STUDIO GEOLOGICO
DE ROSSI

Comune di SAN MARTINO BUON ALBERGO

Provincia di Verona

Sig. TIZIANO BONADIMAN

LOTTIZZAZIONE BORGO DEL PARCO IN LOCALITA' MAMBROTTA

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

D.G.R.V. 2948 del 6 ottobre 2009

Verona, marzo 2020

dott. Michele De Rossi
geologo
via Bombardi, 23
37131 V E R O N A
tel. 045-8408069 348-6607288
e-mail:*michele.derossi93@gmail.com* *pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it*

ORDINE DEI GEOLOGI * REGIONE DEL VENETO *
Dott. Geol. Michele DE ROSSI N° 891

PROGETTO: LOTTIZZAZIONE BORGO DEL PARCO IN LOCALITA' MAMBROTTA

COMMITTENTE: Ing. ALDINO TEBALDI, in nome e per conto del proprietario

RESPONSABILE: Dott. Geol. MICHELE DE ROSSI

COLLABORATORI: Dott. Geol. PAOLO DE ROSSI

LOCALITA': MAMBROTTA – San Martino Buon Albergo (VR)

DATA EMISSIONE: 30/03/2020

Questo documento non può essere copiato o riprodotto senza autorizzazione, ogni violazione verrà perseguita a norma di legge.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

INDICE

1 – PREMESSA 4

2 – INQUADRAMENTO 4

2.1 – Inquadramento geografico 4

2.2 – Inquadramento geologico e geomorfologico 6

2.3 – Inquadramento Idrogeologico 6

3 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO E SUPERFICI 10

3.1 – Situazione attuale 11

3.2 – Opere PUA ad esclusione dei lotti edificabili 12

3.3 – Rotonda esterna 12

3.4 – Lotti edificabili 12

3. 5 – Riepilogo superfici totali 12

4 – CARATTERIZZAZIONE DEL SITO 13

4.1 – Indagini eseguite 13

4.2 – Caratterizzazione del suolo e sottosuolo 20

5 – CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA E PRECIPITAZIONI ATTESE 21

6 – CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI 26

6.1 – Fattore riduttivo 26

6.2 – Portate e volumi nello stato attuale 28

6.3 – tempo di corrivazione 28

6.4 – Portate e volumi nello stato di progetto 29

6.5 – Riepilogo delle portate e dei volumi 32

7 – OPERE DI COMPENSAZIONE 33

8 – PROTEZIONE DEGLI INTERRATI 34

9 – TUTELA DEGLI ACQUIFERI SOTTERRANEI 35

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373

e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI

via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288

e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

1 – PREMESSA

Sono stato incaricato della realizzazione della presente relazione di compatibilità idraulica relativa al progetto "Lottizzazione Borgo del Parco". La valutazione è stata preparata ai sensi della D.G.R.V. 2948/2009 e per la sua realizzazione si è tenuto conto della buona conoscenza della zona e dei dati bibliografici di archivio relativi alle caratteristiche del sottosuolo, dell'idrografia e idrogeologia dell'area e della piovosità.

2 – INQUADRAMENTO

2.1 – Inquadramento geografico

Il sito di progetto si trova in località Mambrotta, nel comune di San Martino Buon Albergo, presso un'area attualmente ad arativo e occupata anche da un insediamento zootecnico che sarà demolito. La quota media del sito è di circa 33-34 m s.l.m. secondo il punto misurato.

COORDINATE UTM 32T 664540E 5028210N

Fig. 1 – sito di progetto su immagine satellitare

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

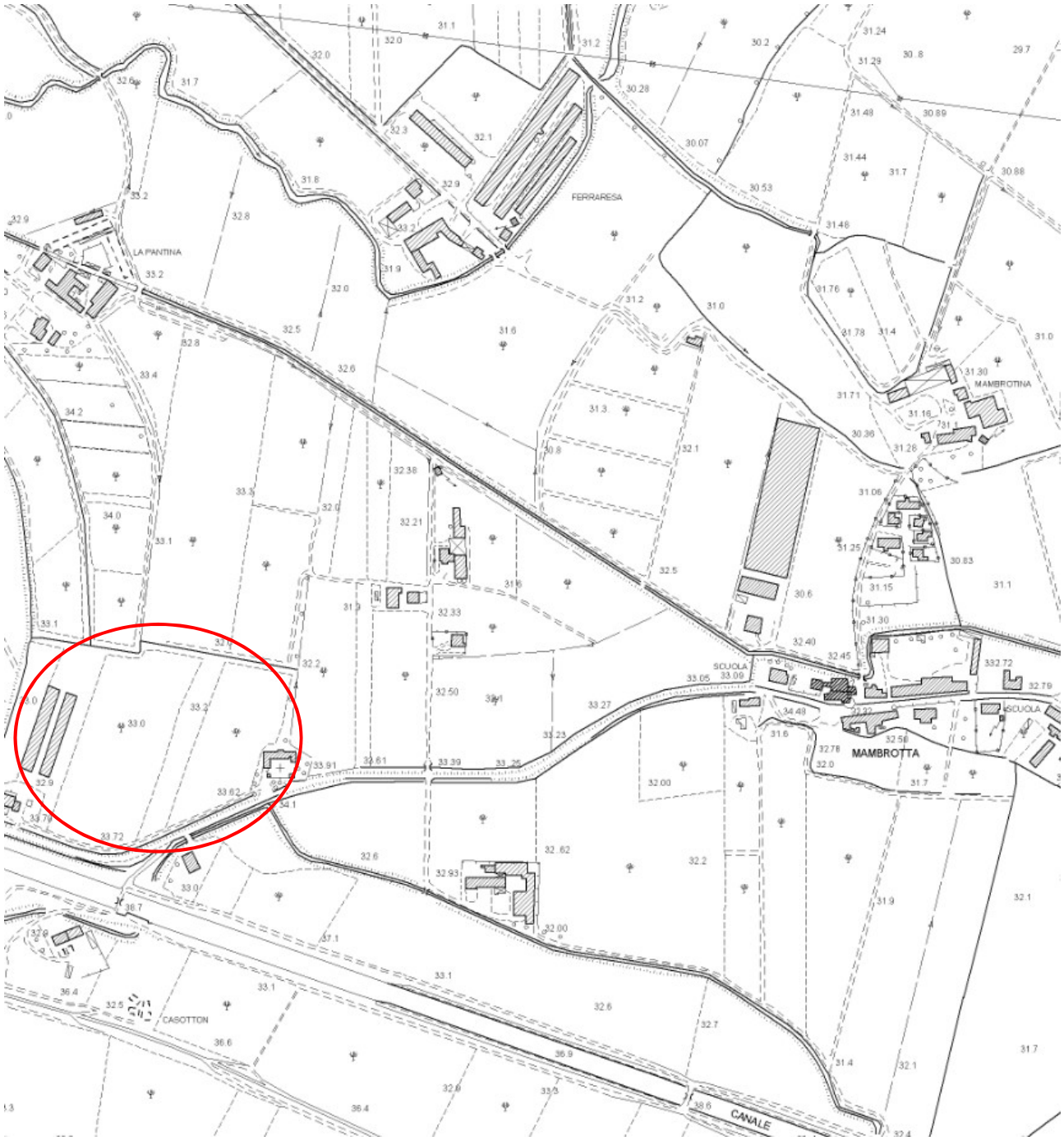


Fig. 2 – sito di progetto su CTR 145020 “Zevio”, scala 1:10mila (modificata)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373

e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI

via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288

e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

2.2 – Inquadramento geologico e geomorfologico

Da un punto di vista geologico, il sottosuolo dell'area è costituito da depositi alluvionali con potenze di alcune centinaia di metri. Tali depositi sono stati sedimentati ad opera del fiume Adige e dei torrenti che percorrono le val d'Illasi e la Val Tramigna. In quest'area l'Adige ha deposto un grande conoide, che ha sbarrato la strada ai corsi d'acqua provenienti dall'odierna Lessinia, che hanno quindi deposto sedimenti a carattere prevalentemente fine, da argilloso a sabbioso, nella parte meridionale delle loro valli. Successivamente lo stesso Adige ha eroso il suo conoide, "scavando" una depressione nella quale scorre attualmente e che inizia a Verona e si allarga progressivamente procedendo lungo il corso del fiume. Essa è delimitata a nord e a sud da due terrazzi alluvionali con dislivello di alcuni metri ed è definita in bibliografia "Piana di divagazione". Quello settentrionale si estende dalla zona di Verona e fino a San Michele Extra, Caldiero, San Bonifacio. Quello meridionale parte da Verona e passa per San Giovanni Lupatoto, Vallese fino circa ad Isola Rizza. Il conoide atesino è formato dapprima da depositi ghiaiosi che si estendono fino a San Bonifacio, Zevio, Raldon, mentre a valle di queste località la sedimentazione atesina ha formato depositi prevalentemente sabbiosi con qualche strato ancora ghiaioso. La piana di divagazione presenta gli stessi sedimenti del conoide ed è compresa tra detti terrazzi. In essa la deposizione è in seguito continuata, sedimentando uno strato superficiale di materiali fini (prevalentemente limo) dapprima discontinuo e poi omogeneo e con spessori via via crescenti da Verona verso est e chiaramente riscontrabili anche nella zona della Mambrotta.

Il sottosuolo della zona di studio, che ricade nella piana di divagazione atesina, è quindi costituito da un orizzonte superficiale limoso con spessore metrico cui soggiace una alternanza di strati di ghiaie, sabbie e peliti. tali strati hanno una buona continuità laterale e definiscono una serie di acquiferi artesiani confinati ed in pressione.

2.3 – Inquadramento Idrogeologico

Nella zona di interesse, oltre al fiume Adige, che scorre circa 600 m a sud del sito, sono presenti diversi fossi, originati dalle risorgive di Montorio o da sorgenti di base del terrazzo fluviale atesino che limita a nord la piana di divagazione, e canaletti consortili, che creano una estesa rete idrografica superficiale. Poco a sud del sito scorre il canale S.A.V.A., che essendo su un rilevato di alcuni metri isola il sito di progetto dall'influenza

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

del fiume Adige. La falda freatica si trova a circa 29 m s.l.m., corrispondenti a circa 4-5 m p.c.. Essa ha quindi una influenza sul sito di progetto sia per la parte geotecnica che per l'eventuale dispersione delle acque tramite pozzi perdenti e opere similari (risalita della falda). Oltre alla citata risalita della falda sono possibili ristagni d'acqua nei depositi limo-sabbiosi superficiali. Va infatti tenuto presente che il primo sottosuolo fino a circa 2.5 di profondità è poco permeabile e non consente un efficace dispersione dell'acqua nel sottosuolo profondo. Pertanto è possibile che l'acqua meteorica che eventualmente possa introdursi nella zona dell'interrato o dei cassonetti stradali dia luogo a venute d'acqua e di umidità in essi in assenza di opere appropriate. Tuttavia la presenza di ghiaia molto permeabile al di sotto del sottile strato di argilla consente di realizzare semplici opere di infiltrazione a difesa degli interrati che sarebbero molto efficaci e di economica costruzione. Tali fenomeni possono interessare anche il cassonetto stradale, se realizzato su terreno poco permeabile, ed è quindi consigliabile la realizzazione di scavi colmi di materiale arido, distanziato lungo i percorsi, per mantenere asciutto il piede dei rilevati stradali e pedonali.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

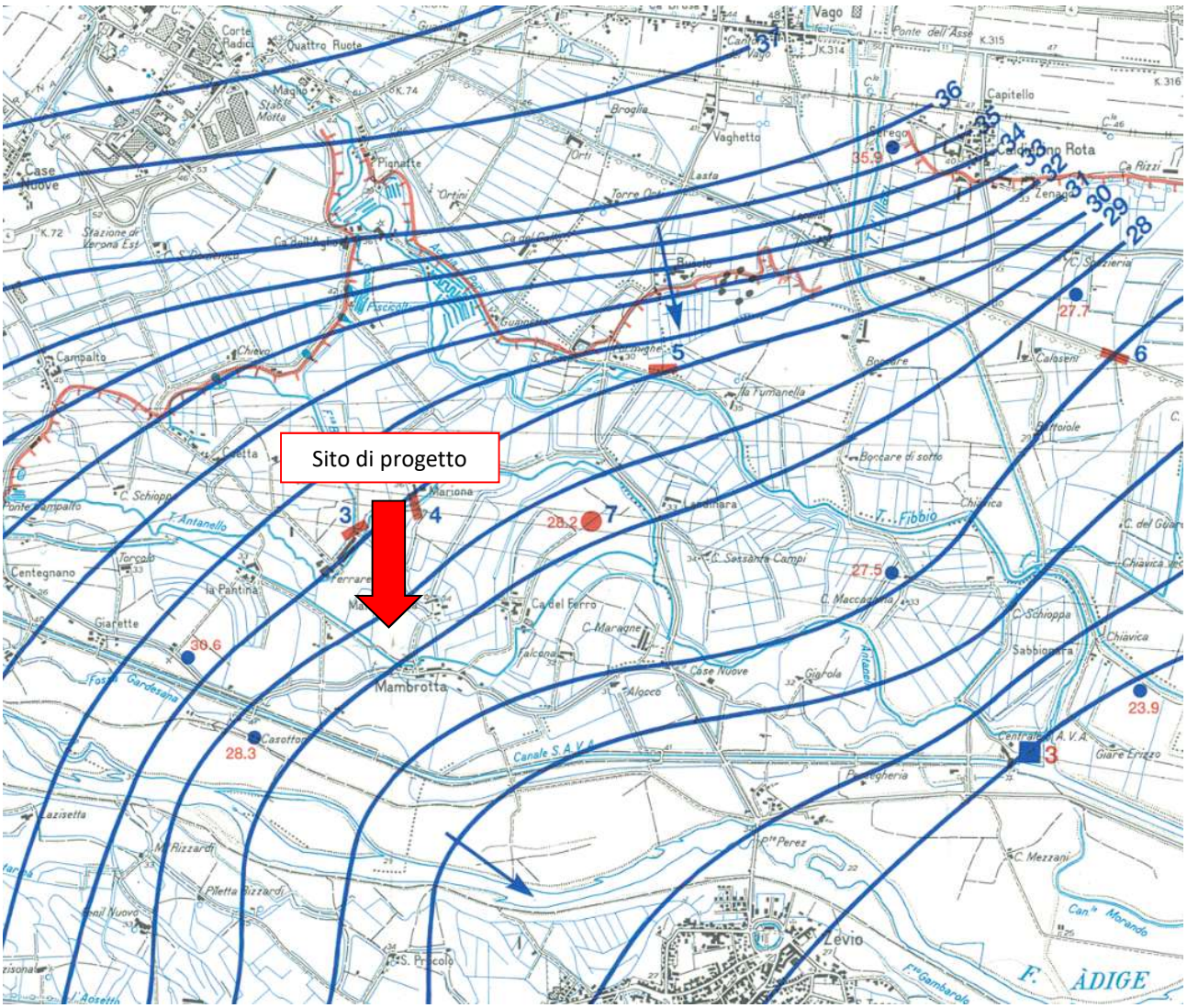


Fig. 3 – stralcio carta idrogeologica dell'alta pianura veronese orientale (Dal Prà, De Rossi – 1989)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373

e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI

via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288

e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

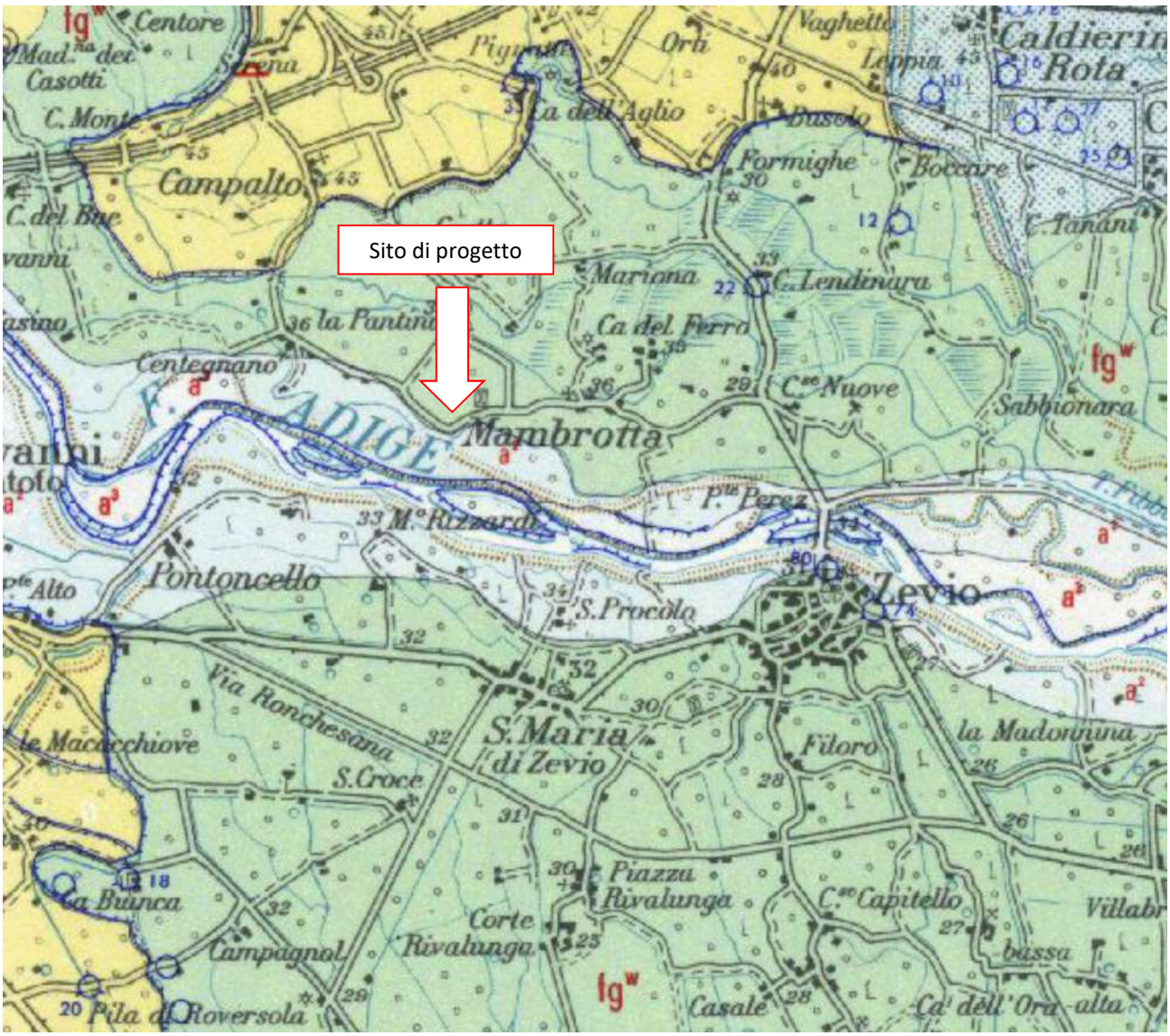


Fig. 4 – stralcio carta geologica d'Italia, foglio 49 "Verona"

In azzurro depositi alluvionali recenti (a) in verde depositi fluvioglaciali wurmiani (fg^w), in giallo Depositi fluvioglaciali rissiani (fg^R), in azzurro retinato le alluvioni terrazzate grossolane.

i retini blu indicano fenomeni geomorfologici non attivi.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

3 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto oggetto di questa relazione prevede la realizzazione di una lottizzazione in località Mambrotta.

Saranno realizzate le opere di urbanizzazione comprensive di strade, una ciclabile e un'area parcheggio. È prevista la realizzazione di una rotonda esterna, per garantire un più facile accesso all'area. Saranno inoltre resi disponibili 18 lotti. **La superficie fondiaria dell'area della lottizzazione è pari a 71'110 m^2 di cui solamente 34'256 soggetti a lottizzazione ed i restanti soggetti a modifiche minori migliorative dal punto di vista idraulico. Ulteriori 11'141 m^2 saranno utilizzati per la rotonda esterna ed il parcheggio annesso (essi non sono compresi nella superficie fondiaria ripotata in precedenza)**. Nella superficie lottizzata sono compresi 18 lotti edificabili che gestiranno singolarmente in autonomia le acque. Viene comunque proposto un calcolo di massima di portate e volumi anche per questi lotti. Nel progetto sono previsti due invasi per complessivi 2755 m^3: queste vasche di laminazione serviranno esclusivamente le opere denominate a seguire "PUA esclusi i lotti edificabili". Per la gestione delle acque della rotonda vengono eseguite le quantificazioni mentre va decisa la destinazione di tali acque (ai bacini di laminazione in progetto o con opere dedicate?). Alla pagina successiva sono evidenziate le superfici totali e sono dettagliate le superficie verdi, semi-permeabili e impermeabili ottenute dal progettista. All'interno della lottizzazione sono presenti un edificio residenziale, che sarà mantenuto, e due capannoni avicoli che saranno abbattuti.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

3.1 – Situazione attuale

Presso il sito sono presenti due capannoni avicoli ed un'abitazione con alcuni piazzali. I capannoni ed i piazzali di pertinenza saranno demoliti. L'abitazione con il suo piazzale sterrato sarà mantenuta. La tabella seguente riporta lo stato attuale, le superfici sono indicative.

TIPOLOGIA (STATO ATTUALE)	SUPERFICIE (m^2)	COEFF. DI DEFLUSSO
VERDE AGRICOLO	65'790	0.1
SEMI-PERMEABILE (piazzale sterrato)	500	0.6
IMPERMEABILE (edifici e piazzali pavimentati)	4820	0.9
Totale superficie	71'110	

Con la realizzazione del progetto, **saranno modificati 34'256 m^2**, con le superficie descritte ai successivi paragrafi. Saranno demoliti i capannoni dei quali 1881.6 m^2 ricadono nell'area interessata dalle opere della lottizzazione. Ai fini dei calcoli di invarianza idraulica, sono di interesse solo le superfici che subiranno una trasformazione, descritte nella tabella successiva (stato attuale).

TIPOLOGIA (STATO ATTUALE)	SUPERFICIE (m^2)	COEFF. DI DEFLUSSO
VERDE AGRICOLO	32'374.4	0.1
SEMI-PERMEABILE (piazzale sterrato)	0	0.6
IMPERMEABILE (accessi carrai, strade, marciapiedi)	1881.6	0.9
Totale superficie	34'256	

I 36'854 m^2 non interessati dalle opere di lottizzazione subiranno marginali modifiche (saranno anche essi interessati dalla demolizione dei capannoni, che cadono parte nell'area modificata e parte nell'area non modificata), che saranno però migliorative dal punto di vista idraulico (perdita di superficie impermeabile). Questa superficie non viene considerata nelle successive tabelle e valutazioni.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

3.2 – Opere PUA ad esclusione dei lotti edificabili

Queste sono le uniche opere per le quali viene progettata la gestione delle acque meteoriche.

TIPOLOGIA (STATO DI PROGETTO)	SUPERFICIE (m^2)	COEFF. DI DEFLUSSO
VERDE (aree verdi e invasi)	7102	0.2
SEMI-PERMEABILE (parcheggi)	2370	0.6
IMPERMEABILE (accessi carrai, strade, marciapiedi)	6156	0.9
Totale superficie	15'628	

3.2 – Rotonda esterna *(non compresa nei 71'110 m^2 della lottizzazione)*

Per tale opera saranno calcolati volumi e portate coinvolti.

TIPOLOGIA (STATO DI PROGETTO)	SUPERFICIE (m^2)	COEFF. DI DEFLUSSO
VERDE	2620	0.2
SEMI-PERMEABILE (parcheggio sterrato)	4410	0.6
IMPERMEABILE (strade e ciclabile)	4111	0.9
Totale superficie	11’141	

3.3 – Lotti edificabili

I vari lotti edificabili provvederanno in proprio alla gestione delle acque meteoriche. In questa fase è impossibile avere un calcolo esatto delle portate e dei volumi coinvolti, in quanto non è disponibile il progetto degli edifici che saranno realizzati. Viene comunque proposta valutazione basata sull’assunto che ogni lotto abbia un 50% di superficie impermeabile ed un 50% a verde.

TIPOLOGIA (STATO DI PROGETTO PRELIMINARE)	SUPERFICIE (m^2)	COEFF. DI DEFLUSSO
VERDE	9314	0.2
IMPERMEABILE (strade e ciclabile)	9314	0.9
Totale superficie	18'628	

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

4 – CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

4.1 – Indagini eseguite

Presso il sito di progetto sono stati eseguiti 5 saggi con scavatore. I primi 3 sono stati realizzati per la relazione geologica e geotecnica per le opere di urbanizzazione, nel marzo del 2019. Gli altri due sono più recentemente stati realizzati allo scopo di indagare il sito specificatamente per la valutazione di compatibilità idraulica, per caratterizzare al meglio le zone dove è prevista dal progetto la realizzazione degli invasi di laminazione. Gli scavi si sono spinti tra i 2.2 ed i 3.8 m p.c.. Dai saggi più recenti, S4 ed S5, sono stati prelevati un totale di 3 campioni. Il primo è stato prelevato nei depositi limosi, gli altri due in quelli ghiaiosi di entrambi gli scavi. A seguire sono riportate le posizioni dei saggi, la loro stratigrafia e le granulometrie eseguite.

Fig. 7 – posizione del saggio con scavatore.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Tab. 1 – stratigrafia del saggio S1

PROFONDITA' (m p.c.)	DESCRIZIONE
0 – 0.3	Terreno vegetale
0.8 – 1	Limo sabbioso
1 – 2.5	Sabbia pulita

Tab. 2 – stratigrafia del saggio S2

PROFONDITA' (m p.c.)	DESCRIZIONE
0 – 0.3	Terreno vegetale
0.8 – 1.1	Limo sabbioso
1.1 – 2.4	Sabbia pulita

Tab. 3 – stratigrafia del saggio S3

PROFONDITA' (m p.c.)	DESCRIZIONE
0 – 0.3	Terreno vegetale
0.8 – 1	Limo sabbioso
1 – 2.2	Ghaia e sabbia

Tab. 4 – stratigrafia del saggio S4

PROFONDITA' (m p.c.)	DESCRIZIONE
0 – 0.3	Terreno vegetale
0.3 – 2.5	Limo sabbioso
2.5 – 3.8	Ghaia e sabbia

Tab. 5 – stratigrafia del saggio S5

PROFONDITA' (m p.c.)	DESCRIZIONE
0 – 0.3	Terreno vegetale
0.3 – 2.5	Limo sabbioso
2.5 – 2.8	Ghaia e sabbia

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Fig. 8 – saggi e materiale di risulta (indagine geologica marzo 2019)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373

e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI

via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288

e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Fig. 8 – saggi e materiale di risulta (indagine marzo 2020)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373

e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI

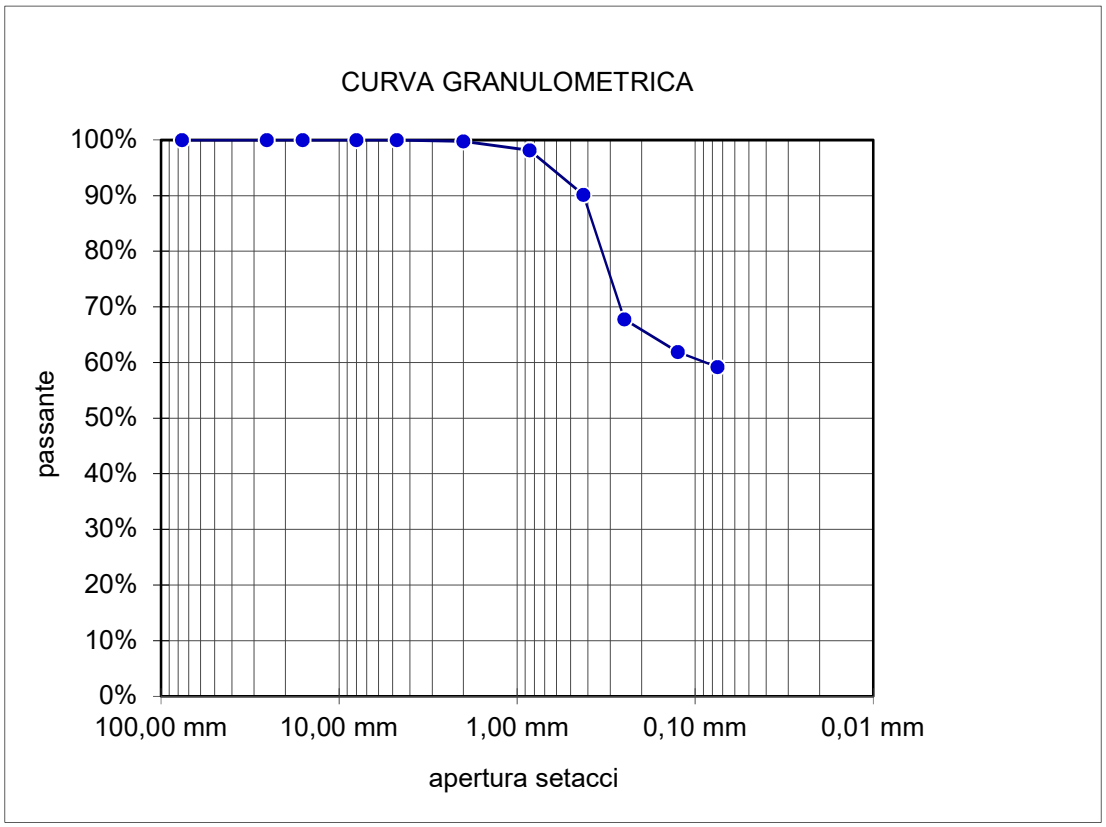
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288

e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Tab . 6 – granulometria campione superficiale limo-sabbioso (saggio S4)

Campione:	**S4-1**	**Profondità: 1 m**				
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D60	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76.200	0.00	0.00%	100.00%			
25.400	0.00	0.00%	100.00%			
16.000	0.00	0.00%	100.00%			
8.000	0.00	0.00%	100.00%			
4.750	0.00	0.00%	100.00%			
2.000	0.73	0.25%	99.75%			
0.850	4.66	1.62%	98.13%			
0.425	22.91	7.97%	90.16%			
0.250	64.30	22.37%	67.79%			
0.125	16.89	5.88%	61.91%			
0.075	7.83	2.72%	59.19%			
<0,075	170.16	59.19%				
totale	287.48	100.00%		**0.087**	**0.000**	**0.000**
CU =	11820					
K1 cm/s =	<0,001	**COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA**				
K2 cm/s =	<0,0001	***% ghiaia =***	***0.25***	***%***		
Gruppo UNI:	A-4	***% sabbia =***	***40.56***	***%***		
Classe USCS:	CL	***% limo e arg.=***	***59.19%***			
limiti di consistenza non eseguiti						



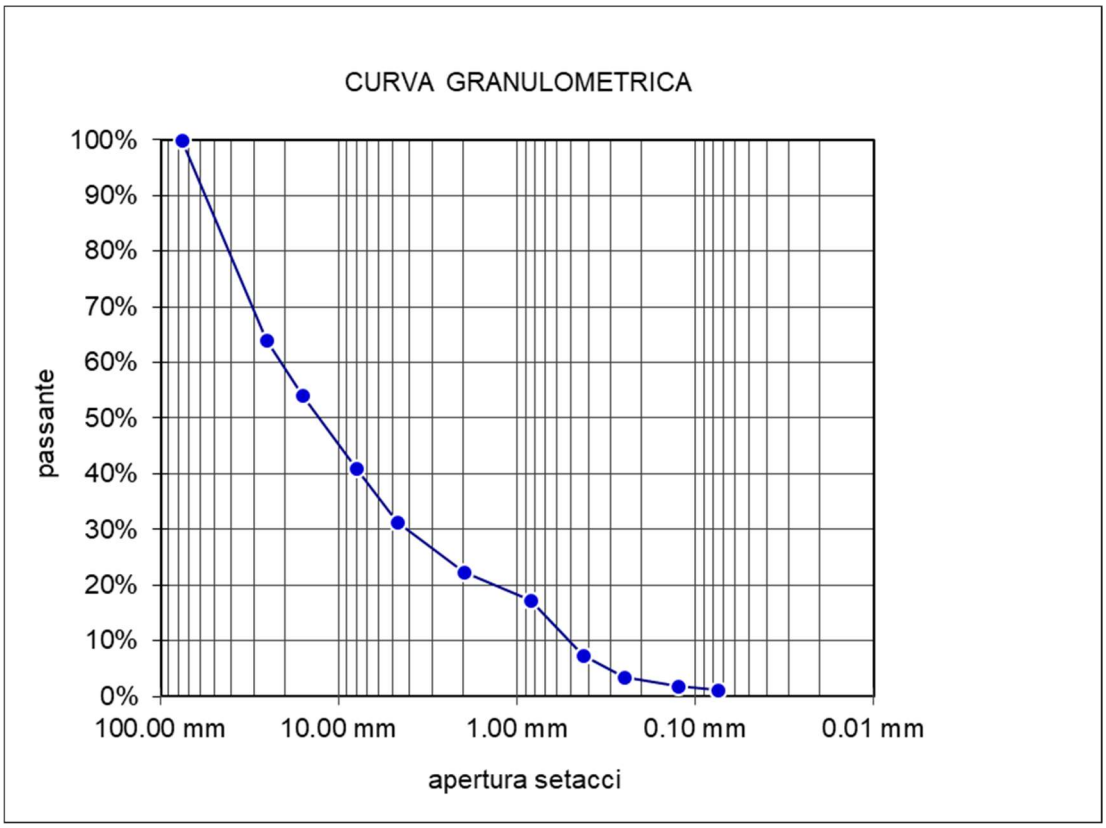
Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Tab. 7 – granulometria campione profondo ghiaioso (saggio S4)

Campione:	**S4-2**	**Profondità: 3 m**			**WL= 0**	**IP= 0**
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D60	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76.200	0.00	0.00%	100.00%			
25.400	1176.16	0.00%	63.96%			
16.000	320.32	0.00%	54.15%			
8.000	425.17	13.03%	41.12%			
4.750	315.86	9.68%	31.44%			
2.000	296.99	9.10%	22.34%			
0.850	165.70	5.08%	17.27%			
0.425	320.18	9.81%	7.46%			
0.250	130.24	3.99%	3.47%			
0.125	55.63	1.70%	1.76%			
0.075	21.38	0.66%	1.11%			
<0,075	36.09	1.11%				
totale	3263.72	100.00%		**21.076**	**1.347**	**0.509**
CU =	41					
K1 cm/s =	0.259	**COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA**				
K2 cm/s =	0.6711	***% ghiaia =***	***77.66***	***%***		
Gruppo UNI:	A-1-a	***% sabbia =***	***21.24***	***%***		
Classe USCS:	GW	***% limo e arg.=***	***1.11%***			
limiti di consistenza non eseguiti						



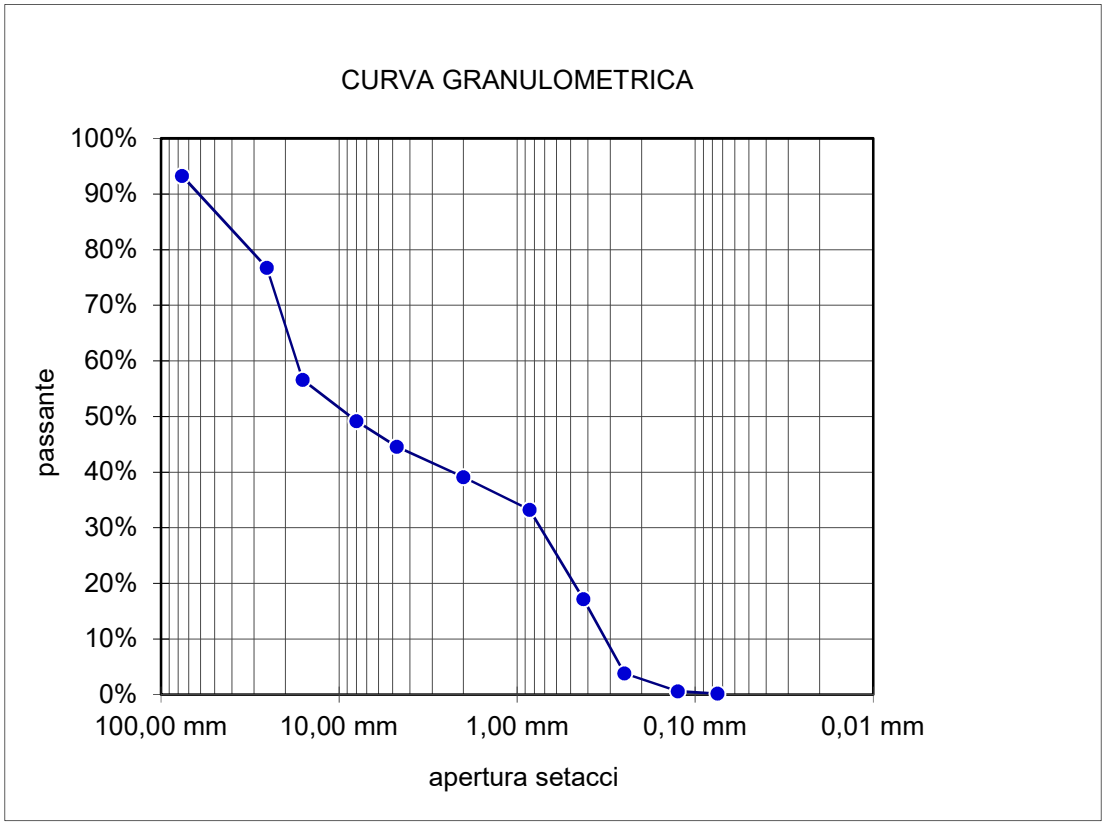
Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Tab. 8 – granulometria campione profondo ghiaioso (saggio S5)

Campione:	**S2-1**	**Profondità: 2.5 m**			**WL= 0**	**IP= 0**
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D60	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76.200	207.78	0.00%	93.29%			
25.400	512.20	0.00%	76.77%			
16.000	625.35	0.00%	56.59%			
8.000	229.05	7.39%	49.19%			
4.750	142.96	4.61%	44.58%			
2.000	169.23	5.46%	39.12%			
0.850	182.10	5.88%	33.24%			
0.425	496.92	16.04%	17.21%			
0.250	414.60	13.38%	3.83%			
0.125	99.63	3.22%	0.61%			
0.075	13.00	0.42%	0.19%			
<0,075	6.00	0.19%				
totale	3098.82	100.00%		**17.301**	**0.480**	**0.319**
CU =	54					
K1 cm/s =	0.102	**COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA**				
K2 cm/s =	0.0636	***% ghiaia =***	***60.88***	***%***		
Gruppo UNI:	A-1-a	***% sabbia =***	***38.93***	***%***		
Classe USCS:	GW	***% limo e arg.=***	***0.19%***			



Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

4.2 – Caratterizzazione del sottosuolo

Il sottosuolo del sito di progetto è caratterizzato da un primo strato superficiale a bassa permeabilità, costituito da limo sabbioso. Lo spessore di tale strato oscilla tra gli 1 ed i 2.5 m a seconda della zona della lottizzazione. Al di sotto di tale livello, si rinviene uno strato ad alta permeabilità, costituito da ghiaia e sabbia pulita. In alcune aree, tra il livello di ghiaia e sabbia e lo strato limo-sabbioso superficiale, può essere presente un livello di sabbia pulita con spessore presumibile di circa 1 m. Si tratta comunque di uno strato con caratteristiche di permeabilità elevate.

Basandosi sulla tabella successiva, tratta da Colleselli e Colombo, Elementi di Geotecnica, 1993, e sulle granulometrie eseguite, **si può affermare che lo strato limo-sabbioso abbia permeabilità nell'ordine dei 10^{-5} m/s, mentre le sabbie pulite e le ghiaie abbiano permeabilità non inferiori a 10^{-3} m/s.**

Tabella 3.1 Coefficiente di permeabilità k per vari terreni

k (m/s)	1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11}			
Drenaggio	buono		povero	praticamente impermeabile
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita	sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati	terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici
			terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo	

Tabella 3.2 Classificazione del terreno secondo il valore di k

Grado di permeabilità	*Valore di k* (m/s)
alto	superiore a 10^{-3}
medio	$10^{-3} \div 10^{-5}$
basso	$10^{-5} \div 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} \div 10^{-9}$
impermeabile	minore di 10^{-9}

Fig. 10 – coefficiente di permeabilità per vari terreni (da Colleselli e Colombo)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

5 – CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA E PRECIPITAZIONI ATTESE

Per definire le dimensioni delle opere che costituiscono il sistema di governo delle acque meteoriche provenienti dall'area interessata, viene richiesta la conoscenza delle portate che vi affluiscono. Per la definizione di tali portate bisogna conoscere i dati relativi alle precipitazioni, tenendo anche conto dell'estensione, della natura e della permeabilità della superficie scolante per capire quale frazione della precipitazione concorra alla formazione delle portate stesse. Le precipitazioni che determinano problemi legati alle capacità di immagazzinamento e eduzione delle opere di governo sono quelle di elevata intensità e breve durata. Infatti all'aumentare della durata di precipitazione diminuisce progressivamente l'intensità in modo tale che la portata in afflusso diminuisce molto rapidamente. Per questo motivo normalmente i dimensionamenti vengono eseguiti in relazione alla durata di pioggia di 1 ora, che comporta la massima portata in afflusso. La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora è legata a fenomeni di tipo temporalesco molto spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto, deve essere messo in evidenza come l'interpolazione di dati sia fortemente collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

Nello specifico, si è scelto di utilizzare i dati resi disponibili dalla Valutazione di compatibilità Idraulica del P.A.T. del Comune di San Martino Buon Albergo e, in particolare, a quelli relativi alla stazione pluviometrica di Villafranca di Verona (dati dal 1991 al 2008) che appaiono i più cautelativi fra le stazioni pluviometriche significative per la zona di progetto.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Tabella 1 - Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di Villafranca di Verona su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive (numero dati: 18).

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1991	28,00	29,00	31,60	54,20	81,20
1992	27,00	28,60	28,80	39,40	50,00
1993	29,00	39,20	43,00	50,00	51,60
1994	28,60	35,60	40,20	44,60	52,60
1995	28,60	28,60	29,00	36,40	53,80
1996	70,60	77,60	78,00	78,60	78,60
1997	28,00	34,00	40,80	47,00	53,00
1998	39,00	40,20	40,40	40,40	49,00
1999	17,60	32,10	44,00	69,80	73,40
2000	68,60	73,20	74,40	74,60	77,60
2001	29,40	29,40	33,20	40,60	50,00
2002	37,00	53,00	58,20	58,60	59,60
2003	33,20	43,20	44,80	45,20	45,20
2004	27,00	38,60	46,60	59,60	63,40
2005	51,80	52,00	55,00	58,40	80,60
2006	19,20	23,60	39,60	60,40	67,40
2007	34,40	34,60	34,60	60,80	72,00
2008	65,40	82,80	98,40	103,00	107,40

Fig. \0 – stralcio tabella 1 della Valutazione di Compatibilità Idraulica del P.A.T. riportante la piovosità negli Anni dal 1991 al 2008 registrata dal pluviometro di Villafranca di Verona

La varietà degli eventi possibili, in quanto marcati da diversa frequenza, pone la questione di scegliere tra essi quello cui fare riferimento. L'evento di riferimento da selezionare tra i possibili si deve caratterizzare per un ragionevole valore della sua frequenza probabile. Questo periodo è chiamato Tempo di ritorno**.**

Il tempo di ritorno Tr è definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$Tr = 1 / [1-P(h \leq H)]$

Volendo determinare le portate si deve fare anzitutto una premessa sulla durata dei diversi eventi.

Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

- **eventi di breve durata**, i cosiddetti scrosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;
- **eventi di lunga durata**; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

E' evidente che nel nostro caso la situazione critica è relativa agli eventi di breve durata che comportano l'affusso di un volume elevato in poco tempo e quindi di una portata rilevante. All'aumentare del tempo di precipitazione la portata si riduce fino ad essere molto al di sotto delle capacità di dispersione e quindi la criticità diminuisce.

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti **a** (mm/ora) ed **n** che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

$$\mathbf{h = a \cdot t^{n}}$$

dove:

h = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Nelle applicazioni dell'ingegneria idraulica la stima delle portate di piena viene effettuata con metodologie diverse in relazione alla quantità e qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Essa può essere condotta:

- metodi diretti: elaborando dati di portata disponibili per il corso d'acqua che si esamina;
- con metodi indiretti: ricorrendo, per supplire alla insufficienza di dati di portata, a dati della stessa grandezza osservati su altri corsi d'acqua della medesima regione idrologica.

Nel caso che si conoscano le precipitazioni sul bacino, si possono utilizzare modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi, il più semplice dei quali è la cosiddetta formula razionale, con l'applicazione

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

di formule empiriche ricavate da vari autori in base all'informazione idrologica nota nei bacini. Per l'area oggetto del presente studio (attualmente a verde agricolo e con capannoni zootecnici), si possono considerare i dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia ARPAV – Centro meteorologico di Teolo per la Stazione di Villafranca di Verona. Per questa relazione i dati sono stati ricavati dalla relazione di Valutazione di compatibilità idraulica P.A.T. del Comune di S. M. Buon Albergo.

I dati utilizzati sono già stati elaborati attraverso la regolarizzazione statistico-probabilistica, e fanno riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove χ e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} xi$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(xi - mx)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}\cdot sx}{\pi}$$ misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha$$ moda

con λ = 0,5772 è la costante di Eulero.

Indicando con F(x) la probabilità di non superamento del valore x, il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove Tr rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Si riporta di seguito un grafico rappresentante le curve di possibilità pluviometrica relative alla stazione pluviometrica di Villafranca di Verona. Come esplicitamente previsto dal D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009, nei i successivi calcoli si fa riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni. Il valore di precipitazione massima, utilizzato per le considerazioni tecniche è pari a 78.94 mm/h, corrispondente alla precipitazione più critica, di durata un'ora, per un tempo di ritorno di 50 anni.

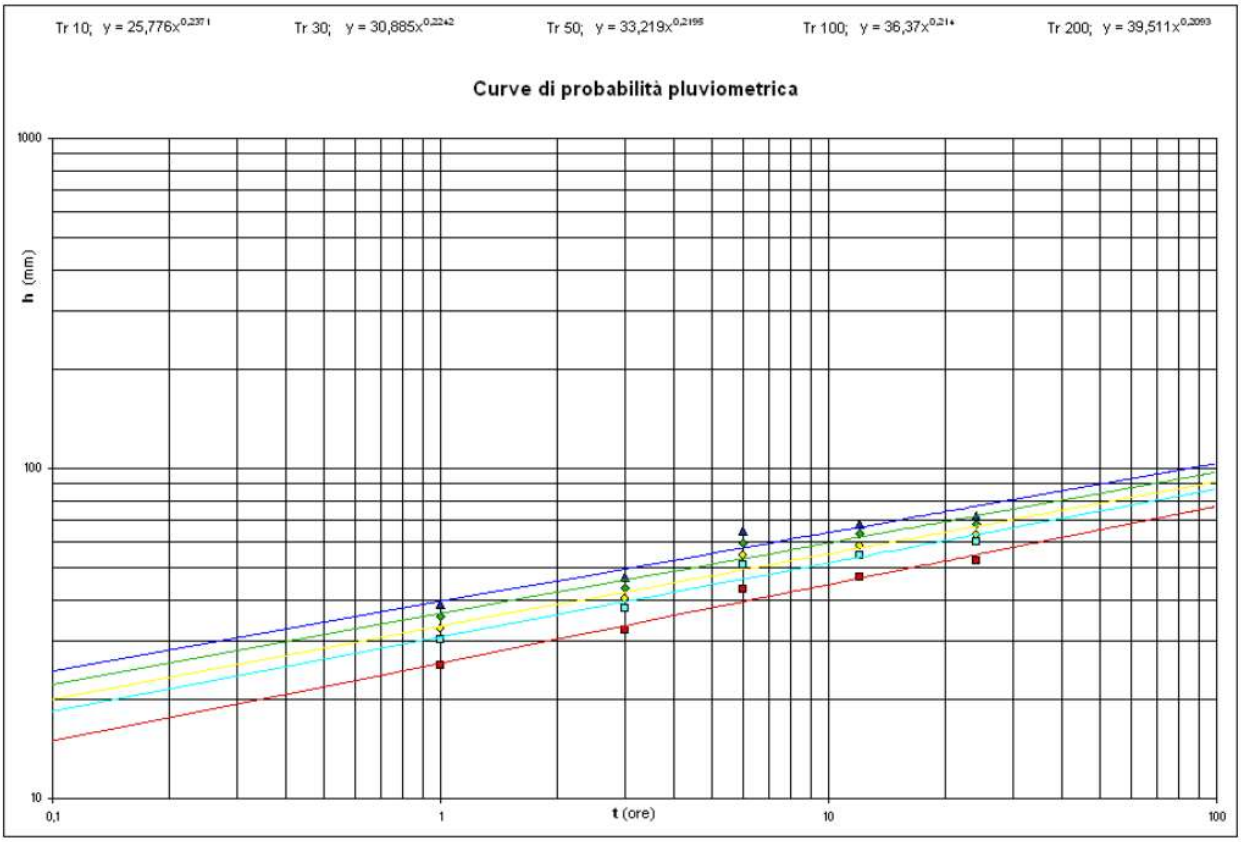


Fig. 10 – curve di possibilità pluviometrica per la stazione di Villafranca di Verona
(P.A.T. Comune di San Martino Buon Albergo)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	hmax =	58,01	66,34	72,27	78,71	86,03
30 anni	hmax =	72,38	82,11	88,85	93,60	100,41
50 anni	**hmax =**	**78,94**	**89,31**	**96,41**	**100,39**	**106,98**
100 anni	hmax =	87,79	99,02	106,62	109,56	115,84
200 anni	hmax =	96,61	108,70	116,79	118,69	124,66

Fig. 10 – mm di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno riferiti alla stazione di Villafranca di Verona
(P.A.T. Comune di San Martino Buon Albergo)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

6 – CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI

6.1 – Fattore riduttivo e calcolo delle portate

Il calcolo della portata affluente su un'area è legato alle precipitazioni meteoriche e deve tener conto di alcuni elementi intrinseci del luogo, espressi sinteticamente dal coefficiente di deflusso, che complessivamente contribuiscono a ridurre tale valore.

Secondo la D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009, il fattore riduttivo da utilizzare nei calcoli dei collettori pluviali è riportato a seguite.:

Il coefficiente di deflusso Φ può essere determinato mediante apposite analisi (prove di permeabilità) oppure si possono utilizzare i seguenti valori forniti dalla normativa citata:

0,1 per le aree agricole

0,2 per le superfici permeabili (aree verdi)

0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato etc.)

0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali etc.);

Il fattore riduttivo Φ risulta quindi pari a:

ZONE AGRICOLE	**ZONE VERDI**
Φ = **0,10**	Φ = **0,20**
ZONE SEMIPERMEABILI	**ZONE IMPERMEABILI**
Φ = **0,60**	Φ = **0,90**

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte e mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009.

La quantità d'acqua meteorica in uscita da una determinata area, viene calcolata con la formula seguente:

$Q = \phi \cdot A \cdot h = \phi \cdot A \cdot a\, t^n$ Se A è in [m^2] e h in [m/ora] la portata Q in [m^3/h]

in cui, come in parte già visto, si ha:

ϕ	fattore riduttivo	*variabile*
h	intensità oraria	0,07894 m/h = 78.94 mm/h
A	superficie	variabile (m^2)
t	durata dell'evento piovoso (ore)	
a, n	coefficienti dell'equazione della curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno considerato	

Da un punto di vista idraulico, la situazione da verificare è quella che produce un aumento dell'impermeabilità delle superfici passando dalla attuale situazione di zona prevalentemente a verde agricolo con coefficiente di deflusso pari a 0,1 ad una lottizzazione con aree verdi e zone parzialmente permeabili o impermeabili.

E' inoltre talora utile valutare il tempo di corrivazione inteso come quello necessario a far si che l'acqua che cade nella parte di bacino più lontana dalla sezione di chiusura la possa raggiungere. E' evidente che quando la durata dell'evento piovoso supera il tempo di corrivazione tutto il bacino concorre alla formazione della portata in uscita e, a parità di intensità di pioggia, tale portata assume il massimo valore.

Il valore del tempo di corrivazione può essere stimato con varie formule. Si potrebbe adottare quella di Ventura:

$t_c = 0{,}315\ A^{1/2}$

dove: t_c = tempo di corrivazione (giorni)

A = superficie del bacino (km^2)

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

6.2 – Tempo di corrivazione

Per il sito di progetto non appare sensato calcolare il tempo di corrivazione. Questo perché il bacino cui si fa riferimento, ossia la lottizzazione dopo la sua realizzazione, è molto frazionato, considerando che le aree in comune, la rotonda e ciascuno dei lotti funzioneranno come bacini elementari indipendenti tra loro. Infatti i lotti dove saranno realizzate le abitazioni provvederanno in modo autonomo alla gestione delle acque meteoriche (anche se viene comunque riportato un calcolo preliminare dei volumi e delle portate). Risulta quindi una situazione molto sfaccettata, dove il calcolo di un tempo di corrivazione sarebbe privo di significato e non darebbe alcuna indicazione utile per i calcoli.

6.3 – Portate e volumi nello stato attuale

La superficie totale dell'area dove sarà realizzato l'intervento è di 71'110 m^2. Di questi 34'256 m^2 saranno oggetto di modifiche mentre i restanti 36'854 m^2 non subiranno variazioni.

Si tiene conto, ai fini del calcolo dell'invarianza idraulica, solo delle superfici che subiranno modifiche (34'256 m^2).

Allo stato attuale la portata che affluisce sull'area in esame è data da:

$Q = \phi \cdot A \cdot h = \phi \cdot A \cdot a\, t^n$

Utilizzando Se A è in [m^2] e h in [mm/ora] e dividendo per 3600 (secondi in un'ora) la portata Q è in l/s

$$Q = \frac{\varphi \cdot A \cdot h}{3600}$$

Per l'attuale destinazione d'uso i dati utilizzati sono:

φ	fattore riduttivo	secondo tipo di superficie
h	intensità oraria	78.94 mm/h
A	superficie	come da tabella al paragrafo 3.1

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

SITUAZIONE ATTUALE ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	SUPERFICIE	PORTATA (l/s)	VOLUME (m^3)
VERDE AGRICOLO	0.1	32’374.4	71	255.6
SEMI-PERMEABILE	0.6	0	0	0
IMPERMEABILE	0.9	1881.6	37.1	133.7
TOTALI		34'256	**108.1**	**389.3**

6.4 – Portate e volumi nello stato di progetto

Il progetto è stato suddiviso in 3 parti, ossia opere del PUA ad esclusione dei lotti, rotonda e lotti edificabili. Vengono quindi effettuati separatamente i vari calcoli di portata e volume. Le superfici e la loro ripartizione sono dettagliati al paragrafo 3.

La formula utilizzata è ovviamente la medesima, ossia:

$$Q = \phi \cdot A \cdot h = \phi \cdot A \cdot a\, t^n$$

Per ogni area identificata vengono proposti, nelle tabelle successive, i valori di portata e di volume calcolati per una durata dell’evento piovoso di 60 minuti con Tr di 50 anni che prevede un afflusso 78,94 mm.

OPERE PUA ESCLUSI I LOTTI EDIFICABILI ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	SUPERFICIE	PORTATA (l/s)	VOLUME (m^3)
VERDE	0.2	7102	31.1	112.1
SEMI-PERMEABILE	0.6	2370	31.2	112.25
IMPERMEABILE	0.9	6156	121.5	437.3
TOTALI		16’167	**183.2**	**661.7**

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

ROTONDA ESTERNA ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	SUPERFICIE	PORTATA (l/s)	VOLUME (m^3)
VERDE	0.2	2620	11.5	41.3
SEMI-PERMEABILE	0.6	4410	58	208.8
IMPERMEABILE	0.9	4111	81.1	292.07
TOTALI		11'141	**150.6**	**542.3**

TOTALE LOTTI EDIFICABILI ***(Tr 50 anni, durata 1 h)*** *– SEGUE CALCOLO PER OGNI LOTTO*

TIPO	φ	SUPERFICIE	PORTATA (l/s)	VOLUME (m^3)
VERDE	0.2	9314	40.8	147
SEMI-PERMEABILE	0.6	0	0.00	0.00
IMPERMEABILE	0.9	9314	183.8	661.7
TOTALI		18'628	**224.6**	**808.7**

LOTTI 1, 4, 5, 11, 12 ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	superficie (m^2)	portata (l/s)	VOLUME (m^3)
Verde	0.2	312.5	1.37	4.93
Semi-permeabile	0.6	0	0.00	0.00
Impermeabile	0.9	312.5	6.17	22.20
TOTALI singolo lotto		625	**7.5**	**27.1**

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

LOTTI 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	superficie (m^2)	portata (l/s)	VOLUME (m^3)
Verde	0.2	500	2.19	7.89
Semi-permeabile	0.6	0	0.00	0.00
Impermeabile	0.9	500	9.87	35.52
TOTALI		1000	**12**	**43.4**

LOTTO 15 ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	superficie (m^2)	portata (l/s)	VOLUME (m^3)
Verde	0.2	565	2.48	8.92
Semi-permeabile	0.6	0	0.00	0.00
Impermeabile	0.9	565	11.15	40.14
TOTALI		1130	**13.6**	**49**

LOTTO 16 ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	superficie (m^2)	portata (l/s)	VOLUME (m^3)
Verde	0.2	616	2.70	9.73
Semi-permeabile	0.6	0	0.00	0.00
Impermeabile	0.9	616	12.16	43.76
TOTALI		1232	**14.8**	**53.5**

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

LOTTO 17 ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	superficie (m^2)	portata (l/s)	VOLUME (m^3)
Verde	0.2	675.5	2.96	10.66
Semi-permeabile	0.6	0	0.00	0.00
Impermeabile	0.9	675.5	13.33	47.99
TOTALI		1351	**16.2**	**58.6**

LOTTO 18 ***(Tr 50 anni, durata 1 h)***

TIPO	φ	superficie (m^2)	portata (l/s)	VOLUME (m^3)
Verde	0.2	1395	6.12	22.02
Semi-permeabile	0.6	0	0.00	0.00
Impermeabile	0.9	1395	27.53	99.11
TOTALI		2790	**33.6**	**121.1**

6.5 – Riepilogo portate e volumi

	PORTATA (l/s)	VOLUME (m^3)
ATTUALE (SOLO SUP. OGGETTO DI MODIFICHE)	108.1	389.3
OPERE PUA ESCLUSI LOTTI	183.2	661.7
ROTONDA ESTERNA	150.6	542.3
LOTTI EDIFICABILI	224.6	808.7

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

7 – OPERE DI COMPENSAZIONE

Per opere di compensazione, si intendono tutte quelle realizzazioni che concorrono a formare volume totale di invaso. Oltre alle vasche di laminazione propriamente dette, si tratta quindi del volume di pozzi perdenti, delle tubature etc. che concorre al volume totale di acqua invasabile.

In questo caso specifico, ***le sole vasche di laminazione già inserite nel progetto, hanno un volume complessivo di 2755 m³***, che è largamente sufficiente a invasare il volume idrico proveniente dalle opere PUA, e anche dai singoli lotti edificabili e dalla rotonda esterna. ***Il volume idrico critico totale generato da tutte queste opere è di 2012.7 m³ (661.7 + 542.3 + 808.7 m³)*** a cui andrebbe poi sottratto il volume generato nella situazione attuale (il valore andrebbe quindi a ridursi di 389.3 m³ e per garantire la invarianza idraulica sarebbe quindi sufficiente un invaso di circa 1623.4 m³). Poiché, come si ripete, il volume di invaso di progetto è di 2755 m³, è evidente che vi siano almeno oltre 700 m³ di margine negli invasi secondo i calcoli più cautelativi. Calcolando di dover invasare solo i volumi delle opere di urbanizzazione, vi è un margine di almeno 2000 m³. ***La soluzione progettuale risulta quindi largamente sovradimensionata rispetto alle valutazioni eseguite secondo la vigente normativa. I volumi di laminazione prevsiti sono largamente superiori riseptto a quanto indicato nell'articolo 12.1.1 delle Norme Tecniche del P.A.T., cui fannoriferimento anche i successivi Piani degli Interventi (approvate con parere del Consorzio di Bonifica alta Pianura Venete – prot. 7309 del 26/10/2010, e del Genio Cvile – prot. 568083 del 19/10/2010).*** Si ricorda che la normativa vigente, per un sottosuolo con permeabilità superiore ai 10^{-3} m/, permette, di invasare il 50% del volume in afflusso. In base a questa valutazione, le vasche di laminazione dispongono di un volume molto superiore alle necessità e quindi si conferma che esse rispettano largamente gli standard normativi previsti.

È opportuno che le vasche di laminazione raggiungano il sottosuolo ghiaioso in modo da poter agevolmente disperdere l'acqua nel suolo. Le ghiaie del sottosuolo hanno infatti permeabilità nell'ordine di 10^{-3} m/s, possono quindi disperdere portate significative. Dato che il fondo perdente tenderà con il tempo ad intasarsi, sarà necessario una pulizia dello stesso quando necessaria. Tale circostanza sarà facilmente riscontrabile valutando il fondo delle vasche (presenza di sedimenti non ghiaiosi) e la permanenza dell'acqua nelle stesse.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

Comunque, considerando che il fondo delle vasche di laminazione dovrà essere nella ghiaia e mantenersi al di sopra almeno della superficie di falda nelle sue condizioni di massima escursione ordinaria, le vasche si potranno svuotare rapidamente per infiltrazione, in modo che il sistema risulti "normalmente vuoto" e quindi in grado di fronteggiare gli eventi piovosi intensi. Si ricorda a tal fine che durante gli scavi la falda non è stata incontrata e che in base ai dati bibliografici disponibili la sua quota di massima escursione è di 28-29 m s.l.m. corrispondenti a circa 4-5 metri di profondità rispetto all'attuale piano di campagna. Quindi il livello ghiaioso sovrasta il livello freatico di circa 2 metri. In ogni caso sarebbe una opportuna misura di difesa anche l'elevazione del piano delle strade e dei lotti al livello della strada, leggermente superiore all'attuale piano campagna.

Le portate calcolate variano tra i 150 ed i 224 l/s secondo le opere considerate. Ai fini del dimensionamento delle condotte, è opportuno tenere presente che i calcoli sono eseguiti per una pioggia della durata di 60 min. È tuttavia noto come indicativamente il 50% dell'afflusso meteorico si concentra nei primi 15 minuti dell'evento piovoso. Tale valutazione risulta di primaria importanza per il dimensionamento delle condotte.

8 – PROTEZIONE DEGLI INTERRATI

In base ai dati bibliografici disponibili, presso il sito di progetto la falda si trova tra i 4 ed i 5 m p.c.. Essa potrebbe alzarsi per piene stagionali superiori alla media (rare ma sempre possibili) o localmente per il temporaneo e locale effetto della dispersione delle acque meteoriche nei pozzi perdenti o nei bacini di laminazione. È quindi consigliabile prevedere una adeguata impermeabilizzazione degli interrati ed un'opportuna progettazione delle opere di dispersione degli stessi, (ricordando che in caso di innalzamento della falda potrebbero essere la via attraverso la quale l'acqua invade i locali interrati), pena la possibilità di allagamento dei locali o comunque di riscontrare chiazze d'umido ed altri deleteri effetti legati alla presenza di acqua.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it

9 – TUTELA DEGLI ACQUIFERI SOTTERRANEI

Circa la influenza delle opere di infiltrazione sugli acquiferi sotterranei si ricorda come illustrato in precedenza che la falda acquifera freatica si trova a circa 4-5 metri di profondità e che è ospitata in un acquifero ghiaioso e sovrastata da limi poco permeabili. Il livello di argilla superficiale è una efficace protezione nei confronti di polluenti provenienti dal suolo.

Il Piano di Tutela delle Acque all'art. 39 prevede adempimenti e trattamenti delle acque pluviali per i parcheggi o piazzali di zone residenziali dove sia possibile il dilavamento di sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente di estensione superiore ai 5.000 metri quadrati. Nel caso in specie questa condizione non ricorre in quanto le aree comuni a parcheggio sono di estensione inferiore ed inoltre non interessate dal deposito di materiali pericolosi dal punto di vista ambientale.

Non ricorre quindi l'obbligo di realizzare impianti di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia. Il medesimo art. 39 al comma 5 precisa che tali acque possono essere recapitate in corpo idrico superficiale o nel suolo, come appunto previsto.

La dispersione nel suolo delle acque non contrasta quindi con il Piano di Tutela delle Acque. Inoltre, trattandosi di aree dove difficilmente le acque possono caricarsi di sostanze pericolose per l'ambiente in concentrazioni significative non è ipotizzabile che la dispersione possa recare qualche pregiudizio all'igiene della falda freatica.

In base alle considerazioni riportate in questa relazione, si può affermare che la dispersione nel suolo delle acque non può compromettere l'integrità della risorsa idrica e del sottosuolo e che non è quindi necessario prevedere opere di mitigazione.

Dott. Paolo De Rossi
cell: 340 4501373
e-mail: pdr@geologoderossi.com
pec: pdr@epap.sicurezzapostale.it

STUDIO GEOLOGICO DE ROSSI
via Bombardi, 23
37131 VERONA
Tel: 045 6932124

Dott. Michele De Rossi
cell: 348 6607288
e-mail: michele.derossi93@gmail.com
pec: mdr@epap.sicurezzapostale.it