

**Studio di Ingegneria**  
**Dott. Ing. Fulvio Marazzi**

Studio: Via Santa Chiara, 11 - 26013 Crema - (CR)  
Tel. 0373/631150- fax 0373/631154  
Cell. 3355735199  
E-mail: [f.mara@libero.it](mailto:f.mara@libero.it)

PROVINCIA DI CREMONA

**COMUNE DI CREMA**

**RELAZIONE IDRAULICA**

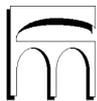
**R.R. LOMBARDIA N. 7 DEL 23/11/2017 E S.M.I.**

**REALIZZAZIONE INTERVENTO DI NUOVA**  
**LOTTIZZAZIONE IN CAVALLI**

**COMMITTENTE**

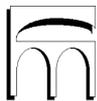
**FABIO VAIRANI NATO A CREMA (CR) IL 15/01/1978,**  
**TITOLARE DELLA SOCIETÀ SMART BUILDINGS SRL**  
**VIA DELL'INDUSTRIA 17 26013 CREMA (CR)**  
**P.IVA 01699960199**

IL TECNICO		COMUNE: Via Cavalli angolo Via Bambini del Mondo CREMA
DOTT. ING. <u>FULVIO MARAZZI</u>		PROVINCIA: CREMONA
DATA: 02/04/2020	COMMITTENTE	A termini di legge ci si riserva la proprietà del seguente elaborato, che pertanto non può essere riprodotto e/o ceduto senza autorizzazione dello STUDIO DI INGEGNERIA MARAZZI
Agg. n.		
Data		



## INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3.	INQUADRAMENTO DELL'OPERA.....	6
4.	STIMA DEL VOLUME DI LAMINAZIONE .....	9
4.1.	AREA SCOLANTE .....	9
4.2.	PRECIPITAZIONE DI PROGETTO .....	13
4.3.	METODO DELLE SOLE PIOGGE .....	14
4.4.	PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI DEL VOLUME DI LAMINAZIONE .	16
4.5.	PROGETTO OPERE DI INVARIANZA .....	19
5.	CONCLUSIONI.....	21
6.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	21
7.	ALLEGATI.....	22



## **1. PREMESSA**

Lo scrivente, Ing. Fulvio Marazzi, C.F. MRZFLV70S24D142K, è stato incaricato dalla committenza, nelle persone di:

FABIO VAIRANI, nato a Crema (CR) il 15/01/1978, titolare della società Smart Buildings srl Via Dell'Industria 17 26013 Crema (CR) P.IVA 01699960199 proprietaria dell'area, individuata al mappale 22 Mappale n. 244-325-72-73-74-75-76-79-80 complessivi mq. Catastali 7342 , di redigere la relazione e il progetto di invarianza idraulica (ex art. 10 Regolamento regionale Lombardia n. 7 del 23/11/2017, Regolamento n. 8 del 19/04/2019) per le acque meteoriche.

La verifica sarà realizzata per le sole superfici destinate ad opere di urbanizzazione (strade, parcheggi, area verde), mentre si demanda ai singoli proprietari lottizzanti la verifica e il progetto di invarianza per i singoli lotti.

**Pertanto la superficie di intervento considerata è di mq. 4.110 (superficie sole opere di urbanizzazione), di cui 2.220 di verde pubblico in cessione inalterato**

Il calcolo di verifica sarà eseguita secondo le prescrizioni contenute nel Regolamento sopra citato.

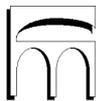
Il Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 contiene "Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)".

Def. 1)

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di afflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005).

Def. 2)

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate che i volumi di afflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non



devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005).

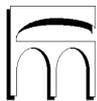
In particolare, con tale Regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

È inoltre previsto che i progettisti debbano consegnare, per gli interventi edilizi definiti dal Regolamento, una relazione d'invarianza idraulica e idrologica articolata nei seguenti punti:

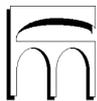
- calcolo del volume di laminazione per il rispetto dei limiti di portata meteorica massima scaricabile nei ricettori;
- proposte di soluzione per la gestione delle acque meteoriche nel rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica;
- progetto di tutte le componenti del sistema di drenaggio e dello scarico terminale, qualora necessario, completo di planimetrie, profili, sezioni e particolari costruttivi;
- piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento regionale.

Il presente documento, al primo capitolo sul calcolo del volume di laminazione e sulla progettazione della soluzione e delle opere necessarie per il rispetto dei limiti di legge.



## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 – Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.
- R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 "Legge per il governo del territorio").
- Legge regionale 15 marzo 2016, n. 4 – Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua.
- Legge Regionale 21 novembre 2011, n. 17 – Partecipazione della Regione Lombardia alla formazione e attuazione del diritto dell'Unione europea.
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 – Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne.
- Legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 – Legge per il governo del territorio.
- Legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 – Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche.
- UNI/TS 1445, maggio 2012 - Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano. Progettazione, installazione e manutenzione.
- UNI EN 1717, novembre 2002 - Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso.
- UNI EN 12053-3 - Sistema d'intercettazione, raccolta ed evacuazione (superfici di raccolta, bocchettoni, canali di gronda, doccioni, pluviali, pozzetti, caditoie, collettori differenziati ed opere di drenaggio).
- UNI 9184 - Sistemi di scarico delle acque meteoriche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.



### 3. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Si allega vista aerea dell'area di intervento:



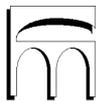
**Fig. n. 1: Vista aerea della zona di intervento**

Il comune di Crema è stato classificato nell'appendice C del regolamento 23 novembre 2017 in zona "B", a Media Criticità.

COZZO	PV	B	
CRANDOLA VALSASSINA	LC	C	
CREDARO	BG	C	
CREDERA RUBBIANO	CR	B	
CREMA	CR	B	
CREMELLA	LC	A	1
CREMENAGA	VA	C	
CREMENO	LC	C	
CREMIA	CO	C	
CREMONA	CR	B	

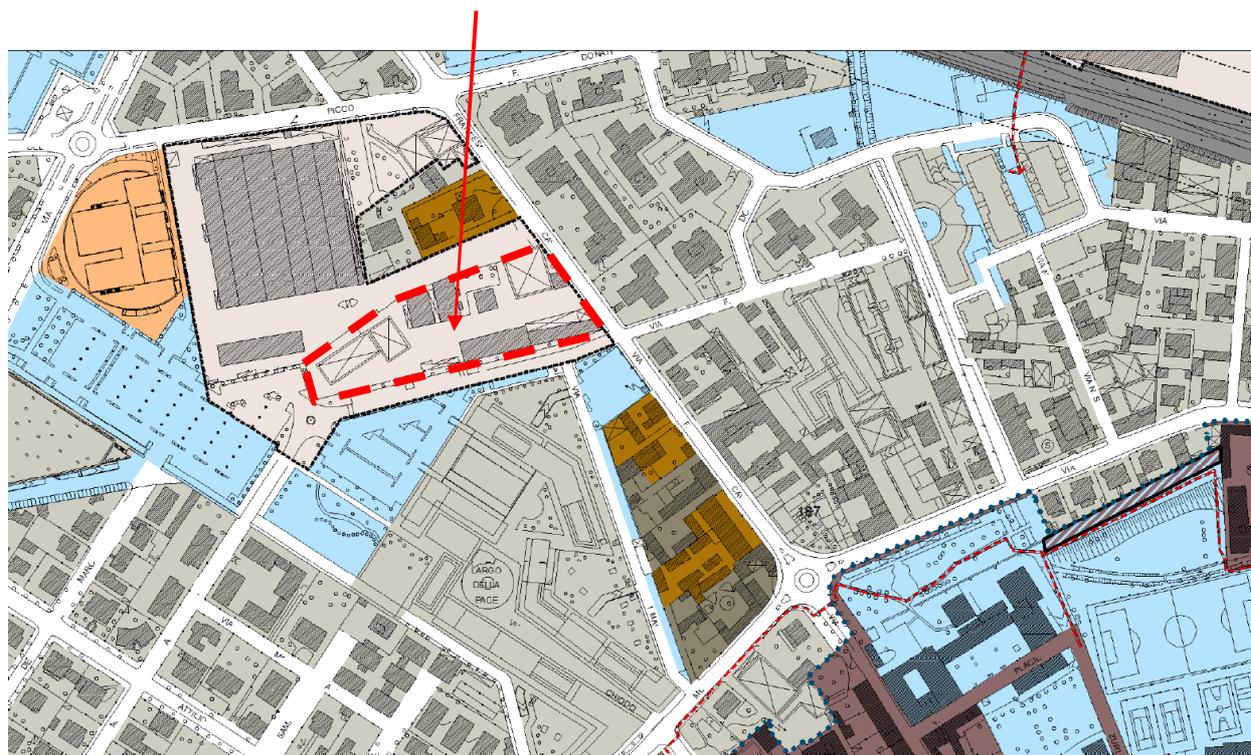
**Fig. n. 2: Stralcio della tabella allegato C del R.R. n. 8**

Come evidenziato nello stralcio al PGT comunale, l'area in oggetto rientra tra quelle riportate nell'art. 7, comma 5 del R.R. n. 8:



“Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure (1) indicati nel presente Regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come **ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti** nel Piano delle Regole.”

Alla luce di quanto sopra viene variata la classificazione della tabella C, in Zona “A”, e assoggettata ai Vincoli di tale zonizzazione



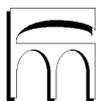
**Fig. n.3 : Stralcio P.G.T del comune di Crema**

Ambiti del documento di piano - DdP

  Ambiti di trasformazione (NT Documento di Piano)

**Fig. n.3.A : Stralcio P.G.T del comune di Crema**

Considerando tale inquadramento pertanto, dall' art. n. 8, comma 1, lettera b, del R.R. di può dedurre la portata meteorica massima ammissibile come scaricabile nei ricettori, pari a:



## 10 l/s\*ha

Con ha= ettaro (10.000 mq) di superficie scolante impermeabile

La superficie su cui si va ad intervenire è di 4.110 mq, di cui 2.220 mq di verde in cessione

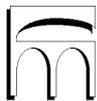
Dalla tabella 1 dell'art. 9, comma 1 e successivi del R.R. n. 8 si evincono quindi le modalità di calcolo e i coefficienti di deflusso medi ponderali da utilizzare nei calcoli idrologici.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Aree A, 8	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 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	
2 Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da >1.000 a ≤10.000 mq)	qualsiasi	(vedi articolo 11 e	
	da > 1 a ≤ 10 ha ( >10.000 a ≤100.000 mq)	≤ 0,4	Allegato G)	Requisiti minimi art. 12 comma 2
3 Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤10 ha (>10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e Allegato G)	
	> 10 ha(> 100.000 mq)	qualsiasi		

**Fig. n. 4: Stralcio tabella n. 1 del R.R. n. 8**

Dalla tabella si deduce che per le aree di tipo "A", per superfici di intervento tra 1.000 mq e 10.0000 mq, la CLASSE DI INTERVENTO è di tipo "2", per cui si deve adottare la modalità di calcolo con il "METODO DELLE SOLE PIOGGE" per il calcolo dei volumi.

Sarà nostra cura calcolare di seguito i dati necessari, infatti con lo studio di seguito esposto si ha la finalità di stimare le portate meteoriche previste (con tempo di ritorno TR= 50 anni) e a dimensionare le opere necessarie a limitare la portata scaricata nei ricettori superficiale ai valori massimi ammissibili definiti corrispondenti ad un contributo unitario di 10 l/s/ha.



## **4. STIMA DEL VOLUME DI LAMINAZIONE**

### **4.1. AREA SCOLANTE**

Per il calcolo dell'area impermeabile dell'intervento si fa riferimento ai coefficienti di deflusso consigliati all'art. 11, comma 2, lettera d, numero 1, ed in particolare:

d) calcolo dell'idrogramma netto:

1. la valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione o nell'insieme delle opere di laminazione, può essere effettuata anche in via semplificata adottando i seguenti valori standard del coefficiente di deflusso, in luogo del calcolo dell'infiltrazione come da Allegato F:

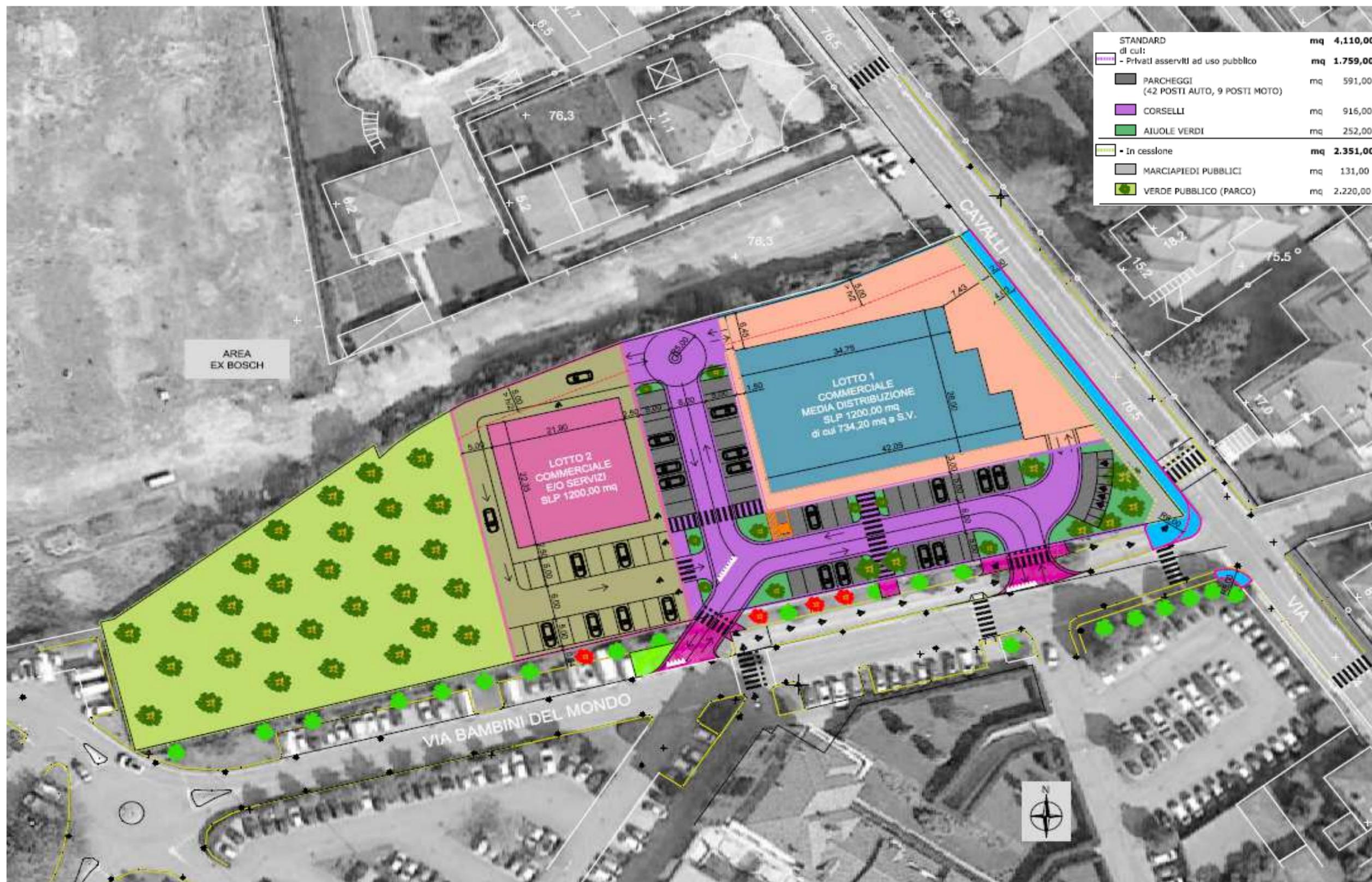
1.1. pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;

1.2. pari a 0,7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;

1.3. pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo; a 0,90 il coefficiente di deflusso.



Fig. n. 5 area di intervento con delineazione delle aree





Pertanto:

### COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO

A (m <sup>2</sup> )	$\varphi$	A* $\varphi$	ha
1507,00	1,00	1507,00	piazzale strade
131,00	1,00	131,00	parcheggi
252,00	0,30	75,60	aiuole
2220,00	0,00	0,00	verde lottizzazione permeabile
4110,00		1713,60	0,17

$$\varphi_{\text{medio}} = 0,417$$

$\Phi$  medio=0,417, da cui deriva che la superficie drenante

$$S_d = 4.110 \times 0,417 = 1.713,60 \text{ mq}$$

La superficie impermeabile del lotto è di

$$S_d = 0,1713 \text{ ha}$$

La portata uscente massima si calcola come:

$$Q_{\text{umax}} = u_{\text{lim}} \cdot \varphi \cdot A / 1000 \quad (\text{a})$$

$Q_{\text{umax}}$  [m<sup>3</sup>/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

$\varphi$  [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

$u_{\text{lim}}$  [l/(s · ha<sub>imp</sub>)]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile



Come precedentemente accennato, I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, come sopra riportato sono:

- Aree A:  $u_{lim} = 10$   
*[l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]*
- Aree B:  $u_{lim} = 20$   
*[l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]*
- Aree C:  $u_{lim} = 20$   
*[l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]*

Nel nostro caso area A.

Si ricorda che il gestore del ricevitore può imporre limiti più restrittivi, qualora sia limitata la capacità idraulica del ricevitore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

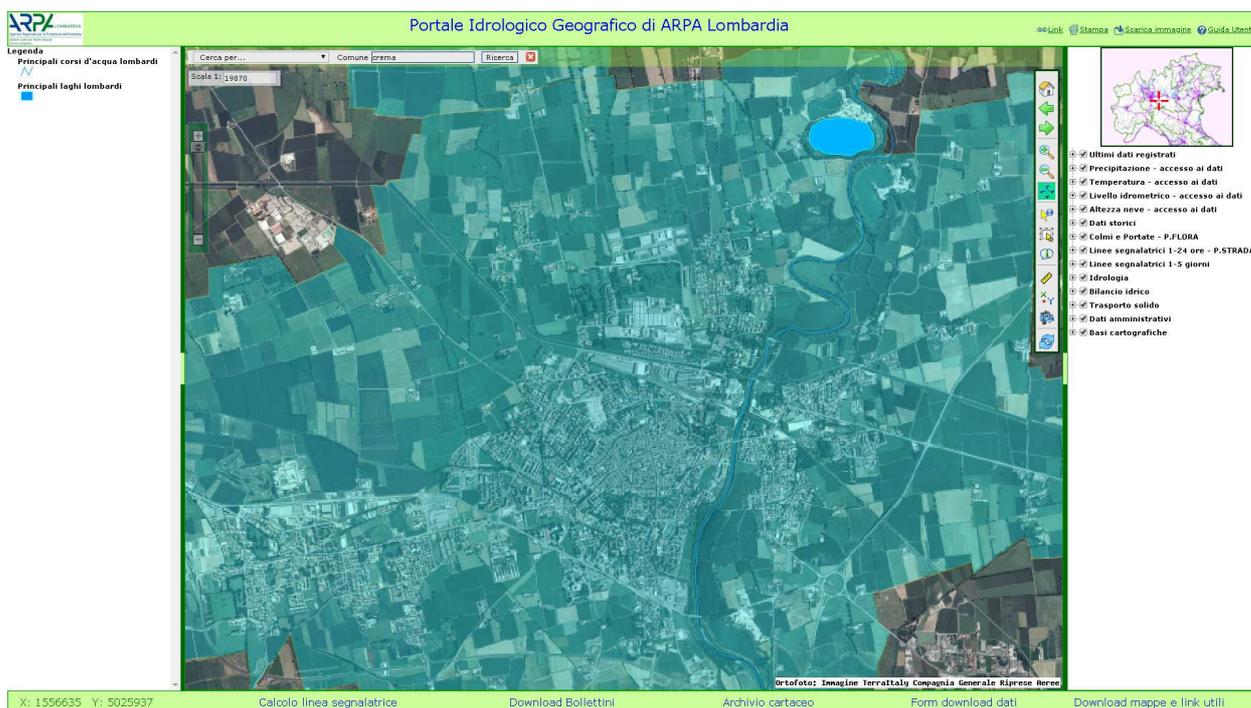
Nel nostro caso la portata massima scaricabile nel corso d'acqua è pari a:

$$Q_{u_{max}} = 10 \text{ l/s/ha} \times 0,1713 = 1,713 \text{ l/s} \quad (\mathbf{a})$$



## 4.2. PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

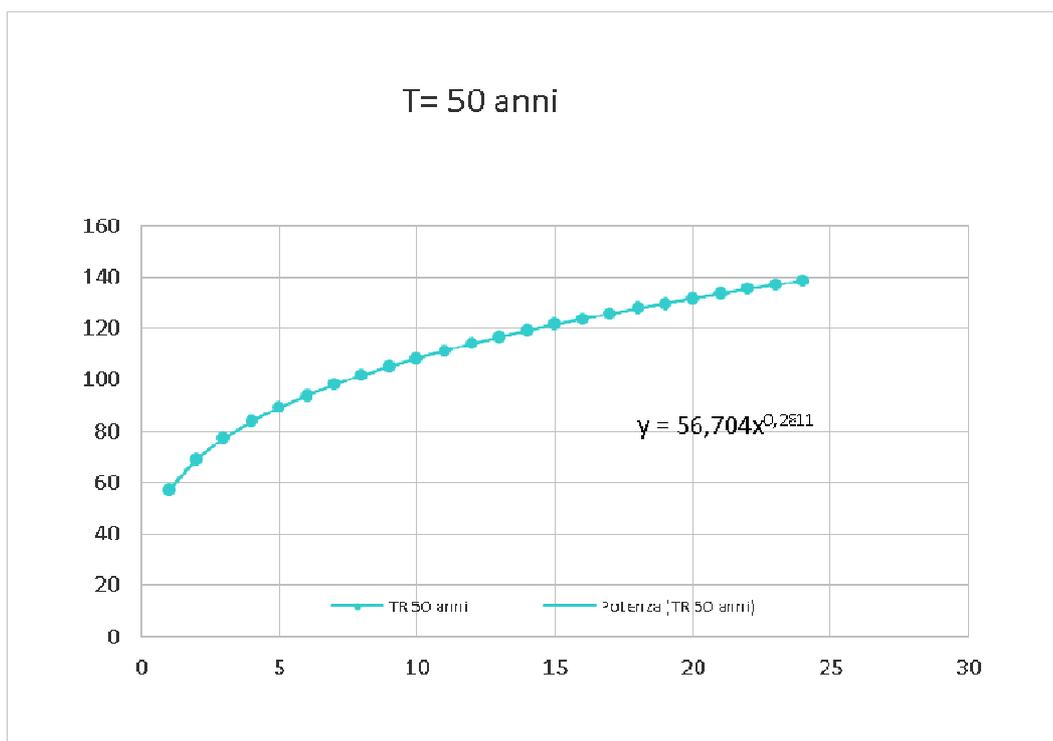
Le caratteristiche pluviometriche della zona, che vengono riassunte da una curva di possibilità pluviometrica, possono essere desunte dal sito del Servizio Idrografico ARPA Lombardia (figura 1), che consente di conoscere, in ogni punto del territorio regionale i valori delle altezze di pioggia attese ad assegnato tempo di ritorno e diverse durate.



**Fig. 6 – Portale ARPA – Comune CREMA**

Adottando un tempo ritorno di 50 anni, tempo che si ritiene adeguato per la verifica di compatibilità nel contesto di tipo agricolo in esame, dall'interpolazione delle altezze di pioggia (figura 2) si ottiene la seguente espressione, con t in ore e h in mm:

$$h=56,704 \cdot t^{0,2811}$$



**Fig. 7 – Curva di possibilità pluviometrica per l’area di interesse in comune di CREMA**

### 4.3. METODO DELLE SOLE PIOGGE

Per il calcolo degli afflussi e deflussi con l’applicazione del metodo delle sole piogge le equazioni di riferimento sono:

$$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

$D_w$  [ore]: durata critica d’invaso

$Q_{umax}$  [ $m^3/s$ ]: portata uscente massima **(a) precedentemente definita**

$W_0$  [ $m^3$ ]: volume di laminazione



$a$  [ $mm/ora^n$ ]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

$n$  [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

$A$  [ $ha$ ]: area totale interessata dall'intervento

$\varphi$  [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

Le linee segnalatrici di pioggia sono definite per due campi di durata:

$$D \leq 1 \text{ [ora]} \rightarrow a_1, n_1$$

$$1 \text{ [ora]} < D \leq 24 \text{ [ore]} \rightarrow a_2, n_2$$

I parametri  $a_2, n_2$  sono ricavati dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia; per i parametri  $a_1, n_1$  il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 suggerisce di porre  $a_1 = a_2, n_1 = 0,5$  [-].

Dopo aver calcolato la durata critica di pioggia si deve procedere alla seguente verifica:

- se la durata critica d'invaso  $D_w$ , ricade nello stesso campo di durata dei parametri  $a, n$  ipotizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si può procedere al calcolo del volume di laminazione  $W_0$ ;
- se la durata critica d'invaso  $D_w$ , non ricade nello stesso campo di durata dei parametri  $a, n$  ipotizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si devono ripetere i calcoli utilizzando i parametri  $a, n$  della linea segnalatrice di pioggia dell'altro campo di durata:
  - se il nuovo valore di durata critica d'invaso  $D_w$ , ricade nello stesso campo di durata dei parametri  $a, n$  ora utilizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si può procedere al calcolo del volume di laminazione  $W_0$ ;
  - se il nuovo valore di durata critica d'invaso  $D_w$ , non ricade nello stesso campo di durata dei parametri  $a, n$  ora utilizzati per la linea segnalatrice di pioggia, si sceglie come valore del volume di laminazione  $W_0$  il massimo tra quelli ottenuti.



Il volume di progetto dell'invaso  $W$ , risulta il massimo tra il volume ottenuto con l'applicazione del metodo delle sole piogge  $W_0$  e il volume d'invaso minimo  $W_{min}$  definito per l'ambito a cui appartiene il Comune in cui è ubicato l'intervento oggetto di analisi dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017:

$$W = \max(W_0; W_{min})$$

#### TEMPO DI SVUOTAMENTO

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore. Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa. Sulla base delle eventuali richieste limitatrici del gestore del corpo ricettore, è possibile ridurre la portata  $Q_{max}$  fino a sfruttare completamente il tempo di svuotamento.

#### 4.4. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI DEL VOLUME DI

##### LAMINAZIONE

Si riportano di seguito i risultati riassuntivi del calcolo.

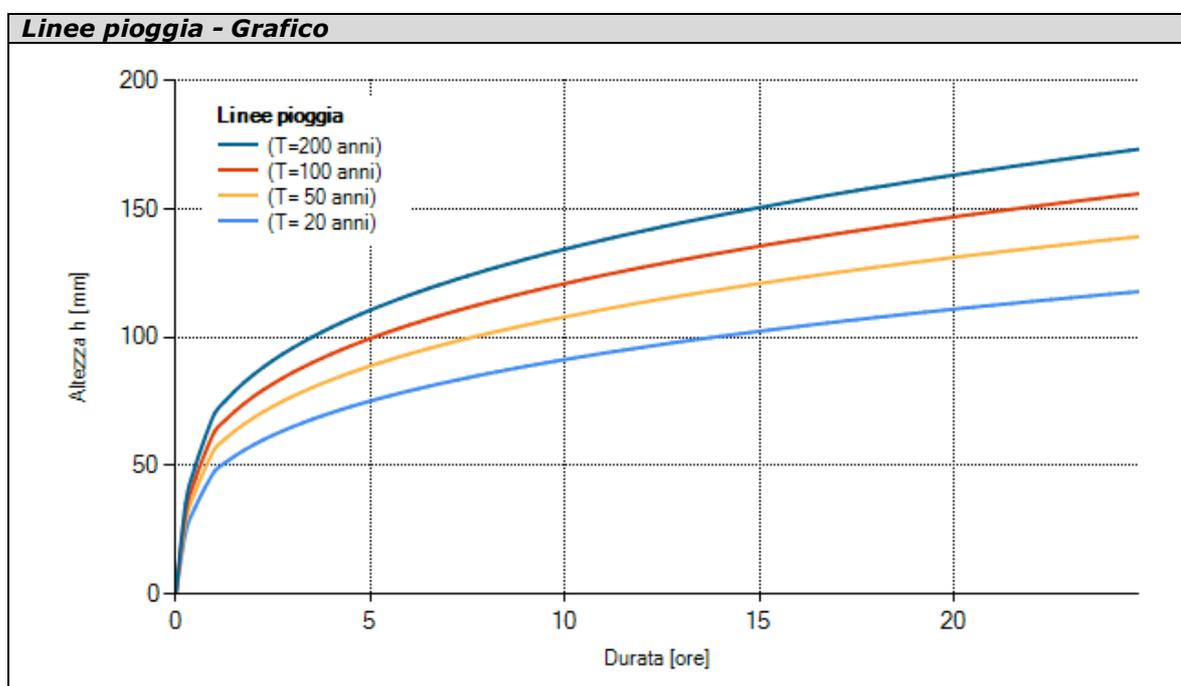
Comune di	<u><b>Crema</b></u>	Provincia	<u><b>Cremona</b></u>
Livello di criticità	<u><b>Area B - criticità media</b></u>	Limite ammissibile	<u><b>10</b></u> l/(s*ha,imp)



allo scarico

<b>Dati geografici</b>			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	27,75	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	$n$	0,2807	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2807	-
GEV - Parametro kappa	$k$	-0,0527	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8223	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).



<b>Linee pioggia - Risultati tabellari</b>				
Durata	T= 20 anni	T= 50 anni	T= 100 anni	T= 200 anni



[ore]	h [mm]	h [mm]	h [mm]	h [mm]
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	47,86	56,56	63,37	70,40
2	58,14	68,71	76,98	85,52
3	65,15	77,00	86,26	95,83
4	70,63	83,47	93,51	103,89
5	75,20	88,87	99,56	110,61
6	79,15	93,53	104,78	116,42
7	82,65	97,67	109,42	121,56
8	85,80	101,40	113,60	126,21
9	88,69	104,81	117,42	130,45
10	91,35	107,95	120,94	134,36
11	93,83	110,88	124,22	138,01
12	96,15	113,62	127,29	141,42
13	98,33	116,20	130,18	144,63
14	100,40	118,65	132,92	147,67
15	102,36	120,97	135,52	150,56
16	104,23	123,18	138,00	153,31
17	106,02	125,29	140,36	155,94
18	107,74	127,32	142,63	158,47
19	109,38	129,27	144,82	160,89
20	110,97	131,14	146,92	163,22
21	112,50	132,95	148,94	165,47
22	113,98	134,70	150,90	167,65
23	115,41	136,39	152,79	169,75
24	116,80	138,03	154,63	171,79

**Scelta tempo di ritorno**

Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica

Tempo di ritorno adottato 50 anni

Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.

$T = 50$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

$T = 100$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

Superficie totale intervento **4110,0** m<sup>2</sup>Coefficiente afflusso medio ponderale  $\phi$  **0,42****Volume di invaso**

Superficie totale intervento		0,41	ha
Volume minimo specifico di invaso		500	m <sup>3</sup> /ha,imp
Volume laminazione minimo di progetto	W	124,4	m <sup>3</sup>
VERIFICA			<b>Positiva</b>

Il volume W sopra indicato rappresenta il volume di laminazione che non è



possibile riversare in fogna bianca durante l'evento.

Tale volume deriva dalla differenza tra la pioggia precipitata e quella massima scaricabile, calcolata in base alla superficie scolante (si veda  $Q_{\max}$  (**a**)).

<b>Laminazione</b>			
Tipologia di svuotamento	<i>Portata costante</i>		
Portata uscente	$Q_u$	1,714	l/s
Tempo di svuotamento massimo		48,0	h
Tempo di svuotamento dell'invaso	$t_{sv}$	20,2	h
VERIFICA			<b>Positiva</b>

Il tempo di svuotamento, considerando la portata massima scaricabile  $Q_u=1,714$  l/s, risulta ampiamente sotto il limite delle 48 h.

Eventuali imposizioni restrittive da parte del ricettore, varierebbero il volume W di invaso.

#### **4.5. PROGETTO OPERE DI INVARIANZA**

Nel caso in esame, il progetto prevede la laminazione delle acque di pioggia definite dal calcolo precedentemente eseguito, per poi smaltirle ad evento terminato.

In particolare, secondo la disposizione delle opere di progetto (si ricorda che il presente studio di invarianza è relativo alle sole opere relative alle urbanizzazioni) e della configurazione del lotto di proprietà, si prevede in via preliminare la realizzazione di **n°1 VASCA DI LAMINAZIONE, INTERRATA E COPERTA, il cui volume sarà di 125 mc minimi, da ricavare nell'area a DI URBANIZZAZIONE, in prossimità dell'angolo tra via Cavalli e Via Bambini del Mondo.**

**LA vasca avrà uno scarico in fogna a portata regolata massima di 1,714 l/s.**



**In particolare avendo la vasca superficie di circa 140 mq, con un battente di 0,90 m, il diametro dello scarico sarà, DN 63. In alternativa si può installare una saracinesca con regolazione di portata.**

Lo scarico delle acque alla rete fognaria, dovrà essere garantito da una autorizzazione dell'ente Gestore la Padania Acque s.p.a..

Si fa presente che eventuali imposizioni restrittive da parte del ricettore, varierebbero il volume W di invaso.

Qualora nelle successive fasi di lavoro, le attuali scelte non risultassero realizzabili, per qualsiasi ragione legata alle successive autorizzazioni o a ad impedimenti tecnici, sarà cura della committenza valutare le opportune modifiche.



## 5. CONCLUSIONI

Alla luce dei calcoli sopra elaborati, e sulla base delle verifiche effettuate riassume quanto segue:

- ☒ Come da calcolo sopra esposto, per la superficie relativa alle opere di urbanizzazione, l'invarianza idraulica sarà garantita da un bacino di laminazione (vasca interrata e coperta). Il volume di accumulo garantito sarà di 125 mc, con scarico direttamente nel rete fognaria di Via Cavalli con la portata di scarico massima consentita paria a 1,71 l/s.

La presente relazione non è relativa ai lotti, per cui opportuna relazione idraulica sul rispetto dell'invarianza dovrà essere redatta direttamente dai soggetti lottizzanti. In merito ai singoli lotti si può solo anticipare che per

Lotto 1 il volume di invarianza sarà di circa 135 mc

Lotto 2 volume di invarianza sarà di circa 105 mc

Con opere e sistemi di smaltimento in fogna a carico dei lottizzanti.

- ☒ Lo scarico della vasca di invarianza di lottizzazione avverrà per gravità con un tubo DN 63, che consentirà lo scarico in 20,2 ore..

## 6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il seguente studio idraulico di dimensionamento si è fatto riferimento specifico alle seguenti normative:

- D.Lgs. 152/2006 sulla tutela delle acque e s.m.i;
- R.R Regione Lombardia N. 7 DEL 27 NOVEMBRE 2017 e s.m.i.;



- Norme UNI;
- Regolamento d'Utenza Padania Acque S.P.A.
- Regolamento Locale di Igiene.

## 7. ALLEGATI

Sono di seguito elencati gli allegati facenti parte la presente relazione:

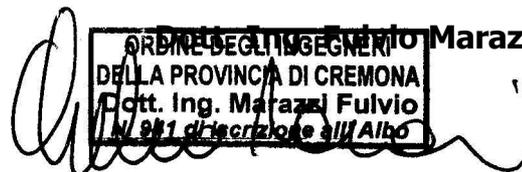
Planimetria con lo schema degli scarichi previsti:

- Tav. 1 – TAVOLA PROGETTO \_RETI E OPERE DI INVARIANZA
- Tav. 2 – TAVOLA PROFILI DELLE CONDOTTE.
- Allegato D dell'invarianza
- Allegato E dell'invarianza

Restando a disposizione per eventuali approfondimenti, si porgono distinti saluti.

Crema, 02 aprile 2020

**Il tecnico incaricato**

 **Marazzi**  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CREMONA  
Dott. Ing. Marazzi Fulvio  
N. 241 di iscrizione all'Albo