Dott. Geol. Stefano Fassini
GEOLOGIA_GEOTECNICA_AMBIENTE

Committente:

COSTRUZIONI ACQUA E TERRA

VIA G. OBERDAN, 1/A 25100 BRESCIA

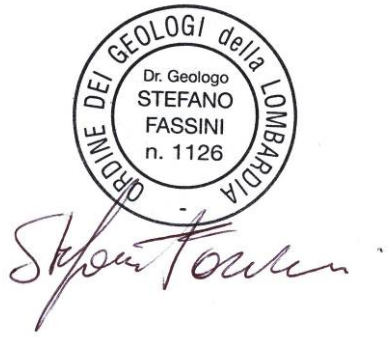
Commessa:

Progetto di realizzazione di un'area commerciale Via IV Novembre Palazzolo sull'Oglio (BS)

RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA IDRAULICA

Rif: 72-2022

REDATTA DA: Dott. Stefano Fassini



APPROVATA DA:

Emissione del 21 settembre 2022	File:.rel-inv72 - 21.doc

Piazza Ciriano, 3 24066 Comune di Pedrengo
Fax 035 0400198 Cell 3395416701
stefano.fassini@gmail.com Stefano.fassini@pec.it

1. PREMESSA 3

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 4

2.1 Inquadramento catastale 5

2.2 Inquadramento urbanistico 7

3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 8

3.1 Geomorfologia 8

3.2 Geologia 8

3.3 Idrogeologia 9

4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E DEL PROGETTO 10

4.1 Gestione acque 11

5. VERIFICA DELLA CRITICITÀ IDRAULICA LOCALE 12

6. INTENSITÀ DI PIOGGIA CRITICA 13

7. VALUTAZIONE DEGLI AFFLUSSI 17

8. VERIFICA POTERE DISPERDENTE DEL TERRENO 19

9. OPERE DI INVARIANZA 21

10.PIANO DI MANUTENZIONE 23

11. CONCLUSIONI 24

1. PREMESSA

La presente relazione viene redatta su incarico della società COSTRUZIONI ACQUA E TERRA avente sede in Via G. Oberdan, 1/a 25100 Brescia a supporto del progetto di riconversione urbanistica previsto per il sito di Via IV Novembre Palazzolo sull'Oglio (BS).
Nella relazione vengono descritte le modalità di gestione delle acque meteoriche sgrondanti dalle superfici coperte.

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 oggetto della presente relazione è ubicata nella zona nord ovest dell'abitato di Palazzolo sull'Oglio, in sponda destra del Fiume Oglio.
L'area è inserita in un contesto urbanistico a destinazione residenziale.

Coordinata X UTM 32 WGS	568217.90 m E
Coordinata Y UTM 32 WGS	5049877.31 m N
Quota m slm	181



Fig. 1 Ubicazione sito

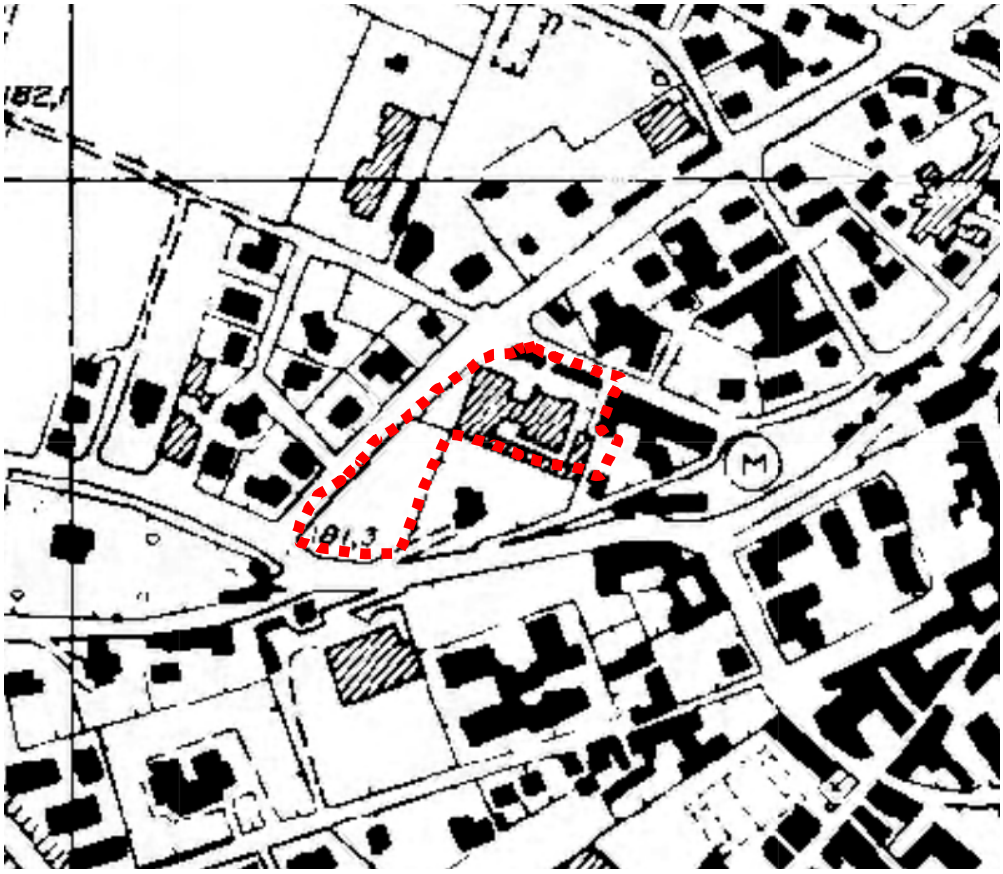


Fig. 2 Estratto CTR


Fig. 3 Ingresso al sito

2.1 Inquadramento catastale

Sotto il profilo catastale l'area è identificata al foglio 6 mappali 86 ed 88.

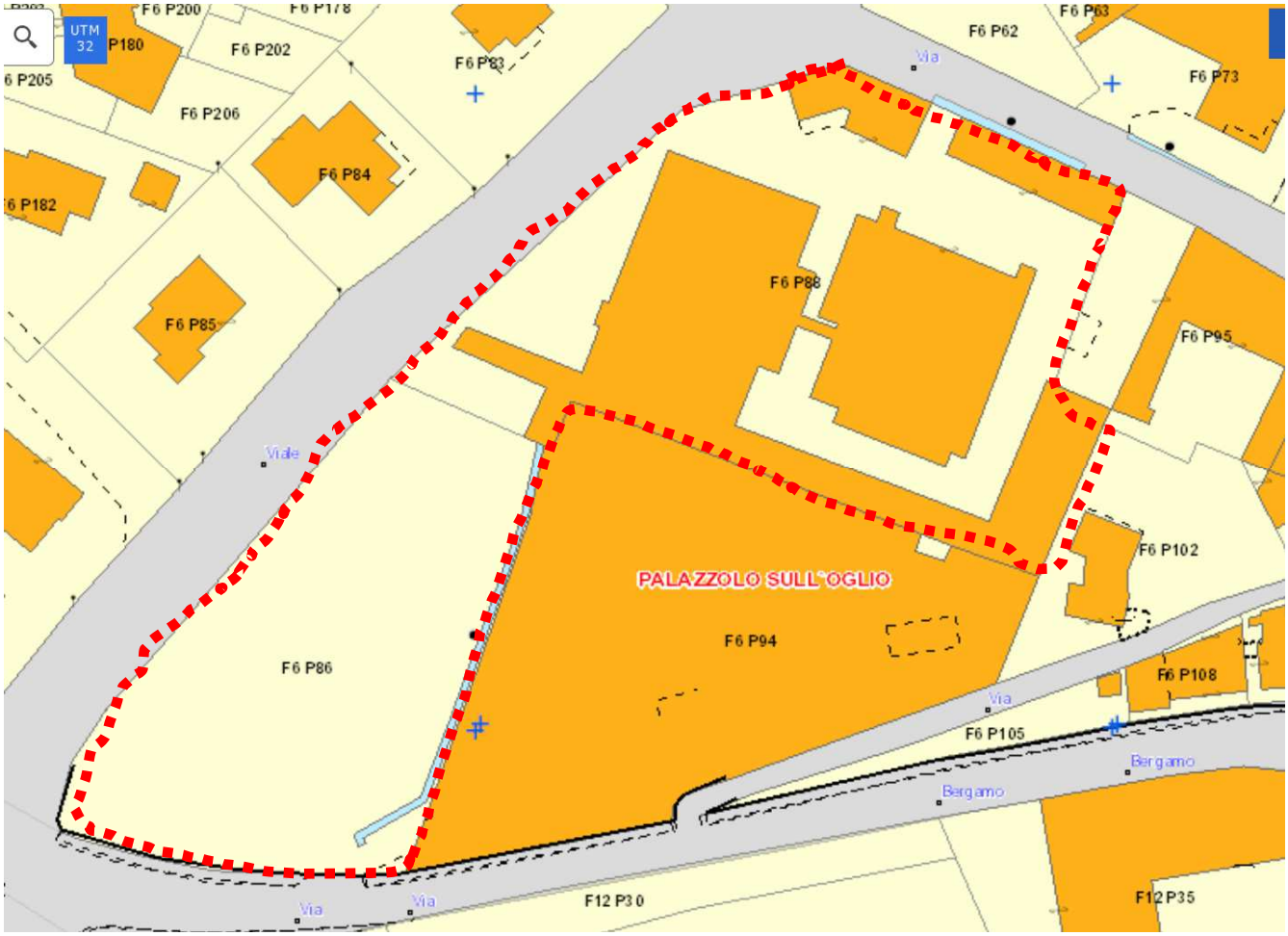


Fig. 4 Inquadramento catastale

2.2 Inquadramento urbanistico

Il sito in esame, utilizzato per attività produttiva, deve essere oggetto di riqualificazione.
Allo scopo è prevista la riconversione a commerciale.



CLASSE XI — Aree urbane consolidate caratterizzate da insediamenti produttivi (artigianali e industriali), incongrui con i tessuti circostanti, da destinare a riconversione e riqualificazione urbana

Fig. 5 Estratto PGT

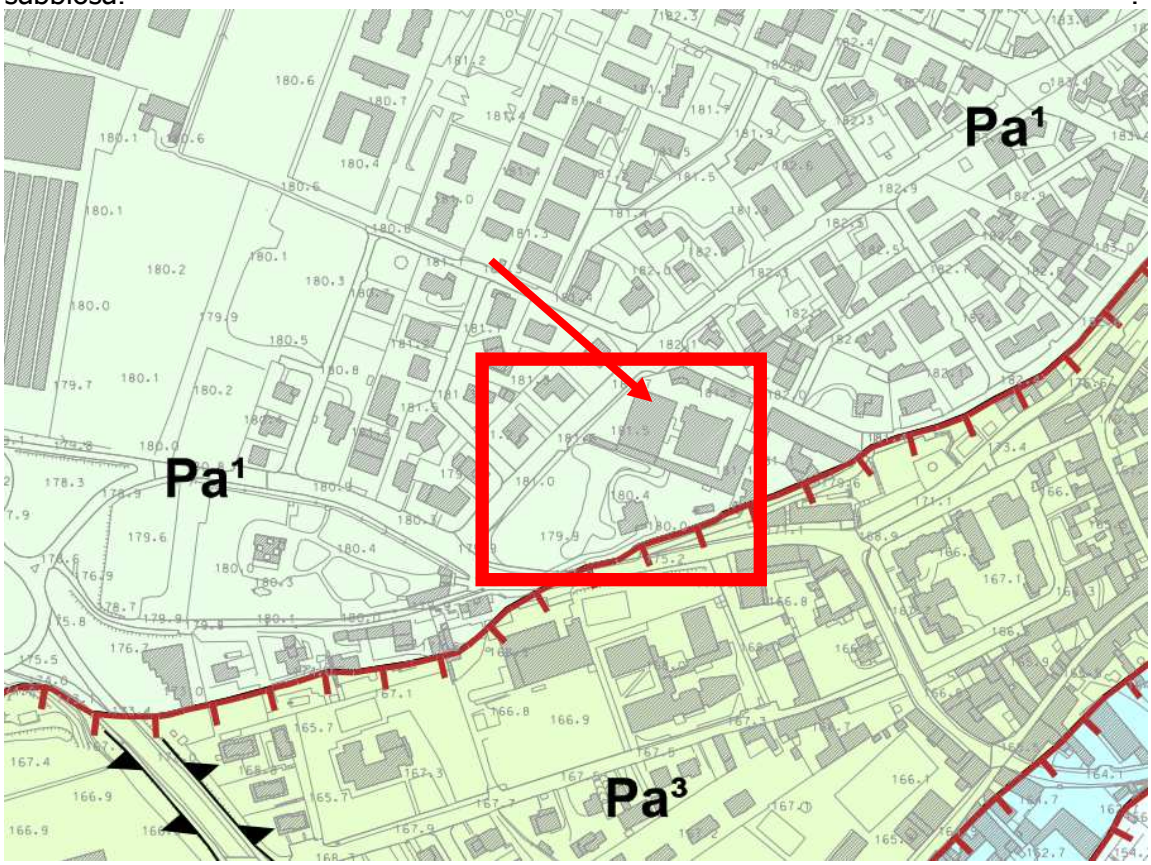
3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

3.1 Geomorfologia

Le caratteristiche morfologiche e paesistiche del territorio di Palazzolo s/O sono strettamente legate all'azione delle acque correnti che hanno eroso, rimaneggiato e depositato i mate-riali. Il livello fondamentale della pianura è stato costruito dagli scaricatori fluvioglaciali centro occidentali dell'apparato morenico sebino.
La morfologia della piana fluvioglaciale è caratterizzata da un sistema di terrazzi che degradano verso la valle del F. Oglio e che si aprono a ventaglio verso sud. Le superfici dei terrazzi sono delimitate da scarpate d'erosione che quando presentano pendenza elevata risultano spesso boscate. Sono inoltre riconoscibili alcune aree allungate, leggermente ribassate, che corrispondono ad antichi percorsi di un "paleoOglio".

3.2 Geologia

L'area in esame risulta collocata in corrispondenza dell'Unità di Palazzolo (tardo Pleistocene superiore) ed interessa in parte il terrazzo superiore in parte quello intermedio. Si tratta di depositi di origine fluvioglaciale, costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa.



Pa¹ Pa² Pa³

Complesso di Palazzolo (tardo Pleistocene superiore)
Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa con ciottoli arrotondati e subarrotondati a diametro massimo osservato pari a 40 cm; presentano una grossolana stratificazione suborizzontale con strati e lenti sabbiosi; limi sommitali di esondazione.

Pa¹ - Terrazzo superiore
Pa² - Terrazzo intermedio
Pa³ - Terrazzo inferiore

Fig. 6 Carta Geologica

3.3 Idrogeologia

Sotto il profilo idrogeologico la falda risulta posta alla quota di 139 m slm con una soggiacenza di circa 40 m dal piano campagna.
La direzione di deflusso è WNW/ESE con un gradiente pari a 0.3%.

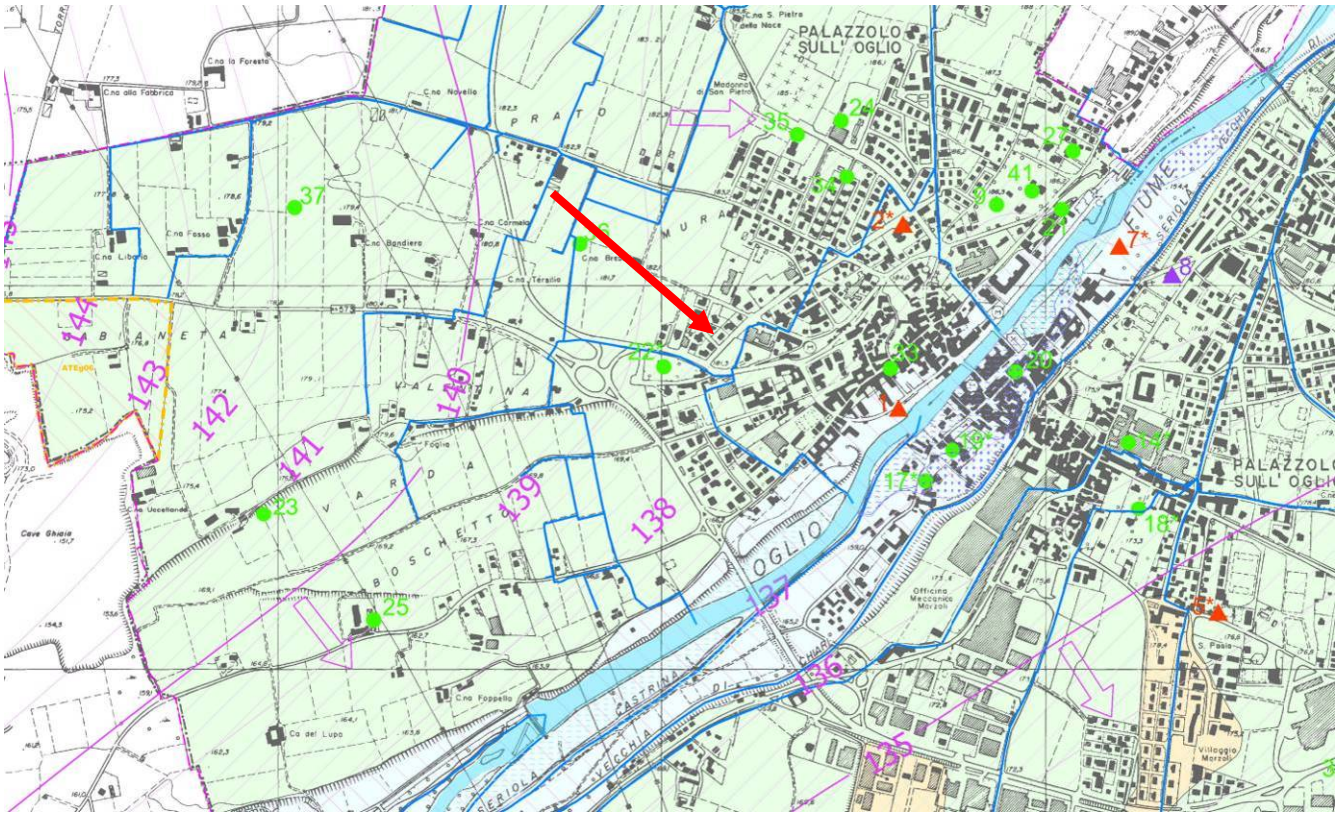


Fig. 7 Carta delle isopiezometriche

4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E DEL PROGETTO

L'area in esame si estende su una superficie complessiva di 8.200 m^2.

In progetto è prevista la realizzazione di un edifico commerciale con parcheggi pertinenziali.
Il fabbricato sarà posizionato nella zona nord mentre i parcheggi occuperanno la fascia verde posta a sud del sito.

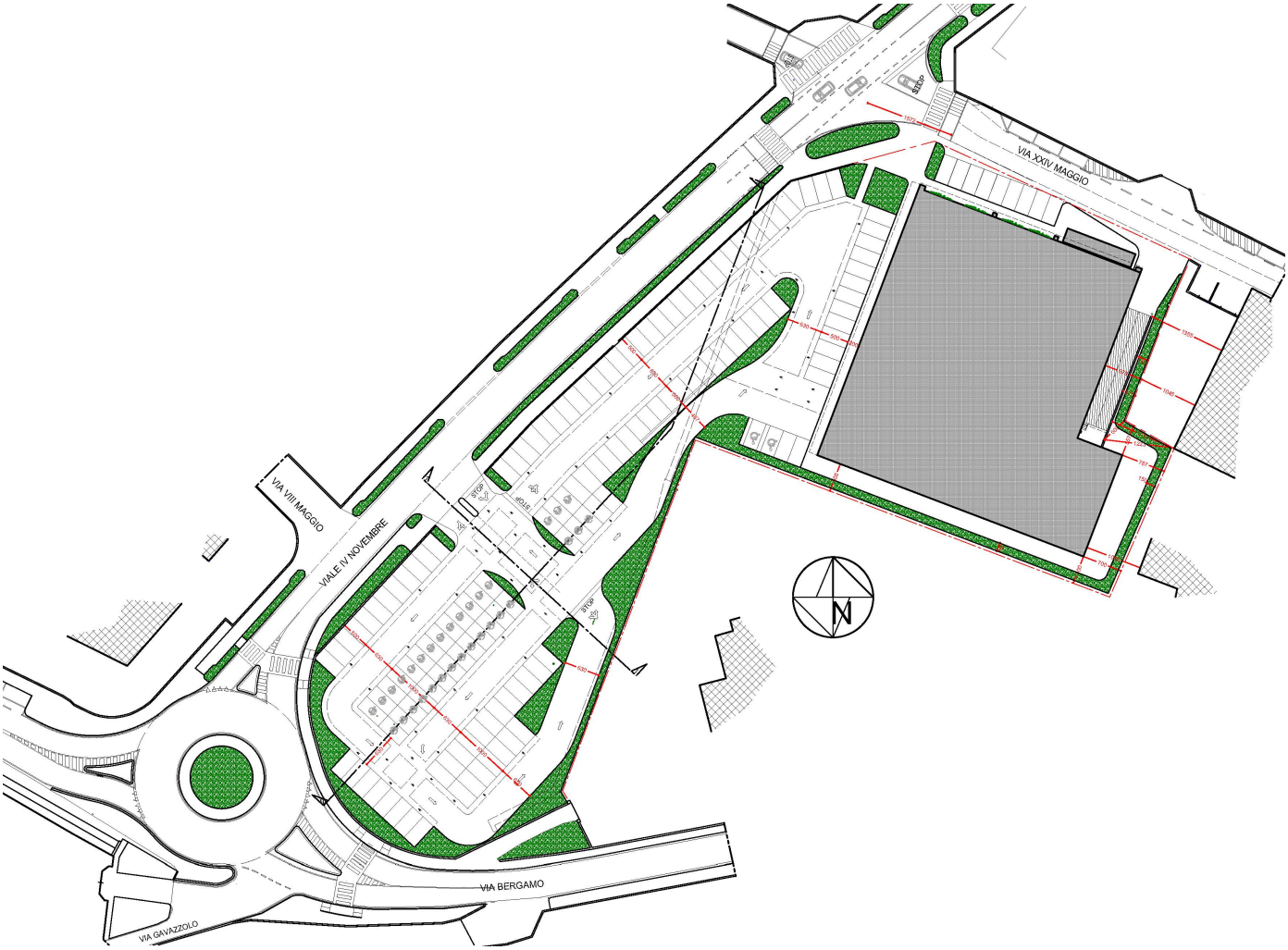


Fig. 8 Progetto

Di seguito si riporta la tabella con l'indicazione delle tipologie di superfici presenti. I parcheggi saranno realizzati con autobloccanti interamente permeabili. La superficie dei parcheggi è pertanto assimilata a prato.

Superficie coperta	2.269 m^2
Piazzale	3.329 m^2
Verde e sup. drenante	2.631 m^2
Totale	8.229 m^2

4.1 Gestione acque

Le superfici di progetto produrranno due tipologie di reflui:

1. acque meteoriche;
2. scarichi civili

Le prime saranno disperse nel sottosuolo come previsto dall'art. 5 del R.R n.7/2017 le seconde saranno collettate nella pubblica fognatura.

5. VERIFICA DELLA CRITICITÀ IDRAULICA LOCALE

Secondo quanto indicato nell'allegato C del Regolamento Regionale n.7/2017, il Comune di Palazzolo s/O ricade nella zona a criticità Idraulica A (criticità alta) coefficiente p 0.8.

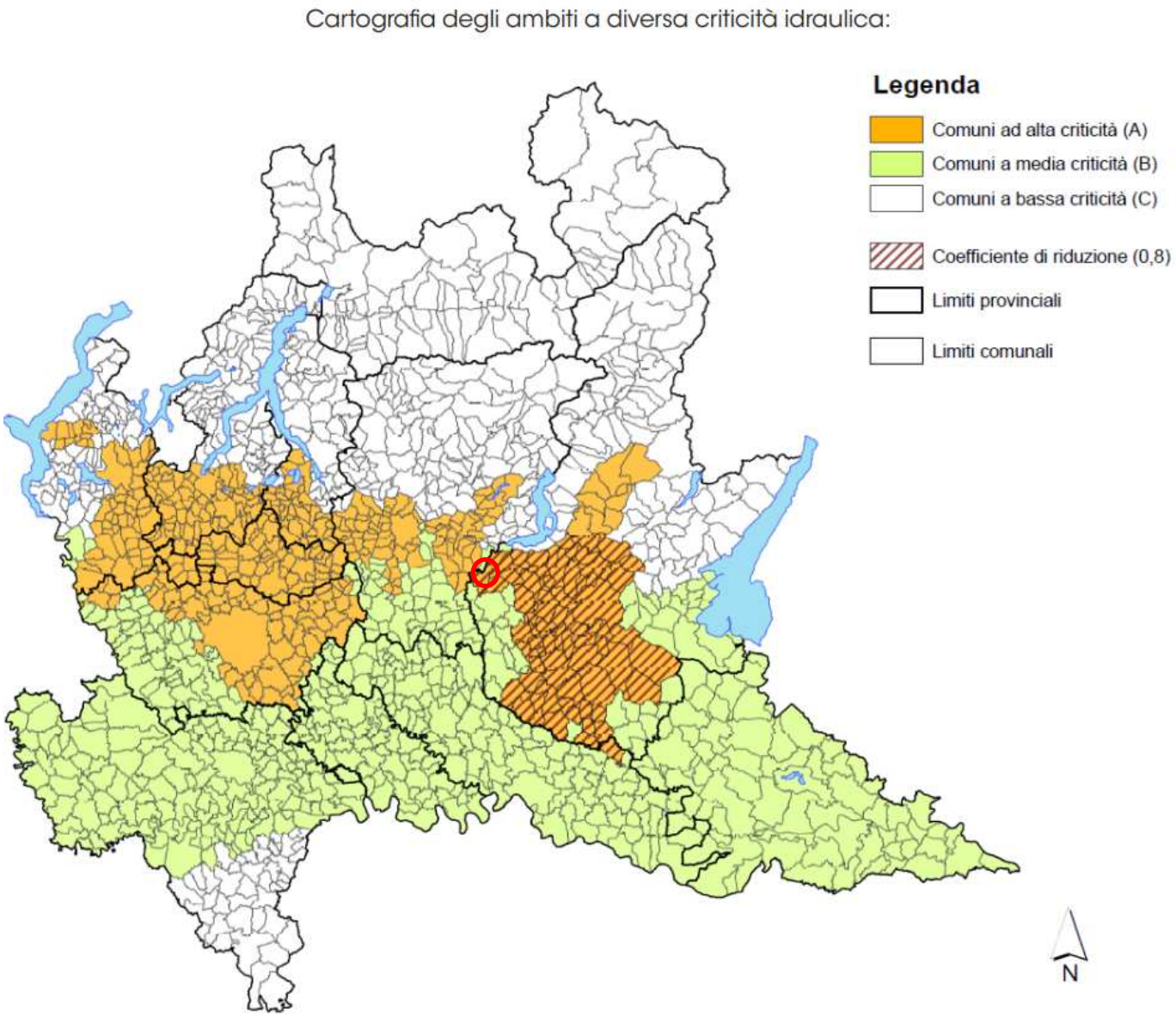
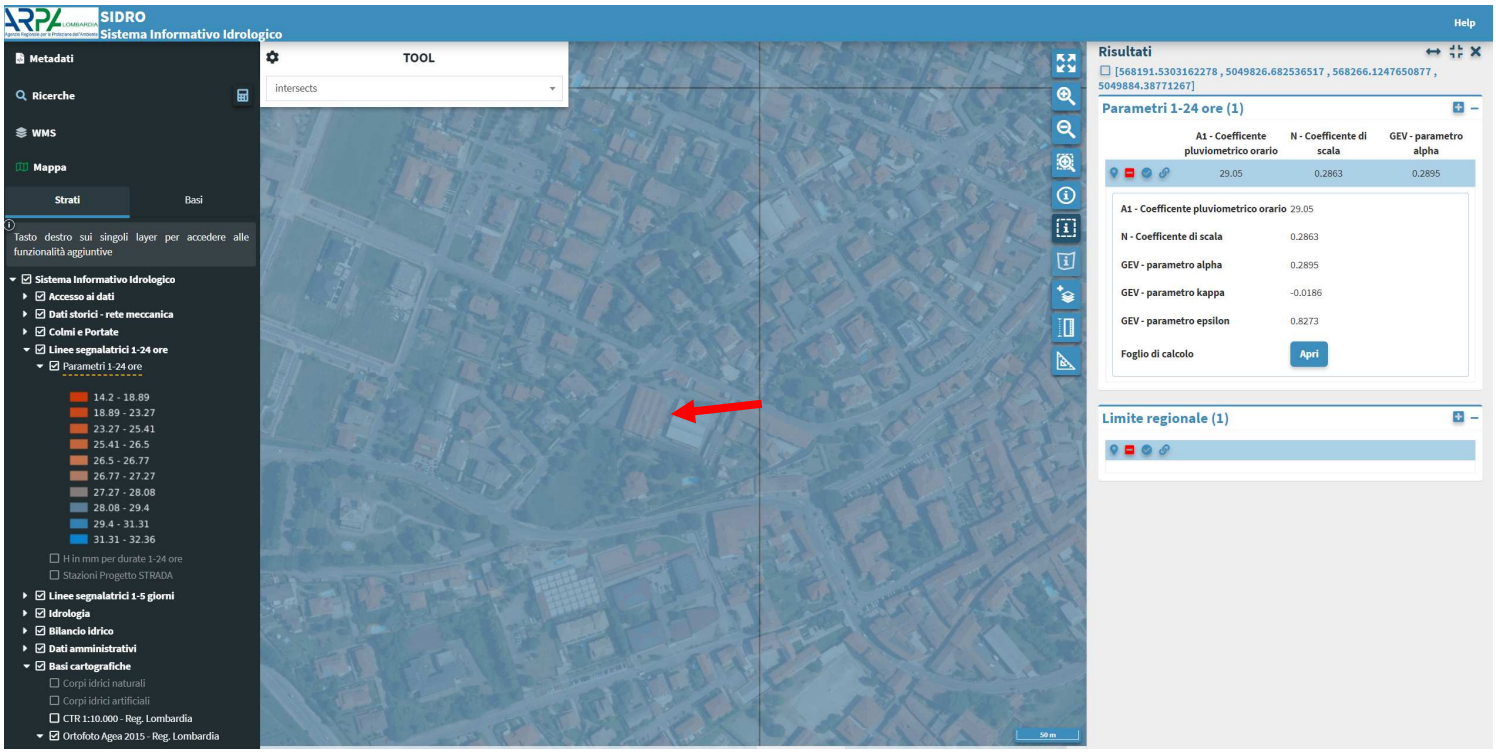


Fig. 9 Criticità idraulica in Lombardia

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 - Coefficente pluviometrico orario	29,05
N - Coefficente di scala	0,2863
GEV - parametro alpha	0,2895
GEV - parametro kappa	-0,0186
GEV - parametro epsilon	0,8273

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Palazzolo*

Coordinate: .....

Linea segnalatrice

Tempo di ritorno (anni) 50

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

A1 - Coefficente pluviometrico orario	29,05
N - Coefficente di scala	0,2863
GEV - parametro alpha	0,2895
GEV - parametro kappa	-0,0186
GEV - parametro epsilon	0,8273

Evento pluviometrico

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

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:

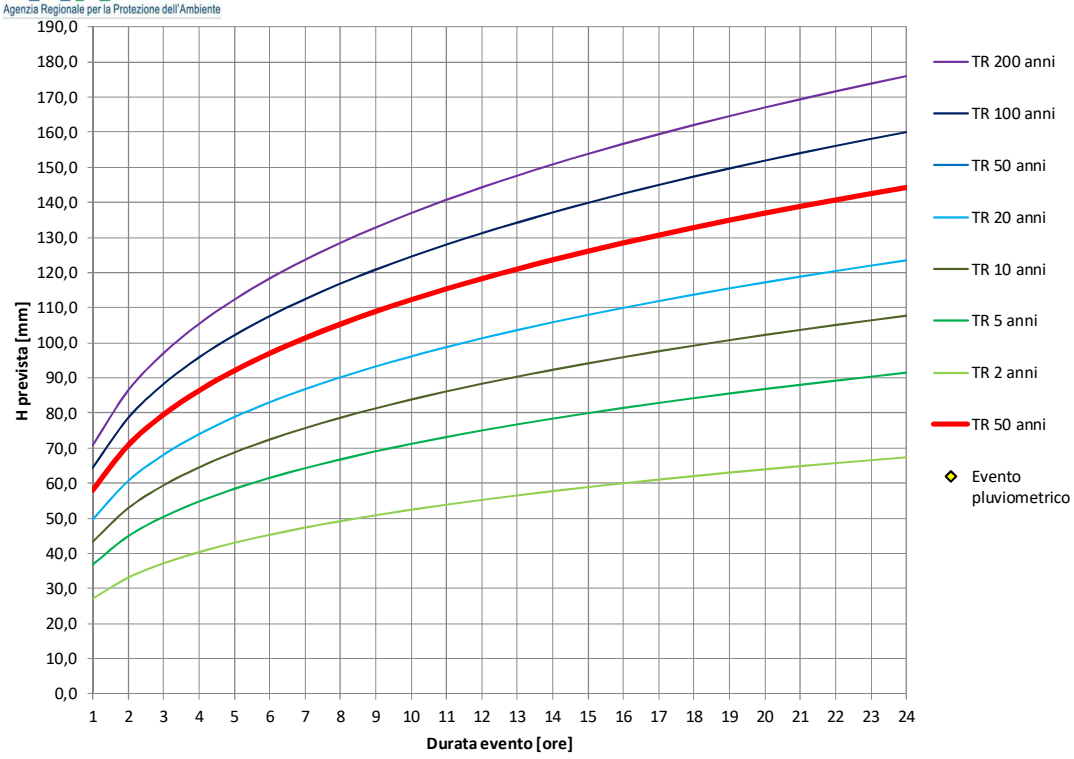
http://idro.arpalombardia.it/manual/lspp.pdf

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	0,93377	1,26765	1,49261	1,71137	1,99891	2,21768	2,43849	1,99891253
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	27,1	36,8	43,4	49,7	58,1	64,4	70,8	58,068409
2	33,1	44,9	52,9	60,6	70,8	78,6	86,4	70,8149274
3	37,2	50,4	59,4	68,1	79,5	88,2	97,0	79,5316041
4	40,3	54,8	64,5	73,9	86,4	95,8	105,4	86,3594171
5	43,0	58,4	68,7	78,8	92,1	102,1	112,3	92,056623
6	45,3	61,5	72,4	83,0	97,0	107,6	118,3	96,9894797
7	47,4	64,3	75,7	86,8	101,4	112,5	123,7	101,36581
8	49,2	66,8	78,6	90,2	105,3	116,8	128,5	105,316057
9	50,9	69,1	81,3	93,3	108,9	120,8	132,9	108,928007
10	52,4	71,2	83,8	96,1	112,3	124,6	137,0	112,263849
11	53,9	73,2	86,1	98,8	115,4	128,0	140,7	115,369405
12	55,3	75,0	88,3	101,3	118,3	131,2	144,3	118,27951
13	56,5	76,7	90,4	103,6	121,0	134,3	147,6	121,021326
14	57,7	78,4	92,3	105,8	123,6	137,1	150,8	123,616483
15	58,9	80,0	94,1	107,9	126,1	139,9	153,8	126,082512
16	60,0	81,4	95,9	110,0	128,4	142,5	156,7	128,433843
17	61,0	82,9	97,6	111,9	130,7	145,0	159,4	130,682506
18	62,1	84,2	99,2	113,7	132,8	147,4	162,1	132,838647
19	63,0	85,6	100,7	115,5	134,9	149,7	164,6	134,910913
20	64,0	86,8	102,2	117,2	136,9	151,9	167,0	136,906735
21	64,9	88,0	103,7	118,9	138,8	154,0	169,4	138,832553
22	65,7	89,2	105,1	120,5	140,7	156,1	171,6	140,693988
23	66,6	90,4	106,4	122,0	142,5	158,1	173,8	142,495978
24	67,4	91,5	107,7	123,5	144,2	160,0	176,0	144,242887

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



I dati relativi alla curva di possibilità pluviometrica vengono valutati considerando un evento di 1 ora con un tempo di ritorno di 50 anni.
I dati corrispondenti sono i seguenti:

Parametri da curva di possibilità pluviometrica	
a	58 mm/ora
n	0,29
$h_T(D) = a_1 w_T D^n$	$h_t = 58\ mm$
$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$	$w_T = 1,99891$

Precipitazioni critiche per eventi di diversa durata	
Durata (ore)	Altezza pioggia (mm)
1	58
0.5	49
0.25	39

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.

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

τ=1 (h)
n= 0.29
a=58 (mm/ora)

Precipitazioni critiche per eventi di diversa durata (tempo di ritorno di 50 anni)	
Durata (ore)	Altezza pioggia (mm/ora)
1	58
0.5	100
0.25	161

Per il dimensionamento delle opere di dispersione di fa riferimento alla durata della pioggia estesa per un durata di 1 ora (58 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.

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

Di seguiti si riporta l'estensione delle superfici suddivise per tipologia.
Per ciò che attiene ai coefficienti di deflusso attribuiti si è fatto riferimento a quanto riportato all'art. 2 comma d.

Bifamiliare con interrato			
Superficie	**Coefficiente di deflusso (art. 2 comma d)**	**Superficie m^2**	**Superficie efficace m^2**
Superficie coperta	1	2.269 m^2	2.269m^2
Piazzale/parcheggio	0.7	3.329 m^2	2.230 m^2
Verde	0.3	2.631m^2	789 m^2
Totale		8.200 m^2	5.288 m^2

*pertinenziale dell'edifico

La superficie efficace totale risulta pari a 5288 m^2, il coefficiente di deflusso medio ponderale risulta pari a 0.65.

Il progetto si colloca in una classe d'intervento "impermeabilizzazione potenziale media".
Il calcolo degli afflussi può essere sviluppato con il metodo delle sole piogge.

Per mero controllo di seguito si riporta la determinazione degli afflussi mediante il 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 sopra riportati.
Utilizzando la seguente relazione si ottiene il coefficiente udometrico:

$U=Cr\psi 1j/0.36$

dove:
Cr= coefficiente di ritardo (cautelativamente considerato pari a 1)
$\psi 1$= coefficienti di afflusso orario ragguagliato rispetto all'intera area del bacino (vengono ricavati dall'abaco)
j= intensità di pioggia (durata di 1 h)

In base alle caratteristiche dell'area in esame ed alla curva di possibilità pluviometrica calcolata utilizzando i dati forniti dal portale ARPA si ricava:

U = 180 l/s*ha

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

Portata da smaltire	
Superficie	*Portata (l/s)*
5288 m^2	97.2

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

Volume critico da smaltire	
Superficie	*Volume m^3*
5288m^2	350

Il dato sopra riportato è congruente con quanto previsto dall'art. 12 comma 2 RR 7/2017 come modificato dal RR 9/2019 (Aree A volume m^3= 800 x superficie (0.8) impermeabile pari a 345 m^3).

8. VERIFICA POTERE DISPERDENTE DEL TERRENO

Per la verifica del potere disperdente del sottosuolo si è fatto riferimento ai sondaggi eseguiti in sito spinti ala profondità massima di 5 m dal p.c..



Fig. 10 Sondaggi geognostici

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda Atlas Coopco della società Geoprove srl di Treviolo (BG).

A titolo esemplificativo si riportano di seguito le cassette dei sondaggi S2 e S6 eseguiti rispettivamente nella zona sud ed est dell'insediamento.



Fig. 11 Sondaggio S2



Fig. 12 Sondaggio S6

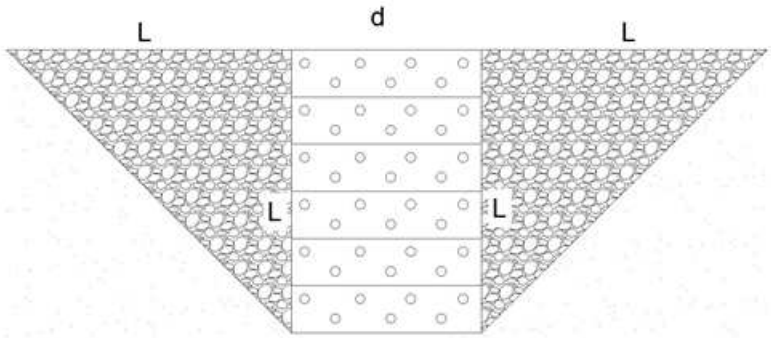
Analisi granulometriche eseguite sull'unità in esame confermano la prevalenza della frazione granulare ed una permeabilità di K= 7.3 x 10^{-3} cm/s.

Si specifica che la prova penetrometrica eseguita nell'area di previsione dei parcheggi ha evidenziato un andamento diverso dalle altre indagini eseguite nella zona dei fabbricati.
Il basso numero di colti presente fino a 3.9 m dal p.c. potrebbe essere riconducibile alla presenza di una litologia più fine meno efficiente rispetto alla dispersione delle acque.
Nel caso si intendesse collocare i pozzi in quella zona si suggerisce una verifica preliminarmente alla realizzaizone delle opere.

9. OPERE DI INVARIANZA

Per la dispersione delle acque meteoriche si prevede la realizzazione di pozzi perdenti.
In considerazione dell'elevata soggiacenza della falda non vi sono problematiche di interazione diretta tra le opere di dispersione e l'acquifero.
Di seguito si riporta il dimensionamento delle opere di dispersione.

DIMENSIONAMENTO POZZO PERDENTE



Legenda
d: diametro m
L: profondità m
n: numero pozzi
c: coefficiente di tasca

$T15 := 900\ s$ $\quad V15 := Q \cdot T15$
$T30 := 1800\ s$ $\quad V30 := Q \cdot T30$
$T60 := 3600\ s$ $\quad V60 := Q \cdot T60$

$Vt15 := n \cdot V + V15$
$Vt30 := n \cdot V + V30$
$Vt60 := n \cdot V + V60$

$L := 3,5\ m$

$D := 2\ m$

$k := 7,3 \cdot 10^{-5}\ \frac{m}{s}$

$n := 1$

$$c := \frac{3 \cdot \pi \cdot L}{\ln\left(\frac{3 \cdot L}{D} + \left(1 + \left(\frac{3 \cdot L}{D}\right)^2\right)^{0,5}\right)} = 13,9755\ m$$

$$Q := n \cdot k \cdot c \cdot L$$

Formula di Wilkinson, 1968

$Q = 0,0036\ \frac{m^3}{s}$

$V15 = 3,2137\ m^3$

$V30 = 6,4273\ m^3$ Volume disperso in 15', 30' e 60'

$V60 = 12,8547\ m^3$

Volume invasato singolo pozzo

$$V := \pi \cdot L \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 10,9956\ m^3$$

Volume totale invasato e disperso in 15 minuti	Volume totale invasato e disperso in 30 minuti	Volume totale invasato e disperso in 60 minuti
$Vt15 = 14,21\ m^3$	$Vt30 = 17,42\ m^3$	$Vt60 = 23,85\ m^3$

Diametro	2,0 m
Lunghezza	3,5 m
Coefficiente di tasca	13,97
Dispersione	12,85 m^3
Immagazzinamento	10,99 m^3
Totale singolo pozzo	23,85 m^3

Per la verifica del numero di pozzi perdenti si deve considerare che nel caso di dispersione diretta nel sottosuolo il Regolamento Regionale n.7/2017 e s.m.i. consente una riduzione degli afflussi pari al 30%.

Il volume di afflusso calcolato, per il periodo di 1 ora, è pari a 350 m^3, il volume decurtato del 30% è pari a 245 m^3.

Superficie efficace	Afflusso calcolato	Afflusso decurtato	Dispersione accumulo singolo pozzo	Numero pozzi
5288	350	245	23.85	10.2

Considerato che i pozzi saranno posizionati in uno scavo di alloggiamento colmato con materiale granulare ad elevato indice di vuoti si ritiene idonea la previsione di n.10 pozzi perdenti.

Le opere realizzate garantiscono lo svuotamento totale in circa 2.5 ore.

10.PIANO DI MANUTENZIONE

Per il mantenimento in efficienza delle opere di dispersione si rende necessaria la verifica periodica mediante ispezione delle stesse.
Qualora si dovessero rinvenire materiali, quali fogliame, residui vegetali in degrado o qualsiasi altro materiale in grado di limitare la dispersione delle acque, si dovrà provvedere alla loro tempestiva rimozione.

11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione viene fornito il dimensionamento delle opere di dispersione inerenti il progetto di edificazione commerciale di Via IV Novembre Palazzolo sull'Oglio (BS).

Allo scopo sono state eseguite delle verifiche dirette mediante realizzazione di perforazioni.

Sulla scorta degli esiti delle prove eseguite e dei calcoli di afflusso risulta necessaria l'installazione di n.10 pozzi perdenti aventi diametro di 2 m e profondità di 3.5 m.

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