Studio Associato di ingegneria e geologia

dott. ing. Locatelli – dott. geol. Buscaglia – dott. geol. Locchi – dott. geol. Scinetti

IMATEX SPA

Via Cadorna, 33 - 23854 NIBIONNO (Lc)

RELAZIONE TECNICA A SUPPORTO DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA PER NUOVO EDIFICIO NEL COMUNE DI BULCIAGO (Lc)

Lecco – GENNAIO 2019

C.so Martiri della Liberazione, 28 – 23900 LECCO – Tel/fax 0341.360078
E-mail: ingeo@studioingeo.it www.studioingeo.it

INDICE GENERALE

1. Premessa 2

2 Descrizione stato Naturale, stato di fatto e intervento in progetto 3

2.1 Calcolo coefficiente di deflusso 5

4. Precipitazioni intense 6

5. Regolamento Regionale n°7 del 23 novembre 2017 7

5.1 Sistemi di controllo e gestione delle acque meteoriche 8

6. Quantificazione Delle Acque Meteoriche 9

6.1 Metodo requisito minimo 9

6.1.1 Tempo di svuotamento 10

6.2 Metodo dettagliato (afflusso-deflussi) 10

6.2.1 Tempo di svuotamento 12

6.3 Volume invaso di progetto 13

7. Dimensionamento opere di stoccaggio e disperdenti 13

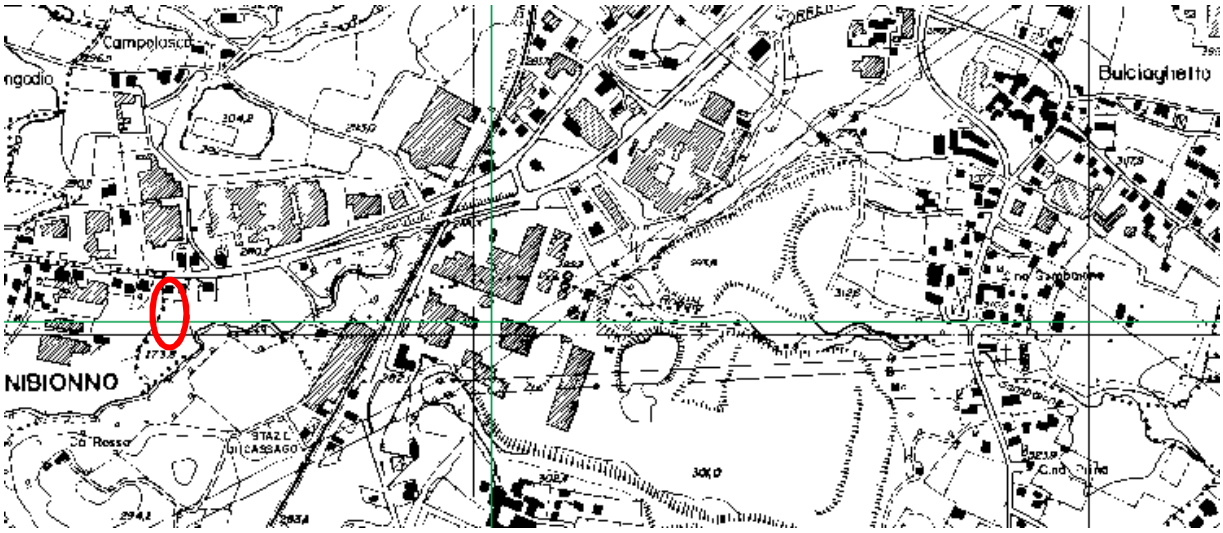
7.1 Scarico in fogna/corso d'acqua delle acque meteoriche 14

8. Conclusioni 15

1. PREMESSA

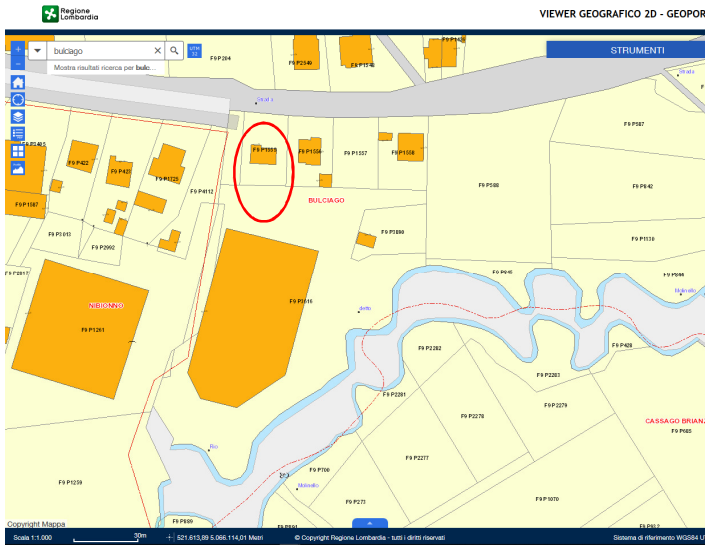
Su incarico di IMATEX SPA è stata redatta la seguente relazione per quantificare i volumi e le modalità di smaltimento delle acque meteoriche a seguito della realizzazione di una palazzina uffici e della sistemazione del terreno circostante a sud di via Briantea (ss342) nel comune di Bulciago (LC), al confine con Nibionno. Lo studio è redatto seguendo il nuovo Regolamento della Regione Lombardia n. 7 del 23 novembre 2017, come previsto dall'articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12 del 2005 per il governo del territorio recante i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

L'area in oggetto è compresa nell'estratto dalla tavola B5c1 della C. T. R. 1:10.000 riportata di seguito.



Estratto Carta CTR (scala 1: 10.000) da Geoportale Regione Lombardia – Non in scala

L'intervento in progetto ricade sui mappali n.1555 e n.3616 del foglio 5 del comune di Bulciago (LC).



Estratto da geoportale di Regione Lombardia (servizio catastale regionale)

2 DESCRIZIONE STATO NATURALE, STATO DI FATTO E INTERVENTO IN PROGETTO

Allo stato attuale, l'area è interessata da una abitazione (che verrà demolita) con giardino di pertinenza nella porzione nord e da un piazzale asfaltato nella porzione sud. Di seguito si riporta la foto aerea tratta da G*oogle*

Come si può evincere dall'ortofoto del 1984, l'uso del suolo precedente era a prato (seminativo):

Come richiesto dall'art. 3 comma 4 "*la riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione*". Pertanto per il presente studio si farà riferimento allo stato naturale indicato nell'ortofoto del 1984.

Il progetto, previa demolizione dell'abitazione presente sul mappale n.1555, prevede la realizzazione di un nuovo edificio con telaio in c.a. prefabbricato che sul lato sud sarà unito alla pensilina del capannone esistente sul n.3616. Nel settore nord del nuovo edificio, sul mappale 1555, è previsto un piano interrato fuori sagoma e la risistemazione dell'area a verde; la porzione sud dell'edificio coprirà il piazzale asfaltato esistente.

Copertura tetto nuovo edificio 510 mq
Copertura interrato 58 mq
Superficie impermeabile per vasca 25 mq
Superficie drenante nuovi parcheggi 95 mq
Superficie filtrante vialetto 29 mq
Superficie nuovo prato 145 mq
Superficie a verde esistente 190 mq

2.1 Calcolo coefficiente di deflusso

Durante un evento meteorico l'altezza di precipitazione che si verifica su un'area per una certa durata di pioggia dipende dall'intensità dell'evento meteorico; parte di questa però, si perde per effetto di una serie di fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione...) prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà rilevante solo la pioggia restante, definita pioggia netta o efficace. Una valutazione di massima può essere fatta attraverso il *coefficiente di deflusso* che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale.

Per definire la superficie equivalente impermeabile sono stati utilizzati i coefficienti di deflusso indicati dall'art. 11, comma d) del regolamento regionale del 23 novembre 2017 n.7:

- pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo;

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è calcolato in relazione alle proporzioni tra le superfici delle tre suddette categorie.

Così come indicato all'art. 3 comma 5 del Regolamento 23 novembre 2017 n.7 *"Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto"*.

Con riferimento alla figura precedente la tabella riporta la suddivisione delle sottoaree interessate e dei rispettivi coefficienti di deflusso:

Descrizione sottoarea	**Superficie (m^2)**	**Coefficiente di deflusso Φ**	**Sup. Impermeabile equivalente (m^2)**
tetto nuovo edificio	510	1	510
solaio interrato e area vasca	83	1	83
parcheggi con fondo drenante	95	0.7	66.5
vialetto filtrante	29	0.3	8.7
nuovo prato	145	0.3	43.5
TOTALE	**862**	**0.83**	**711.7**

4. PRECIPITAZIONI INTENSE

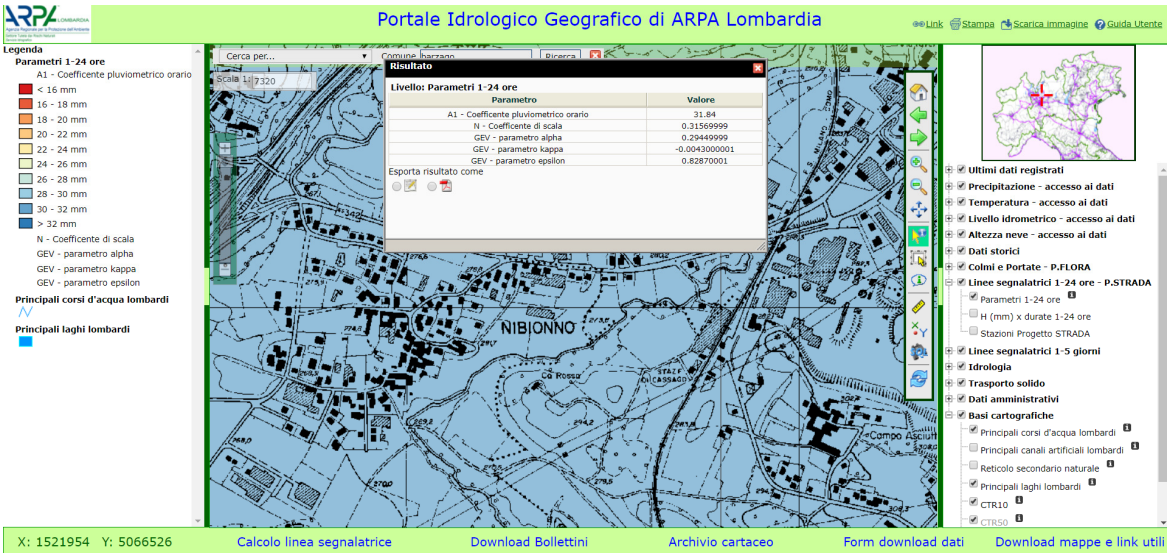
La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto può essere condotta attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno (periodo nel quale mediamente viene eguagliato o superato l'evento in esame). La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa nel seguente modo:

$$h = a * t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

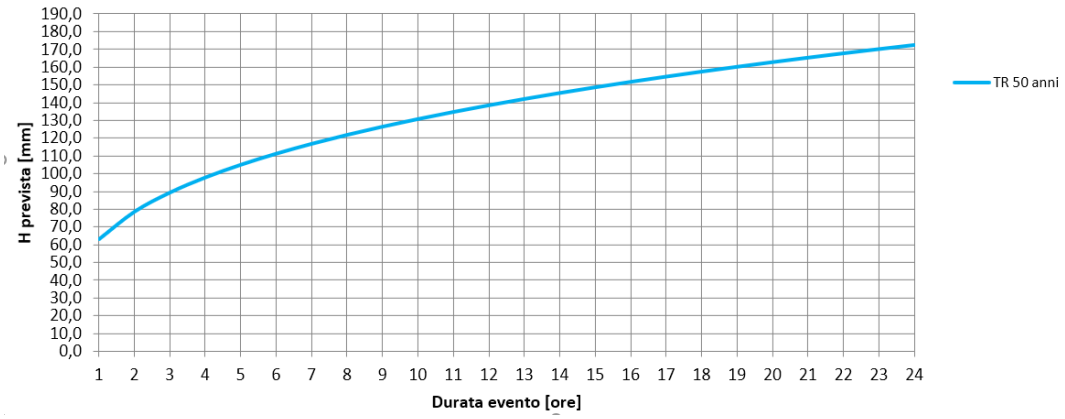
Nell'ambito del presente lavoro, si è ricorso alle elaborazioni dei coefficienti a e n proposte da ARPA LOMBARDIA.

In base a quanto indicato all'art. 11 del R.R. 23 novembre 2017 n.7. si adotterà la curva pluviometrica con tempo di ritorno **Tr di 50 anni** calcolata in base all'ubicazione geografica del mappale in oggetto



a	n
63,282	0,316

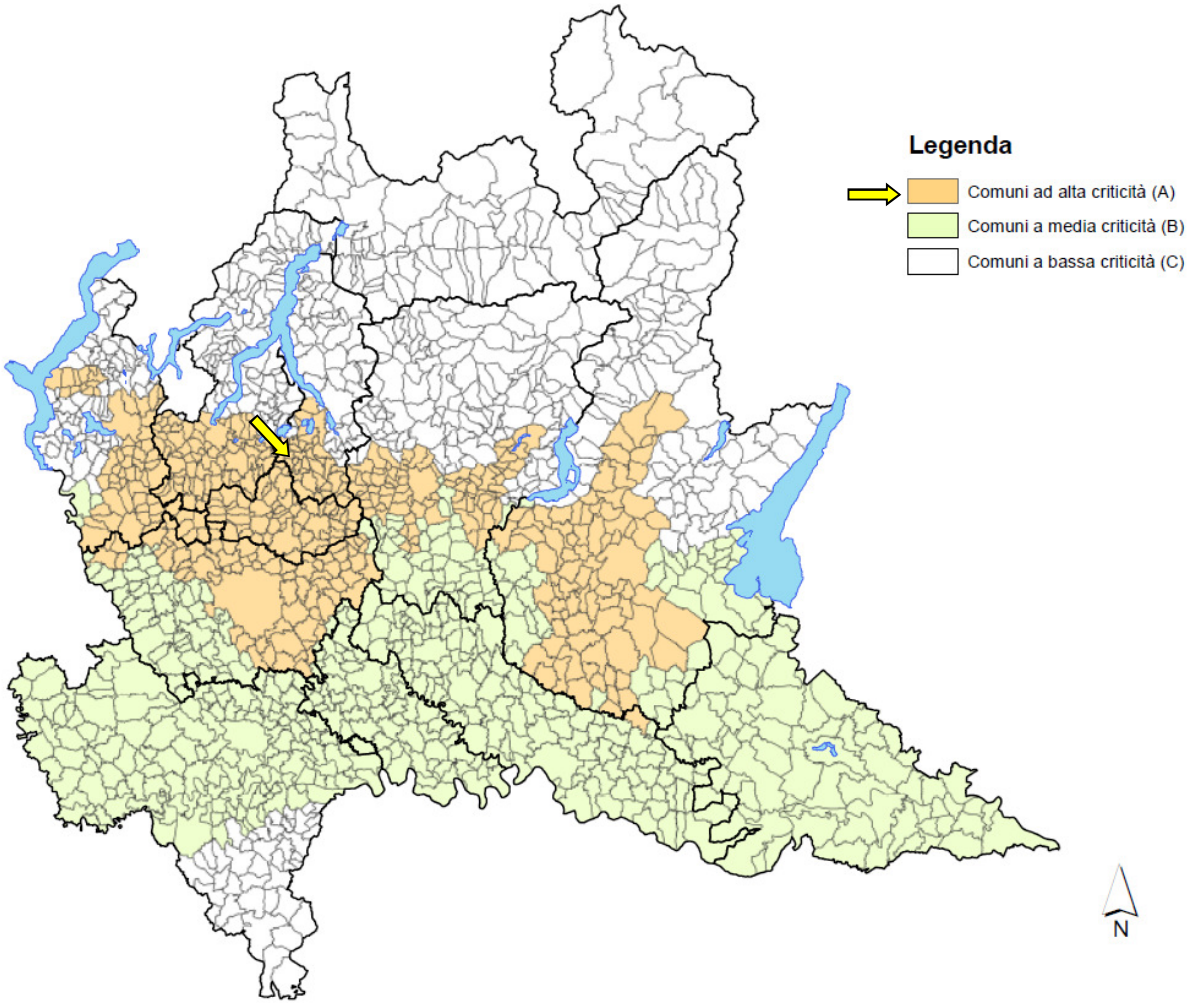
Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



5. REGOLAMENTO REGIONALE N°7 DEL 23 NOVEMBRE 2017

Il territorio della regione Lombardia è stato suddiviso in tipologie di aree in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori: la suddivisone di queste aree è riportata nell'Allegato C, "Elenco dei comuni ricadenti nelle aree ad alta media e bassa criticità ai sensi dell'art. 7 del regolamento".

Il comune di Bulciago rientra in classe ad alta criticità (A).



Per definire le modalità di calcolo dei volumi per l'invarianza idraulica e idrogeologica si applica quanto indicato all'art. 9 comma 3 del regolamento n°7 del 23 novembre 2017 sintetizzato nella tabella di seguito riportata.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="3">CLASSE DI INTERVENTO</th><th rowspan="3">SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO</th><th rowspan="3">COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE</th><th colspan="2">MODALITÀ DI CALCOLO</th></tr>
<tr><th colspan="2">AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)</th></tr>
<tr><th>Aree A, B</th><th>Aree C</th></tr>
<tr><td>0</td><td>Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi</td><td>≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)</td><td>qualsiasi</td><td colspan="2">Requisiti minimi articolo 12 comma 1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Impermeabilizzazione potenziale bassa</td><td>da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)</td><td>≤ 0,4</td><td colspan="2">Requisiti minimi articolo 12 comma 2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td rowspan="3">Impermeabilizzazione potenziale media</td><td>da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)</td><td>> 0,4</td><td rowspan="3">Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)</td><td rowspan="5">Requisiti minimi articolo 12 comma 2</td></tr>
<tr><td>da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)</td><td>qualsiasi</td></tr>
<tr><td>da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)</td><td>≤ 0,4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">Impermeabilizzazione potenziale alta</td><td>da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)</td><td>> 0,4</td><td rowspan="2">Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)</td></tr>
<tr><td>> 10 ha (> 100.000 mq)</td><td>qualsiasi</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
</table>

Partendo dai valori della superficie interessata dall'intervento (862 mq<1000 mq) e dal valore del coefficiente di deflusso ponderato (ϕ=0.83>0.4) si definisce l'intervento in "*Classe 2, impermeabilizzazione potenziale media"*. Dalla tabella si deduce poi che andranno rispettati i requisiti minimi di cui all'art 11 comma 2, lettera d) del regolamento n°7 del 23 novembre 2017, il quale prevede l'applicazione del metodo di calcolo "delle sole piogge".

Per il presente studio, così come indicato dall'art.9 comma 3 del regolamento n°7 del 23 novembre 2017, che sancisce *"la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo dettagliata*", in luogo del metodo delle sole piogge verrà condotto il calcolo con il metodo dettagliato (afflussi-deflussi).

Così come indicato all'art. 11 comma 2, lettera e, punto 3, in ogni caso, il risultato del calcolo andrà confrontato con il valore ottenuto dal <u>requisito minimo</u> dato dall'art 12 comma 2.
Tra i due valori risultanti dovrà essere scelto il maggiore.

5.1 Sistemi di controllo e gestione delle acque meteoriche

In base all'art. 5 del regolamento regionale n°7/2017, lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

1. riuso
2. infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie, con la reale qualità delle acque meteoriche e con le indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale
3. scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata indicati
4. scarico in fognatura, con i limiti di portata indicati

Considerato che il Progettista non ha indicato possibili riutilizzi dei volumi idrici derivanti dalle piogge, per il presente studio si considera l'opzione dello scarico, in quanto la presenza della falda a bassa profondità non consente l'efficiente dispersione in situ.

6. QUANTIFICAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Di seguito si riporta la porta la sintesi dell'applicazione delle due procedure di calcolo così come richiesto dal regolamento regionale vigente.

6.1 Metodo requisito minimo

Il requisito minimo da soddisfare secondo art.12 del regolamento consiste nella realizzazione di un invaso di laminazione dimensionato adottando i valori parametrici minimi definiti in funzione della superficie scolante impermeabile e al grado di criticità dell'area.
Per aree tipo A ad alta criticità idraulica in cui ricade il comune di Bulciago in base all'art.7 si dovrà utilizzare come parametro 800 m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile.

Superficie scolante impermeabile (ha)	Parametro (art.12) - aree A	**Volume invaso (m^3)**
0,07117	800	**56.9**

Il massimo invaso W_{lam} valutato col metodo del requisito minimo corrisponde quindi a **57 m^3**

La portata di scarico $Qu,_{lim}$ (laminazione ottimale) è funzione del limite prefissato dalle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. L'onda uscente Qu è un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante.

Nel caso in esame, per le aree A, ad alta criticità idraulica la portata massima di scarico ammissibile è definita dal regolamento pari al valore di 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

La portata costante uscente è quindi pari a:

$$\mathbf{Qu,_{lim}} = S*\Phi*u_{lim} = 0{,}0862\ ha*0{,}83*10\ l/s*ha = \mathbf{0.71\ l/s}$$

u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico (art. 8).

6.1.1 Tempo di svuotamento

In base al regolamento regionale, per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, lo svuotamento dei volumi invasati deve avvenire secondo i tempi indicati all'articolo 11, comma 2, lettera f). Il tempo di svuotamento del volume d'invaso calcolato non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Come indicato nel capitolo 7, in funzione delle portate uscenti dall'invaso di laminazione Q_u (nel rispetto della portata limite ammissibile di cui all'articolo 8 del regolamento), il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento, a partire dal massimo invaso W_{lam}, è pari a:

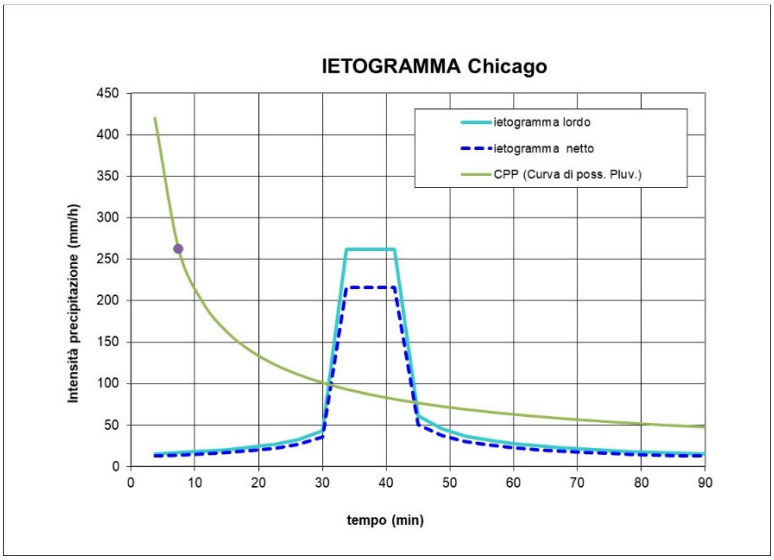
$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$

Nel caso in esame, per un volume di accumulo W_{lam} =57 m^3 considerando che lo scarico massimo di progetto dovuto allo smaltimento in fogna/corso d'acqua pari a 0,71 l/s, si prevede un tempo di almeno **22,3 ore per lo svuotamento** del massimo volume di accumulo (57 m^3).
In base all'art. 11 comma 2 lettera f) del regolamento, **tale valore è < 48 ore e quindi ammissibile.**

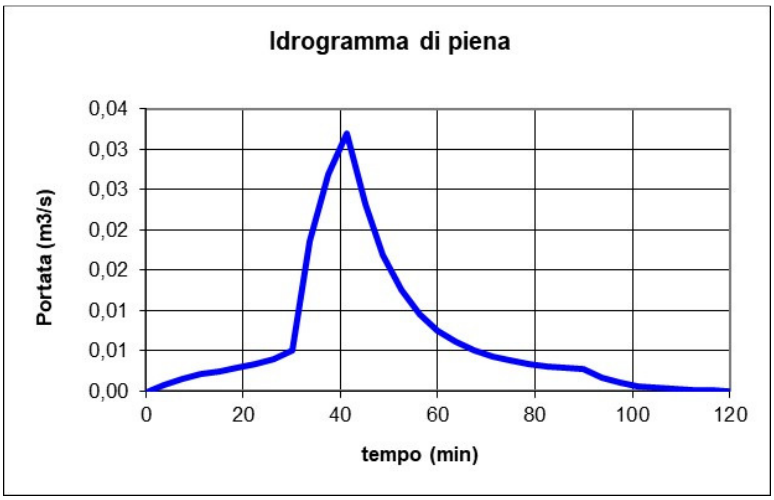
6.2 Metodo dettagliato (afflusso-deflussi)

Per dimensionare in modo più rigoroso le opere di accumulo o di dispersione in base al regime delle precipitazioni locali si ricorre al modello afflussi-deflussi simulando l'onda di piena per l'evento critico.
Stabilito un tempo di ritorno della precipitazione intensa locale (si considera la curva pluviometrica dei 50 anni ricavata dall'elaborazione dei coefficienti a e n di ARPA LOMBARDIA), occorre determinare per iterazioni successive l'onda di piena (idrogramma) più sfavorevole (massimo volume cumulato della precipitazione di progetto) in base alla durata della pioggia mediante formazione dello ietogramma di progetto.

Nel caso in esame, considerando il coefficiente di afflusso medio ponderato pari a 0,83 per l'area di intervento pari a 0,086 ettari, per un evento parossistico con durata, individuata per iterazioni successive, di 90 minuti e valore del coefficiente K = 0.4, si ottiene il seguente ietogramma (metodo Chicago) di progetto:



Dal quale per la superficie considerata si ottiene l'idrogramma di piena (Qe = integrale della curva) come di seguito rappresentato:



La portata di scarico $Qu,_{lim}$ (laminazione ottimale) è funzione del limite prefissato dalle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. In questo caso il calcolo del volume tiene conto del contemporaneo scarico (nel corso d'acqua o nella rete del gestore)

Nel caso in esame, per le aree A, ad alta criticità idraulica la portata massima di scarico ammissibile è definita dal regolamento pari al valore di 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

Anche in questo caso l'onda uscente Qu è un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante allo scarico:

$$\mathbf{Qu,_{lim}} = S*\Phi*\ u_{lim} = 0{,}0862\ ha*0{,}83*10\ l/s*ha = \mathbf{0.71\ l/s}$$

u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico (art. 8).

Il volume complessivamente scaricato nel corso della durata D dell'evento è:

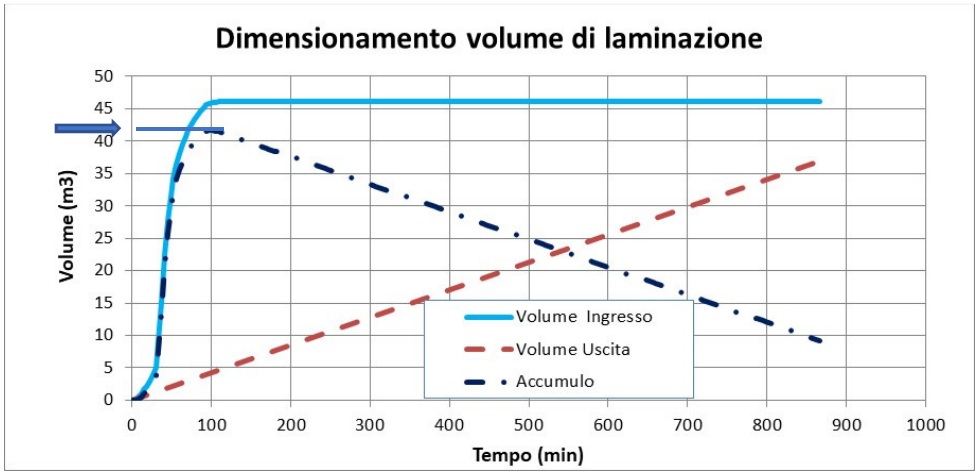
$$Wu = (S * \Phi * u_{lim}) * D$$

Sulla base di tali ipotesi il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione fino al termine dell'evento è:

$$\Delta W = We - Wu$$

Per il caso in esame risulta un volume di picco dell'accumulo per l'evento considerato pari a 41,7 m^3 che si arrotonda a **42 m^3**.



6.2.1 Tempo di svuotamento

In base al regolamento regionale, per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, lo svuotamento dei volumi invasati deve avvenire secondo i tempi indicati all'articolo 11, comma 2, lettera f). Il tempo di svuotamento del volume d'invaso calcolato non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Come indicato nel capitolo 7, in funzione delle portate uscenti dall'invaso di laminazione Q_u (nel rispetto della portata limite ammissibile di cui all'articolo 8 del regolamento), il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento, a partire dal massimo invaso W_{lam}, è pari a:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$

Nel caso in esame, per smaltire un volume di accumulo W_{lam} =42 m^3 considerando che lo scarico massimo di progetto dovuto allo smaltimento in fogna/corso d'acqua è pari a 0,71 l/s, si prevede un tempo di almeno **16.4 ore per lo svuotamento**.
In base all'art. 11 comma 2 lettera f) del regolamento, **tale valore è < 48 ore e quindi ammissibile.**

6.3 Volume invaso di progetto

Così come indicato all'art. 11 comma 2, lettera e, punto 3, "*il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2*".

Nel caso in oggetto, considerando che il volume valutato col metodo del requisito minimo è pari a 57 m^3, mentre il volume valutato col metodo afflussi-deflussi è pari a 42 m^3, si conclude che il volume di invaso di riferimento per il progetto di invarianza idraulica è quello ottenuto parametricamente (requisito minimo):

Volume invaso di riferimento = 57 m^3

7. DIMENSIONAMENTO OPERE DI INVASO

Nel presente capitolo si procede al dimensionamento delle opere da realizzarsi per l'invaso e lo smaltimento delle acque meteoriche precedentemente quantificate.
Con riferimento alla tabella del paragrafo 2.1 si illustra il contributo al volume d'invaso delle singole sottoaree per facilitare l'eventuale gestione del volume di accumulo mediante più serbatoi diversamente dislocati.
Si sottolinea che in ogni caso la portata complessiva del sistema di scarico nel collettore finale dovrà rispettare il valore di 0.71 l/s.

Descrizione sottoarea	Sup. Impermeabile equivalente (m^2)	Volume invaso necessario (m^3)	Q scarico ammissibile (l/s)
tetto nuovo edificio	510	40.8	0.51
solaio interrato e area vasca	83	6.7	0.083
parcheggi con fondo drenante	66.5	5.3	0.066
vialetto filtrante	8.7	0.7	0.0087
nuovo prato	43.5	3.5	0.0435
TOTALE	**711.7**	**57.0**	**0.711**

7.1 Scarico in fogna/corso d'acqua delle acque meteoriche

Come indicato al punto 5.1, lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà, mediante scarico in corso d'acqua/rete fognaria.

In base all'art 8 del Regolamento della Regione Lombardia n. 7 del 23 novembre 2017, "*gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili (u_{lim}):*

a) per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
b) per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
c) per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Nel nostro caso, il limite fissato dalla normativa corrisponde a **10 l/s per ettaro** di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Applicando il limite imposto dalla normativa, per l'area oggetto di intervento nel comune di Bulciago si potrà scaricare nel corso d'acqua o nella rete fognaria la seguente portata massima:

Livello di criticità art. 7 comma 3	Scarico ammissibile art. 8 comma 1	Superficie impermeabilizzata	Portata scarico Q ammissibile
Area A: alta criticità idraulica	10 l/s per ettaro imp.	712 m^2	0,71 l/s

Pertanto, le opere atte a svuotare le vasche di accumulo (tubi, pompe ecc.) dovranno rispettare il limite di 0.71 l/s per il collettore finale.

8. CONCLUSIONI

Su incarico di IMATEX SPA è stata redatta la seguente relazione per quantificare i volumi e le modalità di smaltimento delle acque meteoriche a seguito della realizzazione di una palazzina uffici e della sistemazione del terreno circostante a sud di via Briantea (ss342) nel comune di Bulciago (LC), al confine con Nibionno.

Lo studio è redatto seguendo il Regolamento della Regione Lombardia n. 7 del 23 novembre 2017, come previsto dall'articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12 del 2005 per il governo del territorio recante i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

In base al regolamento regionale n°7 del 23 novembre 2017, il comune di Bulciago ricade in "area A ad alta criticità idraulica".

Dalla Tabella 1 del regolamento sopracitato, considerata la superficie impermeabilizzata (<1000 m^2) e al coefficiente di deflusso medio ponderato (ϕ>0.4), si definisce l'intervento in "Classe 2 - impermeabilizzazione potenziale media", per il quale prevede l'applicazione del metodo di calcolo "delle sole piogge". Per il presente studio in luogo del metodo delle sole piogge si è utilizzato condotto il calcolo più dettagliato con il metodo afflussi-deflussi, facoltà concessa dall'art.9 comma 3 del R.R. n°7.

Così come indicato all'art. 11 comma 2, lettera e, punto 3, in ogni caso, il risultato del calcolo dettagliato va confrontato con il valore ottenuto dal <u>requisito minimo</u> dato dall'art 12 comma 2.

Tra i due valori risultanti dovrà essere scelto il maggiore.

Livello di criticità art. 7 comma 3	Effetto intervento art. 9 comma 1	Scarico ammissibile art. 8 comma 1	Progetto invar. idraulica art. 10/12
Area A: alta criticità idraulica	Classe 2 impermeabilizzazione potenziale media	10 l/s per ettaro	art. 11 comma 2

Il calcolo del volume di laminazione finalizzato al raggiungimento dell'invarianza idraulica è stato condotto seguendo i metodi di calcolo suggeriti dal regolamento, di cui si riposta la sintesi nella tabella seguente:

Metodo di calcolo	Volume di laminazione (m^3)	Scarico (l/s)	Tempo svuotamento (ore)
Parametrico (requisito minimo)	57	collettore 0,71	22.3
Dettagliato (onda di piena)	42	collettore 0,71	16.4

Confrontando i valori ottenuti, il volume di invaso per la laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica risulta di **57 m^3**.

In base al volume d'invaso di progetto e alla massima portata di scarico nel collettore pari 0.71 l/s il tempo di svuotamento risulta di 22.3 ore (< 48 ore), quindi adeguato anche nel caso di eventi ravvicinati.

Con riferimento alla tabella del paragrafo 2.1 si illustra il contributo al volume d'invaso delle singole sottoaree per facilitare l'eventuale gestione del volume di accumulo mediante più serbatoi diversamente dislocati.
Si sottolinea che in ogni caso la portata complessiva del sistema di scarico nel collettore finale dovrà rispettare il valore di 0.71 l/s.

Descrizione sottoarea	**Sup. Impermeabile equivalente (m^2)**	**Volume invaso necessario (m^3)**	**Q scarico ammissibile (l/s)**
tetto nuovo edificio	510	40.8	0.51
solaio interrato e area vasca	83	6.7	0.083
parcheggi con fondo drenante	66.5	5.3	0.066
vialetto filtrante	8.7	0.7	0.0087
nuovo prato	43.5	3.5	0.0435
TOTALE	**711.7**	**57.0**	**0.711**

Si precisa che il presente studio non costituisce il "Progetto di invarianza idraulica" previsto all'art 10 del Regolamento Regionale n° 7 /2017, ma costituisce la relazione idraulica a supporto del progetto stesso.

Lecco, gennaio 2019

dott. Vittorio Buscaglia
geologo