

COMMITTENTE

VIBICI Costruzioni Srl

23842 BOSISIO PARINI (LC) – VIA DEI LIVELLI, 7

P. IVA/C.F.: 05054180962

Aprile 2018

REALIZZAZIONE NUOVO
EDIFICIO PRODUTTIVO
RELAZIONE IDRAULICA VERIFICA
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE



Comune di Bosisio Parini
Via dei Livelli

STUDIO **GEO LANDSCAPE**
GEOLOGO LUCA STANZIONE

23868 VALMADRERA (LC), Via Leopardi 7 – Tel: 0341 200641 Fax: 0341 1886053

P.IVA: 03511570131 – C.F.:STNLRB66H29E507K

Email: docgeolu@iol.it PEC: docgeolu@epap.sicurezza postale.it

Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1072 AP sezione A

INDICE

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE OGGETTO DELLA CONCESSIONE
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE
3. MOTIVAZIONI DELLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA
5. RIFERIMENTI NORMATIVI
6. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
 - 6.1 Determinazione delle precipitazioni di progetto
 - 6.2 Determinazione dell'idrogramma netto
 - 6.3 Dimensionamento della vasca acque di prima pioggia
 - 6.4 Calcolo dei volumi di invaso per la laminazione
 - 6.5 Calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione
7. CONCLUSIONI

Allegati

- Corografia – Scala 1:10.000
- Estratto mappa catastale

Fuori testo: Tavola superfici impermeabili e drenanti

**NUOVO EDIFICIO PRODUTTIVO
REALIZZAZIONE NUOVO SCARICO IN CORPO IDRICO SUPERFICIALE
RELAZIONE IDRAULICA VERIFICA SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE**

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE OGGETTO DELLA CONCESSIONE

La Proprietà VIBICI Costruzioni srl realizza un nuovo edificio produttivo su un'area verde con conseguente modifica dei valori di invarianza idrologica e idraulica dell'area: la superficie totale del lotto è di 8.794,06 m² drenanti che, con la fine lavori, subirà la trasformazione di 8.080,95 m² in superficie impermeabile e la conseguente riduzione della superficie verde/drenante a 713,11 m². Alla superficie del lotto si deve aggiungere la superficie impermeabile esistente di 701,60 m², attualmente asfaltata, che verrà trasformata in copertura del collegamento tra il capannone esistente e quello in progetto. Per il mantenimento dei valori di invarianza idrologica ed idraulica si prevede la realizzazione di un sistema di raccolta delle acque meteoriche in vasche a tenuta che, dopo opportuna laminazione, verranno rilasciate nell'attigua Roggia B1 appartenente al reticolo idrico minore comunale.

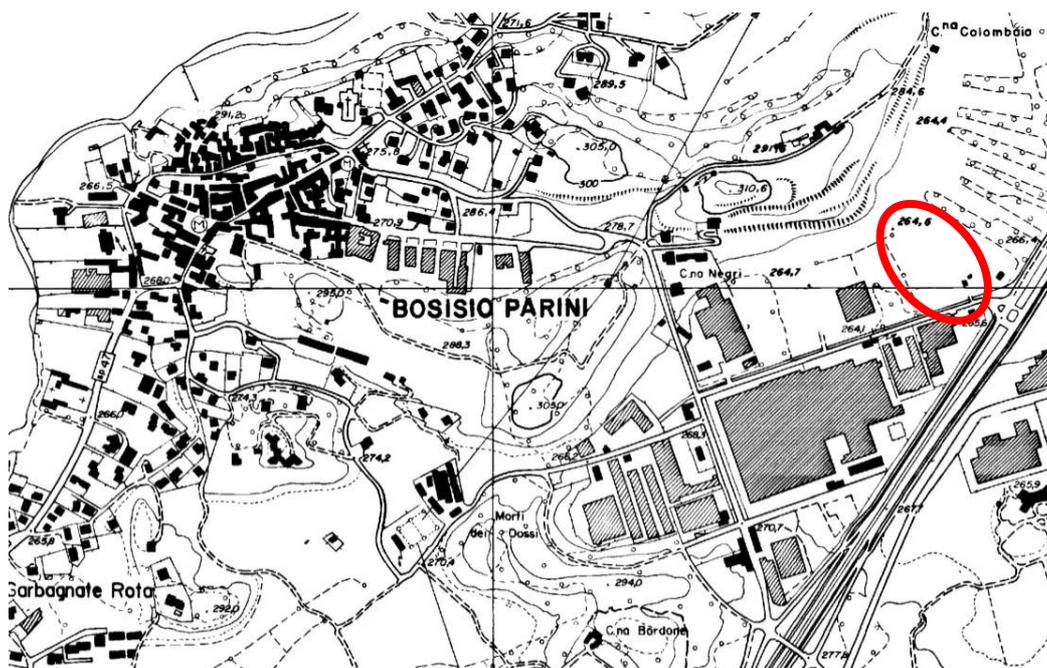
La richiesta di concessione idraulica è presentata per la realizzazione di un nuovo scarico in corpo idrico superficiale.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE

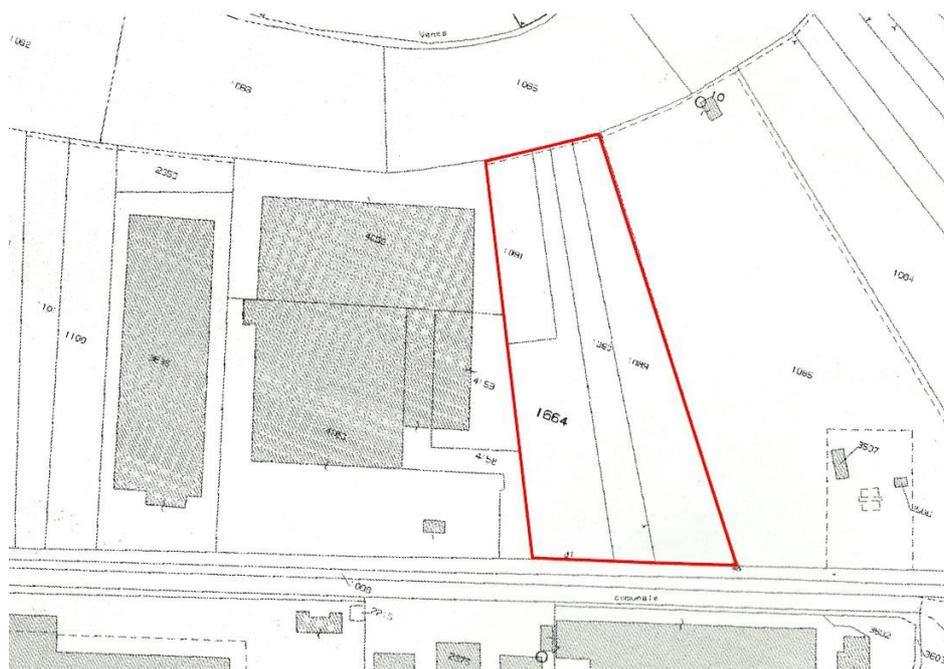
L'area d'intervento, di proprietà della ditta VIBICI Costruzioni srl, è ubicata nel Comune di Bosisio Parini, in Via dei Livelli.

Il corso d'acqua interessato è la Roggia B1.

Dati catastali: mappali 1089 - 1090 - 1091 - 1664, Comune censuario Bosisio Parini.



Estratto CTR scala 1:10.000



Estratto mappa scala 1:2.000

3. MOTIVAZIONI DELLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

La presente domanda di concessione idraulica nasce dalla necessita di eliminare le acque meteoriche prodotte in seguito alla realizzazione delle nuove superfici impermeabili, acque che non possono essere convogliate nella rete della tombinatura esistente per problemi di saturazione della rete, che verranno scaricate nella Roggia B1 dopo opportuna ed adeguata laminazione.

Le opere in progetto non occuperanno area demaniale.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

E' prevista:

- la posa di una vasca di raccolta delle acque di prima pioggia dimensionata in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m³ per ettaro di superficie scolante;
- la posa di una vasca di laminazione composta da moduli prefabbricati in polietilene a tenuta da 25 m³ ciascuno, per le acque provenienti dai piazzali;
- la posa di una vasca di laminazione composta da moduli prefabbricati in polietilene a tenuta da 25 m³ ciascuno, per le acque provenienti dalle coperture;
- la posa di una cameretta di ispezione nella quale confluiscono le acque provenienti dalle vasche di laminazione e dalla quale effluiscono le acque meteoriche mediante una tubazione di recapito nel corpo idrico superficiale.

La movimentazione dei flussi idrici sar  regolata da sistemi di pompaggio opportunamente dimensionati in funzione della portata di scarico ammessa.

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate, le opere in progetto hanno le seguenti caratteristiche:

- volume utile della vasca di prima pioggia: 22,80 m³ → 25,00 m³;
- volume utile della vasca di laminazione dei piazzali: 224,00 m³ → 250,00 m³;
- volume utile della vasca di laminazione dei piazzali: 215,00 m³ → 250,00 m³.

5. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge Regionale n. 62 del 27 Maggio 1985– Inquinamento idrico;
- Programma di tutela e uso delle acque (PTUA) – Dgr 29 Marzo 2006 n. 8/2244;
- Regolamento Regione Lombardia 24 Marzo 2006 n. 4: Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, primo comma, lettera a) della Legge Regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- Regolamento di fognatura, collettamento e depurazione delle acque reflue urbane – A.A.T.O. della Provincia di Lecco.

Di seguito si riportano alcuni estratti dalle normative sopra elencate utili alla comprensione e alla redazione della presente relazione.

Regolamento Regionale 24 marzo 2006 – n. 4

Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26
Art. 2 (Definizioni)

1. Fatte salve le definizioni di cui all'articolo 2 del d.lgs.152/1999, si intende per:

- a) « evento meteorico » una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verifichi o che si susseguano a distanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento;
- b) « acque meteoriche di dilavamento » la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- c) « acque di prima pioggia » quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- d) « acque di seconda pioggia » la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- e) « acque pluviali » le acque meteoriche di dilavamento dei tetti, delle pensiline e dei terrazzi degli edifici e delle installazioni;
- f) « superficie scolante » l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra analoga superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente Regolamento;

g) « acque di lavaggio » le acque, comunque approvvigionate, attinte o recuperate, utilizzate per il lavaggio delle superfici di cui alla lettera f) e qualsiasi altra acqua di origine non meteorica venga ad interessare le medesime superfici direttamente o indirettamente.

Art. 5 (Sistemi di raccolta e convogliamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio)

3. Alle acque meteoriche di dilavamento deve essere destinata una apposita rete di raccolta e convogliamento, munita, nei casi di cui al comma 2, di un sistema di alimentazione delle vasche di prima pioggia che le escluda automaticamente a riempimento avvenuto; la rete deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona, e comunque quanto meno assumendo che l'evento si verifichi in 15 minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1 per la superficie scolante e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo ad esse contigue, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Regolamento di fognatura, collettamento e depurazione delle acque reflue urbane – A.A.T.O.

Titolo III disciplina delle reti di fognatura privata

Art. 30 Criteri per la progettazione

7. Le Reti di Fognatura Privata devono:

d) essere dotate, qualora necessario, di vasche volano per la regimazione quantitativa degli scarichi di Acque Meteoriche nelle reti di Pubblica Fognatura al valore massimo di 20 litri/secondo per ettaro, o al valore individuato dal Gestore al fine di preservare la corretta funzionalità della Pubblica Fognatura;

e) essere dotate, qualora necessario, di vasche di raccolta delle Acque di Prima Pioggia e di Lavaggio a perfetta tenuta, dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m³ per ettaro di superficie scolante, provviste di un sistema di alimentazione che le escluda automaticamente a riempimento avvenuto.

Programma di tutela e uso delle acque (PTUA) – Dgr 29 marzo 2006 n. 8/2244

Appendice G – Direttive in ordine alla programmazione e progettazione dei sistemi di fognatura

Art. 2.3 Limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori mediante vasche volano

.....

In particolare occorre prevedere l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori e comunque entro i seguenti limiti:

.....

- 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree già dotate di reti fognarie.

6. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

6.1 Determinazione delle precipitazioni di progetto

Considerati i mutamenti in atto da un punto di vista meteorologico con il verificarsi sempre più frequente di eventi piovosi brevi ed intensi, tenuto conto dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani, si è scelto di adottare, per il dimensionamento delle opere di laminazione, un tempo di ritorno di 50 anni convenientemente alto per avere un accettabile grado di sicurezza delle stesse.

Per la definizione dei valori dei parametri "a" e "n" si è fatto riferimento allo studio di ARPA Lombardia per la caratterizzazione idrologica del regime pluviale in Lombardia dove è stata sviluppata la parametrizzazione della LSPP (linea segnalatrice di probabilità pluviometrica) per ogni sito stazione e per ogni punto griglia del territorio della Lombardia secondo il modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) scala-invariante.

Per la zona di studio, Bosisio Parini – Via dei Livelli coordinate Gauss-Boaga 1.523.692E-5.071.978N, i parametri sono:

Durata Piogge (h)	T _r	Coeff. pluviometrico orario a ₁	Coeff. Di scala n	Fattore di crescita w _t
<1	50	31,71	0,5	1,99453
>1	50	31,71	0,3187	1,99453

6.2 Determinazione dell'idrogramma netto

La superficie del lotto d'intervento ha un'estensione pari a 8.794,06 m² interamente a verde. L'intervento in progetto porterà ad una trasformazione dell'area finale di seguito illustrata:

Tipo di superficie	Estensione (m ²)
Copertura capannone	3.734,61
Piazzale impermeabile	4.346,34
Piazzale drenante	376,82
Verde	336,29
Totale	8.794,06

Nel calcolo dei volumi di acque meteoriche da smaltire, alla superficie del lotto si deve aggiungere la superficie impermeabile esistente di 701,60 m², attualmente asfaltata, che verrà trasformata in copertura del collegamento tra il capannone esistente e quello in progetto.

La valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nelle opere di laminazione è stata effettuata adottando i seguenti valori di coefficienti di deflusso:

$$S_{\text{Netta}} = S \times \varphi$$

dove:

S = superficie intercettata in m²;

φ = coeff. di deflusso.

Il coefficiente di deflusso, per una determinata superficie, rappresenta il rapporto tra l'acqua piovana che viene rilasciata e l'acqua piovana che viene intercettata in uno specifico intervallo di tempo. Varia tra 0 e 1: a coefficiente 0 corrisponde superfici in grado di assorbire tutta l'acqua intercettata mentre a coefficiente 1 corrisponde superfici che rilasciano il 100% dell'acqua, quindi sono impermeabili.

Categoria di superficie	Norme di riferimento, valori limite o indicazioni	φ
<u>Copertura edificio</u>	DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235	1,00
<u>Piazzale impermeabile</u>	DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235	1,00
<u>Piazzale drenante</u>	DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235	0,70
<u>Verde drenante</u>	DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235	0,30

Sulla base di quanto sopra esposto, la **superficie netta da considerare** è la seguente:

➤ sistema laminazione coperture:

Tipo di superficie	Superficie lorda (m²)	Superficie netta (m²)
Copertura capannone	3.734,61	3.734,61
Copertura collegamento	701,60	701,60
Totale	4.436,21	4.436,21

➤ sistema laminazione piazzali:

Tipo di superficie	Superficie lorda (m²)	Superficie netta (m²)
Piazzale impermeabile	4.346,34	4.346,34
Piazzale drenante	376,82	263,77
Verde	336,29	100,89
Totale	5.059,45	4.711,00

6.3 Dimensionamento vasca acque di prima pioggia

Secondo quanto previsto dalla normativa:

- le vasche di raccolta delle acque di prima pioggia e di lavaggio a perfetta tenuta devono essere dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m³ per ettaro di superficie scolante;
- «acque di prima pioggia» quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.

TIPOLOGIA SUPERFICIE	ESTENSIONE (m ²)	VOLUME PRIMA PIOGGIA (m ³)
PIAZZALI	4.560,28	4.560,28 m ² x 0,005 m = 22,80

Il volume della vasca di prima pioggia previsto dalla normativa per la superficie scolante risulta essere:

$$50 \text{ m}^3 * 0,456 \text{ ha} = 22,80 \text{ m}^3$$

Il volume di acque di prima pioggia prodotte dalla superficie scolante dei piazzali è commisurato al volume previsto per la vasca in progetto.

6.4 Calcolo dei volumi di invaso per la laminazione

Per il calcolo dei volumi di invaso per la laminazione si è applicato il "Metodo delle sole piogge".

Il "Metodo delle sole piogge" si basa sulle seguenti assunzioni:

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

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

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo (quindi ϕ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a \cdot w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia) espressa nella forma:

$$h = a \cdot D^n = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

➤ l'onda uscente $Qu(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili. La portata costante uscente è quindi pari a:

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

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

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

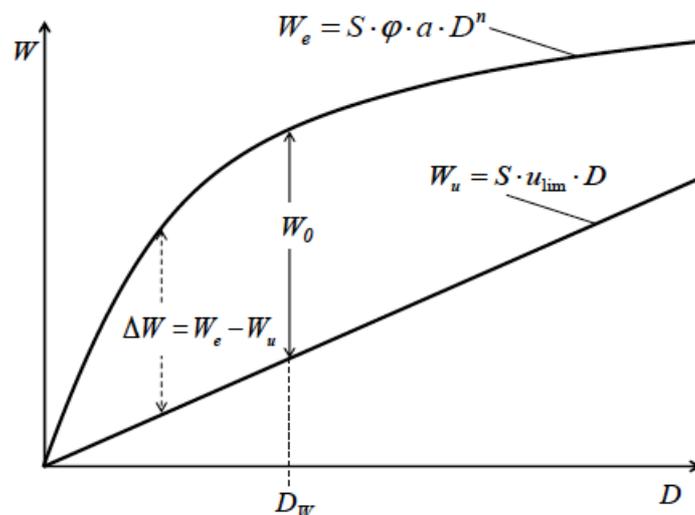
in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

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

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

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



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

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, 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 :

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

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

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

W_0 in $[m^3]$

S in $[ha]$

a in $[mm/ora^n]$

θ in $[ore]$

D_w in $[ore]$

$Q_{u,lim}$ in $[l/s]$

le equazioni diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \tag{4'}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w \tag{5'}$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_0 = W_0/S$ (in m^3/ha) si ha:

$$D_w = \left(\frac{u_{lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\overline{n-1}} \quad (4'')$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w \quad (5'')$$

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata D risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Di seguito, nella tabella, viene stimato il volume d'invaso da laminare e il tempo necessario per lo svuotamento della vasca.

Le portate entranti, provenienti dalle coperture e dalla superficie netta dei piazzali e aree verdi della proprietà, sono calcolate sulle seguenti superfici:

- coperture: 4.436,21 m²;
- piazzali e aree verdi: 4.711,00 m².

La portata uscente è definita dalle Norme tecniche di Attuazione del PTUA (come ribadito anche nella DGR 29 marzo 2006 n.8/2244 di approvazione del PTUA, nella cui Appendice G sono riportate le norme tecniche per la limitazione delle portate meteoriche scaricate nei ricettori) ed è pari a 40 l/s·ha per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile per le aree già dotate di reti fognarie:

portata uscente: superficie scolante impermeabile 9.147,21 m² = 0,915 ha, $Q_u = 36,60$ l/s;

- vasche di laminazione coperture: s.s.i. 4.436,21 m² = 0,444 ha, $Q_u = 17,76$ l/s;
- vasche di laminazione piazzali: s.s.i. 4.711,00 m² = 0,471 ha, $Q_u = 18,84$ l/s.

Dimensionamento vasca laminazione copertura (1)

Si allega foglio di calcolo del dimensionamento della vasca di laminazione, che risulta essere pari a circa **224 m³**. Il calcolo è stato effettuato assumendo come tempo di ritorno $T_r = 50$ anni, con coefficienti $a=63,25$ ed $n=0,5$ (per $t < 1h$) $n=0,3187$ (per $t > 1h$).

Dimensionamento vasca laminazione piazzali (2)

Si allega foglio di calcolo del dimensionamento della vasca di laminazione, che risulta essere pari a circa **238 m³**. Il calcolo è stato effettuato assumendo come tempo di ritorno $T_r = 50$ anni, con coefficienti $a=63,25$ ed $n=0,5$ (per $t < 1h$) $n=0,3187$ (per $t > 1h$).

A questo volume va sottratto quello della vasca di prima pioggia: 237,4 m³ - 22,80 m³ = **214,60 m³**.

Foglio di calcolo del dimensionamento della vasca di laminazione coperture

Tempo (min)	a	n	Altezza di pioggia [mm]	Volume entrante We (mc)	Volume uscente Wu (mc)	Volume invaso ΔW (mc)
5	63,52	0,5000	18,34	81,35	5,32	76,02
10	63,52	0,5000	25,93	115,04	10,65	104,39
15	63,52	0,5000	31,76	140,89	15,97	124,92
20	63,52	0,5000	36,67	162,69	21,29	141,40
25	63,52	0,5000	41,00	181,89	26,62	155,28
30	63,52	0,5000	44,92	199,25	31,94	167,31
35	63,52	0,5000	48,51	215,22	37,26	177,96
40	63,52	0,5000	51,86	230,08	42,59	187,49
45	63,52	0,5000	55,01	244,04	47,91	196,12
50	63,52	0,5000	57,99	257,24	53,23	204,00
55	63,52	0,5000	60,82	269,79	58,56	211,23
60	63,52	0,5000	63,52	281,79	63,88	217,91
120	63,52	0,3182	79,20	351,33	127,76	223,56
180	63,52	0,3182	90,10	399,71	191,64	208,06
240	63,52	0,3182	98,74	438,02	255,53	182,50
300	63,52	0,3182	106,00	470,26	319,41	150,85
360	63,52	0,3182	112,34	498,35	383,29	115,06
420	63,52	0,3182	117,98	523,40	447,17	76,23
480	63,52	0,3182	123,10	546,12	511,05	35,07
530	63,52	0,3182	127,05	563,61	564,29	-0,67

Foglio di calcolo del dimensionamento della vasca di laminazione piazzali

Tempo (min)	a	n	Altezza di pioggia [mm]	Volume entrante We (mc)	Volume uscite Wu (mc)	Volume invaso ΔW (mc)
5	63,52	0,5000	18,34	86,38	5,65	80,73
10	63,52	0,5000	25,93	122,17	11,31	110,86
15	63,52	0,5000	31,76	149,62	16,96	132,66
20	63,52	0,5000	36,67	172,77	22,61	150,16
25	63,52	0,5000	41,00	193,16	28,27	164,89
30	63,52	0,5000	44,92	211,60	33,92	177,68
35	63,52	0,5000	48,51	228,55	39,57	188,98
40	63,52	0,5000	51,86	244,33	45,23	199,11
45	63,52	0,5000	55,01	259,15	50,88	208,27
50	63,52	0,5000	57,99	273,17	56,53	216,64
55	63,52	0,5000	60,82	286,50	62,19	224,32
60	63,52	0,5000	63,52	299,24	67,84	231,40
120	63,52	0,3182	79,20	373,09	135,68	237,41
180	63,52	0,3182	90,10	424,47	203,52	220,95
240	63,52	0,3182	98,74	465,16	271,35	193,80
300	63,52	0,3182	106,00	499,39	339,19	160,19
360	63,52	0,3182	112,34	529,21	407,03	122,18
420	63,52	0,3182	117,98	555,82	474,87	80,95
480	63,52	0,3182	123,10	579,95	542,71	37,24
530	63,52	0,3182	127,05	598,52	599,24	-0,72

6.5 Calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione

In funzione delle portate uscenti dall'invaso di laminazione Q_u (nel rispetto della portata limite ammissibile) e Q_{inf} (portata di infiltrazione), il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento, a partire dal massimo invaso W_{lam} , è pari a:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + q_{inf}}$$

In base alla valutazione di tale tempo e considerando l'eventualità che la precipitazione di progetto avvenga in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi e quindi con minore capacità utile per la laminazione, il progetto entrerà nel merito delle misure di sicurezza aggiuntiva in funzione della tipologia degli stessi invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

Il tempo di svuotamento non deve superare le 48 ore (172.800 sec.), in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Per gli invasi in progetto, il tempo di svuotamento T_{SVUOT} risulta:

vasca 1: $T_{SVUOT} = 224.000 \text{ (litri)} / 17,76 \text{ (litri/sec)} = 12.612,61 < 172.800 \text{ sec (verificato)}$;

vasca 2: $T_{SVUOT} = 215.000 \text{ (litri)} / 18,84 \text{ (litri/sec)} = 11.411,89 < 172.800 \text{ sec (verificato)}$.

7. CONCLUSIONI

In considerazione dell'intervento edilizio in progetto che vede la trasformazione di un'area verde in una ad alta percentuale di impermeabilizzazione, per la gestione delle acque meteoriche si prevede la realizzazione di 2 vasche di raccolta e laminazione delle acque piovane prima di essere scaricate nella attiguo corpo idrico superficiale, la Roggia B1.

La portata di scarico è definita dalle Norme tecniche di Attuazione del PTUA (come ribadito anche nella DGR 29 marzo 2006 n.8/2244 di approvazione del PTUA, nella cui Appendice G sono riportate le norme tecniche per la limitazione delle portate meteoriche scaricate nei ricettori) ed è pari a 40 l/s·ha per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile per le aree già dotate di reti fognarie:

- superficie scolante impermeabile $9.147,21 \text{ m}^2 = 0,915 \text{ ha}$, $Q_u = 36,60 \text{ l/s}$;
- per le singole vasche di laminazione:
 - vasca 1 = 0,444 ha pari a 17,76 l/s;
 - vasca 2 = 0,471 ha pari a 18,84 l/s).

Con la volanizzazione totale dello scarico, la portata uscente risulta essere di basso impatto sulle portate defluenti attualmente nella roggia e quindi verificata.

Si prevede inoltre la realizzazione di una vasca di prima pioggia.

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate, le opere in progetto hanno le seguenti caratteristiche:

- volume utile della vasca di prima pioggia: $22,80 \text{ m}^3 \rightarrow 25,00 \text{ m}^3$;
- volume utile della vasca di laminazione dei piazzali: $224,00 \text{ m}^3 \rightarrow 250,00 \text{ m}^3$;
- volume utile della vasca di laminazione dei piazzali: $215,00 \text{ m}^3 \rightarrow 250,00 \text{ m}^3$.

Lo scarico in progetto dovrà essere realizzato in direzione della corrente del corpo idrico ricettore e dovranno essere previste adeguate protezioni contro l'erosione della sponda e del fondo alveo.