

REGIONE LOMBARDIA  
PROVINCIA DI BRESCIA

## COMUNE di PONCARALE



# Progetto di nuovo insediamento produttivo finalizzato alla vendita all'ingrosso di prodotti farmaceutici

secondo la procedura SUAP di cui all'art. 8 del DPR 160/2010 e s.m.i. e all'art. 97 della L.R. 12/2005 e s.m.i.

### PROPONENTE

#### ASCA COSTRUZIONI SRL

Via Mulini, n.114/A - 25039 Travagliato (Bs)  
P.IVA e C.F. 03802810980  
PEC ascacostruzionisrl@legalmail.it



### UTILIZZATORE

#### CEF Cooperativa Esercenti Farmacia S.C.R.L.

Via Achille Grandi, n.18 - 25125 Brescia (Bs)  
P.IVA e C.F. 00272680174  
PEC cefscrl@pec.confcooperative.it



### COMPONENTE IDRAULICA

Tavola numero

# INV\_FABB02

Relazione a supporto del progetto rete raccolta e smaltimento acque meteoriche secondo il RR 7/2017 di invarianza idraulica-idrologica per fabbricato

Scala

Fase

Data

Revisione

Aprile 2024

### PROGETTISTI

# PIANO zero p r o g e t t i

S.R.L. STP

Ing. Cesare Bertocchi  
Arch. Cristian Piovanelli  
Pian. Alessandro Martinelli  
Ing. Ilaria Garletti

via Palazzo n.5, 25081 Bedizzole (BS)  
Tel. 030 674924  
email: info@pianozerogetti.it  
PEC: pianozerogetti srlstp@legalmail.it  
P.IVA: 04259650986

### RESPONSABILI COMMESSA

Pian. Alessandro Martinelli  
Arch. Cristian Piovanelli

### PROGETTISTI COMPONENTE SPECILISTICA



### Ing. Bellini Fabrizio

Via Malogno n.2, 25036 Palazzolo s/O  
Tel. 030.7402007  
email: info@ecosphera.net

Soc. Asca Costruzioni S.r.l.

Via Mulini, 114/A  
25039 Travagliato (BS)

---

## PROGETTO RACCOLTA E SMALTIMENTO METEORICHE AREA PRIVATA

Invarianza idraulica e idrologica R.R. 7/2017 e s.m.i.

### RELAZIONE TECNICA

Progetto nuovo compendio produttivo a margine della SS 45 bis,  
25020 Poncarale BS (cod. G818, BS)  
Foglio 16 Mappali 217-219-220-221  
(SUAP Asca Poncarale - art. 8 DPR 160/2010 e smi e art. 97 LR 12/2005)

### RELAZIONE PRELIMINARE SUL RETICOLO IDRICO COMUNALE INTERESSATO DALL'INTERVENTO

(R.D. n. 523 del 25 luglio 1904; L.R. n. 10 del 29 giugno 2009; L.R. n. 4 del 15 marzo 2016; D.G.R. n. 5714 del 15 dicembre 2021)



ecosphera s.r.l. - via Malogno, 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS) - Tel. 030.7402007 – 030.7401749 - Fax 030.7402017 - [www.ecosphera.net](http://www.ecosphera.net) - [mail:info@ecosphera.net](mailto:mail:info@ecosphera.net)

---



Ambiente  
Qualità  
Sicurezza  
Energia



Data emissione	04/2024
Commessa	23/2987
File	J:\Geotecnica\Prov_BS\PONCARALE\2024\ASCA costruzioni\INVARIANZA\Rel_Inv Privato 2024-04 ASCA Costruzioni.docx
Referente	F. Bellini

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL SITO E DESCRIZIONE PROGETTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.</b>	<b>SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO</b> .....	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>FATTIBILITÀ INFILTRAZIONE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA</b> .....	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1.</b>	<b>DESCRIZIONE RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO</b> .....	<b>9</b>
5.1.1.	Porosità materiale riempimento .....	10
<b>5.2.</b>	<b>PORTATA DISPERSA E VOLUMI DI LAMINAZIONE DISPONIBILI</b> .....	<b>10</b>
5.2.1.	Trincee disperdenti.....	10
5.2.2.	Pozzi perdenti .....	11
<b>6.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI RACCOLTA E TRASPORTO</b> .....	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>VERIFICA SISTEMA DI LAMINAZIONE</b> .....	<b>19</b>
<b>7.1.</b>	<b>CALCOLO VOLUME EX ART. 12 COMMA 2</b> .....	<b>19</b>
<b>7.2.</b>	<b>CALCOLO CON PROCEDURA DETTAGLIATA</b> .....	<b>19</b>
<b>7.3.</b>	<b>VERIFICA RISPETTO RR7</b> .....	<b>20</b>

## 1. PREMESSA

Su incarico della Società AscA Costruzioni S.r.l. con Sede legale in via Mulini n. 114/A nel comune di Travagliato (BS), è redatta la presente relazione idrologico-idraulica in riferimento al progetto “Nuovo compendio produttivo” da realizzare a margine della SS 45 bis – 25020 Poncarale BS, all’interno dei terreni distinti catastalmente al Foglio 16 Mappali 217-219-220-221 (cod. G818).

La presente relazione concerne l’applicazione del Reg. Reg. 7/2017 (d’ora in poi RR7) e s.m.i. per la determinazione delle portate di pioggia critiche che si possono manifestare in corrispondenza del sito e la verifica dei sistemi di raccolta e smaltimento delle precipitazioni dalle superfici scolanti.

Secondo Art. 7 comma 5 di RR7 le aree lombarde identificate nel piano delle regole come piani attuativi vengono assoggettate ai limiti e alle procedure per le aree A – “ad alta criticità idraulica”.

Il territorio comunale ricade in **area A** di cui all’art. 7 comma 3 del RR.

L’intervento si costituisce delle opere di urbanizzazione (strade di accesso dalla SS 45bis – pari a 3.525 m<sup>2</sup>) e delle opere private (pari a 41.250 m<sup>2</sup>).

Il presente è relativo alle opere private.

Viste le caratteristiche idrogeologiche locali per evitare sovraccarichi nella fognatura comunale e/o nel reticolo idrico a valle si è previsto un apporto “nullo” nel sistema a valle.

Il tempo di ritorno delle opere per garantire l’invarianza pari a TR 50 anni è stato assunto anche per la condizione cautelativa sopra citata ovvero per una portata meteorica proveniente dalla nuova superficie impermeabile scolante, da scaricare nel recettore, pari a “0”.

Per la verifica dei franchi di sicurezza, per la medesima condizione con scarico nullo nel recettore, oltre a Tr 50 anni è stato adottato anche il tempo di ritorno TR 100 anni come previsto dall’art. 1 comma 2 lettera a) punto 2 del RR 7/2017.

## 2. INQUADRAMENTO DEL SITO E DESCRIZIONE PROGETTO

Il sito è posto nel territorio comunale di Poncarale (BS), in terreni distinti catastalmente al Foglio 16 Mappali 217-219-220-221.

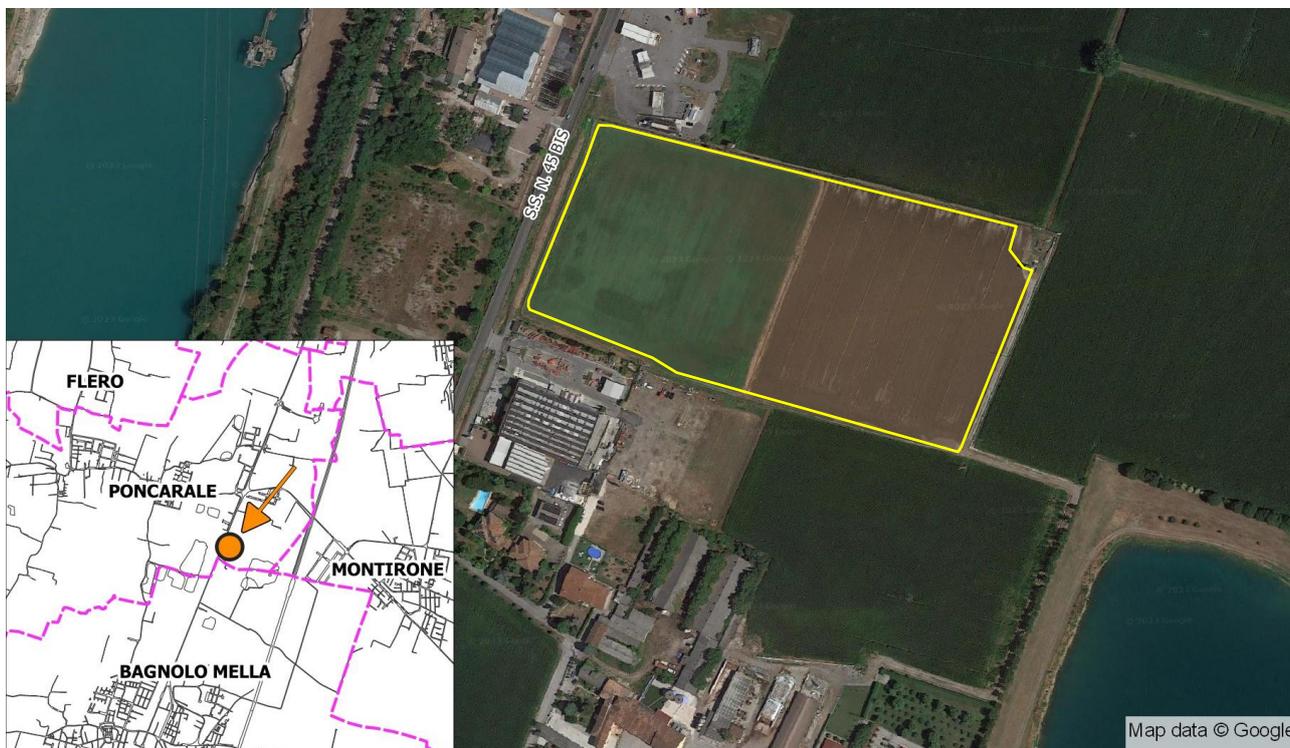


Figura 1: Ubicazione sito in studio su foto aerea (stato attuale)



Figura 2: Ubicazione sito in studio su base catastale– WMS Agenzia delle Entrate

L'intervento concerne la costruzione di un nuovo fabbricato produttivo circondato da un piazzale su tutti i lati.

Il fabbricato è a quota 94,22 mslm mentre il piazzale ha pendenza dal fabbricato verso le recinzioni di confine di circa 1%.

I parcheggi auto sono collocati nel settore ovest.

L'attività produttiva non rientra tra le attività che richiedano la applicazione del Regolamento Regionale 4/2006.

Per i parcheggi auto si prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie sifonate;
- il recapito diretto dalle caditoie alle trincee di dispersione, queste ultime costituite da un tubo perdente circondato da materiale grossolano.

Si hanno 2 parcheggi separati ciascuno con propria trincea di dispersione.

Per i piazzali del fabbricato si prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie sifonate;
- la raccolta delle caditoie con una rete a tenuta sino alla cameretta di separazione;
- da quest'ultima si ha il collegamento ad un disoleatore dimensionato per intensità di pioggia di 20 mm/h e, a valle di un pozzetto di campionamento, alla trincea di dispersione;
- per eventi intensi si ha un troppo pieno collegato, a valle di un pozzetto di campionamento, alla trincea di dispersione;
- le trincee di dispersione sono costituite da un tubo perdente circondato da materiale grossolano;
- nei pozzetti di campionamento sono previste paratoie ad azionamento manuale da azionare in situazioni di emergenza quali incendi con uso di acqua sui piazzali.

Si ha una trincea di dispersione che circonda i lati nord, est e Sud del fabbricato; essa, al raggiungimento di alti livelli idrici ha degli sfoghi nell'area verde laterale.

Sul lato est del piazzale si ha un'area ribalte ribassata di 1,2 m; sono previsti i medesimi presidi del piazzale; la dispersione si attua mediante pozzo perdente.

## 2.1. SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

La superficie territoriale complessiva di 44.775,00 m<sup>2</sup>.

Una parte dell'area è relativa alle opere di urbanizzazione ed è oggetto di progetto specifico di invarianza pertanto non concerne il presente progetto.

La superficie di intervento del presente progetto corrisponde a 41.250 m<sup>2</sup> di cui 5.800 m<sup>2</sup> destinati ad area verde e 1.750 m<sup>2</sup> destinati a pavimentazione drenante.

La tabella seguente riassume le superfici considerate nel progetto di invarianza.

Tipologia superfici	A	B	AxB
	superficie (m2)	coeff. affl.	
superficie impermeabile coperta	20 875,00	1,00	20 875,00
superficie impermeabile scoperta	12 825,00	1,00	12 825,00
Superficie semipermeabile	1 750,00	0,70	1 225,00
Area verde	5 800,00	-	-
totale	41 250,00	0,85	34 925,00

Tabella 1: riepilogo superfici e coefficienti di afflusso

In riferimento alla Tabella 1 di cui all'articolo 9 del R.R. N. 7 e s.m.i., l'intervento ricade in classe 3 "Impermeabilizzazione potenziale alta", in quanto la superficie interessata dall'intervento ricade tra 1 e 10 ha e il coefficiente di deflusso medio ponderale risulta > 0,4.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
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		

Figura 3 – Tabella 1 Art. 9 R.R. n. 7/2017 e s.m.i.

Applicando la Tabella 1 di cui all'articolo 9 del RR, le modalità di calcolo del volume di laminazione avverranno secondo la procedura dettagliata e nel rispetto dei valori minimi di cui all'art. 12 comma 2.

Il progetto prevede che le acque meteoriche derivanti dai piazzali e dai tetti vengano raccolte e disperse nei primi strati del sottosuolo mediante pozzi perdenti e trincee disperdenti.

### 3. FATTIBILITÀ INFILTRAZIONE

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche, idrogeologiche geomorfologiche si rimanda alla relazione geologica eseguita dal dott. M. Carraro allegata al progetto, tramite la quale NON si evidenziano vincoli di natura geologico/amministrativa che vietino la realizzazione di opere di smaltimento idrico tradizionali nel suolo/sottosuolo nell'area di progetto. Sulla base dell'analisi dello studio geologico comunale e della relazione geologica NON si riscontrano contro-indicazioni di natura geotecnica alla dispersione delle acque meteoriche nei primi metri di sottosuolo, in quanto la zona non risulta interessata da riporto di materiale, né da occhi pollini o da terreni con caratteristiche geotecniche scadenti.

Per la ricostruzione della litologia e della capacità di assorbimento idrico dei terreni nella medesima relazione geologica è stata eseguita una prova di permeabilità all'interno della trincea esplorativa.

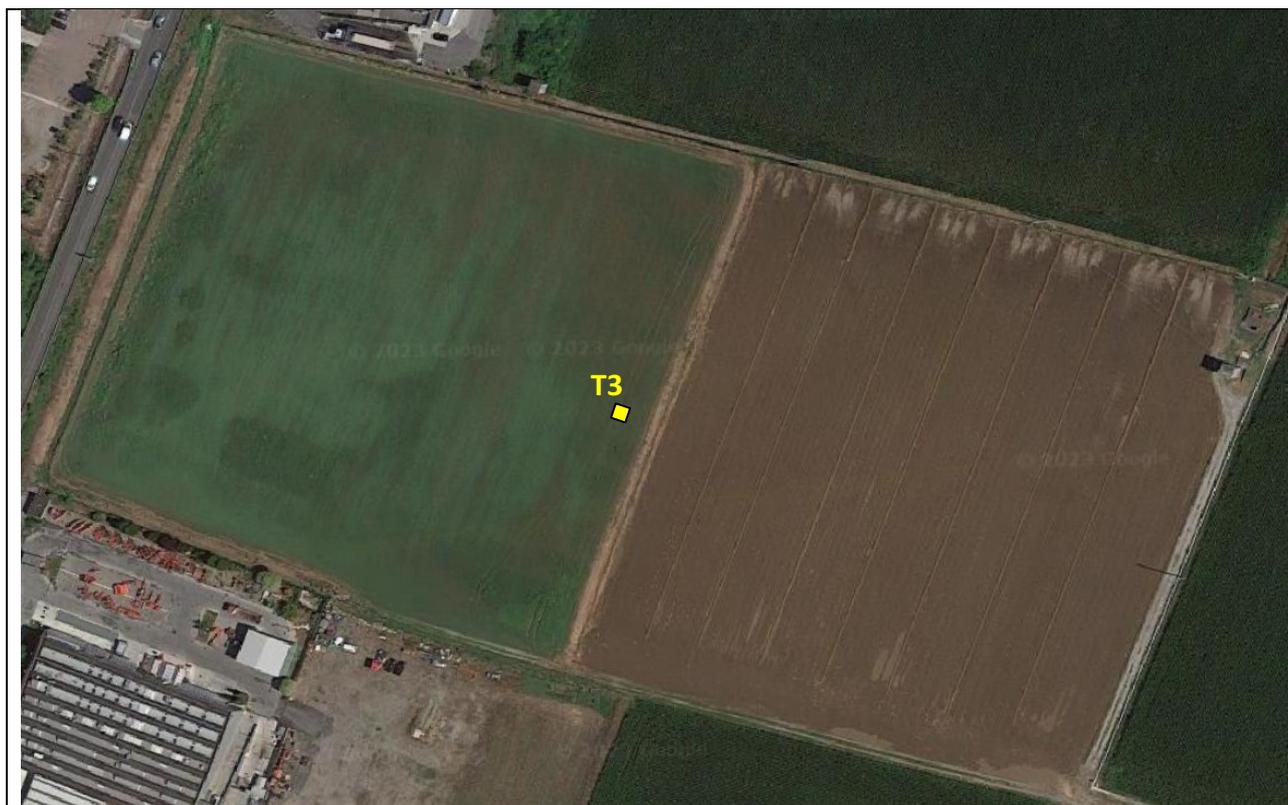


Figura 4: stralcio del reticolo idrico comunale su ortofoto (fonte: studio per l'identificazione del reticolo idrico minore)

La permeabilità riscontrata e considerata nel seguito è pari a  $1,3 \times 10^{-4}$  m/s.

La falda è a 4 m dal piano campagna; la quota più profonda di dispersione è a 2,0 m dal piano campagna.

## 4. CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Le piogge intense sono caratterizzate da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica che consentono di determinare le altezze di pioggia per ogni durata di pioggia e per diversi tempi di ritorno T (numero di anni in cui mediamente viene superata l'altezza di pioggia alla relativa durata).

Tali curve hanno la seguente forma:  $h_T(t) = a \cdot t^n$

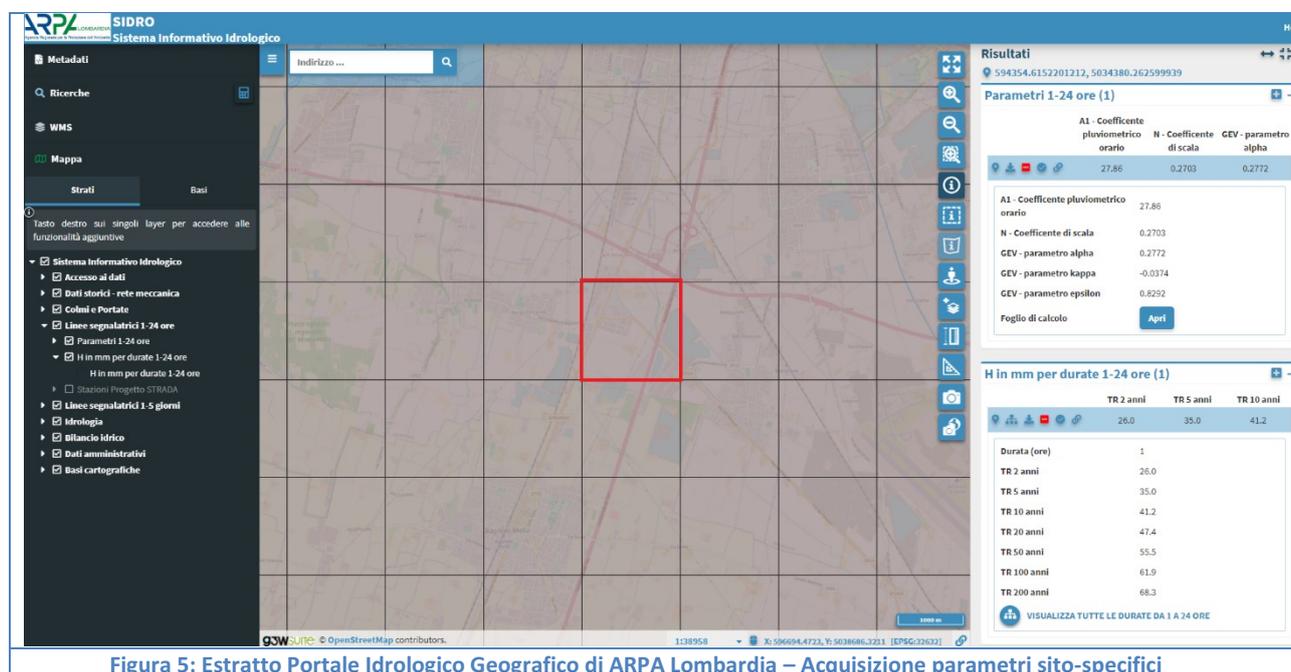
dove:

t = durata di pioggia

$h_T(t)$  = altezza di pioggia di durata "t" per il tempo di ritorno T in mm

a, n = parametri costanti della curva di possibilità pluviometrica (CPP) per il tempo di ritorno T

Di seguito si riportano i dati relativi alla Curva di possibilità pluviometrica CPP del sito in esame forniti dal Portale Idrologico Geografico di Arpa Lombardia.



I dati del portale ARPA consentono di determinare il parametro "a" della CPP come prodotto tra il parametro "a<sub>1</sub>" ed il parametro "wT"

Il parametro "n" fornito da ARPA è relativo a piogge di durata > 1 h; per durate di pioggia < 1 h, si considera n=0,5 come previsto dall'allegato G al RR di cui alla LR 4/2016.

Per T50 si hanno i seguenti valori di "a" e "n":

- a = 55,5 mm/h<sup>n</sup>
- n = 0,5 per durate di pioggia < 1 h
- n = 0,27 per durate di pioggia > 1 h.

Per T100 si hanno i seguenti valori di "a" e "n":

- a = 61,9 mm/h<sup>n</sup>
- n = 0,5 per durate di pioggia < 1 h
- n = 0,27 per durate di pioggia > 1 h.

## 5. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA

### 5.1. DESCRIZIONE RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO

Le acque meteoriche derivanti dalle coperture e dai piazzali vengono raccolte e convogliate nel sistema di laminazione-dispersione dedicato, costituito da trincee drenanti CLS 800, 1 pozzo perdente per la zona delle ribalte e una depressione verde.

Le tubazioni CLS avranno fori nella parte bassa (1 da 4 cm di diametro ogni 20 cm su ogni lato) con letto, rinfianco, copertura in materiale drenante (ghiaia o aggregato riciclato di categoria A.5 con le caratteristiche di cui all'allegato C5 della Circolare MinAmbiente 5205 del 15/7/2005).



Figura 7: Tubazione drenante.

L'attività produttiva non rientra nella necessità di separazione 1° pioggia.

L'attività produttiva non rientra tra le attività che richiedano la applicazione del Regolamento Regionale 4/2006.

Per i parcheggi auto si prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie sifonate;
- il recapito diretto dalle caditoie alle trincee di dispersione, queste ultime costituite da un tubo perdente circondato da materiale grossolano.

Si hanno 2 parcheggi separati ciascuno con propria trincea di dispersione.

Per i piazzali del fabbricato si prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie sifonate;
- la raccolta delle caditoie con una rete a tenuta sino alla cameretta di separazione;
- da quest'ultima si ha il collegamento ad un disoleatore dimensionato per intensità di pioggia di 20 mm/h e, a valle di un pozzetto di campionamento, alla trincea di dispersione;
- per eventi intensi si ha un troppo pieno collegato, a valle di un pozzetto di campionamento, alla trincea di dispersione;
- le trincee di dispersione sono costituite da un tubo perdente circondato da materiale grossolano;
- nei pozzetti di campionamento sono previste paratoie ad azionamento manuale da azionare in situazioni di emergenza quali incendi con uso di acqua sui piazzali.

Si ha una trincea di dispersione che circonda i lati nord, est e Sud del fabbricato; essa, al raggiungimento di alti livelli idrici ha degli sfoghi nell'area verde laterale.

Sul lato est del piazzale si ha un'area ribalte ribassata di 1,2 m; sono previsti i medesimi presidi del piazzale; la dispersione si attua mediante pozzo perdente.

Si hanno 5 disoleatori dimensionati come previsto dalla UNI EN 858:

- DIS01: a servizio di 2500 m2 ha portata norminale 15 l/s
- DIS02: a servizio di 1500 m2 ha portata norminale 10 l/s
- DIS03: a servizio di 1800 m2 ha portata norminale 10 l/s
- DIS04: a servizio di 4500 m2 ha portata norminale 25 l/s
- DIS05: a servizio di 500 m2 ha portata norminale 4 l/s

### 5.1.1. Porosità materiale riempimento

Per quanto riguarda il materiale da utilizzare per il riempimento (dreno) delle trincee e dei pozzi perdenti, si deve considerare la porosità efficace (detta anche "gravidica" ovvero che può entrare ed uscire liberamente dallo strato poroso).

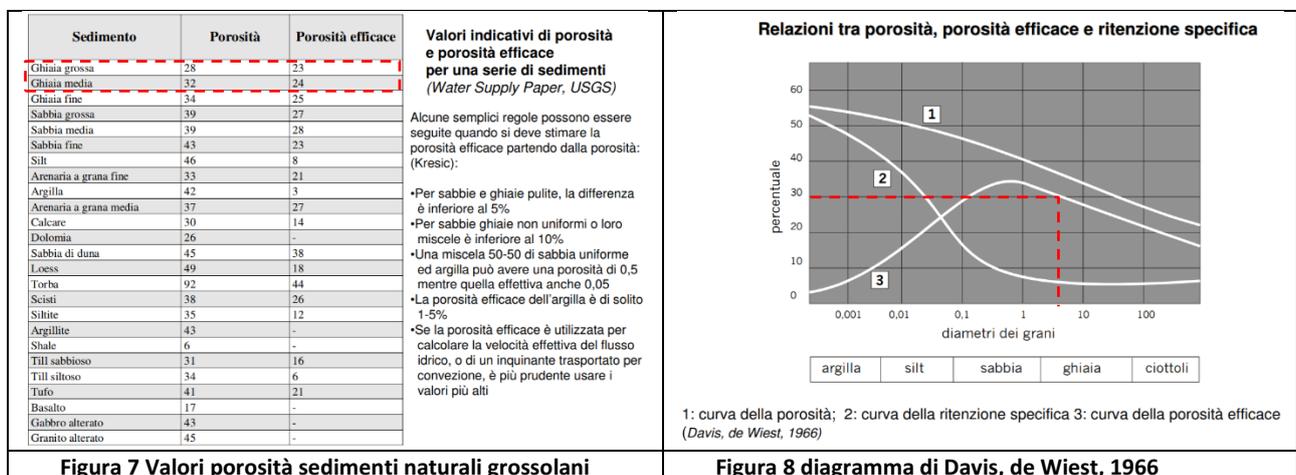


Figura 7 Valori porosità sedimenti naturali grossolani

Figura 8 diagramma di Davis, de Wiest, 1966

Sopra è riportata una tabella sui valori indicativi (si veda porosità efficace ghiaie e sabbie, nel riquadro rosso) per sedimenti aventi caratteristiche a quelle previste per il dreno in progetto. Si precisa che si tratta di materiali naturali, quindi con valori inferiori rispetto a materiali selezionati e/o vagliati come quelli previsti per i dreni. In figura a dx è riportato anche il diagramma dell'andamento delle porosità rispetto alle granulometrie, relativo sempre a terreni naturali in posto, quindi con valori inferiori rispetto a materiali vagliati (privi di frazioni granulometriche più fini). Si tratta del diagramma di Davis, de Wiest, 1966, da Castany, la cui curva di interesse risulta la n. 3 (porosità efficace), nel quale viene inserita una linea rossa corrispondente alle granulometrie (sabbie, ghiaie e ciottoli) che garantiscono una porosità efficace pari a 30%. Dal punto di vista progettuale si utilizza per i calcoli un valore della **porosità** del materiale di riempimento del dreno pari a circa 0,30 (**30%**).

## 5.2. PORTATA DISPERSA E VOLUMI DI LAMINAZIONE DISPONIBILI

In seguito si riporta il calcolo della portata che viene dispersa dalla trincea e dai pozzi perdenti e del volume di accumulo disponibile sull'intera area.

### 5.2.1. Trincee disperdenti

Le trincee saranno costituite da tubi in cls 800 perdenti rinterrati con materiale drenante.

La portata di dispersione delle trincee viene calcolata pari alla media tra quella relativa alla larghezza dell'area bagnata ai battenti massimo e minimo (cono disperdente teorico rappresentato nella sezione AA).  
 Ai fini dell'accumulo si considera la permeabilità del materiale grossolano di rinterro.  
 Si riporta il calcolo effettuato per la valutazione delle portate disperse e dei volumi di accumulo delle 3 trincee rispettivamente a servizio del parcheggio auto ovest, del parcheggio auto più a est e dei piazzali intorno al fabbricato.

	Fabbricato +piazzali	Park est	Park ovest	
permeabilità	0,00013	0,00013	0,00013	m/s
<b>TUBO 800</b>				
Lunghezza trincea	510,00	35,00	45,00	m
Larghezza trincea	2,1	2,1	2,1	m
h utile	1,5	1,5	1,5	m
spessore	0,15	0,15	0,15	
larghezza utile dispersione trincea	3,6	3,6	3,6	m
area efficace di dispersione al min battente	1071	73,5	94,5	m <sup>2</sup>
area efficace di dispersione al max battente	1836	126	162	m <sup>2</sup>
portata dispersa media tra vuoto e pieno	189,0	13,0	16,7	l/s
<b>Volume tubi disperdenti</b>				
Diametro interno tubo disperdente	0,80	0,60	0,80	m
Sezione	0,50	0,28	0,50	m <sup>2</sup>
Volume nel tubo dispersore	256,4	9,9	22,6	m <sup>3</sup>
Porosità dreno	0,30	0,30	0,30	
Volume dreno	1 695,8	127,4	149,6	m <sup>3</sup>
Accumulo nella porosità al max battente	508,7	38,2	44,9	m <sup>3</sup>
<b>Accumulo dispersore+porosità</b>	<b>765,1</b>	<b>48,1</b>	<b>67,5</b>	m <sup>3</sup>

Tabella 2: Portata dispersa e volume di accumulo nelle 3 trincee drenanti

### 5.2.2. Pozzi perdenti

La laminazione-dispersione della zona ribalta sarà costituito da 2 pozzi perdenti di diametro netto 2,0 m e profondità 1,0 m.

I 2 pozzi sono posti all'interno di un'area di scavo avente superficie del fondo pari a 19,5 m<sup>2</sup>, profondità sino a 1,3 m dal piano campagna (quota del fondo scavo: 91,8 m s.l.m.) e costituiti da anelli circolari in cls forati rinterrati con ciotoli o riciclato.

Il vuoto dei pozzi e la porosità del dreno intorno ad essi ed un battente idrico di **10 cm** nella bassa della ribalta costituiscono il volume di laminazione necessario per garantire la loro capacità di smaltimento di eventi T50. Sul fondo dello scavo è previsto uno strato di sabbia di 20 cm.

La portata di dispersione della batteria di pozzi viene calcolata come valor medio tra le 2 condizioni di battente nullo e massimo:

- al minimo battente essa viene imposta pari al prodotto della permeabilità con l'area delimitata dal fondo scavo;
- al massimo battente con l'area ricompresa tra le intersezioni del livello idrico con le scarpate di scavo.

Ai fini del calcolo del volume di accumulo durante il riempimento dei pozzi, si considera, oltre al volume all'interno del pozzo, il volume del dreno in ciotoli intorno al pozzo con porosità efficace 30%.

Si riporta il calcolo effettuato per la valutazione delle portate e dei volumi.

permeabilità	0,00013	m/s
BATTERIA POZZI PERDENTI		
numero	2	
diametro interno	2	m
spessore	0,11	m
altezza utile	1	m
area dispersione max	50,0	m2
area dispersione minima	19,5	m2
area dispersione media	34,8	m2
portata media dispersa	4,52	l/s
volume accumulo pozzi	6,3	m3
porosità	0,30	
volume dreno	27,0	m3
accumulo nella porosità al max battente	8,10	m3
accumulo pozzi e dreno	<b>14,38</b>	m3

Tabella 3: Portata dispersa e volume di accumulo nei pozzi perdenti.

## 6. DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI RACCOLTA E TRASPORTO

Il dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche viene effettuato con tempo di ritorno degli eventimeteorici pari a 50 anni.

La verifica viene condotta in condizioni di moto uniforme utilizzando Gauckler-Strickler con Ks per tubi in PVC e cls rispettivamente pari a 90 e 70 m<sup>1/3</sup>/s.

La verifica consiste nel confronto delle portate transitabili con grado di riempimento del tubo pari a h/r=1,75 dove h è l'altezza idrica e r il raggio della tubazione con le portate di pioggia ottenute dalla CPP T50 per durate pari ai tempi che la corrente impiega a percorrere le tubazioni al grado di riempimento massimo fissato.

Si fissa una durata pari a 3' e 5' rispettivamente quale tempo impiegato a giungere dalle coperture e dai piazzali alle camerette di imbocco delle tubazioni.

Si prevedono per le coperture: Tubazioni PVC 200 UNI-EN 1401 SN8 – SDR 34 dal pozzetto pedeploviale alla trincea.

Si prevedono per i piazzali:

- Tubazioni PVC 160 UNI-EN 1401 SN8 – SDR 34 da una caditoia.

I restanti diametri del sistema di raccolta sono indicati in Tav 01.

Si riportano le verifiche.

tratto			P10P11	P11P12
diametro	m		0,19	0,235
scabrezza Strickler	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>		90	90
dislivello	m		0,06	0,16
lunghezza	m		20	40
pendenza			0,0030	0,0040
grado riempimento tubazione h/r			1,7	1,7
superficie idrica corrispondente	m <sup>2</sup>		0,026	0,039
Q corrispondente	l/s		19	38
V corrispondente	m/s		0,74	0,98
superficie drenata	m <sup>2</sup>		370	730
impermeabile	%		100	100
durata critica pioggia	h		0,091	0,102
intensità di pioggia T50 corrispondente	mm h <sup>-1</sup>		184	174
	l/s/m <sup>2</sup>		0,051	0,048
portata corrispondente	l/s		19	35
portata da monte	l/s		0,0	0,0
portata da trasportare	l/s		19	35
portata da trasportare/portata trasportabile			1,00	0,92
scorrimento	m <sup>2</sup> /s	93,5	93,40	93,24
piano campoagna	m <sup>2</sup> /s	94,2	94,2	94,2
profondità scorrimento	m	0,7	0,805	0,965
ricoprimento tubo	m	0,51	0,57	0,73

tratto			P14P13	P13P12	P12T7
diametro	m		0,235	0,235	0,3
scabrezza Strickler	m1/3s-1		90	90	90
dislivello	m		0,1	0,2	0,02
lunghezza	m		40	40	4
pendenza			0,0025	0,0050	0,0050
grado riempimento tubazione h/r			1,7	1,7	1,7
superficie idrica corrispondente	m2		0,039	0,039	0,064
Q corrispondente	l/s		30	43	82
V corrispondente	m/s		0,77	1,09	1,29
superficie drenata	m2		510	880	1795
impermeabile	%		100	100	101
durata critica pioggia	h		0,098	0,108	0,109
intensità di pioggia T50 corrispondente	mm h-1		178	169	168
	l/s/m2		0,049	0,047	0,047
portata corrispondente	l/s		25	41	85
portata da monte	l/s		0,0	0,0	0,0
portata da trasportare	l/s		25	41	85
portata da trasportare/portata trasportabile			0,83	0,96	1,03
scorrimento	mslm	93,5	93,40	93,14	93,12
piano campagna	mslm	94,2	94,2	94,2	94,2
profondità scorrimento	m	0,7	0,8	1,065	1,085
ricoprimento tubo	m	0,465	0,565	0,765	0,785

tratto			P1P2	P2P3	P3P4	P4T5
diametro	m		0,3	0,3	0,38	0,38
scabrezza Strickler	m1/3s-1		90	90	90	90
dislivello	m		0,04	0,13	0,1	0,1
lunghezza	m		30	30	34	34
pendenza			0,0013	0,0043	0,0029	0,0029
grado riempimento tubazione h/r			1,7	1,7	1,7	1,7
superficie idrica corrispondente	m2		0,064	0,064	0,103	0,103
Q corrispondente	l/s		43	77	119	119
V corrispondente	m/s		0,66	1,20	1,16	1,16
superficie drenata	m2		773	1623	2503	2503
impermeabile	%		100	100	100	100
durata critica pioggia	h		0,096	0,103	0,111	0,119
intensità di pioggia T50 corrispondente	mm h-1		179	173	167	161
	l/s/m2		0,050	0,048	0,046	0,045
portata corrispondente	l/s		38	78	116	112
portata da monte	l/s		0,0	0,0	0,0	0,0
portata da trasportare	l/s		38	78	116	112
portata da trasportare/portata trasportabile			0,90	1,02	0,98	0,94
scorrimento	m <sup>3</sup> /s	93,5	93,46	93,25	93,15	93,05
piano campagna	m <sup>3</sup> /s	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2
profondità scorrimento	m	0,7	0,74	0,95	1,05	1,15
ricoprimento tubo	m	0,4	0,44	0,57	0,67	0,77

tratto			P5P6	P6P7	P7P8	P8P9	P9T6
diametro	m		0,235	0,3	0,3	0,3	0,3
scabrezza Strickler	m1/3s-1		90	90	90	90	90
dislivello	m		0,05	0,06	0,04	0,15	0,03
lunghezza	m		26	30	12	44	6
pendenza			0,0019	0,0020	0,0033	0,0034	0,0050
grado riempimento tubazione h/r			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
superficie idrica corrispondente	m2		0,039	0,064	0,064	0,064	0,064
Q corrispondente	l/s		27	52	67	68	82
V corrispondente	m/s		0,68	0,81	1,05	1,06	1,29
superficie drenata	m2		530	900	1070	1430	1545
impermeabile	%		100	100	100	100	100
durata critica pioggia	h		0,094	0,104	0,107	0,119	0,120
intensità di pioggia T50 corrispondente	mm h-1		181	172	169	161	160
	l/s/m2		0,050	0,048	0,047	0,045	0,044
portata corrispondente	l/s		27	43	50	64	69
portata da monte	l/s		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
portata da trasportare	l/s		27	43	50	64	69
portata da trasportare/portata trasportabile			1,00	0,82	0,75	0,94	0,83
scorrimento	mslm	93,5	93,39	93,33	93,29	93,14	93,11
piano campagna	mslm	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2
profondità scorrimento	m	0,7	0,815	0,875	0,915	1,065	1,095
ricoprimento tubo	m	0,465	0,515	0,575	0,615	0,765	0,795

tratto			P15P16	P16P17	P17P18
diametro	m		0,235	0,3	0,3
scabrezza Strickler	m1/3s-1		90	90	90
dislivello	m		0,04	0,1	0,28
lunghezza	m		15	48	42
pendenza			0,0027	0,0021	0,0067
grado riempimento tubazione h/r			1,7	1,7	1,7
superficie idrica corrispondente	m2		0,039	0,064	0,064
Q corrispondente	l/s		31	53	95
V corrispondente	m/s		0,80	0,83	1,49
superficie drenata	m2		560	1020	1910
impermeabile	%		100	100	100
durata critica pioggia	h		0,089	0,105	0,112
intensità di pioggia T50 corrispondente	mm h-1		187	172	166
	l/s/m2		0,052	0,048	0,046
portata corrispondente	l/s		29	49	88
portata da monte	l/s		0,0	0,0	0,0
portata da trasportare	l/s		29	49	88
portata da trasportare/portata trasportabile			0,92	0,91	0,92
scorrimento	mslm	93,5	93,40	93,30	93,02
piano campagna	mslm	94,2	94,2	94,2	94,2
profondità scorrimento	m	0,7	0,805	0,905	1,185
ricoprimento tubo	m	0,465	0,505	0,605	0,885

tratto			P19P20	P20P21	P21P22	P22P23	P23P18	P18T10
diametro	m		0,235	0,3	0,3	0,38	0,38	0,38
scabrezza Strickler	m1/3s-1		90	90	90	90	90	90
dislivello	m		0,08	0,12	0,02	0,09	0,04	0,04
lunghezza	m		40	60	10	46	20	6
pendenza			0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0067
grado riempimento tubazione h/r			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
superficie idrica corrispondente	m2		0,039	0,064	0,064	0,103	0,103	0,103
Q corrispondente	l/s		27	52	52	97	98	179
V corrispondente	m/s		0,69	0,81	0,81	0,94	0,95	1,74
superficie drenata	m2		465	975	1145	1945	2280	4470
impermeabile	%		100	100	100	100	100	100
durata critica pioggia	h		0,099	0,120	0,123	0,137	0,143	0,144
intensità di pioggia T50 corrispondente	mm h-1		176	160	158	150	147	146
	l/s/m2		0,049	0,045	0,044	0,042	0,041	0,041
portata corrispondente	l/s		23	43	50	81	93	182
portata da monte	l/s		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
portata da trasportare	l/s		23	43	50	81	93	183
portata da trasportare/portata trasportabile			0,84	0,83	0,96	0,84	0,95	1,02
scorrimento	mslm	93,5	93,36	93,24	93,14	93,05	93,01	92,97
piano campagna	mslm	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2
profondità scorrimento	m	0,7	0,845	0,965	1,065	1,155	1,195	1,235
ricoprimento tubo	m	0,465	0,545	0,665	0,685	0,775	0,815	0,855

## 7. VERIFICA SISTEMA DI LAMINAZIONE

La progettazione-verifica di sistemi di laminazione delle acque meteoriche si basa sulla applicazione della equazione di continuità alle precipitazioni di forte intensità definite dalle piogge di progetto:

$$V_A(t) = V_I(t) + V_S(t)$$

dove:

$V_A(t)$  = volume di afflusso meteorico al sistema cumulato al tempo t

$V_I(t)$  = volume infiltrato/scaricato dal sistema cumulato al tempo t

$V_S(t)$  = volume di stoccaggio nel sistema cumulato al tempo t

Per un determinato tempo di ritorno degli eventi di precipitazione intensa, si può calcolare il volume di accumulo da garantire  $V_S(t) = V_A(t) - V_I(t)$ , calcolando:

- $V_A(t)$  come prodotto tra la superficie impermeabile del bacino scolante e l'altezza di pioggia dalla curva di possibilità pluviometrica corrispondente alla durata di pioggia t;
- $V_I(t)$  come prodotto tra la portata di infiltrazione e la durata di pioggia t.

La funzione  $V_S(t)$  ha un massimo; il sistema di laminazione dovrà pertanto garantire le portate di dispersione o scarico ed un volume di accumulo pari almeno a tale valore massimo.

Nel presente caso la portata  $V_I(t)$  è dovuta dalla portata dispersa dalle trincee.

### 7.1. CALCOLO VOLUME EX ART. 12 COMMA 2

I requisiti minimi di cui all'art. 12 lettera a) del comma 2 prevedono un volume di laminazione minimo pari a  $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$  dell'intervento moltiplicato per  $P=0,8$ .

Secondo quanto riportato all' art.11 comma 2 lettera e) punto 3 la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, permette la riduzione del 30% del volume di laminazione del requisito minimo.

Il volume minimo da garantire è  $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} \times 0,8 \times 0,7 = 448 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ .

Si ha pertanto:

- $90,9 \text{ m}^3$  per il parcheggio ovest di sup. imp.  $2.030 \text{ m}^2$
- $54,0 \text{ m}^3$  per il parcheggio + a est di sup. imp.  $1.205 \text{ m}^2$
- $20,8 \text{ m}^3$  per la ribalta di sup. imp.  $465 \text{ m}^2$
- $1.419,7 \text{ m}^3$  per il fabbricato e i piazzali circostanti sup. imp.  $31.690 \text{ m}^2$

### 7.2. CALCOLO CON PROCEDURA DETTAGLIATA

Per la procedura dettagliata di calcolo si utilizza il programma Urbis v. 2008.

Si sono generati gli idrogrammi di piena in ingresso ai sistemi di laminazione; essi sono poi stati laminati con la portata di scarico, ottenendo il volume di vuoti che i sistemi devono garantire; le ipotesi di calcolo sono:

- ietogramma di progetto Chicago con picco a metà durata
- riduzione all'area ietogramma progetto: nessuna
- coefficiente di afflusso aree impermeabili: 1
- modello afflussi→deflussi metodo corrivazione curva aree/tempi lineare
- tempo di corrivazione  $T_c$ : 15'
- tempo di ritorno: 50 anni

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

**Parcheggio 1 ovest**

Area impermeabile complessiva di 0,203 ha

Volume T50: 53,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 66,0 m<sup>3</sup>

**Parcheggio 2**

Area impermeabile complessiva di 0,1205 ha

Volume T50: 24,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 30,0 m<sup>3</sup>

**Ribalta**

Area impermeabile complessiva di 0,0465 ha

Volume T50: 11,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 13,0 m<sup>3</sup>

**Fabbricato e piazzali**

Area impermeabile complessiva di 3,169 ha

Volume T50: 375,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 476,0 m<sup>3</sup>

### **7.3. VERIFICA RISPETTO RR7**

Per ciascuno dei 4 sistemi si riportano i volumi disponibile, art. 12, T50 e T100 e i tempi di svuotamento.

**Parcheggio 1 ovest**

Area impermeabile complessiva di 0,203 ha

Volume T50: 53,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 66,0 m<sup>3</sup>

Vart12: 90,9 m<sup>3</sup>

Volume disponibile: 67,5 m<sup>3</sup> da trincea + 4,0 m<sup>3</sup> da 2 camerette 1,2x1,2 + lama idrica 10 mm nel piazzale  
20,3 m<sup>3</sup> = 91,8 m<sup>3</sup>

Tempo svuotamento: 1,5 h

**Parcheggio 2**

Area impermeabile complessiva di 0,1205 ha

Volume T50: 24,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 30,0 m<sup>3</sup>

Vart12: 90,9 m<sup>3</sup>

Volume disponibile: 48,1 m<sup>3</sup> da trincea + 4,0 m<sup>3</sup> da 2 camerette 1,2x1,2 + lama idrica 10 mm nel piazzale  
12,1 m<sup>3</sup> = 64,2 m<sup>3</sup>

Tempo svuotamento: 1,4 h

**Ribalta**

Area impermeabile complessiva di 0,0465 ha

Volume T50: 11,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 13,0 m<sup>3</sup>

Vart12: 20,8 m<sup>3</sup>

Volume disponibile: 14,4 m<sup>3</sup> da pozzi perdenti + lama idrica 20 cm sul fondo della ribalta 15,4 m<sup>3</sup> = 29,8 m<sup>3</sup>

---

Tempo svuotamento: 1,4 h

Fabbricato e piazzali

Area impermeabile complessiva di 3,169 ha

Volume T50: 375,0 m<sup>3</sup>

Volume T100: 476,0 m<sup>3</sup>

Vart12 = 1.419,7 m<sup>3</sup>

Volume disponibile: 765,1 m<sup>3</sup> da trincea + 26,2 m<sup>3</sup> da 52 camerette 1,2x1,2 + depressione area verde 735 m<sup>3</sup> = 1.526,3 m<sup>3</sup>

Tempo svuotamento: 0,8 h

Il volume di laminazione disponibile è > del minimo art. 12 e del T100.

Il tempo di svuotamento è < 48 h.