



# VARIANTE AL P.L. APPROVATO IN DATA 30.10.2012 IN VARIANTE AL PGT PER NUOVO INSEDIAMENTO LOGISTICO AMBITO DI TRASFORMAZIONE ATP2

## RICHIEDENTI:

GIANI LEONE & C. INDUSTRIE CASEARIE S.R.L.  
via Francesco Sforza n. 1, 20122 MILANO

Adottato dal Consiglio Comunale con deliberazione n° \_\_\_\_\_ in data \_\_\_\_\_  
Pubblicato dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
Approvato definitivamente dal C. C. con deliberazione n° \_\_\_\_\_ in data \_\_\_\_\_

## OGGETTO:

### RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

#### I RICHIEDENTI:

GIANI LEONE & C. INDUSTRIE CASEARIE S.R.L.  
via Francesco Sforza n. 1  
20122 MILANO

#### PROGETTISTA OPERE DI URBANIZZAZIONE:

Ing. Stefano Barbi

Data GENNAIO 2024

Revisione \_\_\_\_

ALLEGATO

E

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>Premessa.....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2</b>	<b>Ubicazione ed inquadramento geografico .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>3</b>	<b>Normativa e documenti di riferimento.....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>4</b>	<b>Inquadramento vincolistico da DdP del PGT vigente.....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>5</b>	<b>Individuazione nuove superfici scolanti .....</b>	<b>- 6 -</b>
<b>6</b>	<b>Valori curve di possibilità pluviometrica al variare del tempo di ritorno -</b>	<b>9 -</b>
<b>7</b>	<b>Risultati ottenuti mediante applicazione metodologia dettagliata .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>8</b>	<b>Stima del volume cumulato .....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>9</b>	<b>Stima del volume laminato – Verifica dei requisiti minimi .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>10</b>	<b>Volume minimo di accumulo da garantire .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>11</b>	<b>Opere idrauliche di progetto per l'invarianza.....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>12</b>	<b>Bacino di accumulo.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>13</b>	<b>Dimensionamento foro e tubazione di collegamento alla fognatura pubblica di scarico delle acque meteoriche.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>14</b>	<b>Tempi di svuotamento dei manufatti.....</b>	<b>- 15 -</b>

## 1 Premessa

Il presente progetto è stato redatto ai sensi del Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017 – Supplemento n.48 del 27/11/2017 e smi.

Ai sensi dell'art.3 del regolamento, le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano alla superficie del comparto interessato da una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione. Sulla base delle prescrizioni fornite dal R.R, sono soggetti al rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrogeologica gli interventi di:

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

La progettazione esecutiva degli interventi deve comprendere il progetto di invarianza idraulica ed idrologica redatto e firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione delle stime idrologiche e nei calcoli idraulici.

Nello specifico, ai sensi dell'art. 11 del regolamento, devono essere prodotti i seguenti elaborati:

1) Relazione tecnica: comprendente la soluzione progettuale di invarianza, delle opere di raccolta/convogliamenti/invaso/infiltrazione e scarico costituenti il sistema di raccolta delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore (o mediante dispersione nel terreno). Devono essere riportati i calcoli delle precipitazioni di progetto, del processo di laminazione negli invasi e dei tempi di svuotamento degli invasi.

2) Elaborato grafico: planimetrie, profili in scala adeguata, sezioni e particolari costruttivi.

Ciò premesso, sulla base delle indicazioni fornite dal Regolamento Regionale n.7/2017 e smi, la presente relazione di invarianza idraulica affronterà i seguenti approfondimenti idrologici ed idraulici:

- individuazione delle ipotesi di lavoro: aree scolanti, criticità idraulica, classe di intervento;
- definizione dei coefficienti  $\alpha$ ,  $n$  secondo i dati forniti da Idro Arpa Lombardia;
- calcolo del volume minimo di vaso mediante l'applicazione del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica;
- dimensionamento e verifiche idrauliche delle opere per l'invarianza (volumi minimi da garantire e stima tempi svuotamento dei manufatti).

## 2 Ubicazione ed inquadramento geografico

La presente relazione di invarianza idraulica è stata redatta per la realizzazione di un magazzino ad uso logistico con annessi uffici e servizi e relative opere di urbanizzazione, ricadente all'interno dell'ambito di trasformazione ATP 2 del Comune di Carbonara al Ticino.

Il nuovo magazzino in progetto sorgerà immediatamente a sud della Strada Provinciale SP 596 nel Comune di Carbonara al Ticino (PV) in provincia di Pavia.

Il lotto di terreno di progetto è identificato al Catasto Terreni al Foglio 12 – Mappali n° 145, 147, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 193, 195.

Si riporta di seguito un'ortofoto generale con individuazione dell'area in oggetto di studio.





### 3 Normativa e documenti di riferimento

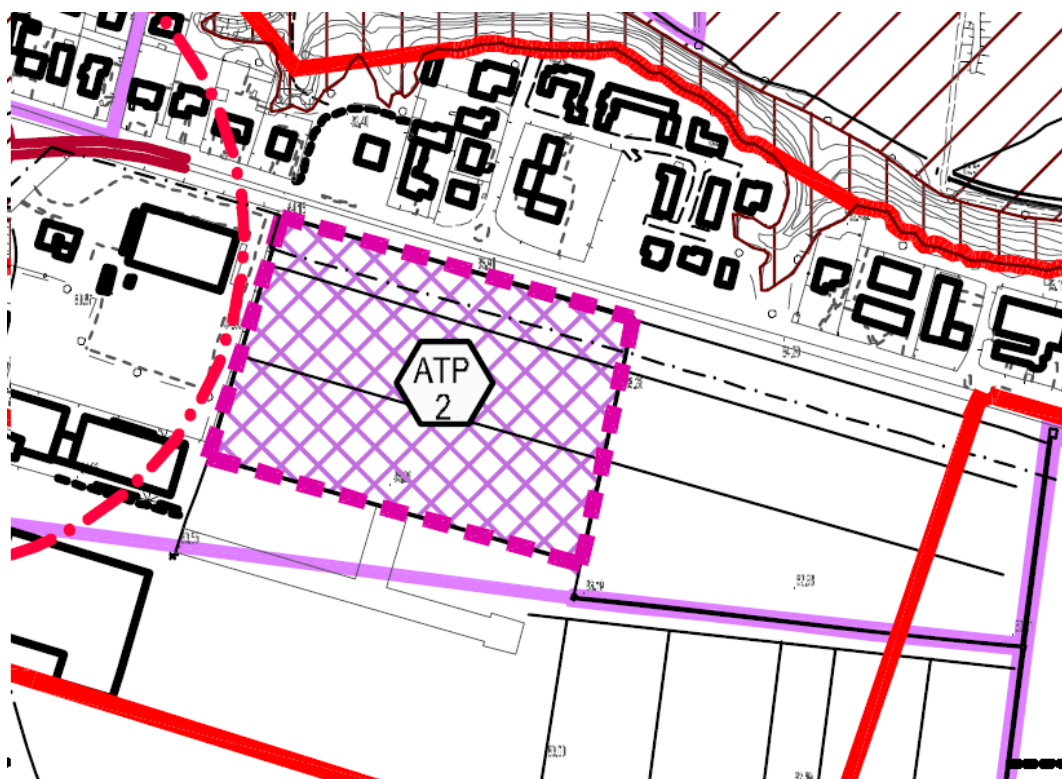
Il presente elaborato è stato redatto ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n.7, Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n.12 (Supplemento n.48 – lunedì 27 novembre 2017) e smi.

I documenti e gli strumenti cartografici consultati nell'ambito del presente studio al fine di approfondire le varie tematiche trattate sono i seguenti:

- [1] Documenti ed elaborati relativi al Piano delle Regole e al Documento di Piano del PGT vigente del Comune di Carbonara al Ticino (PV);
- [2] Elaborati di progetto (opere architettoniche e di urbanizzazione);
- [3] Strumenti di cartografia digitale della Regione Lombardia in materia di Territorio, Urbanistica e difesa del Suolo (PGT Web, Studi geologici Comunali, Geoportale della Regione Lombardia ecc);
- [4] ARPA Lombardia [www.idro.arpalombardia.it](http://www.idro.arpalombardia.it).

### 4 Inquadramento vincolistico da DdP del PGT vigente

Come viene riportato nell'estratto dal PGT del COMUNE DI CARBONARA AL TICINO (PV), l'area di intervento è individuata come ambito di trasformazione prevalentemente produttivo ATP 2.

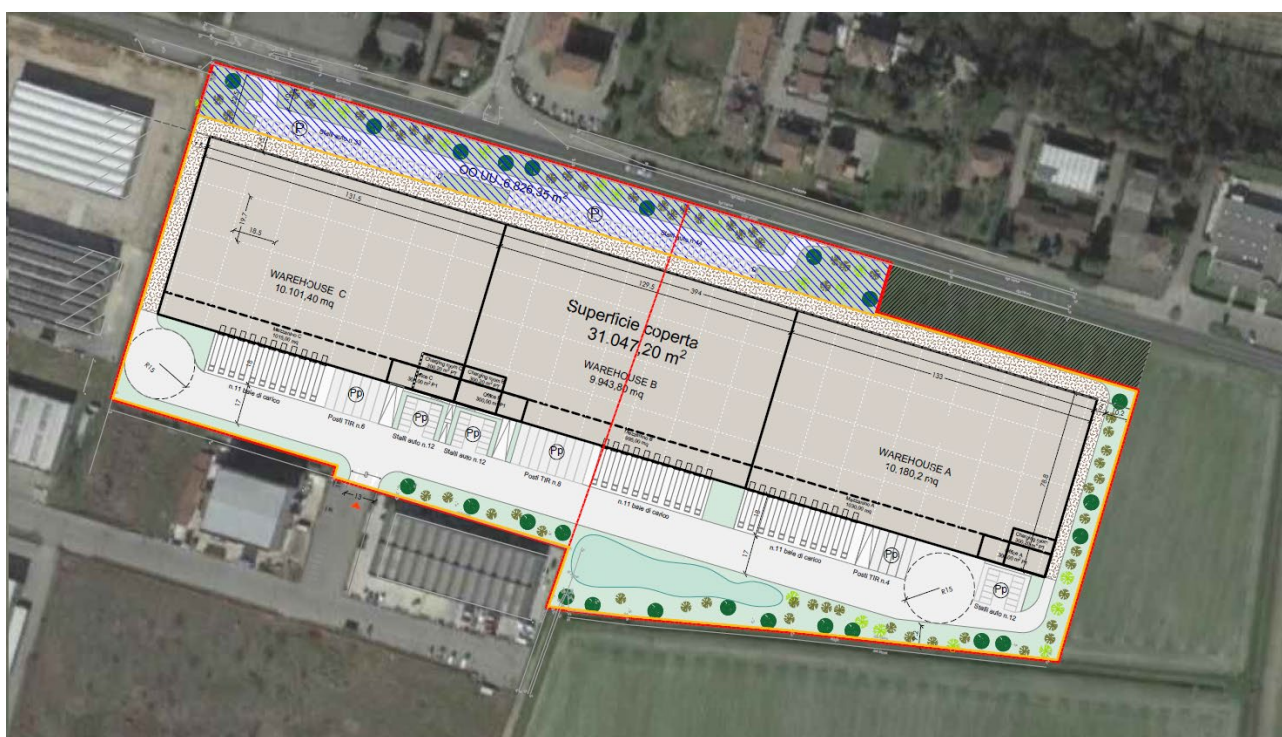


ESTRATTO DAL PGT - COMUNE DI CARBONARA AL TICINO (PV) - Ambito di trasformazione ATP 2

## 5 Individuazione nuove superfici scolanti

L'individuazione delle nuove superfici scolanti è stata eseguita sulla base delle tavole di progetto redatte per la richiesta del permesso di costruire e riassunte nelle tabelle seguenti, suddivise in opere private e opere pubbliche. Nel complesso la nuova superficie scolante di intervento sarà pari a  $S_{INTERVENTO} = 55.895,65 \text{ mq}$  per quanto riguarda le opere private e pari a  $S_{INTERVENTO} = 6.826,35 \text{ mq}$  per le opere pubbliche in cessione, le quali sono evidenziate con retino blu nella planimetria sottostante.

Preme sottolineare che il regolamento impone che la riduzione della permeabilità del suolo sia calcolata facendo riferimento alla permeabilità originaria del sito (quindi alla condizione preesistente all'urbanizzazione del comparto) e non alla condizione urbanistica precedente all'intervento (ex art.3, comma 4 del R.R), pertanto tutte le nuove superfici scolanti sono state stimate sulla base di tali prescrizioni.



Planimetria generale del lotto

### SUPERFICI IMPERMEABILI

- SUPERFICIE COPERTA MAGAZZINO = 31.047,20 mq
- S STRADE INTERNE + PARCHEGGI= 9.891,49 mq
- S STAZIONE DI POMPAGGIO = 110,62 mq
- S PIAZZALI BAIE E RAMPE = 3.213,84 mq
- S RAMPE UFFICI = 115,89 mq

TOTALE SUPERFICI IMPERMEABILI = 44.379,04 mq

### SUPERFICI PERMEABILI

- S AREE VERDI = 7.483,85 mq
- S STRADE DRENANTI = 4.032,76 mq

TOTALE SUPERFICI PERMEABILI = 11.516,61 mq

TOTALE SUPERFICIE FONDIARIA = 55.895,65 mq

Le superfici di progetto (coperture, piazzali, parcheggi e viabilità interna) saranno completamente impermeabili, pertanto, è stato considerato un coefficiente di deflusso  $C=1,0$ . Invece, per quanto riguarda le superfici permeabili adibite ad aree verdi è stato considerato un coefficiente di deflusso  $C=0,3$ .

Si ottiene una superficie impermeabile scolante pari a:

$$S \text{ IMPERMEABILE} = S \text{ INTERVENTO} \times C = 55.895,65 \times 0,86 = 47.834,02 \text{ mq}$$

$$= (47.8340,02 \text{ mq}) / (10.000 \text{ mq/ha}) = 4,78 \text{ ha IMPERMEABILE}$$

Per semplicità di esposizione, si è valutato opportuno distinguere le superfici scolanti come di seguito:

### Superfici scolanti di progetto con individuazione del coefficiente di deflusso e stima del coefficiente di deflusso medio ponderale

	Area intervento (mq)	Coeff. Deflusso (-)	Aree scolanti impemeabili (mq)
Sup. coperta magazzino	31.047,20	1	31.047,20
Sup. viabilità interna + parcheggi	9.891,49	1	9.891,49
Sup. strade interne drenanti	4.032,76	0,3	1.209,83
Sup. stazione di pompaggio	110,62	1	110,62
Sup. piazzali baie + rampe a raso	3.213,84	1	3.213,84
Sup. rampe uffici	115,89	1	115,89
Sup. aree verdi	7.483,85	0,3	2.245,16
	<b>55.895,65</b>	<b>0,86</b>	<b>47.834,02</b>

#### SUPERFICI IMPERMEABILI

- S STRADE + PARCHEGGI = 2.949,32 mq

TOTALE SUPERFICI IMPERMEABILI = 2.949,32 mq

#### SUPERFICI PERMEABILI

- S AREE VERDI = 3.877,03 mq

TOTALE SUPERFICI PERMEABILI = 3.877,03 mq

TOTALE SUPERFICIE FONDIARIA = 6.826,35 mq

Analogamente a quanto eseguito per le opere private, si riporta il calcolo per le aree delle opere pubbliche, cui si ottiene una superficie impermeabile scolante pari a:

$$S \text{ IMPERMEABILE} = S \text{ INTERVENTO} \times C = 6.826,35 \times 0,60 = 4.112,43 \text{ mq}$$

$$= (4.112,43 \text{ mq}) / (10.000 \text{ mq/ha}) = 0,41 \text{ ha IMPERMEABILE}$$

Per semplicità di esposizione, si è valutato opportuno distinguere le superfici scolanti come di seguito:

#### Superfici scolanti di progetto con individuazione del coefficiente di deflusso e stima del coefficiente di deflusso medio ponderale

	Area intervento (mq)	Coeff. Deflusso (-)	Aree scolanti impemeabili (mq)
Sup. viabilità + parcheggi	2.949,32	1	2.949,32
Sup. aree verdi	3.877,03	0,3	1.163,11
	<b>6.826,35</b>	<b>0,60</b>	<b>4.112,43</b>

Segue evidenziazione completa del calcolo di volume d'invaso, secondo procedura dettagliata (ai sensi del R.R. 7/2017 di R.L.) riguardante il magazzino situato lungo la SP 596 nel Comune di Carbonara al Ticino (PV).

**Si premette che il volume di accumulo che risulta dall'applicazione della procedura dettagliata è inferiore al volume minimo prescritto dal Regolamento e che quindi ai fini del dimensionamento delle opere è stato utilizzato il volume minimo prescritto dal Regolamento ai sensi dell'art.12 comma 2 del R.R.L. n.7/2017 e s.m.i.**

Ciò detto, la relazione contiene i calcoli idraulici eseguiti mediante procedura dettagliata che di seguito si riepilogano con esplicitazione dei passaggi analitici del calcolo.

### 5.1 Ipotesi di lavoro

- **Sito:** Comune di Carbonara al Ticino (PV);



- **Criticità idraulica alta:** tipo A (trattasi di un Piano Attuativo);
- **Scarico limite in corpo idrico esterno** (da autorizzarsi)  $U_{lim}=10$  l/s  $h_{impermeabile}$  (art. 8 comma 1 lettera a del R.R.);
- **Classe di intervento 3** “impermeabilizzazione potenziale alta” con superficie interessata dall'intervento  $1,0 \text{ ha} \leq S \text{ INTERVENTO} \leq 10,0 \text{ ha}$  ( $S_{INTERVENTO} = 5,589 \text{ ha}$ ) e con coefficiente di deflusso medio ponderale  $>0,4$  ( $C=0,86$ ) (art.9, tabella 1 del regolamento);
- **Coefficiente di deflusso medio ponderale:**  $C=0,86$  per “superficie fondiaria”;
- **Modalità di calcolo:** “Procedura di calcolo dettagliata” (art.11, comma 2);
- **Requisito minimo** delle misure di invarianza idraulica ed idrologica per le aree ad alta criticità A:  $800 \text{ mc/ha}_{impermeabile}$  (art.12, comma 2, lettera a).

Tali ipotesi di lavoro si fondano sulle indicazioni fornite dalla tabella 1 del R.R.7/2017 e sull'Allegato C, di seguito riportati:

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,01 \text{ ha} (\leq 100 \text{ mq})$	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha} (\leq 1.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha} (\leq 1.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		$da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha} (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$	qualsiasi		
		$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha} (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha} (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		$> 10 \text{ ha} (> 100.000 \text{ mq})$	qualsiasi		

Tabella 1 Stralcio immagine tabella 1 del R.R.7/2017 con individuazione della modalità di calcolo in funzione degli ambiti territoriali e della classe di intervento

## 6 Valori curve di possibilità pluviometrica al variare del tempo di ritorno

L'elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica è stata eseguita utilizzando i dati forniti dal portale di Arpa Regione Lombardia – applicativo SIDRO ([idro.arpalombardia.it](http://idro.arpalombardia.it)) il quale permette di costruire, mediante l'utilizzo di un foglio

di calcolo, le linee segnalatrici di pioggia per i vari tempi di pioggia e per i diversi tempi di ritorno  $T_r$ .

La parametrizzazione delle linee segnalatrici (di seguito LSPP) sviluppata da Arpa Lombardia utilizza la distribuzione di probabilità del valore estremo a tre parametri, la General Extreme Value (GEV), considerata analiticamente più appropriata rispetto alla distribuzione di Gumbel (a due parametri) per la descrizione statistica. Il foglio di calcolo Excel utilizzato, facilmente reperibile dal sito citato in precedenza, è stato redatto da Arpa Lombardia in collaborazione con il Politecnico di Milano e descrive il modello di previsione delle precipitazioni (modellazione statistica) di forte intensità e breve durata.

Per lo studio in esame si è fatto riferimento alle curve che considerano l'intervallo di tempo 1-24 h poiché si vuole valutare l'altezza di pioggia per il tempo di precipitazione che mette in crisi il bacino, che, secondo le ipotesi del modello razionale, coincide proprio con il tempo di corrivazione. Per tempo di corrivazione di un punto del bacino si intende il tempo necessario affinché la goccia d'acqua caduta in quel punto possa raggiungere la sezione di chiusura del bacino considerato.

La formula generale per il calcolo dell'altezza di pioggia secondo la distribuzione GEV assume la seguente forma:  $h_T(D) = a_1 \cdot w_t \cdot D^n$

Dove sono indicati con:

$a_1$  = coefficiente pluviometrico orario

$n$  = coefficiente di scala

$D$  = durata evento.

Il fattore di crescita viene determinato applicando a scala regionale il modello probabilistico del valore estremo, ossia ipotizzando per la variabile aleatoria  $w_t$  la distribuzione a tre parametri:  $w_t = \varepsilon + \alpha/k \{1 - [\ln(T/(T-1))]^k\}$

Dove:

$T$  = tempo

$\alpha$  = parametro di scala

$k$  = parametro di forma

$\varepsilon$  = parametro di posizione.

Tutti i valori dei parametri sopra citati, anch'essi facilmente reperibili nel portale cartografico, fanno riferimento al sito in oggetto. I valori ottenuti per un  $T_r=50$  anni (da utilizzarsi per dimensionamento delle opere) sono:

- $a = 55.5 \text{ mm/h}^n$ ;
- $n = 0.2985$ .

Una volta ottenuti i dati sopra elencati, essi vengono inseriti nel foglio di calcolo delle LSPP 1 - 24 ore (fornito da Arpa) e si ottengono le seguenti informazioni:

- parametri pluviometrici per il comune di Carbonara al Ticino (PV);
- precipitazioni previste al variare della durata e dei tempi di ritorno;
- linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP 1 -24 ore);
- altezze di pioggia al variare della durata dell'evento intenso.

## **7 Risultati ottenuti mediante applicazione metodologia dettagliata**

L'art.11 comma 2 del Regolamento Regionale 7/2017 e smi indica la metodologia di calcolo dell'invarianza idraulica ed idrologica per il rispetto dei limiti di scarico in caso di interventi di impermeabilizzazione potenziale media o alta ricadenti negli ambiti territoriali di criticità media o alta (come nel caso in esame). Inoltre, fornisce indicazioni in merito alla redazione del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, per il quale devono essere assunti i seguenti valori di tempo di ritorno:

- $Tr=50$  anni: da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse;
- $Tr=100$  anni: da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate o per il dimensionamento e la verifica di eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati.

Secondo quanto riportato nell'Allegato G del R.R, la procedura di calcolo dettagliata prevede di computare in dettaglio la trasformazione afflussi – deflussi di laminazione in progetto mediante la costruzione dello ietogramma di progetto tipo Chicago. Si tratta di uno ietogramma di progetto ad intensità variabile la cui principale caratteristica consiste nel fatto che per ogni durata, anche parziale, l'intensità media della precipitazione è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica.

Rispetto ad uno ietogramma costante, quello di Chicago rappresenta il picco di intensità, le precipitazioni antecedenti e seguenti il picco ed i volumi totali. Il picco può essere posizionato arbitrariamente all'inizio dell'evento, alla fine o in punto intermedio. Lo ietogramma Chicago è rappresentato dalle seguenti equazioni, funzioni del tempo e della posizione del picco:

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{r \cdot t_p - t}{r}\right)^{n-1} \text{ per } t < r \cdot t_p \text{ (prima del picco)}$$

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t - r \cdot t_p}{1-r}\right)^{n-1} \text{ per } t > r \cdot t_p \text{ (dopo il picco)}$$

Dove:

- $n = 0.2985$  per durata  $D \geq 1$  (dati forniti da Idro Arpa Lombardia);
- $a = a_1 \times w_t (Tr=50 \text{ anni}) = 25.74 \times 2.15635 \approx 55.5 \text{ mm/ora}^n$  (dati forniti da Idro Arpa Lombardia, validi per  $Tr=50$  anni: da utilizzarsi per dimensionamento delle opere);
- $r=0.5$  posizione del picco;
- $t$ = tempo espresso in ore (durata evento, maggiore del tempo di corrivazione della rete drenante).

Il parametro  $r$  ( $0 \leq r \leq 1$ ) rappresenta la posizione relativa del picco: il picco di intensità è posto ad un tempo  $r \cdot t_p$  dopo l'istante di inizio della pioggia: in questo caso la posizione di picco è stata posta a  $r=0.5$ .

Lo ietogramma Chicago discretizzato è stato realizzato considerando un passo temporale pari a  $t = \Delta t + 1/60$  e l'intensità di pioggia mediante l'applicazione della formulazione Chicago con picco a 0.5.

Per la modellazione dell'idrogramma si è fatto riferimento alla tipica formulazione razionale, rappresentata dalla seguente equazione:

$$Q = (C \times A \times i) / (1000)$$

Dove:

- $Q$ =portata [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];
- $C$ = coefficiente di deflusso [-];
- $A$ = superficie intervento [ $\text{m}^2$ ];
- $i$ = intensità di pioggia per ogni passo di tempo ( $t = \Delta t + 1/60$ ) [ $\text{mm}/\text{s}$ ].

## 8 Stima del volume cumulato

Il volume cumulato è stato stimato per ogni intervallo di tempo mediante l'applicazione della seguente equazione:

$$V_{\text{cumulato}} = (Q_n + Q_{n+1}) / 2 \times (t_n - t_{n+1})$$

Il volume complessivo entrante nell'invaso è pari a  **$V_{\text{METODOLOGIA DETTAGLIATA PRIVATO}} = 1.747,81 \text{ mc.}$**

Il volume complessivo entrante nell'invaso è pari a  **$V_{\text{METODOLOGIA DETTAGLIATA PUBBLICO}} = 116,16 \text{ mc.}$**

## 9 Stima del volume laminato – Verifica dei requisiti minimi

Dall'applicazione di cui all'articolo 12, comma 2 e comma 3 del Regolamento Regionale, considerando la superficie di intervento ( $S_{\text{INTERVENTO}} = 5,589$  ha) ed un coefficiente di deflusso medio ponderale ( $C = 0,86$  e  $C = 0,60$ ) si adotta un invaso di volume minimo pari a:

$$V_{\text{REQUISITO MINIMO}} = (800 \text{ m}^3/\text{haIMP} \times S_{\text{INTERVENTO}} \text{ haIMP} \times C)$$

dove  $800 \text{ m}^3/\text{haIMP}$  è il valore parametrico da utilizzare per gli interventi ad alta criticità A (ex art.12, comma 2 lettera a).

Si ottiene un volume di invaso totale pari a  $V_{\text{REQUISITO MINIMO PRIVATO}} = 3.826,72 \text{ m}^3$

Si ottiene un volume di invaso totale pari a  $V_{\text{REQUISITO MINIMO PUBBLICO}} = 328,99 \text{ m}^3$

## 10 Volume minimo di accumulo da garantire

Dalle analisi precedenti risulta che il volume minimo di accumulo da adottare è pari a  $V_{\text{REQUISITO MINIMO}} = 3.826,72 \text{ m}^3$  per le opere private e pari a  $V_{\text{REQUISITO MINIMO}} = 328,99 \text{ m}^3$  per le opere pubbliche, derivante dall'applicazione della metodologia che restituisce il valore massimo tra:

$$V_{\text{INVASO MINIMO DA GARANTIRE}} = \max \{V_{\text{REQUISITO MINIMO}}; V_{\text{METODOLOGIA DETTAGLIATA}}\}$$

## 11 Opere idrauliche di progetto per l'invarianza

In linea con la conformazione dell'area di intervento, nonché sulla base delle richieste della Committenza, si prevede la realizzazione di un sistema di gestione delle acque bianche così composto:

- pozzetti con chiusini o caditoie carrabili per traffico pesante in CAV (raccolta caditoie, derivazione ed ispezione della rete);
- tubazioni in CAV con diametri variabili e pendenze comprese tra  $0,2 \div 0,3\%$  per convogliamento dei pluviali al bacino;
- bacini di invaso permeabili;
- stazioni di sollevamento.

Nel presente caso si è deciso di verificare come opera di invarianza una vasca di laminazione permeabile con dispersione nel terreno per quanto riguarda le opere private e una trincea drenante per quanto riguarda le opere pubbliche.



## 12 Bacino di accumulo

Premesso che allo stato attuale il piano campagna è posto a quota relativa +0.00 m, per consentire l'ingresso di tutte le tubazioni di progetto, si stima un tirante massimo pari a 2,20m dal fondo bacino.

Vista la particolare forma, per la stima del volume di invaso è stata utilizzata la seguente formula, valida per qualsiasi tronco di piramide:

$$V = \frac{(S_B + S_b + \sqrt{S_B S_b}) \times h}{3}$$

Dove, per le opere private:

- SB= 2.518,91 mq superficie di base maggiore;
- Sb= 1.310,27 mq superficie di base minore;
- h=2,20 m altezza utile.

Mentre per le opere pubbliche, si considera un volume dato dal tronco di piramide dello scavo, considerando una tubazione in c.a. Ø800 mm che si estende per una lunghezza di circa 217 m:

- SB= 777,90 mq superficie di base maggiore;
- Sb= 356,46 mq superficie di base minore;
- h=1,80 m altezza utile.

Dall'equazione sopra riportata si stima un volume di invaso del bacino pari a **V<sub>BACINO TOTALE PRIVATO</sub> = 4.140,32 m<sup>3</sup>** e **V<sub>BACINO TOTALE PUBBLICO</sub> = 996,57 m<sup>3</sup>**, pari alla superficie del bacino di laminazione delle acque disponibile sul lotto di progetto, come da planimetria allegata.

Restando a favore di sicurezza non viene considerato il volume d'acqua che può essere contenuto all'interno delle tubazioni di scarico delle acque e dei pozzetti.

In ogni caso il volume d'acqua totale che può essere contenuto all'interno del bacino di laminazione è maggiore al volume di invaso minimo da garantire da normativa.

## 13 Dimensionamento foro e tubazione di collegamento alla fognatura pubblica di scarico delle acque meteoriche

Premesso che il progetto prevede un unico punto di scarico, previo allaccio alla fognatura pubblica delle acque meteoriche, segue il dimensionamento del manufatto di scarico della totalità delle acque meteoriche raccolte nei bacini di laminazione dell'area privata.

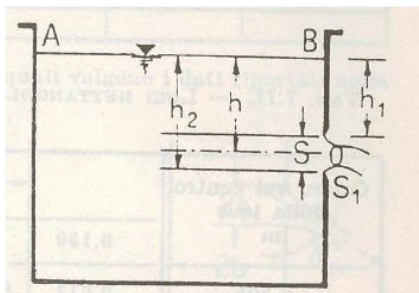
Il progetto prevede l'utilizzo di un unico pozzetto di regolazione, dimensionato per il deflusso di una portata complessiva scaricata pari a 10 l/s \* ettaro = **47,83 l/s**, provvisto di setto/paratia (non rimovibile) con foro a bocca tassata di diametro 120 mm, dotato di griglia per impedirne l'intasamento e di zone per il deposito del sedime.

Utilizzando la consueta formula della foronomia (sotto riportata) delle luci circolari sotto battente, segue il calcolo della portata massima per il diametro di progetto di 120 mm:

$$Q = \mu * S * (2 g h)^{0.5} = 0,040305 \text{ mc/s} = 40,30 \text{ l/s} < Q_{\text{lim}} = 47,83 \text{ l/s} \text{ verifica portata scaricata}$$

Dove:

- $\mu = 0.60$  coefficiente
- $S = 0,01130973 \text{ mq}$  area foro diametro 120 mm
- $g = 9.80 \text{ m/s}^2$  accelerazione gravità
- $h = 1,80 \text{ m}$  carico idraulico di S pari alla distanza tra il pelo libero e il baricentro della luce di passaggio



Luce a battente libera

Il bacino si svuoterà mediante una tubazione in PVC di diametro interno minimo stimato pari a 0,12 m: visto il ridotto diametro e al fine di evitare possibili fenomeni di intasamento e ostruzione della tubazione in uscita, prevedere la strozzatura di un tubo di diametro maggiore sempre nel rispetto delle massime portate ammissibili in rete.

## 14 Tempi di svuotamento dei manufatti

Il R.R. 7/2017 e smi. all'art. 11, comma 2, lettera f) prevede che "per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile".

La massima portata ammissibile in rete viene calcolata sulla base delle prescrizioni fornite da R.R. ponendo  $u_{\text{LIM}} = 10 \text{ l/s}$  per haIMP (ex art.8, comma 1, lettera a del regolamento).

$$Q_{\text{LIM PRIVATO R.R.}} = u_{\text{LIM}} \times \text{SINTERVENTO} \times C = 10 \text{ l/s/ha} \times 5,589 \text{ ha} \times 0,86 = 47,83 \text{ l/s} = 172,18 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{LIM PUBBLICO R.R.}} = u_{\text{LIM}} \times \text{SINTERVENTO} \times C = 10 \text{ l/s/ha} \times 0,682 \text{ ha} \times 0,60 = 4,11 \text{ l/s} = 14,79 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dal rapporto tra il volume di invaso e la massima portata ammissibile in rete esistente si ottiene che i manufatti si svuotano in un tempo stimato pari a 22,22 ore per le opere private e 22,24 ore per le opere pubbliche:

$$T \text{ SVUOTAMENTO MANUFATTI} = V \text{ REQUISITO MINIMO} / Q_{\text{LIM R.R.}}$$

$$= 3.826,72 \text{ m}^3 / 172,18 \text{ m}^3/\text{h} \approx 22,22 \text{ ore} < 48 \text{ ore}$$

= 328.99 m<sup>3</sup> / 14,79 m<sup>3</sup>/h ≈ 22,24 ore < 48 ore

VERIFICATO

Verona, 21.11.2023

Ing. Stefano Barbi

