

PIANO INTEGRATO DI INTERVENTO  
AREA LEVA IN COMUNE DI ISPRA (VA)



OPERE DI INTERCETTAZIONE  
E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

PIANO INTEGRATO DI INTERVENTO  
AREA LEVA IN COMUNE DI ISPRA (VA)

OPERE DI INTERCETTAZIONE  
E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

RELAZIONE TECNICA

## 1. PREMESSA

Il sottoscritto Arch. Luigi Catalano iscritto all'Ordine degli Architetti della Provincia di Varese col 1863 di posizione, è stato incaricato dalla società Tigros Spa, proprietà dell'area identificata dal vigente PGT di Ispra quale ambito di trasformazione - comparto F Via Roma/ Via Fermi, di redigere il progetto di invarianza idraulica ai sensi degli artt. 6 e 10 del R.R. 7/2017 (d'ora in avanti Regolamento).

L'intervento per il quale viene redatto il presente progetto riguarda la ristrutturazione urbanistica dell'ex-camiceria Leva, un'area produttiva dismessa.

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 al R.R. 7/2017 di Regione Lombardia come integrato e modificato dal R.R. 8/2019 e normative correlate. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

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.

Il Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 contiene "criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio)".

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di afflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate che i volumi di afflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005.

## 2. QUADRO NORMATIVO

L'intervento urbanistico in progetto rientra, ai sensi della recente normativa regionale, tra quelli soggetti all'obbligo di applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica, che, in sintesi comporta:

- obbligo di limitare ad una portata di 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile la portata meteorica istantaneamente scaricata nel corpo idrico recettore (sia questo, indifferentemente, un collettore comunale di scolo oppure un corpo idrico di superficie);
- obbligo di realizzare, contestualmente agli edifici, volumi di invaso temporaneo delle acque meteoriche drenate in misura non inferiore a 800 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante;
- obbligo di redigere un progetto dettagliato delle opere volte ad assicurare i principi stabiliti dal Regolamento;
- obbligo di redigere, a fine lavori, una dichiarazione asseverata che certifichi che le opere sono state realizzate secondo il progetto, o comunque secondo le indicazioni del regolamento, da spedire ad un catasto regionale appositamente istituito.

Il riferimento tecnico/normativo è fornito dalla L.R. 4/2016 e dal successivo R.R. 23.11.2017 n. 7 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della L.R. 11.03.2005, n. 12.

L'art. 6 del R.R. 7/2017, infatti, prevede che:

*per gli interventi soggetti a permesso di costruire, a segnalazione certificata di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del d.p.r. 380/2001 o a comunicazione di inizio lavori asseverata nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10; tale progetto, fatto salvo quanto previsto all'articolo 19 bis della legge 241/1990 e all'articolo 14 della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4 (Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua), è allegato alla domanda, in caso di permesso di costruire, o alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata, unitamente:*

- 1 *all'istanza di concessione allo scarico, presentata all'autorità idraulica competente, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale;*
- 2 *alla richiesta di allacciamento, presentata al gestore nel caso di scarico in fognatura;*
- 3 *all'accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato.*

L'intervento in progetto consiste nella ristrutturazione urbanistica dell'area produttiva attualmente dismessa dell'ex-camiceria Leva attraverso la costruzione di nuovi edifici, la realizzazione di nuove superfici pavimentate per strade e aree esterne nonché la sistemazione di nuove aree verdi (art.3 comma 2 lett. c) del R.R. 7/2017).

L'art. 10 dello stesso R.R. 7/2017 disciplina le modalità di redazione del progetto di invarianza idraulica ed idrologica e nello specifico stabilisce i contenuti minimi dello stesso e precisamente:

*il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve essere corredato con i calcoli, le valutazioni, i grafici e i disegni effettuati a livello di dettaglio corrispondente ad un progetto almeno definitivo, osservando le procedure e metodologie di cui all'articolo 11 e deve contenere i seguenti elementi:*

a) *relazione tecnica comprendente:*

- 1 *descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore o di disperdimento nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;*
- 2 *calcolo delle precipitazioni di progetto;*
- 3 *calcoli del processo di infiltrazione nelle aree e strutture a ciò destinate e relativi dimensionamenti;*
- 4 *calcoli del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;*
- 5 *calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione;*
- 6 *calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico;*
- 7 *dimensionamento del sistema di scarico terminale, qualora necessario, nel ricettore, nel rispetto dei requisiti ammissibili del presente regolamento;*

- b) documentazione progettuale completa di planimetrie e profili in scala adeguata, sezioni, particolari costruttivi;
- c) piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'intero sistema di opere di invarianza idraulica e idrologica e di recapito nei ricettori, secondo le disposizioni dell'articolo 13;
- d) asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento, redatta secondo il modello di cui all'allegato E.

### 3. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in progetto è localizzato in comune di Ispra in un lotto di terreno compreso tra le vie Roma, Fermi (la SP69 di Santa Caterina), e S. Giovanni Bosco.

La proprietà è individuata catastalmente dai mappali 5458, 5827 e 700 e presenta una superficie complessiva di 39.053 mq.

Il comune di Ispra è classificato dall'Allegato C al Regolamento quale comune a bassa criticità idraulica, tuttavia in base al disposto dell'art. 7 comma 5, trattandosi di piano attuativo, nello sviluppo del progetto di invarianza, andranno applicati i limiti nonché i criteri di calcolo e verifica più restrittivi previsti per le aree ad alta criticità idraulica.



### 4. PRESENTAZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

L'intervento in progetto è volto alla definizione delle modalità di drenaggio, accumulo e smaltimento delle acque pluviali provenienti dalle nuove superfici coperte realizzate nel centro polifunzionale in

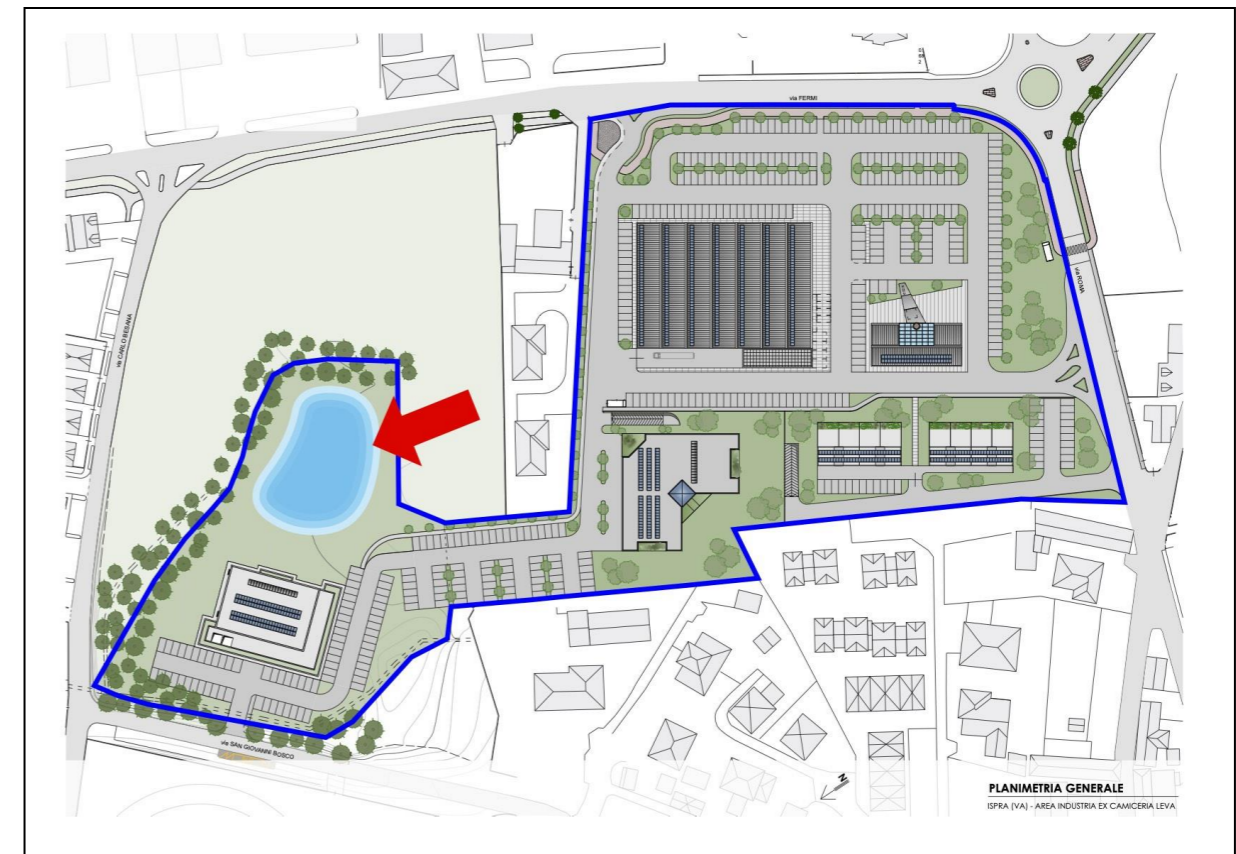
progetto e prevede un sistema di volanizzazione delle acque mediante accumulo delle medesime in un'invaso superficiale realizzato attraverso la modellazione del terreno.

Le acque meteoriche provenienti dalle coperture unitamente a quelle di dilavamento provenienti dalle varie superfici pavimentate saranno collettate dalla rete di raccolta e ricondotte ad un pozzo di accesso all'invaso naturale di cui sopra.

### 5. CALCOLO DELLA SUPERFICIE SCOLANTE DI PROGETTO E DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

Come si osserva dalla planimetria di seguito allegata, l'intervento in progetto prevede la realizzazione di nuove superfici impermeabili che è possibile differenziare in funzione del diverso grado di permeabilità delle stesse secondo lo schema seguente:

- fabbricati, tettoie, strade interne e parcheggi sostanzialmente impermeabili, con coefficiente di deflusso  $\phi = 1,0$ ;
- pavimentazioni semipermeabili per viabilità e parcheggi con coefficiente di deflusso  $\phi = 0,7$ ;
- aree a verde modellate e aiuole con coefficiente di deflusso  $\phi = 0,3$ ;
- aree a verde naturale, non interessate da interventi e riconducibili all'assetto originario del suolo non computate ai fini dell'impermeabilizzazione del compendio.



Nella tabella seguente viene riportata la suddivisione del compendio in progetto secondo le tipologie di suolo impermeabile sopra indicate.

| tipologia superficie                    | mq               | coefficiente deflusso medio $\phi$ | superficie ragguagliata | coefficiente deflusso medio ponderale $\phi_m$ |
|-----------------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|
| superficie totale                       | <b>39.053,00</b> |                                    |                         |                                                |
| superficie edifici                      | 7.150,00         | 1,0                                | 7.150,00                |                                                |
| superficie strade e parcheggi           | 15.825,00        | 1,0                                | 15.825,00               |                                                |
| Superfici pavimentazioni semipermeabili | 2.330,00         | 0,7                                | 1.631,00                |                                                |
| superficie giardini e aiuole            | 8.575,00         | 0,3                                | 2.572,50                |                                                |
| superficie verde naturale               | 5.173,00         | 0,0                                | -                       |                                                |
| <b>superficie scolante impermeabile</b> |                  |                                    | <b>27.178,50</b>        | <b>0,70</b>                                    |

In considerazione del valore del coefficiente di deflusso medio ponderale calcolato (0,70) e della superficie interessata dall'intervento (39.053 mq), applicando i criteri della Tabella 1 dell'art. 8, l'intervento ricade nella classe 3 (impermeabilizzazione potenziale alta) e si dovranno applicare, conseguentemente, i metodi analitici di cui alla procedura dettagliata.

| CLASSE DI INTERVENTO | SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO                                                                                                                                     | COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE | MODALITÀ DI CALCOLO                                      |                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                            |                                       | AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)                         |                                      |
|                      |                                                                                                                                                                            |                                       | Aree A, B                                                | Aree C                               |
| 0                    | Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi<br>$\leq 0,03$ ha<br>( $\leq 300$ mq)                                                                                            | qualsiasi                             | Requisiti minimi articolo 12 comma 1                     |                                      |
| 1                    | Impermeabilizzazione potenziale bassa<br>$da > 0,03$ a $\leq 0,1$ ha<br>( $da > 300$ mq a $\leq 1.000$ mq)                                                                 | $\leq 0,4$                            | Requisiti minimi articolo 12 comma 2                     |                                      |
| 2                    | Impermeabilizzazione potenziale media<br>$da > 0,1$ a $\leq 1$ ha<br>( $da > 1.000$ a $\leq 10.000$ mq)<br>$da > 1$ a $\leq 10$ ha<br>( $da > 10.000$ a $\leq 100.000$ mq) | $> 0,4$                               | Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G) | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 |
|                      |                                                                                                                                                                            | qualsiasi                             |                                                          |                                      |
| 3                    | Impermeabilizzazione potenziale alta<br>$da > 1$ a $\leq 10$ ha<br>( $da > 10.000$ a $\leq 100.000$ mq)<br>$> 10$ ha<br>( $> 100.000$ mq)                                  | $> 0,4$                               | Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)    |                                      |
|                      |                                                                                                                                                                            | qualsiasi                             |                                                          |                                      |

## 6. CALCOLO CON LA PROCEDURA DETTAGLIATA

### 6.1 PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \phi_m \cdot A$$

$Q_{umax}$  [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

$A$  [ha]: area totale dell'intervento

$\phi_m$  [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

$u_{lim}$  [l/(s · ha<sub>imp</sub>)]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

Ai sensi del'art.7 comma 5 del Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, trattandosi di area inserita nel PGT di Ispra quale ambito di trasformazione (comparto F Via Roma – Via Fermi), indipendentemente dal fatto che il comune di Ispra sia classificato in area C a bassa criticità idraulica, il valore massimo scaricabile ammissibile da assumere è quello delle aree A ovvero:

- $u_{lim} = 10$  l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Nel caso in oggetto la portata massima scaricabile in uscita è, conseguentemente pari a:

$$Q_{umax} = S \cdot u_{lim} = 27.178,50/10.000 \cdot 10 = \mathbf{27,18 \text{ l/s}}$$

### 6.2 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, per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Tale metodo a partire dai parametri di riferimento  $a_1$  ed  $n$  della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno TR dell'evento critico, ricalcola il parametro  $a$  per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$h$  [mm]: altezza di pioggia

$a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

$D$  [ore]: durata di pioggia

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

$w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno TR [anni]

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

$\varepsilon, a, \kappa$  [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per quanto attiene i parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia: <http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>

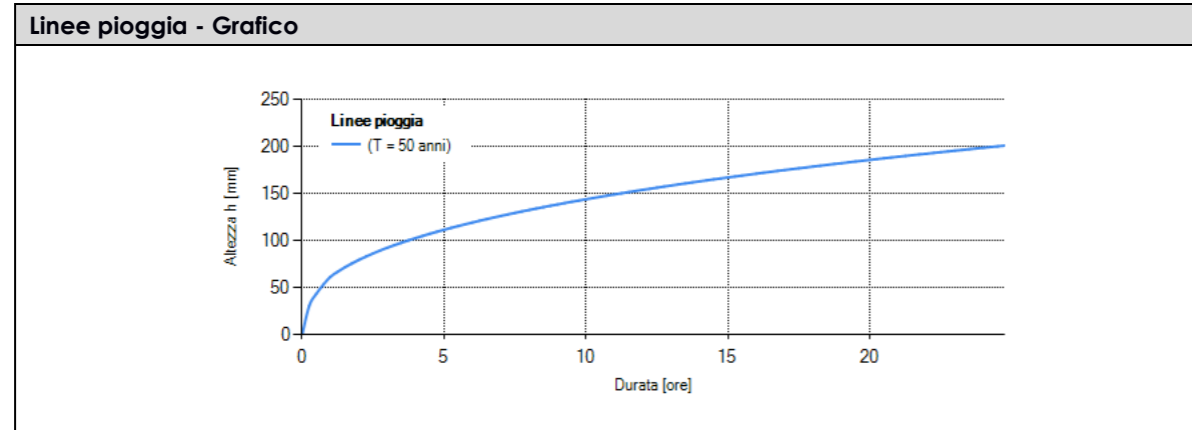
Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il Regolamento regionale prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

$TR = 50$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

$TR = 100$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate.

Le tabelle seguenti indicano il calcolo pluviometrico secondo le linee segnalatrici della probabilità pluviometrica di ARPA per il luogo in esame.

| Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica |               |                |                   |
|-------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------------|
| Coefficiente pluviometrico orario               | $a_1$         | <b>31,69</b>   | mm/h <sup>n</sup> |
| Coefficiente di scala                           | $n$           | <b>0,3671</b>  | -                 |
| GEV - Parametro alfa                            | $a$           | <b>0,2779</b>  | -                 |
| GEV - Parametro kappa                           | $k$           | <b>-0,0168</b> | -                 |
| GEV - Parametro epsilon                         | $\varepsilon$ | <b>0,8346</b>  | -                 |
| Coefficiente di scala (durata < 1 ora)          | $n_1$         | <b>0,5000</b>  | -                 |



| Linee pioggia - Risultati tabellari |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Durata [ore]                        | (T= 50 anni) h [mm] |
| 0                                   | 0,00                |
| 1                                   | 61,96               |
| 2                                   | 79,92               |
| 3                                   | 92,74               |
| 4                                   | 103,07              |
| 5                                   | 111,87              |
| 6                                   | 119,62              |
| 7                                   | 126,58              |
| 8                                   | 132,94              |
| 9                                   | 138,81              |
| 10                                  | 144,29              |
| 11                                  | 149,43              |
| 12                                  | 154,28              |
| 13                                  | 158,88              |
| 14                                  | 163,26              |
| 15                                  | 167,45              |
| 16                                  | 171,46              |
| 17                                  | 175,32              |
| 18                                  | 179,04              |
| 19                                  | 182,63              |
| 20                                  | 186,10              |
| 21                                  | 189,46              |
| 22                                  | 192,72              |
| 23                                  | 195,89              |
| 24                                  | 198,98              |

| Scelta tempo di ritorno                                           |       |               |                   |
|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica |       |               |                   |
| Tempo di ritorno adottato                                         |       | <b>50</b>     | anni              |
| Coefficiente probabilistico                                       | $w_T$ | <b>1,955</b>  | -                 |
| Parametro pioggia                                                 | $a$   | <b>61,963</b> | mm/h <sup>n</sup> |

### 6.3 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

In considerazione del valore del coefficiente di deflusso medio ponderale calcolato (0,70) e della superficie interessata dall'intervento (mq 39.053), al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica viene adottato il metodo analitico di dettaglio.

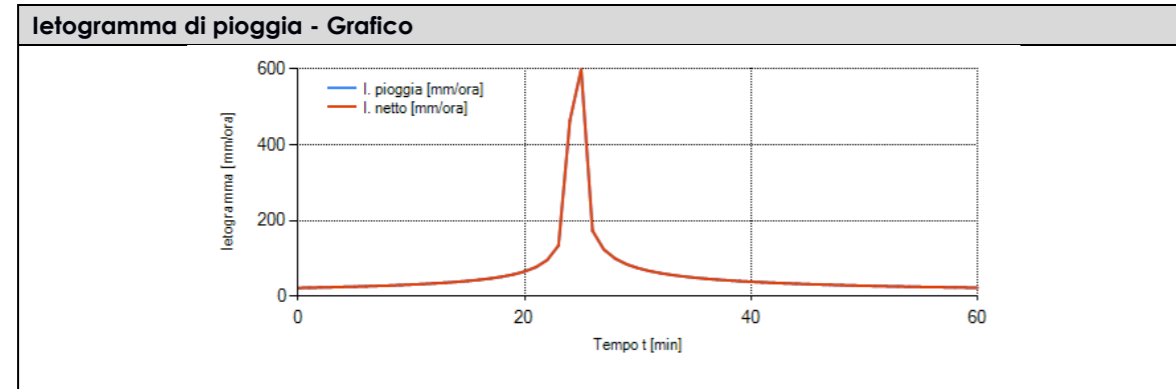
Il metodo analitico di dettaglio prevede di calcolare in modo analitico la curva della portata entrante nell'accumulo, minuto per minuto, l'altezza idrica nell'invaso e la contestuale portata uscente o infiltrata, per un evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

Noto 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.

#### 6.4 IETOGRAMMA DI PIOGGIA

In base ai parametri prima citati della curva di possibilità pluviometrica, assumendo lo ietogramma tipo Chicago con posizione del picco 0,4 e durata D = 1 ora si ottiene lo ietogramma distribuito nell'arco della durata di 1 ora come da tabelle seguenti:

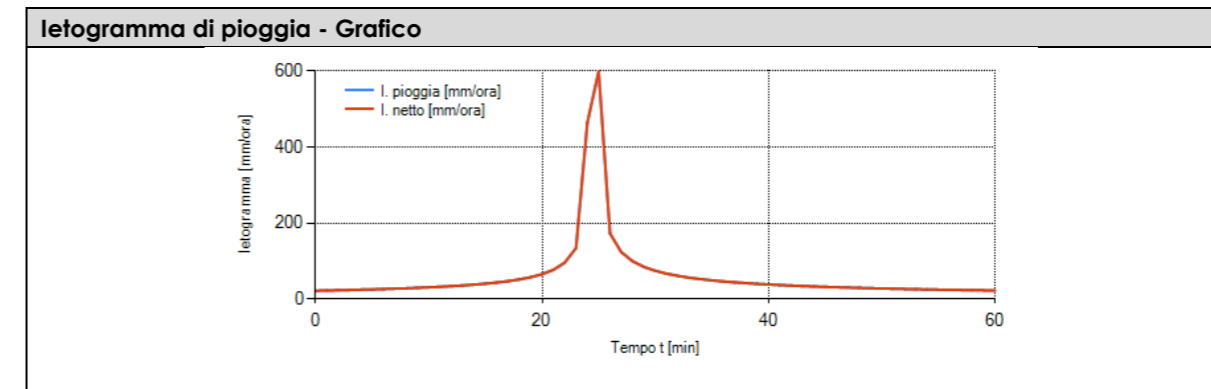
| Ietogramma di pioggia - superficie edifici |                           |     |
|--------------------------------------------|---------------------------|-----|
| Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )    | <b>1,00</b>               | ore |
| Coefficiente di posizione (r)              | <b>0,40</b>               | -   |
| Metodo di depurazione delle piogge         | <b>Metodo percentuale</b> |     |



| Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari |                             |                              |
|---------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tempo [min]                                 | Intensità di pioggia [mm/h] | Int. di pioggia netta [mm/h] |
| 0                                           | 22,45                       | 22,45                        |
| 1                                           | 23,05                       | 23,05                        |
| 2                                           | 23,70                       | 23,70                        |
| 3                                           | 24,39                       | 24,39                        |
| 4                                           | 25,14                       | 25,14                        |
| 5                                           | 25,94                       | 25,94                        |
| 6                                           | 26,82                       | 26,82                        |
| 7                                           | 27,78                       | 27,78                        |
| 8                                           | 28,84                       | 28,84                        |
| 9                                           | 30,00                       | 30,00                        |
| 10                                          | 31,30                       | 31,30                        |
| 11                                          | 32,75                       | 32,75                        |
| 12                                          | 34,38                       | 34,38                        |
| 13                                          | 36,25                       | 36,25                        |
| 14                                          | 38,40                       | 38,40                        |
| 15                                          | 40,91                       | 40,91                        |
| 16                                          | 43,90                       | 43,90                        |
| 17                                          | 47,53                       | 47,53                        |
| 18                                          | 52,05                       | 52,05                        |
| 19                                          | 57,88                       | 57,88                        |
| 20                                          | 65,76                       | 65,76                        |
| 21                                          | 77,21                       | 77,21                        |
| 22                                          | 95,86                       | 95,86                        |
| 23                                          | 134,18                      | 134,18                       |
| 24                                          | 463,09                      | 463,09                       |
| 25                                          | 598,57                      | 598,57                       |

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 26 | 173,44 | 173,44 |
| 27 | 123,90 | 123,90 |
| 28 | 99,79  | 99,79  |
| 29 | 85,00  | 85,00  |
| 30 | 74,81  | 74,81  |
| 31 | 67,27  | 67,27  |
| 32 | 61,43  | 61,43  |
| 33 | 56,75  | 56,75  |
| 34 | 52,88  | 52,88  |
| 35 | 49,63  | 49,63  |
| 36 | 46,85  | 46,85  |
| 37 | 44,44  | 44,44  |
| 38 | 42,33  | 42,33  |
| 39 | 40,45  | 40,45  |
| 40 | 38,78  | 38,78  |
| 41 | 37,28  | 37,28  |
| 42 | 35,91  | 35,91  |
| 43 | 34,67  | 34,67  |
| 44 | 33,53  | 33,53  |
| 45 | 32,49  | 32,49  |
| 46 | 31,52  | 31,52  |
| 47 | 30,63  | 30,63  |
| 48 | 29,80  | 29,80  |
| 49 | 29,02  | 29,02  |
| 50 | 28,30  | 28,30  |
| 51 | 27,62  | 27,62  |
| 52 | 26,98  | 26,98  |
| 53 | 26,37  | 26,37  |
| 54 | 25,80  | 25,80  |
| 55 | 25,26  | 25,26  |
| 56 | 24,75  | 24,75  |
| 57 | 24,27  | 24,27  |
| 58 | 23,81  | 23,81  |
| 59 | 23,37  | 23,37  |
| 60 | 22,95  | 22,95  |

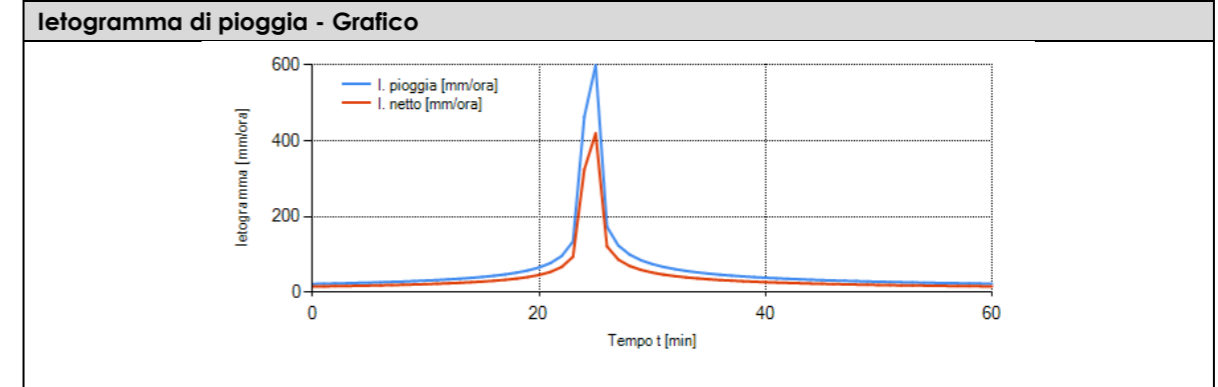
| Ietogramma di pioggia - superfici strade e parcheggi |                           |     |
|------------------------------------------------------|---------------------------|-----|
| Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )              | <b>1,00</b>               | ore |
| Coefficiente di posizione (r)                        | <b>0,40</b>               | -   |
| Metodo di depurazione delle piogge                   | <b>Metodo percentuale</b> |     |



| Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari |                             |                              |
|---------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tempo [min]                                 | Intensità di pioggia [mm/h] | Int. di pioggia netta [mm/h] |
| 0                                           | 22,45                       | 22,45                        |
| 4                                           | 25,14                       | 25,14                        |
| 5                                           | 25,94                       | 25,94                        |
| 6                                           | 26,82                       | 26,82                        |
| 7                                           | 27,78                       | 27,78                        |
| 8                                           | 28,84                       | 28,84                        |
| 9                                           | 30,00                       | 30,00                        |
| 10                                          | 31,30                       | 31,30                        |
| 11                                          | 32,75                       | 32,75                        |
| 12                                          | 34,38                       | 34,38                        |
| 13                                          | 36,25                       | 36,25                        |
| 14                                          | 38,40                       | 38,40                        |
| 15                                          | 40,91                       | 40,91                        |
| 16                                          | 43,90                       | 43,90                        |
| 17                                          | 47,53                       | 47,53                        |
| 18                                          | 52,05                       | 52,05                        |
| 19                                          | 57,88                       | 57,88                        |
| 20                                          | 65,76                       | 65,76                        |
| 21                                          | 77,21                       | 77,21                        |
| 22                                          | 95,86                       | 95,86                        |
| 23                                          | 134,18                      | 134,18                       |
| 24                                          | 463,09                      | 463,09                       |
| 25                                          | 598,57                      | 598,57                       |
| 26                                          | 173,44                      | 173,44                       |
| 27                                          | 123,90                      | 123,90                       |
| 28                                          | 99,79                       | 99,79                        |
| 29                                          | 85,00                       | 85,00                        |
| 30                                          | 74,81                       | 74,81                        |
| 31                                          | 67,27                       | 67,27                        |
| 32                                          | 61,43                       | 61,43                        |
| 33                                          | 56,75                       | 56,75                        |
| 34                                          | 52,88                       | 52,88                        |
| 35                                          | 49,63                       | 49,63                        |
| 36                                          | 46,85                       | 46,85                        |
| 37                                          | 44,44                       | 44,44                        |
| 38                                          | 42,33                       | 42,33                        |
| 39                                          | 40,45                       | 40,45                        |
| 40                                          | 38,78                       | 38,78                        |
| 41                                          | 37,28                       | 37,28                        |
| 42                                          | 35,91                       | 35,91                        |
| 43                                          | 34,67                       | 34,67                        |
| 44                                          | 33,53                       | 33,53                        |
| 45                                          | 32,49                       | 32,49                        |
| 46                                          | 31,52                       | 31,52                        |
| 47                                          | 30,63                       | 30,63                        |
| 48                                          | 29,80                       | 29,80                        |
| 49                                          | 29,02                       | 29,02                        |
| 50                                          | 28,30                       | 28,30                        |
| 51                                          | 27,62                       | 27,62                        |
| 52                                          | 26,98                       | 26,98                        |
| 53                                          | 26,37                       | 26,37                        |
| 54                                          | 25,80                       | 25,80                        |
| 55                                          | 25,26                       | 25,26                        |

|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 56 | 24,75 | 24,75 |
| 57 | 24,27 | 24,27 |
| 58 | 23,81 | 23,81 |
| 59 | 23,37 | 23,37 |
| 60 | 22,95 | 22,95 |

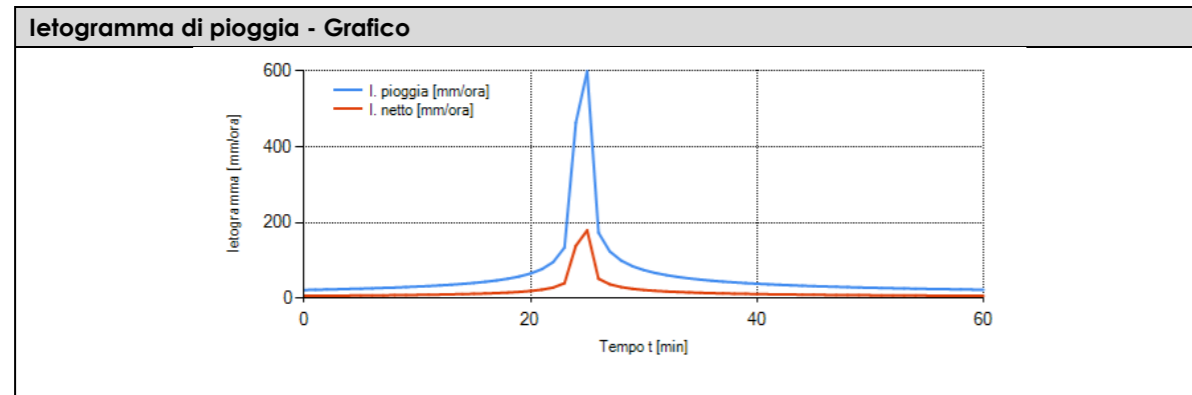
| Ietogramma di pioggia - superficie pavimentazioni semipermeabili |                    |     |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|
| Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )                          | 1,00               | ore |
| Coefficiente di posizione (r)                                    | 0,40               | -   |
| Metodo di depurazione delle piogge                               | Metodo percentuale |     |



| Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari |                             |                              |
|---------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tempo [min]                                 | Intensità di pioggia [mm/h] | Int. di pioggia netta [mm/h] |
| 0                                           | 22,45                       | 15,72                        |
| 4                                           | 25,14                       | 17,59                        |
| 5                                           | 25,94                       | 18,16                        |
| 6                                           | 26,82                       | 18,78                        |
| 7                                           | 27,78                       | 19,45                        |
| 8                                           | 28,84                       | 20,19                        |
| 9                                           | 30,00                       | 21,00                        |
| 10                                          | 31,30                       | 21,91                        |
| 11                                          | 32,75                       | 22,92                        |
| 12                                          | 34,38                       | 24,07                        |
| 13                                          | 36,25                       | 25,37                        |
| 14                                          | 38,40                       | 26,88                        |
| 15                                          | 40,91                       | 28,64                        |
| 16                                          | 43,90                       | 30,73                        |
| 17                                          | 47,53                       | 33,27                        |
| 18                                          | 52,05                       | 36,43                        |
| 19                                          | 57,88                       | 40,51                        |
| 20                                          | 65,76                       | 46,03                        |
| 21                                          | 77,21                       | 54,04                        |
| 22                                          | 95,86                       | 67,10                        |
| 23                                          | 134,18                      | 93,93                        |
| 24                                          | 463,09                      | 324,16                       |
| 25                                          | 598,57                      | 419,00                       |
| 26                                          | 173,44                      | 121,41                       |
| 27                                          | 123,90                      | 86,73                        |
| 28                                          | 99,79                       | 69,85                        |
| 29                                          | 85,00                       | 59,50                        |

|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 30 | 74,81 | 52,37 |
| 31 | 67,27 | 47,09 |
| 32 | 61,43 | 43,00 |
| 33 | 56,75 | 39,72 |
| 34 | 52,88 | 37,02 |
| 35 | 49,63 | 34,74 |
| 36 | 46,85 | 32,80 |
| 37 | 44,44 | 31,11 |
| 38 | 42,33 | 29,63 |
| 39 | 40,45 | 28,32 |
| 40 | 38,78 | 27,15 |
| 41 | 37,28 | 26,09 |
| 42 | 35,91 | 25,14 |
| 43 | 34,67 | 24,27 |
| 44 | 33,53 | 23,47 |
| 45 | 32,49 | 22,74 |
| 46 | 31,52 | 22,07 |
| 47 | 30,63 | 21,44 |
| 48 | 29,80 | 20,86 |
| 49 | 29,02 | 20,32 |
| 50 | 28,30 | 19,81 |
| 51 | 27,62 | 19,33 |
| 52 | 26,98 | 18,88 |
| 53 | 26,37 | 18,46 |
| 54 | 25,80 | 18,06 |
| 55 | 25,26 | 17,68 |
| 56 | 24,75 | 17,33 |
| 57 | 24,27 | 16,99 |
| 58 | 23,81 | 16,67 |
| 59 | 23,37 | 16,36 |
| 60 | 22,95 | 16,06 |

| Ietogramma di pioggia - superficie giardini e aiuole |                           |     |
|------------------------------------------------------|---------------------------|-----|
| Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )              | <b>1,00</b>               | ore |
| Coefficiente di posizione (r)                        | <b>0,40</b>               | -   |
| Metodo di depurazione delle piogge                   | <b>Metodo percentuale</b> |     |



| Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari |                             |                              |
|---------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tempo [min]                                 | Intensità di pioggia [mm/h] | Int. di pioggia netta [mm/h] |
| 0                                           | 22,45                       | 6,74                         |

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 1  | 23,05  | 6,92   |
| 2  | 23,70  | 7,11   |
| 3  | 24,39  | 7,32   |
| 4  | 25,14  | 7,54   |
| 5  | 25,94  | 7,78   |
| 6  | 26,82  | 8,05   |
| 7  | 27,78  | 8,34   |
| 8  | 28,84  | 8,65   |
| 9  | 30,00  | 9,00   |
| 10 | 31,30  | 9,39   |
| 11 | 32,75  | 9,82   |
| 12 | 34,38  | 10,31  |
| 13 | 36,25  | 10,87  |
| 14 | 38,40  | 11,52  |
| 15 | 40,91  | 12,27  |
| 16 | 43,90  | 13,17  |
| 17 | 47,53  | 14,26  |
| 18 | 52,05  | 15,61  |
| 19 | 57,88  | 17,36  |
| 20 | 65,76  | 19,73  |
| 21 | 77,21  | 23,16  |
| 22 | 95,86  | 28,76  |
| 23 | 134,18 | 40,26  |
| 24 | 463,09 | 138,93 |
| 25 | 598,57 | 179,57 |
| 26 | 173,44 | 52,03  |
| 27 | 123,90 | 37,17  |
| 28 | 99,79  | 29,94  |
| 29 | 85,00  | 25,50  |
| 30 | 74,81  | 22,44  |
| 31 | 67,27  | 20,18  |
| 32 | 61,43  | 18,43  |
| 33 | 56,75  | 17,02  |
| 34 | 52,88  | 15,86  |
| 35 | 49,63  | 14,89  |
| 36 | 46,85  | 14,06  |
| 37 | 44,44  | 13,33  |
| 38 | 42,33  | 12,70  |
| 39 | 40,45  | 12,14  |
| 40 | 38,78  | 11,63  |
| 41 | 37,28  | 11,18  |
| 42 | 35,91  | 10,77  |
| 43 | 34,67  | 10,40  |
| 44 | 33,53  | 10,06  |
| 45 | 32,49  | 9,75   |
| 46 | 31,52  | 9,46   |
| 47 | 30,63  | 9,19   |
| 48 | 29,80  | 8,94   |
| 49 | 29,02  | 8,71   |
| 50 | 28,30  | 8,49   |
| 51 | 27,62  | 8,28   |
| 52 | 26,98  | 8,09   |
| 53 | 26,37  | 7,91   |
| 54 | 25,80  | 7,74   |
| 55 | 25,26  | 7,58   |
| 56 | 24,75  | 7,43   |
| 57 | 24,27  | 7,28   |

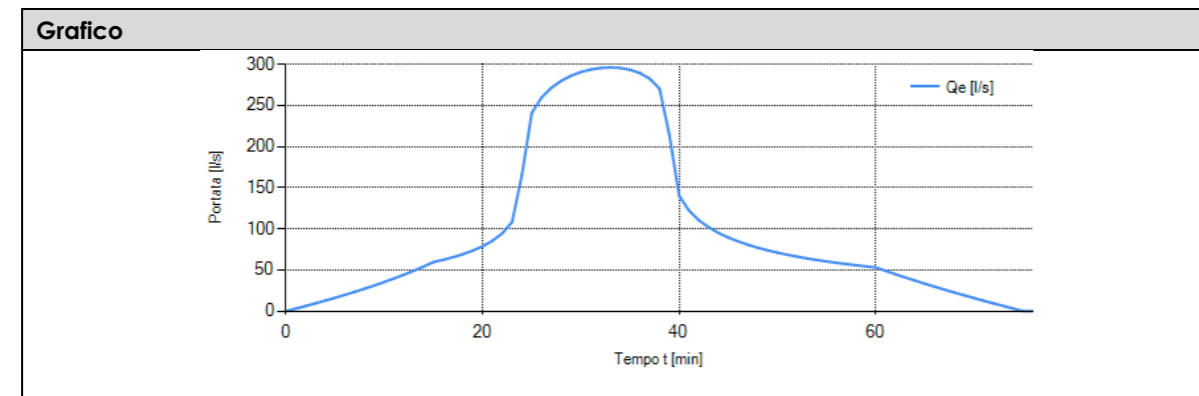


|    |       |      |
|----|-------|------|
| 58 | 23,81 | 7,14 |
| 59 | 23,37 | 7,01 |
| 60 | 22,95 | 6,88 |

### 6.5 IDROGRAMMI DI PIENA

A questo punto si determinano gli idrogrammi di piena recapitati nell'invaso dalle varie superfici in progetto.

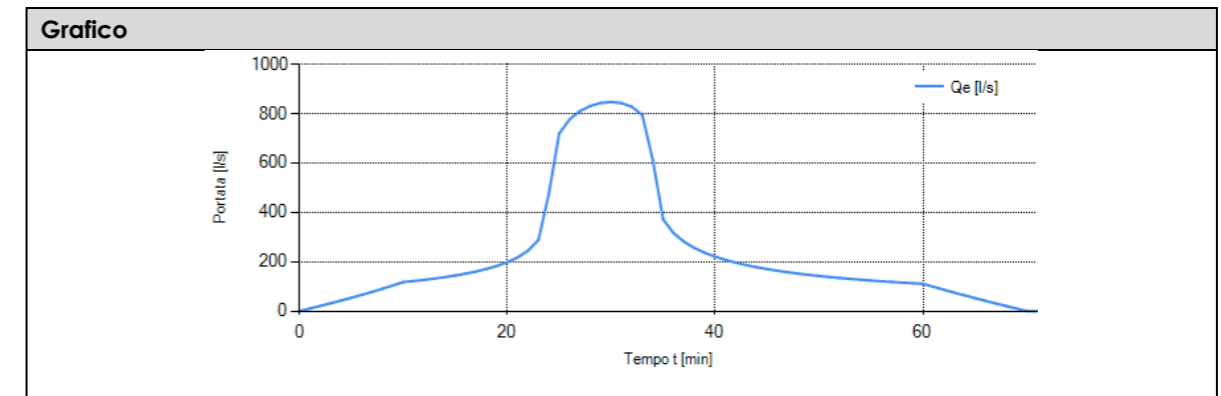
| Superficie edifici       |                   |                |
|--------------------------|-------------------|----------------|
| Tipo area                | Area impermeabile |                |
| Superficie               | 7150,0            | m <sup>2</sup> |
| Coefficiente di afflusso | $\phi$            | 1,00 -         |
| Tempo corrivazione       | $t_c$             | 15 min         |



| Risultati tabellari |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tempo [min]         | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 0,00   | 3,05   | 6,19   | 9,43   | 12,76  | 16,20  | 19,75  | 23,43  | 27,25  | 31,23  |
| Tempo [min]         | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 35,38  | 39,72  | 44,27  | 49,07  | 54,16  | 59,58  | 62,35  | 65,51  | 69,17  | 73,51  |
| Tempo [min]         | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 78,79  | 85,46  | 94,48  | 108,44 | 165,83 | 241,00 | 259,65 | 271,51 | 279,93 | 286,11 |
| Tempo [min]         | 30     | 31     | 32     | 33     | 34     | 35     | 36     | 37     | 38     | 39     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 290,60 | 293,69 | 295,54 | 296,16 | 295,50 | 293,36 | 289,34 | 282,52 | 270,35 | 214,35 |
| Tempo [min]         | 40     | 41     | 42     | 43     | 44     | 45     | 46     | 47     | 48     | 49     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 140,17 | 122,12 | 110,46 | 101,83 | 95,01  | 89,41  | 84,67  | 80,59  | 77,02  | 73,85  |
| Tempo [min]         | 50     | 51     | 52     | 53     | 54     | 55     | 56     | 57     | 58     | 59     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 71,03  | 68,48  | 66,17  | 64,05  | 62,11  | 60,32  | 58,66  | 57,11  | 55,68  | 54,33  |
| Tempo [min]         | 60     | 61     | 62     | 63     | 64     | 65     | 66     | 67     | 68     | 69     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 53,06  | 48,89  | 44,83  | 40,88  | 37,03  | 33,28  | 29,62  | 26,05  | 22,56  | 19,14  |
| Tempo [min]         | 70     | 71     | 72     | 73     | 74     | 75     | 76     |        |        |        |

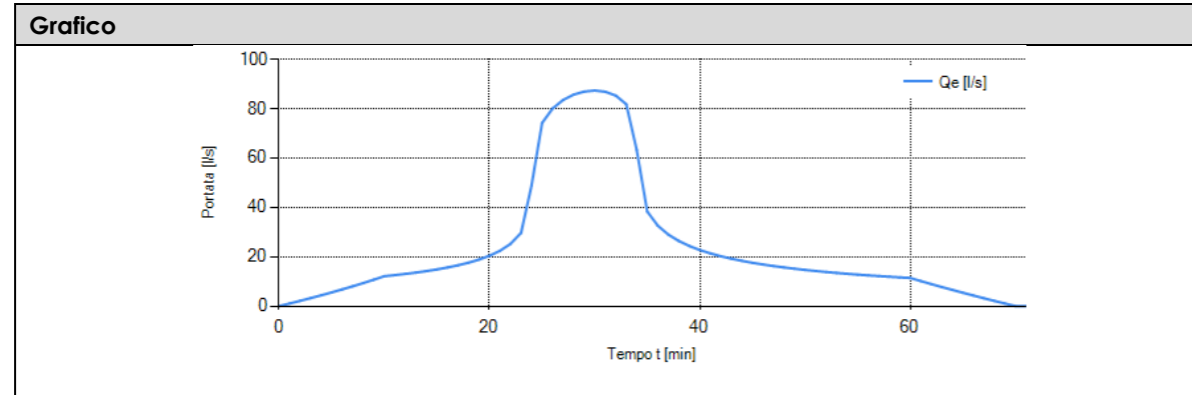
|                     |       |       |      |      |      |      |      |  |  |  |
|---------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|--|--|--|
| Portata $Q_e$ [l/s] | 15,79 | 12,51 | 9,29 | 6,14 | 3,04 | 0,00 | 0,00 |  |  |  |
|---------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|--|--|--|

| Superfici strade e parcheggi |                   |                |
|------------------------------|-------------------|----------------|
| Tipo area                    | Area impermeabile |                |
| Superficie                   | 15825,0           | m <sup>2</sup> |
| Coefficiente di afflusso     | $\phi$            | 1,00 -         |
| Tempo corrivazione           | $t_c$             | 10 min         |



| Risultati tabellari |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tempo [min]         | 0      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 0,00   | 42,36  | 53,77  | 65,57  | 77,79  | 90,48  | 103,68 | 117,45 | 121,71 | 126,41 |
| Tempo [min]         | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 131,63 | 137,46 | 144,05 | 151,56 | 160,25 | 170,46 | 182,73 | 197,89 | 217,45 | 244,49 |
| Tempo [min]         | 23     | 24     | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     | 30     | 31     | 32     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 287,58 | 474,41 | 719,75 | 776,74 | 810,33 | 831,34 | 843,27 | 847,25 | 842,88 | 827,73 |
| Tempo [min]         | 33     | 34     | 35     | 36     | 37     | 38     | 39     | 40     | 41     | 42     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 793,66 | 613,20 | 371,70 | 316,01 | 281,05 | 255,77 | 236,17 | 220,32 | 207,13 | 195,90 |
| Tempo [min]         | 43     | 44     | 45     | 46     | 47     | 48     | 49     | 50     | 51     | 52     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 186,19 | 177,68 | 170,14 | 163,39 | 157,32 | 151,80 | 146,78 | 142,16 | 137,92 | 133,99 |
| Tempo [min]         | 53     | 54     | 55     | 56     | 57     | 58     | 59     | 60     | 61     | 62     |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 130,34 | 126,93 | 123,75 | 120,78 | 117,98 | 115,34 | 112,86 | 110,50 | 98,35  | 86,48  |
| Tempo [min]         | 63     | 64     | 65     | 70     |        |        |        |        |        |        |
| Portata $Q_e$ [l/s] | 74,88  | 63,53  | 52,42  | 0,00   |        |        |        |        |        |        |

| Superficie pavimentazioni semipermeabili |                        |                |
|------------------------------------------|------------------------|----------------|
| Tipo area                                | Area semi-impermeabile |                |
| Superficie                               | 2330,0                 | m <sup>2</sup> |
| Coefficiente di afflusso                 | $\phi$                 | 0,70 -         |
| Tempo corrivazione                       | $t_c$                  | 10 min         |

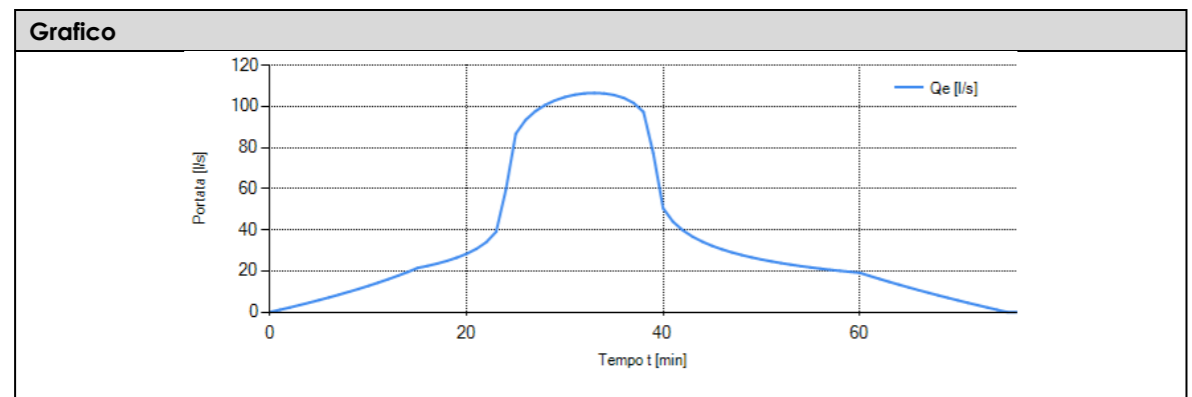


**Risultati tabellari**

| Tempo [min]                  | 0     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 0,00  | 4,37  | 5,54  | 6,76  | 8,02  | 9,33  | 10,69 | 12,10 | 12,54 | 13,03 |
| Tempo [min]                  | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 13,57 | 14,17 | 14,85 | 15,62 | 16,52 | 17,57 | 18,83 | 20,39 | 22,41 | 25,20 |
| Tempo [min]                  | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 29,64 | 48,89 | 74,18 | 80,05 | 83,52 | 85,68 | 86,91 | 87,32 | 86,87 | 85,31 |
| Tempo [min]                  | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    | 41    | 42    |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 81,80 | 63,20 | 38,31 | 32,57 | 28,97 | 26,36 | 24,34 | 22,71 | 21,35 | 20,19 |
| Tempo [min]                  | 43    | 44    | 45    | 46    | 47    | 48    | 49    | 50    | 51    | 52    |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 19,19 | 18,31 | 17,54 | 16,84 | 16,21 | 15,65 | 15,13 | 14,65 | 14,21 | 13,81 |
| Tempo [min]                  | 53    | 54    | 55    | 56    | 57    | 58    | 59    | 60    | 61    | 62    |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 13,43 | 13,08 | 12,75 | 12,45 | 12,16 | 11,89 | 11,63 | 11,39 | 10,14 | 8,91  |
| Tempo [min]                  | 63    | 64    | 65    | 70    |       |       |       |       |       |       |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 7,72  | 6,55  | 5,40  | 0,00  |       |       |       |       |       |       |

**Superficie giardini e aiuole**

| Tipo area                | Area permeabile |                |
|--------------------------|-----------------|----------------|
| Superficie               | 8575,0          | m <sup>2</sup> |
| Coefficiente di afflusso | φ               | 0,30 -         |
| Tempo corrivazione       | t <sub>c</sub>  | 15 min         |



**Risultati tabellari**

| Tempo [min]                  | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 0,00   | 1,10   | 2,23   | 3,39   | 4,59   | 5,83   | 7,11   | 8,43   | 9,81   | 11,24  |
| Tempo [min]                  | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 12,73  | 14,29  | 15,93  | 17,66  | 19,49  | 21,44  | 22,43  | 23,57  | 24,88  | 26,44  |
| Tempo [min]                  | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 28,34  | 30,75  | 33,99  | 39,01  | 59,66  | 86,71  | 93,42  | 97,69  | 100,72 | 102,94 |
| Tempo [min]                  | 30     | 31     | 32     | 33     | 34     | 35     | 36     | 37     | 38     | 39     |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 104,55 | 105,67 | 106,33 | 106,55 | 106,32 | 105,55 | 104,10 | 101,65 | 97,27  | 77,12  |
| Tempo [min]                  | 40     | 41     | 42     | 43     | 44     | 45     | 46     | 47     | 48     | 49     |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 50,43  | 43,94  | 39,74  | 36,64  | 34,18  | 32,17  | 30,46  | 28,99  | 27,71  | 26,57  |
| Tempo [min]                  | 50     | 51     | 52     | 53     | 54     | 55     | 56     | 57     | 58     | 59     |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 25,56  | 24,64  | 23,81  | 23,04  | 22,34  | 21,70  | 21,11  | 20,55  | 20,03  | 19,55  |
| Tempo [min]                  | 60     | 61     | 62     | 63     | 64     | 65     | 66     | 67     | 68     | 69     |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 19,09  | 17,59  | 16,13  | 14,71  | 13,32  | 11,97  | 10,66  | 9,37   | 8,11   | 6,88   |
| Tempo [min]                  | 70     | 71     | 72     | 73     | 74     | 75     | 76     |        |        |        |
| Portata Q <sub>e</sub> [l/s] | 5,68   | 4,50   | 3,34   | 2,21   | 1,09   | 0,00   | 0,00   |        |        |        |

Si determina quindi il volume invasato descritto dall'equazioni di continuità seguente.

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

Q<sub>e</sub> [m<sup>3</sup>/s]: portata in ingresso all'invaso

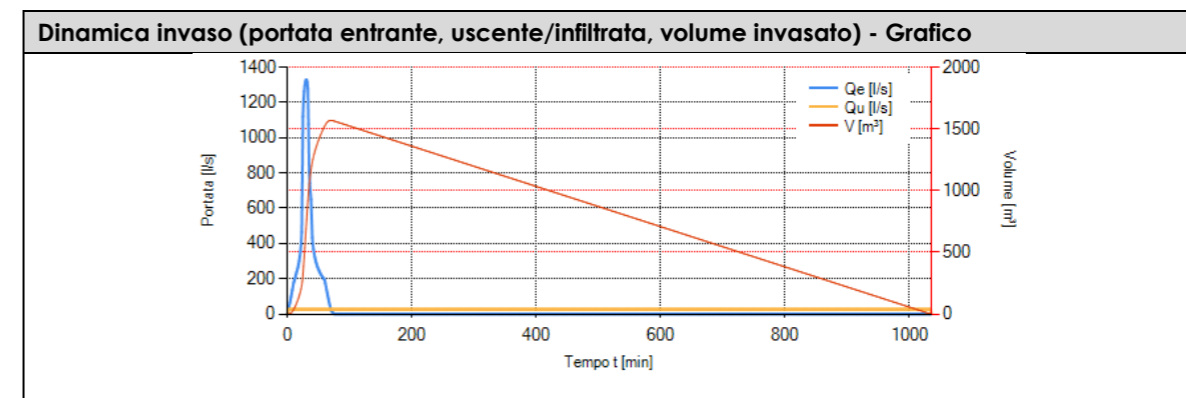
Q<sub>u</sub> [m<sup>3</sup>/s]: portata in uscita dall'invaso, scaricata o infiltrata

W [m<sup>3</sup>]: volume invasato

t [s]: tempo

#### 6.6 RISULTATI DI CALCOLO

I risultati del calcolo dinamico dell'invaso sono i seguenti:



| Risultati tabellari |                              |                                          |                                           |                         |
|---------------------|------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
| Tempo [min]         | Portata entrante $Q_e$ [l/s] | Portata scaricata/infiltrata $Q_u$ [l/s] | Vol. utile invasato $W$ [m <sup>3</sup> ] | Battente idrico $H$ [m] |
| 0                   | 0,00                         | 0,00                                     | 0,00                                      | 0,00                    |
| 1                   | 15,34                        | 15,34                                    | 0,00                                      | 0,00                    |
| 2                   | 31,11                        | 27,18                                    | 0,12                                      | 0,00                    |
| 3                   | 47,34                        | 27,18                                    | 0,84                                      | 0,00                    |
| 4                   | 64,07                        | 27,18                                    | 2,55                                      | 0,00                    |
| 5                   | 81,33                        | 27,18                                    | 5,28                                      | 0,00                    |
| 6                   | 99,18                        | 27,18                                    | 9,07                                      | 0,01                    |
| 7                   | 117,67                       | 27,18                                    | 13,94                                     | 0,01                    |
| 8                   | 136,86                       | 27,18                                    | 19,95                                     | 0,01                    |
| 9                   | 156,83                       | 27,18                                    | 27,13                                     | 0,02                    |
| 10                  | 177,66                       | 27,18                                    | 35,53                                     | 0,02                    |
| 11                  | 188,26                       | 27,18                                    | 44,88                                     | 0,03                    |
| 12                  | 199,64                       | 27,18                                    | 54,89                                     | 0,04                    |
| 13                  | 211,93                       | 27,18                                    | 65,60                                     | 0,04                    |
| 14                  | 225,28                       | 27,18                                    | 77,09                                     | 0,05                    |
| 15                  | 239,92                       | 27,18                                    | 89,41                                     | 0,06                    |
| 16                  | 251,96                       | 27,18                                    | 102,54                                    | 0,07                    |
| 17                  | 265,84                       | 27,18                                    | 116,44                                    | 0,08                    |
| 18                  | 282,08                       | 27,18                                    | 131,25                                    | 0,09                    |
| 19                  | 301,51                       | 27,18                                    | 147,13                                    | 0,10                    |
| 20                  | 325,41                       | 27,18                                    | 164,30                                    | 0,11                    |
| 21                  | 356,06                       | 27,18                                    | 183,12                                    | 0,12                    |
| 22                  | 398,17                       | 27,18                                    | 204,11                                    | 0,14                    |
| 23                  | 464,67                       | 27,18                                    | 228,37                                    | 0,15                    |
| 24                  | 748,80                       | 27,18                                    | 263,14                                    | 0,18                    |
| 25                  | 1121,64                      | 27,18                                    | 317,62                                    | 0,21                    |
| 26                  | 1209,85                      | 27,18                                    | 385,94                                    | 0,26                    |
| 27                  | 1263,05                      | 27,18                                    | 458,49                                    | 0,31                    |
| 28                  | 1297,66                      | 27,18                                    | 533,68                                    | 0,36                    |
| 29                  | 1319,22                      | 27,18                                    | 610,56                                    | 0,41                    |
| 30                  | 1329,72                      | 27,18                                    | 688,40                                    | 0,46                    |
| 31                  | 1329,11                      | 27,18                                    | 766,53                                    | 0,51                    |
| 32                  | 1314,91                      | 27,18                                    | 844,22                                    | 0,56                    |
| 33                  | 1278,18                      | 27,18                                    | 920,38                                    | 0,61                    |
| 34                  | 1078,21                      | 27,18                                    | 989,44                                    | 0,66                    |
| 35                  | 808,92                       | 27,18                                    | 1044,43                                   | 0,70                    |
| 36                  | 742,02                       | 27,18                                    | 1089,32                                   | 0,73                    |
| 37                  | 694,19                       | 27,18                                    | 1130,78                                   | 0,75                    |
| 38                  | 649,76                       | 27,18                                    | 1169,47                                   | 0,78                    |
| 39                  | 551,98                       | 27,18                                    | 1203,89                                   | 0,80                    |
| 40                  | 433,63                       | 27,18                                    | 1231,83                                   | 0,82                    |
| 41                  | 394,54                       | 27,18                                    | 1255,04                                   | 0,84                    |
| 42                  | 366,30                       | 27,18                                    | 1276,24                                   | 0,85                    |
| 43                  | 343,85                       | 27,18                                    | 1295,91                                   | 0,86                    |
| 44                  | 325,19                       | 27,18                                    | 1314,35                                   | 0,88                    |
| 45                  | 309,24                       | 27,18                                    | 1331,75                                   | 0,89                    |
| 46                  | 295,36                       | 27,18                                    | 1348,26                                   | 0,90                    |
| 47                  | 283,11                       | 27,18                                    | 1363,98                                   | 0,91                    |
| 48                  | 272,18                       | 27,18                                    | 1379,01                                   | 0,92                    |
| 49                  | 262,33                       | 27,18                                    | 1393,42                                   | 0,93                    |
| 50                  | 253,40                       | 27,18                                    | 1407,26                                   | 0,94                    |

|     |        |       |         |      |
|-----|--------|-------|---------|------|
| 51  | 245,25 | 27,18 | 1420,59 | 0,95 |
| 52  | 237,77 | 27,18 | 1433,45 | 0,96 |
| 53  | 230,86 | 27,18 | 1445,87 | 0,96 |
| 54  | 224,47 | 27,18 | 1457,90 | 0,97 |
| 55  | 218,53 | 27,18 | 1469,56 | 0,98 |
| 56  | 212,99 | 27,18 | 1480,88 | 0,99 |
| 57  | 207,80 | 27,18 | 1491,87 | 0,99 |
| 58  | 202,94 | 27,18 | 1502,56 | 1,00 |
| 59  | 198,36 | 27,18 | 1512,97 | 1,01 |
| 60  | 194,05 | 27,18 | 1523,11 | 1,02 |
| 61  | 174,96 | 27,18 | 1532,55 | 1,02 |
| 62  | 156,35 | 27,18 | 1540,86 | 1,03 |
| 63  | 138,19 | 27,18 | 1548,06 | 1,03 |
| 64  | 120,44 | 27,18 | 1554,19 | 1,04 |
| 65  | 103,08 | 27,18 | 1559,27 | 1,04 |
| 66  | 86,09  | 27,18 | 1563,31 | 1,04 |
| 67  | 69,45  | 27,18 | 1566,35 | 1,04 |
| 68  | 53,15  | 27,18 | 1568,39 | 1,05 |
| 69  | 37,16  | 27,18 | 1569,47 | 1,05 |
| 70  | 21,47  | 27,18 | 1569,60 | 1,05 |
| 71  | 17,01  | 27,18 | 1569,12 | 1,05 |
| 72  | 12,64  | 27,18 | 1568,38 | 1,05 |
| 73  | 8,35   | 27,18 | 1567,38 | 1,04 |
| 74  | 4,13   | 27,18 | 1566,13 | 1,04 |
| 75  | 0,00   | 27,18 | 1564,62 | 1,04 |
| 80  | 0,00   | 27,18 | 1556,47 | 1,04 |
| 85  | 0,00   | 27,18 | 1548,31 | 1,03 |
| 90  | 0,00   | 27,18 | 1540,16 | 1,03 |
| 95  | 0,00   | 27,18 | 1532,01 | 1,02 |
| 100 | 0,00   | 27,18 | 1523,85 | 1,02 |
| 105 | 0,00   | 27,18 | 1515,70 | 1,01 |
| 110 | 0,00   | 27,18 | 1507,54 | 1,01 |
| 115 | 0,00   | 27,18 | 1499,39 | 1,00 |
| 120 | 0,00   | 27,18 | 1491,24 | 0,99 |
| 125 | 0,00   | 27,18 | 1483,08 | 0,99 |
| 130 | 0,00   | 27,18 | 1474,93 | 0,98 |
| 135 | 0,00   | 27,18 | 1466,78 | 0,98 |
| 140 | 0,00   | 27,18 | 1458,62 | 0,97 |
| 145 | 0,00   | 27,18 | 1450,47 | 0,97 |
| 150 | 0,00   | 27,18 | 1442,32 | 0,96 |
| 155 | 0,00   | 27,18 | 1434,16 | 0,96 |
| 160 | 0,00   | 27,18 | 1426,01 | 0,95 |
| 165 | 0,00   | 27,18 | 1417,86 | 0,95 |
| 170 | 0,00   | 27,18 | 1409,70 | 0,94 |
| 175 | 0,00   | 27,18 | 1401,55 | 0,93 |
| 180 | 0,00   | 27,18 | 1393,39 | 0,93 |
| 185 | 0,00   | 27,18 | 1385,24 | 0,92 |
| 190 | 0,00   | 27,18 | 1377,09 | 0,92 |
| 195 | 0,00   | 27,18 | 1368,93 | 0,91 |
| 200 | 0,00   | 27,18 | 1360,78 | 0,91 |
| 205 | 0,00   | 27,18 | 1352,63 | 0,90 |
| 210 | 0,00   | 27,18 | 1344,47 | 0,90 |
| 240 | 0,00   | 27,18 | 1295,55 | 0,86 |
| 270 | 0,00   | 27,18 | 1246,63 | 0,83 |
| 300 | 0,00   | 27,18 | 1197,71 | 0,80 |
| 330 | 0,00   | 27,18 | 1148,79 | 0,77 |
| 360 | 0,00   | 27,18 | 1099,87 | 0,73 |

|      |      |       |         |      |
|------|------|-------|---------|------|
| 390  | 0,00 | 27,18 | 1050,95 | 0,70 |
| 420  | 0,00 | 27,18 | 1002,02 | 0,67 |
| 450  | 0,00 | 27,18 | 953,10  | 0,64 |
| 480  | 0,00 | 27,18 | 904,18  | 0,60 |
| 510  | 0,00 | 27,18 | 855,26  | 0,57 |
| 540  | 0,00 | 27,18 | 806,34  | 0,54 |
| 570  | 0,00 | 27,18 | 757,42  | 0,50 |
| 600  | 0,00 | 27,18 | 708,50  | 0,47 |
| 630  | 0,00 | 27,18 | 659,58  | 0,44 |
| 660  | 0,00 | 27,18 | 610,65  | 0,41 |
| 690  | 0,00 | 27,18 | 561,73  | 0,37 |
| 720  | 0,00 | 27,18 | 512,81  | 0,34 |
| 750  | 0,00 | 27,18 | 463,89  | 0,31 |
| 780  | 0,00 | 27,18 | 414,97  | 0,28 |
| 810  | 0,00 | 27,18 | 366,05  | 0,24 |
| 840  | 0,00 | 27,18 | 317,13  | 0,21 |
| 870  | 0,00 | 27,18 | 268,20  | 0,18 |
| 900  | 0,00 | 27,18 | 219,28  | 0,15 |
| 930  | 0,00 | 27,18 | 170,36  | 0,11 |
| 960  | 0,00 | 27,18 | 121,44  | 0,08 |
| 990  | 0,00 | 27,18 | 72,52   | 0,05 |
| 1020 | 0,00 | 27,18 | 23,60   | 0,02 |
| 1035 | 0,00 | 0,00  | 0,00    | 0,00 |

Il volume minimo da invasare sulla base del calcolo effettuato con la procedura dettagliata è pertanto pari a **1.569,60 m<sup>3</sup>**.

#### 7. VERIFICHE

Il volume sopra determinato corrisponde ad un volume specifico pari a mc 1.569,60 / (mq 27.178,50/10.000) = **577,52 m<sup>3</sup>/ha<sub>imp</sub>**.

Il volume così calcolato è tuttavia inferiore al volume derivante dal soddisfacimento del requisito minimo di cui all'art. 12 del Regolamento pari a 800 m<sup>3</sup>/ ha<sub>imp</sub> per aree ad alta criticità come quella in progetto; è quindi necessario adottare, per la quantificazione del volume minimo da invasare, il valore di:

$$800 \times 27.178,50 / 10.000 = \mathbf{2.174,28 \text{ m}^3}$$

Per la volanizzazione di tale volume si è ipotizzato di realizzare un vaso naturale con un'area verde ribassata di profondità 1,5 m e di superficie 1.500 m<sup>2</sup>, così come individuato nella planimetria di progetto, al fine di garantire un volume di accumulo pari a 2.250 m<sup>3</sup> superiore al minimo richiesto.

Relativamente allo smaltimento del volume immagazzinato, analizzate le risultanze della Relazione geologica predisposta dal Dott. Geol. Giovanni De Ambrogio, l'ipotesi di infiltrazione nel sottosuolo non risulta fattibile a causa sia della bassa soggiacenza di falda sia della presenza di un substrato a limitata permeabilità composto limi sabbioni e argille sabbiose.

Per queste ragioni le acque accumulate saranno interamente conferite nel vicino ricettore superficiale (la Roggia Baragiola) con una portata di scarico contenuta entro il limite imposto dal Regolamento che, per la zona in questione, è pari a  $u_{lim} = 20 \text{ l/s}$  per ettaro di superficie impermeabile.

La portata massima scaricabile in uscita è, conseguentemente pari a:

$$Q_{lim} = S * u_{lim} = 27.178,50/10.000*10 = \mathbf{27,18 \text{ l/s}}$$

alla quale corrisponde un tempo di svuotamento teorico dell'invaso di:

$$2.250.000/27,18 = 82.781 \text{ secondi ovvero } \mathbf{23 \text{ ore.}}$$

Tuttavia, al fine di limitare il sovraccarico sulla Roggia Baragiola, pur garantendo il limite di svuotamento imposto dal Regolamento (10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile), è possibile diminuire la portata in uscita fissando il tempo di svuotamento in 48 ore e rideterminando la portata in uscita secondo il calcolo:

$$Q_{med} = W / t_{lim} = 2.250.000/(48*3.600) = \mathbf{13 \text{ l/s}}$$

Questa riduzione della portata consentirà comunque lo svuotamento dell'invaso nelle 48 ore successive all'evento meteorologico diminuendo al contempo lo scarico medio nella Roggia Baragiola e conseguendo un miglior funzionamento idraulico sia della rete di scarico, sia del ricettore medesimo.

La portata in uscita sarà pertanto conferita nella Roggia Baragiola mediante scarico a portata costante con taratura a 13 l/s.

Relativamente alla verifica dei franchi di sicurezza di cui all'art. 11 comma 2 lett. a) del Regolamento, i risultati di questa verifica effettuata con tempi di ritorno TR=100 anni portano ad un volume da invasare di 1.748,81 m<sup>3</sup> comunque inferiore a quello progettato.

#### 8. DETTAGLIO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA

Il progetto di invarianza idraulica qui esposto si compone delle seguenti opere:

- la rete raccolta interna al comparto;
- un pozzo di immissione all'invaso superficiale;
- l'invaso superficiale;
- un pozzo di sollevamento per lo svuotamento dell'invaso e lo scarico nel recettore Roggia Baragiola.

Per quanto concerne la rete di raccolta interna al comparto essa è stata dimensionata sulla base delle massime portate da veicolare riferite all'evento con durata critica massimizzata. Per il calcolo delle reti di smaltimento e recapito nel bacino di accumulo si è fatto riferimento al fenomeno con durata critica breve e, sostanzialmente, inferiore ad 1 ora. Ne consegue che l'altezza di pioggia prevista con tempo di ritorno T50 nella prima ora di pioggia, al fine del dimensionamento della rete di drenaggio, è pari a 61,91 mm ovvero 0,06191 m. Conseguentemente, essendo la superficie

scolante impermeabile delle due aree che compongono l'intervento (comparto polifunzionale e comparto palestra) pari rispettivamente a 24.328,50 mq la prima e 2.850,00 mq la quantità d'acqua da collettare è per la prima pari 418 l/s, mentre per la seconda pari a 49 l/s. Le due condotte di raccolta saranno realizzate con tubazioni in cemento a gravità con pendenze non inferiori allo 0,50% aventi diametro nominale  $\varnothing$  600 mm la prima e diametro nominale  $\varnothing$  300 mm la seconda.

Il pozzo di immissione all'invaso naturale è costituito da tre camerette in successione realizzate con prefabbricati di cemento armato ciascuno con dimensioni interne di cm 400x400x250h con funzione, la prima di disoleazione, e le successive due, di laminazione.

L'invaso superficiale è costituito da un'area verde ribassata di profondità 1,5 m e di superficie 1.500 m<sup>2</sup> realizzato con semplice modellazione del terreno e con finitura superiore in terreno di coltivo dello spessore indicativo di cm 20-30, completamente inerbito.

Il pozzo di sollevamento è posto sul fondo dell'invaso naturale di cui sopra, è costituito da un manufatto prefabbricato in cemento armato di dimensioni interne cm 200x200x150h dotato di grigliato superiore al cui interno andrà alloggiato una pompa ad immersione con portata costante tarata a 13 l/s e tubazione in PEAD di mandata al recettore. Per monitorare la correttezza della portata verrà installato, in manufatto di ispezione dedicato, un misuratore di portata ad ultrasuoni.

#### 9. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA COLATORE BARAGIOLA

Per quanto concerne infine l'impatto delle opere di invarianza idraulica sul recettore Colatore Baragiola, alla luce della minore superficie scolante impermeabile del presente progetto e della diversa modalità di scarico (diretta nel primo progetto, con portata costante nel presente progetto) si assumono le verifiche effettuate dall'Ing. Antonino Bai in sede di Variante al Piano Integrato di Intervento, eseguendo gli interventi migliorativi sui tratti interni alla proprietà.

Il tecnico



### ALLEGATO E – ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITA' DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'  
(Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il sottoscritto LUIGI CATALANO  
nato a TERMOLI il 16/04/1969  
residente a PORTO VALTRAVAGLIA  
in via PER DOMO n. 14  
iscritta/o al  Ordine  Collegio di ARCHITETTI della provincia di VARESE  
Regione LOMBARDIA n. 1863  
incaricato da TIGROS SPA  
in qualità di  proprietario  utilizzatore  legale rappresentante di \_\_\_\_\_  
di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di  
**VARIANTE AL P.I.I. COMPARTO F - EX CAMICERIA LEVA**  
sito in Provincia di Varese Comune di Ispra  
in via/piazza ROMA-FERMI-S.GIOVANNI BOSCO n. \_\_\_\_\_  
Foglio n. \_\_\_\_\_ Mappale n. 5458-5827-700 Estensione del mappale (m<sup>2</sup>) 39.053

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);**

#### DICHIARA

- che il comune di Ispra in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
- A: ad alta criticità idraulica
  - B: a media criticità idraulica
  - C: a bassa criticità idraulica

oppure

- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o da fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo) **AMBITO DI TRASFORMAZIONE** pari a:
- 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - \_\_\_\_\_ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore \_\_\_\_\_
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione è \_\_\_\_\_

— pari a 0,00 l/s, che equivale ad una portata infiltrata pari a 0,00 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:

Classe "0"

Classe "1" Impermeabilizzazione potenziale bassa

Classe "2" Impermeabilizzazione potenziale media

Classe "3" Impermeabilizzazione potenziale alta

che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:

all'articolo 12, comma 1 del regolamento

all'articolo 12, comma 2 del regolamento

di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:

all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)

all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

#### ASSEVERA

che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;

che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;

che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;

che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;

che l'intervento ricade nell'ambito della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € ;

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

Il Dichiarante

Varese, 11/10/2021

(luogo e data)



**Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d.lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.**

**La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.**