

Committente:

PIRAMIDE CASA S.R.L.

Via Marconi 2/2 Comune di Albino (BG)

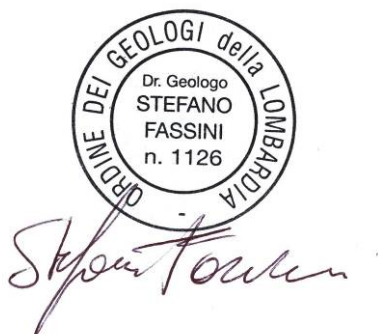
Commessa:

Piano attuativo - Ambito di trasformazione AT2 Zopfi
Comune di Ranica (BG)

**RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA
IDRAULICA**

Rif: 56 - 2023

REDATTA DA: Dott. Stefano Fassini



APPROVATA DA:

Emissione del 17 luglio 2023

File:.rel-inv56-23.doc

1. PREMESSA	3
2.INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	8
<i>4.1 Geomorfologia</i>	8
<i>4.2 Geologia</i>	8
<i>4.3 Idrogeologia</i>	10
4. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DEL PROGETTO	13
4.1 Gestione acque	15
5. VERIFICA DELLA CRITICITÀ IDRAULICA LOCALE	16
6. INTENSITÀ DI PIOGGIA CRITICA	17
7. VALUTAZIONE DEGLI AFFLUSSI	20
7.1 Requisito minimo	20
8. CALCOLO DEGLI AFFLUSSI	21
8.1 Volume critico di acqua convogliato dalla rete meteorica	21
9. OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA	22
9.1 Metodo delle sole piogge.	22
10.PIANO DI MANUTENZIONE	24
11. CONCLUSIONI	25

1. PREMESSA

La presente relazione viene redatta su incarico della società Piramide Casa s.r.l. relativamente al progetto di edificazione residenziale dell'area oggetto del "*Piano attuativo - Ambito di trasformazione AT2 Zopfi*" in Comune di Ranica (BG).

Nella relazione vengono descritte le modalità di gestione delle acque meteoriche sgorganti 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")*

Nella relazione viene inoltre riportato il piano di manutenzione delle opere.

2.INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in esame è ubicata nella zona immediatamente a sud del centro abitato di Ranica (BG).

Quota	Da 293 m slm, limite nord ovest, 283 limite sud est
Coordinata X UTM 32T	555857,82 m E
Coordinata Y UTM 32T	5063906,17

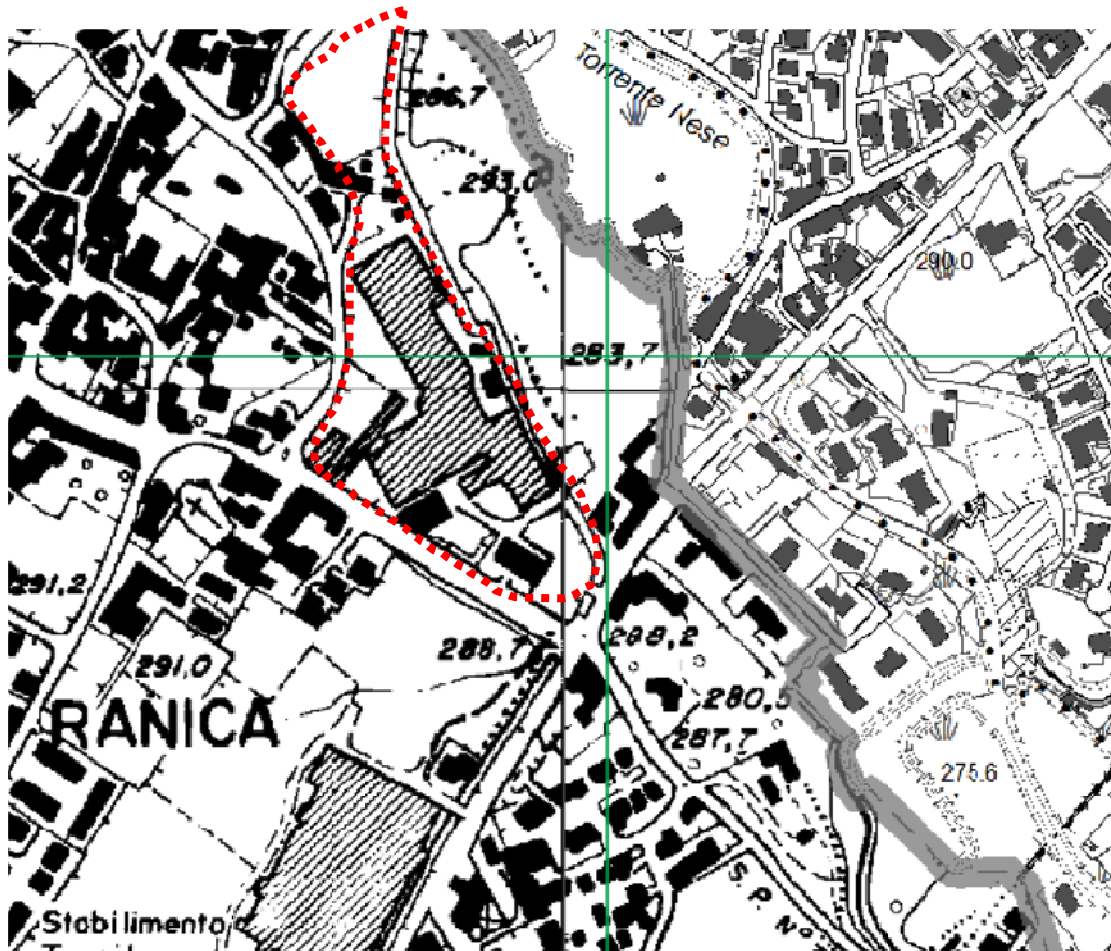


Fig. 1 Estratto CTR

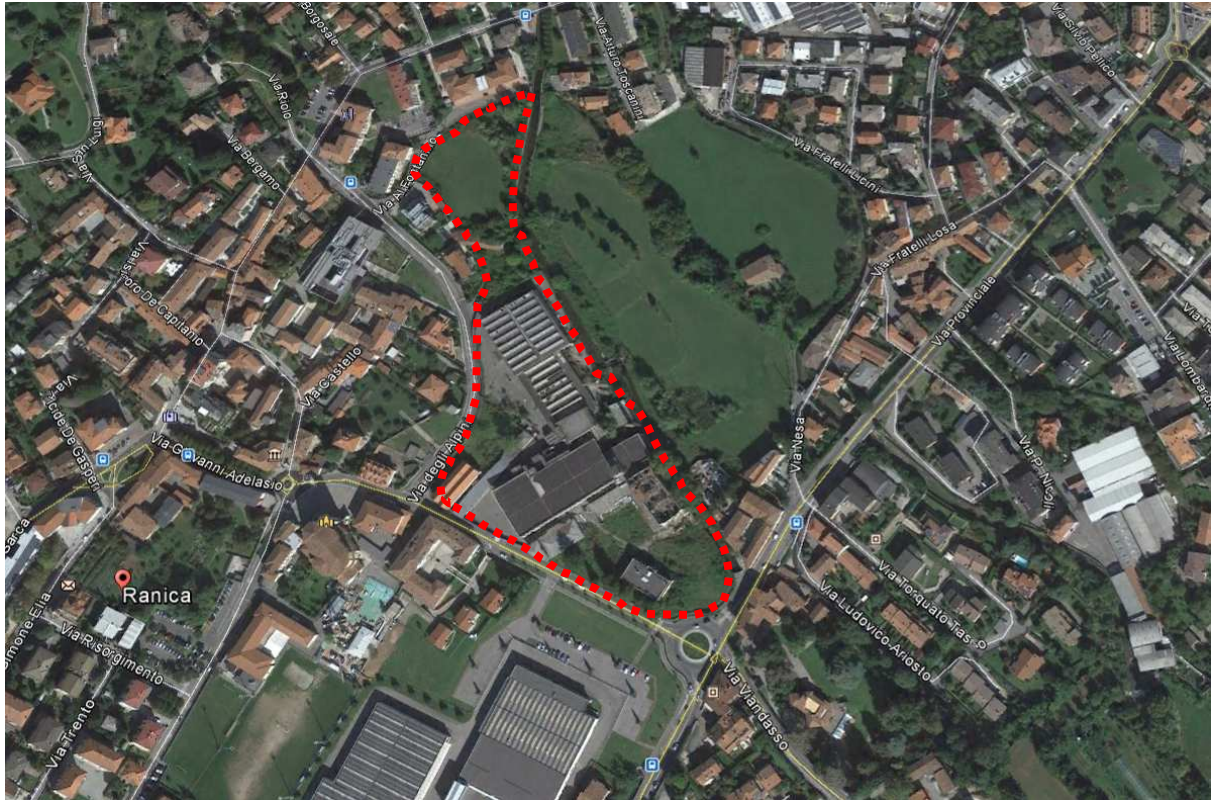


Fig. 2 Ortofoto

Sotto il profilo catastale l'area risulta identificata al foglio 9 con i seguenti mappali:

- 217
- 178
- 179
- 4338
- 4339
- 4359
- 297
- 723

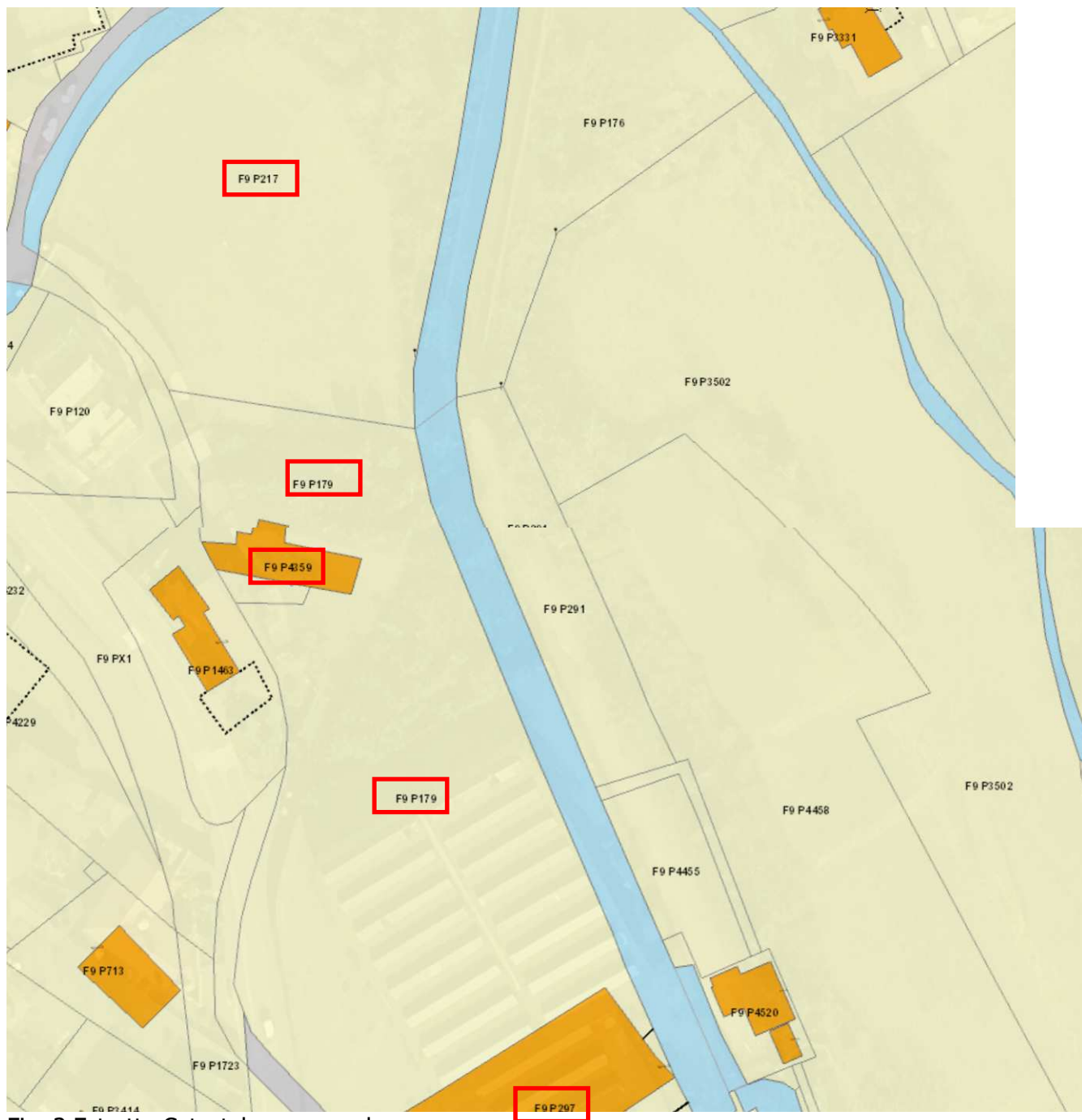


Fig. 3 Estratto Catastale zona nord



Fig. 4 Estratto Catastale zona sud

3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

4.1 Geomorfologia

Sotto il profilo geomorfologico l'area risulta impostata in corrispondenza della piana alluvionale interessando tre ordini successivi di evoluzione della piana stessa.

Gli stessi sono delimitati dai corrispondenti orli di terrazzo.

Alla confluenza tra il Torrente Riolo ed il Nesa è cartografata un conoide di deiezione

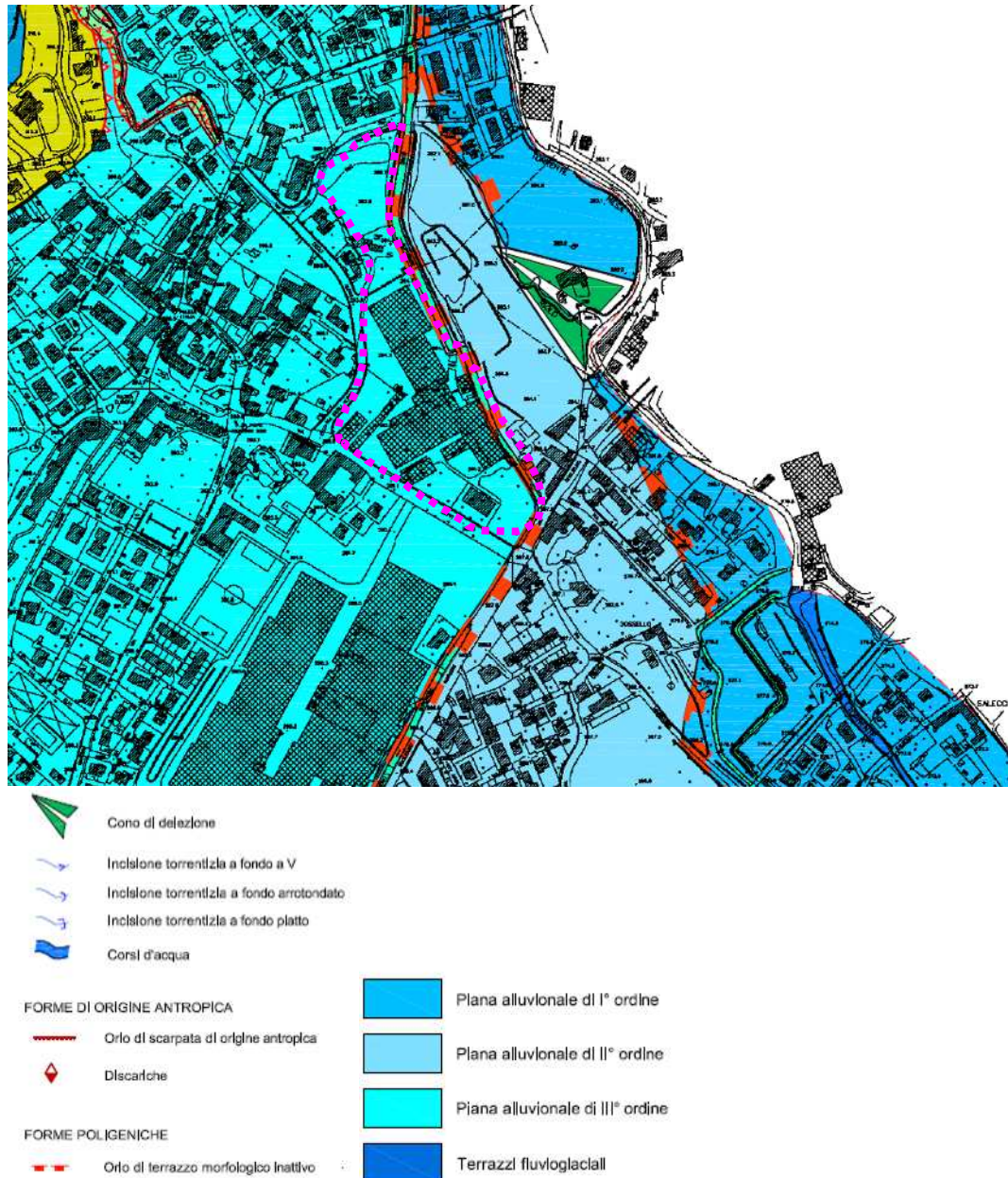


Fig. 5 Carta Geomorfologica

4.2 Geologia

L'area è ubicata in corrispondenza della pianura pedemontana, in sponda destra del fiume Serio.

Sotto il profilo geologico l'area risulta interessata dalle seguenti unità:

- Unità di Valtesse: zona est dell'area, si tratta di ghiaie pedogenizzate in matrice limosa di origine fluviale;
- Unità di Torre Boldone, nella fascia centrale dell'area, si tratta di depositi ghiaiosi pedogenizzati a supporto di matrice con presenza di livelli limosi e di ciottoli arrotondati. L'unità ha origine fluvioglaciale;

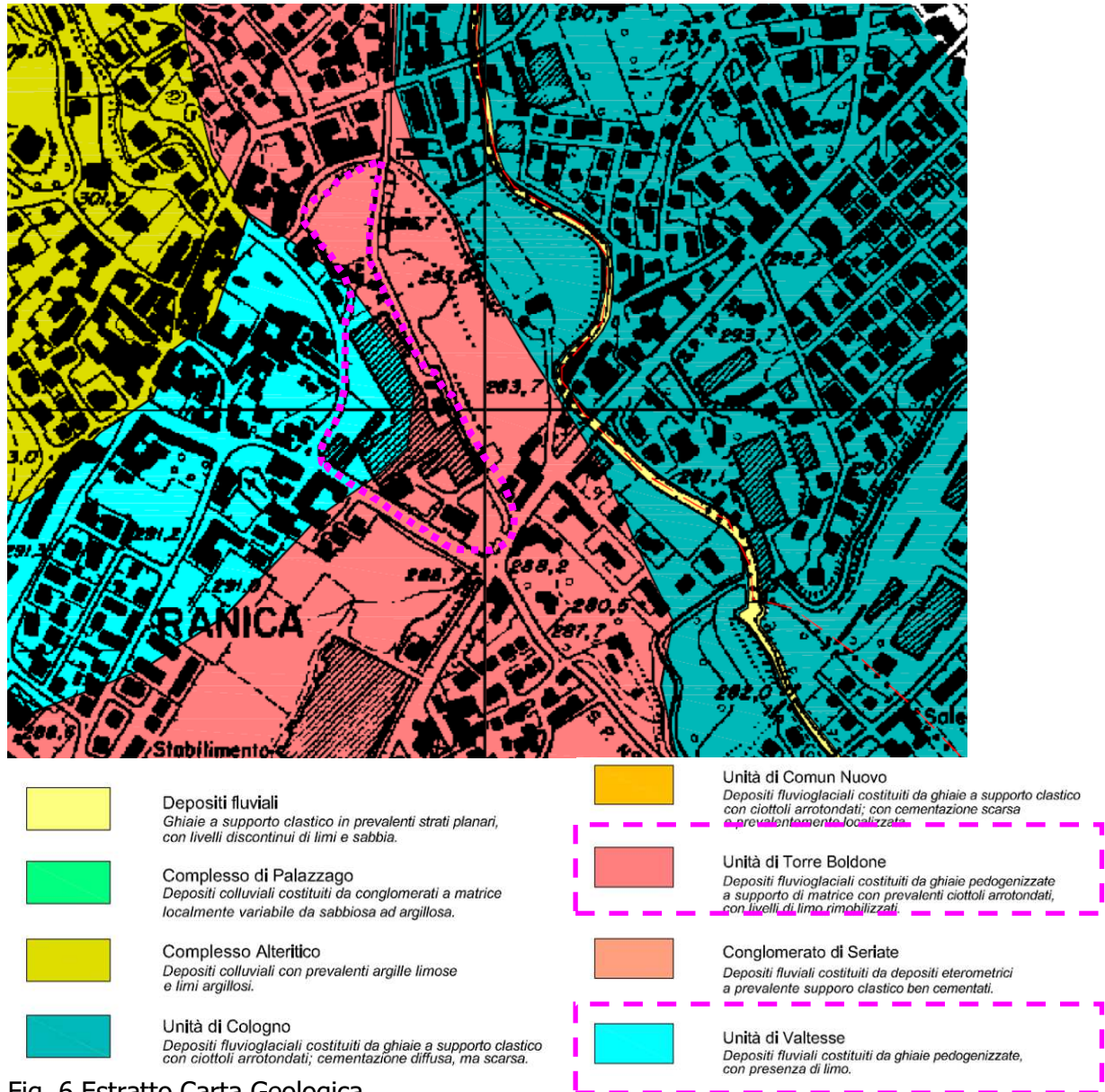


Fig. 6 Estratto Carta Geologica

4.3 Idrogeologia

La caratterizzazione delle unità idrogeologiche presenti nel sottosuolo è basata sull'elaborazione di alcune sezioni passanti per pozzi pubblici e privati del territorio comunale, unitamente alle caratteristiche geologiche delle unità presenti come individuate nella cartografia del PGT.

L'intero sito risulta impostato in corrispondenza de depositi di tipo fluvio-glaciale e fluviale caratterizzato da una permeabilità superficiale da media a ridotte per la presenza di depositi superficiali coesivi a bassa permeabilità.

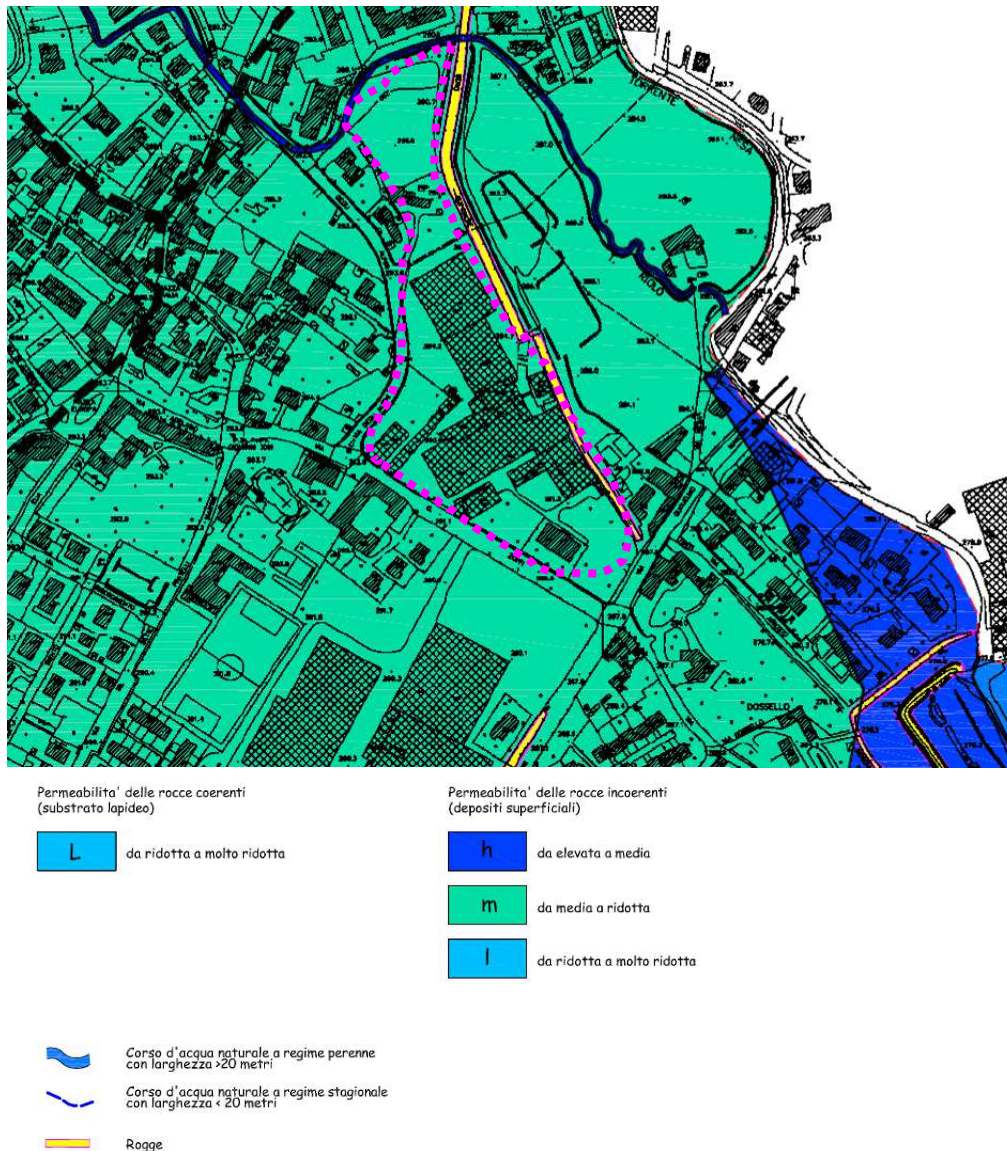


Fig. 7 Estratto Carta della permeabilità superficiale

Per ciò che attiene alle caratteristiche della falda, in corrispondenza dell'area in esame, non vi disponibili cartografie delle isopiezometriche, se non nella carta della Provincia di Bergamo nella quale tuttavia l'area in esame è posta in posizione periferica.

Il Siter della Provincia di Bergamo segnala la presenza nell'intorno dell'area in esame di alcune derivazioni di acque sotterranee.

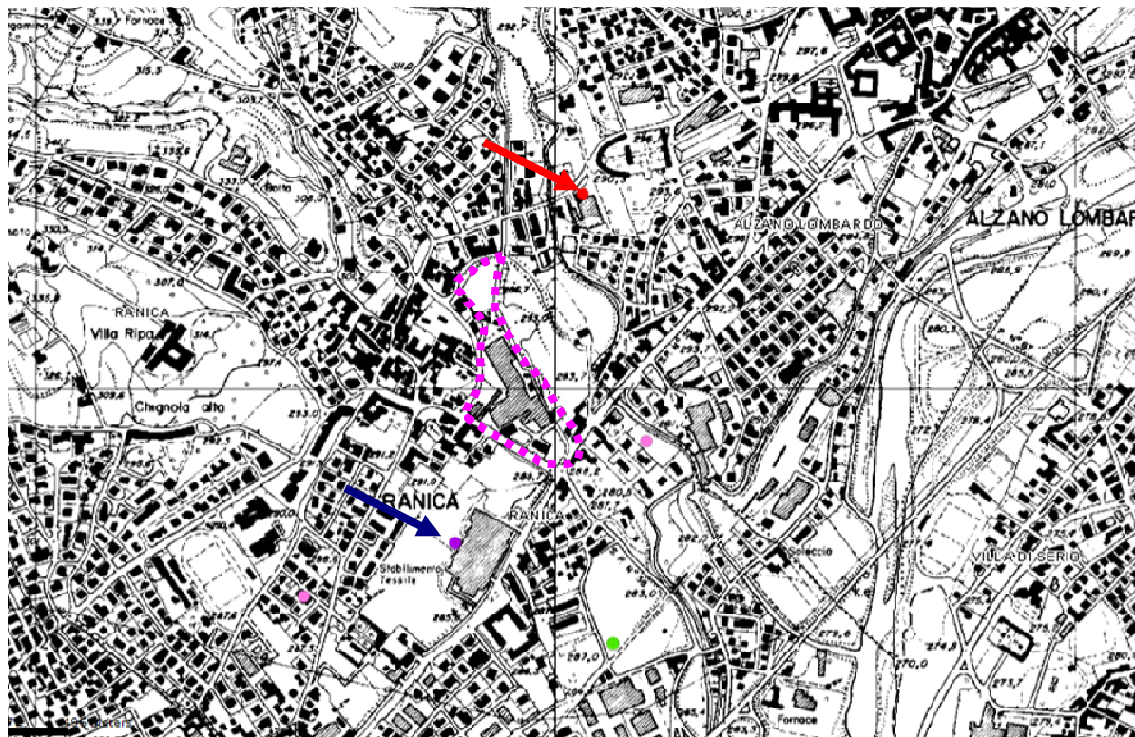


Fig. 8 Ubicazione delle derivazioni esterne all'area in esame

Tra queste si segnala il pozzo a sud del sito che presenta una scheda maggiormente dettagliata.

Di seguito si riporta la stratigrafia del pozzo stesso.

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		50	Terreno vegetale
2	50	250	Argilla gialla
3	300	700	Argilla con ciottoli grossi
4	1000	200	Ciottoli con ghiaia leggermente argillosi
5	1200	700	Conglomerato fessurato con ghiaia
6	1900	900	Ghiaia argillosa con sabbia
7	2800	200	Conglomerato fessurato
8	3000	250	Ghiaia e sabbia con croste di conglomerato
9	3250	150	Argilla gialla con croste di arenaria
10	3400	600	Argilla cinerea con fossili continua

Le caratteristiche stratigrafiche del pozzo confermano i dati di letteratura dell'unità geologica locale evidenziando la presenza di litotipi argillosi fino a 7.0 m dal p.c. sovrastanti conglomerati in matrice limosa.

La falda è segnata alla quota di -18.1 m dal p.c.

La fascia pedecollinare è caratterizzata da una significativa variabilità delle caratteristiche stratigrafiche e litologiche pertanto le correlazioni stratigrafiche devono essere estrapolate con una certa cautela.

Presso l'area in esame è possibile sintetizzare quanto segue:

- La falda è posta ad una quota intorno a -20 m dal p.c.;
- Il livello superficiale è caratterizzato da litotipi coesivi a buona protezione dell'acquifero;
- La direzione di deflusso delle acque sotterranee dovrebbe essere coerente con il contesto geomorfologico locale (S-W);

4. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DEL PROGETTO

L'ambito di trasformazione AT2 – Zopfi interessa una superficie complessiva di 31.844 m² con superficie lorda di progetto pari a 19.000 m².

Presso l'area in esame veniva svolta attività di filatura del cotone. Dalle informazioni reperite risulta che le lavorazioni siano state avviate nel 1877.

L'attività produttiva risulta dismessa da molti anni ed i fabbricati presenti risultano in condizioni di precaria sicurezza.



Fig. 9 Vista da sud



Fig. 10 Area nord

Il progetto, non ancora definito negli aspetti di dettaglio, prevede la riconversione dell'area a prevalente destinazione residenziale con parte minoritaria commerciale.

E' in particolare prevista la realizzazione di n.10 edifici residenziali aventi 4 piani in elevazione ed una struttura parte residenziale parte commerciale.

La superficie totale dell'area di piano è di 31844 m² dei quali circa il 60 % da destinarsi a costruzione.

Si riporta nella tabella seguente l'indicazione delle superfici distinte per tipologie. Le stesse potrebbero subire leggere variazioni nel corso della definizione del progetto.

Superficie coperta	9.500 m ²
Superficie manovra, piazzali, strade di accesso	8.330 m ²
Superficie verde di pertinenza	14.014 m ²

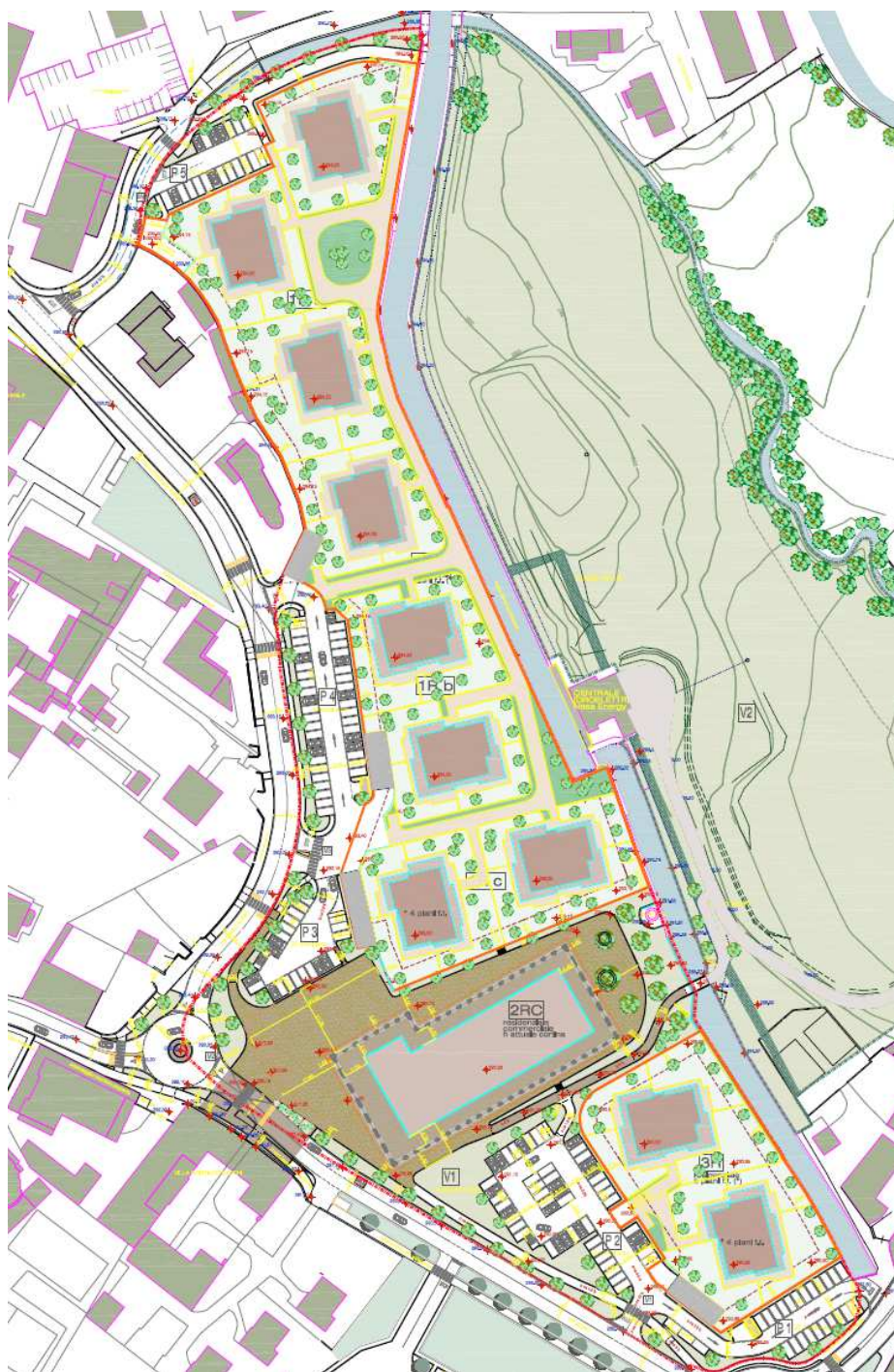


Fig. 11 Intervento edilizio in progetto.

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 Ranica (BG) ricade nella zona a criticità Idraulica C (criticità bassa).

Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica:

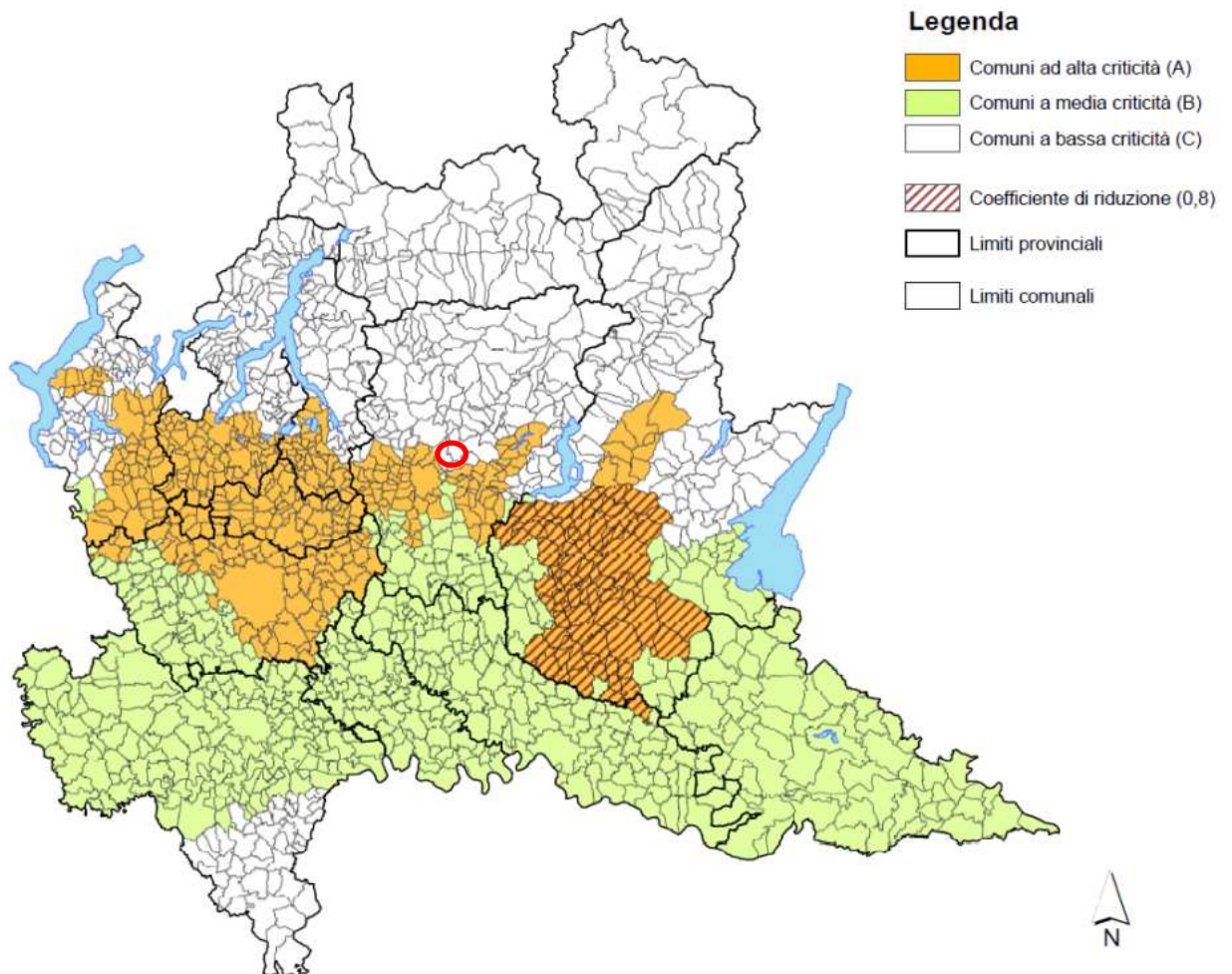
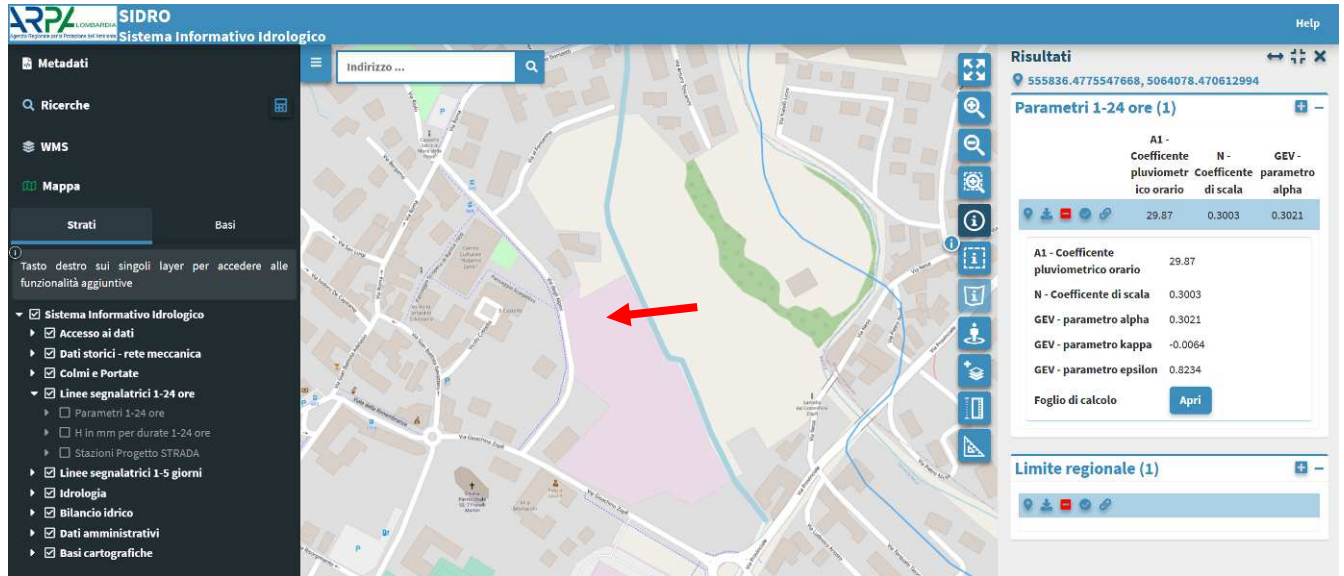


Fig. 12 Criticità idraulica in Lombardia

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	29,87
N - Coefficiente di scala	0,3003
GEV - parametro alpha	0,3021
GEV - parametro kappa	-0,0064
GEV - parametro epsilon	0,8234

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Ranica

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) 50

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29,87
N - Coefficiente di scala	0,3003
GEV - parametro alpha	0,3021
GEV - parametro kappa	-0,0064
GEV - parametro epsilon	0,8234

Evento pluviometrico

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

Formulazione analitica

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

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

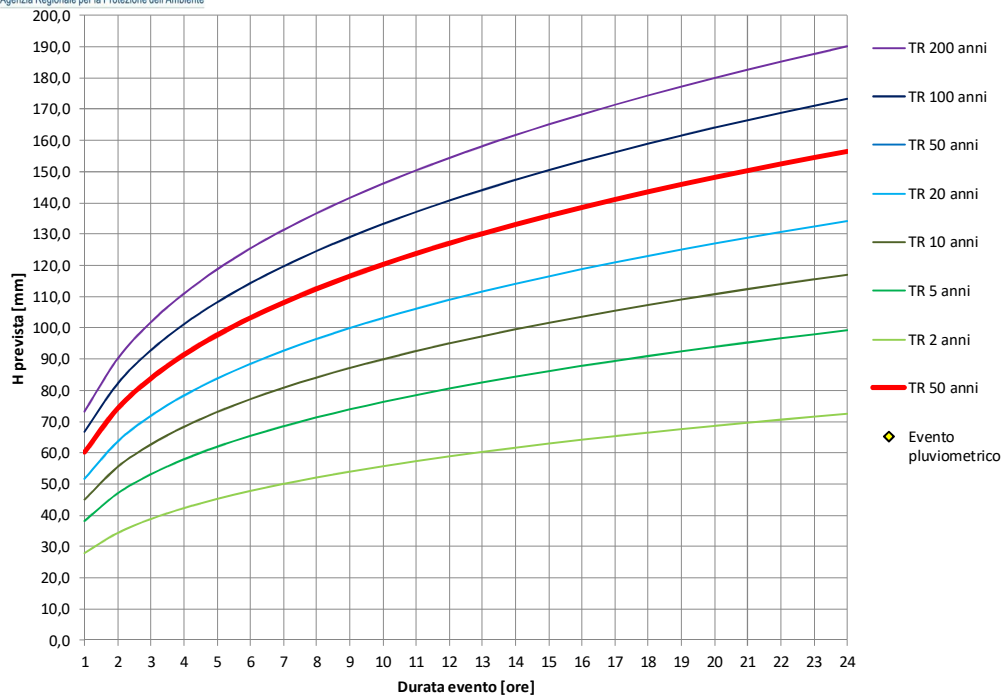
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/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	0,93425	1,27871	1,50816	1,72928	2,01702	2,23376	2,45069	2,01701739
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	38,2	45,0	51,7	60,2	66,7	73,2	60,2483094
2	34,4	47,0	55,5	63,6	74,2	82,2	90,1	74,1897953
3	38,8	53,1	62,7	71,8	83,8	92,8	101,8	83,7962102
4	42,3	57,9	68,3	78,3	91,4	101,2	111,0	91,3573472
5	45,2	61,9	73,0	83,8	97,7	108,2	118,7	97,688976
6	47,8	65,4	77,2	88,5	103,2	114,3	125,4	103,186691
7	50,1	68,5	80,8	92,7	108,1	119,7	131,3	108,075638
8	52,1	71,3	84,1	96,4	112,5	124,6	136,7	112,497478
9	54,0	73,9	87,1	99,9	116,5	129,1	141,6	116,547749
10	55,7	76,3	89,9	103,1	120,3	133,2	146,2	120,294249
11	57,3	78,5	92,6	106,1	123,8	137,1	150,4	123,787014
12	58,9	80,6	95,0	108,9	127,1	140,7	154,4	127,064138
13	60,3	82,5	97,3	111,6	130,2	144,1	158,1	130,155359
14	61,6	84,4	99,5	114,1	133,1	147,4	161,7	133,084389
15	62,9	86,1	101,6	116,5	135,9	150,5	165,1	135,870468
16	64,2	87,8	103,6	118,8	138,5	153,4	168,3	138,529445
17	65,3	89,4	105,5	120,9	141,1	156,2	171,4	141,074551
18	66,5	91,0	107,3	123,0	143,5	158,9	174,4	143,516951
19	67,6	92,5	109,1	125,1	145,9	161,5	177,2	145,866167
20	68,6	93,9	110,8	127,0	148,1	164,0	180,0	148,130392
21	69,6	95,3	112,4	128,9	150,3	166,5	182,6	150,31673
22	70,6	96,6	114,0	130,7	152,4	168,8	185,2	152,431385
23	71,6	97,9	115,5	132,4	154,5	171,1	187,7	154,479813
24	72,5	99,2	117,0	134,1	156,5	173,3	190,1	156,466836

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



a= 60.2 mm/ora

n= 0.3

Precipitazioni critiche per eventi di diversa durata

Durata (ore)	Altezza pioggia (mm)
1	60
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.

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

 $\tau=1$ (h)

n= 0.3

a=60.2 (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	100
0.25	160

Per il dimensionamento delle opere di dispersione si fa riferimento alla durata della pioggia estesa per una durata di 1 ora (60.2 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 e smi.

Tabella 1 ⁽²⁾

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

Di seguito si riporta la quantificazione della superficie efficace alimentante la rete di dispersione suddivisa per le tre aree individuate.

Superficie m ²	Superficie m ²	Coefficiente deflusso (art. 2 comma d)	di Superficie efficace m ²
Superficie coperta	9.500 m ²	1	9500
Superficie manovra, piazzali, strade di accesso	8.330 m ²	0.7	5831
Superficie verde di pertinenza	14.014 m ^{2*}	0.3	2102

**solo il 50% della superficie verde viene computato ai sensi dell'invarianza, la parte restante non viene considerata perché non collettata*

La superficie efficace che alimenta la rete di dispersione è di 17433 m² corrispondente ad un coefficiente di deflusso medio ponderale di 0.54

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

Per il calcolo si può fare riferimento al metodo delle sole piogge.

7.1 Requisito minimo

In riferimento a quanto indicato nell'art. 12 comma 2 RR 7/2017 come modificato dal RR 9/2019 il volume minimo di laminazione per le aree collocate in zona C è pari a:

$$V = 400 \times \text{superficie impermeabile} = 400 \times 1.7433 = 698 \text{ m}^3.$$

8. 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 ($l/s \cdot ha$).

Il calcolo è stato eseguito considerando un tempo di ritorno di 50 anni ed utilizzando i parametri delle curve di possibilità climatica calcolati precedentemente.

Utilizzando la seguente relazione si ottiene il coefficiente udometrico:

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

dove:

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

ψ = 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 per il Comune di Busnago:

$$U = 115 \text{ l/s} \cdot ha$$

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>
17433	200.4

8.1 Volume critico di acqua convogliato dalla rete meteorica

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>
528	721

Il dato sopra riportato è congruente con quanto previsto dall'art. 12 comma 2 RR 7/2017 come modificato dal RR 9/2019 (Aree C volume $m^3 = 400 \times$ superficie impermeabile).

9. OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA

Le verifiche geologiche condotte precedentemente in sito hanno evidenziato la presenza di terreni inadatti alla dispersione delle acque.

Gli stessi sono costituiti da limi mediamente addensati che non presentano capacità di dispersione adatta.

Stante quanto riscontrato si rende necessario prevedere la posa di una vasca di laminazione con successivo recapito in corpo idrico superficiale.

Lo stesso riceverà, come definito dalla normativa, una portata corrispondente a 20 l/s per ha impermeabile.

La vasca recapiterà pertanto una portata pari a:

$$Q_{\text{roggia}} = 20 \text{ l/s} \times 1.7433 \text{ ha}_{\text{imp}} = 0.0348 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il dimensionamento della vasca di laminazione viene eseguito utilizzando il software INVIDRA della società Programgeo srl.

Il metodo utilizzato è quello delle sole piogge.

9.1 Metodo delle sole piogge.

Il metodo considera trascurabili gli effetti del processo di trasformazione afflussi-deflussi, contemporaneamente all'inizio dell'evento meteorico si ha la massima portata di afflusso.

Il metodo si fonda su due ipotesi:

- che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
- che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Il volume accumulato nella vasca di laminazione è dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente e può essere descritto dalla seguente relazione:

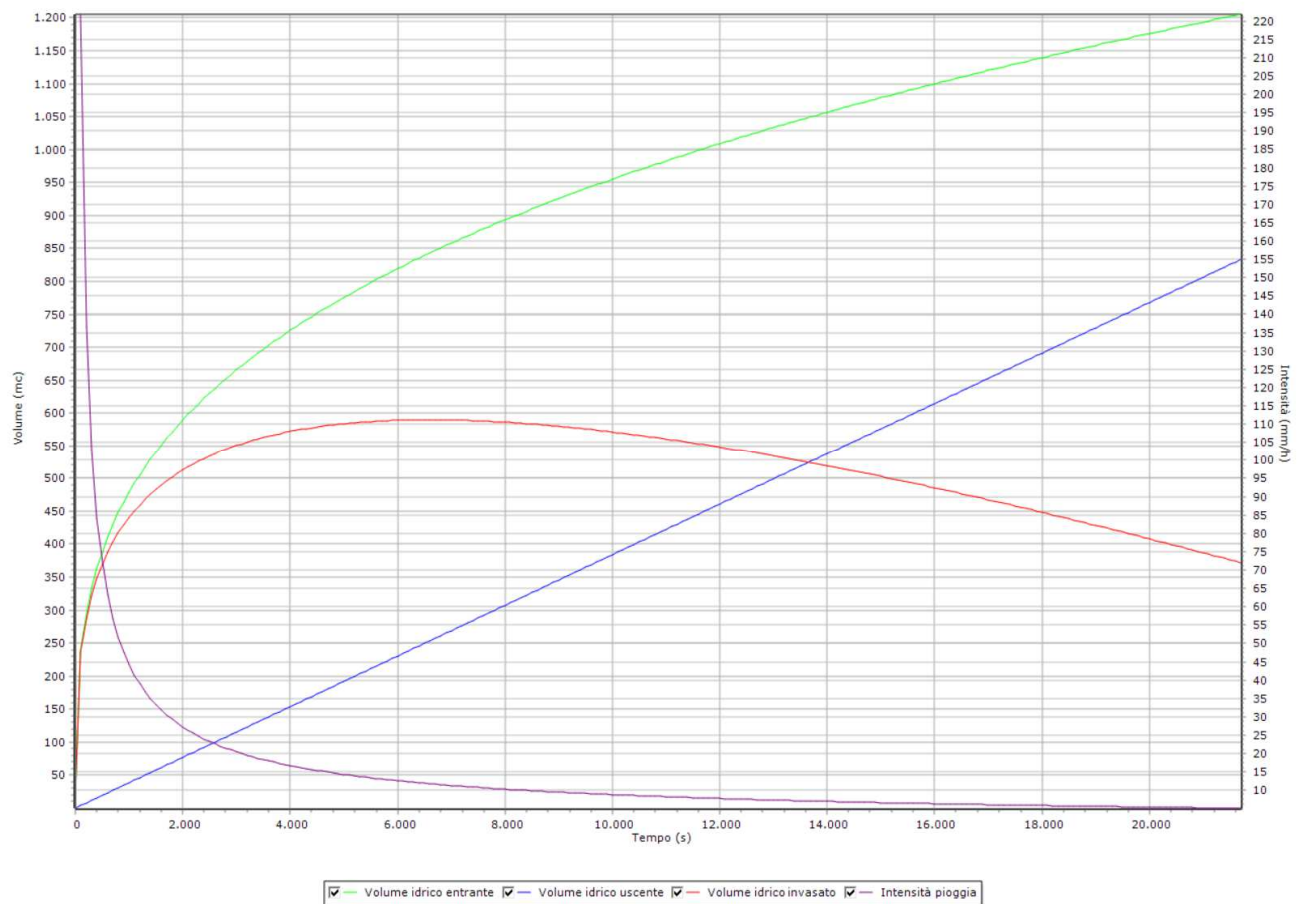
$$W(mc) = c_a Ah - Q_u t$$

in cui:

c_a	= coefficiente di afflusso;
A	= superficie dell'area trasformata;
a	= parametro a della curva di possibilità pluviometrica;
n	= parametro n della curva di possibilità pluviometrica.
h	= altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso ($t = \text{durata critica}$) è quella per la quale la portata di afflusso Q uguaglia quella in uscita Q_u .

Di seguito si riporta il calcolo del volume della vasca per il sito in esame.



$u(\text{mc/ha} \cdot \text{s})$	$t_r(\text{s})$	$V_{\text{tot}}(\text{mc})$	$V_{\text{sp}}(\text{mc/ha})$
0,022	6600,039	589,926	338,3959
		589,93	

Fig. 13 Calcolo vasca di laminazione

IL volume di invaso della vasca di laminazione deve essere pari a 590 m^3 .

La vasca dovrà essere attrezzata con pompa di sollevamento con recapito in fognatura di una portata pari a $0,0384 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il tempo di svuotamento della vasca è di 5,2 ore.

Il volume di laminazione calcolato potrà anche essere suddiviso in due (o più) opere. In tale caso è necessario che il volume delle singole opere sia adeguato per laminare le acque della su

10.PIANO DI MANUTENZIONE

Per il mantenimento in efficienza delle opere si dovrà provvedere alla verifica periodica dell'invaso con particolare riferimento al pozzetto di alloggiamento della pompa di sollevamento.

Qualora si dovessero rinvenire materiali, quali fogliame o residui vegetali si dovrà provvedere alla loro tempestiva rimozione.

Eventuali anomalie di tipo elettrico dovranno essere tempestivamente riparate per garantire l'efficienza del sistema.

11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione viene fornito il dimensionamento delle opere di laminazione inerenti l'Ambito di Trasformazione ex Zopfi di Ranica (BG)

Sulla scorta degli esiti dei dati disponibili e dei calcoli di afflusso risulta necessario per l'invarianza idraulica locale la realizzazione di una vasca avente volume di 590 m³ con recapito in corpo d'acqua superficiale di una portata pari a 38,4 l/s.

Sulla scorta dei progetti esecutivi delle opere di urbanizzazione, tenendo conto della morfologia dell'area ed anche in relazione alle eventuali indicazioni fornite dagli enti in fase di approvazione del progetto, si potrà anche valutare l'eventuale suddivisione dell'area in subaree con conseguente realizzazione di opere di laminazione dedicate. Sarà in ogni caso garantito il volume complessivo di laminazione.

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