

Committente:

LA CASA BIANCA ITALIA S.P.A.

Viale Roma, n. 48 24022 Alzano Lombardo, (BG)

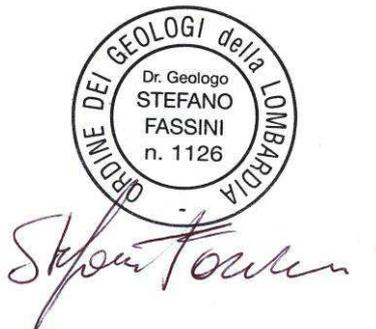
Commessa:

Realizzazione delle opere di urbanizzazione - Piano
Attuativo R6 – 2 Comune di Scanzorosciate (BG)

**RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA
IDRAULICA**

Rif: 55 - 2019

REDATTA DA: Dott. Stefano Fassini



APPROVATA DA:

Emissione del 22 ottobre 2019

File.: Rel-inv. 55.19.doc

1. PREMESSA	
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO	6
4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI	7
4.1 Gestione acque	10
5. VERIFICA DELLA CRITICITÀ IDRAULICA LOCALE	11
6. INTENSITÀ DI PIOGGIA CRITICA	12
7. VALUTAZIONE DEGLI AFFLUSSI	16
8. VERIFICA POTERE DISPERDENTE DEL TERRENO	17
8.1 Esecuzione trincee di scavo	Errore. Il segnalibro non è definito.
8.2 Prova infiltrometrica	20
9. CALCOLO DEGLI AFFLUSSI	25
10. OPERE DI DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE	26

1. PREMESSA

La presente relazione viene redatta su incarico della società La Casa Bianca Italia spa a supporto del progetto di realizzazione delle opere di urbanizzazione del Piano Attuativo R6-2 del Comune di Scanzorosciate (BG) e descrive le modalità di gestione delle acque meteoriche defluenti dalle superfici di progetto.

Quanto di seguito riportato viene redatto secondo le indicazioni previste da:

- **Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017** *"Regolamento recante i criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n.12 (legge per il governo del territorio)".*
- **Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8** *Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")*

2.INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in esame è ubicata nella zona ovest dell'abitato di Scanzorosciate, in prossimità dell'alveo del Fiume Serio.

Coordinata x UTM32T WGS84	556801.28 m E
Coordinata y UTM32T WGS84	5062141.91 m N
Quota m slm	275

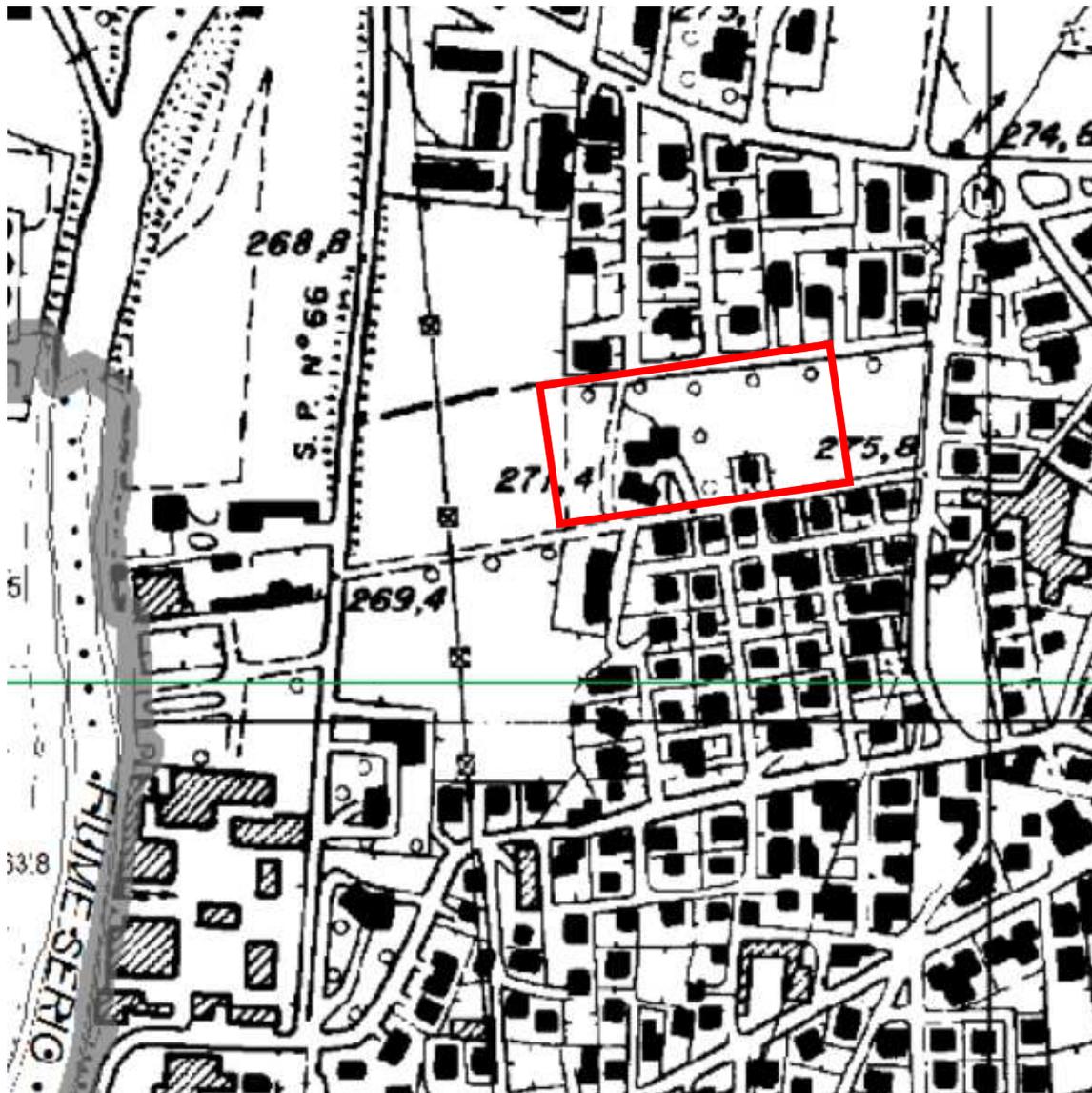


Fig. 1 Ubicazione area, estratto CTR

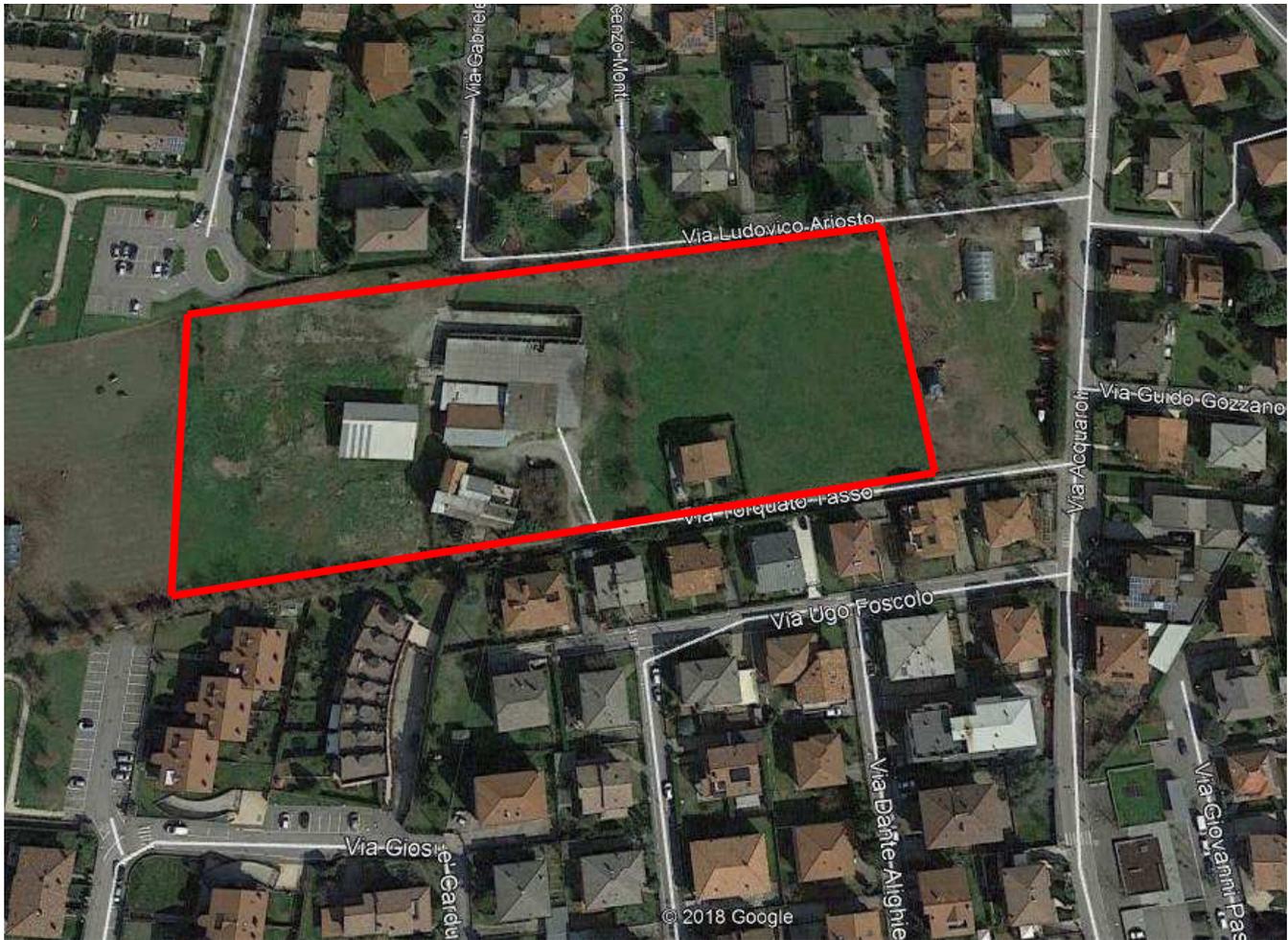


Fig. 2 Ubicazione area, foto aerea

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO

L'area in esame ed il suo intorno presentano un andamento topografico caratterizzato da una modesta pendenza N - S con un gradiente altimetrico intorno all'1%.

L'area in esame si colloca in corrispondenza del Complesso del serio Unità di Cologno (94b).

Si tratta di depositi di origine fluvio-glaciale litologicamente costituiti da ghiaie e sabbie in blanda matrice limosa.

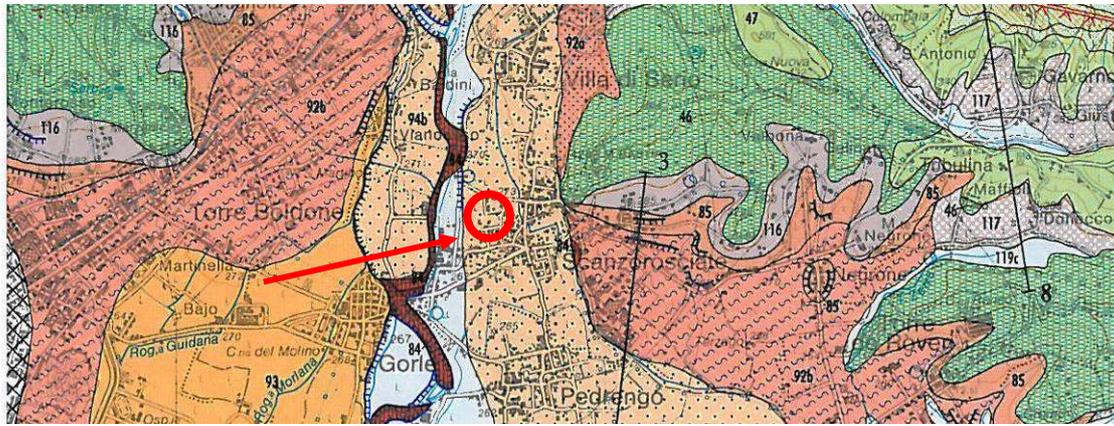


Fig. 3 Estratto Carta geologica

La superficie piezometrica risulta posta alla profondità di 232 m slm con una soggiacenza di circa 40 m dal p.c..

La direzione di deflusso è NE-SO con gradiente pari allo 0.3%.

Di seguito si riporta un estratto della carta idrogeologica comunale.



Fig. 4 Carta Idrogeologica

4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI

L'area oggetto del P.A. R6 - 2 è attualmente interessata dai fabbricati dell'azienda agricola, nella fascia centrale, e dalle aree verdi in passato coltivate, nella zona ovest ed est.

L'area presenta una forma in pianta rettangolare con sviluppo prevalente in direzione est ovest, lunghezza di 195 m, e secondario in direzione nord sud, lunghezza 77 m.

La superficie complessiva d'intervento è pari a 15.360 m².



Fig. 5 Stato attuale dell'area



Fig. 6 Stalle



Fig. 7 Vista da nord est



Fig. 8 Vista da sud ovest

In progetto è prevista la realizzazione di 26 lotti residenziali abitativi uniformemente distribuiti.

L'accesso all'area sarà garantito da Via Ariosto e Via Acquaroli.

L'area del PA sarà dotata di una viabilità interna

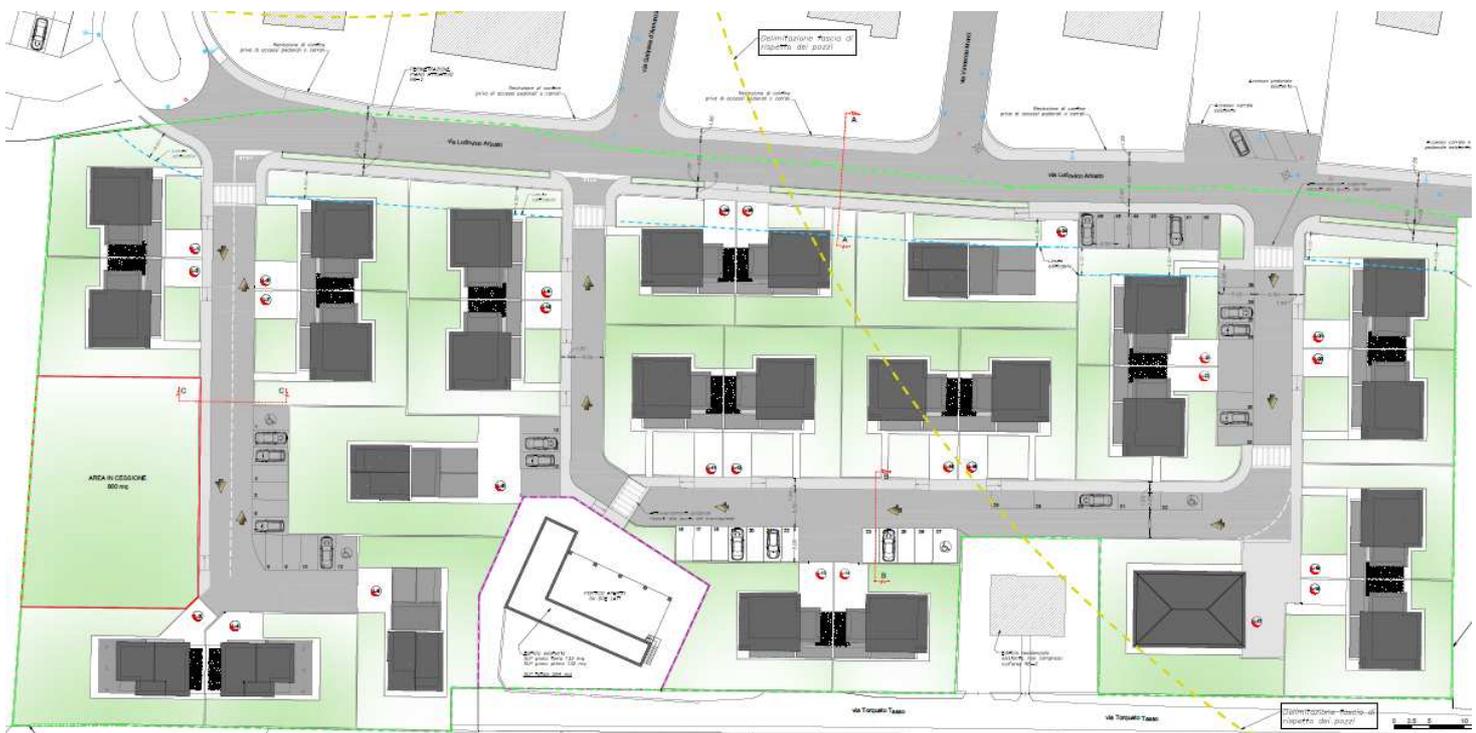


Fig. 9 Planivolumetrico

Di seguito si riporta il dettaglio delle singole superfici:

Tipologia	Estensione m²
Superficie pavimentazioni stradali	2.612
Superficie marciapiedi	892
Superficie parcheggi	625
Superficie verde	150
Superficie totale	4.279

4.1 Gestione acque

Le superfici di progetto produrranno due tipologie di reflui:

1. acque meteoriche;

Le stesse saranno disperse nel sottosuolo come previsto dall'art. 5 del R.R n.7/2017.

5. VERIFICA DELLA CRITICITÀ IDRAULICA LOCALE

Secondo quanto indicato nell'allegato C del Regolamento Regionale n.7/2017, il Comune di Scanzorosciate (BG) ricade nella zona a criticità Idraulica A (criticità alta).

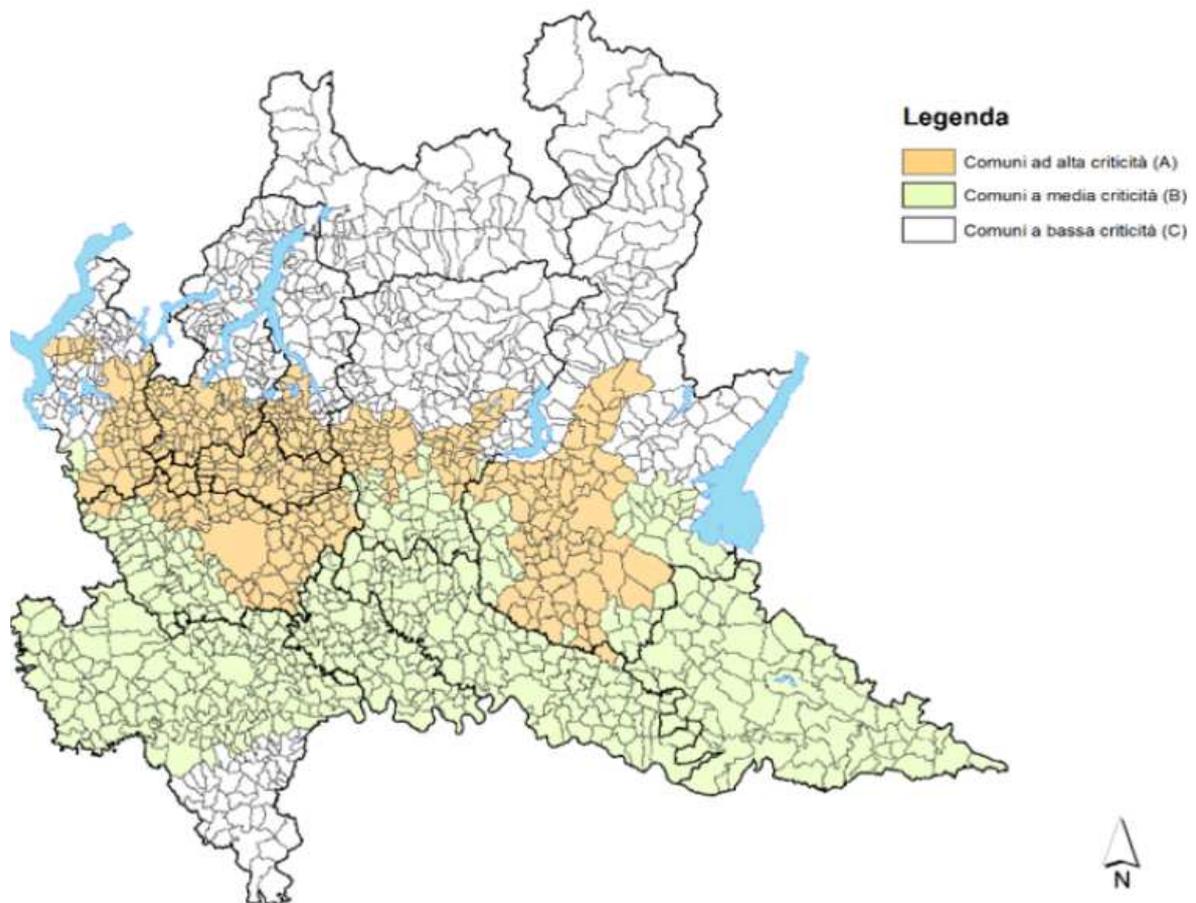
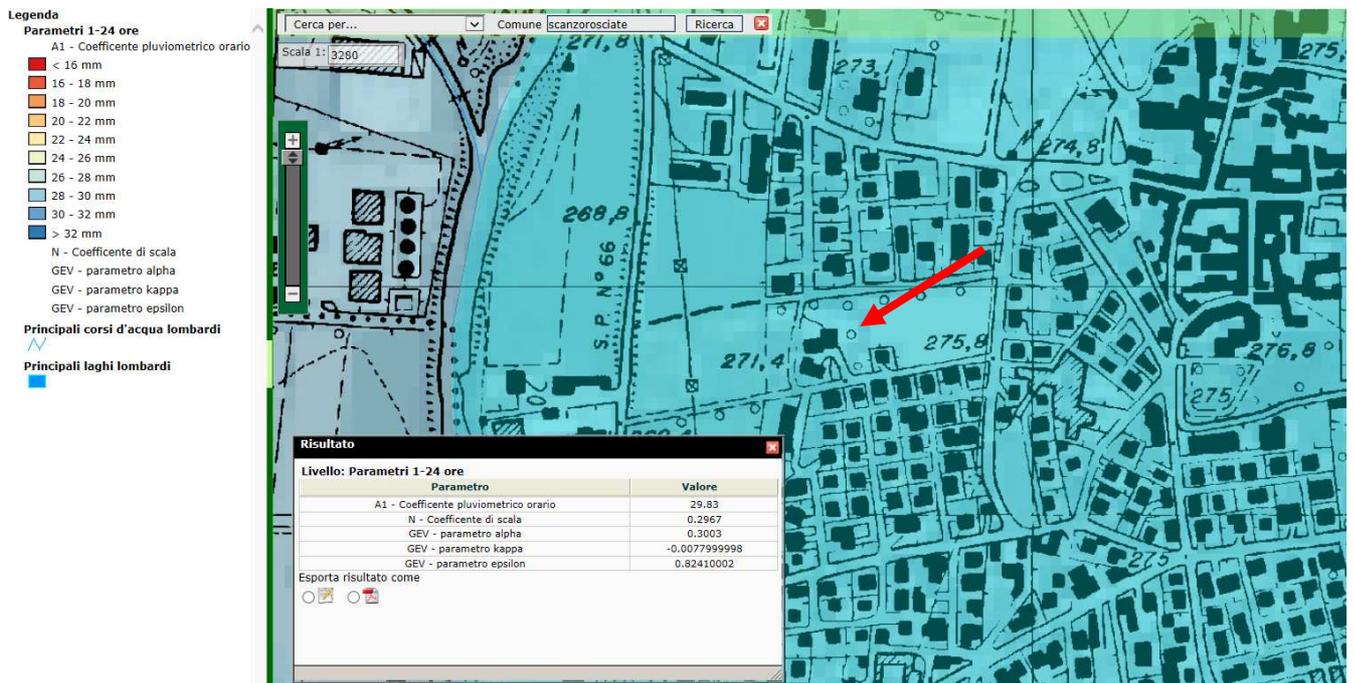


Fig. 10 Criticità idraulica in Lombardia

6. INTENSITÀ DI PIOGGIA CRITICA

La determinazione delle precipitazioni viene eseguita utilizzando le Curve di possibilità pluviometrica, con tempo di ritorno di 50 anni.

Allo scopo si è fatto riferimento ai dati riportati nel portale di ARPA Lombardia <http://idro.arpalombardia.it>.



I dati dei parametri pluviometrici per eventi da 1 a 24 ore sono i seguenti:

Livello: Parametri 1-24 ore	
Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29,83
N - Coefficiente di scala	0,2967
GEV - parametro alpha	0,3003
GEV - parametro kappa	-0,0077999998
GEV - parametro epsilon	0,82410002

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Scanzorosciate

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) 50

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29,83
N - Coefficiente di scala	0,2967
GEV - parametro alpha	0,3003
GEV - parametro kappa	-0,0078
GEV - parametro epsilon	0,82410002

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]	1
Precipitazione cumulata [mm]	60

Formulazione analitica

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

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

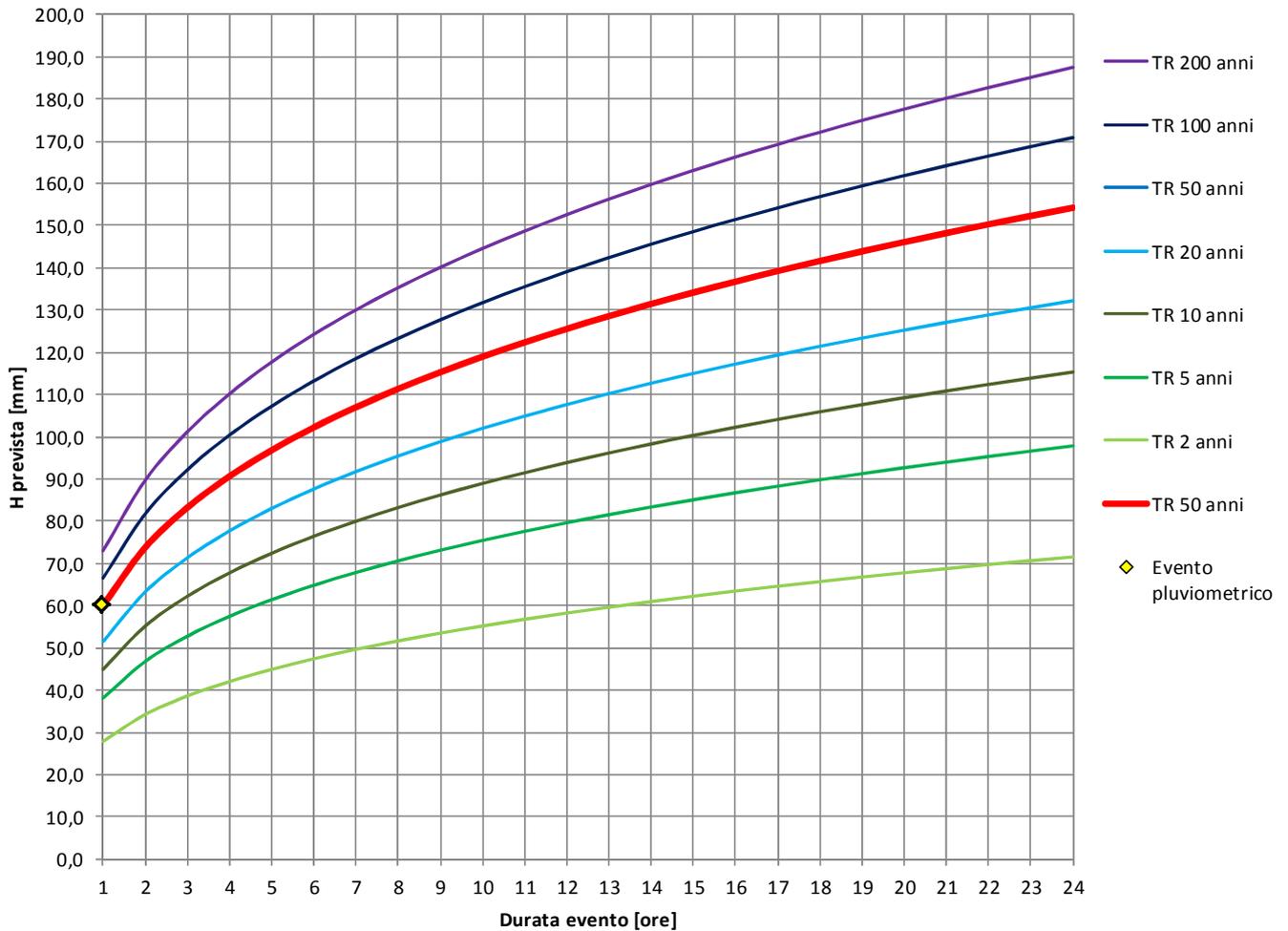
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93432	1,27718	1,50585	1,72646	2,01387	2,23061	2,44774	2,01386569
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	27,9	38,1	44,9	51,5	60,1	66,5	73,0	60,0736136
2	34,2	46,8	55,2	63,3	73,8	81,7	89,7	73,7903137
3	38,6	52,8	62,2	71,3	83,2	92,2	101,2	83,2234342
4	42,1	57,5	67,8	77,7	90,6	100,4	110,2	90,6389688
5	44,9	61,4	72,4	83,0	96,8	107,3	117,7	96,8429827
6	47,4	64,8	76,4	87,6	102,2	113,2	124,2	102,225968
7	49,6	67,9	80,0	91,7	107,0	118,5	130,1	107,009995
8	51,7	70,6	83,2	95,4	111,3	123,3	135,3	111,334703
9	53,5	73,1	86,2	98,8	115,3	127,7	140,1	115,294213
10	55,2	75,4	88,9	102,0	119,0	131,8	144,6	118,955289
11	56,8	77,6	91,5	104,9	122,4	135,5	148,7	122,367184
12	58,3	79,6	93,9	107,6	125,6	139,1	152,6	125,56738
13	59,7	81,5	96,1	110,2	128,6	142,4	156,3	128,58513
14	61,0	83,4	98,3	112,7	131,4	145,6	159,8	131,443751
15	62,2	85,1	100,3	115,0	134,2	148,6	163,1	134,162157
16	63,4	86,7	102,3	117,2	136,8	151,5	166,2	136,755926
17	64,6	88,3	104,1	119,4	139,2	154,2	169,2	139,238056
18	65,7	89,8	105,9	121,4	141,6	156,9	172,1	141,619517
19	66,8	91,3	107,6	123,4	143,9	159,4	174,9	143,909661
20	67,8	92,7	109,3	125,3	146,1	161,8	177,6	146,116532
21	68,8	94,0	110,9	127,1	148,2	164,2	180,2	148,247105
22	69,7	95,3	112,4	128,9	150,3	166,5	182,7	150,30747
23	70,7	96,6	113,9	130,6	152,3	168,7	185,1	152,302982
24	71,6	97,8	115,3	132,2	154,2	170,8	187,5	154,238372

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



a= 60 mm/ora
 n= 0.29

Precipitazioni critiche per eventi di durata inferiore all'ora

Durata (ore)	Altezza pioggia (mm)
1	60
0.5	49
0.25	40

Nella valutazione delle portate critiche si fa riferimento all'intensità di pioggia data dalla quantità di pioggia nell'unità di tempo.

Di seguito si riportano le variazioni dell'intensità in funzione della variazione di durata dell'evento.

$$J = a\tau^{(n-1)}$$

$$\tau = 1 \text{ (h)}$$

$$n = 0.30$$

$$a = 61 \text{ (mm/ora)}$$

Precipitazioni critiche per eventi di diversa durata (tempo di ritorno di 50 anni)	
Durata (ore)	Altezza pioggia (mm/ora)
1	60
0.5	98
0.25	160

Per il dimensionamento delle opere di dispersione di fa riferimento alla durata della pioggia estesa per un durata di 1 ora (60 mm per 1 ora)

7. VALUTAZIONE DEGLI AFFLUSSI

Per la determinazione della classe d'intervento, funzionale alla valutazione degli afflussi, si è fatto riferimento alla tabella 1 RR n.7/2017.

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	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ 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)	$\leq 0,4$		
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		

Superficie m ²	Superficie m ²	Coefficiente deflusso (art. 2 comma d)	Superficie efficace m ²
Superficie pavimentazioni stradali	2.612	0.8	2089
Superficie marciapiedi	892	0.8	714
Superficie parcheggi	625	0.5	312
Superficie verde	150	0.3	35
Superficie totale	4.279		3140

La superficie efficace totale è pari a 3140 m² corrispondente ad un coefficiente deflusso medio ponderale risulta pari a 0.7.

Il progetto si colloca in una classe d'intervento "impermeabilizzazione potenziale media".

Per il calcolo del volume di laminazione si può fare riferimento al "Metodo delle sole piogge".

Nel caso in esame tuttavia l'ipotesi progettuale è di prevedere l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

8. INDAGINI IDROGEOLOGICHE

Per la verifica delle caratteristiche stratigrafiche locali sono state eseguite delle trincee di scavo. Le stesse consentono la visione diretta del profilo.

Complessivamente sono state realizzate n.5 trincee, omogeneamente distribuite, in modo da accertare eventuali eterogeneità.

Due delle cinque trincee sono state ulteriormente approfondite per consentire l'esecuzione di prove infiltrometriche alle quote d'interesse.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle trincee, quelle cerchiare rosso sono state interessate dalle prove infiltrometriche.



Fig. 11 Ubicazione indagini

Gli assaggi sono stati realizzati con escavatore cingolato gommato da 35 qt e sono stati mediamente spinti fino alla profondità di 1.5 m dal p.c. con l'eccezione di due scavi spinti a circa 3.0 m per l'esecuzione di prove infiltrometriche.



Fig. 12 Esecuzione trincea T1

Sotto il profilo stratigrafico si osserva, al di sotto del terreno di coltivo, la presenza di terreni granulari ghiaiosi con ciottoli e blocchi avente lunghezza anche di 30 cm. Nella fascia sud ovest dell'area, fino alla quota di 2.4 m dal p.c. si osserva una matrice limosa consistente.

Di seguito si riportano le stratigrafie delle singole trincee eseguite.

Trincea T1	
Ubicazione	Zona centrale dell'area
Profondità	-3.2 m dal p.c.
Stratigrafia	0 – 0.3 m coltivo 0.3 – 2.3 m Ghiaia e ciottoli in matrice limosa
	

Trincea T2		
Ubicazione	Zona centrale dell'area	
Profondità	-3.2 m dal p.c.	
Stratigrafia	0 – 0.4 m coltivo 0.4 – 0.8 m Limo sabbioso con ciottoli 0.8 – 3.2 m Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi	

Trincea T3		
Ubicazione	Zona centrale dell'area	
Profondità	-3.2 m dal p.c.	
Stratigrafia	0 – 0.4 m coltivo 0.4 – 1.6 m Ghiaia e sabbia in blanda matrice limosa con ciottoli e blocchi	

Trincea T4		
Ubicazione	Zona centrale dell'area	
Profondità	-3.2 m dal p.c.	
Stratigrafia	0 – 0.4 m coltivo 0.4 – 1.6 m Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi	

Trincea T5		
Ubicazione	Zona centrale dell'area	
Profondità	-3.2 m dal p.c.	
Stratigrafia	0 – 0.4 m coltivo 0.4 – 0.8 m Limo sabbioso con ciottoli 0.8 - 1.6 m Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi	

8.1 Prova infiltrometrica

La prova di dispersione simula le condizioni di effettivo drenaggio del terreno e viene utilizzata per definire sperimentalmente i coefficienti di permeabilità del terreno.

La prova è stata condotta utilizzando un tubo di acciaio avente un diametro interno di 34 cm e un'altezza di 40 cm dotato di asta graduata per la misurazione del livello di acqua.

Per l'esecuzione si è provveduto ad infiggere l'anello nel terreno per un tratto di 10 cm e nell'immettere nel suo interno un quantitativo di acqua tale da creare un battente di 24 cm.

La prova è stata eseguita a carico variabile controllando l'abbassamento del livello ad intervalli di tempo regolari.

Prova 1 – Trincea T1 -2.4 m dal p.c.

La prova eseguita evidenzia una media attitudine del terreno alla dispersione delle acque.

Di seguito si riporta la tabella degli esiti della prova eseguita.

Prova a carico variabile in pozzetto circolare - tabella tempo altezza	
Tempo s	Altezza acqua m
0	0,180
30	0,103
60	0,097
90	0,094
120	0,091
150	0,089
180	0,087
270	0,085
330	0,083
600	0,081
720	0,079
900	0,077

Per la determinazione del coefficiente di permeabilità è stata utilizzata la seguente relazione:

$$k = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m}$$

con

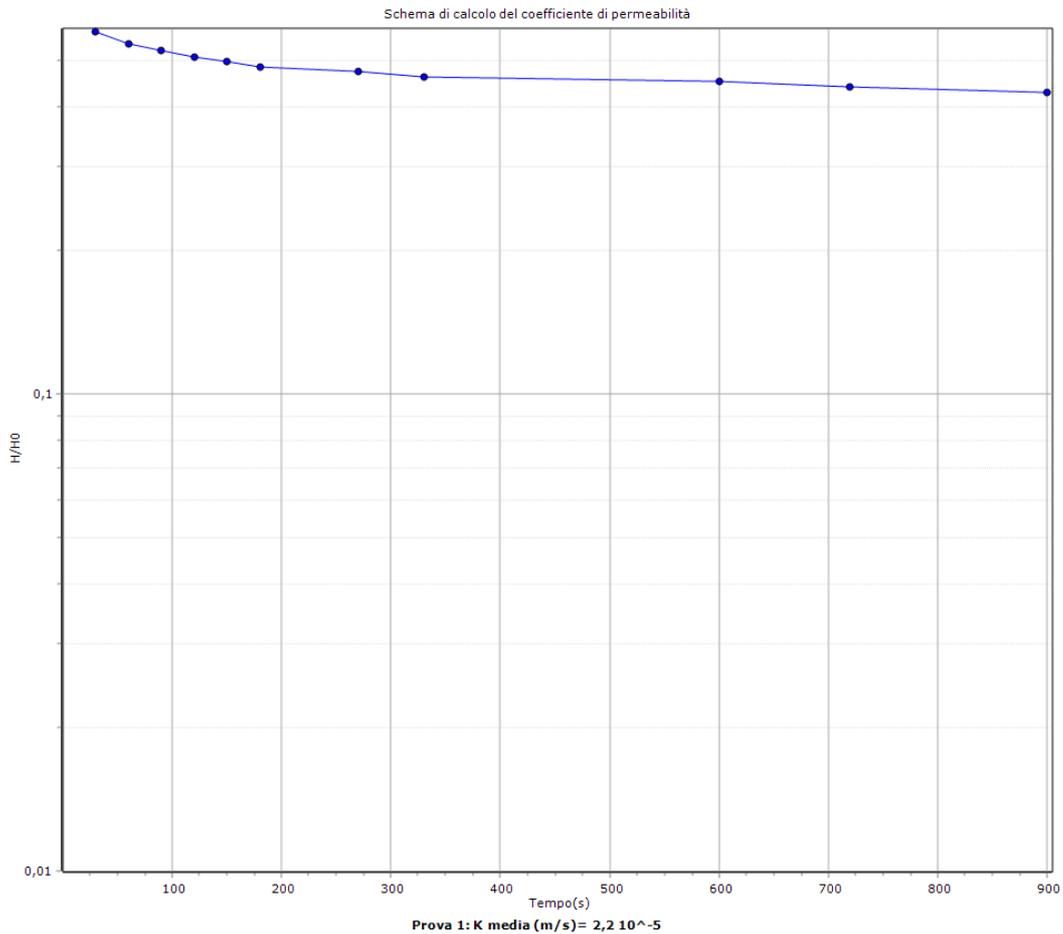
hm = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($hm > d/4$);

d = diametro del pozzetto;

t_2-t_1 = intervallo di tempo;

h_2-h_1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t_2-t_1 .

Di seguito si riporta l'elaborazione della prova.



La permeabilità ottenuta dalla prova eseguita è:

$$K = 2.2 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

Prova 2 – Trincea T2 -3.2 m dal p.c.

La seconda prova, eseguita ad una maggiore profondità rispetto alla precedente, evidenzia una buona capacità disperdente del terreno.

Di seguito si riporta la tabella degli esiti della prova eseguita.

Prova a carico variabile in pozzetto circolare - tabella tempo altezza	
<i>Tempo s</i>	<i>Altezza acqua m</i>
0	0,24
30	0,196
60	0,165
90	0,143
120	0,128
150	0,11
180	0,097
210	0,089
240	0,079
270	0,072
300	0,067
330	0,062
360	0,058
390	0,055
420	0,052

Per la determinazione del coefficiente di permeabilità è stata utilizzata la seguente relazione:

$$k = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m}$$

con

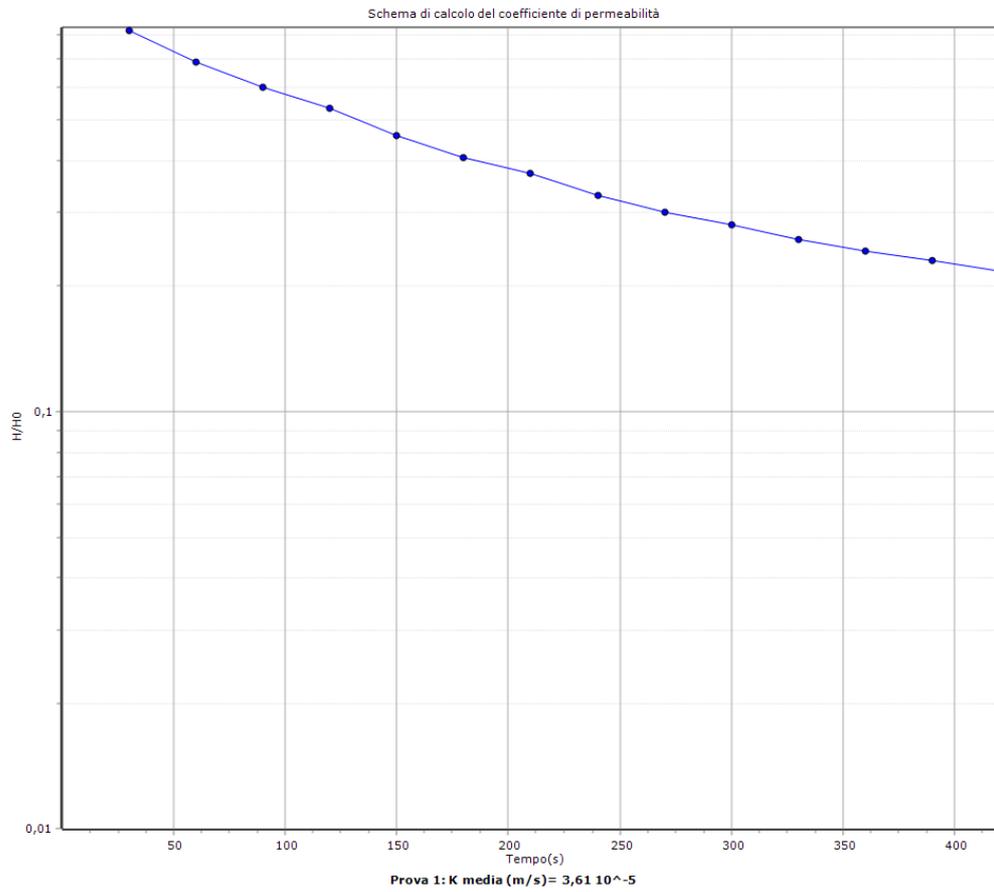
h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$);

d = diametro del pozzetto;

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo;

$h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$.

Di seguito si riporta l'elaborazione della prova.



La permeabilità ottenuta dalla prova eseguita è:

$$K = 3.61 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

9. CALCOLO DEGLI AFFLUSSI

Per la valutazione del volume di acqua di precipitazione si è fatto riferimento al metodo di calcolo semplificato di G. De Martino.

Tale metodo consente di definire, sulla base delle caratteristiche del bacino e delle precipitazioni critiche il coefficiente udometrico (l/s*ha).

Il calcolo è stato eseguito considerando un tempo di ritorno di 50 anni ed utilizzando i parametri delle curve di possibilità climatica fornite da ARPA Lombardia.

Utilizzando la seguente relazione si ottiene il coefficiente udometrico:

$$U = Cr \psi_{15} j_{15} / 0.36$$

dove:

Cr= coefficiente di ritardo (cautelativamente considerato pari a 1)

ψ_{15} = coefficienti di afflusso orario ragguagliato rispetto all'intera area del bacino (vengono ricavati dall'abaco)

j_{15} = intensità di pioggia (durata di 1h')

In base alle caratteristiche dell'area in esame ed alla curva di possibilità pluviometrica calcolata si ricava:

$$U = 160 \text{ l/s*ha}$$

Considerando la superficie di smaltimento delle acque meteoriche la portata effettivamente da smaltire è pari a:

Portata da smaltire	
<i>Superficie</i>	<i>Portata (l/s)</i>
3140 m ²	50

Nella tabella di seguito viene riportato il volume d'acqua critico complessivo per l'insediamento riferito ad un evento di 1h.

Volume critico da smaltire	
<i>Superficie</i>	<i>Volume m³</i>
3140 m ²	180

Il dato sopra riportato è congruente con quanto previsto dall'art. 12 comma 2 RR 7/2017 come modificato dal RR 9/2019.

10. OPERE DI DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Per la dispersione delle acque meteoriche si prevede la realizzazione di pozzo perdenti. In considerazione dell'elevata soggiacenza della falda non sussistono problematiche di interazione tra le acque di infiltrazione e la falda stessa.

Il potere disperdente del pozzo perdente dipende dalla sua dimensione e dalla permeabilità del sottosuolo.

Per la determinazione del potere disperdente del terreno sono state eseguite n.2 prove di dispersione.

I calcoli di seguito riportati vengono predisposti consideranti il dato della seconda prova eseguita a d una profondità maggiore, $k = 0,0036$ cm/s.

Il volume delle acque smaltite dai pozzi perdenti viene calcolato utilizzando la formula di Wilkinson, 1968

$$Q = nkcl$$

n: numero pozzi

c: coefficiente di tasca

L: profondità del pozzo

K: coefficiente di permeabilità del terreno

Per la dispersione delle acque defluenti dalle superfici di urbanizzazione si prevede la seguente geometria dei pozzi:

	Lotti
Diametro	2.0 m
Lunghezza	4.0 m
Coefficiente di tasca	15.1
Dispersione	7.6 m ³
Immagazzinamento	12.6 m ³
Totale	20.4 m ³
Afflussi	180 m ³
Numero pozzo	8,8

Considerando che le opere di dispersione vengono posate in uno scavo più ampio che viene colmato con ciottolame avente anch'esso una capacità di immagazzinamento si ritiene adeguata la realizzazione di n.8 pozzi perdenti aventi le dimensioni indicate.

Sui specifica inoltre che le opere in progetto sono i grado di garantire lo svuotamento nei tempi previsti dalla normativa.

11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione viene fornito il dimensionamento delle opere di dispersione inerenti l'urbanizzazione del Piano Attuativo R6-2 Comune di Scanzorosciate (BG)

Allo scopo sono state eseguite delle verifiche dirette mediante realizzazione di trincee di scavo e prove infiltrometriche.

Sulla scorta degli esiti delle prove eseguite e dei calcoli di afflusso risulta necessario per l'invarianza idraulica locale la realizzazione di n.8 pozzi perpendenti aventi larghezza di 2.0 m e profondità di -4.0 m dal p.c..

Le opere in progetto sono adeguate alla dispersione degli afflussi critici con tempo di ritorno di 50 anni.