

# COMUNE DI FLERO (BS)

*Sig.ra Leocadia Zampedrini*

## PIANO ATTUATIVO "ITALOVO"



LA PRESENTE REVISIONE ANNULLA E SOSTITUISCE I SEGUENTI ELABORATI

n° revisione	id. file	data	note

 <p><b>SPACE</b> INGEGNERIA CIVILE IDRAULICA • TELERISCALDAMENTO Studio Pezzagno Snc - Ing. Paolo Pezzagno &amp; Associati - Brescia - Via S. Angela Merici, 6 tel. +39-030-3755026 - e-mail: info@studiopezzagno.it - www.studiopezzagno.it</p>	descrizione  <b>RELAZIONE IDRAULICA</b>
---	---

cm	id.file	rev.	redatto	verificato	approvato	data	n.elaborato			
18	001	SP.2018.007924	00	2P	2P	2P	Feb. '18	SC	01	01

A TERMINI DI LEGGE E' VIETATO RIPRODURRE, COPIARE O COMUNICARE A TERZI IL CONTENUTO DEL PRESENTE ELABORATO SENZA SPECIFICO CONSENSO SCRITTO. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	2
2. INTERVENTO IN ESAME .....	4
3. DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO E DELLE MODALITÀ DI CALCOLO	7
4. CALCOLO (ALLEGATO G) .....	10
5. MODALITÀ DI INTERVENTO .....	13
6. CONCLUSIONI .....	16



## 1. PREMESSA

La presente relazione è relativa alla definizione preliminare, a livello di piano attuativo, degli interenti atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in funzione del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 pubblicato sul supplemento n. 48 BURL del 27 novembre 2017.

Ai sensi della legge 12 del 2005 e smi, Art. 58 bis, sono infatti soggetti al principio di invarianza idraulica ed idrologica, gli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f)<sup>1</sup>, del D.P.R. n. 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale di cui al comma 5.

Sono inoltre compresi gli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi.

Ai sensi dell'Art. 3 del R.R. 7/2017 inoltre, sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di:

- a) nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- b) demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- c) ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

Ai sensi del predetto regolamento, la progettazione esecutiva degli interventi dovrà comprendere anche il 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 regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10; tale progetto, è allegato alla domanda di permesso di costruire, o alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata.

---

<sup>1</sup> d) "interventi di ristrutturazione edilizia", e) "interventi di nuova costruzione", f) "interventi di ristrutturazione urbanistica".

Il progetto di invarianza idraulica e idrologica, fatti salvi gli interventi per i quali si applicano i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2 del R.R. 7/2017, 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 Regolamento Regionale 7/2017;

b) documentazione progettuale completa di:

planimetrie,

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 R.R. 7/2017, redatta secondo il modello di cui all'allegato E ;

## 2. INTERVENTO IN ESAME

L'intervento oggetto di valutazione preliminare è il piano attuativo denominato "Italovo" in Comune di Flero tra le vie Leopardi, XX settembre e Zerbino, Committente la Sig.ra Leocadia Zampedrini.

Allo stato attuale le aree dove è previsto l'intervento risultano già edificate ed in gran parte impermeabilizzate con destinazione d'uso artigianale (ex allevamento avicolo), il complesso verrà riconvertito con incremento di volumetria secondo il progetto dello studio Zampedrini di Brescia.



Figura 1: inquadramento zona piano attuativo

Trattandosi di un intervento di demolizione e ricostruzione lo stesso ricade nell'ambito di applicazione del Regolamento Regionale 7/2017 e precisamente nella fattispecie dell'Art. 3 comma 2 lettera b) (demolizione, totale o parziale fino al piano terra,

18.001 - SP.2018.007924





e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente).

### Situazione allo stato di fatto

La configurazione dello stato di fatto è desumibile dalla tavola redatta dal professionista incaricato della progettazione architettonica, ing. Cesare Zampedrini che ha fornito i seguenti dati sulle superfici allo stato di fatto del lotto:

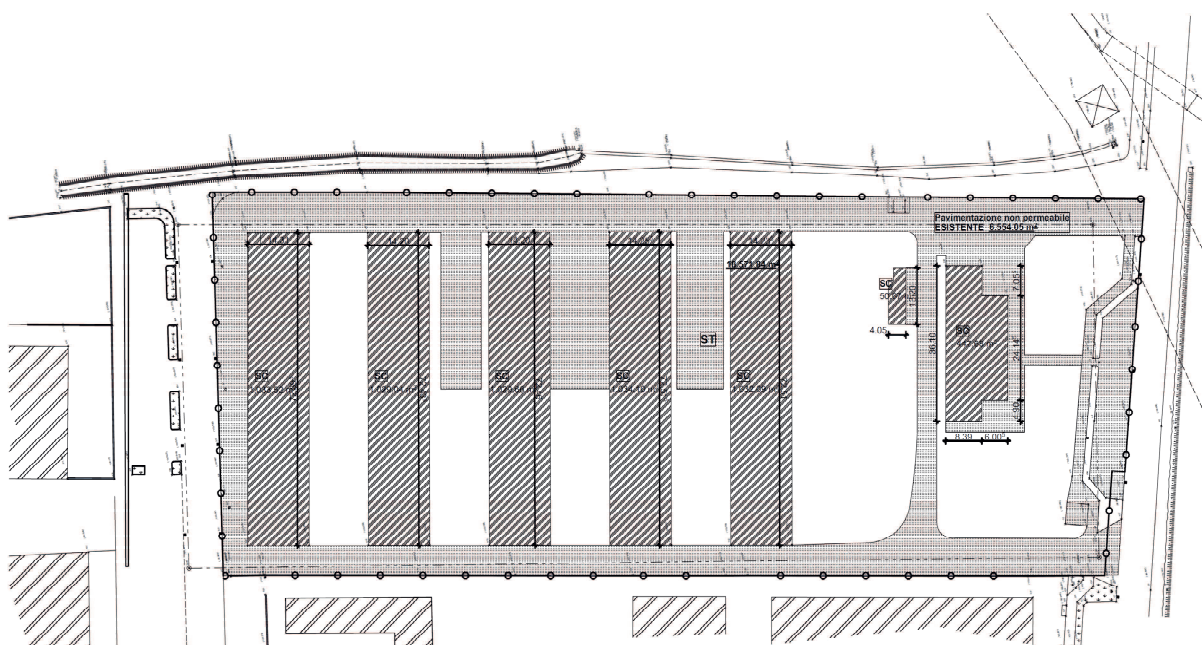


Figura 2: estratto planimetria stato di fatto (fuori scala)

Superfici esistenti	
pavimentazione non permeabile	6'554.05
tetti	5'652.75
verde	6'400.55
totale	18'607.35

### Situazione di progetto:

Analogamente la configurazione di progetto del Piano attuativo è desumibile dalla tavola riportata in estratto con le superfici di progetto del lotto.

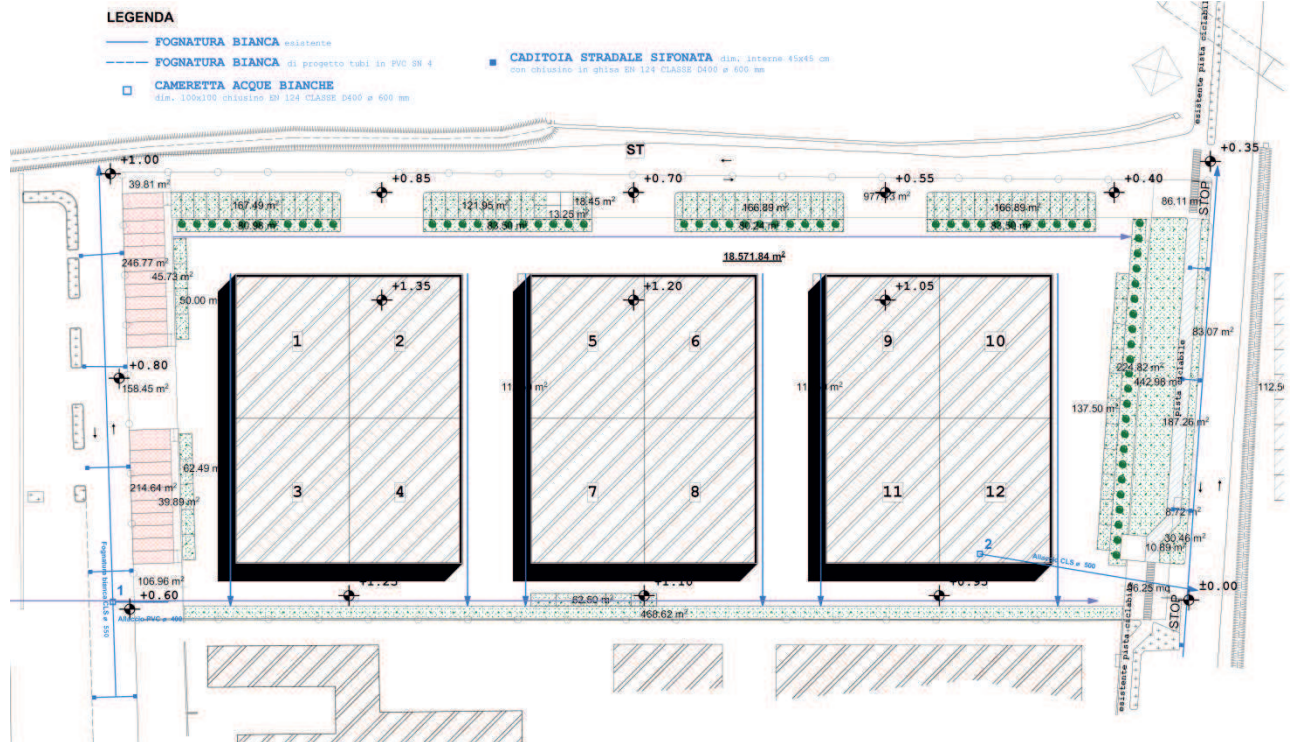


Figura 3: estratto planimetria di progetto (fuori scala)

Superfici progetto	Lotto edificabile	Aree di Cessione Nord	Aree di Cessione Sud	Strada privata Est	Totale
tipo	As	As	As	As	
parcheggi asfalto	225.00	461.41	-	-	686.41
parcheggi greenblock	325.00	-	-	638.97	963.97
strade asfalto	6'096.69	305.22	182.54	979.93	7'564.34
marciapiedi asfalto	-	85.62	-	-	85.62
verde filtrante	1'034.02	-	567.40	-	1'601.42
pista ciclabile asfalto	-	-	195.98	-	195.98
copertura	7'500.00	-	-	13.25	7'513.25
<b>totale</b>	<b>15'180.71</b>	<b>852.25</b>	<b>945.92</b>	<b>1'632.15</b>	<b>18'611.03</b>

In vista della prossima entrata in vigore del Regolamento Regionale che sarà operativo per gli interventi edilizi con titolo autorizzativo richiesto dopo il 27 maggio 2018, si vogliono definire fin d'ora gli interventi da mettere in atto per rispettare la nuova prescrizione regolamentare di invarianza idraulica.

### 3. DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO E DELLE MODALITÀ DI CALCOLO

Il Comune di Flero risulta tra quelli del territorio Lombardo classificati in **zona a criticità idraulica A**, ovvero ad alta criticità idraulica.

La portata massima ammessa al ricettore per le zone così classificate ai sensi dell'Art. 8 del R.R. 7/2017 risulta  $u_{lim}$  pari a **10 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Si intende con ricettore il corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche.

#### Le acque meteoriche di dilavamento verranno gestite come segue:

Acque di prima e seconda pioggia: alla data attuale le attività che si andranno ad insediare non sono individuate, non si ritiene si andranno ad insediare attività soggette all'obbligo di separazione delle acque di prima pioggia.

In caso ci fossero in futuro attività ricadenti tra quelle dell'Art. 3 del Regolamento Regionale 4/2006 le stesse provvederanno alla gestione autonoma delle acque di prima pioggia dei piazzali di pertinenza.

Acque pluviali: verranno gestite in modo unitario per tutto l'insediamento.

#### Classificazione dell'intervento:

Ai sensi dell'Art. 2 comma 5 del R.R. le misure di invarianza idraulica e idrologica non si applicano all'intero lotto ma alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione.

Nel caso specifico, con riferimento alle superfici indicate in tabella si osserva che:

- le aree di cessione Nord recapitano attraverso le caditoie della fognatura esistente di via Zerbino, non ci sono variazioni di permeabilità;
- le aree di cessione Sud, che recapitano in via XX settembre, hanno una permeabilità che viene ridotta per effetto del verde di nuova realizzazione;
- la strada privata Est rimane invariata con riduzione della permeabilità per effetto della realizzazione dei parcheggi in green block.

Le valutazioni di cui al Regolamento Regionale devono quindi essere sviluppate limitatamente al solo lotto edificabile, all'interno del quale:



- si procederà a demolizione e ricostruzione dei fabbricati con completa concorrenza delle superfici a quelle dell'intervento;
- verranno variate le superfici delle pavimentazioni precisando che le superfici invariate o con permeabilità incrementata non concorrono alla formazione dello scarico soggetto alle limitazioni di portata massima di regolamento.

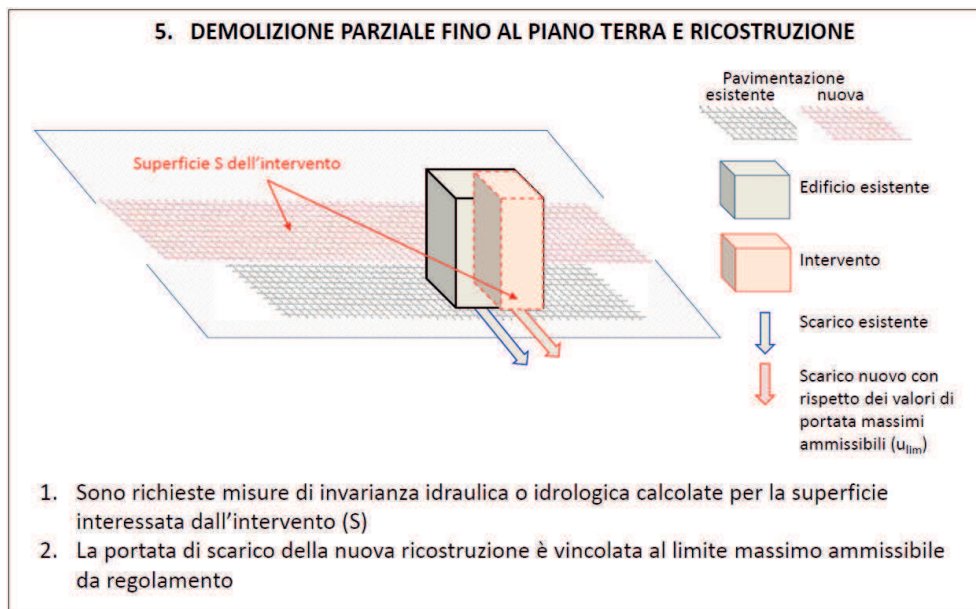


Figura 4: estratto allegato A Regolamento Regionale 7/2017

Alla superficie di progetto va dedotta la superficie degli spazi di manovra in asfalto, limitatamente a quelli che rimarranno invariati, pari a 3.515 mq come individuati nella specifica tavola di progetto dell'ing. Zampedrini e raffigurati nella Figura 5.

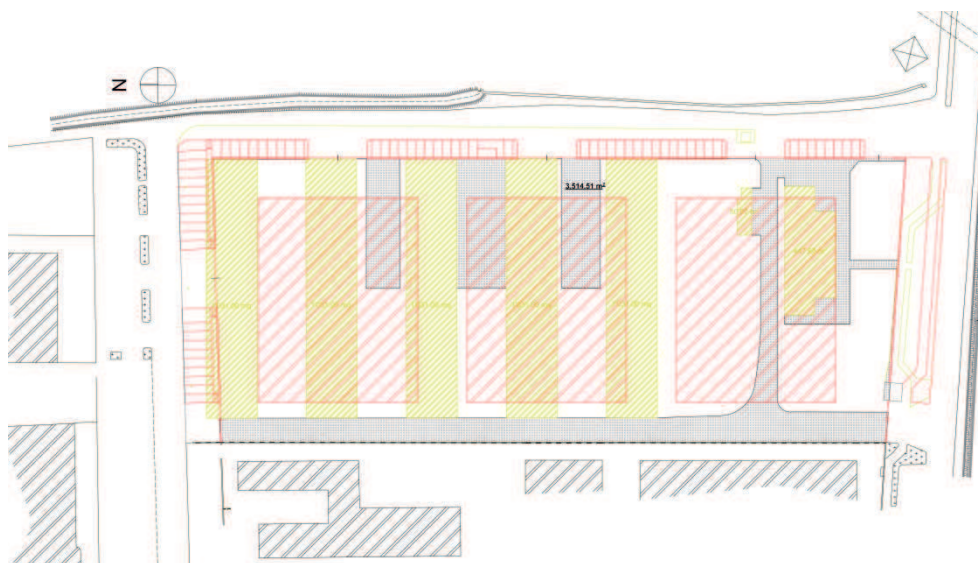


Figura 5: superfici impermeabili esistenti

Ai sensi dell'Art. 11 comma 2 lettera d) la superficie scolante dell'intervento deve essere valutata utilizzando i seguenti coefficienti di afflusso:

- $\phi = 1$  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;
- $\phi = 0,7$  per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;
- $\phi = 0,3$  per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo;

I parametri di riferimento sono riepilogati nella seguente tabella:

Superfici di intervento			
tipo	As	$\phi$	As imp
parcheggi asfalto	225.00	1.0	225.00
parcheggi greenblock	325.00	0.7	227.50
strade asfalto	2'582.18	1.0	2'582.18
marciapiedi asfalto	-	1.0	-
verde filtrante	1'034.02	0.3	310.21
pista ciclabile asfalto	-	1.0	-
copertura	7'500.00	1.0	7'500.00
<b>totale</b>	<b>11'666.20</b>	<b>0.9</b>	<b>10'844.89</b>

Nota la superficie interessata dall'intervento ed i coefficienti di deflusso di riferimento è possibile arrivare alla definizione della classe di intervento ex Art. 9 sulla base della tabella 1 del regolamento regionale che risulta per il caso specifico di **Classe 3 – Impermeabilizzazione potenziale alta** e che richiede pertanto l'applicazione della procedura di calcolo dettagliata.

#### 4. CALCOLO DETTAGLIATO (ALLEGATO G)

##### Definizione della curva di possibilità pluviometrica

Si procede alla determinazione della curva di possibilità climatica per la zona interessata dall'intervento nella forma:

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

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

Ottenendo per  $T_r = 50$  anni i seguenti parametri:

$$a = 56 \text{ mm/ora}^n$$

$$n = 0,2728 \text{ per } t > 1 \text{ h}, 0,5 \text{ per } t < 1 \text{ h}$$


Il dettaglio della curva di possibilità climatica per il sito in esame è fornito nell'allegato 1.

##### Descrizione del sistema di drenaggio

Il recapito finale delle acque reflue e meteoriche è la pubblica fognatura bianca in corrispondenza dei due punti di scarico dove attualmente recapitano le reti del complesso in via XX settembre ed in via Zerbino.

A favore di sicurezza, in questa fase, considerata la modesta permeabilità del terreno desunta dalla relazione geologica redatta dal Dott. Salvi nel marzo 2017 (con un  $k$  dell'ordine di  $1 \times 10^{-5}$  cm/s) non si terrà in considerazione la quota parte di volume smaltita per infiltrazione.

- La permeabilità del terreno, nell'eventualità di realizzazione di sub irrigazione, è stata determinata mediante la prova **CPTU 1**, dalla quale si evince che nel primo metro di profondità si ha un valore **basso** della stessa.



k	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup> cm/s
Classi di permeabilità	> B	BUONA	DISCRETA	BASSA	> BASSA	IMPERMEABILE				
Spessore attraversabile in 1 anno	> 10 km	3 km	300 m	30 m	3 m	30 cm	3 cm	3 mm	3 mm	
Tipo di terreno	GHIAIETTI	SABBIE SABBIE MISTE A GHIAIE	SABBIE MEDIE E FINI	LIMI SABBIE FINI ARGILLE LIMOSE	ARGILLE COMPATTE E OMOGENEE					

Figura 6: Estratto pag. 26 relazione geologica

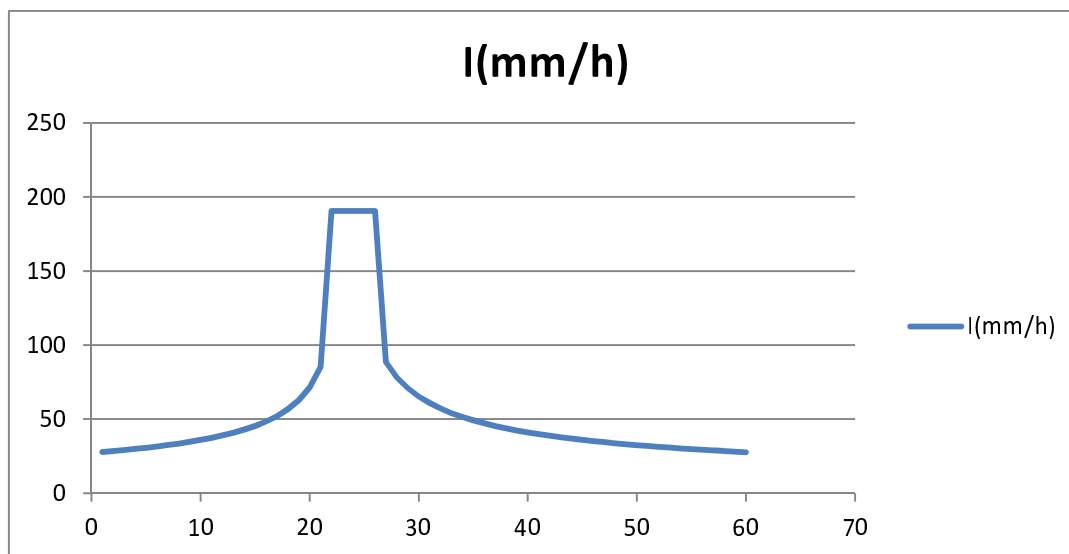
In sede di progettazione esecutiva verranno condotti gli approfondimenti del caso eventualmente effettuando nuove e specifiche prove di permeabilità.

Lo scarico dell'invaso di laminazione asservito sarà condotto alla rete fognaria bianca nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva che, essendo  $u_{lim} = 10$  l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, è pari a:

$$Q_{lim} = A_{tot} \times \phi \times u_{lim} = 1,16 \text{ ettari} \times 0,9 \times 10 = 10,44 \text{ l/s}$$

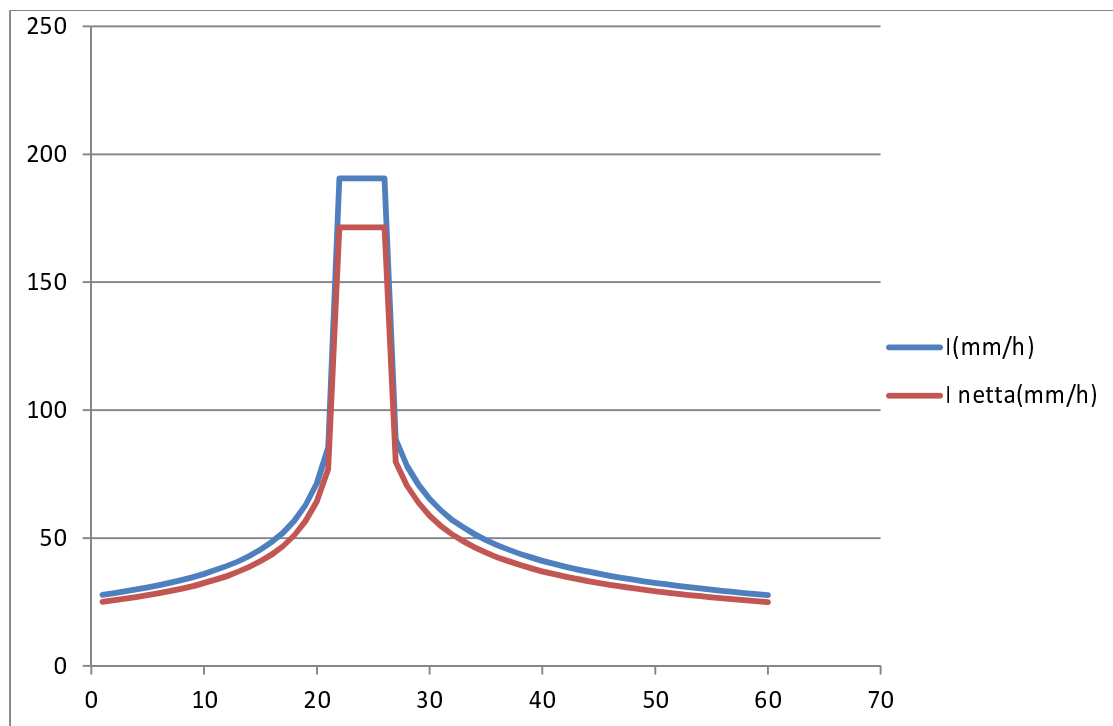
### Calcolo dello ietogramma di progetto

In base ai parametri della curva di possibilità pluviometrica, viene assunto uno ietogramma tipo Chicago con posizione del picco 0,39 e durata  $D = 1$  ora, sicuramente maggiore del tempo di corrivazione della rete drenante stimabile in prima approssimazione in una decina di minuti, si ottiene lo ietogramma distribuito nell'arco della durata di 1 ora come da figura:



Si procede alla valutazione delle perdite idrologiche ed al calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione, il calcolo è condotto in via semplificata adottando i valori standard del coefficiente di deflusso indicati all'art. 11 del regolamento come precedentemente determinati ( $\phi = 0.9$ ).





Si passa poi alla definizione del modello di trasformazione afflussi netti-deflussi idoneo a rappresentare sia la formazione degli idrogrammi di piena nelle diverse sotto-aree, sia la loro propagazione e formazione dell'idrogramma complessivo  $Q_e(t)$  in corrispondenza della sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto.

Nel caso specifico si sono valutati i bacini in modo unitario utilizzando il modello di trasformazione aree – tempi (metodo di corrivazione) del bacino afferente all'invaso di laminazione.

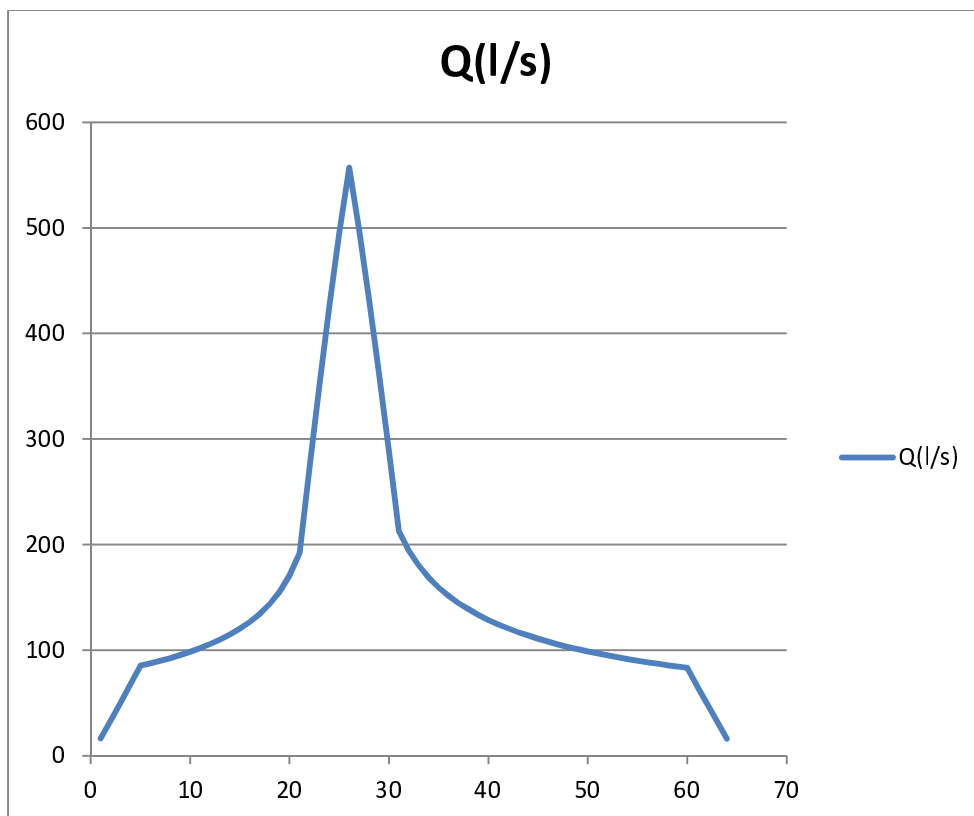
Sulla base di questi dati:

$$A_{\text{tot}} = 1,16 \text{ ettari,}$$

$$\phi = 0,9 ,$$

$$T_c = 5 \text{ minuti}$$

si ottiene il seguente idrogramma in entrata al sistema di laminazione avente un picco massimo di portata pari a 557 l/s circa (quindi decisamente superiore rispetto alla portata limite ammissibile di 10,44 l/s). Il volume complessivo di tale onda entrante nell'invaso è pari a circa 579 mc.



Il dimensionamento dell'invaso (o degli invasi) di laminazione avviene poi applicando le equazioni seguenti al fine di computare l'idrogramma uscente  $Q_u(t)$  dalla bocca (o dall'insieme delle bocche) di scarico dell'invaso (o degli invasi) e quindi verificare il rispetto del valore della massima portata ammissibile nel caso in esame (articolo 8 del regolamento) e del tempo massimo di svuotamento (articolo 11, comma 2, lettera f) ).

I fattori che influiscono sull'effetto di laminazione operato da un invaso di tipo statico sono il volume massimo in esso contenibile, la sua geometria e le caratteristiche delle opere di scarico.

Il processo di laminazione nel tempo  $t$  è descritto matematicamente dal seguente sistema di equazioni:

- equazione differenziale di continuità:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt} \quad (1)$$

- legge di efflusso che governa le opere preposte allo scarico dall'invaso o in generale allo svuotamento dell'invaso:

$$Q_u = Q_u[H(t)] \quad (2)$$

- curva d'invaso, esprime il legame geometrico tra il volume invasato ed il battente idrico  $H$  nell'invaso:

$$W = W[H(t)] \quad (3)$$

dove  $Q_e(t)$  rappresenta la portata entrante,  $Q_u(t)$  quella complessivamente uscente dall'insieme delle opere di scarico e/o di infiltrazione e/o di riuso,  $W(t)$  il volume invasato,  $H(t)$  il battente idrico nell'invaso.

Nota l'onda di piena entrante  $Q_e(t)$  e note le funzioni (2) e (3) riferite alle effettive caratteristiche geometriche ed idrauliche della bocca o delle bocche di scarico (eq. 2) ed all'effettiva geometria dell'invaso (eq. 3), l'integrazione del sistema (1) (2) (3) consente di calcolare le tre funzioni incognite  $Q_u(t)$ ,  $H(t)$  e  $W(t)$ .

Il calcolo viene riferito ad un evento di piena entrante  $Q_e(t)$  selezionato come "evento di progetto" e cercando le soluzioni dimensionali affinché la portata uscente  $Q_u(t)$  sia sempre inferiore o al massimo uguale al preassegnato limite massimo  $Q_u \max$  indicato nell'articolo 8 del regolamento.

Il sistema composto dalle tre equazioni è integrabile in forma chiusa solo quando le relazioni (2) e (3) e l'onda di piena in ingresso all'invaso siano rappresentabili mediante funzioni analitiche.

Più frequentemente, la portata in ingresso all'invaso è una funzione non esprimibile analiticamente, come nel caso di un'onda di piena conseguente ad una pioggia reale; oppure il legame volume invasato battente idrico (3) può essere notevolmente complicato a causa della geometria dell'invaso. Infine, anche la legge di efflusso può essere non facilmente rappresentabile, come ad esempio si verifica nel caso in cui si hanno diversi dispositivi in uscita, di caratteristiche differenti e predisposti per entrare in funzione a diverse quote idriche. In tutti questi casi il sistema delle equazioni (1), (2), (3) deve essere integrato numericamente alle differenze finite.

Una volta risolto il sistema di equazioni e quindi calcolate le funzioni incognite  $Q_u(t)$ ,  $H(t)$  e  $W(t)$ , se ne possono individuare i rispettivi valori massimi  $Q_u \max$ ,  $H_{\max}$  e  $W_{\max}$ , verificando che essi siano compatibili con i vincoli assegnati.

Calcolando quindi il processo di laminazione con le equazioni (1), (2), (3), in funzione di un idrogramma uscente dall'invaso con portata costante pari a 10,0 l/s, si ottiene che, nell'istante di massimo invasato, il volume raggiunge il valore di 542 mc che risulta il volume di calcolo della vasca.

Il volume ottenuto è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a  $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$  per aree di alta criticità che impone una volumetria minima della vasca di laminazione pari a  $800 \times 1,16 \times 0,9 = \mathbf{835 \text{ mc}}$ .

Pur ritenendo la prescrizione regolamentare di adeguarsi alla volumetria minima penalizzante per il proponente, in ragione di una calcolazione effettuata con procedura dettagliata, se non interverranno modifiche regolamentari o proroghe, ci si adeguerà a tale valore.

Il tempo di svuotamento dell'invaso, calcolato con riferimento alla volumetria effettivamente invasata e non a quella derivante dal requisito minimo ed è pari a  $542.000/10 = 54.200 \text{ sec} = \text{circa } 15,1 \text{ ore} < \text{di } 48 \text{ ore}$  previste all'Art. 11 comma 2 lettera f) del RR 7/2017 e pertanto accettabile.

## 5. MODALITÀ DI INTERVENTO

L'ubicazione planimetrica del sistema di laminazione risulta vincolata dalla conformazione del lotto e dalla posizione degli scarichi esistenti in fognatura.

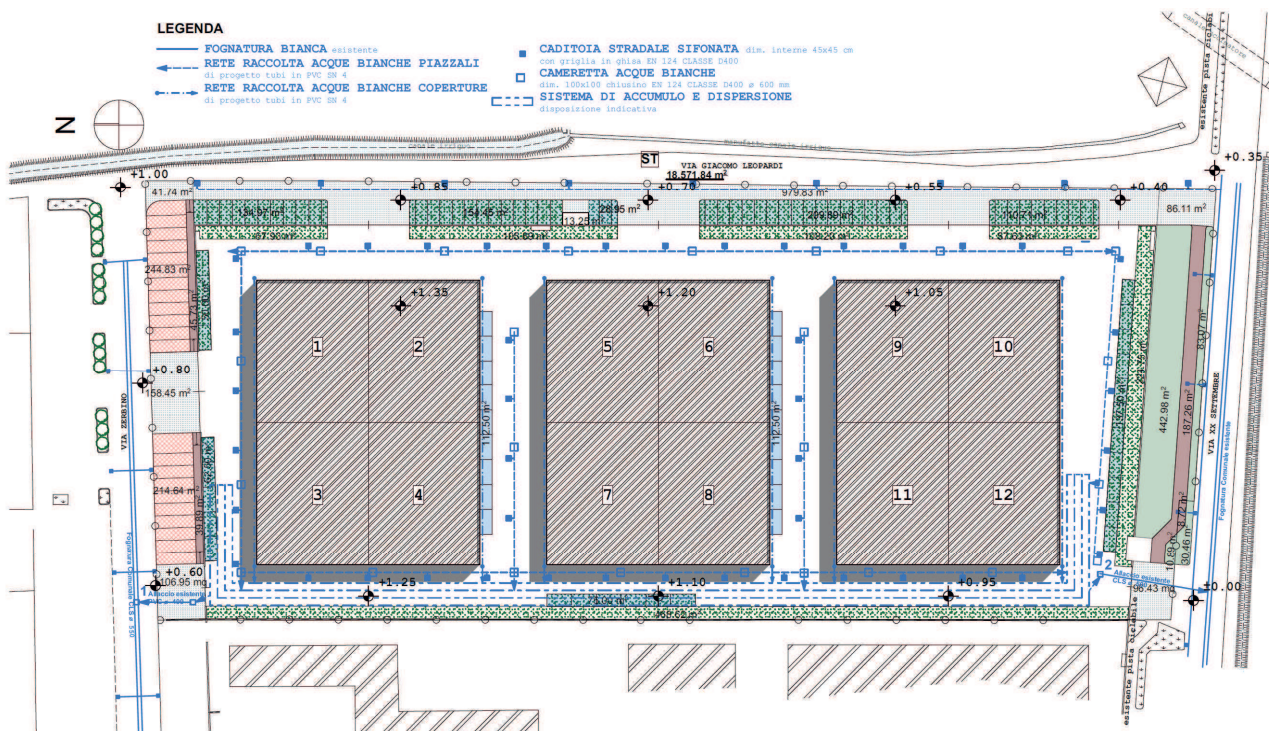
Secondo indicazioni ricevute dalla Committente e dal progettista architettonico del piano di recupero in specifica riunione il sistema di detenzione ed infiltrazione sarà di tipo interrato e verrà previsto al di sotto delle strade e della zona a verde del fronte ovest del piano di recupero.

Il posizionamento avverrà a non meno di 2 metri dal confine in rispetto dell' art. 889 Codice Civile.

Alla data attuale si ipotizza lo svuotamento attraverso due stazioni di sollevamento situate agli estremi opposti, nord e sud, del bacino, in corrispondenza dei pozzetti di recapito in pubblica fognatura, evidenziando che in sede di progettazione esecutiva si verificheranno con livellazione le quote degli attuali punti di scarico per verificare la possibilità di realizzare uno scarico a gravità.

La profondità massima di posa risulta vincolata dalla quota massima della falda che, dalla relazione geologica agli atti (punti di sondaggio 1,2 e 5), è stata rinvenuta a  $q = -3.00$  dal p.c. con stima dell'oscillazione periodica stagionale fino a  $-2.50$  sempre rispetto al piano campagna attuale.





Considerato che la quota (0,00) di progetto è ubicata sulla via XX settembre la massima quota della falda è valutata essere a circa (- 1,50 sondaggio 5) e pertanto circa 2.50-2.75 al di sotto della strada finita che corre lungo il fronte ovest.

In funzione dei ricoprimenti minimi per garantirne la carrabilità del bacino di detenzione infiltrazione si ritiene sia garantibile una altezza utile di accumulo di 1 metro e conseguentemente, ipotizzando di usare un sistema in grado di invasare  $0,819 \text{ m}^3/\text{m}^2$ , una superficie di circa **1.000 m<sup>2</sup>** ( $835/0,819$ ) da distribuire lungo il fronte ovest ed adiacenti.

Le superfici saranno comunque ottimizzate in sede di progetto esecutivo in funzione della soluzione tecnologica prescelta per la realizzazione dei bacini.

La presenza sul mercato di specifiche BMP per la realizzazione di volumi di accumulo richiede infatti confronto con i produttori per individuare la soluzione più idonea.

## 6. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono analizzate le caratteristiche del sito e predimensionate le opere necessarie per garantire il rispetto, da parte del piano attuativo delle prescrizioni del nuovo regolamento Regionale 7/2017 sull'invarianza idraulica.

Sulla base della procedura di calcolo dettagliato prevista dal regolamento regionale si è dimostrata la necessità di realizzare una volumetria di laminazione/infiltrazione pari **542 m<sup>3</sup>**.

La volumetria da realizzare però viene incrementata a **835 m<sup>3</sup>** in ragione dell'obbligo di adeguamento ai volumi minimi prevista all'art. 12 comma 3 dal regolamento stesso, indipendentemente dalla metodologia di calcolo adottata.

L'obbligo del rispetto del minimo regolamentare indipendentemente dalla volumetria derivante dal calcolo dettagliato risulta estremamente penalizzante per il proponente; il volume verrà pertanto confermato, in sede di progetto esecutivo del sistema, solo in caso di confermata cogenza della prescrizione regolamentare alla data di realizzazione dell'intervento.



Brescia 28-2-2018

Allegati:

1. curva di possibilità climatica

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Flero*

X: Y:

Coordinate: 591369.68 5038258.1

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 28.129999

N - Coefficiente di scala 0.2728

GEV - parametro alpha 0.27990001

GEV - parametro kappa -0.0310000

GEV - parametro epsilon 0.82950002

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

### Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0.93267	1.25925	1.48187	1.70033	1.99045	2.21341	2.44041	1.99045194
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	26.2	35.4	41.7	47.8	56.0	62.3	68.6	55.991411
2	31.7	42.8	50.4	57.8	67.6	75.2	82.9	67.6460426
3	35.4	47.8	56.3	64.5	75.6	84.0	92.6	75.5579368
4	38.3	51.7	60.8	69.8	81.7	90.9	100.2	81.7265898
5	40.7	54.9	64.7	74.2	86.9	96.6	106.5	86.8561209
6	42.8	57.8	68.0	78.0	91.3	101.5	111.9	91.2853475
7	44.6	60.2	70.9	81.3	95.2	105.9	116.7	95.2059646
8	46.3	62.5	73.5	84.3	98.7	109.8	121.1	98.7380078
9	47.8	64.5	75.9	87.1	102.0	113.4	125.0	101.962099
10	49.2	66.4	78.1	89.6	104.9	116.7	128.7	104.935253
11	50.5	68.1	80.2	92.0	107.7	119.8	132.0	107.699413
12	51.7	69.8	82.1	94.2	110.3	122.6	135.2	110.286424
13	52.8	71.3	83.9	96.3	112.7	125.3	138.2	112.721085
14	53.9	72.8	85.6	98.3	115.0	127.9	141.0	115.023119
15	54.9	74.2	87.3	100.1	117.2	130.3	143.7	117.2085
16	55.9	75.5	88.8	101.9	119.3	132.7	146.3	119.290358
17	56.8	76.7	90.3	103.6	121.3	134.9	148.7	121.279634
18	57.7	77.9	91.7	105.2	123.2	137.0	151.0	123.185546
19	58.6	79.1	93.1	106.8	125.0	139.0	153.3	125.015941
20	59.4	80.2	94.4	108.3	126.8	141.0	155.4	126.777562
21	60.2	81.3	95.6	109.8	128.5	142.9	157.5	128.476245
22	61.0	82.3	96.9	111.2	130.1	144.7	159.5	130.117083
23	61.7	83.3	98.1	112.5	131.7	146.5	161.5	131.704546
24	62.4	84.3	99.2	113.8	133.2	148.2	163.4	133.242582

### Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

