Una bellezza condivisa: O.L.T.R.E. L'Opificio
Dalla cultura all'unicità: un ecosistema lodigiano per il progetto di vita

FONDAZIONE STEFANO E ANGELA DANELLI

CASCINA CASELLE “OPIFICIUM UNICO”
EDIFICIO AD USO CENTRO SOCIO-OCCUPAZIONALE
in Lodi Via delle Caselle

PIANO ATTUATIVO IN DEROGA

architetto CESARE SENZALARI
Architetti Associati Senzalari Cesare e Losi Irma via del Sandone, 20 - 26900 LODI
tel-fax 0371/423689, e.mail: senzalosi@libero.it

aggiornamento	data disegno		allegato
	09.06.2026	RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA	G
	tutti i diritti d'autore riservati		

Dott. Ing. GIUSEPPE BERGOMI
Studio Tecnico

26817 - San Martino in Strada (LO)
via Europa, 10
cell: 338-6895596
e-mail *studioingbergomi@virgilio.it*
e-mail PEC giuseppe.bergomi@ingpec.eu

Ordine degli Ingegneri della Provincia di LODI n.111
Albo Regionale dei Collaudatori n. 2538
Lista Ministero degli Interni L. (818/84) n. LO 111 I 5

COMUNE DI LODI
(LO)

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

CASCINA CASELLE "OPIFICIUM UNICO"

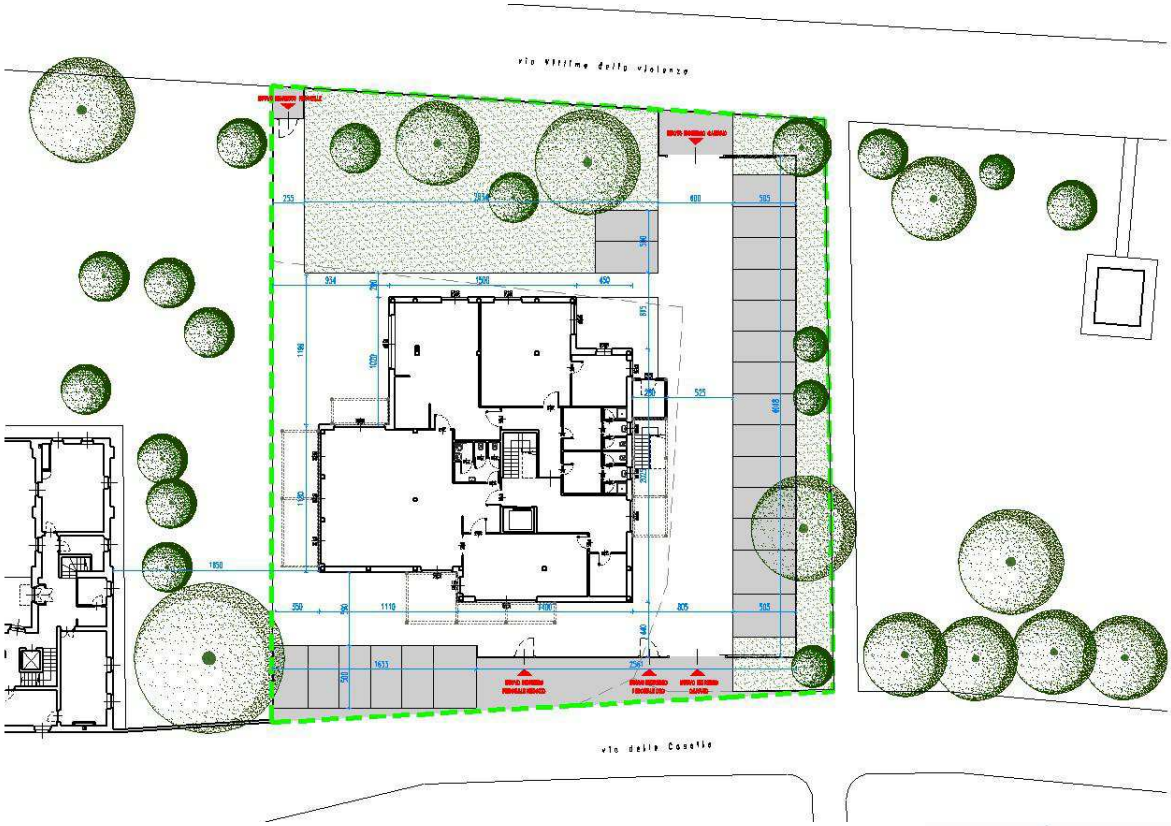
EDIFICIO AD USO CENTRO SOCIO-OCCUPAZIONALE

Via delle Caselle

fg. 58 mapp. 38 (parte) – 313 (parte)

fg. 58 mapp. 271 (parte)

fg. 55 mapp. 112 (parte)



COMMITTENTE:

Fondazione Stefano e Angela Danelli
Via P. Gorini, 38
26900 LODI (LO)

IL TECNICO:

Ing. Giuseppe Bergomi



Sommario

1) PREMESSA pag. 3
2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO pag. 3
3) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO pag. 3
4) INTERVENTO IN ESAME pag. 5
5) CALCOLO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA pag. 5
5.1) Definizione dei dati di progetto e delle modalità di calcolo pag. 5
5.2) Classificazione dell'intervento pag. 5
6) CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI PROGETTO pag. 7
7) DETERMINAZIONE DELLA PORTATA CRITICA pag. 10
7.1) Calcolo del tempo di corrivazione pag. 10
7.2 Valore del coefficiente di deflusso pag. 10
7.3) Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali. pag. 11
7.4) Definizione del massimo valore ammissibile di portata scaricabile pag. 11
7.5) Calcolo del processo di laminazione metodo delle sole piogge pag. 12
7.6) Verifica del volume minimo di laminazione pag. 14
8) VERIFICA DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE PER TR=100 ANNI pag. 14
9) DISPOSITIVI PER IL DRENAGGIO SOSTENIBILE pag. 15
9.1) Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche pag. 15
10) CONCLUSIONI pag. 15

1) PREMESSA

La presente relazione è relativa all'art. 10 del Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 e s.m.i. dell'intervento edificio ad uso centro socio-occupazionale, Cascina Caselle "Opificium unico", via delle Caselle, Lodi (LO), fg. 58 mapp. 38 (parte) – 313 (parte), fg. 58 mapp. 271 (parte), fg. 55 mapp. 112 (parte) e alla definizione a livello di progetto, degli interventi atti a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica in funzione del Regolamento Regionale 23/11/2017 n. 7 e s.m.i..

A i sensi della Legge 12/2005 e s.m.i. art. 58 bis., sono infatti soggetti al principio di invarianza idraulica ed idrologica, gli interventi edilizi definiti dall'art. 3 comma 1 lettere "e" ed "f" del DPR 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto disposto dal regolamento regionale di cui al comma 5.

Ai sensi del predetto regolamento, la progettazione esecutiva degli interventi dovrà comprendere anche il progetto di invarianza idraulica ed idrologica, firmata da un tecnico abilitato.

2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Regolamento Regionale 23/11/2017 n. 7 –Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica e s.m.i.
- Legge regionale 11/03/2005 n.12 legge per il governo del territorio.
- Legge regionale 15/03/2016 n. 4 – revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrologico e di gestione dei corsi d'acqua;
- Regolamento Regionale 29 giugno 2018 n. 7, entrato in vigore il 4 luglio 2018;
- Regolamento regionale 19 aprile 2019 n.8, entrato in vigore il 25 aprile 2019;
- Legge Regionale 26 novembre 2019 n. 18, entrata in vigore il 11 dicembre 2019;
- Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025

3) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in progetto si trova nel Comune di Lodi, via Delle Caselle, fg. 58 mapp. 38 (parte) – 313 (parte), fg. 58 mapp. 271 (parte), fg. 55 mapp. 112 (parte).

Ai sensi della D.g.r. del 23 novembre 2017, n. 7 e s.m.i., il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre 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 criticità (Allegato B della Dgr):

A –alta criticità

B –media criticità

C –bassa criticità

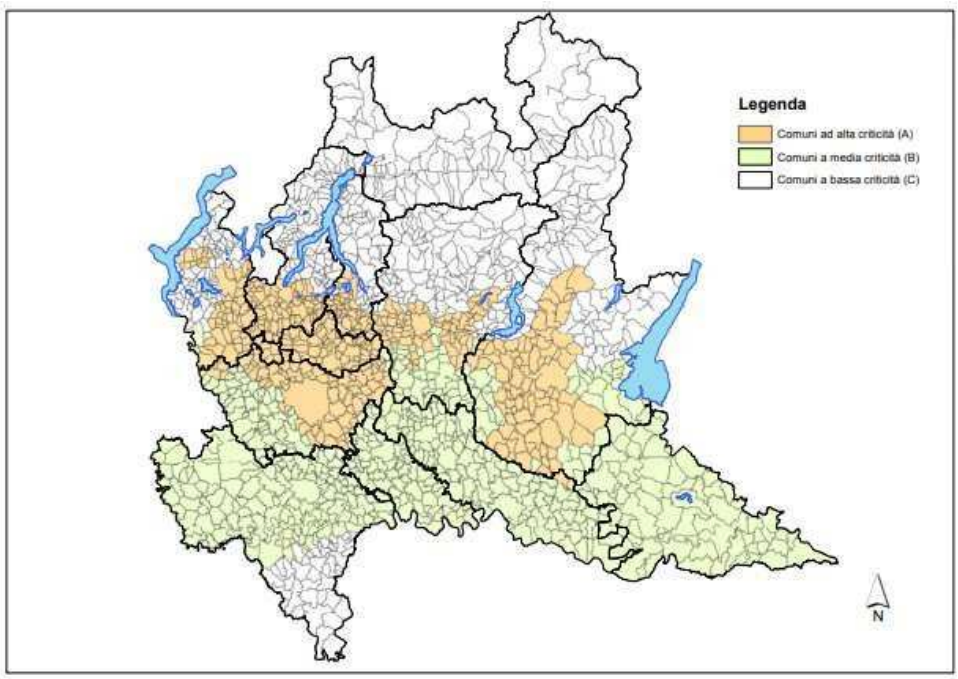


FIG. 1 *Distribuzione Aree di criticità Idraulica e idrologica Regione Lombardia*

Il territorio di Lodi (LO), oggetto del nostro intervento ricade in area di criticità B come si osserva dallo stralcio dell'Allegato A della citata Dgr di seguito allegato.

LOCATE VARESINO	CO	A	
LOCATELLO	BG	C	
LODI	LO	B	
LODI VECCHIO	LO	B	
LODRINO	BS	A	
LOGRATO	BS	A	0,8
LOMAGNA	LC	A	

4) INTERVENTO IN ESAME

L'intervento oggetto di valutazione preliminare è la realizzazione di edificio ad uso centro socio-occupazionale, Cascina Caselle “Opificium unico”, via delle Caselle, Lodi (LO), fg. 58 mapp. 38 (parte) – 313 (parte), fg. 58 mapp. 271 (parte), fg. 55 mapp. 112 (parte).



5) CALCOLO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA

5.1) Definizione dei dati di progetto e delle modalità di calcolo

I Comuni della Regione Lombardia sono suddivisi in tre classi di criticità idraulica e ciascuna delle quali è associata una portata di scarico limite per ettaro di superficie impermeabile del lotto.

Criticità	A	A*	B	C	
Q_{ulim}	10	10	20	20	$l/_{sce} \cdot ha_{imp.}$

Il Comune di Lodi tra quelli del territorio Lombardo classificati in zona B ovvero ad “media criticità” quindi con una portata Q_{ulim} di 20 l/sec ha di superficie impermeabile.

5.2) Classificazione dell'intervento

Ai sensi dell'art. 3 comma 4 della R.R. n. 7 del 2017 e s.m.i. la riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alle condizioni preesistenti alla costruzione.

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

Coefficienti di deflusso	DESCRIZIONE
1	per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
0,7	per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente Regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semi-impermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
0,3	per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

I parametri di riferimenti sono stati ricavati dal progetto architettonico dell'Arch. Senzalari e sono i seguenti:

SUPERFICI	PRE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO
Aree permeabili	2.155,00 mq	549,36 mq
Aree impermeabili	0,00 mq	1.605,64 mq

I parametri di riferimento sono riepilogabili nella seguente tabella:

Superficie di intervento	A_S	φ	A_{Simp}
tetti	519,18	1	519,18
Area pavimentata	760,00	1	760,00
Parcheggio privato in progetto, pavimentazione drenante	326,46	0,7	228,52
Verde	549,36	0,3	164,81
TOTALE	**2.155,00**	**0,77**	**1.672,52**

Nota la superficie interessata dall'intervento e i coefficienti di deflusso di riferimento è possibile arrivare alla classe di intervento Art. 9 sulla base della tabella 1 delle R.R. e s.m.i. che risulta per il caso specifico di classe 2 - impermeabilizzazione potenziale media e richiede il metodo delle sole piogge art. 11 comma 2 lettera "d".

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

tabella 1

6) CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI PROGETTO

Il calcolo della portata di pioggia è stato condotto con riferimento ad una curva di possibilità pluviometrica di tipo monomio $h = a \cdot t^n$ che lega alla durata t (in ore) l'altezza di pioggia h (in mm) con assegnato tempo di ritorno.

La curva di possibilità pluviometrica è stata elaborata sulla base dei dati messi a disposizione da ARPA Lombardia (www.arpalombardia.it), in funzione del tempo di ritorno T_R (tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità).

La normativa indica come tempi di ritorno di riferimento *Tr 50 anni*, per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica, per una accettabile grado di sicurezza delle stesse in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti umani e un *Tr 100 anni* per la verifica di franchi di sicurezza delle opere dimensionate con il *Tr 50 anni*.

Definizione della curva di possibilità pluviometrica.

Si procede alla determinazione della curva di possibilità pluviometrica per le zone interessate con la formula, con un tempo di ritorno di 50 anni:

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

$$W_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{K} \cdot \left\{ 1 - \left[\log\left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}^K$$

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: LODI
Coordinate: .....

Linea segnalatrice
Tempo di ritorno (anni): 50

Parametri ricavati da: http://idro.arpalombardia.it
A1 - Coefficente pluviometrico orario 27,35
N - Coefficente di scala 0,2866
GEV - parametro alpha 0,2833
GEV - parametro kappa -0,0632
GEV - parametro epsilon 0,8174

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]: 2
Precipitazione cumulata [mm]: 110

Formulazione analitica

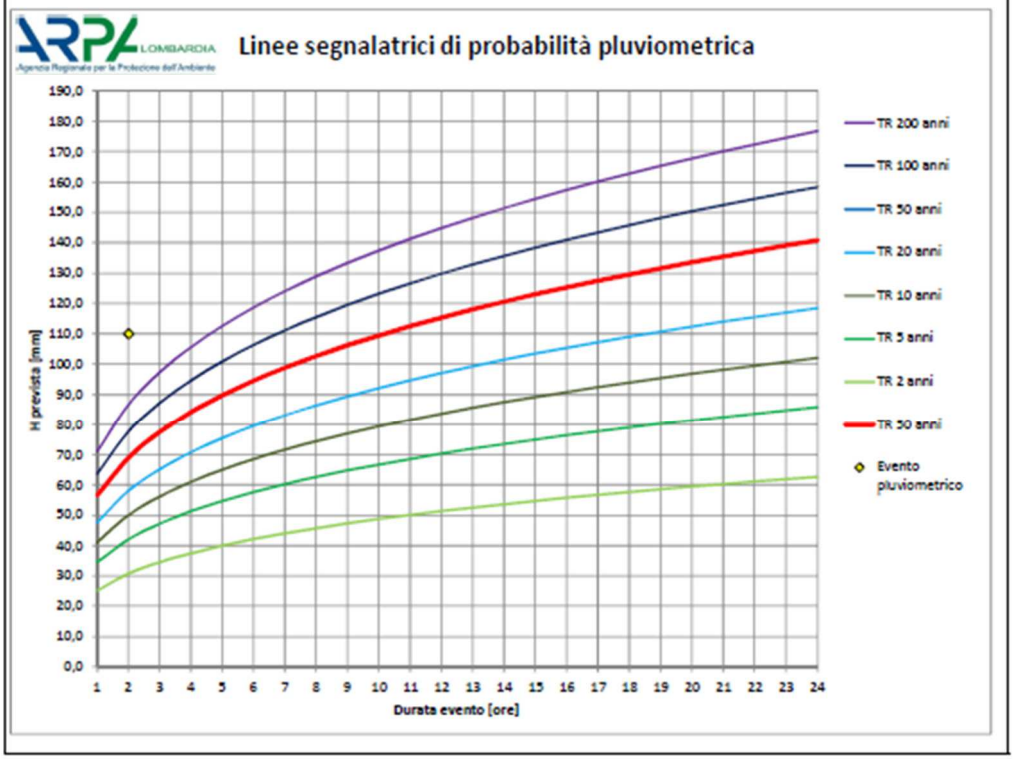
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:
http://idro.arpalombardia.it/manual/lspp.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	0,92245	1,26313	1,50249	1,74302	2,07105	2,32984	2,59930	2,071049
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	25,2	34,5	41,1	47,7	56,6	63,7	71,1	56,64319
2	30,8	42,1	50,1	58,1	69,1	77,7	86,7	69,0912262
3	34,6	47,3	56,3	65,3	77,6	87,3	97,4	77,6051702
4	37,5	51,4	61,1	70,9	84,3	94,8	105,8	84,2748712
5	40,0	54,8	65,2	75,6	89,8	101,1	112,8	89,8405717
6	42,2	57,7	68,7	79,7	94,7	106,5	118,8	94,6598588
7	44,1	60,3	71,8	83,3	98,9	111,3	124,2	98,9356479
8	45,8	62,7	74,6	86,5	102,8	115,6	129,0	102,795308
9	47,4	64,8	77,1	89,5	106,3	119,6	133,4	106,324563
10	48,8	66,8	79,5	92,2	109,6	123,3	137,5	109,58414
11	50,2	68,7	81,7	94,8	112,6	126,7	141,3	112,618788
12	51,4	70,4	83,8	97,2	115,5	129,9	144,9	115,462525
13	52,6	72,1	85,7	99,4	118,1	132,9	148,3	118,141878
14	53,7	73,6	87,5	101,6	120,7	135,8	151,5	120,677971
15	54,8	75,1	89,3	103,6	123,1	138,5	154,5	123,087927
16	55,8	76,5	91,0	105,5	125,4	141,1	157,4	125,385839
17	56,8	77,8	92,6	107,4	127,6	143,5	160,1	127,583457
18	57,8	79,1	94,1	109,1	129,7	145,9	162,8	129,690691
19	58,7	80,3	95,6	110,9	131,7	148,2	165,3	131,715986
20	59,5	81,5	97,0	112,5	133,7	150,4	167,8	133,6666
21	60,4	82,7	98,3	114,1	135,5	152,5	170,1	135,548824
22	61,2	83,8	99,7	115,6	137,4	154,5	172,4	137,368148
23	62,0	84,9	100,9	117,1	139,1	156,5	174,6	139,129397
24	62,7	85,9	102,2	118,5	140,8	158,4	176,8	140,836831



ottenendo per $T_R = 50$ anni i seguenti parametri:

a =56,64 n = 0,2866 t > 1h

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: LODI
Coordinate: .....

Linea segnalatrice
Tempo di ritorno (anni): 100

Parametri ricavati da: http://idro.arpalombardia.it
A1 - Coefficente pluviometrico orario 27,35
N - Coefficente di scala 0,2866
GEV - parametro alpha 0,2833
GEV - parametro kappa -0,0632
GEV - parametro epsilon 0,8174

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]: 2
Precipitazione cumulata [mm]: 110

Formulazione analitica

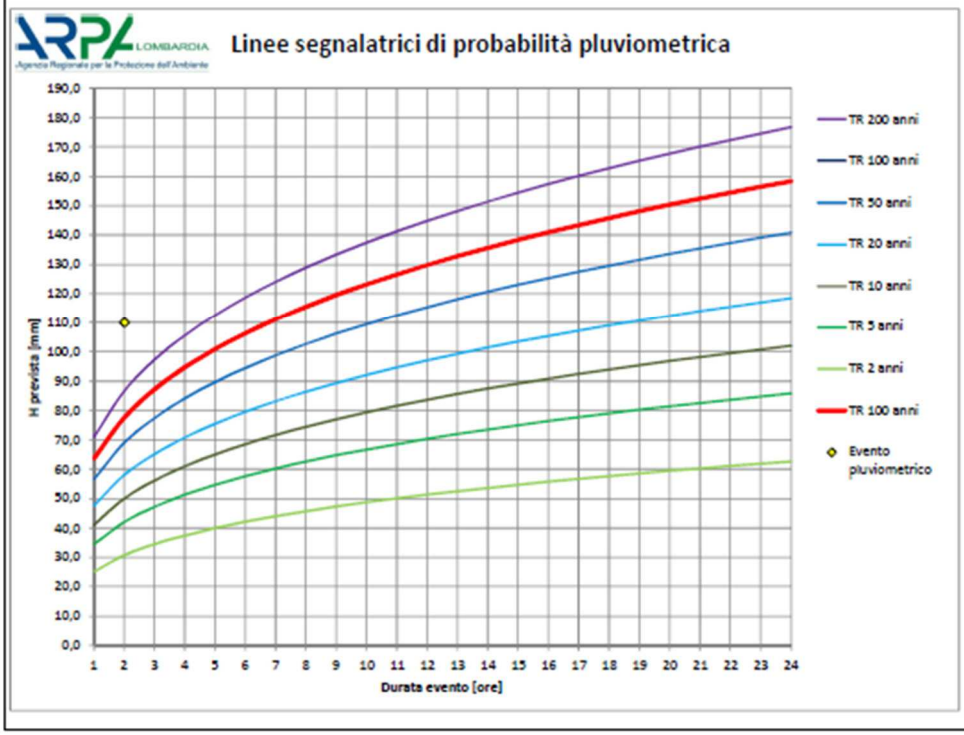
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:
http://idro.arpalombardia.it/manual/hpp.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	100
wT	0,92245	1,26313	1,50249	1,74302	2,07105	2,32984	2,59930	2,32983952
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	25,2	34,5	41,1	47,7	56,6	63,7	71,1	63,721111
2	30,8	42,1	50,1	58,1	69,1	77,7	86,7	77,7246072
3	34,6	47,3	56,3	65,3	77,6	87,3	97,4	87,3024217
4	37,5	51,4	61,1	70,9	84,3	94,8	105,8	94,8055436
5	40,0	54,8	65,2	75,6	89,8	101,1	112,8	101,066713
6	42,2	57,7	68,7	79,7	94,7	106,5	118,8	106,4882
7	44,1	60,3	71,8	83,3	98,9	111,3	124,2	111,298276
8	45,8	62,7	74,6	86,5	102,8	115,6	129,0	115,640225
9	47,4	64,8	77,1	89,5	106,3	119,6	133,4	119,610483
10	48,8	66,8	79,5	92,2	109,6	123,3	137,5	123,277364
11	50,2	68,7	81,7	94,8	112,6	126,7	141,3	126,69121
12	51,4	70,4	83,8	97,2	115,5	129,9	144,9	129,890289
13	52,6	72,1	85,7	99,4	118,1	132,9	148,3	132,904444
14	53,7	73,6	87,5	101,6	120,7	135,8	151,5	135,757438
15	54,8	75,1	89,3	103,6	123,1	138,5	154,5	138,468534
16	55,8	76,5	91,0	105,5	125,4	141,1	157,4	141,053584
17	56,8	77,8	92,6	107,4	127,6	143,5	160,1	143,525808
18	57,8	79,1	94,1	109,1	129,7	145,9	162,8	145,896354
19	58,7	80,3	95,6	110,9	131,7	148,2	165,3	148,174722
20	59,5	81,5	97,0	112,5	133,7	150,4	167,8	150,369078
21	60,4	82,7	98,3	114,1	135,5	152,5	170,1	152,486498
22	61,2	83,8	99,7	115,6	137,4	154,5	172,4	154,533158
23	62,0	84,9	100,9	117,1	139,1	156,5	174,6	156,514485
24	62,7	85,9	102,2	118,5	140,8	158,4	176,8	158,435275



ottenendo per T_R = 100 anni i seguenti parametri:

a =63,72 n = 0,2866 t > 1h

7) DETERMINAZIONE DELLA PORTATA CRITICA

Il calcolo delle portate delle acque meteoriche è stato realizzato utilizzando il metodo della corrivazione che calcola la portata massima al colmo per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione tc che è il tempo necessario alla pioggia caduta nel punto più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura.

La portata al colmo è data da:

$$Qc = \varphi \cdot i \cdot \frac{S}{360} \left(m^3/s\right)$$

Dove:

Qc= portata massima al colmo $\left(m^3/s\right)$

φ= valore del coefficiente di deflusso del bacino;

i= intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione tc *(mm/h);*

S= superficie del bacino *(ha).*

Il tempo di corrivazione è stato stimato, per piccole superficie di riferimento, in:

7.1) Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione può essere calcolato come somma del tempo di accesso alla rete di drenaggio, più il tempo di drenaggio nella rete.

$$t_c = t_a + t_r \qquad \text{dove:}$$

t_c = tempo di corrivazione

t_a= tempo di accesso alla rete 4 min: tempo di ingresso della goccia d'acqua all'interno della tubazione di collettamento;

t_r= tempo di rete 8 min necessario alla singola goccia per raggiungere dal punto più lontano alla rete sino alla sezione considerata.

$$t_c = 4 + 8 = 12\ min = 0{,}2\ ore$$

7.2) Valore del coefficiente di deflusso

Il valore di φ (coefficiente di afflusso del bacino) è valutato con la formula:

$$\varphi = \varphi\ imp \cdot IMP + \varphi\ perm \cdot (1 - IMP)$$

Dove:

$\varphi\ perm$= valore del coefficiente di afflusso per aree permeabili;

$\varphi\ imp$= valore del coefficiente di afflusso per aree impermeabili;

IMP= è il rapporto tra le superfici impermeabili e permeabili del comparto.

Valori di φ utilizzati:

Superficie	$\emptyset$
Copertura strade e parcheggi	0,9
Aree drenanti	0,7
Area verde	0,15

L'altezza di pioggia è pari a:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

a= 56,64

n= 0,2866

$h = 56{,}64 \cdot 0{,}2^{0{,}2866} = 35{,}71\ mm$

l'intensità *I* di pioggia è:

$$I = \frac{h}{t} = \frac{35{,}71}{0{,}2} = 178{,}55\ \frac{mm}{ore}$$

Tabella 1-Calcolo intensità di pioggia

nome	**area mq**	**ta min**	**tr min**	**tc min**	**tc ore**	**a**	**n**	**h mm**	**I Intensità di pioggia mm/h**
superficie	1.672,52	4	8	12	0,2	56,64	0,2866	35,71	178,55

La portata al colmo è data da:

$$\boldsymbol{Qc = \varphi \cdot i \cdot \frac{S}{360}\ (m^3/s) = 0{,}9 \cdot 178{,}55 \cdot \frac{1.672{,}52 \cdot 10^{-4}}{360} = 0{,}0746\ (m^3/s) = 74{,}6\ l/sec}$$

7.3) Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali

Con riferimento all'art. 5 comma 3 lettera b del regolamento Regionale dell'invarianza idraulica e idrologica n. 7 del 23/11/2017 e s.m.i., le acque bianche possono essere scaricate mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.

7.4) Definizione del massimo valore ammissibile di portata scaricabile

Con riferimento all'art. 8 del Regolamento Regionale dell'Invarianza idraulica e idrologica R.R. n. 7 del 23/11/2017 e s.m.i., gli scarichi ammissibili nei corpi ricettori devono essere limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore. Come anticipato precedentemente,

l'intervento in oggetto ricade in zona "B" a media criticità idraulica ed il valore massimo è pari a 20 $l/_{\text{sec}\cdot ha}$ di superficie scolante impermeabile.

Il calcolo della portata max scaricabile, come indicato dall'art. 11, deve essere considerato il φ ponderale a tutta l'area di intervento.

Considerando la superficie determinata precedentemente, di ottiene

S (superficie) = 2.155,00 mq = $2.155{,}00 \cdot 10^{-4} ha$

$Q_{lim} = 20\ l/_{sec} \cdot ha$

$Q_{u\,\text{lim}} = S \cdot \varphi \cdot Q_{\text{lim}} = l/_{\text{sec}} = 2.155{,}00 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}77 \cdot 20 = 3{,}32\ l/_{sec}$

In questo caso, data la scelta progettuale di non scaricare in un ricettore o nella fognatura comunale e di infiltrare totalmente le portate meteoriche, la portata di scarico ha un valore pari a 0 e la portata in uscita dai dispositivi di infiltrazione risulterà unicamente quella filtrata.

7.5.) Calcolo del processo di laminazione, metodo delle sole piogge.

Con riferimento all'art. 9 del Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, la modalità di calcolo da applicare all'intervento in oggetto, essendo le superfici del bacino di competenza superiore a 0,1 *ha* ed inferiore a 1,00 *ha*, è situato in ambito territoriale classe "2 - impermeabilizzazione potenziale media" può essere svolto secondo il metodo delle sole piogge - art. 11 allegato G.

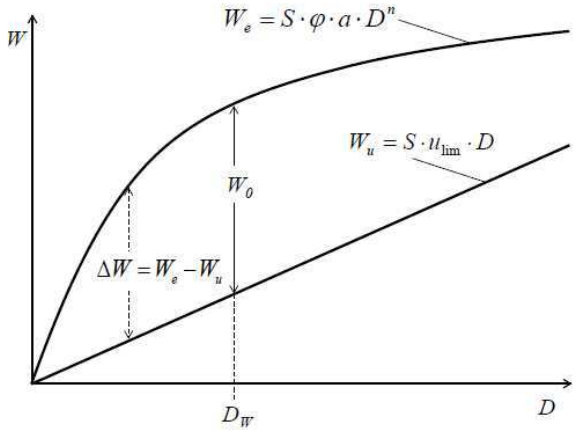
Sulla base del suddetto metodo il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerato, dalla differenza tra i volumi calcolati al termine della durata di pioggia.

Conseguentemente il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per 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:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_u^{\ n} - S \cdot Q_{u\,\text{lim}} \cdot D$$

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 AW tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua cosi l'evento di durata DW critica per la laminazione.



Esprimendo matematicamente le condizioni di massima, ossia derivando rispetto alla durata D, la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica DW per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_0.

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

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^{\ n} - Q_{u\max} \cdot D_w$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

$W_0(m^3)$ volume di laminazione che massimizza il volume invasato

$S(ha)$ superficie dell'intervento

$a\left(mm/ora^n \right)$

θ in ore

φ coefficiente di deflusso

$D_w(ore)$ durata critica dell'invaso di laminazione

$Q_{u\lim}\left(l/\sec \right)$ portata max scaricabile

le equazioni di cui sopra diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u\lim}}{2{,}78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$ durata critica invaso di laminazione

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot DW^{\ n} - 3{,}6 \cdot Q_{u\lim} \cdot D_w$$ volume di laminazione

Considerando eventi pluviometrici con tempo di ritorno di Tr= 50 anni ed in particolare la curva di possibilità pluviometrica $h = 56{,}64 \cdot D^{0{,}2866}$ risultano i seguenti valori di durata dell'evento critico e di volume dell'invaso:

S (superficie)=2.155,00 mq $= 2.155{,}00 \cdot 10^{-4}\ ha$ $\varphi = 0{,}77$

DW= 3,13 ore $\boldsymbol{W_0 = 92{,}91\ m^3}$

Nel caso in esame, non essendo previsto il recapito in un corso idrico o nella rete fognaria, lo scarico avverrà tramite pozzi perdenti. La portata uscente verrà calcolata successivamente, non appena sarà disponibile il coefficiente di permeabilità K del terreno.

7.6) Verifica del volume minimo di laminazione

Con riferimento all'art. 11 comma *"e"*, punto 3 del Regolamento Regionale dell'invarianza idraulica R.R. n. 7 del 23/11/2017, il calcolo del volume di invaso da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica deve essere maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'art. 12 comma "*2"*.

In particolare per zona "B" a media criticità idraulica è stato considerato il valore parametrico del volume minimo di invaso pari a $500\ {}^{m^3}/_{ha}$ di superficie impermeabile dell'intervento.

Volume calcolato con i requisiti minimi:

$W_{min} = 500 \cdot S \cdot \varphi$=$W_{min} = 500 \cdot 2.155{,}00 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}77 = 82{,}97\ m^3 < W_0$ (**92,91 mc)**

Verifica del volume di laminazione

Volume minimo invaso calcolato con il metodo delle sole piogge	Volume minimo art. 12 comma 2	Volume di progetto
92,91 mc	82,97 mc	92,91 mc

il volume calcolato con il metodo delle sole piogge è superiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (art. 12 del regolamento) pari a 500 mc per superficie impermeabile, per aree a media criticità e quindi viene adottato il volume della vasca di laminazione derivante dal metodo delle sole piogge.

8) VERIFICA DEL VOLUME DI LAMINAZIONE PER TR=100 ANNI

Il volume di laminazione, come riportato in precedenza, sono stati calcolati con eventi pluviometrici con tempi di ritorno di 50 anni.

A seguire è stato determinato il volume relativo ad eventi pluviometrici con tempo di ritorno Tr= 100 anni.

La precipitazione prevista con Tr= 100 anni, nella prima ora di pioggia è pari a:

a= 63,72 n= 0,2866

$W_{0\ 100\ anni} = 109{,}65\ mc$ $\Delta W = 16{,}74\ mc$

Detto volume, per eventi con tempo di ritorno di Tr= 100 anni, corrisponde ad un incremento di volume ΔW 15 % rispetto ad un tempo di ritorno di 50 anni.

9) DISPOSITIVI IDRAULICI PER IL DRENAGGIO SOSTENIBILE

Secondo il regolamento regionale, il controllo e la gestione delle acque pluviali deve essere effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso. La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un corpo ricettore è realizzata qualora la capacità di infiltrazione dei suoli risulti essere inferiore rispetto all'intensità delle piogge intense. Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

- mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, lavaggi o di pavimentazione e di auto;
- mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale;
- mediante lo scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata previsti per l'area in oggetto;
- mediante lo scarico in fognatura, con i limiti di portata suddetti;

NELL'INTERVENTO IN ESAME VERRANNO REALIZZATI POZZI PERDENTI.

9.1) Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche

La progettazione e il calcolo volumetrico dei pozzi perdenti verranno eseguiti non appena il geologo fornirà il coefficiente di permeabilità K del terreno, espresso in metri al secondo (m/s). Tale dato risulterà fondamentale per l'applicazione delle formule di bilancio idraulico, necessarie a determinare l'esatta capacità d'invaso delle opere di dispersione e a garantire il rispetto delle vigenti normative locali in materia di invarianza idraulica e idrologica

10) CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono analizzate le caratteristiche del sito e predimensionate le opere necessarie per garantire il rispetto del nuovo Regolamento Regionale n. 7/2017 e s.m.i. sull'invarianza idraulica e idrologica.

Le acque meteoriche dell'edificio saranno smaltite nel sottosuolo tramite pozzi perdenti situati nelle aree a verde, per un volume complessivo di 92,91 mc.

Nel caso in esame, non essendo previsto il recapito in un corpo idrico o nella rete fognaria, lo scarico avverrà tramite pozzi perdenti. Il dimensionamento idraulico, il calcolo della portata uscente (subordinato alla definizione del coefficiente K del terreno) e il relativo piano di manutenzione verranno redatti in una fase successiva.

San Martino in Strada, 15/06/2026

Ing. Giuseppe Bergomi



Allegati:

- Planimetria acque bianche (tavola n. 7 *Schema reti esterne* – a firma dell'Arch. Cesare Senzalari)
- Allegato E - Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento

Allegato E – 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)

Il Sottoscritto Ing. Giuseppe Bergomi, nato a Brembio (LO) il 25/01/1952, residente a San Martino in Strada, via Europa n. 10, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lodi al n. A111, incaricato da Fondazione Stefano e Angela Danelli, via P. Gorini, 38 - Lodi, di redigere il "*Progetto di invarianza idraulica e idrologica*" per l'intervento di: realizzazione di edificio ad uso socio-occupazionale, Cascina Caselle "Opificium unico", via delle Caselle, Lodi, fg. 58 mapp. 38 (parte)-313 (parte), fg. 58 mapp. 271 (parte), fg. 55 mapp. 112 (parte).

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 conseguiti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000)

DICHIARA

- che il Comune di Lodi, in cui si trova 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 dal piano delle regole e pertanto si applicano i limiti delle aree A ad alta criticità;

- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 mq. 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);

- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la massima portata ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo) per Area A, 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……
  - [x] 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 3,32 che equivale ad una portata infiltrata pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento:

- 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
  - [x] 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
  - [x] all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
  - [x] 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 del 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:
- [x] che la portata massima scaricabile 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 di 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 in Strada, 15/06/2026 **Il Dichiarante**



Ai sensi dell'articolo 38, DPR 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 D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000).