
Comune MASSALENGO

Provincia LODI

Committente Imballaggi Protettivi S.r.l.

Oggetto Ampliamento di fabbricato produttivo in
Comune di Massalengo (LO)
**Relazione sull'invarianza idraulica ai sensi
del R.R. n.7/2017 e del R.R. n. 8/2019 –
REV01**

Data 13 aprile 2022

Responsabile e
referente Ing. Laura Pezzoni

F.to digitalmente ex art.
24, D.Lgs. n. 82/05



Operatori Ing. Cesare Vasini

calcolo idraulico

Direttore Tecnico Ing. Laura Pezzoni

GEOLAMBDA

Engineering S.r.l.

Sede operativa: via A. Diaz, 22 – 26845 Codogno (LO)
tel. e fax (+39).0377.433021

www.geolambda.eu – pec:
geolambda@geolambda.viapec.it
e-mail: laura.pezzoni@geolambda.it

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE DELL' AREA.....	4
3. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017 E N.8/2019.....	5
3.1 Classificazione degli interventi e modalità di calcolo	5
3.2 Calcolo delle precipitazioni di progetto	6
3.3 Dimensionamento dei volumi di laminazione con il “Metodo delle sole piogge”	8
4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA	10
4.1 Dimensionamento del sistema di laminazione.....	12
4.2 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2	12
4.3 Calcolo del tempo di svuotamento.....	13
5. ALLEGATI.....	13

1. PREMESSA

La scrivente Società è stata incaricata di predisporre la relazione tecnica ai sensi dell'art. 10 del R.R. n. 7/2017 e R.R. n. 8/2019 relativamente al progetto di ampliamento di un fabbricato produttivo sito in Comune di Massalengo (LO). La presente relazione ha lo scopo di descrivere la soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque meteoriche fino al punto terminale di scarico in pubblica fognatura.

Inoltre, verranno fornite le informazioni relative a:

- calcolo delle precipitazioni in progetto;
- calcoli del processo di infiltrazione nelle aree e strutture a ciò destinate e relativi dimensionamenti;
- calcolo del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
- calcolo del tempo di svuotamento dei volumi invasati.

La presente relazione e i relativi calcoli sono eseguiti sulla documentazione progettuale resa disponibile dallo Studio Assistudio S.r.l. e sulla Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP 1 – 24 ore) riferita agli eventi di pioggia di Massalengo (tratta dall'archivio informatico dell'ufficio idrografico dell'A.R.P.A. Lombardia), utilizzando un tempo di ritorno di 50 anni per i calcoli relativi al rispetto dell'invarianza idraulica e di 100 anni per la verifica.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto di intervento è ubicata nel quadrante sudorientale del territorio del Comune di Massalengo. Catastralmente l'area di intervento è identificata al Foglio 7, Mappali 769, 771 sub 701. Di seguito si riporta l'estratto fotogrammetrico dell'area in esame.



Figura 1: Ubicazione dell'area di intervento (tratta da: Google Earth).

3. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017 E N.8/2019

3.1 Classificazione degli interventi e modalità di calcolo

Ai fini dell'individuazione delle modalità di calcolo definite dall'art.9 del R.R. n. 7/2017 e n. 8/2019, sono stati definiti:

- la tipologia di area: il Comune di Massalengo ricade in **area B** definita “a media criticità idraulica” in consonanza a quanto disposto all'art. 7 c.5 del R.R. n.7/2017 e n.8/2019;
- le superfici interessate dall'intervento: riassunte in Tabella 1;
- il coefficiente d'afflusso medio ponderale: valutato suddividendo le superfici nelle tre categorie ai sensi dell'art.11 comma 2 punto d, pari a **1**.

tipologia superficie	superfici in progetto (m ²)	coefficiente d'afflusso
Superficie tot	834,58	
Aree impermeabili	834,58	1
Aree semi-drenanti	0,00	0,7
Aree verdi	0,00	0,3
Coefficiente d'afflusso medio ponderale		1,00

Tabella 1: Superfici in progetto e calcolo del coefficiente di afflusso.

- il valore della portata meteorica ammissibile scaricabile nel **recettore finale** (U_{lim}): applicando il valore per le aree B di 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, la quale risulta: $20 \text{ l/(s ha)} \times 0,0834 \text{ ha} \times 1,00 \approx \mathbf{1,67 \text{ l/s}}$.

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

Tabella 2: Tabella 1 art 9 del R.R. n. 8/2019.

Le modalità di calcolo da applicare sono definite nella tabella 1 dell'art.9 del R.R. n. 8/2019, da cui si evince che il caso in esame ricade in **classe di intervento 2 “impermeabilizzazione potenziale media”** per cui deve essere adottato il “Metodo delle sole piogge”.

3.2 Calcolo delle precipitazioni di progetto

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto sono stati ricavati da ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it>) per la località in oggetto e sono riportate nelle figure seguenti.

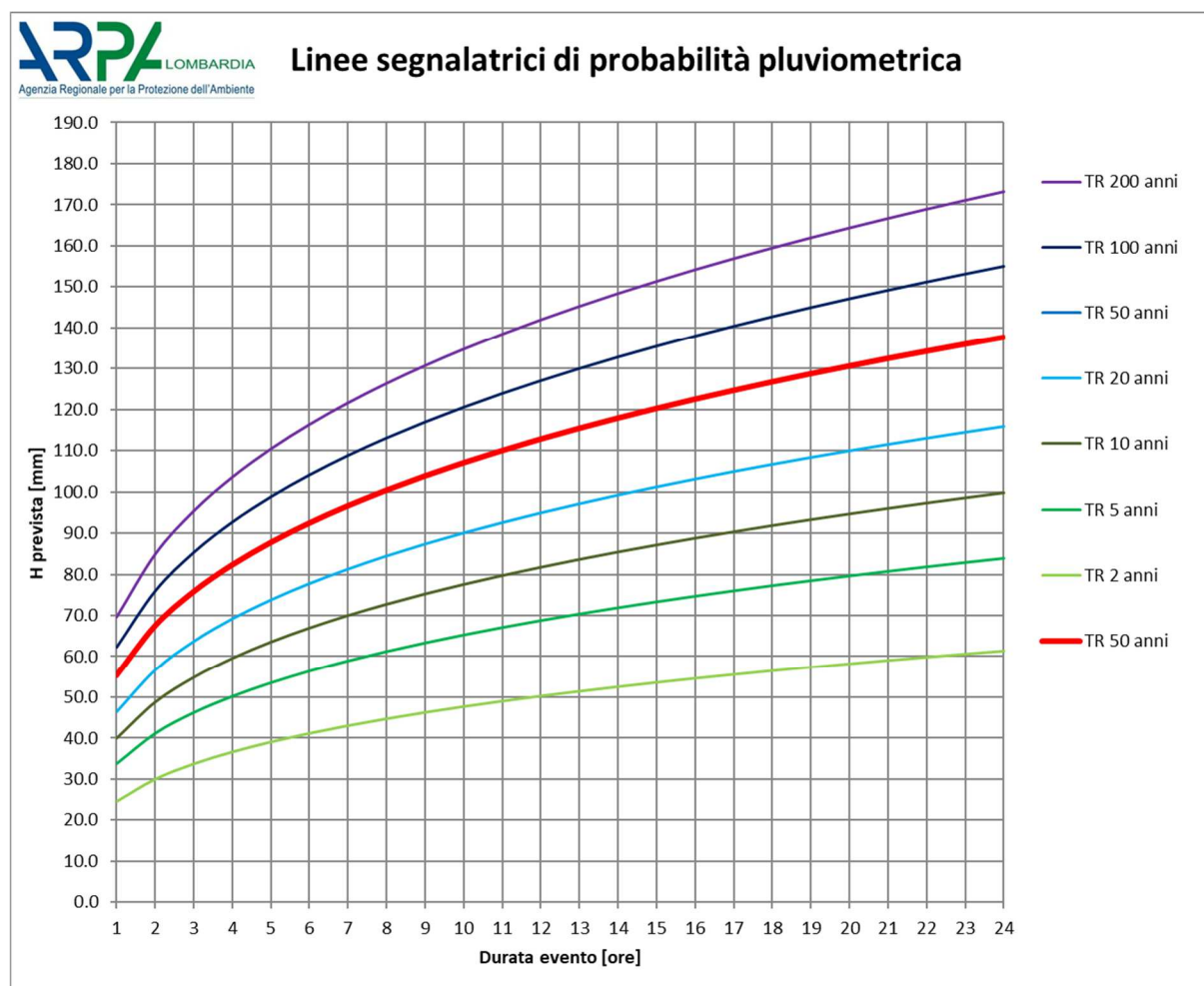


Figura 2: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-24 h, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

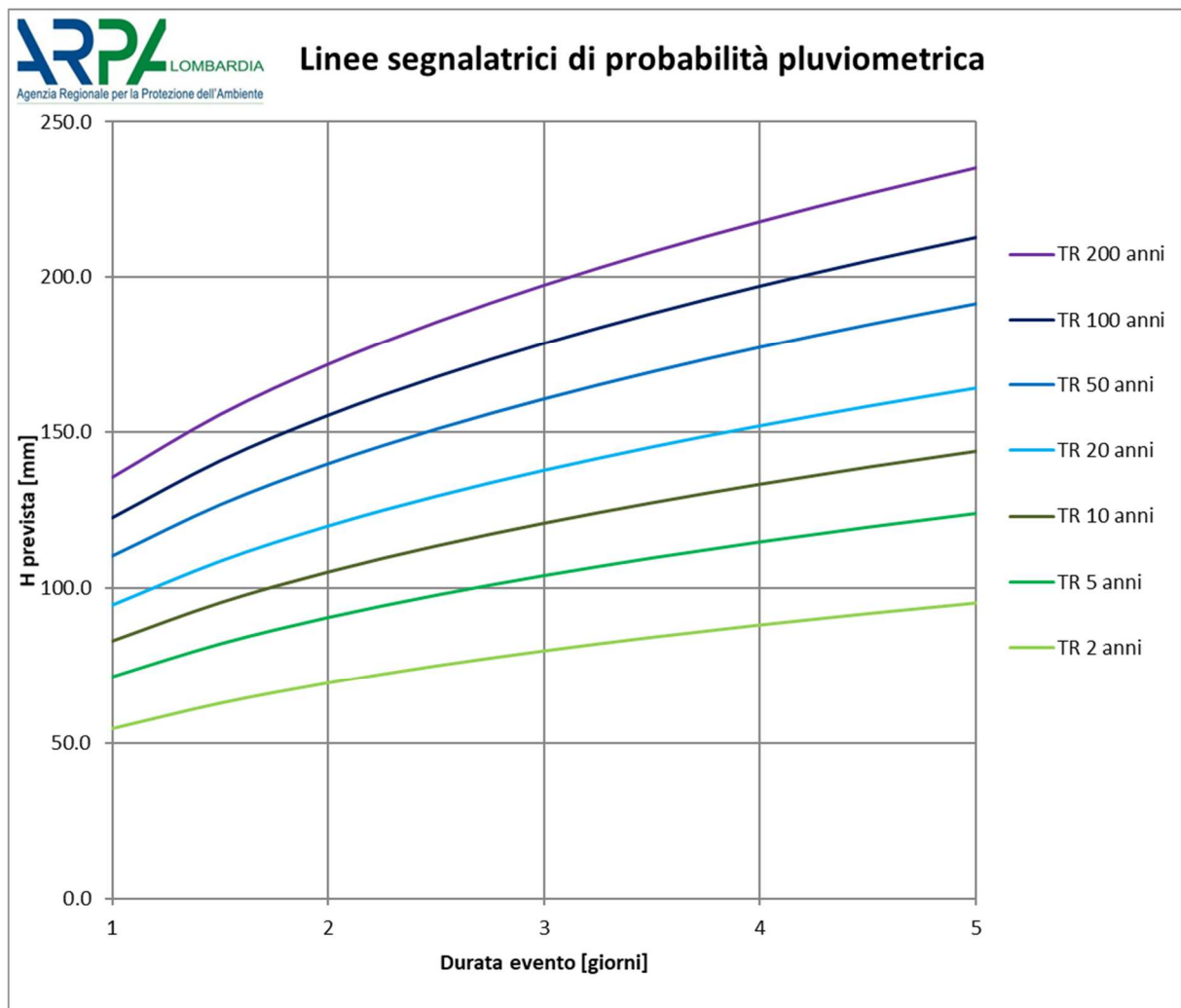


Figura 3: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-5 giorni, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

Le curve sono espresse nella forma:

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

con

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

In cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T , n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ε , k sono parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Di seguito si riportano i parametri delle curve poste a base del calcolo:

curva 1-24 h		curva 1-5 g	
A1 – Coefficiente pluviometrico orario	26,74	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	19,75
N – Coefficiente di scala	0,2870	N – Coefficiente di scala	0,3431
W50 – Tempo di ritorno 50 anni	2,0693	W50 – Tempo di ritorno 50 anni	1,8747
W100 – Tempo di ritorno 100 anni	2,3300	W100 – Tempo di ritorno 100 anni	2,0849
GEV – parametro alpha	0,2804		
GEV – parametro kappa	-0,0674		
GEV – parametro epsilon	0,8178		

Tabella 3: Parametri delle curve ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

3.3 Dimensionamento dei volumi di laminazione con il “Metodo delle sole piogge”

Nel caso di “impermeabilizzazione potenziale media”, come nel caso in esame, è stato adottato il “Metodo delle sole piogge”, il quale si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del R.R. 8/2019 riportati nel paragrafo precedente (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_{1WT}$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

- l'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del R.R. 8/2019 o alla portata

infiltrabile, qualora si optasse per sistemi di dispersione al suolo. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico o la portata specifica infiltrabile.

Sulla base di tali ipotesi semplificative 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.

Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{lim} \cdot D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra tali curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_w critica per la laminazione.

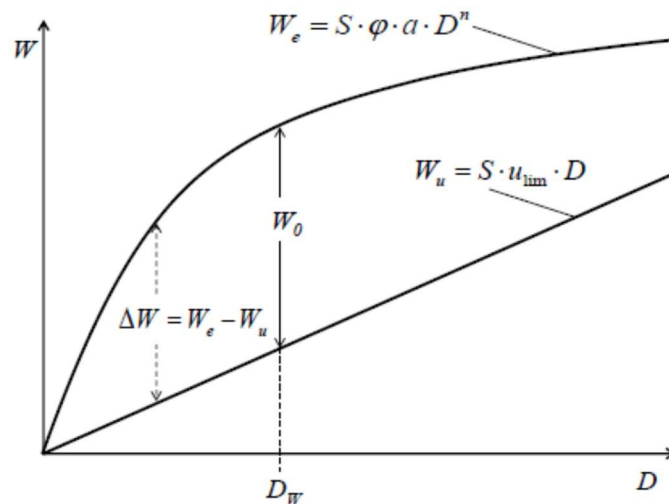


Figura 4: Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_w e del corrispondente volume critico W_0 di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.

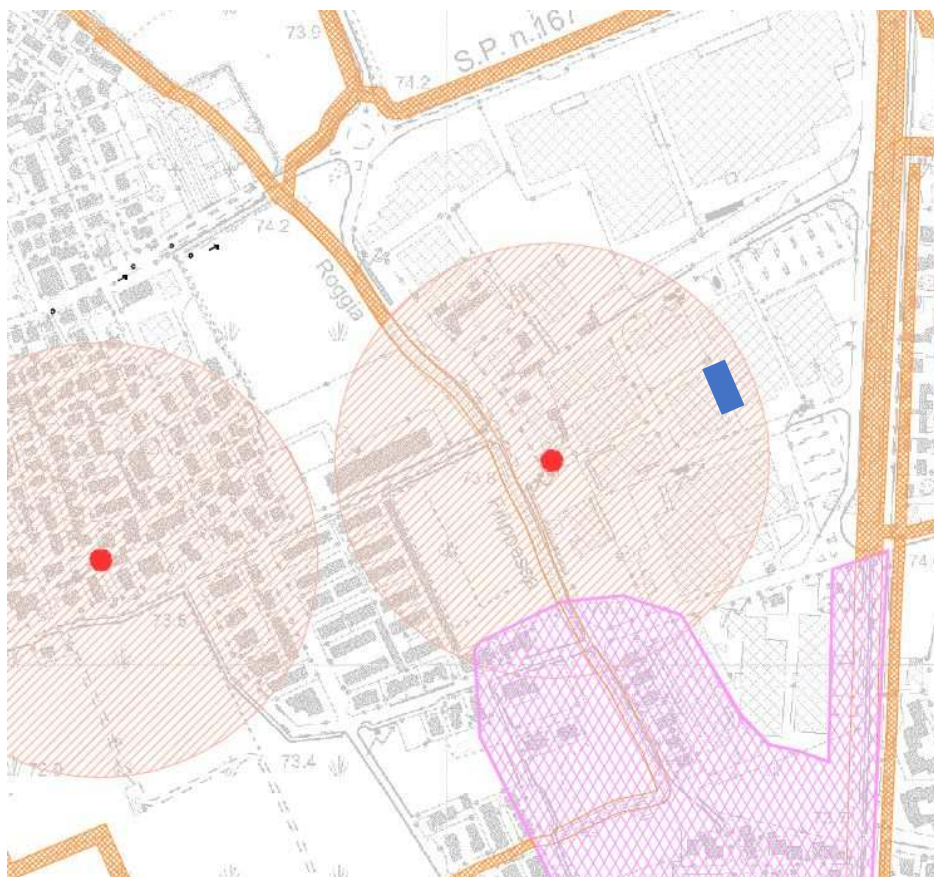
Esprimendo matematicamente la condizione di massimo e considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, si ottengono le seguenti formule che sono state utilizzate per il calcolo del massimo volume di laminazione:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$
$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

In ottemperanza alle disposizioni contenute all'art. 5 punto 1, e perseguendo l'obiettivo di favorire il controllo e la gestione delle acque meteoriche mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso, si è proceduto in prima battuta a verificare la possibilità di infiltrare le acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

Dalle indagini è emerso che l'area oggetto di intervento ricade nella zona di rispetto di 200 m dei pozzi ad uso idropotabile e pertanto è espressamente vietata l'infiltrazione nel suolo delle acque meteoriche.



La carta dei VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA riporta le limitazioni d'uso del territorio derivante da normative in vigore di contenuto prettamente geologico. In particolare nella carta devono essere riportati i vincoli previsti da :

1. Piani stralcio di bacino (fasce fluviali e assetto idrogeologico) e quadro di dissesto riferito dal SIT regionale: l'intera superficie di Massalengo è esterna al territorio considerato dai piani di bacino e quindi sono assenti vincoli di tale origine.

2. Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), che costituisce un aggiornamento e un'estensione di quanto al punto 1.
 Nel caso di Massalengo il PGRA individua un'area di 5,9 ettari principalmente tra via San Colombano via Salvator Allende e C.na Mottina, con pericolosità elevata e media (P3/H e P2/M), che non trova riscontro nelle conoscenze storiche dei fenomeni di allagamento, mentre un'area adiacente a ovest è stata coinvolta a novembre 2014 e ottobre 2019 da esondazioni generate dalla roggia Filipessa. I vincoli istituiti per l'area segnalata dal PGRA si ritiene debbano essere estesi anche alle aree preliminarmente individuate a seguito degli episodi sopra richiamati, dove trovano applicazione le prescrizioni della classe 3C di fattibilità.

3. Vincoli di polizia idraulica del reticolo idrico di competenza del consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana posti in applicazione del Regolamento Regionale 8 febbraio 2010, n. 3. Per il colatore Muzza il vincolo è ai sensi del RD 523/1904.

4. Art. 94 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 concernente le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso potabile.
 La presenza dei due pozzi al servizio dell'acquedotto comporta la definizione intorno agli stessi delle aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela assoluta di 10 metri di raggio e zone di rispetto di 200 m di raggio.

Figura 5: Estratto della Tav. 7 - Carta dei Vincoli di carattere Geologico contenuta nel P.G.T. del Comune di Massalengo. Nel rettangolo blu è indicata l'area interessata dall'intervento.

Pertanto, è stata esclusa ogni tipo di opera che preveda la dispersione al suolo delle acque meteoriche, prevedendo il recapito delle stesse in pubblica fognatura. Il volume di laminazione da realizzare sarà quindi composto da una vasca a tenuta con svuotamento garantito da un sistema di sollevamento.

4.1 Dimensionamento del sistema di laminazione

Il criterio adottato per il dimensionamento della vasca di laminazione è il già esposto metodo delle sole piogge, che considera come portata in uscita Q_u la portata limite imposta dal Regolamento, ovvero 1,67 l/s come già richiamato nel Paragrafo 3.1.

Utilizzando pertanto i dati descritti nei paragrafi precedenti e le formule sopra riportate, sono risultati i seguenti volumi di laminazione.

Q_{lim} (l/s)	1,67	Q_{lim} (l/s)	1,67
D_w (ore) (curva 1-24 h)	3,01	D_w (ore) (curva 1-5 g)	2,46
W_0 (m ³) (curva 1-24 h)	45,17	W_0 (m ³) (curva 1-5 g)	27,54

Tabella 4: risultati dei calcoli con il metodo delle sole piogge.

Essendo la durata (D_w) risultata inferiore alle 24 h, il dato da considerare corretto è quello relativo alla curva 1-24 h, quindi **il volume di laminazione di progetto risultante** dal calcolo con il metodo delle sole piogge è di **46 m³**. Tale volume risulta maggiore del requisito minimo previsto dall'articolo 12, comma 2; esso infatti sarebbe pari a 500 m³/ha_{imp}, ovvero 41,7 m³.

Per i particolari relativi alla vasca di laminazione si rimanda agli elaborati grafici dei Progettisti.

4.2 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2

Ai fini della verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2 del R.R. n. 8/2019, di seguito si riporta la verifica del grado di riempimento del sistema di invaso per evento di pioggia con tempo di ritorno $T = 100$ anni.

Come in sede di dimensionamento si è adottato il metodo delle sole piogge, in questo caso però il tempo di ritorno delle piogge è stato assunto di 100 anni.

$$a(T = 100) = A_1 W_{100} = 62,30 \text{ (mm)}$$

La durata critica dell'evento è in questo caso pari a 3,5 ore, mentre il volume critico ΔW risulta pari a 53,3 m³. Essendo 53,3 m³ il volume necessario per far fronte ad un evento meteorico con $T = 100$ anni, e avendo previsto in sede di dimensionamento un volume di circa 46 m³, si ritiene che il sistema

di laminazione non sia verificato per eventi pluviometrici con $T = 100$ anni, a meno di non prevedere un sovradimensionamento rispetto a quanto risultato dal metodo delle sole piogge.

4.3 Calcolo del tempo di svuotamento

In funzione della portata limite allontanata dal sistema Q_{lim} , il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento a partire dal volume calcolato per rispettare il regolamento (W_{acc}) è dato dalla seguente formula:

$$t_{svuotamento} = \frac{W_{acc}}{Q_{lim}}$$

Nel caso in esame: $W_{acc} = 46 \text{ m}^3$ $Q_{lim} \approx 1,67 \text{ l/s} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$

Il tempo di svuotamento risulta di circa **7,5 h** < delle 48 h imposte dall'art.11 c. 2 lettera f) del R.R. 8/2019.

5. ALLEGATI

- Allegato 01: Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento (Allegato E).

ALLEGATO 01

Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà

(art. 47 DPR 28 dicembre 2000 n. 445)

La sottoscritta Laura Pezzoni, nata a Codogno (LO), il 21/02/1977, residente a Orio Litta (LO), Via G. Leopardi n. 1, iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lodi al n. 434, incaricata da Assistudio S.r.l. a redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'ampliamento di un fabbricato produttivo, Comune di Massalengo (LO), catastalmente identificato al Foglio 7, Mappali 769, 771 sub 701, 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 Massalengo, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area: B a media criticità idraulica;
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerata la portata massima ammissibile per l'area B, 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, 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.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 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.

Codogno, 13/04/2022

Il dichiarante

F.to digitalmente ex art. 24, D.Lgs. n. 82/05



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.