

INTERVENTO  
Geom. Gatta Gerardo  
Via Don Luigi Sturzo n. 42 – Travagliato (BS)

**COMUNE DI TRAVAGLIATO (BS)**  
**LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DEL PARCHEGGIO**  
**DI VIA VITTORIO EMANUELE II**  
**“PICCOLO GIAPPONE”**

**PROGETTO D’INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

LEGGE REGIONALE 15 MARZO 2016 N. 4  
Regolamento Regionale n. 7 Novembre 2017  
Regolamento Regionale n. 5 Aprile 2019

Luglio 2019

Geol Massimo Marella



Ing. Andrea Colosso  
Professionisti Srl



CHIARI - Via S.S. Trinità, n°12 [ c.a.p. 25032 ]  
tel: 0302381687

tem: [info@professionisti.eu.com](mailto:info@professionisti.eu.com)  
pec: [professionistisrl@gigapec.it](mailto:professionistisrl@gigapec.it)

Il Tecnico  
Geol. Massimo Marella  
Via Formiche 3 - Palazzolo s/O (BS)  
Tel 3486915165  
[geologomarella@gmail.com](mailto:geologomarella@gmail.com)  
[massimo.marella@pec.enpaia.it](mailto:massimo.marella@pec.enpaia.it)

POZZI  
AMBIENTE  
IDROGEOLOGIA  
ACUSTICA AMBIENTALE  
GEOLOGIA- GEOTECNICA  
PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

**INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE, PERMEABILITA' DEL SUBSTRATO E PORTATE INFILTRABILI .....</b>	<b>7</b>
<b>5. CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO, SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO .....</b>	<b>11</b>
<b>6. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI .....</b>	<b>12</b>
<b>7. SISTEMA DI DISPERSIONE.....</b>	<b>15</b>
<b>8. RISPETTO DEI REQUISITI MINIMI .....</b>	<b>19</b>
<b>9. VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO .....</b>	<b>20</b>
<b>10. CALCOLI IDRAULICI RETE SMALTIMENTO.....</b>	<b>21</b>
<b>11. CONCLUSIONI ED INDICAZIONI PROGETTUALI .....</b>	<b>29</b>

Allegato 01- Schema rete smaltimento delle acque meteoriche.

## 1. PREMESSA

La presente relazione idrogeologica è stata eseguita dagli scriventi per conto del Geom. Gatta Gerardo con studio in Via Don Luigi Sturzo n. 42 – Travagliato (BS) a supporto del progetto d’invarianza idraulica relativo all’intervento di riqualficazione del parcheggio comunale di via Vittorio Emanuele II a Travagliato (BS).

La presente si pone l’obiettivo di individuare la metodologia di scarico delle acque meteoriche gravanti sul sito considerando l’assetto geologico ed idrogeologico dell’area.

Le dichiarazioni rese nell’allegato E redatto a supporto della presente sono riferite all’analisi idrologica ed idrogeologica di competenza del sottoscritto.

L’assetto geologico ed idrogeologico è stato ricostruito sulla base delle informazioni disponibili in letteratura e dell’indagine geognostica sito specifica.

## 2. UBICAZIONE DELL’AREA OGGETTO DELL’INTERVENTO

Nella figura seguente si riporta un estratto l’ubicazione dell’area interessata dall’intervento in progetto.



Figura 1: Ubicazione del sito su estratto foto aerea (non in scala)

### 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Ai fini della presente sono state consultate le seguenti normative:

- L.R. n. 5 del 15 Marzo 2006 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.
- Regolamento Regionale n. 7 del 23 Novembre 2017 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi dell'art. 58 bis della LR n.12 del 11/03/2005" e s.m.i.
- Regolamento Regionale 19 Aprile 2019 n. 8. Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica. Modifiche al Regolamento regionale 23 Novembre 2017 n. 7.

Di seguito si riportano alcune definizioni tratte dalla documentazione sopracitata:

- a) invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005;
- b) invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della l.r. 12/2005;
- c) drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo "alla sorgente" delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della l.r. 12/2005;
- d) evento meteorico: una o più precipitazioni atmosferiche, temporalmente distanziate non più di 6 ore, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguono a distanza di almeno 48 ore da un analogo evento precedente;
- e) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- f) 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;
- g) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- h) acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del 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), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento;
- i) superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- j) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- k) superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

l) portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

m) ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche;

n) titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

Il territorio regionale è suddiviso nelle seguenti tipologie di aree in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

- Aree A, ovvero ad alta criticità.
- Aree B, ovvero a media criticità idraulica ricedenti nei comprensori dei consorzi di bonifica e irrigazione.
- Aree C, ovvero a bassa criticità idraulica.

Indipendentemente dall'ubicazione territoriale sono assoggettate ai limiti ed alle procedure indicate per le aree A:

- le aree inserite nei PGT come ambiti di trasformazione.
- I piani attuativi previsti dal Piano delle Regole.

Di seguito si riporta la classificazione del comune in esame ai sensi del RR n. 7/2017 e smi.

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
TRAVAGLIATO	BS	A	0,8

Figura 2: Estratto RR n. 8/2019 Allegato C- A= alta criticità; B= media criticità; C= bassa criticità idraulica.

Nel caso specifico trattandosi di un ATR, verranno considerati i limiti previsti per le aree A.

Di seguito si riporta la classe dell'intervento definita sulla base delle superfici impermeabilizzate a progetto, ai sensi del RR n. 7/2017 e smi.

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

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

Figura 3: Estratto RR n. /2019 – Classi d'intervento.

Valori massimi ammissibili (ulim) nel corpo ricettore (fognatura- reticolo):

- per le aree A: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree B: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree C: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Requisiti minimi di cui all'art. 12 comma 2 della direttiva di riferimento:

- per le aree A ad alta criticità idraulica: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C.
- per le aree B a media criticità idraulica: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C
- per le aree C a bassa criticità idraulica: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C.

Qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione e quindi non siano previsti scarichi verso i ricettori, il requisito minimo di cui all'art. 12 comma 2 del regolamento è ridotto del 30%, purchè il dimensionamento delle strutture sia basato su prove di permeabilità sito specifiche.



#### 4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE, PERMEABILITA' DEL SUBSTRATO E PORTATE INFILTRABILI

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali, formati prevalentemente da ghiaie poligeniche e sabbie grossolane con ciottoli. Subordinatamente si può rilevare la presenza di lenti di sabbia o di limi sabbiosi e, localmente, trovanti. Il sito si colloca nell'alta pianura a monte della zona delle risorgive.

A scala comunale si osserva una diminuzione della granulometria dei depositi spostandosi da NW verso SE. Di seguito si riporta un estratto della carta geologica dello studio geologico comunale redatto dallo Studio Geologia e Ambiente.

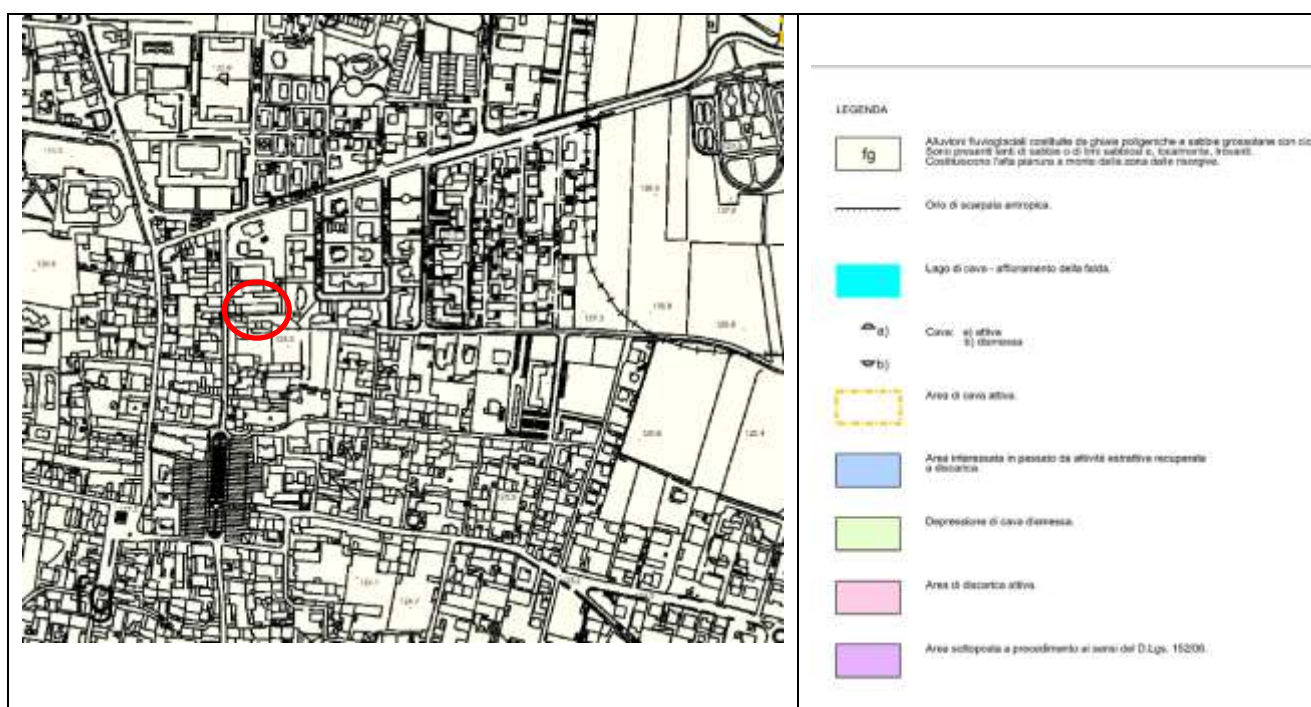


Figura 4: Estratto Carta geologica – Studio geologico comunale.

Dal punto di vista idrogeologico il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza di depositi prevalentemente ghiaiosi sabbiosi con livelli ciottolosi, caratterizzati da una permeabilità per porosità globalmente medio- alta. Tali sedimenti sono organizzati in grosse lenti a differente granulometria.

Nella Figura 5 si riporta un estratto della piezometria riportata nello studio geologico comunale. La superficie piezometrica nel comune di Travagliato passa da una quota di circa 109,5 m slm a nord, ad una di circa 107 m slm nei quadranti meridionali, per un dislivello di 2,5 m.

Globalmente si osserva un deflusso verso S - SE, con un gradiente piezometrico dello 0,6%.

La soggiacenza della falda dal piano campagna diminuisce progressivamente da N verso S, passando da alcune decine di metri (24-30) a valori al di sotto dei 10 m (8 -4). Complessivamente si osservano oscillazioni stagionali di 5- 6 m. Presso il sito in esame si attesta ad una quota di circa 108,5 m slm (dato Aprile 2007- da studio geologico), con una soggiacenza di 20-25 m circa (Quota area 128 m slm – q falda 108.5 m slm= 19.5 m).

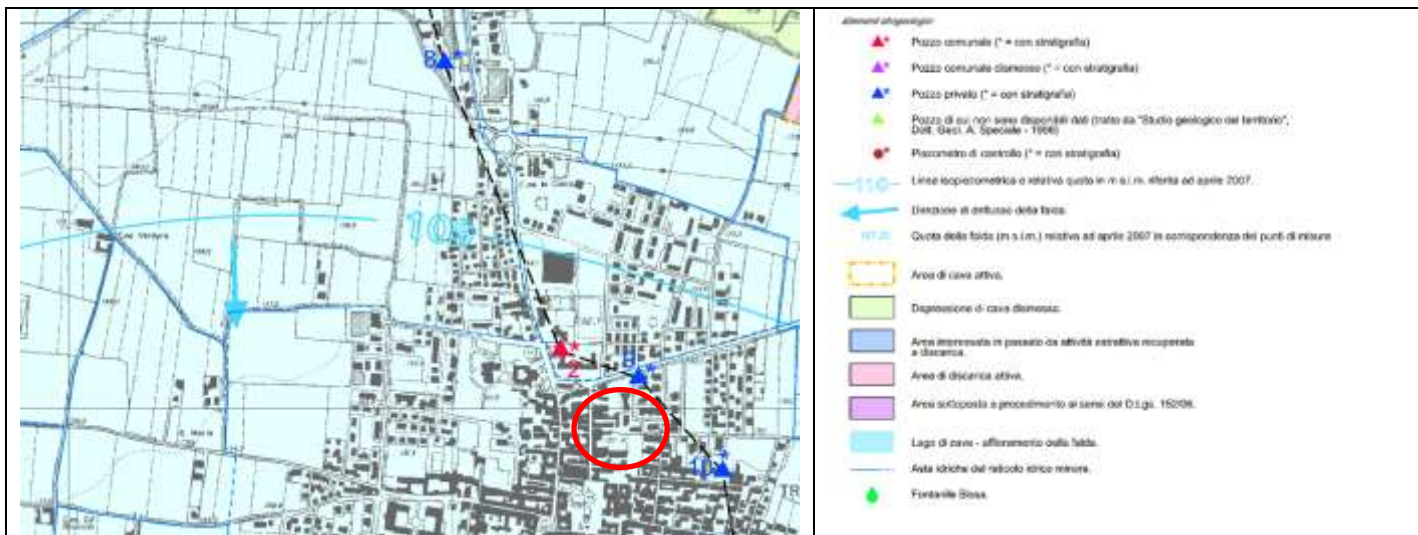


Figura 5: Estratto Carta idrogeologica dello Studio geologico comunale

Si evidenzia che la porzione nord- ovest del sito ricade nella zona di rispetto del pozzo comunale e che pertanto non dovrà essere interessata dalle opere d’infiltrazione nel sottosuolo.

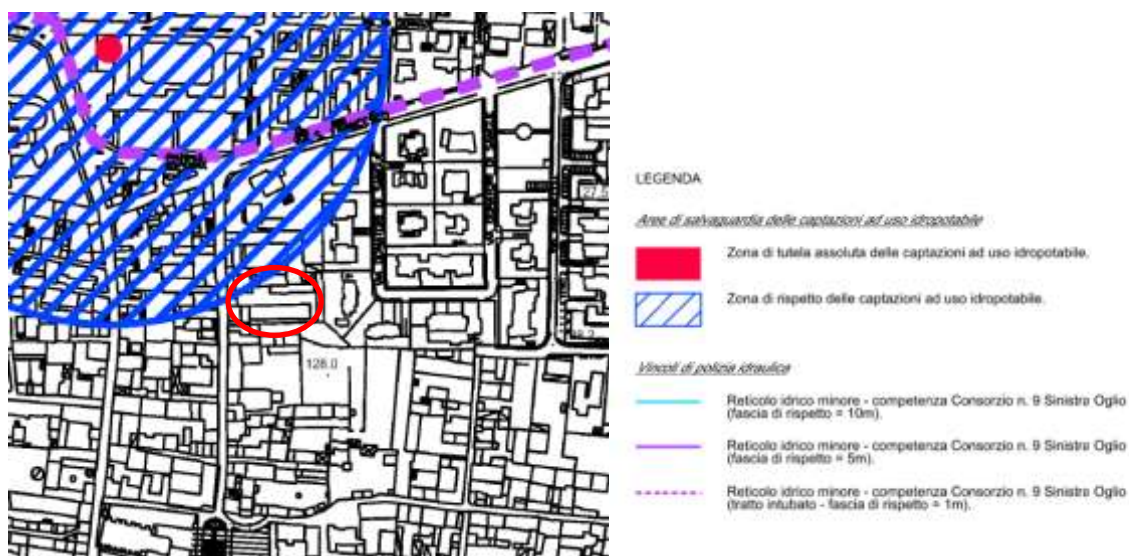


Figura 6: Estratto Carta dei vincoli dello studio geologico comunale.

Per la verifica dell’assetto litostratigrafico locale in data 05/07/2019 si è proceduto all’esecuzione di una trincea esplorativa tramite escavatore meccanico.

L’indagine ha confermato la presenza, al di sotto dell’attuale pavimentazione/ massicciata, del substrato ghiaioso sabbioso con ciottoli tipico della zona.

All’interno dello scavo si è proceduto all’esecuzione di una prova di scavo per la determinazione della capacità di smaltimento del sottosuolo interessato dalle opere d’infiltrazione.

Di seguito si riportano le risultanze stratigrafiche della trincea e della prova eseguita.





**TRINCEA T1**

**Stratigrafia**

0,00- 0,50 m: pavimentazione/  
massciata

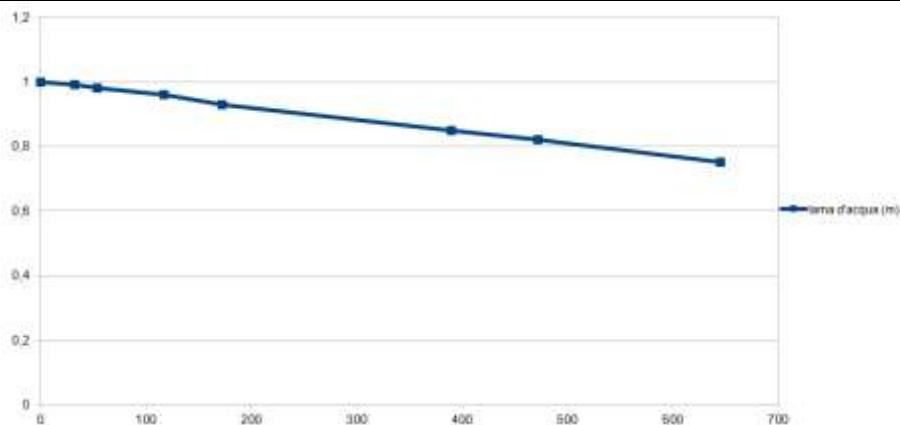
0,50- 2,30 m: terreno limoso  
sabbioso co ciottoli  
(rimaneggiato)

2,30 – 3,50 m: ghiaia e sabbia  
con ciottoli.

Note: assenza di circolazioni  
idriche



orario	tempo (sec)	delta t (sec)	L.D (m da riferimento)	lama d'acqua (m)	Abbassamento (m)	V (m/s)
05/07/2019 09:00:00	0	0	2	1	0	
05/07/2019 09:00:32	32	32	2,01	0,99	0,01	3,1E-004
05/07/2019 09:00:54	54	22	2,02	0,98	0,01	4,5E-004
05/07/2019 09:01:57	117	63	2,04	0,96	0,02	3,2E-004
05/07/2019 09:02:52	172	55	2,07	0,93	0,03	5,5E-004
05/07/2019 09:06:30	390	218	2,15	0,85	0,08	3,7E-004
05/07/2019 09:07:52	472	82	2,18	0,82	0,03	3,7E-004
05/07/2019 09:10:45	645	173	2,25	0,75	0,07	4,0E-004



Considerando quindi che:

- L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un substrato ghiaioso sabbioso a buona permeabilità.
- La falda principale si colloca ad una profondità tale da non interferire con le opere di smaltimento in progetto.
- Il sito si colloca all'esterno delle aree di salvaguardia dei pozzi ad uso acquedottistico idropotabile.
- Non vi sono controindicazioni geotecniche in quanto la zona non è oggetto di occhi pollini e cavità sotterranee.

Il contesto idrogeologico si ritiene idoneo allo smaltimento delle acque meteoriche tramite pozzo perdente ad anelli forati in cls posati all'interno di buche sub- circolari, con intercapedine riempita di ciottoli e/o ghiaia e/o spaccato granulare.

## 5. CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO, SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Nella tabella seguente si riepilogano le superfici di progetto.

	mc
Parcheggio asfaltato	1848,67
area a verde non captate	290,43
marciapiede ec.	374,9
totale	2514

Ai fini della presente valutazione si considera che le meteoriche gravanti sulle superfici meteoriche vengano smaltite per infiltrazione naturale senza originare deflusso sulle aree gravanti sulla rete bianca al servizio del parcheggio. Tale condizione verrà garantita tramite l'installazione di bordure di perimetrazione delle aree a verde.

Di seguito si riepilogano le superfici scolanti utilizzate ai fini della presente:

	tipologia	mq	coeff	sup scolante
verde collettato	sotto- aree permeabili	0,00	0,30	0,00
coperta	coperture aree impermeabili	2224,00	1,00	2224,00
aree semipermeabili	pavimentazioni drenanti o semipermeabili	0,00	0,70	0,00
Totale lotto		2224,00	1,00	2224,00

Superfici di progetto fornite dal progettista

L'intervento si colloca pertanto in classe 2- Impermeabilizzazione media – Risulta pertanto applicabile il metodo delle sole piogge.

## 6. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

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:  $h_T(t) = a t^n$

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 del sito in esame forniti dal Portale Idrologico Geografico di Arpa Lombardia.

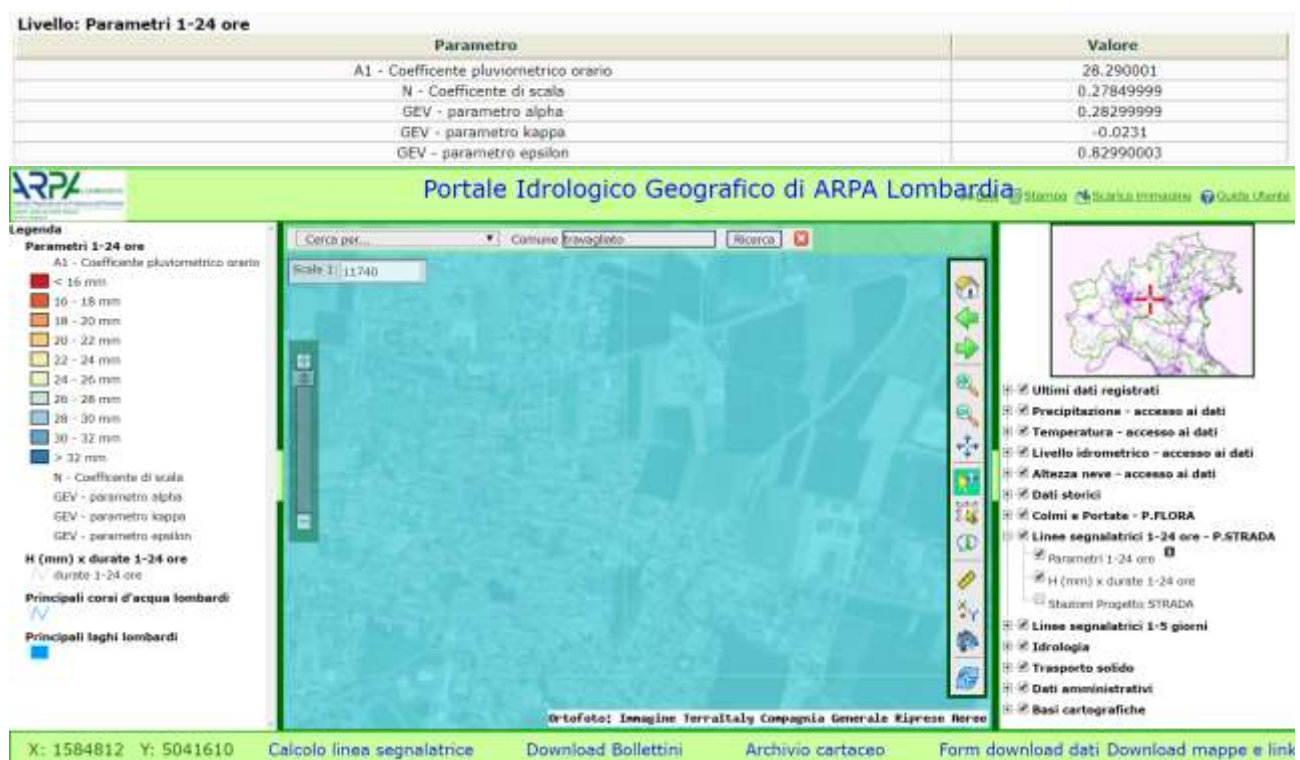


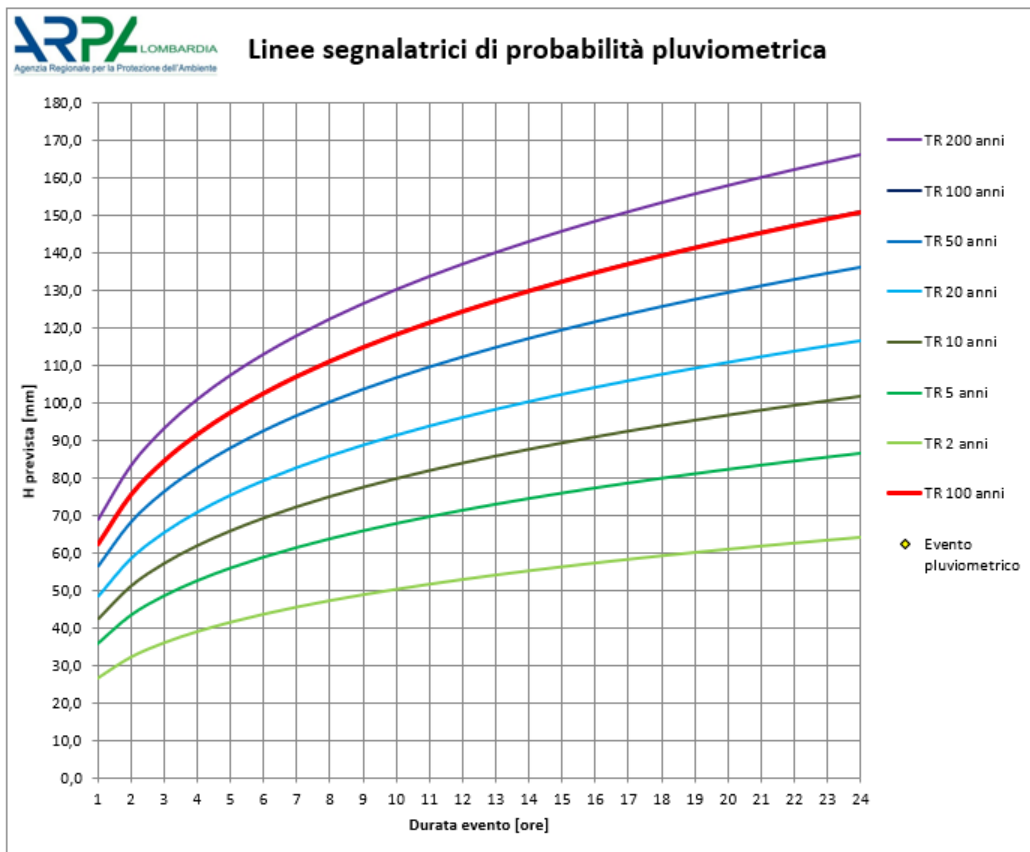
Figura 7: Estratto dati pluviometrici sito in esame – portale Arpa regione Lombardia.

Di seguito si riporta la curva di possibilità pluviometrica per il sito in esame.



**Livello: H (mm) x durate 1-24 ore**

Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	26.4	35.7	42.0	48.1	56.2	62.3	68.6
2	32.0	43.3	50.9	58.3	68.1	75.6	83.2
3	35.9	48.5	57.0	65.3	76.3	84.7	93.1
4	38.9	52.5	61.8	70.8	82.6	91.7	100.9
5	41.4	55.9	65.7	75.3	87.9	97.6	107.4
6	43.5	58.8	69.1	79.2	92.5	102.7	113.0
7	45.4	61.4	72.2	82.7	96.6	107.2	117.9
8	47.2	63.7	74.9	85.8	100.2	111.2	122.4
9	48.7	65.8	77.4	88.7	103.6	114.9	126.5
10	50.2	67.8	79.7	91.3	106.7	118.4	130.2
11	51.5	69.6	81.8	93.8	109.5	121.6	133.7
12	52.8	71.3	83.8	96.1	112.2	124.5	137.0
13	54.0	72.9	85.7	98.2	114.7	127.3	140.1
14	55.1	74.4	87.5	100.3	117.1	130.0	143.0
15	56.2	75.9	89.2	102.2	119.4	132.5	145.8
16	57.2	77.3	90.8	104.1	121.6	134.9	148.4
17	58.2	78.6	92.4	105.9	123.6	137.2	151.0
18	59.1	79.8	93.9	107.6	125.6	139.4	153.4
19	60.0	81.1	95.3	109.2	127.5	141.5	155.7
20	60.9	82.2	96.7	110.8	129.4	143.6	157.9
21	61.7	83.3	98.0	112.3	131.1	145.5	160.1
22	62.5	84.4	99.3	113.8	132.9	147.4	162.2
23	63.3	85.5	100.5	115.2	134.5	149.3	164.2
24	64.0	86.5	101.7	116.5	136.1	151.1	166.2



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/tspp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

Figura 8: Curva di possibilità pluviometrica per il sito in esame - Portale Arpa regione 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 = 56,2 mm/h<sup>n</sup>
- n = 0,5 per durate di pioggia < 1 h
- n = 0,27849 per durate di pioggia > 1 h.

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

- a = 62,3 mm/h<sup>n</sup>
- n = 0,5 per durate di pioggia < 1 h
- n = 0,27849 per durate di pioggia > 1 h.

## 7. SISTEMA DI DISPERSIONE

Di seguito si procede alla verifica del sistema di dispersione nel sottosuolo previsto considerando le seguenti ipotesi progettuali:

- Superficie scolante (equivalente) impermeabile dell'intervento è 2224 m<sup>2</sup>.
- Coefficienti di deflusso medio ponderale a progetto= 1,00.
- Volume lama idrica (piccoli invasi) da 5 mm: non considerata.
- Permeabilità non satura verticale= 3,5x10<sup>-4</sup> m/s.
- Tempo di ritorno considerato= 50 anni – 100 anni.

Si propone un sistema di laminazione/smaltimento di tipo classico tramite:

- Batteria di pozzi ad anelli forati in cls del diametro  $\Phi$  2,00 m ed utile (ovvero dai tubi delle acque bianche in arrivo) alla dispersione pari a 3,00 m.
- Nei calcoli si considera anche la porosità (20%) del ciottolame di riempimento esterno al pozzo prevedendo uno scavo di diametro ( $\Phi$  con dreno) pari ad almeno 2,50 m.
- Distanza minima da ogni opera di dispersione= 2 m.

La portata di dispersione di ogni pozzo al massimo battente viene calcolata con le seguenti ipotesi:

- il fondo dei pozzi non perda, per considerare gli effetti di deposito materiali fini nel tempo;
- la dispersione avvenga su una corona circolare intorno a ciascun pozzo che si estenda oltre il diametro dello stesso per una lunghezza pari a metà del battente idrico nel pozzo stesso.

Non si considera (a favore di sicurezza) la possibilità d'invaso date dalle tubazioni acque bianche e la possibilità di accumulo sulle superfici scolanti.

Per quanto riguarda il materiale da utilizzare per il riempimento (dreno), per ottenere il massimo di volumetria disponibile si deve considerare la sua porosità efficace (detta anche "gravidica" ovvero che può entrare ed uscire liberamente dallo strato poroso).

Sedimento	Porosità	Porosità efficace
Ullana grossa	25	21
Ullana media	27	23
Ullana fine	34	25
Sabbia grossa	39	27
Sabbia media	39	28
Sabbia fine	41	28
Silt	46	8
Argilla a grana fine	33	3
Argilla	42	3
Argilla a grana media	37	2
Calcio	39	14
Dolomia	26	-
Sabbia di stiva	45	18
Liscia	49	18
Trebbia	42	44
Sassi	38	36
Stara	35	12
Argillite	43	-
Shale	6	-
Tifi sabbiosa	31	16
Tifi argilla	34	6
Tuffo	41	31
Boschi	17	-
Diabro alterato	43	-
Granito alterato	43	-

**Valori indicativi di porosità e porosità efficace per una serie di sedimenti (Water Supply Paper, USGS)**

Alcune semplici regole possono essere seguite quando si deve stimare la porosità efficace partendo dalla porosità (Kozeny):

- Per sabbie e ghiaie pulite, la differenza è inferiore al 5%.
- Per sabbie ghiaie non uniformi o loro miscele è inferiore al 10%.
- Una miscela 50-50 di sabbia uniforme ed argilla può avere una porosità di 0,5 mentre quella effettiva anche 0,05.
- La porosità efficace dell'argilla è di solito 1-5%.
- Se la porosità efficace è utilizzata per calcolare la velocità effettiva del flusso idrico, o di un inquinante trasportato per convezione, è più prudente usare i valori più alti.

Figura 9 Valori porosità sedimenti naturali grossolani

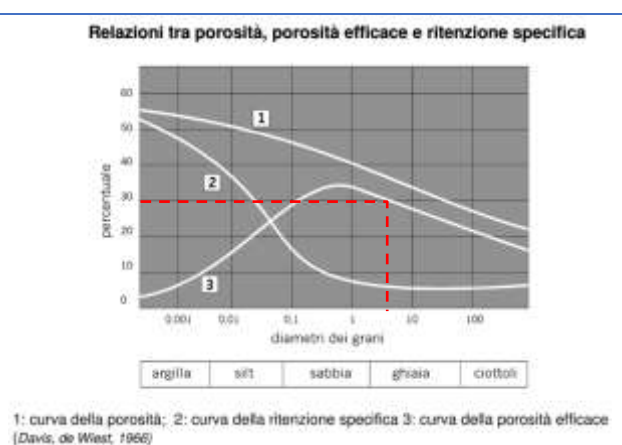


Figura 10 diagramma di Davis, de Wiest, 1966

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 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 compresa fra 25-33%. Dal punto di vista progettuale si utilizza per i calcoli un valore della porosità del materiale di riempimento del dreno pari a circa 0,20 (20%).

Si ritiene di poter garantire l'intera infiltrazione delle acque meteoriche senza il sito rilasci apporti di acque meteoriche all'esterno.

Il sistema di dispersione sarà costituito da pozzi perdenti superficiali, profondi sino a 3-3,5 m da dai fondo tubi in arrivo e costituiti da anelli circolari in cls.; il vuoto dei pozzi, la porosità del dreno intorno ad essi (ciottoli 2-15 cm) e la porosità del terreno circostante che verrà interessato dal flusso costituiscono la laminazione necessaria.

La portata di dispersione di ogni pozzo è calcolata come valor medio tra le 2 condizioni di battente nullo e massimo.

Sulla scorta dell'immagine riportata di seguito, dove Z è il battente idrico massimo nel pozzo, la portata di dispersione  $Q_i$ , per ogni singolo pozzo, viene valutata con la seguente formula:

- $Q_i = S_d \times k$
- $S_d$  = superficie disperdente della corona circolare
- $K$  = permeabilità verticale non satura

sistema disperdente		
n° pozzi	9	
$\phi$	2,0 m	
$\phi$ (con dreno)	3,0 m	
porosità dreno	0,20	
H efficace pozzo	3,0 m	
K terreno non saturo	3,5 E-04 m/s	
area disperdente	25,1 mq	
volume interno	84,8 mc	
volume tot. (con dreno)	106,01 mc	
portata dispersa massima	79,128 l/s	
Portata media dispersa	39,564 l/s	

**Figura 11 Estratto Schema utilizzato per il calcolo della portata disperdibile e del volume di accumulo nei pozzi perdenti (Da Deppo e Datei Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali ed. Bios).**



Dalle verifiche eseguite il sistema proposto risulta in grado di smaltire nel sottosuolo le precipitazioni attese per T= 50 e T= 100 anni, senza la necessità di ulteriori volumi di accumulo.

Le verifiche idrauliche determinano i seguenti franchi di sicurezza:

- 31,1 mc per Tr50 anni;
- 17,4 mc per Tr100 anni.

Di seguito si riportano le elaborazioni per T= 50 anni.

superficie impermeabile scolante in S1								SCARICO A VALLE	
area	2.224	mq						Q NULLO	Q NULLO
volume piccoli invasi media 5 mm	0,0	mc						0	0
Tempo di ritorno	50	anni							
WT	1,99								
Durata (ore)	precipitazione cumulata (mm)	Intensità di pioggia lorda (mm/h)	Volume precipitato (mc)	Portata di pioggia (l/s)	Volume smaltito pozzi (mc)	Volume pioggia-volume sistema (mc)	portata di sfioro (l/s)		
0,25	28,1	112,3	62,5	69,4	17,804	-40,2	0,0		
0,5	39,7	79,4	88,3	49,1	35,608	-32,1	0,0		
1	56,2	56,2	124,9	34,7	71,215	-31,1	0,0		
2	68,1	34,1	151,5	21,0	142,430	-75,7	0,0		
3	76,3	25,4	169,6	15,7	213,646	-128,8	0,0		
4	82,6	20,7	183,8	12,8	284,861	-185,9	0,0		
5	87,9	17,6	195,6	10,9	356,076	-245,3	0,0		
6	92,5	15,4	205,8	9,5	427,291	-306,4	0,0		
7	96,6	13,8	214,8	8,5	498,506	-368,6	0,0		
8	100,2	12,5	222,9	7,7	569,722	-431,6	0,0		
9	103,6	11,5	230,3	7,1	640,937	-495,4	0,0		
10	106,7	10,7	237,2	6,6	712,152	-559,8	0,0		
11	109,5	10,0	243,6	6,2	783,367	-624,6	0,0		
12	112,2	9,4	249,6	5,8	854,582	-689,8	0,0		
13	114,7	8,8	255,2	5,5	925,798	-755,4	0,0		
14	117,1	8,4	260,5	5,2	997,013	-821,3	0,0		
15	119,4	8,0	265,6	4,9	1068,228	-887,5	0,0		
16	121,6	7,6	270,4	4,7	1139,443	-953,9	0,0		
17	123,6	7,3	275,0	4,5	1210,658	-1020,5	0,0		
18	125,6	7,0	279,4	4,3	1281,874	-1087,3	0,0		
19	127,5	6,7	283,6	4,1	1353,089	-1154,3	0,0		
20	129,4	6,5	287,7	4,0	1424,304	-1221,4	0,0		
21	131,1	6,2	291,7	3,9	1495,519	-1288,7	0,0		
22	132,8	6,0	295,5	3,7	1566,734	-1356,1	0,0		
23	134,5	5,8	299,1	3,6	1637,950	-1423,6	0,0		
24	136,1	5,7	302,7	3,5	1709,165	-1491,3	0,0		

-31,1
VERIFICATO

Figura 12: Elaborazioni per T= 50 anni.

Di seguito si riportano le elaborazioni per T= 100 anni.

superficie impermeabile scolante in S1								SCARICO A VALLE		
area	2.224	mq							Q NULLO	Q NULLO
volume piccoli invasi media 5 mm	0,0	mc							0	0
Tempo di ritorno	100	anni								
	wT	2,20								
Durata (ore)	precipitazione cumulata (mm)	Intensità di pioggia lorda (mm/h)	Volume precipitato (mc)	Portata di pioggia (l/s)	Volume smaltito pozzi (mc)	Volume pioggia-volume sistema (mc)	portata di sfioro (l/s)			
0,25	31,2	124,7	69,3	77,0	17,804	-33,3	0,0			
0,5	44,1	88,2	98,0	54,5	35,608	-22,4	0,0			
1	62,3	62,3	138,6	38,5	71,215	-17,4	0,0			
2	75,6	37,8	168,2	23,4	142,430	-59,1	0,0			
3	84,6	28,2	188,3	17,4	213,646	-110,2	0,0			
4	91,7	22,9	204,0	14,2	284,861	-165,7	0,0			
5	97,6	19,5	217,0	12,1	356,076	-223,9	0,0			
6	102,7	17,1	228,3	10,6	427,291	-283,8	0,0			
7	107,2	15,3	238,4	9,5	498,506	-345,0	0,0			
8	111,2	13,9	247,4	8,6	569,722	-407,2	0,0			
9	114,9	12,8	255,6	7,9	640,937	-470,1	0,0			
10	118,4	11,8	263,2	7,3	712,152	-533,7	0,0			
11	121,6	11,1	270,3	6,8	783,367	-597,9	0,0			
12	124,5	10,4	277,0	6,4	854,582	-662,4	0,0			
13	127,3	9,8	283,2	6,1	925,798	-727,4	0,0			
14	130,0	9,3	289,1	5,7	997,013	-792,7	0,0			
15	132,5	8,8	294,7	5,5	1068,228	-858,3	0,0			
16	134,9	8,4	300,1	5,2	1139,443	-924,2	0,0			
17	137,2	8,1	305,2	5,0	1210,658	-990,3	0,0			
18	139,4	7,7	310,1	4,8	1281,874	-1056,6	0,0			
19	141,5	7,4	314,8	4,6	1353,089	-1123,1	0,0			
20	143,6	7,2	319,3	4,4	1424,304	-1189,8	0,0			
21	145,5	6,9	323,7	4,3	1495,519	-1256,7	0,0			
22	147,4	6,7	327,9	4,1	1566,734	-1323,7	0,0			
23	149,3	6,5	332,0	4,0	1637,950	-1390,8	0,0			
24	151,0	6,3	335,9	3,9	1709,165	-1458,1	0,0			

-17,4
VERIFICATO

Figura 13: Elaborazioni per T= 100 anni.

## 8. RISPETTO DEI REQUISITI MINIMI

Di seguito si procede alla verifica del rispetto dei requisiti minimi previsti dall'art. 12 comma 2 del regolamento regionale di seguito riportati.

- per le aree A ad alta criticità idraulica: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C.
- per le aree B a media criticità idraulica: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C
- per le aree C a bassa criticità idraulica: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C.

Indipendentemente dall'ubicazione territoriale sono assoggettate ai limiti ed alle procedure indicate per le aree A:

- le aree inserite nei PGT come ambiti di trasformazione.
- I piani attuativi previsti dal Piano delle Regole.

Qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione e quindi non siano previsti scarichi verso i ricettori, il requisito minimo di cui all'art. 12 comma 2 del regolamento è ridotto del 30%, purchè il dimensionamento delle strutture sia basato su prove di permeabilità sito specifiche.

Nel caso specifico il comune di Travagliato ricade in classe A, pertanto vengono adottati gli 800 mc/Ha<sub>imp</sub>.ed il fattore moltiplicativo P= 0,8.

In sede d'indagine si è proceduto all'esecuzione di 1 prova di svaso per la determinazione di K. Si considera pertanto la riduzione del 30% prevista nel caso di assenza di scarico verso i ricettori.

Il volume minimo da garantire risulta pari a:  $2224 \text{ mc} * 0,08 * 0,8 * 0,7 = 99,63$  (arrotondati a 100 mc).

Tale volume viene garantito dal sistema di pozzi perdenti che è in grado di fornire un volume utile di 106,01 mc (vedi capitoli precedenti).

Non si considera (a favore di sicurezza) la possibilità d'invaso date dalle tubazioni acque bianche e la possibilità di accumulo sulle superfici scolanti.

Il volume di immagazzinamento disponibile (106,01 mc) risulta pertanto > del volume richiesto (100 mc).

## 9. VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO

Di seguito si procede al calcolo del tempo di svuotamento del volume minimo tramite la batteria di pozzi perdenti.

- Portata dispersa dai pozzi perdenti ( $Q_d$ )= 39,5 l/s pari a 142 mc/h
- Volume immagazzinato ( $V$ )= 106 mc
- Tempo di svuotamento ( $V/Q_d$ )= 106 mc / 142 mc/h= 0,74 h.

Il tempo di svuotamento del sistema (0,74 ore) risulta inferiore alle 48 ore richieste dalla normativa.



### 10. CALCOLI IDRAULICI RETE SMALTIMENTO

Di seguito si riportano le calcolazioni di verifica della capacità di smaltimento del sistema proposto, con riportati i diametri minimi delle tubazioni.

#### Tratto A-D-E-F

collettori acque BIANCHE E NERE		
verifica su collettori esterni		
intensità di pioggia nella zona [mm/h]	123,80	
scabrezza della tubazione [m]	0,00025	
DESCRIZIONE TRATTO	A	D
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	A-der	D-der
PENDENZA della tubazione [‰]	2,42	2,00
portata di progetto [l/sec]	10	10
CONDOTTO SCELTO	100 - PP (tipo SN4) → DN110	101 - PP (tipo SN4) → DN125
portata massima del condotto scelto [l/sec]	7,33	10,39
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	0,87	0,95
altezza di riempimento parziale alla portata reale	40,779	34,574
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	51,75	59,00
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	77,63	88,50
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	2,42	2,00
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	0,78	0,74

A+D			E			A+D+E		
TRATTO ( der-der )			TRATTO ( E-der )			TRATTO ( der-der )		
PP (tipo SN4) → DN125			PP (tipo SN4) → DN125			PP (tipo SN4) → DN125		
A+D	E		A+D+E		der-der		der-der	
4,42	2,72		7,14		4,42		7,14	
10	10		10		10		10	
4,42	2,72		7,14		101 - PP (tipo SN4) → DN125		101 - PP (tipo SN4) → DN125	
10,39	10,39		10,39		10,39		10,39	
0,95	0,95		0,95		0,95		0,95	
53,216	39,058		70,800		53,216		70,800	
59,00	59,00		59,00		59,00		59,00	
88,50	88,50		88,50		88,50		88,50	
4,42	2,72		7,14		4,42		7,14	
0,91	0,79		1,00		0,91		1,00	

F		A+D+E+F		
TRATTO ( F-der )		TRATTO ( A-der )		
PP (tipo SN4) → DN125		PP (tipo SN4) → DN160		
F	A+D+E+F		A-der	
F-der	10,76		10,76	
3,62	10		10	
10	10,76		10,76	
3,62	102 - PP (tipo SN4) → DN160		102 - PP (tipo SN4) → DN160	
10,39	20,12		10,39	
0,95	1,12		0,95	
46,492	76,608		46,492	
59,00	75,70		59,00	
88,50	113,55		88,50	
3,62	10,76		3,62	
0,86	1,12		0,86	

Tratto R-S-P-N-M-I

collettori acque BIANCHE E NERE verifica su collettori esterni	R TRATTO ( R-der ) PP (tipo SN4) -- DN110	S TRATTO ( S-der ) PP (tipo SN4) -- DN125	R+S TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) -- DN125
intensità di pioggia nella zona [mm/h]			
123,60			
scabrezza della tubazione [n]			
0,00025			
DESCRIZIONE TRATTO	R	S	R+S
NODI INTERESSATI (nodo finale - nodo iniziale)	R-der	S-der	der-der
portata di progetto [l/sec]	3,87	4,08	7,95
PENDENZA della tubazione [‰]	1,48	4,03	7,95
pendenza di progetto [‰]	10	10	10
portata di progetto [l/sec]	1,48	4,03	7,95
CONDOTTO SCELTO	100 - PP (tipo SN4) -- DN110	101 - PP (tipo SN4) -- DN125	101 - PP (tipo SN4) -- DN125
portata massima del condotto scelto [l/sec]	7,33	16,39	16,39
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	0,87	0,95	0,95
altezza di riempimento parziale alla portata reale	30,100	51,664	77,630
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	51,75	50,00	50,00
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	77,63	85,50	85,50
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	1,48	4,08	7,95
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	0,88	0,88	1,02

P TRATTO ( P-der ) PP (tipo SN4) -- DN125	R+S+P TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) -- DN160	N TRATTO ( N-der ) PP (tipo SN4) -- DN125	R+S+P+N TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) -- DN200
P	R+S+P	N	R+S+P+N
P-der	der-der	N-der	der-der
5,95	13,90	4,99	18,85
5,95	13,90	4,99	18,85
10	10	10	10
5,95	13,90	4,99	18,85
101 - PP (tipo SN4) -- DN125	102 - PP (tipo SN4) -- DN160	101 - PP (tipo SN4) -- DN125	103 - PP (tipo SN4) -- DN200
10,29	28,12	16,29	36,43
0,95	1,12	0,95	1,29
04,074	93,900	57,584	95,627
50,00	75,75	50,00	84,75
88,50	113,00	88,50	142,13
0,95	13,98	4,99	18,89
0,98	1,19	0,94	1,29

M TRATTO ( M-der ) PP (tipo SN4) -- DN110	R+S+P+N+M TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) -- DN200	I TRATTO ( I-der ) PVC RIGIDO (tipo SN4 - SDR41) -- DN125	R+S+P+N+M+I TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) -- DN200
M	R+S+P+N+M	I	R+S+P+N+M+I
M-der	der-der	I-der	der-der
1,16	20,05	5,13	25,18
1,16	20,05	5,13	25,18
10	10	10	10
1,16	20,05	5,13	25,18
100 - PP (tipo SN4) -- DN110	103 - PP (tipo SN4) -- DN200	101 - PVC RIGIDO (tipo SN4 - SDR41) -- DN125	103 - PP (tipo SN4) -- DN200
7,33	36,43	10,39	36,43
0,87	1,29	0,95	1,29
28,236	99,458	57,584	117,480
51,75	84,75	50,00	84,75
77,63	142,13	88,50	142,13
1,16	26,65	5,13	25,18
0,83	1,32	0,94	1,37

## Tratto B-C-H

collettori acque BIANCHE E NERE verifica su collettori esterni	B TRATTO ( B-der ) PP (tipo SN4) → DN125	C TRATTO ( C-der ) PP (tipo SN4) → DN125
intensità di pioggia nella zona [mm/h]		
123,80		
scabrezza della tubazione [m]		
0,00025		
DESCRIZIONE TRATTO	B	C
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	B-der	C-der
portata di progetto [l/sec]	4,18	5,36
PENDENZA della tubazione [‰]	10	10
portata di progetto [l/sec]	4,18	5,36
CONDOTTO SCELTO	101 - PP (tipo SN4) → DN125	101 - PP (tipo SN4) → DN125
portata massima del condotto scelto [l/sec]	10,39	10,39
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	0,95	0,95
altezza di riempimento parziale alla portata reale	51,094	59,708
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	50,00	50,00
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	88,50	88,50
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	4,18	5,36
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	0,99	0,95

B+C TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) → DN160	H TRATTO ( H-der ) PP (tipo SN4) → DN125	B+C+H TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) → DN160
B+C	H	B+C+H
der-der	H-der	der-der
9,54	4,56	14,10
9,54	4,56	14,10
10	10	10
9,54	4,56	14,10
102 - PP (tipo SN4) → DN160	101 - PP (tipo SN4) → DN125	102 - PP (tipo SN4) → DN160
20,12	10,39	20,12
1,12	0,95	1,12
71,158	53,218	93,888
75,70	59,00	75,70
113,55	88,50	113,55
9,54	4,56	14,10
1,08	0,91	1,19

Tratto T-U-Q-O-L

collettori acque BIANCHE E NERE	<b>T</b> <b>TRATTO ( T-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN125</b>		<b>U</b> <b>TRATTO ( U-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN125</b>	
<b>verifica su collettori esterni</b>				
intensità di pioggia nella zona [mm/h]				
123,80				
scabrezza della tubazione [m]				
0,00025				
DESCRIZIONE TRATTO	T	U		
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	T-der	U-der		
	3,87	3,86		
portata di progetto [l/sec]	3,87	3,86		
PENDENZA della tubazione [%]	10	10		
portata di progetto [l/sec]	3,87	3,86		
CONDOTTO SCELTO	101 - PP (tipo SN4) → DN125	101 - PP (tipo SN4) → DN125		
portata massima del condotto scelto [l/sec]	10,39	10,39		
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	0,95	0,95		
altezza di riempimento parziale alla portata reale	48,852	48,852		
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	59,00	59,00		
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	88,50	88,50		
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	3,87	3,86		
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	0,87	0,87		

<b>T+U</b> <b>TRATTO ( der-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN160</b>	<b>Q</b> <b>TRATTO ( Q-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN125</b>	<b>T+U+Q</b> <b>TRATTO ( der-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN200</b>	<b>O</b> <b>TRATTO ( O-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN125</b>
T+U	Q	T+U+Q	O
der-der	Q-der	der-der	O-der
7,73	5,72	14,45	5,71
7,73	5,72	14,45	5,71
10	10	10	10
7,73	5,72	14,45	5,71
102 - PP (tipo SN4) → DN160	101 - PP (tipo SN4) → DN125	103 - PP (tipo SN4) → DN200	101 - PP (tipo SN4) → DN125
36,12	10,39	36,43	10,39
1,12	0,95	1,29	0,95
82,600	88,500	82,054	81,900
75,70	59,00	94,75	59,00
113,58	88,50	142,13	88,50
7,73	5,72	14,45	5,71
1,03	1,08	1,21	0,97

<b>T+U+Q+O</b> <b>TRATTO ( der-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN200</b>	<b>L</b> <b>TRATTO ( L-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN125</b>	<b>T+U+Q+O+L</b> <b>TRATTO ( der-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN200</b>
T+U+Q+O	L	T+U+Q+O+L
der-der	L-der	der-der
20,16	6,03	26,19
20,16	6,03	26,19
10	10	10
20,16	6,03	26,19
103 - PP (tipo SN4) → DN200	101 - PP (tipo SN4) → DN125	103 - PP (tipo SN4) → DN200
36,43	10,39	36,43
1,29	0,95	1,29
99,488	84,074	117,490
94,75	59,00	94,75
142,13	88,50	142,13
20,16	6,03	26,19
1,32	0,98	1,37

**Tratto A-D-E-F-R-S-P-N-M-I**

<b>collettori acque BIANCHE E NERE</b>		<b>A-D-E-F TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN160</b>
<b>verifica su collettori esterni</b>		
intensità di pioggia nella zona [mm/h]	123,80	
scabrezza della tubazione [m]	0,00025	
DESCRIZIONE TRATTO	A-D-E-F	
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	der	
	10,76	
portata di progetto [l/sec]	10,76	
PENDENZA della tubazione [%]	10	
portata di progetto [l/sec]	10,76	
CONDOTTO SCELTO	102 - PP (tipo SN4) → DN160	
portata massima del condotto scelto [l/sec]	20,12	
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	1,12	
altezza di riempimento parziale alla portata reale	76,608	
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	75,70	
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	113,55	
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	10,76	
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	1,12	

<b>R-S-P-N-M-I TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN200</b>	<b>A-D-E-F-R-S-P-N-M-I TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) → DN250</b>
<b>R-S-P-N-M-I</b>	<b>A-D-E-F-R-S-P-N-M-I</b>
<b>der</b>	<b>der-der</b>
<b>25,18</b>	<b>35,94</b>
<b>25,18</b>	<b>35,94</b>
<b>10</b>	<b>10</b>
25,18	35,94
<b>103 - PP (tipo SN4) → DN200</b>	<b>104 - PP (tipo SN4) → DN250</b>
36,43	65,53
1,29	1,49
117,490	124,268
94,75	118,35
142,13	177,53
25,18	35,94
1,37	1,52

**TRATTO B-C-H-T-U-Q-O-L**

<b>collettori acque BIANCHE E NERE</b>		<b>B-C-H TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN160</b>
<b>verifica su collettori esterni</b>		
intensità di pioggia nella zona [mm/h]	<b>123,80</b>	
scabrezza della tubazione [m]	<b>0,00025</b>	
DESCRIZIONE TRATTO		
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	<b>der</b>	
	<b>14,10</b>	
portata di progetto [l/sec]	<b>14,10</b>	
PENDENZA della tubazione [%]	<b>10</b>	
portata di progetto [l/sec]	14,10	
CONDOTTO SCELTO		
portata massima del condotto scelto [l/sec]	<b>102 - PP (tipo SN4) → DN160</b>	
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	<b>20,12</b>	
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	<b>1,12</b>	
altezza di riempimento parziale alla portata reale	93,868	
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	75,70	
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	113,55	
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	<b>14,10</b>	
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	<b>1,19</b>	

<b>T-U-Q-O-L TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN200</b>	<b>B-C-H-T-U-Q-O-L TRATTO ( der-der ) PP (tipo SN4) → DN250</b>
<b>T-U-Q-O-L</b>	<b>B-C-H-T-U-Q-O-L</b>
<b>der</b>	<b>der-der</b>
<b>26,19</b>	<b>40,29</b>
<b>26,19</b>	<b>40,29</b>
<b>10</b>	<b>10</b>
26,19	40,29
<b>103 - PP (tipo SN4) → DN200</b>	<b>104 - PP (tipo SN4) → DN250</b>
36,43	65,53
1,29	1,49
117,490	133,025
94,75	118,35
142,13	177,53
26,19	40,29
1,37	1,55



## TRATTO G

	<b>G</b> <b>TRATTO ( G-der )</b> <b>PP (tipo SN4) → DN125</b>
<b>collettori acque BIANCHE E NERE</b>	
<b>verifica su collettori esterni</b>	
intensità di pioggia nella zona [mm/h]	
<b>123,80</b>	
scabrezza della tubazione [m]	
<b>0,00025</b>	
DESCRIZIONE TRATTO	<b>G</b>
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	<b>G-der</b>
	<b>5,10</b>
portata di progetto [l/sec]	<b>5,10</b>
PENDENZA della tubazione [%]	<b>10</b>
portata di progetto [l/sec]	5,10
CONDOTTO SCELTO	<b>101 - PP (tipo SN4) → DN125</b>
portata massima del condotto scelto [l/sec]	<b>10,39</b>
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	<b>0,95</b>
altezza di riempimento parziale alla portata reale	<b>57,584</b>
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	<b>59,00</b>
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	<b>88,50</b>
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	<b>5,10</b>
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	<b>0,94</b>

## TRATTO G

<b>collettori acque BIANCHE E NERE</b>		<b>B-C-H-T-U-Q-O-L TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN250</b>
<b>verifica su collettori esterni</b>		
intensità di pioggia nella zona [mm/h]		
<b>123,80</b>		
scabrezza della tubazione [m]		
<b>0,00025</b>		
DESCRIZIONE TRATTO	<b>B-C-H-T-U-Q-O-L</b>	
NODI INTERESSATI [nodo finale - nodo iniziale]	<b>der</b>	
	<b>40,29</b>	
portata di progetto [l/sec]	<b>40,29</b>	
PENDENZA della tubazione [%]	<b>10</b>	
portata di progetto [l/sec]	40,29	
CONDOTTO SCELTO	<b>104 - PP (tipo SN4) → DN250</b>	
portata massima del condotto scelto [l/sec]	65,53	
velocità media della corrente alla portata massima ammissibile [m/sec]	1,49	
altezza di riempimento parziale alla portata reale	133,025	
limite minimo dell'altezza di riempimento [50%]	118,35	
limite massimo dell'altezza di riempimento [75%]	177,53	
portata di progetto (riempimento parziale del condotto) [l/sec]	40,29	
velocità del fluido alla portata di progetto [m/sec]	1,55	

<b>A-D-E-F-R-S-P-N-M-I TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN250</b>	<b>G TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN125</b>	<b>COMUNE TRATTO ( der ) PP (tipo SN4) → DN315</b>
<b>A-D-E-F-R-S-P-N-M-I</b>	<b>G</b>	<b>COMUNE</b>
<b>der</b>	<b>der</b>	<b>der</b>
<b>35,94</b>	<b>5,10</b>	<b>81,33</b>
<b>35,94</b>	<b>5,10</b>	<b>81,33</b>
<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
35,94	5,10	81,33
<b>104 - PP (tipo SN4) → DN250</b>	<b>101 - PP (tipo SN4) → DN125</b>	<b>105 - PP (tipo SN4) → DN315</b>
65,53	10,39	111,50
1,49	0,95	1,69
124,268	57,584	185,344
118,35	59,00	144,00
177,53	88,50	217,20
35,94	5,10	81,33
1,52	0,94	1,81

E' previsto un sistema per l'evacuazione delle acque meteoriche della superficie impermeabile della struttura con le necessarie linee orizzontali di scarico con relativi pozzetti a terra a distanza di non piu' di 10 metri lineari, che convogliano al deoliatore a coalescenza dedicato al trattamento di tali acque.

Le acque recuperate saranno poi convogliate in pozzi perdenti adeguatamente dimensionati.

Gli impianti di scarico saranno conformi alle norme vigenti e ai regolamenti di Travagliato. La rete di acque bianche confluiranno nei pozzi perdenti.

La rete di scarico delle acque meteoriche è dimensionata nel rispetto della norma EN 12056-3

## 11. CONCLUSIONI ED INDICAZIONI PROGETTUALI

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un substrato di natura prevalentemente ghiaioso sabbiosa idoneo alla realizzazione di pozzi perdenti. I dati disponibili portano ad attribuire al non saturo un  $K=3,5 \times 10^{-4}$  m/s. Il contesto risulta pertanto idoneo alla dispersione delle acque meteoriche tramite un sistema di pozzi perdenti.

La falda principale si colloca ad una profondità tale da non interferire con le opere di dispersione in progetto. Nell'intorno di 200 metri dal sito non sono presenti pozzi ad uso acquedottistico idropotabile (fonte Carta dei vincoli dello studio geologico comunale). Non si rilevano pertanto interferenze negative con il sistema di dispersione in progetto.

L'area risulta pertanto idonea all'utilizzo di sistemi di dispersione delle acque meteoriche tramite pozzi perdenti.

Si è proceduto alla valutazione preliminare del seguente sistema di smaltimento acque meteoriche:

- Batteria di n. 9 pozzi ad anelli forati in cls del diametro  $\Phi$  2,0 m.
- profondità utile 3,0 (altezza utile o efficace – ovvero dai tubi delle acque bianche in arrivo).

Le elaborazioni eseguite hanno evidenziato che il sistema proposto è idoneo a garantire lo smaltimento in sito delle precipitazioni di progetto per  $T=50$  anni e  $T=100$ , senza l'attivazione di scarichi in fognatura o CIS.

Viene pertanto garantito il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica.

Di seguito si riportano alcune indicazioni progettuali per la realizzazione del pozzo perdente:

- Posizionamento delle opere a distanza adeguata dalle fondazioni degli edifici (sulla base delle indicazioni fornite dallo strutturista).
- Posizionamento di materiale drenante con porosità di almeno il 20% intorno al pozzo.
- Installazione per ogni pozzo perdente di pozzetto ispezionabile per consentire le operazioni di manutenzione e garantire quindi le prestazioni dell'opere nel corso del tempo.
- Installazione a monte della batteria dei pozzi perdenti di un deoliatore a presidio della qualità delle acque conferite nel sistema d'infiltrazione. Di seguito si riportano le caratteristiche del deoliatore.  
"Deoliatore a coalescenza in polietilene da interro marca Starplast mod. "DEC CC 4500 AS" o equivalente a forma cilindrica verticale, a spessore costante delle pareti e struttura irrigidita da nervature verticali ed orizzontali.

All'interno del deoliatore è presente una cartuccia estraibile con filtro a coalescenza per l'aggregazione e la separazione delle particelle di liquido leggero.

Sulla parte superiore della vasca dovranno esserci n. 2 tappi con chiusura a baionetta di cui uno almeno del  $\emptyset$  600.

Il deoliatore dovrà essere realizzato secondo quanto previsto dalla UNI EN 858-1/2 a marcatura CE e certificazione DOP, adatto alla separazione dei liquidi leggeri per il trattamento delle acque di dilavamento provenienti da superfici pavimentate, idoneo allo scarico in acque superficiali o al trattamento successivo.

Il deoliatore mod DEC CC 4500 AS o equivalente avrà le seguenti dimensioni  $\emptyset$  185 cm x h 208 cm volume totale lt. 4280 portata l/s 25

- per ogni pozzo perdente di pozzetto ispezionabile per consentire le operazioni di manutenzione e garantire quindi le prestazioni dell'opere nel corso del tempo.

È inoltre necessario provvedere alla corretta manutenzione delle opere (pozzi perdenti, pozzetto d'ispezione, tubazioni) procedendo al controllo periodico (almeno dopo eventi meteorici significativi) ed alla pulizia delle stesse ogni volta che se ne rilevi la necessità.

Palazzolo sull'Oglio 21/07/2019

Luglio 2019

Geol. Massimo Marella



Ing. Andrea Colosso  
Professionisti Srl



CHIARI - Via S.S. Trinità, n°12 [ c.a.p. 25032 ]  
tel: 0302381687  
tem: info@professionisti.eu.com  
pec: professionistisrl@gigapec.it

## ALLEGATO 1

### SCHEMA RETE DI SMALTIMENTO METEORICHE

# ALLEGATO 1 - SCHEMA RETE DI SMALTIMENTO METEORICHE

