,35	104,83
96	572,26	543,65
97	236,52	224,69
98	120,39	114,37
99	88,68	84,25
100	72,31	68,70

101	62,00	58,90
102	54,79	52,05
103	49,41	46,94
104	45,21	42,95
105	41,82	39,73
106	39,02	37,06
107	36,65	34,82
108	34,62	32,89
109	32,86	31,21
110	31,31	29,74
111	29,93	28,44
112	28,71	27,27
113	27,60	26,22
114	26,60	25,27
115	25,68	24,40
116	24,84	23,60
117	24,07	22,87
118	23,36	22,19
119	22,70	21,56
120	22,09	20,98
121	21,51	20,44
122	20,98	19,93
123	20,47	19,45
124	20,00	19,00
125	19,55	18,57
126	19,13	18,17
127	18,73	17,80
130	17,65	16,77
135	16,17	15,36
140	14,96	14,21
145	13,97	13,27
150	13,12	12,47
155	12,40	11,78
160	11,77	11,18
165	11,22	10,66
170	10,73	10,19
175	10,29	9,78
180	9,90	9,40
185	9,54	9,06
190	9,21	8,75
195	8,91	8,47
200	8,64	8,20
205	8,38	7,96
210	8,14	7,74
215	7,92	7,53
240	3,73	0,00

Definizione ietogramma di pioggia - Nash Chicago - Aree verde

Durata pioggia di progetto (θ)	3,99	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,99	2,10
5	7,23	2,17
10	7,50	2,25
15	7,79	2,34
20	8,11	2,43
25	8,47	2,54
30	8,87	2,66
35	9,32	2,80
40	9,84	2,95
45	10,44	3,13
50	11,14	3,34
55	11,98	3,59
60	13,00	3,90
65	14,29	4,29
70	15,96	4,79
72	16,78	5,04
73	17,24	5,17
74	17,73	5,32
75	18,25	5,48
76	18,82	5,65
77	19,43	5,83
78	20,10	6,03
79	20,83	6,25
80	21,64	6,49
81	22,53	6,76
82	23,51	7,05
83	24,62	7,39
84	25,88	7,76
85	27,31	8,19
86	28,97	8,69
87	30,91	9,27
88	33,24	9,97
89	36,06	10,82
90	39,61	11,88

91	44,22	13,27
92	50,54	15,16
93	59,87	17,96
94	75,56	22,67
95	110,35	33,11
96	572,26	171,68
97	236,52	70,96
98	120,39	36,12
99	88,68	26,61
100	72,31	21,69
101	62,00	18,60
102	54,79	16,44
103	49,41	14,82
104	45,21	13,56
105	41,82	12,55
106	39,02	11,70
107	36,65	10,99
108	34,62	10,39
109	32,86	9,86
110	31,31	9,39
111	29,93	8,98
112	28,71	8,61
113	27,60	8,28
114	26,60	7,98
115	25,68	7,70
116	24,84	7,45
117	24,07	7,22
118	23,36	7,01
119	22,70	6,81
120	22,09	6,63
121	21,51	6,45
122	20,98	6,29
123	20,47	6,14
124	20,00	6,00
125	19,55	5,87
126	19,13	5,74
127	18,73	5,62
128	18,35	5,51
129	17,99	5,40
130	17,65	5,30
131	17,33	5,20
132	17,02	5,11
133	16,72	5,02
134	16,44	4,93
135	16,17	4,85
136	15,91	4,77
137	15,66	4,70
138	15,42	4,62
139	15,18	4,56
140	14,96	4,49
141	14,75	4,42
142	14,54	4,36
143	14,34	4,30
145	13,97	4,19
150	13,12	3,94
155	12,40	3,72
160	11,77	3,53
165	11,22	3,37
170	10,73	3,22
175	10,29	3,09
180	9,90	2,97
185	9,54	2,86
190	9,21	2,76
195	8,91	2,67

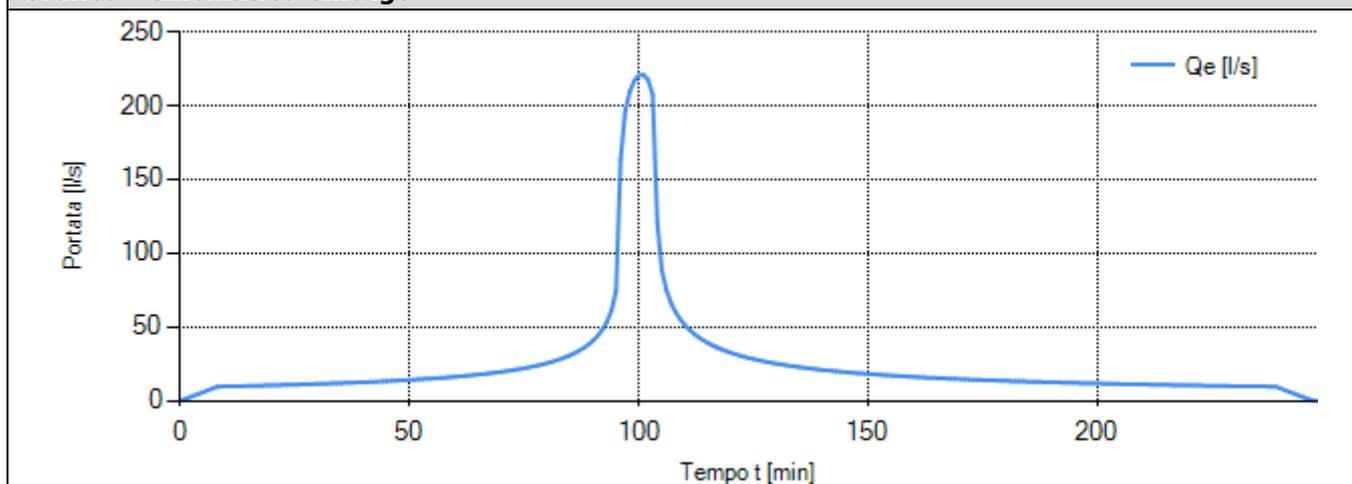
Edilclima s.r.l.
via Vivaldi, 7 - Borgomanero (NO)

200	8,64	2,59
205	8,38	2,51
210	8,14	2,44
215	7,92	2,38
220	7,72	2,32
225	7,53	2,26
230	7,35	2,20
235	7,18	2,15
240	3,73	0,00

IDROGRAMMA DI PIENA

Area - Area coperta			
Tipo area	Area impermeabile		
Superficie	5000,0	m ²	
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,95	-
Tempo corrivazione	t_c	8	min

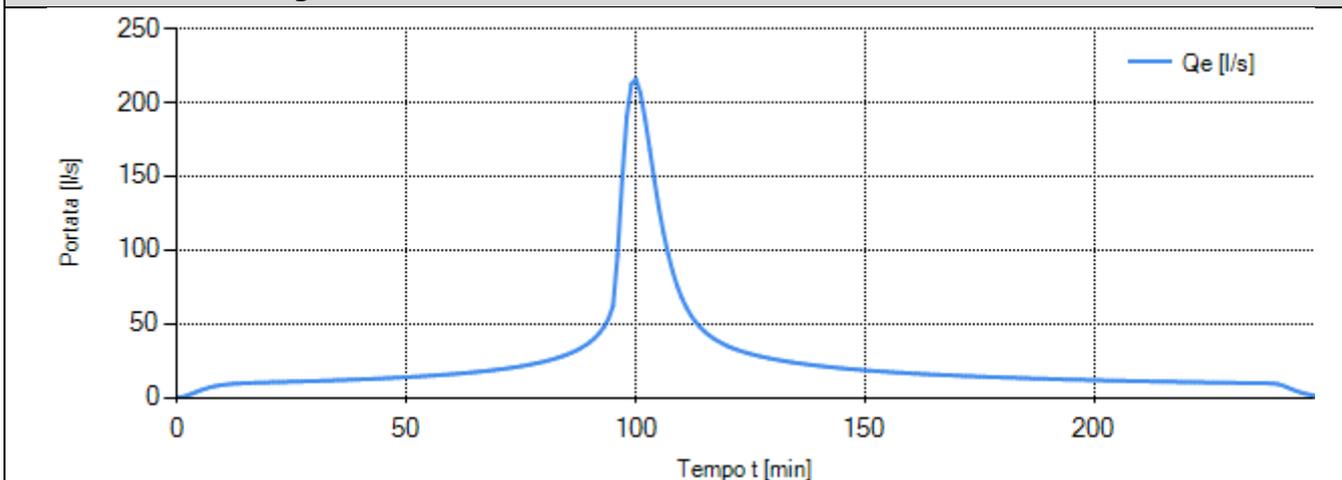
Grafico - Cinematico Chicago



Risultati tabellari

Tempo [min]	0	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Portata Q _e [l/s]	0,00	10,41	10,85	11,34	11,88	12,51	13,23	14,06	15,04	16,22
Tempo [min]	65	70	75	80	81	82	83	84	85	86
Portata Q _e [l/s]	17,68	19,53	21,98	25,43	26,30	27,25	28,31	29,47	30,77	32,23
Tempo [min]	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Portata Q _e [l/s]	33,90	35,81	38,05	40,70	43,94	48,01	53,38	61,07	74,18	163,16
Tempo [min]	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
Portata Q _e [l/s]	196,25	209,58	216,92	220,51	220,87	217,44	207,38	120,38	88,25	74,81
Tempo [min]	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
Portata Q _e [l/s]	66,22	60,00	55,19	51,32	48,10	45,38	43,03	40,98	39,17	37,56
Tempo [min]	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Portata Q _e [l/s]	36,11	34,80	33,60	32,51	31,50	30,57	29,71	28,92	28,17	27,47
Tempo [min]	127	130	135	140	145	150	155	160	165	170
Portata Q _e [l/s]	26,82	25,07	22,72	20,87	19,36	18,11	17,04	16,13	15,33	14,62
Tempo [min]	175	180	185	190	195	200	205	210	215	240
Portata Q _e [l/s]	14,00	13,43	12,93	12,46	12,04	11,66	11,30	10,97	10,67	8,26

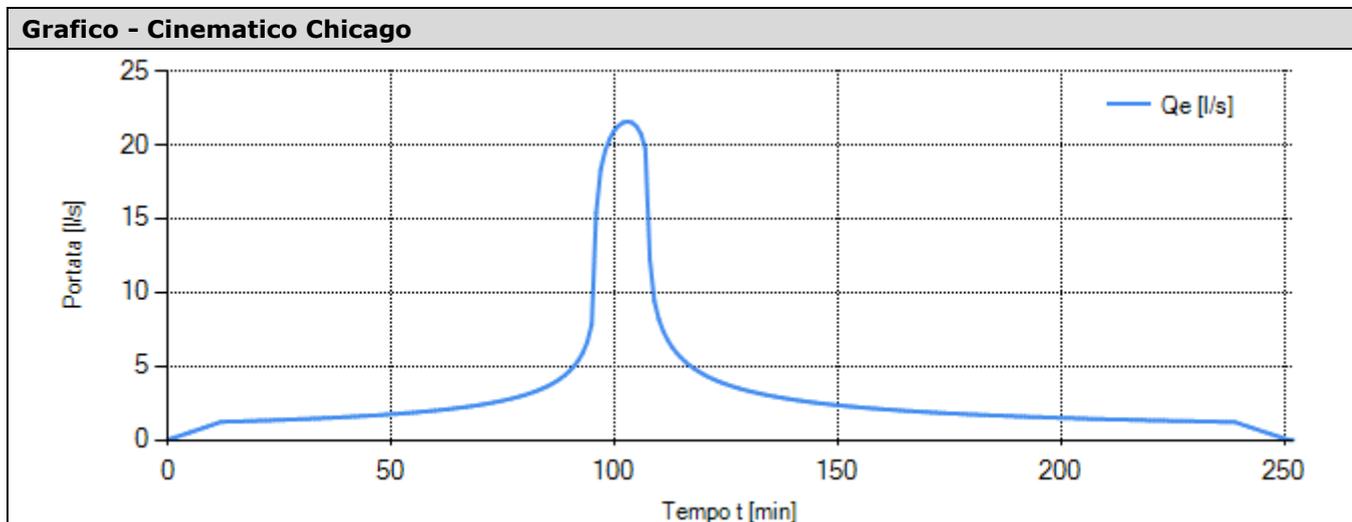
Grafico - Nash Chicago



Risultati tabellari

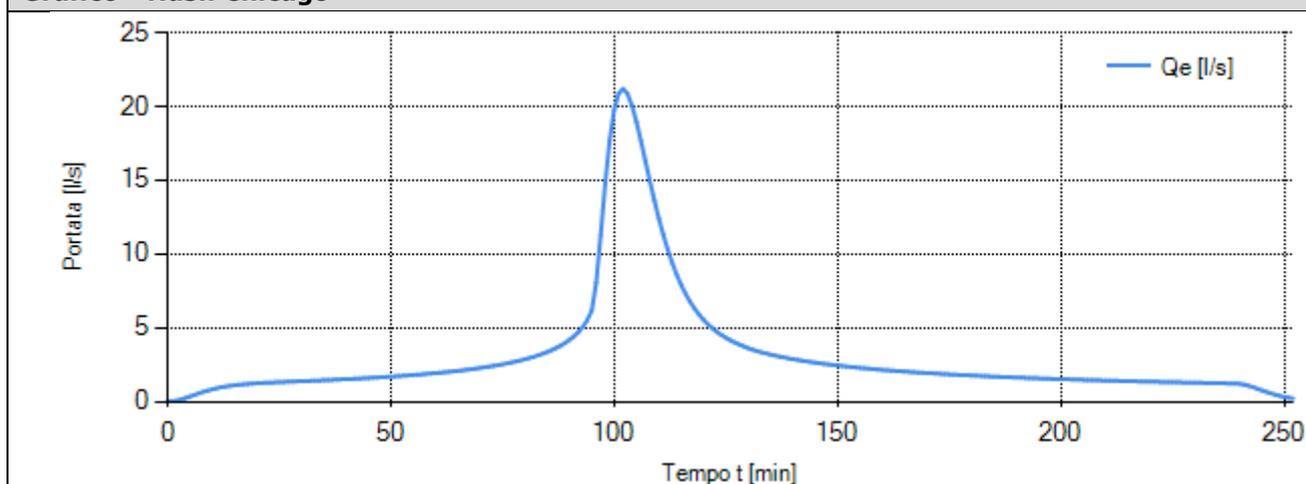
Tempo [min]	0	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Portata Q_e [l/s]	0,35	10,27	10,71	11,19	11,71	12,32	13,01	13,80	14,74	15,86
Tempo [min]	65	70	75	80	81	82	83	84	85	86
Portata Q_e [l/s]	17,24	18,97	21,24	24,39	25,18	26,04	26,98	28,01	29,16	30,44
Tempo [min]	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Portata Q_e [l/s]	31,89	33,53	35,43	37,65	40,31	43,57	47,72	53,34	61,93	96,47
Tempo [min]	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
Portata Q_e [l/s]	148,29	190,40	212,40	215,75	205,95	188,65	168,25	147,66	128,55	111,71
Tempo [min]	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
Portata Q_e [l/s]	97,36	85,40	75,56	67,52	60,98	55,64	51,26	47,64	44,62	42,07
Tempo [min]	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Portata Q_e [l/s]	39,89	38,01	36,36	34,82	33,53	32,39	31,36	30,42	29,55	28,74
Tempo [min]	127	130	135	140	145	150	155	160	165	170
Portata Q_e [l/s]	27,99	26,03	23,44	21,43	19,81	18,48	17,36	16,39	15,56	14,83
Tempo [min]	175	180	185	190	195	200	205	210	215	240
Portata Q_e [l/s]	14,18	13,59	13,07	12,60	12,16	11,77	11,40	11,06	10,75	9,13

Area - Aree verde			
Tipo area		Area permeabile	
Superficie		2000,0	m ²
Coefficiente di afflusso		ϕ 0,30	-
Tempo corrivazione		t_c 12	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,50	1,01	1,25	1,29	1,35	1,41	1,47	1,55	1,64
Tempo [min]	50	55	60	65	70	72	73	74	75	76
Portata Q_e [l/s]	1,73	1,85	1,99	2,16	2,37	2,48	2,53	2,59	2,65	2,72
Tempo [min]	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Portata Q_e [l/s]	2,79	2,87	2,95	3,04	3,14	3,24	3,36	3,48	3,62	3,78
Tempo [min]	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Portata Q_e [l/s]	3,96	4,16	4,39	4,66	4,98	5,38	5,90	6,63	7,82	15,41
Tempo [min]	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
Portata Q_e [l/s]	18,32	19,59	20,40	20,94	21,30	21,51	21,58	21,51	21,26	20,75
Tempo [min]	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
Portata Q_e [l/s]	19,73	12,25	9,42	8,18	7,37	6,76	6,28	5,89	5,56	5,28
Tempo [min]	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Portata Q_e [l/s]	5,03	4,81	4,62	4,44	4,29	4,14	4,01	3,89	3,78	3,67
Tempo [min]	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
Portata Q_e [l/s]	3,58	3,49	3,40	3,32	3,25	3,18	3,11	3,05	2,99	2,93
Tempo [min]	137	138	139	140	141	142	143	145	150	155
Portata Q_e [l/s]	2,88	2,83	2,78	2,73	2,69	2,64	2,60	2,52	2,35	2,21
Tempo [min]	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205
Portata Q_e [l/s]	2,08	1,98	1,88	1,80	1,72	1,66	1,60	1,54	1,49	1,45
Tempo [min]	210	215	220	225	230	235	240	245	250	
Portata Q_e [l/s]	1,40	1,36	1,33	1,29	1,26	1,23	1,10	0,59	0,10	

Grafico - Nash Chicago



Risultati tabellari

Tempo [min]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Portata Q_e [l/s]	0,02	0,33	0,82	1,10	1,23	1,31	1,38	1,44	1,51	1,59
Tempo [min]	50	55	60	65	70	72	73	74	75	76
Portata Q_e [l/s]	1,69	1,79	1,92	2,08	2,27	2,36	2,41	2,47	2,52	2,58
Tempo [min]	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Portata Q_e [l/s]	2,64	2,71	2,78	2,86	2,94	3,03	3,13	3,23	3,35	3,48
Tempo [min]	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Portata Q_e [l/s]	3,62	3,78	3,96	4,17	4,42	4,71	5,06	5,52	6,16	8,05
Tempo [min]	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
Portata Q_e [l/s]	11,27	14,74	17,68	19,74	20,88	21,20	20,87	20,07	18,96	17,67
Tempo [min]	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
Portata Q_e [l/s]	16,31	14,95	13,65	12,43	11,31	10,30	9,41	8,61	7,91	7,30
Tempo [min]	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Portata Q_e [l/s]	6,77	6,30	5,90	5,55	5,24	4,97	4,73	4,51	4,33	4,16
Tempo [min]	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
Portata Q_e [l/s]	4,01	3,87	3,75	3,62	3,51	3,42	3,34	3,26	3,18	3,11
Tempo [min]	137	138	139	140	141	142	143	145	150	155
Portata Q_e [l/s]	3,05	2,99	2,93	2,87	2,82	2,77	2,72	2,63	2,44	2,28
Tempo [min]	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205
Portata Q_e [l/s]	2,15	2,03	1,93	1,84	1,76	1,69	1,63	1,57	1,52	1,47
Tempo [min]	210	215	220	225	230	235	240	245	250	
Portata Q_e [l/s]	1,42	1,38	1,34	1,31	1,27	1,24	1,20	0,76	0,31	

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	2,51	ore
Volume invaso minimo	W_0	221,19	m ³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

Metodo diretto italiano			
Volume invaso minimo	W_0	209,66	m ³
$W_0 = v \cdot A$ $v = w_0 \left(\frac{\varphi_m}{\varphi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w_0 \cdot P$			

Metodo della corrivazione			
Durata critica	D_w	2,57	ore
Volume invaso minimo	W_0	214,81	m ³
$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot A \cdot a \cdot D_w^n + 1,295 \cdot t_c \cdot Q_{umax}^2 \cdot \frac{D_w^{1-n}}{\varphi_m \cdot A \cdot a} - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot t_c$ $2,78 \cdot n \cdot \varphi_m \cdot A \cdot a \cdot D_w^{n-1} + 0,36 \cdot (1-n) \cdot t_c \cdot Q_{umax}^2 \cdot \frac{D_w^{-n}}{\varphi_m \cdot A \cdot a} - Q_{umax} = 0$			

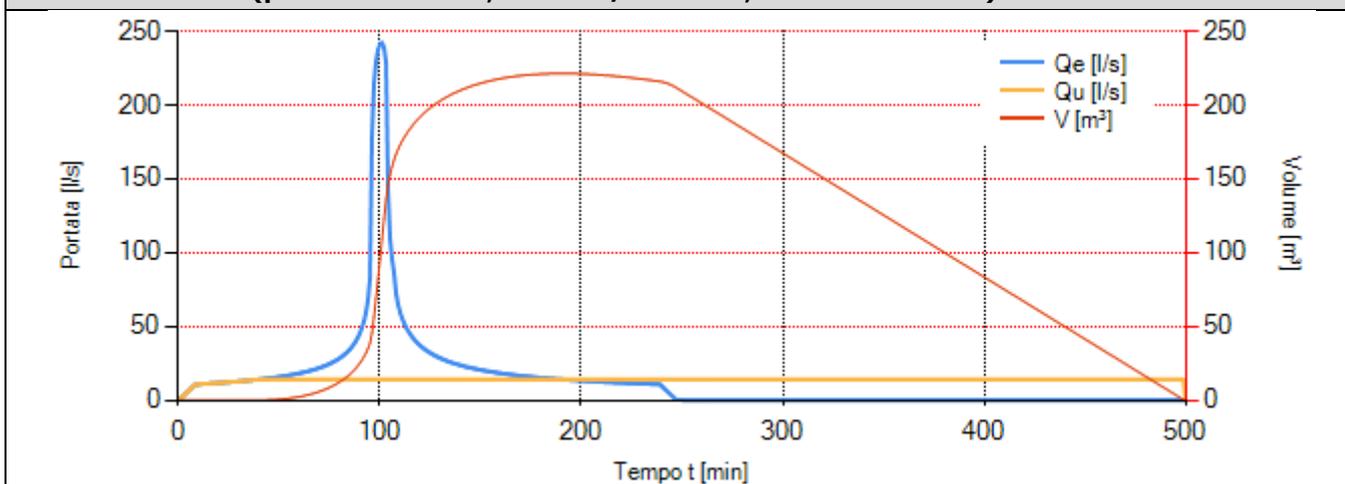
Metodo analitico di dettaglio di tipo cinematico			
Ietogramma		Chicago	
Durata critica	D_w	3,99	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1,85	m
Volume invaso minimo	W	221,42	m ³
<i>Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago</i>			

Metodo analitico di dettaglio di Nash			
Ietogramma		Chicago	
Durata critica	D_w	3,99	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1,85	m
Volume invaso minimo	W	221,12	m ³
<i>Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.</i>			

CALCOLO DINAMICA INVASO

Modello cinematico – Ietogramma Chicago

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invasato) - Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m ³]	Battente idrico H [m]
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	6,38	6,38	0,00	0,00
10	10,67	10,67	0,00	0,00
15	11,26	11,26	0,00	0,00
20	11,71	11,71	0,00	0,00
25	12,20	12,20	0,00	0,00
30	12,74	12,74	0,00	0,00
35	13,36	13,36	0,00	0,00
40	14,06	14,00	0,00	0,00
45	14,86	14,00	0,14	0,00
50	15,79	14,00	0,53	0,00
55	16,89	14,00	1,23	0,01
60	18,21	14,00	2,29	0,02
65	19,84	14,00	3,79	0,03
70	21,90	14,00	5,84	0,05
75	24,63	14,00	8,60	0,07
78	26,76	14,00	10,70	0,09
79	27,58	14,00	11,49	0,10
80	28,47	14,00	12,33	0,10
81	29,44	14,00	13,23	0,11
82	30,50	14,00	14,19	0,12
83	31,66	14,00	15,21	0,13
84	32,95	14,00	16,31	0,14
85	34,39	14,00	17,49	0,15
86	36,01	14,00	18,76	0,16
87	37,85	14,00	20,14	0,17
88	39,97	14,00	21,63	0,18
89	42,43	14,00	23,26	0,19
90	45,36	14,00	25,06	0,21
91	48,92	14,00	27,05	0,23
92	53,39	14,00	29,28	0,24
93	59,29	14,00	31,82	0,27
94	67,70	14,00	34,79	0,29
95	82,00	14,00	38,44	0,32

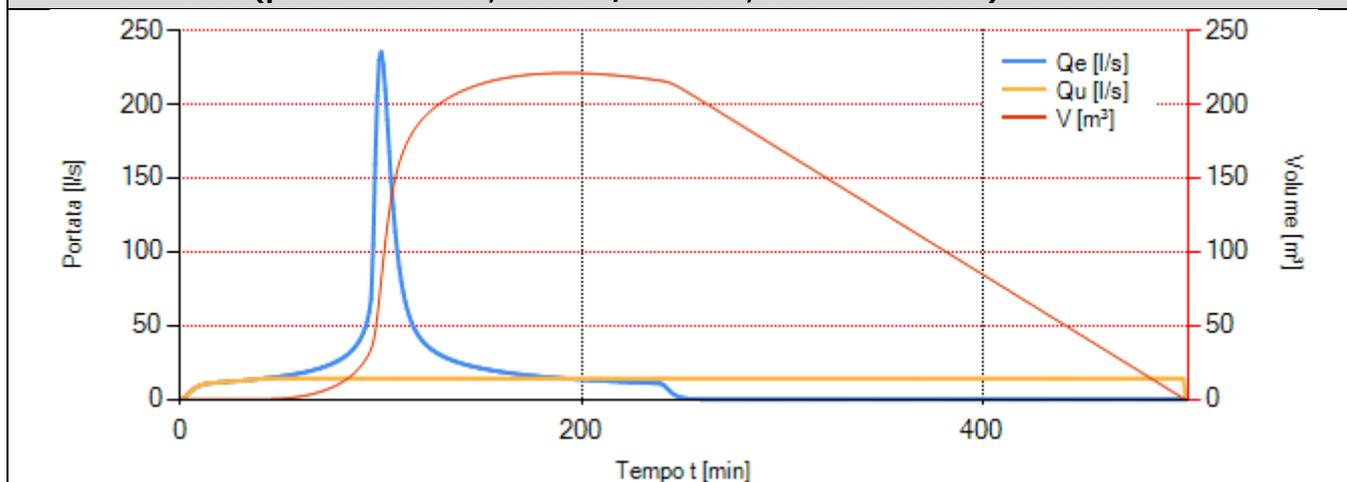
96	178,57	14,00	45,41	0,38
97	214,57	14,00	56,37	0,47
98	229,17	14,00	68,84	0,57
99	237,31	14,00	82,00	0,68
100	241,45	14,00	95,52	0,80
101	242,17	14,00	109,19	0,91
102	238,95	14,00	122,78	1,02
103	228,96	14,00	135,98	1,13
104	141,89	14,00	146,26	1,22
105	109,50	14,00	152,97	1,27
106	95,56	14,00	158,28	1,32
107	85,95	14,00	162,88	1,36
108	72,25	14,00	166,79	1,39
109	64,61	14,00	170,05	1,42
110	59,50	14,00	172,94	1,44
111	55,47	14,00	175,55	1,46
112	52,14	14,00	177,94	1,48
113	49,31	14,00	180,14	1,50
114	46,87	14,00	182,18	1,52
115	44,73	14,00	184,09	1,53
116	42,83	14,00	185,88	1,55
117	41,14	14,00	187,56	1,56
118	39,61	14,00	189,14	1,58
119	38,22	14,00	190,63	1,59
120	36,95	14,00	192,05	1,60
121	35,79	14,00	193,39	1,61
122	34,72	14,00	194,67	1,62
123	33,73	14,00	195,88	1,63
124	32,81	14,00	197,04	1,64
125	31,95	14,00	198,14	1,65
126	31,14	14,00	199,19	1,66
127	30,39	14,00	200,20	1,67
128	29,69	14,00	201,16	1,68
129	29,02	14,00	202,08	1,68
130	28,40	14,00	202,96	1,69
131	27,80	14,00	203,81	1,70
132	27,24	14,00	204,62	1,71
135	25,72	14,00	206,86	1,72
140	23,60	14,00	210,05	1,75
145	21,89	14,00	212,67	1,77
150	20,46	14,00	214,81	1,79
155	19,25	14,00	216,56	1,80
160	18,21	14,00	217,98	1,82
165	17,30	14,00	219,10	1,83
170	16,50	14,00	219,97	1,83
175	15,80	14,00	220,62	1,84
180	15,16	14,00	221,06	1,84
185	14,58	14,00	221,32	1,84
190	14,06	14,00	221,41	1,85
195	13,59	14,00	221,36	1,84
200	13,15	14,00	221,17	1,84
205	12,75	14,00	220,85	1,84
210	12,38	14,00	220,42	1,84
215	12,03	14,00	219,88	1,83
220	11,71	14,00	219,24	1,83
225	11,41	14,00	218,51	1,82
230	11,13	14,00	217,69	1,81
240	9,36	14,00	215,77	1,80
270	0,00	14,00	192,66	1,61
300	0,00	14,00	167,46	1,40
330	0,00	14,00	142,26	1,19
360	0,00	14,00	117,06	0,98
390	0,00	14,00	91,86	0,77
420	0,00	14,00	66,66	0,56

Edilclima s.r.l.
via Vivaldi, 7 - Borgomanero (NO)

450	0,00	14,00	41,46	0,35
480	0,00	14,00	16,26	0,14
500	0,00	0,00	0,00	0,00

Modello di Nash – Ietogramma Chicago

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invaso) - Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invaso W [m ³]	Battente idrico H [m]
0	0,37	0,73	0,00	0,00
5	5,21	5,21	0,00	0,00
10	9,42	9,42	0,00	0,00
15	10,86	10,86	0,00	0,00
20	11,51	11,51	0,00	0,00
25	12,02	12,02	0,00	0,00
30	12,56	12,56	0,00	0,00
35	13,16	13,16	0,00	0,00
40	13,83	13,83	0,00	0,00
45	14,60	14,00	0,07	0,00
50	15,49	14,00	0,38	0,00
55	16,53	14,00	0,98	0,01
60	17,79	14,00	1,92	0,02
65	19,32	14,00	3,28	0,03
70	21,24	14,00	5,15	0,04
75	23,76	14,00	7,68	0,06
78	25,70	14,00	9,61	0,08
79	26,45	14,00	10,33	0,09
80	27,25	14,00	11,10	0,09
81	28,12	14,00	11,93	0,10
82	29,07	14,00	12,80	0,11
83	30,10	14,00	13,74	0,11
84	31,25	14,00	14,74	0,12
85	32,51	14,00	15,81	0,13
86	33,92	14,00	16,96	0,14
87	35,51	14,00	18,21	0,15
88	37,31	14,00	19,55	0,16
89	39,39	14,00	21,01	0,18
90	41,82	14,00	22,61	0,19
91	44,72	14,00	24,36	0,20
92	48,27	14,00	26,31	0,22
93	52,78	14,00	28,51	0,24
94	58,86	14,00	31,01	0,26
95	68,10	14,00	33,98	0,28
96	104,52	14,00	38,32	0,32
97	159,57	14,00	45,40	0,38

98	205,14	14,00	55,51	0,46
99	230,08	14,00	67,72	0,56
100	235,49	14,00	80,85	0,67
101	226,83	14,00	93,88	0,78
102	209,85	14,00	106,14	0,88
103	189,12	14,00	117,27	0,98
104	167,73	14,00	127,13	1,06
105	147,51	14,00	135,75	1,13
106	129,38	14,00	143,22	1,19
107	113,67	14,00	149,67	1,25
108	100,35	14,00	155,25	1,29
109	89,21	14,00	160,10	1,33
110	79,95	14,00	164,33	1,37
111	72,29	14,00	168,06	1,40
112	65,95	14,00	171,36	1,43
113	60,67	14,00	174,32	1,45
114	56,25	14,00	176,99	1,47
115	52,53	14,00	179,41	1,50
116	49,37	14,00	181,63	1,51
117	46,66	14,00	183,67	1,53
118	44,32	14,00	185,56	1,55
119	42,26	14,00	187,32	1,56
120	40,36	14,00	188,96	1,57
121	38,77	14,00	190,49	1,59
122	37,36	14,00	191,94	1,60
123	36,09	14,00	193,30	1,61
124	34,93	14,00	194,59	1,62
125	33,87	14,00	195,81	1,63
126	32,90	14,00	196,98	1,64
127	32,00	14,00	198,08	1,65
128	31,17	14,00	199,14	1,66
129	30,39	14,00	200,15	1,67
130	29,64	14,00	201,11	1,68
131	28,96	14,00	202,03	1,68
132	28,32	14,00	202,90	1,69
135	26,62	14,00	205,33	1,71
140	24,30	14,00	208,75	1,74
145	22,45	14,00	211,55	1,76
150	20,92	14,00	213,85	1,78
155	19,64	14,00	215,73	1,80
160	18,54	14,00	217,25	1,81
165	17,59	14,00	218,47	1,82
170	16,76	14,00	219,42	1,83
175	16,02	14,00	220,13	1,83
180	15,36	14,00	220,64	1,84
185	14,76	14,00	220,95	1,84
190	14,22	14,00	221,10	1,84
195	13,73	14,00	221,09	1,84
200	13,28	14,00	220,94	1,84
205	12,87	14,00	220,67	1,84
210	12,49	14,00	220,27	1,84
215	12,13	14,00	219,76	1,83
220	11,81	14,00	219,15	1,83
225	11,50	14,00	218,45	1,82
230	11,21	14,00	217,65	1,81
240	10,32	14,00	215,81	1,80
270	0,00	14,00	193,70	1,61
300	0,00	14,00	168,50	1,40
330	0,00	14,00	143,30	1,19
360	0,00	14,00	118,10	0,98
390	0,00	14,00	92,90	0,77
420	0,00	14,00	67,70	0,56
450	0,00	14,00	42,50	0,35
480	0,00	14,00	17,30	0,14

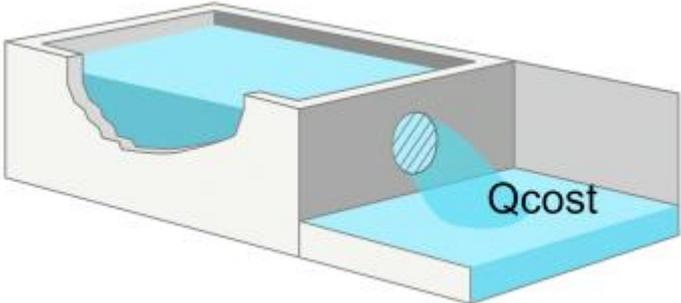
Edilclima s.r.l.
via Vivaldi, 7 - Borgomanero (NO)

502	0,00	0,00	0,00	0,00
-----	------	------	------	------

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	120,00	m^2

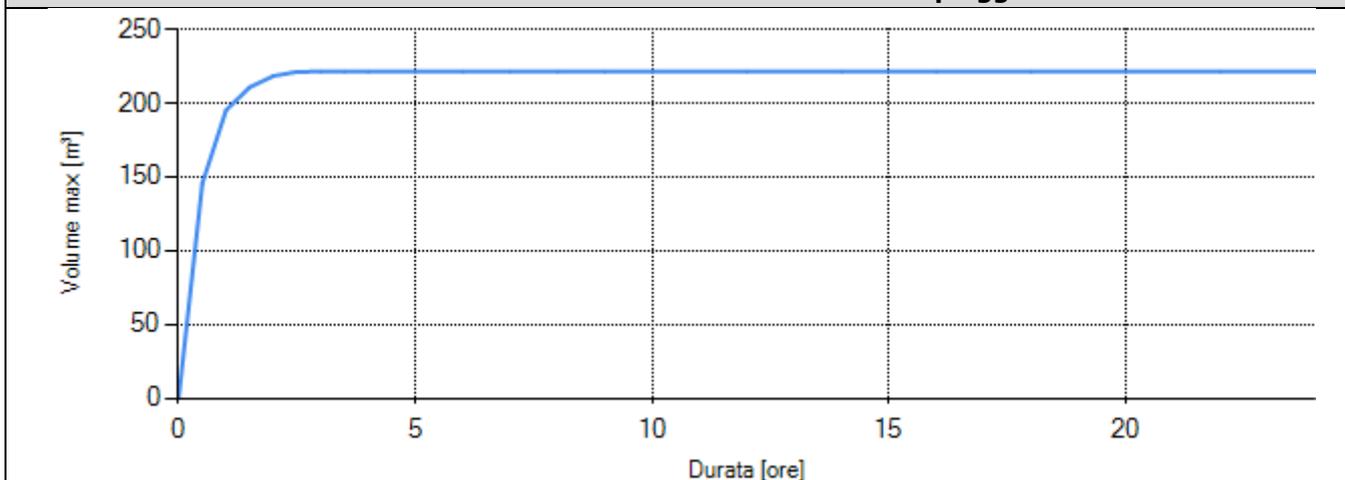
Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,00	\geq	1,85	m	Positiva
Volume utile invaso	W	240,00	\geq	221,42	m^3	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	4,4	\leq	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	14,00	\leq	14,00	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
			
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	14,00	l/s

VARIAZIONE VOLUME MASSIMO INVASATO

Modello cinematico – Ietogramma Chicago

Variazione volume massimo invasato in funzione della durata della pioggia - Grafico

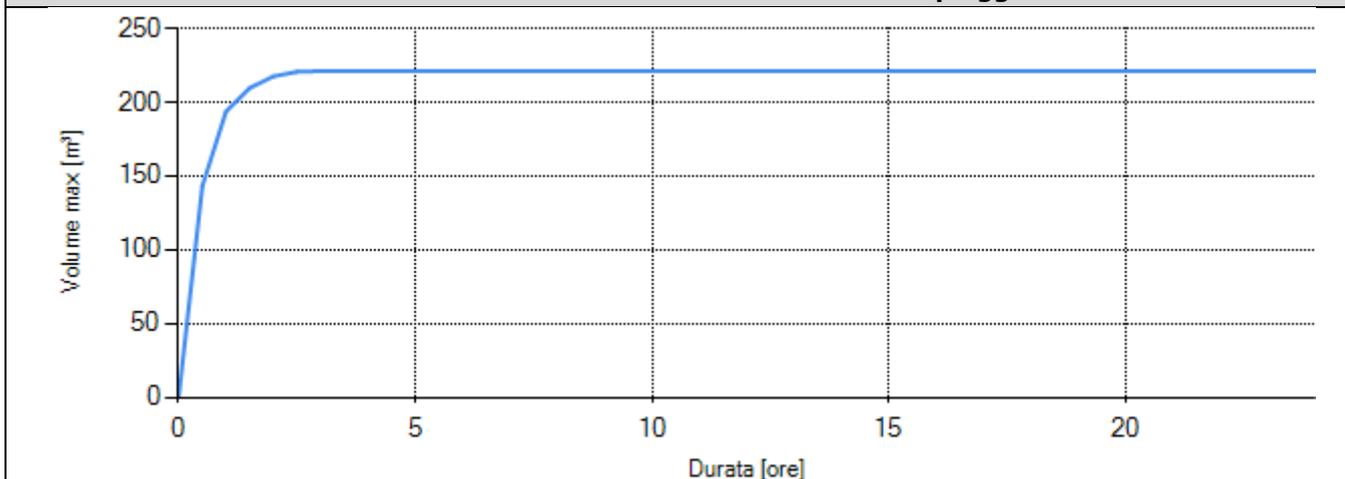


Risultati tabellari

Durata pioggia [ore]	Volume [m³]
0,0	0,00
0,5	145,58
1,0	195,20
1,5	210,72
2,0	218,38
2,5	221,21
3,0	221,42
3,5	221,42
4,0	221,42
5,0	221,42
6,0	221,42
7,0	221,42
8,0	221,42
9,0	221,42
10,0	221,42
12,0	221,42
14,0	221,42
16,0	221,42
18,0	221,42
20,0	221,42
22,0	221,42
24,0	221,42

Modello di Nash – Ietogramma Chicago

Variazione volume massimo invasato in funzione della durata della pioggia - Grafico



Risultati tabellari

Durata pioggia [ore]	Volume [m ³]
0,0	0,00
0,5	143,14
1,0	193,82
1,5	209,63
2,0	217,51
2,5	220,63
3,0	221,09
3,5	221,12
4,0	221,12
5,0	221,12
6,0	221,12
7,0	221,12
8,0	221,12
9,0	221,12
10,0	221,12
12,0	221,12
14,0	221,12
16,0	221,12
18,0	221,12
20,0	221,12
22,0	221,12
24,0	221,12