

**ECOGIS**

*studio geologico associato*

Gianluca Nascimbene  
Giuseppe Zuffada

*Sede legale e Uffici :*

Via A. Moro, 5

27028 S. Martino Siccomario (PV)

Tel. 0382/1750334 - Fax 0382/1752557

Email : ecogis@ecogis.it

P.Iva/C.F. 02300900186



REGIONE: Lombardia

PROVINCIA: Pavia

COMUNE: Casei Gerola

LOCALITA': C.na Garrù

## REALIZZAZIONE DI UN NUOVO INSEDIAMENTO AGRICOLO



*A CURA DI:*

*Dott. Geol.*

**GIANLUCA NASCIMBENE**

*Iscritto all'Ordine dei  
Geologi della Lombardia  
N° 1076*



## RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

DATA:  
FEBBRAIO 2023

COMMITTENTE:

AVIGEST Società Agricola s.s.

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>2</b>
<b>2. MISURE D'INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA - METODOLOGIA DI CALCOLO</b> .....	<b>4</b>
2.1 LOCALIZZAZIONE INTERVENTO.....	4
2.2 SUPERFICI DELL'INTERVENTO.....	5
2.3 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE.....	5
2.4 CLASSE D'INTERVENTO.....	6
<b>3 CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA</b> .....	<b>6</b>
<b>4. PROGETTO D'INVARIANZA</b> .....	<b>7</b>
4.1 DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO .....	7
4.2 DESCRIZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO .....	7
<b>5. CALCOLO DEL VOLUME D'INVASO PER LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI</b> .....	<b>8</b>
<b>6. CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO - REQUISITI MINIMI (ART 12 COMMA 2 R.T. N.08/2019)</b> 8	
6.1 PROCESSO DI LAMINAZIONE NEGLI INVASI – FOSSO DI LAMINAZIONE NATURALE .....	8
<b>6. CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE SECONDO LA PROCEDURA DI CALCOLO DETTAGLIATA (ART.11 RR N.8/2019)</b> .....	<b>10</b>
<b>7. DESCRIZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO</b> .....	<b>14</b>
<b>8. CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO</b> .....	<b>15</b>
<b>9. CONCLUSIONI</b> .....	<b>15</b>

### TAVOLE

TAVOLA 1 – Planimetria con gli interventi in progetto  
grafica

scala

### ALLEGATI

Tabella ARPA LOMBARDIA: calcolo curva segnalatrice

Allegato E

Allegato D

Piano di manutenzione

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra gli interventi atti a garantire il rispetto del principio d'invarianza idraulica ai sensi del R.R. 7/2017 e del R.R. 8/2019 a supporto del progetto per la realizzazione di un nuovo allevamento di tacchini in comune di Casei Gerola (PV).

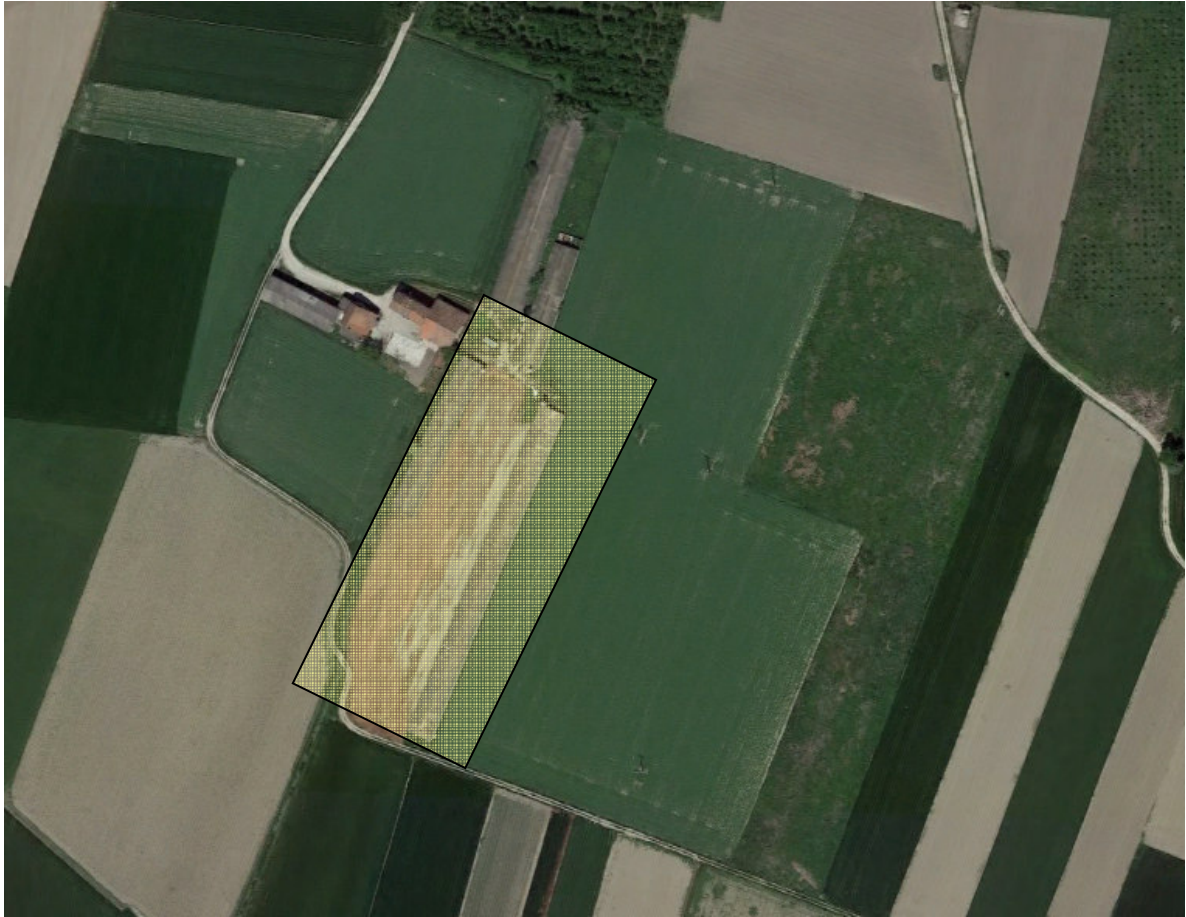
In particolare il progetto prevede la demolizione di due capannoni esistenti e la realizzazione di quattro nuovi capannoni con deposito/uffici annessi ed abitazione del custode presso c.na Garrù, posta nell'estremo settore nord occidentale del Comune, quasi al confine con la Provincia di Alessandria ed il comune di Molino dei Torti.

Lo scopo di questa relazione è quello 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. In questa ottica il progetto di invarianza prevede lo stoccaggio dell'acqua piovana all'interno di un fosso di nuova realizzazione come vasca di accumulo naturale. L'evento meteorico di riferimento da assumere a base della progettazione è quello corrispondente a tempo di ritorno 50 anni, secondo quanto indicato all'art.11 del R.R. 7/2017 e del R.R. 8/2019 .

Per la definizione del regime delle piogge intense e per i dimensionamenti progettuali che richiedono l'utilizzo delle Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica, attraverso le quali è possibile stimare l'altezza di pioggia (o l'intensità), per assegnata durata e tempo di ritorno, si è fatto riferimento allo studio, terminato nel 2015, "Strategie di Adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero" (STRADA) di ARPA Lombardia.

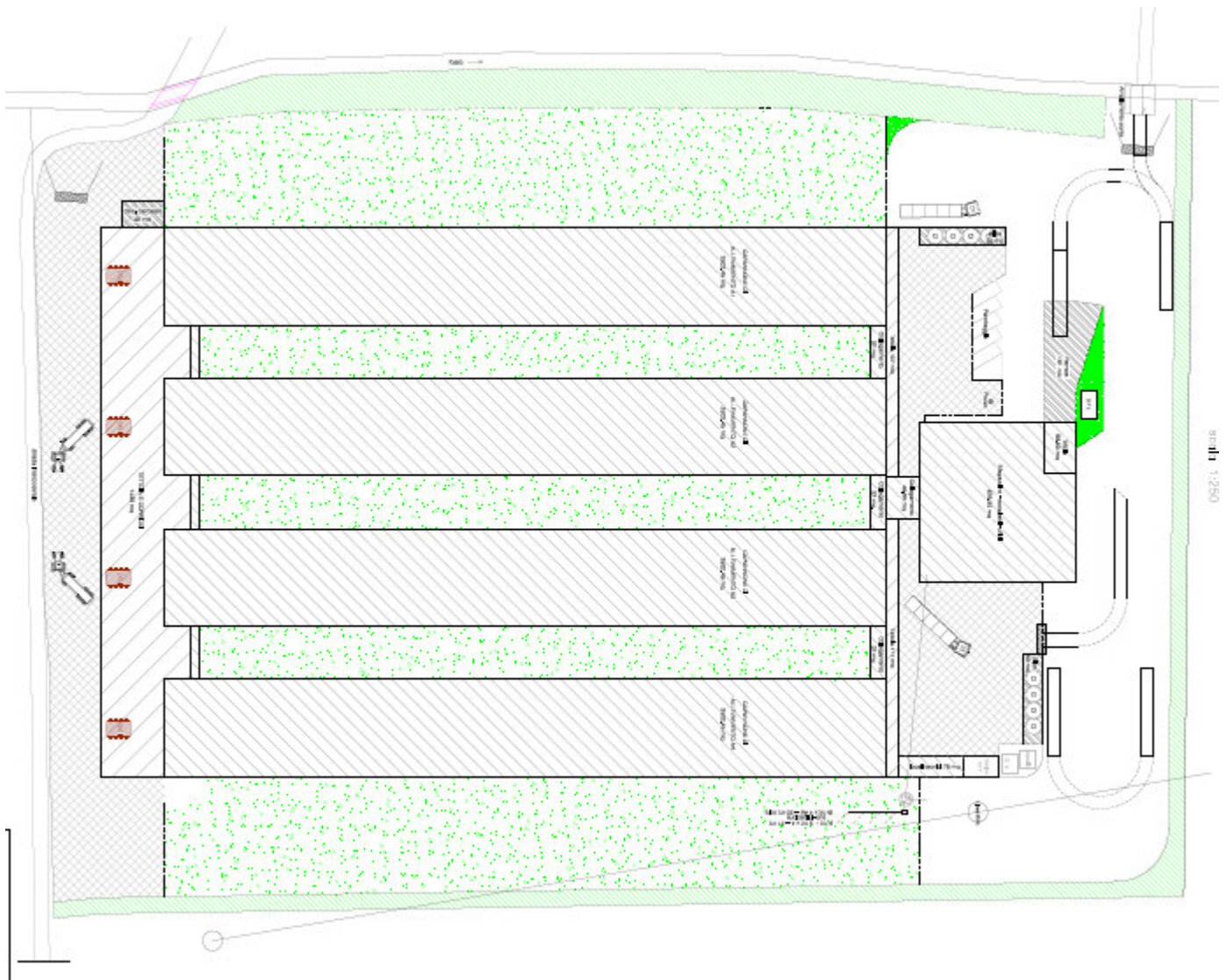
La presente relazione è stata svolta ai sensi dei seguenti regolamenti:

- Regolamento Regionale 23 novembre 2017 - n.7 " Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12"
- Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")"



**Fig.1-** Inquadramento area intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di scarico adibito alla raccolta e allo smaltimento delle sole acque meteoriche di dilavamento dai tetti dei nuovi capannoni, del magazzini/spogliatoio, delle varie tettoie, degli spazi coperti, del locale tecnico e le coperture dei silos in progetto.



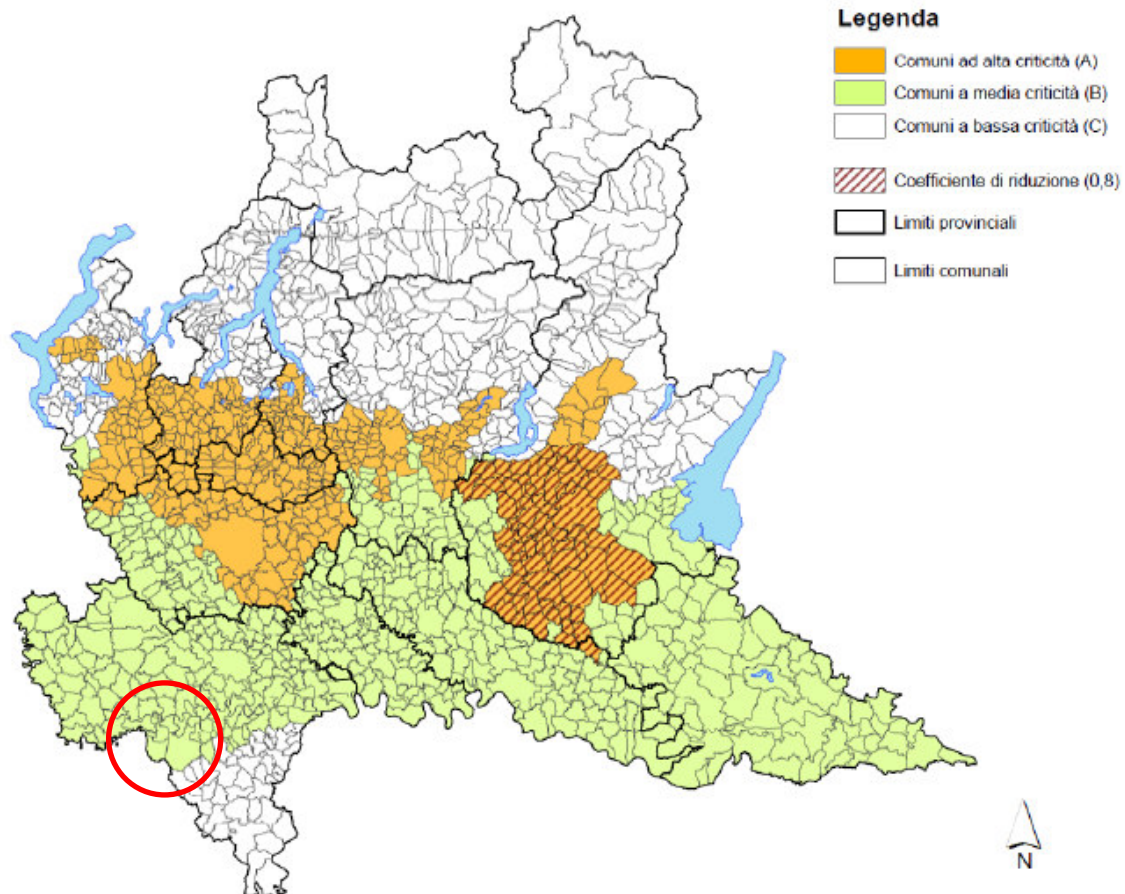
**Fig.2-** Dettaglio dell'area del nuovo allevamento da realizzare

## 2. MISURE D'INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA - METODOLOGIA DI CALCOLO

### 2.1 Localizzazione intervento

Il territorio lombardo è stato suddiviso in 3 ambiti in cui sono inseriti i Comuni in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori; ad ogni Comune è associata una propria criticità; nel nostro caso il comune di Casei Gerola è inserito in classe B - ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;

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, per quei Comuni ricadenti in classe B di cui al comma 3 dell'articolo 7, entro un valore massimo ammissibile (ulim) pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.



**Fig.3:** Comune di Casei Gerola – ambito di media criticità idraulica (B)

## 2.2 Superfici dell'intervento

La superficie complessiva impermeabilizzata per quanto riguarda le nuove superfici impermeabili in progetto ammontano complessivamente a 13152.30 mq.

## 2.3 Coefficiente di deflusso medio ponderale

Il coefficiente di afflusso medio ponderale dell' area d'intervento, pari a circa 25144 mq, in accordo con il regolamento regionale della Lombardia vale  $\Phi = 1$  per le superfici impermeabili e  $\Phi = 0.3$  per quelle permeabili.

Tipologia di superficie	superfici in progetto (mq)	Coefficiente di afflusso $\Phi$
Aree impermeabili (tetti, piazzali, coperture ecc.)	13152.30	1
Aree permeabili (aree a verde)	11991.70	0.3
<b>Coefficiente di afflusso medio ponderale</b>		<b>0.67</b>

## 2.4 Classe d'intervento

Alla luce dei suddetti fattori, l'intervento in esame ricade in una classe caratterizzata da un'impermeabilizzazione potenziale alta, in quanto caratterizzata da un'estensione dell'area impermeabilizzata superiore a 10.000 mq ed un coefficiente di afflusso medio ponderale > 0.4. Pertanto le verifiche di invarianza idraulica, poiché Casei Gerola ricade nell'ambito di criticità idraulica "B", vanno effettuate utilizzando la "procedura dettagliata" ai sensi dell'art. 11 e Allegato G.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area 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	
CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
2	Impermeabilizzazione potenziale media	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
		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		

Fig.4: Tabella RR n°8/19 art.9

## 3 CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

Come riportato all'art.11 del R.R. n°07/17 e successivamente dal R.R. n°08/19, i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale.

I parametri caratteristici (a, n) delle curve di possibilità pluviometrica (LSPP) per durate della precipitazione 1-24 ore oppure 1-5 giorni necessarie per la determinazione delle precipitazioni di progetto possono essere ricavati dal sito dell' ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale (pagina web [http://idro.arpalombardia.it/manual/dati\\_link.html](http://idro.arpalombardia.it/manual/dati_link.html)).

Nel caso specifico la curva, caratterizzata da un tempo di ritorno pari a T=50 anni, è la seguente:

$$h = 54.0 t^{0,30}$$

## **TEMPI DI RITORNO**

Tr = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione o anche infiltrazione con un adeguato grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

Per le modalità di calcolo si rimanda al tabella ARPA in allegato.

## **4. PROGETTO D'INVARIANZA**

La configurazione planimetrica della rete di smaltimento in progetto prevede che le acque di dilavamento dalle superfici impermeabilizzate delle coperture dei tetti e della pavimentazione esterna siano conferite a gravità entro un fosso artificiale impermeabile di adeguata capacità con la funzione di vasca naturale di accumulo e da cui, successivamente, l'acqua sarà scaricata all'interno di un corso d'acqua limitrofo all'area di intervento (Fosso Calvenza).

### **4.1 DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO**

Al fine di determinare la permeabilità dei terreni in posto sono state esaminate le risultanze delle prove penetrometriche eseguite nell'area. Dall'analisi delle prove è possibile osservare come l'orizzonte superficiale (di spessore pari a 2,8 -3,0 m) di sottosuolo siano contraddistinti da limi argillosi caratterizzati da bassi valori di permeabilità a cui è possibile attribuire una permeabilità media pari a  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s. Tali sedimenti, all'interno del quale sarà realizzato il fosso, permetteranno di creare un accumulo dell'acqua piovana che successivamente sarà allontanata tramite immissione all'interno del corso d'acqua limitrofo all'area di intervento.

Da quanto emerso dalle prove e da una misurazione effettuata in un vecchio pozzo dismesso presente nell'area di studio, la falda si attesterebbe a circa 4 m di profondità dall'attuale piano campagna.

### **4.2 DESCRIZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO**

Lo smaltimento delle acque meteoriche delle coperture delle nuove strutture avverrà a gravità tramite condotte pluviali opportunamente dimensionate per la raccolta delle acque piovane proveniente dalle coperture impermeabili.

Le acque meteoriche raccolte dalle dorsali dei pluviali, saranno accumulate all'interno del nuovo fosso impermeabile in progetto all'interno dell'area di proprietà e di seguito scaricate nel Fosso Calvenza.



## 5. CALCOLO DEL VOLUME D'INVASO PER LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI

Secondo il regolamento, il calcolo del volume deve essere riportato per esteso nella relazione del progetto di invarianza idraulica. Per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica sarà utilizzato il volume di laminazione maggiore tra quello risultante dai calcoli (procedura dettagliata) e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo.

## 6. CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO - REQUISITI MINIMI (ART 12 COMMA 2 R.T. N.08/2019)

L'area oggetto di intervento è classificata come area B (media criticità), per cui, utilizzando un valore pari a 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile, il volume minimo di invaso sarà pari a:

SUPERFICIE IMPERMEABILE E PERMEABILE		REQUISITO MINIMO INVASO AREA A		COEFFICIENTE MEDIO PONDERALE $\Phi$	VOLUME MINIMO DI INVASO CALCOLATO
2.51.44 ha	x	500 mc/ha	x	0.67	842.32 mc

Pertanto il sistema di invarianza idraulica ipotizzati (fosso di accumulo), dovrà avere un volume complessivo minimo pari ad almeno 842.32 mc.

### 6.1 PROCESSO DI LAMINAZIONE NEGLI INVASI – FOSSO DI LAMINAZIONE NATURALE

L'ipotesi progettuale, al fine di rispettare le direttive regionali (RR n.8/2019), è ricaduta sul conferimento a gravità dell'acqua piovana entro un fosso di nuova realizzazione che sarà utilizzato come vasca di accumulo naturale e da cui successivamente le acque saranno convogliate con un troppo pieno e/o pompa di rilancio (con una portata massima imposta dalla normativa vigente), all'interno del corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore, che scorre sul lato Ovest dell'area di studio (Fosso Calvenza).

Da un punto di vista idraulico, il fosso costituisce un bacino artificiale in linea e sarà realizzato allo scopo di smaltire successivamente le portate di piena, entro limiti prefissati dalla vigente normativa.

Pertanto la realizzazione del fosso avrà la funzione di invasare provvisoriamente i volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici, per inviarli successivamente al ricettore finale, con portata ridotta e con essi compatibile (Ulim).

La funzione assolta dal fosso pertanto sarà solo quella di detenzione; tutti i deflussi o parte di essi vengono temporaneamente invasati e successivamente rilasciati attraverso gli scarichi nel sistema di drenaggio di valle, con portata limitata nei limiti prescritti dalla normativa. In questo caso il volume invasato è trattenuto solo temporaneamente nell'invaso e l'onda laminata uscente da esso si sviluppa nel corso dello stesso evento meteorico.

Per operare lo smaltimento e la laminazione delle portate, il fosso deve avere una capacità atta a determinare un processo d'invaso temporaneo dell'onda di piena in arrivo ed il suo smaltimento, graduale, nel tempo.

Tale processo, di accumulo e laminazione temporale, è descritto, matematicamente, dalla seguente equazione di continuità:

$$Q_p(t) - Q_f(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

in cui:

$Q_p$  [m<sup>3</sup>/h] = portata dell'afflusso meteorico al tempo  $t$ ;

$Q_f$  [m<sup>3</sup>/h] = onda uscente al tempo  $t$ ;

Il progetto del fosso di accumulo consiste, essenzialmente, nella determinazione della capacità minima che esso deve avere. Questa capacità equivale al volume massimo invasato, che si verifica, come risulta dall'equazione di continuità, quando la portata in smaltimento diventa uguale a quella in entrata.

Applicando uno istogramma netto di pioggia, ad intensità costante, l'espressione del volume  $\Delta W$  [m<sup>3</sup>], invasato nel fosso, si può scrivere in funzione della durata della pioggia  $D$  [h], della portata uscente dall'invaso  $u_{lim}$  [m<sup>3</sup>/h], del coefficiente di afflusso  $\phi$  [n.p.  $\leq 1$ ], dell'area del bacino scolante  $S$  [m<sup>2</sup>] e dei parametri  $a$  [mm/hn] ed  $n$  [n.p.] della curva di possibilità pluviometrica.

Il volume massimo  $\Delta W$  che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica  $D$  (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u$$

Dove:

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

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

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata  $D$  la differenza  $\Delta W = W_e - W_u$ , si ricava la durata critica  $D_w$  per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione  $W_0$ :

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

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w$$

in cui:

$W_0$  [m<sup>3</sup>] = volume invasato nel fosso

$D_w$  [h]=durata critica

$S$  [m<sup>2</sup>] = superficie area impermeabile

$Q_{u,\text{lim}}$ [l/s]=portata uscente in funzione della  $u_{\text{lim}}$  che equivale alla portata specifica limite ammissibile allo scarico

La determinazione della  $Q_{u,\text{lim}}$  si calcola a partire dalla “ $u_{\text{lim}}$ ” che, per il Comune di Casei Gerola, è pari a 20 l/s/ha impermeabile.

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

Ne consegue che:

SUPERFICIE IMPERMEABILE		COEFFICIENTE MEDIO PONDERALE $\Phi$		U lim	Qulim
1.31523 ha	x	0.67	x	20 l/s/ha	17.62 l/s

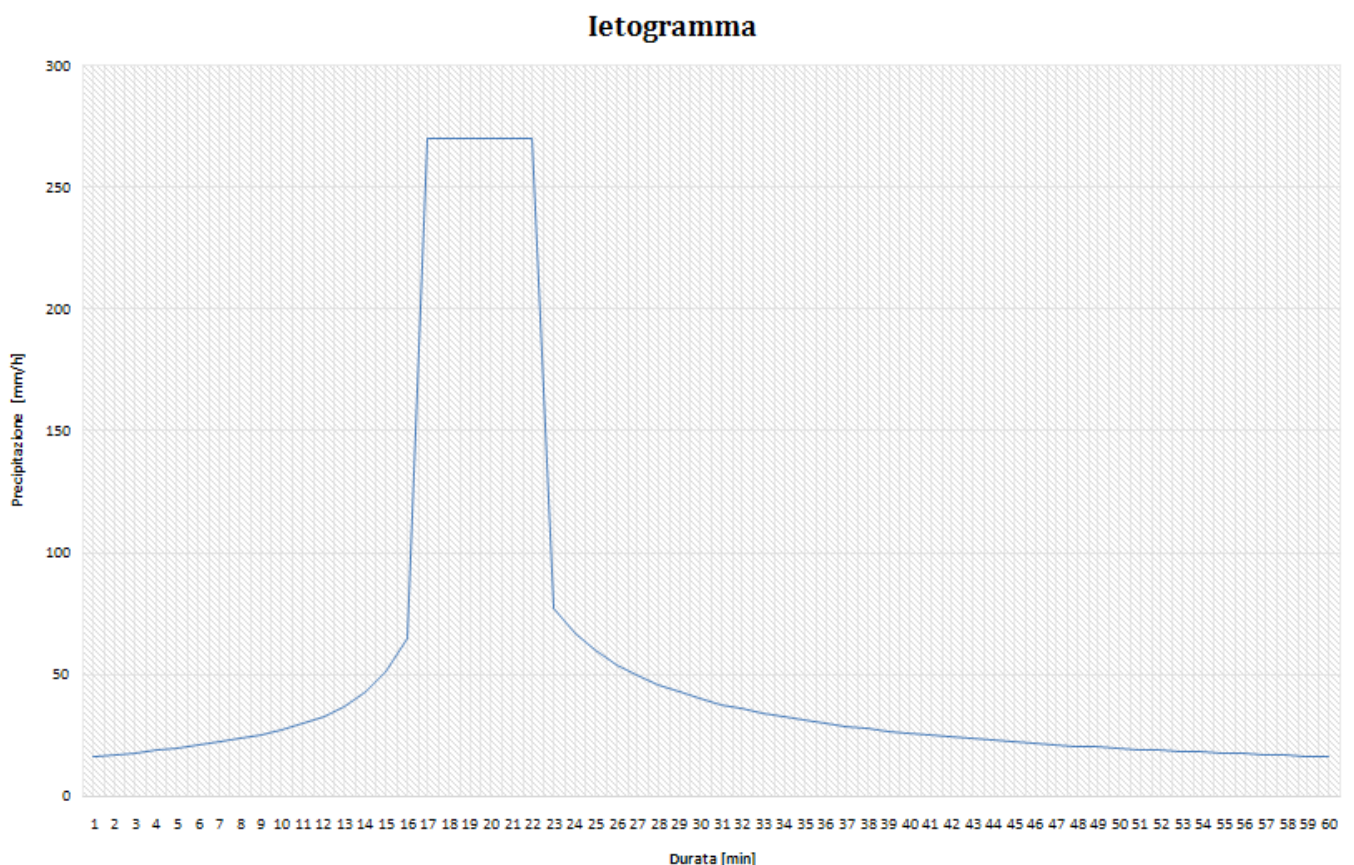
Ad esempio di quanto teoricamente esposto, si riporta nel capitolo 5.3.4. il calcolo per lo stoccaggio nel fosso e successivamente lo smaltimento secondo “ $u_{\text{lim}}$ ” all’interno del corso d’acqua prossimo all’area di studio.

## 6. CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE SECONDO LA PROCEDURA DI CALCOLO DETTAGLIATA (ART.11 RR N.8/2019)

La proposta progettuale per ottemperare quanto disposto nel RR n.7/2017 e 8/2019 è basata sul dimensionamento di un sistema di accumulo delle acque meteoriche all’interno di un fosso da cui poi l’acqua attraverso un troppo pieno sarà convogliata nel fosso esistente . Tale scelta è suggerita dalle caratteristiche idrogeologiche e piezometriche del sito (sedimenti superficialmente impermeabili) La scelta della curva di possibilità pluviometrica è ricaduta su quella rappresentante eventi meteorici di durata compresa tra 1-24 h, in quanto, tali eventi, generano idrogrammi di piena caratterizzati da portate al colmo superiori rispetto ad eventi di durata maggiore (curva di possibilità pluviometrica 1-5 giorni).

Ai sensi dell’art. 11 del già menzionato Regolamento, in classi di intervento ad impermeabilizzazione potenziale alta, si deve computare in dettaglio la trasformazione afflussi – deflussi del bacino. In base ai

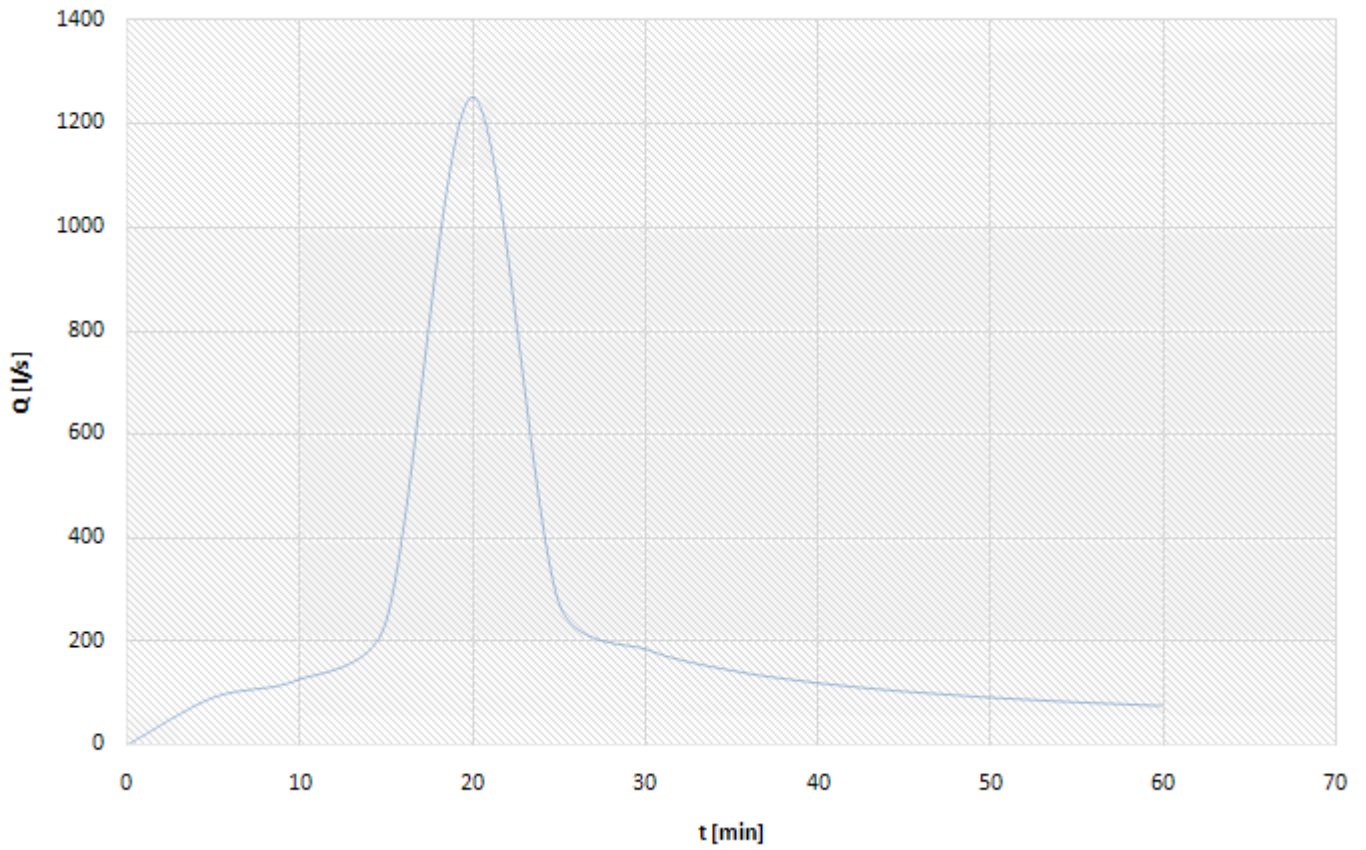
parametri prima citati della curva di possibilità pluviometrica è possibile ricavare lo ietogramma di progetto. Quest'ultimo viene rappresentato mediante lo ietogramma Chicago con posizione del picco pari a 0,3 e durata  $D = 1$  ora, sicuramente maggiore del tempo di corrivazione della rete scolante. Lo ietogramma Chicago permette di rappresentare al meglio alcune caratteristiche di un evento meteorico quali la presenza di un picco di intensità, le precipitazioni antecedenti e seguenti l'istante del picco, i volumi totali. Nello ietogramma Chicago, la massima altezza di precipitazione cumulata su qualsiasi durata  $\tau$  è sempre pari all'altezza di precipitazione dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica per la medesima durata  $\tau$ . Si riporta nelle figure seguenti lo ietogramma distribuito nell'arco della durata di 1 ora.



**Figura 5:** ietogramma di progetto tipo Chicago  $Tr=50$  anni

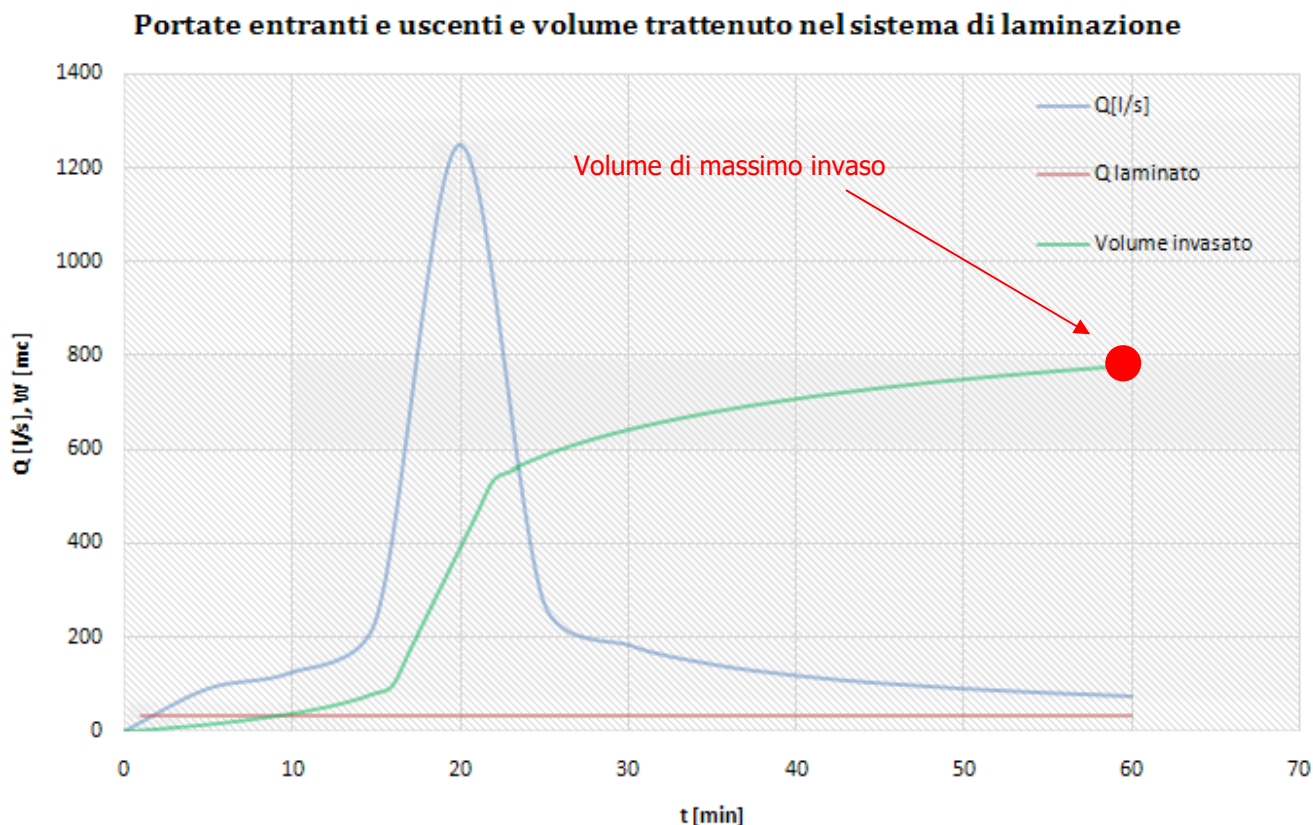
Applicando il modello afflussi – deflussi della corrivazione si ottiene l'idrogramma di piena riportato nella figura seguente.

### **Idrogramma di piena**



**Figura 6:** ietogramma di progetto tipo Chicago Tr=50 anni

Data la portata limite massima ammissibile allo scarico pari a 17,62 l/s, è possibile valutare l'andamento temporale dei volumi e calcolare per differenza tra il volume in ingresso e in uscita dal sistema di laminazione, il volume invasato.



**Figura 7:** portate entranti e uscenti e volume trattenuto nel sistema di laminazione

Il volume massimo dell'invaso risulta pari a **779.44 m3**. Il volume calcolato (volume specifico di 779.44/ (2.5144 x 0,67) = 462.67 m3/haimp), tuttavia è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (art. 12 del RR 7/2017) pari a 500 m3/haimp per aree di media criticità idraulica.

Pertanto il volume di invasore da adottare per il fosso sarà quello maggiore tra quello calcolato con la procedura dettagliata e quello derivante dai requisiti minimi; pertanto come volume maggiore si dovrà considerare quello calcolato utilizzando il volume di minimo invasore (art 12 comma 2):

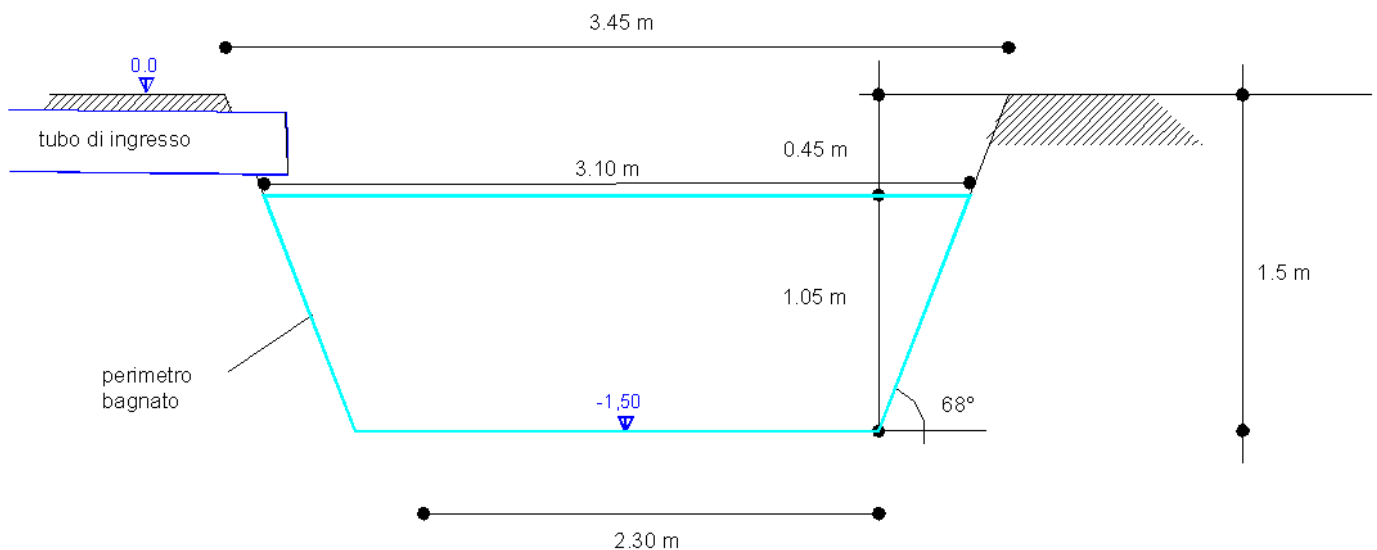
VOLUME MINIMO DI INVASO		VOLUME DI INVASO CALCOLATO CON LA PROCEDURA DETTAGLIATA
842.32 mc	>	779.44 mc

Il fosso in progetto dovrà garantire pertanto l'accumulo e successivamente smaltire tramite portata uscente, che equivale alla portata specifica limite ammissibile allo scarico pari a 17.62 l/s, un volume massimo pari a 842.32 mc.

## 7. DESCRIZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO

Il progetto prevede pertanto la realizzazione di un nuovo fosso che sarà realizzato all'interno di sedimenti limoso-argillosi impermeabili e che avrà il compito di contenere l'acqua piovana come vasca di laminazione naturale. Pertanto tale fosso è stato dimensionato al fine di contenere l'evento meteorico considerato, nella parte terminale del fosso sarà poi installata sul suo fondo una pompa di rilancio e/o tubazione di troppo pieno che permetterà al fosso di svuotarsi, convogliando (successivamente all'evento di piena) con una Q<sub>lim</sub> pari a 17.62 l/s, l'acqua meteorica all'interno del Fosso Calvenza.

Alla luce delle volumetrie richieste è stato ipotizzato di realizzare un fosso lungo il lato Sud ed Est dell'area di proprietà, avente una lunghezza pari a 315 m ed un perimetro bagnato che è stato assunto pari a 2.80 mq; così dimensionato si perverrà ad avere per un volume utile di invaso pari a 882.52 mc, sufficiente a contenere un volume d'acqua pari a 842.32 mc, ( volume minimo di invaso).



**Fig.8:** Sezione tipo del fosso in progetto

Il fosso è stato ipotizzato con una base pari a 2.30 m, con un'altezza da piano campagna di 1,50 m ed un angolo di scarpa pari a 68°.

Andrà inoltre prevista ed opportunamente dimensionata una serie di tubature per la raccolta e l'allontanamento dei pluviali dei tetti e dei piazzali che saranno realizzati in corrispondenza delle nuove strutture in progetto; tali acque andranno dapprima scaricate a gravità all'interno del fosso così dimensionato e successivamente immessi all'interno del Fosso Calvenza con una portata massima pari a 17.62 l/s.

## 8. CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO

In funzione della portata uscente dall'invaso di laminazione  $Q_{ulim}$ , il tempo di svuotamento al termine dell'evento a partire dal massimo invaso ( $W_{lam}$  con  $TR=50$  anni) è dato dalla seguente formula:

$$t = \frac{W_{lam}}{Q_{ulim}}$$

Dove:

$$W_{lam} = 842.32 \text{ mc}$$

$$Q_{ulim} = 17.62 \text{ l/s}$$

$$T = \frac{842.32 \text{ mc}}{17.62 \text{ l/s}} = 13.28 \cdot \text{ore}$$

Dalla formula sopra riportata se ne deduce che il tempo di svuotamento per il massimo invaso (842.32 mc con  $Tr=50$  anni), in funzione della  $Q_{ulim}$ , risulta pari a circa 13 h, inferiore al limite imposto di 48 h.

## 9. CONCLUSIONI

Lo smaltimento delle acque meteoriche che dilavano le superfici impermeabilizzate dell'insediamento in esame è soggetto alle disposizioni contenute nel Regolamento Regionale 07/17 modificato in parte dal R.R. n.08/19 del 19 Aprile 2019.

Al fine di perseguirne l'invarianza idraulica ed idrologica, si prevede di smaltire la totalità delle portate di dilavamento meteorico all'interno di un fosso in progetto che, vista la quasi l'impermeabilità dei terreni, costituirà una vasca di accumulo naturale da cui successivamente l'acqua con una portata limite di 17,62 l/s, sarà indirizzata all'interno del vicino Fosso Calvenza.

Il nuovo fosso, in relazione ad un  $Tr=50$  anni, dovrà avere un volume minimo pari ad almeno  $V_{fosso} = 842.32$  mc, volume derivante dal calcolo dei "requisiti minimi" che, come abbiamo visto, rappresenta il volume maggiore rispetto ai calcoli derivanti dalla "procedura dettagliata".

Nella parte terminale del fosso sarà poi installato una tubazione di troppo pieno e/o una pompa di rilancio che permetterà al fosso di svuotarsi, convogliando con una  $Q_{ulim}$  pari a 17.62 l/s l'acqua meteorica all'interno di un canale che scorre a confine con l'area di studio.

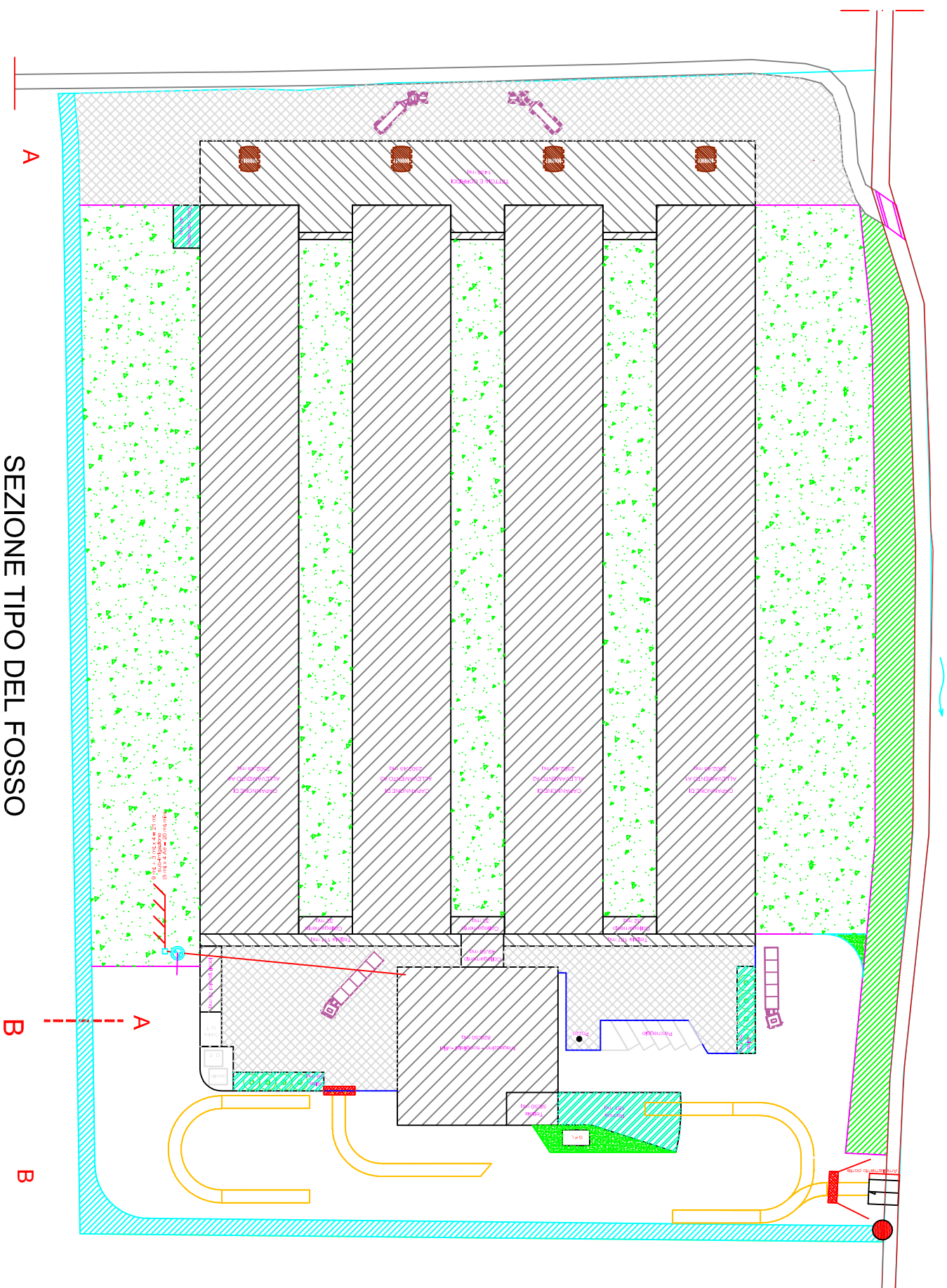
Poiché il fosso è stato dimensionato, con un volume pari a 884.52 mc (considerando un perimetro bagnato di almeno 2.80 mq) tale accorgimento progettuale appare congruo, visti anche i tempi di svuotamento inferiori alle 48 ore, a smaltire l'acqua meteorica derivante dalle coperture in progetto.

San Martino Siccomario, Febbraio 2023

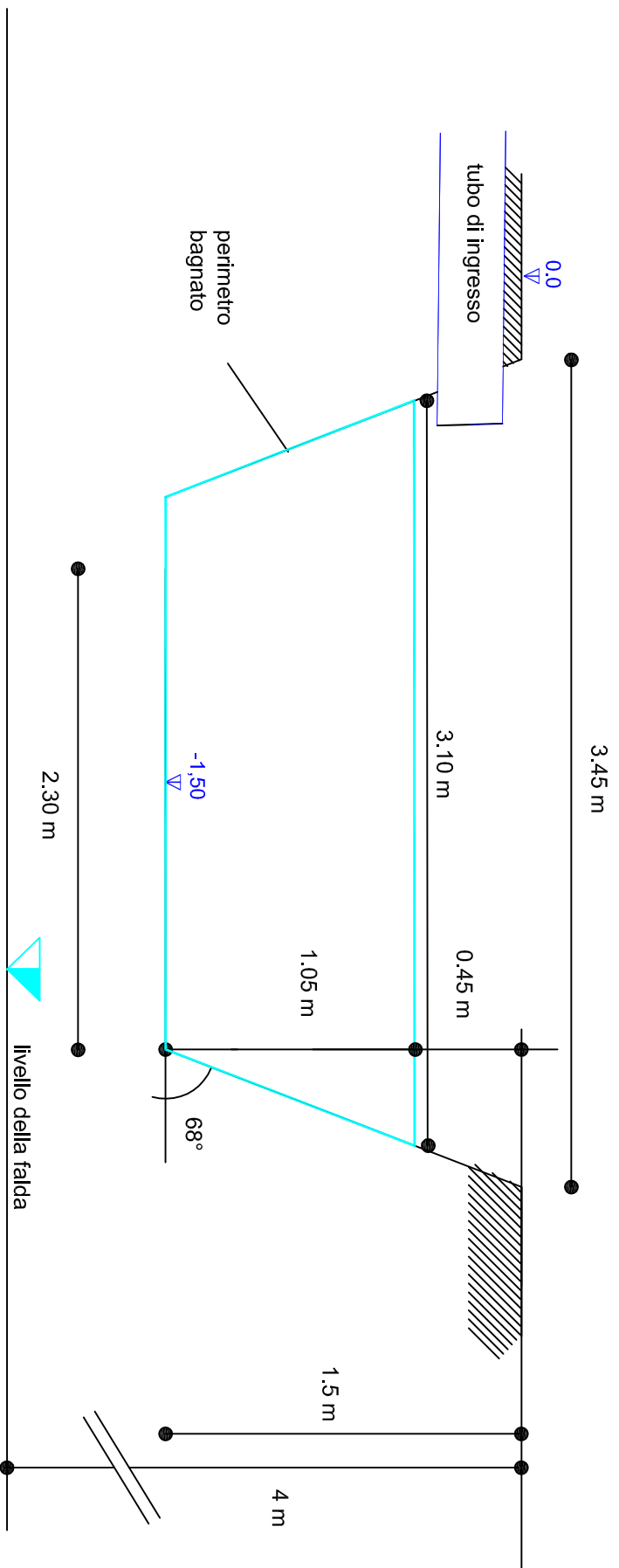
Iscritto all'Ordine dei  
Geologi della Lombardia  
Dott. Geol. Gianluca Nascimbene  
Ordine dei Geologi Lombardia n° 1076







SEZIONE TIPO DEL FOSSO



Canale all'interno del quale sarà convogliata l'acqua meteorica raccolta nel fosso

Fosso di laminazione

Pompa di rilancio per lo svuotamento del fosso

Traccia della sezione del fosso

**ECOGIS**  
 studio associato di geologia  
 GIANLUCA MASCIAMBENE - GIUSEPPE ZURFADA  
 Sede legale ed uffici:  
 Via Aldo Moro, 5 - 27028 S. MARTINO SICCOMARIO (PV)  
 Tel. 0382/1750334 Fax 0382/1752557  
 e-mail: ecogis@ecogis.it

**TAVOLA 1**  
 PLANIMETRIA E  
 SEZIONE FOSSO  
 scala grafica

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Casei Gerola

Coordinate: .....

Linea segnatrice

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

Tempo di ritorno (anni) **50**

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 24.85

N - Coefficiente di scala 0.3

GEV - parametro alpha 0.2807

GEV - parametro kappa -0.1098

GEV - parametro epsilon 0.80400002

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

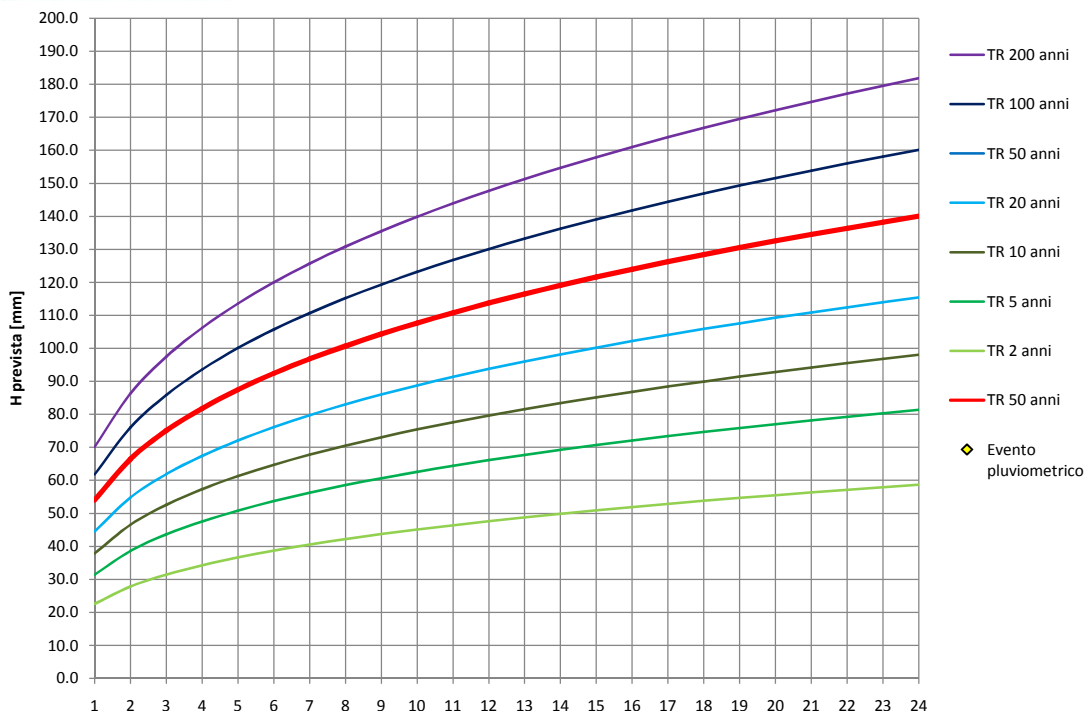
<http://idro.arpalombardia.it/manual/Ispp.pdf>

[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	0.90898	1.26169	1.52056	1.78975	2.17133	2.48397	2.82024	<b>2.17132684</b>
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	22.6	31.4	37.8	44.5	54.0	61.7	70.1	<b>53.9574719</b>
2	27.8	38.6	46.5	54.8	66.4	76.0	86.3	<b>66.4294401</b>
3	31.4	43.6	52.5	61.8	75.0	85.8	97.4	<b>75.0218847</b>
4	34.2	47.5	57.3	67.4	81.8	93.6	106.2	<b>81.7842341</b>
5	36.6	50.8	61.2	72.1	87.4	100.0	113.6	<b>87.4465329</b>
6	38.7	53.7	64.7	76.1	92.4	105.7	120.0	<b>92.3627742</b>
7	40.5	56.2	67.7	79.7	96.7	110.7	125.6	<b>96.7344141</b>
8	42.2	58.5	70.5	83.0	100.7	115.2	130.8	<b>100.688203</b>
9	43.7	60.6	73.0	86.0	104.3	119.3	135.5	<b>104.309616</b>
10	45.1	62.6	75.4	88.7	107.7	123.2	139.8	<b>107.65931</b>
11	46.4	64.4	77.6	91.3	110.8	126.7	143.9	<b>110.78205</b>
12	47.6	66.1	79.6	93.7	113.7	130.1	147.7	<b>113.711913</b>
13	48.8	67.7	81.6	96.0	116.5	133.2	151.3	<b>116.475504</b>
14	49.9	69.2	83.4	98.2	119.1	136.2	154.7	<b>119.094034</b>
15	50.9	70.6	85.1	100.2	121.6	139.1	157.9	<b>121.584712</b>
16	51.9	72.0	86.8	102.2	124.0	141.8	161.0	<b>123.961719</b>
17	52.8	73.4	88.4	104.1	126.2	144.4	164.0	<b>126.236885</b>
18	53.8	74.6	89.9	105.9	128.4	146.9	166.8	<b>128.420201</b>
19	54.6	75.8	91.4	107.6	130.5	149.3	169.5	<b>130.520183</b>
20	55.5	77.0	92.8	109.3	132.5	151.6	172.2	<b>132.544159</b>
21	56.3	78.2	94.2	110.9	134.5	153.9	174.7	<b>134.498482</b>
22	57.1	79.3	95.5	112.4	136.4	156.0	177.1	<b>136.388703</b>
23	57.9	80.3	96.8	113.9	138.2	158.1	179.5	<b>138.219699</b>
24	58.6	81.3	98.0	115.4	140.0	160.2	181.8	<b>139.995787</b>

### Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



**ALLEGATO D**

**Modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica**

Per ogni intervento di cui all'articolo 3 del regolamento, il progettista o il direttore lavori, qualora incaricato, delle opere di invarianza idraulica e idrologica è tenuto a compilare il modulo seguente e a trasmetterlo al seguente indirizzo di posta certificata della Regione: [invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it](mailto:invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it)

Il modulo è firmato digitalmente e va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera.

**Modulo per IL MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELLE DISPOSIZIONI SULL'INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

**Dichiarazione sostitutiva DELL'ATTO DI NOTORIETA'  
(Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)**

La/Il sottoscritto/a

.....  
nata/o a ..... il .....  
residente ..... a

.....  
in via

.....  
n. ....

iscritta/ all'  Ordine  Collegio dei ..... della Provincia di  
.....  
Regione .....n.

incaricata/o dal/i signor/i in qualità di

.....  
 proprietario,  utilizzatore  legale rappresentante del .....

di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* / di *dirigere i lavori di invarianza idraulica e idrologica* per  
l'intervento di

.....  
sito in Provincia di ..... Comune di

.....  
in via/piazza

.....n.  
Foglio n. .... Mappale n. .... Estensione del mappale (m2) .....

**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 l'intervento ricade nel bacino idrografico del fiume/torrente .....
- che l'intervento è sito nel comune di ....., che ricade all'interno dell'area:
  - A: ad alta criticità idraulica
  - B: a media criticità idraulica
  - C: a bassa criticità idraulica
- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo o in un lago o in nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che il recapito delle acque pluviali è:
  - un corpo idrico naturale o artificiale:
    - nome .....
    - tratto o sezione di riferimento .....
  - una rete di fognatura: nome del Gestore .....
  - il suolo / gli strati superficiali del sottosuolo
- che le coordinate UTM-WGS84-32 del punto di scarico nel recapito sono:
  - x .....
  - y .....
  - z (m s.l.m.) .....
- che:
  - in caso di scarico in reticolo idrico principale:
    - l'Ente di riferimento per la concessione è: .....
    - il codice della concessione è: .....
  - in caso di scarico in reticolo idrico minore:
    - l'Ente di riferimento per la concessione allo scarico è: .....
    - il codice della concessione è: .....
  - in caso di permesso di allacciamento in fognatura, l'Ente di riferimento è: .....
  - in caso di accordo per lo scarico in reticolo privato: il soggetto con cui è stato sottoscritto l'accordo è: .....
- che i dati relativi all'intervento sono:
  - superficie interessata dall'intervento: m<sup>2</sup> .....
  - superficie scolante impermeabile dell'intervento: m<sup>2</sup> .....
  - portata massima di scarico calcolata per T = 50 anni a monte delle strutture di invarianza idraulica: m<sup>3</sup>/s .....
  - portata massima di scarico per T = 50 anni considerata per il dimensionamento degli interventi (portata in uscita dal sistema verso un recapito): m<sup>3</sup>/s .....
  - volume totale di laminazione necessario: m<sup>3</sup> .....

### **Nel caso venga realizzato l'intervento di invarianza idraulica o idrologica:**

- che la tipologia della/e opera/e d'invarianza idraulica e idrologica è:
  - area laminazione e infiltrazione di tipo verde
  - vasca laminazione impermeabile e/o coperta
  - trincee
  - tetto verde
  - altro (specificare) .....
- che le coordinate UTM-WGS84-32 del baricentro delle opere d'invarianza idraulica e idrologica sono:
  - x .....
  - y .....

- z (m s.l.m.) .....
- che le dimensioni delle opere d'invarianza, suddivise per tipologia (es: area di laminazione, area destinata al riuso delle acque laminate, ecc.), sono:
  - Opera 1: tipologia .....
    - estensione .....
    - volume .....
    - altro (specificare) .....
  - Opera 2: tipologia .....
    - estensione .....
    - volume .....
    - altro (specificare) .....
  - .....
- che il tempo massimo di svuotamento delle opere realizzate è: ore .....
- che l'intervento può essere così brevemente descritto: .....  
 .....  
 .....

**Nel caso di monetizzazione:**

- che l'intervento presenta tutte le caratteristiche elencate nell'art. 16, comma 1 del regolamento
- che l'importo della monetizzazione è: € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

.....  
 (luogo e data)

**Il Dichiarante**

.....

**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.**

**ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL  
REGOLAMENTO  
DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'  
(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

La/Il sottoscritta/o

.....GIANLUCA NASCIMBENE.....

nata/o a BRONI..... il ..05/051968.....

residente a ...VALLE SALIMBENE.....

In via .....TRENTO.....n. ...7/B.....

iscritto/ all' [ ] Ordine [ ] Collegio dei ...GEOLOGI..... della Provincia di Regione LOMBARDIA.....

..... n. ....1076..... incaricata/o dalla AVIGEST Società Agricola s.s.....

in qualità di [X] proprietario, [ ] utilizzatore [ ] legale rappresentante, dei terreni e dell'area

DI REDIGERE IL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA PER L'INTERVENTO DI

....EDIFICAZIONE DI UN NUOVO ALLEVAMENTO AGRICOLO.....

sito in Provincia di ...PAVIA.....

Comune di .....CASEI GEROLA.....

Presso C.NA GARRÙ.....n.....

Foglio n. .... Mappale n. ....

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici**

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

## DICHIARA

X che il comune di CASEI GEROLA, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:

- A: ad alta criticità idraulica
- X B: a media criticità idraulica
- C: a bassa criticità idraulica

oppure

che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità

che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)

X che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo).....B....., pari a:

- 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- X 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore .....

che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s ..... , che equivale ad una portata infiltrata pari a ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

X 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
- X 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)

X 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

X 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;

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

- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

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

...SAN MARTINO SICCOMARIO.....  
(luogo e data)

**Il Dichiarante**

.....

**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.**

*Iscritto all'Ordine dei  
Geologi della Lombardia*

