

COMUNE DI SARONNO

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO IN VARIANTE AL PGT
PROPOSTA DEFINITIVA
RIQUALIFICAZIONE AREA EX ISOTTA FRASCHINI

Proprietà

Saronno Città dei Beni Comuni Srl



Gruppo di progettazione

CZA - Cino Zucchi Architetti

Paolo Pomodoro Architetto

GEOlogica

Manens S.p.A.

Francesco Radrizzani Agronomo
e Idrogea Servizi

Studio tecnico topografico
Paolo Colombo

Systematica S.r.l.

Ammlex - Amministrativisti Associati

Elaborato

EX ISOTTA FRASCHINI, SARONNO (VA)
STUDIO PRELIMINARE PER IL
DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI
PER LA GESTIONE DELLE ACQUE
METEORICHE
AI SENSI DEL R.R. Regione Lombardia
7/2017 e s.m.i.

luglio 2024

revisione

00 - 00.00.0000	00 - 00.00.0000
00 - 00.00.0000	00 - 00.00.0000

Tavola

PR32

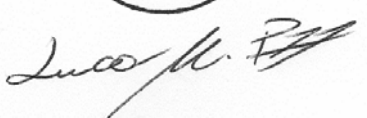
Saronno – Città dei beni comuni S.r.l.
Via Varese 25 D
21047 Saronno (VA)

EX ISOTTA FRASCHINI, SARONNO (VA)
STUDIO PRELIMINARE PER IL DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI
PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE
AI SENSI DEL R.R. Regione Lombardia 7/2017 e s.m.i.



RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA

R1/0624/ISO/INV/ZP | Giugno 2024



INDICE

1. Premessa	5
2. Riferimenti normativi	6
3. Inquadramenti	7
3.1 Inquadramento territoriale e catastale	7
3.2 Inquadramento morfologico e geologico	9
3.3 Inquadramento idrogeologico	11
3.3.1 Andamento del flusso idrico sotterraneo	12
4. Descrizione dell'intervento	16
5. Applicabilità del R.R. 7/2017 e s.m.i.	19
6. Individuazione delle modalità di calcolo	20
6.1 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione	20
6.2 Superficie interessata dall'intervento e coefficiente di deflusso medio ponderale	20
6.2.1 Superficie interessata dall'intervento	21
6.2.2 Coefficiente di deflusso medio ponderale	21
6.3 Valori ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori	22
6.4 Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo	23
6.5 Requisiti minimi	24
7. Procedura di calcolo dettagliata	26
7.1 Calcolo curva di possibilità pluviometrica	26
7.2 Tempo di corrivazione	28
7.3 Ietogramma di progetto	29
7.4 Calcolo della portata di ingresso	29
8. Calcolo dell'invaso utile	31
9. Tempo di svuotamento	33
10. Valutazioni relativamente ai risultati ottenuti	34
11. Ulteriori valutazioni relative all'area a Nord	44
Conclusioni	47

FIGURE (in testo)

<i>Figura 1: corografia</i>	<i>7</i>
-----------------------------------	----------

<i>Figura 2:</i> foto da drone marzo 2024.....	8
<i>Figura 3:</i> estratto di mappa	9
<i>Figura 4:</i> estratto Tavola 2 " Idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero" del PGT del Comune di Saronno	13
<i>Figura 5:</i> ubicazione piezometri	14
<i>Figura 6:</i> ricostruzione piezometria locale (22 maggio 2024).....	15
<i>Figura 7:</i> Masterplan	16
<i>Figura 8:</i> identificazione superfici coinvolte.....	18
<i>Figura 9:</i> stralcio allegato A del R.R. 7/2017 e s.m.i.....	19
<i>Figura 10:</i> coefficiente deflusso medio ponderale e superficie impermeabile equivalente ...	22
<i>Figura 11:</i> definizione classe d'intervento.....	24
<i>Figura 12:</i> definizione della tipologia del progetto e del metodo di calcolo	24
<i>Figura 13:</i> calcolo linea segnalatrice	26
<i>Figura 14:</i> calcolo linea segnalatrice con $Tr=50$ anni.....	27
<i>Figura 15:</i> calcolo linea segnalatrice con $Tr=100$ anni	28
<i>Figura 16:</i> ubicazione indicativa canali vegetati	35
<i>Figura 17:</i> esempio canale vegetato area centrale parco	36
<i>Figura 18:</i> esempio canale vegetato area centrale parco (1).....	36
<i>Figura 19:</i> esempio canale vegetato aree limitrofe lotti.....	37
<i>Figura 20:</i> esempio canale vegetato aree limitrofe lotti (1)	37
<i>Figura 21:</i> schematizzazione pozzo drenante	41
<i>Figura 22:</i> portata teorica smaltita da un pozzo perdente.....	42
<i>Figura 23:</i> Masterplan area a Nord	44
<i>Figura 24:</i> identificazione superfici coinvolte.....	46

TABELLE (in testo)

<i>Tabella 1:</i> sintesi dati soggiacenza falda idrica sotterranea	14
<i>Tabella 2:</i> individuazione superfici coinvolte	17
<i>Tabella 3:</i> individuazione tipologie superfici.....	21
<i>Tabella 4:</i> sintesi parametri rappresentativi dell'area.....	23
<i>Tabella 5:</i> valori linea segnalatrice.....	26
<i>Tabella 6:</i> parametri caratteristici area	30
<i>Tabella 7:</i> sintesi tipologia di superfici lotti 1, A ÷ D	39
<i>Tabella 8:</i> sintesi volumi minimi per gestione indipendente acque lotti 1, A ÷ D.....	40

Tabella 9: stima numero pozzi perdenti per ciascun lotto43

Tabella 10: individuazione superfici coinvolte45

ALLEGATI (fuori testo)

Allegato 1: risultati calcoli gestione acque meteoriche

Allegato 2: risultati calcoli gestione separata acque meteoriche (Lotto 1)

Allegato 3: risultati calcoli gestione separata acque meteoriche (Lotto A)

Allegato 4: risultati calcoli gestione separata acque meteoriche (Lotto B)

Allegato 5: risultati calcoli gestione separata acque meteoriche (Lotto C)

Allegato 6: risultati calcoli gestione separata acque meteoriche (Lotto D)

Allegato 7: risultati calcoli gestione acque meteoriche (area a Nord)

1. Premessa

Su incarico della Società Saronno – Città dei Beni Comuni S.r.l., con sede in Via Varese 25 D, in Comune di Saronno (VA), GEOlogica, studio professionale associato di Geologia, con sede legale in Via Ambrogio da Bollate 13 e uffici in Via Tito Speri 16, entrambi in Comune di Bollate (MI), ha redatto il presente studio preliminare per il dimensionamento dei volumi per la gestione delle acque meteoriche ai sensi del R.R. 07/2017 e s.m.i., sulla base delle indicazioni trasmesse dai Progettisti, relativamente al possibile *Masterplan* per la riqualificazione urbanistica dell'area denominata "ex Isotta Fraschini" sita in Via Milano 7, in Comune di Saronno (VA) che prevedrà l'edificazione di n. 5 differenti lotti a destinazione residenziale, educativa e commerciale, fusi tra loro all'interno di un ampio parco a verde.

Si precisa infatti che, secondo quanto previsto dall'Art. 1 del suddetto regolamento, le valutazioni in oggetto risultano necessarie *al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte a emissioni e scarichi inquinanti.*

Per tale motivo, al fine di dare evidenza circa le modalità di gestione delle acque meteoriche incidenti sul sito è stato redatto il presente elaborato tecnico nel quale, a seguito della definizione delle precipitazioni di progetto, sono state fornite alcune indicazioni relativamente alla portata e ai volumi minimi da prevedere per garantire il rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Si precisa che non essendo ancora disponibile il progetto definitivo, le valutazioni riportate dovranno essere approfondite una volta noto il progetto (almeno allo stato definitivo).

2. Riferimenti normativi

Al fine dell'espletamento dell'incarico assegnato, sono state considerate le seguenti norme:

- **R.R. n. 4/2006 e s.m.i.** [*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne...*];
- **L.R. n. 4/2016 e s.m.i.** [*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua*];
- **R.R. n. 7/2017 e s.m.i.** [*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12*];
- **D.G.R. n. 128/2018 e R.R. n. 7 del 29 giugno 2018 e s.m.i.** [*Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7*];
- Piano di Tutela ed uso delle Acque (**PTUA 2016**), approvato con Delibera n. 6990 del 31 luglio 2017;
- **R.R. n. 8/2019 e s.m.i.** [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')].

3. Inquadramenti

3.1 Inquadramento territoriale e catastale

L'area in oggetto è ubicata in Via Milano 7 e si situa nel settore occidentale del Comune di Saronno (VA), a una quota di circa 207 m s.l.m..

Il sito, individuato nella corografia in *Figura 1* tratta dalla Carta Tecnica Regionale della Lombardia, Foglio B5a4, presenta una superficie pari a circa 117.000 m² e risulta delimitato a Nord Est dalla linea ferroviaria Trenord, a Nord Ovest dall'area Ex De Nora, a Ovest da Via Varese, a Sud con un'altra area produttiva dismessa, mentre a Est da Via Milano, lato dal quale è possibile accedere all'area.

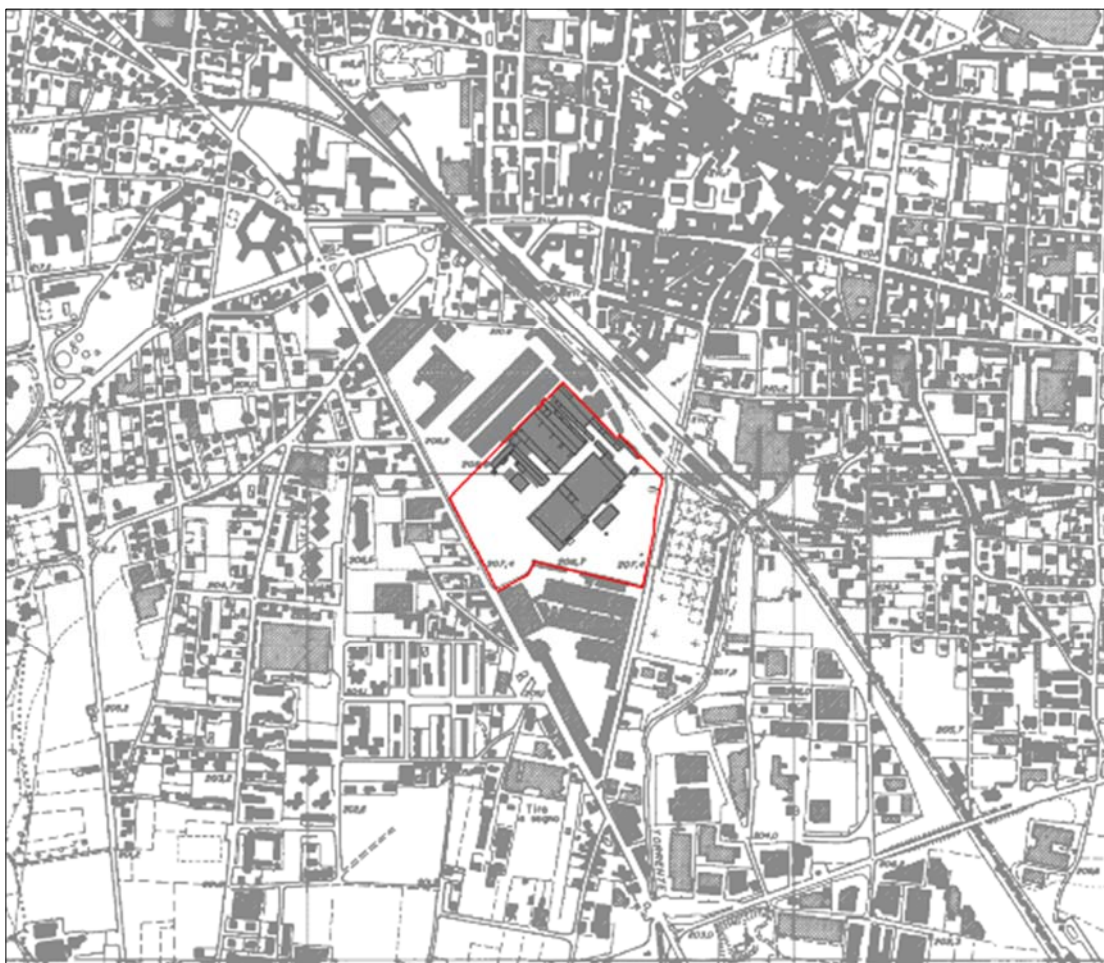


Figura 1: corografia

Nella seguente *Figura 2* viene riportata una foto da drone dell'area acquisita nel mese di marzo 2024, nella quale è possibile visualizzare con maggior dettaglio l'area in esame.



Figura 2: foto da drone marzo 2024

Dal punto di vista catastale, come visibile nella seguente *Figura 3*, l'area oggetto d'intervento è individuata al Foglio 15, particelle 15 (cabina enel), 19, 146, 147 e 148.

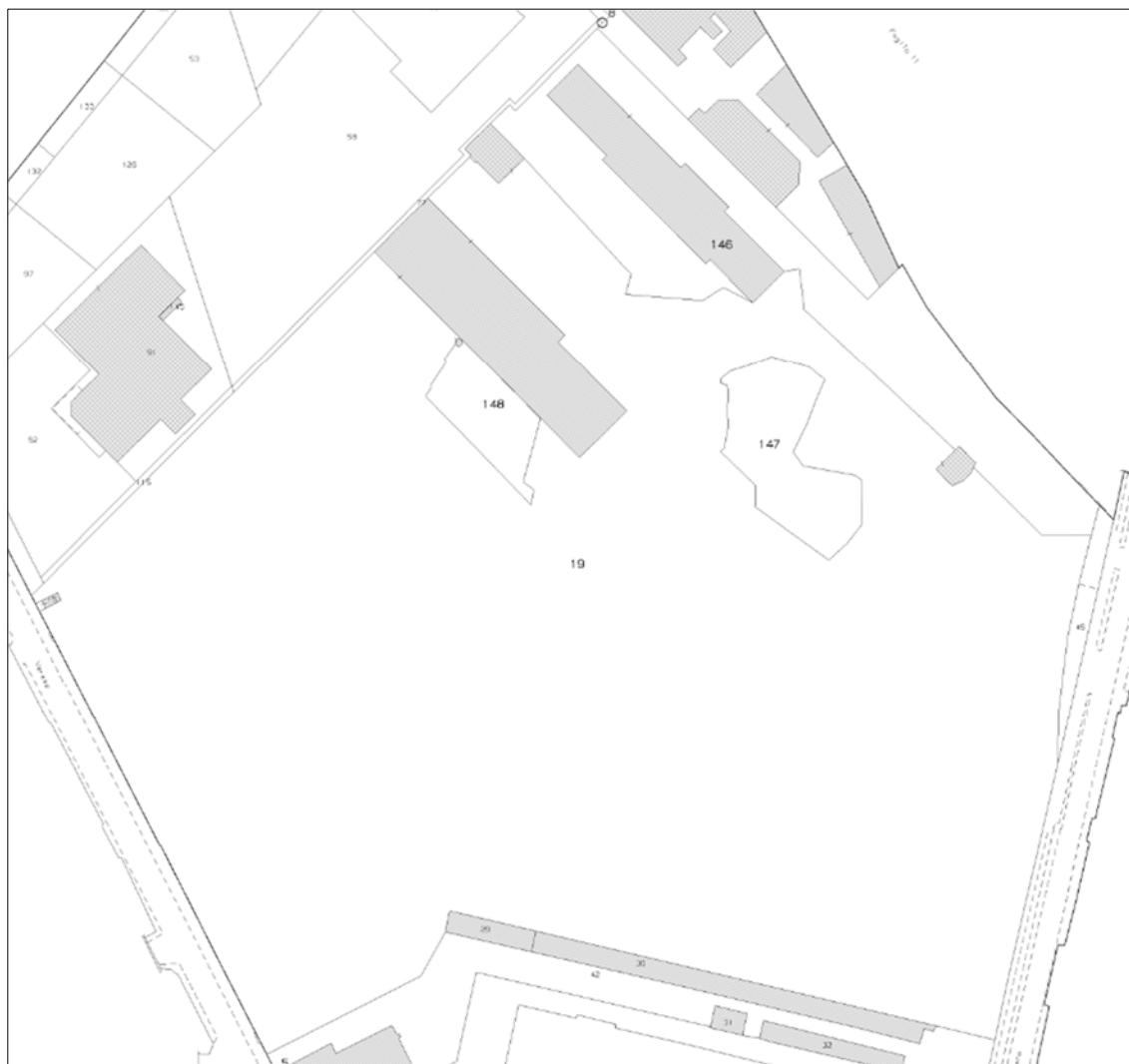


Figura 3: estratto di mappa

3.2 Inquadramento morfologico e geologico

Dal punto di vista morfologico l'area in esame si situa all'interno di una zona caratterizzata da una profonda urbanizzazione, il cui sottosuolo è formato da un notevole spessore di sedimenti plio-pleistocenici accumulatisi durante le fasi glaciali Mindel, Riss e Würm. La parte basale di tali depositi è di origine marina ed è caratterizzata quasi esclusivamente da litologie limoso-argillose mentre quella sommitale, di origine alluvionale, manifesta la presenza di litologie ghiaiose, sabbiose e conglomeratiche alternate ad argille e limi.

Sulla base della cartografia geologica ufficiale (Carta Geologica della Lombardia alla scala 1:250.000 - Servizio Geologico Nazionale – Regione Lombardia, 1990) l'unità affiorante nel territorio in oggetto è rappresentata dal "Diluvium recente" (Fluviale Würm Auct.), che costituisce il terrazzo del "livello fondamentale della pianura".

Le unità presenti in superficie e nel sottosuolo del settore in esame e nelle aree limitrofe, da quelle più recenti alle più antiche, presentano i caratteri di seguito descritti.

Depositi del Würm Auct. - Sono rappresentati dai depositi fluviali che formano i terrazzi del *Diluvium recente* (fluviale Würm Auct.) e del *Diluvium tardivo* (fluviale tardivo Auct.).

Il fluviale Würm costituisce gran parte della pianura milanese ("livello fondamentale della pianura"), mentre il fluviale tardivo forma un'unità contraddistinta da un piano più ribassato rispetto al precedente, che affiora a ridosso dei principali corsi d'acqua.

I caratteri litologici sono contraddistinti dalla netta prevalenza di terreni ghiaioso-sabbiosi con alterazione superficiale limitata ai primi 1- 3 m e manifestata da suoli a evoluzione poco spinta di colore bruno.

Depositi del Riss Auct. - I depositi attribuiti al Riss e al Mindel Auct. costituiscono i terrazzi fluviali identificati rispettivamente con il termine di Diluvium medio e antico che, ove affioranti, sono posti ad una quota altimetrica superiore a quella del livello fondamentale della pianura; essi formano ripiani terrazzati contraddistinti da superfici sommitali lievemente ondulate e dalla presenza di vallecole fortemente incise.

Litologicamente i depositi rissiani sono costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limosa con alterazione superficiale limitata ai primi 3-5 m, di colore giallo-rossastro, mentre i depositi mindeliani sono contraddistinti da sabbie e limi in matrice argillosa, profondamente alterati, e dalla presenza in superficie di suoli molto evoluti di colore rosso, completamente argillificati e decarbonatati ("ferretto vetusol").

Nell'area di indagine la successione dei depositi mindeliani e rissiani non affiora, ma è possibile rinvenirla nelle immediate vicinanze e in profondità al di sotto dei depositi würmiani dove, in relazione all'omogeneità dei caratteri litologici, viene accorpata in un'unica unità indistinta a litologia prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con frequenti alternanze di livelli limoso-argillosi.

Depositi del Mindel Auct. - Nell'area in esame i terreni attribuiti al Mindel sono rappresentati dai depositi fluviali (terrazzo del *Diluvium antico* o terrazzo a "ferretto"). Questo rilievo è limitato da scarpate con dislivelli maggiori di 20 m ed è caratterizzato da una superficie

sommitale lievemente ondulata, interessata dalla presenza di vallecole fortemente incise dai corsi d'acqua.

Sotto l'aspetto pedo-litologico l'unità è contraddistinta da suoli molto evoluti di colore rosso, completamente argillificati e decarbonatati ("*ferretto vetusol*"). Il substrato ghiaioso è anch'esso fortemente alterato per spessori talora superiori a 10 m. La coltre di alterazione formata dal "*ferretto*" ha uno spessore medio di 3-5 m e conferisce all'unità una scarsa permeabilità superficiale; tale orizzonte pedogenizzato risulta tuttavia assente in corrispondenza delle vallette incise dai torrenti.

Conglomerati tipo Ceppo (Ceppo Auct.) - Si tratta di conglomerati e arenarie che presentano una vasta diffusione nel sottosuolo dell'alta pianura; tali litotipi possiedono una permeabilità condizionata dal grado di fessurazione e dal fatto che per l'irregolare cementazione essi passano frequentemente a ghiaie e sabbie.

Tale unità costituisce la roccia serbatoio del primo acquifero, in quanto la frequente interposizione di livelli ghiaiosi, soprattutto verso la base dell'unità, le conferisce una discreta permeabilità.

3.3 Inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, l'area presenta i caratteri fondamentali della pianura milanese ovvero all'aumentare della profondità si evidenzia il progressivo affinamento dei caratteri litologici e una marcata e generale riduzione della granulometria procedendo verso Sud.

Ciononostante, il sottosuolo dell'area in oggetto è contraddistinto da una discreta omogeneità strutturale in quanto le principali caratteristiche litologiche e idrogeologiche si rinvencono con buona continuità areale.

Per la ricostruzione della geometria e dei rapporti tra i diversi acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto possono essere adottati criteri distintivi basati sull'identificazione di "unità idrogeologiche", che sono unità contraddistinte da una associazione di litotipi che presentano simile circolazione idrica sotterranea, rapporto di alimentazione-deflusso delle falde e disposizione geometrica rispetto agli altri acquiferi.

Come riportato nel documento "Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della L.R. 12/2005 e s.m.i. e secondo i criteri della D.G.R. n.

IX/2616/2011 – Relazione tecnica e norme geologiche di piano” giugno 2013 redatto dallo Studio Idrogeotecnico Associato Ghezzi – Breviglieri – Sguera, è possibile riconoscere nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e continuità areale e verticale.

Più in particolare, dalla più superficiale alla più profonda è possibile riconoscere le seguenti unità:

- Unità ghiaioso-sabbiosa: è costituita da depositi in facies fluvioglaciale e fluviale caratterizzati in prevalenza da ghiaie eterometriche, sabbie e ciottoli, con subordinate intercalazioni di conglomerati e di argille e limi sabbiosi privi di continuità laterale. Negli strati più superficiali del sottosuolo si riscontrano localmente livelli di argille bruno-rossastre e ghiaie limoso-argillose da poco a molto alterate con spessori estremamente variabili (0-20 m) in funzione del grado di erosione complessivo dell'area. L'unità è presente con continuità in senso orizzontale e verticale raggiungendo uno spessore complessivo da 70 a oltre i 100 m. È sede dell'acquifero superiore di tipo libero e localmente semiconfinato con soggiacenza media di circa 30-35 m dal p.c..
- Unità argilloso-ghiaiosa: è costituita da depositi in facies marina e transizionale ad argille e limi argillosi grigi arealmente continui, a cui si intercalano livelli ghiaiosi, sabbiosi e conglomeratici, sede di falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato e semiconfinato.
- Unità delle argille prevalenti: l'unità è costituita da depositi in facies marina e/o transizionale caratterizzati da argille prevalentemente di colore grigio, talvolta fossilifere, a cui si intercalano localmente livelli ghiaioso-sabbiosi di debole spessore, sede di rari acquiferi di tipo confinato a scarsa produttività. Il tetto dell'unità tende gradualmente ad approfondirsi da Nord verso Sud da quote massime di circa 60 m s.l.m. a minimi di circa 20 m s.l.m.. Lo spessore non è definibile in quanto le perforazioni non raggiungono il limite inferiore.

3.3.1 Andamento del flusso idrico sotterraneo

Relativamente alla direzione del flusso idrico sotterraneo, in *Figura 4* è riportato un estratto della Tavola 2 “*Idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero*” del PGT del Comune di Saronno,

nel quale sono riportate le isopieze della falda idrica sotterranea, ricostruite sulla base dei dati acquisiti nel mese di settembre 2009.

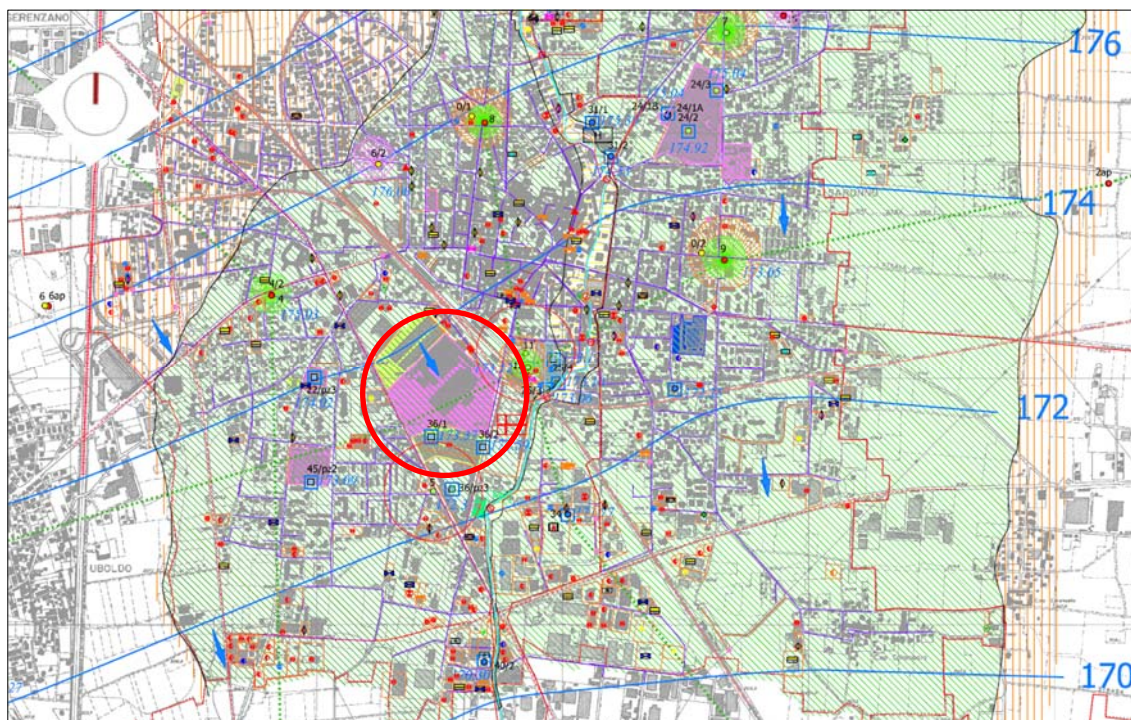


Figura 4: estratto Tavola 2 " Idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero" del PGT del Comune di Saronno

In linea generale, dall'elaborazione proposta, è possibile evidenziare come, in corrispondenza del settore in oggetto, la morfologia della superficie piezometrica determini una direzione di flusso idrico sotterraneo disposta in senso NW – SE.

Nell'area di studio la falda si rinviene a una quota di circa 173,5 m s.l.m., livello a cui corrisponde, tenuto conto di una quota media del piano campagna compresa tra circa 208 e 206,5 m s.l.m., una soggiacenza compresa tra circa 34,5 e 33 m da p.c..

In aggiunta a tutto quanto sopra, sulla base della rete di monitoraggio delle acque di falda presente in sito, costituita da n. 7 piezometri (PzA ÷ PzF e Pz4), è possibile effettuare la ricostruzione dell'andamento piezometrico locale.

Per maggiori dettagli, nella seguente *Figura 5*, è riportata l'ubicazione dei suddetti punti di controllo.

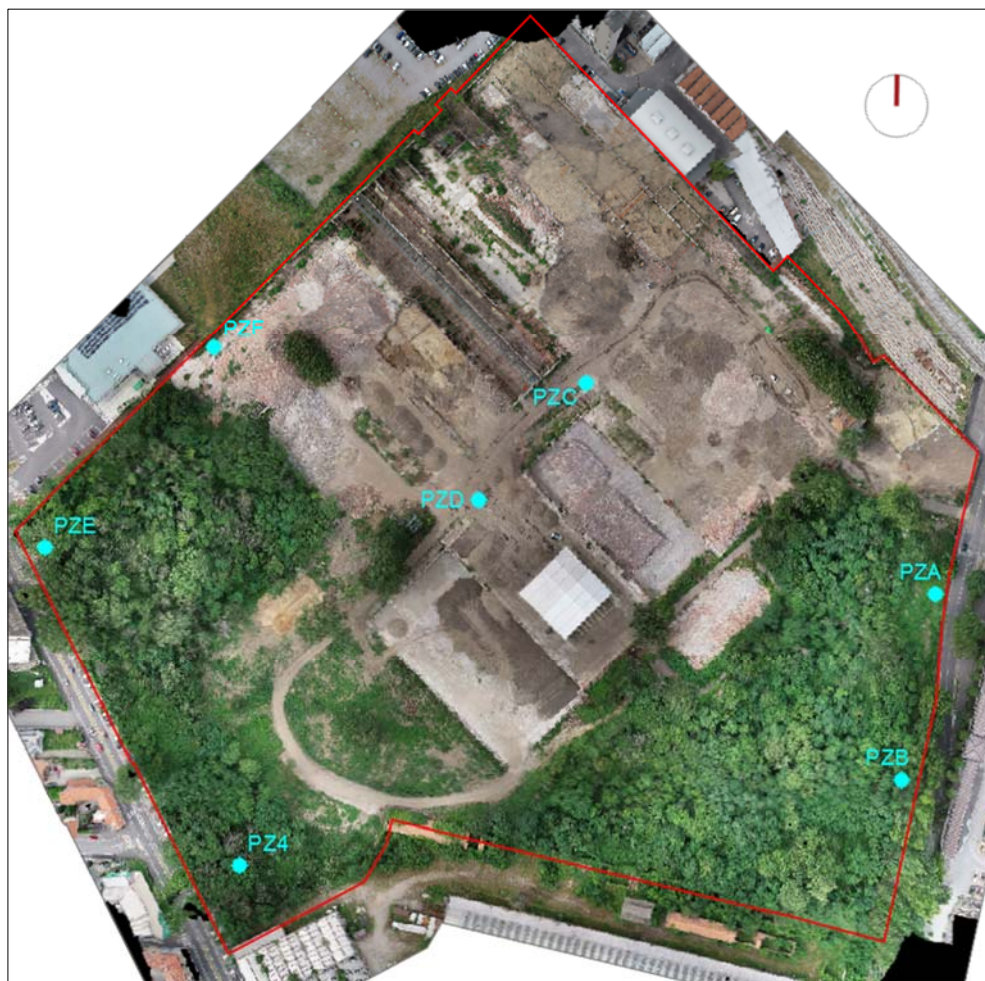


Figura 5: ubicazione piezometri

Ciò premesso, nei mesi di marzo 2021, novembre 2023, febbraio 2024 e maggio 2024, si è proceduto al rilievo della soggiacenza, i cui risultati sono riportati nella seguente *Tabella 1*.

ID Piezometro	18-mar-21		21-nov-23		15 febbraio 2024		22-mag-24	
	Soggiacenza (m da pvc)	Livello Piezometrico (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da pvc)	Livello Piezometrico (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da pvc)	Livello Piezometrico (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da pvc)	Livello Piezometrico (m s.l.m.)
PZA	33,440	176,134	n.d.	n.d.	36,23	172,384	34,49	174,124
PZB	33,460	175,903	37,210	172,153	36,26	172,162	34,52	173,902
PZC	33,020	176,610	36,890	172,740	36,26	173,370	34,5	175,130
PZD	32,770	176,523	36,640	172,653	36	173,293	34,24	175,053
PZE	31,010	176,727	34,870	172,867	34,23	173,507	32,52	175,217
PZF	33,000	176,891	36,880	173,011	36,22	173,671	34,5	175,391
PZ4	30,110	176,204	33,850	172,464	33,23	173,084	31,56	174,754

Tabella 1: sintesi dati soggiacenza falda idrica sotterranea

Più in particolare, sulla base dei dati acquisiti nel corso delle predette attività di monitoraggio è possibile confermare quanto riportato nel PGT del Comune di Saronno, ossia un andamento del flusso idrico sotterraneo orientato lungo una direttrice NW-SE e un livello piezometrico compreso tra circa 172,1 e 176,9 m s.l.m., in funzione del piezometro di riferimento (monte, centro o valle idrogeologica) nonché della stagionalità.

Per maggiori dettagli, nella seguente *Figura 6* si riporta l'andamento piezometrico locale, ricostruito sulla base dei dati acquisiti nel corso dell'ultima campagna di monitoraggio eseguita (maggio 2024).

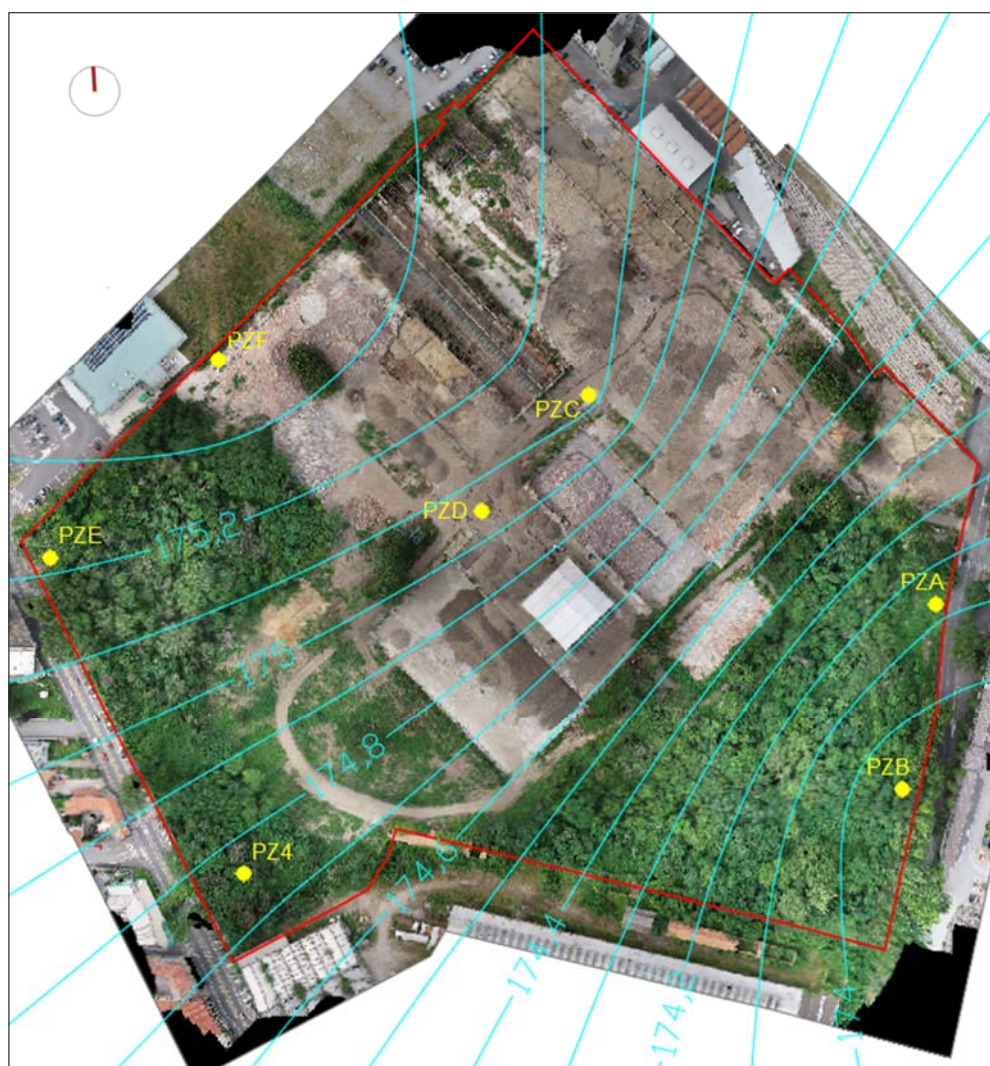


Figura 6: ricostruzione piezometria locale (22 maggio 2024)

4. Descrizione dell'intervento

Sulla base dei dati trasmessi dai Progettisti, presso l'area in esame è fase di valutazione, a conclusione delle attività di bonifica della matrice suolo/sottosuolo attualmente in corso, l'edificazione di n. 5 differenti lotti (denominati 1, A, B, C D) a destinazione residenziale, educativa e commerciale, fusi tra loro all'interno di un ampio parco a verde.

Più in particolare, la porzione meridionale del parco censita a bosco dal P.I.F di Regione Lombardia sarà caratterizzata dalla presenza di un bosco e il settore centro-settentrionale sarà costituito da una serie di "petali" a verde, immersi in parco fruibile. Per maggiori dettagli, demandando ai numerosi progetti già agli atti, nella seguente *Figura 7* è visibile il *Masterplan* dell'intervento in progetto.



Figura 7: Masterplan

Per quanto attiene ai parametri necessari per lo studio di invarianza idraulica l'opera in progetto, a fronte dei circa 117.000 m² complessivi del lotto d'intervento, si svilupperà, indicativamente, su un'area impermeabile di circa 32.000 m², su una superficie semipermeabile di circa 26.700 m² e su un'area permeabile di circa 58.250 m². Ciò posto, nella seguente *Tabella 2* si riporta la suddivisione delle diverse tipologie di superfici coinvolte.

Tipologia area	Tipologia superficie	Descrizione	Superficie (m ²)
Coperta	Impermeabile	Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti	31.969
Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi	26.720
Scoperta	Permeabile collettato	Porzioni area parco e vialetti in calcestr	17.113
Scoperta	Permeabile non collettato	Bosco e petali area parco	41.136
TOTALE LOTTO			116.938

Tabella 2: individuazione superfici coinvolte

Per maggiori dettagli, all'interno della planimetria riportata nella seguente *Figura 8*, sono evidenziate:

- in grigio le aree coperte dall'impronta degli edifici, dall'energy center e dalle pavimentazioni non drenanti (impermeabili);
- in magenta le aree semi-permeabili a terra pavimentate (semi-permeabili);
- in giallo le aree a verde collettate (permeabili);
- in verde le aree a verde non collettate (permeabili).



Figura 8 identificazione superfici coinvolte

5. Applicabilità del R.R. 7/2017 e s.m.i.

Con riferimento alla normativa tecnica di settore (Cfr. Paragrafo § 2) l'intervento di cui trattasi è tenuto al rispetto del principio di invarianza idraulica ai sensi dell'art. 3 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i. in quanto assimilabile a un intervento di ristrutturazione edilizia consistente nella demolizione totale degli edifici esistenti e ricostruzione con una variazione delle superfici coperte (Cfr. *Figura 9*).

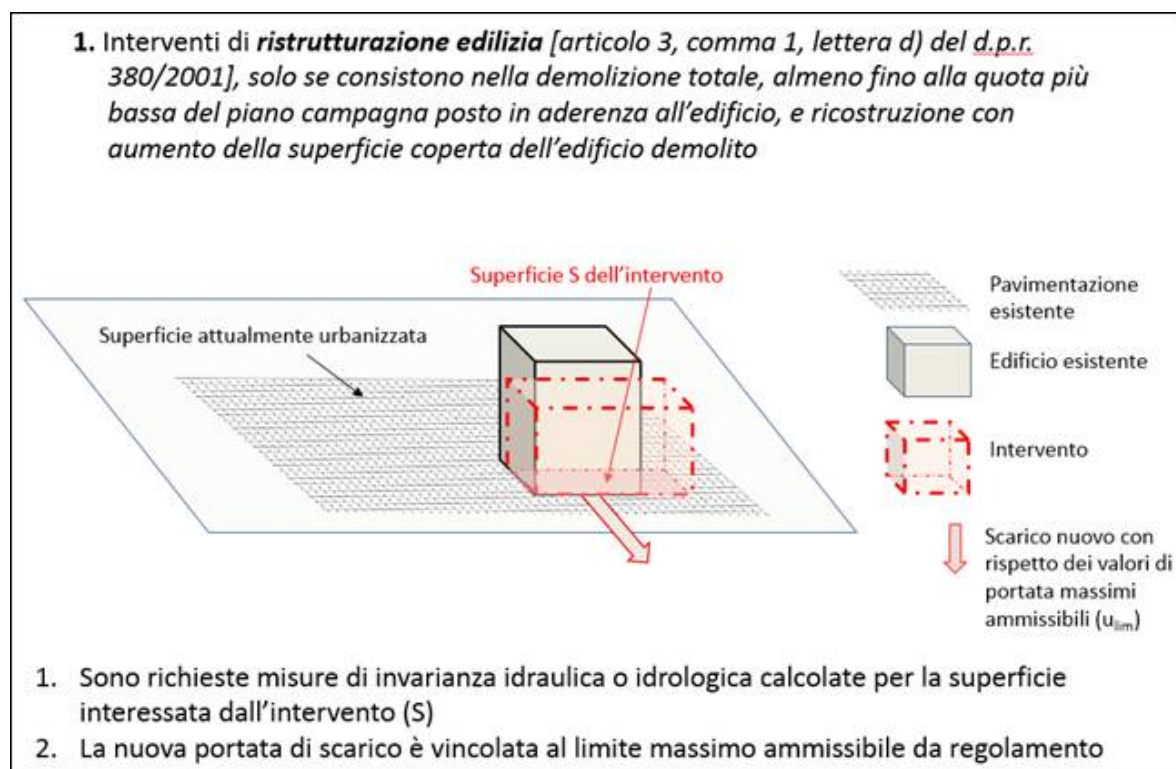


Figura 9: stralcio allegato A del R.R. 7/2017 e s.m.i.

6. Individuazione delle modalità di calcolo

Di seguito si riportano le singole valutazioni che consentono, in funzione di ogni requisito, di individuare le modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica. Si precisa che, per tali valutazioni, è stato utilizzato un software specialistico.

Ciò posto, si rammenta che, ai sensi dell'art. 2 comma 6 e dell'art. 9 comma 1 del R.R. 7/2017 e s.m.i., gli interventi soggetti all'applicazione del regolamento devono essere considerati nella loro unitarietà e non possono essere frazionati.

6.1 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione

Ai sensi dell'art. 7 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i., tutto il territorio della Regione Lombardia è stato suddiviso in tre diverse aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua recettori (si veda Allegato C del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.):

- aree A, ovvero ad alta criticità idraulica;
- aree B, ovvero a media criticità idraulica;
- aree C, ovvero a bassa criticità idraulica.

Il Comune di Saronno è individuato in Aree A, ovvero ad alta criticità idraulica.

6.2 Superficie interessata dall'intervento e coefficiente di deflusso medio ponderale

Per poter classificare gli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica è necessario conoscere la superficie interessata dall'intervento e il coefficiente di deflusso medio ponderale.

6.2.1 Superficie interessata dall'intervento

Secondo quanto già richiamato nel precedente Paragrafo § 4, sulla base delle informazioni preliminari trasmesse dai Progettisti, l'intervento può essere suddiviso nelle aree indicate nella seguente *Tabella 3*.

ID	Tipo di area	Descrizione	S m ²
1	Impermeabile	Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti	31.969
2	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi	26.720
3	Permeabile collettato	Porzioni area parco e vialetti in calcestre	17.113
4	Permeabile non collettato	Bosco e petali area parco	41.136
TOTALE			116.938

Tabella 3: individuazione tipologie superfici

6.2.2 Coefficiente di deflusso medio ponderale

Ai sensi dell'art. 11 comma 2 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i., la valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione o nell'insieme delle opere di laminazione, può essere effettuata anche in via semplificata adottando i seguenti valori standard del coefficiente di deflusso:

- pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposte a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del

regolamento di invarianza idraulica e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti e parcheggi;

- pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Tutto ciò premesso, valutando la media pesata dei coefficienti di deflusso relativi alle sotto aree sopra identificate, il programma calcola un coefficiente di deflusso medio ponderale pari a circa 0,47, cui corrisponde un'area impermeabile equivalente pari a circa 55.800 m² (Cfr. *Figura 10*).

Dati portata scaricabile

Livello di criticità: Area A - criticità alta ☐ Nessuna verifica di portata

☐ Carica portata ante intervento

Portata massima scaricabile: 10 l/s*ha.imp

Definizione aree

Descrizione	Tipo area	Superficie [m²]	Coeff. afflusso ϕ
Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	31969,0	1,00
Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità int.	Area semi-impermeabile	26720,0	0,70
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	17113,0	0,30
Bosco e petali area parco	Area permeabile	41136,0	0,00

Superficie totale: 116938,0 m²

Coefficiente afflusso medio ϕ : 0,4772

Figura 10: coefficiente deflusso medio ponderale e superficie impermeabile equivalente

6.3 Valori ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori

Ai sensi dell'art. 8 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i., gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso.

Per le aree A il valore massimo ammissibile è pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Non disponendo attualmente di ulteriori informazioni circa tale parametro dall'Ente gestore, tale valore non è stato modificato nelle assunzioni di calcolo. Tenuto conto delle superfici

scolanti, per l'area in esame, il limite di scarico risulta quindi essere pari a circa 55,8 l/s, come riportato nel seguente schema di calcolo:

$$10 \text{ l/s ha} / 10.000 \text{ m}^2 \cdot 55.800 \text{ m}^2 = 55,8 \text{ l/s}$$

6.4 Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo

Ai sensi dell'art. 9 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i., comma 1, ai fini dell'individuazione delle diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi in classi a seconda della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale. La modalità di calcolo da applicare per ogni intervento dipende dalla classe d'intervento indicata nella stessa tabella e dall'ambito territoriale in cui lo stesso ricade. Nella seguente *Tabella 4* si riassumono i dati che sono stati utilizzati per l'individuazione della classe d'intervento.

Dati	Valori
Superficie interessata dall'intervento	116.000 m ²
Coefficiente di deflusso medio ponderale	0,47
Ambiti territoriali	Area A

Tabella 4: sintesi parametri rappresentativi dell'area

Considerando i dati sopra esposti ne deriva una classe di intervento 3 che corrisponde a "*Impermeabilizzazione potenziale alta*" come riportato graficamente nella seguente *Figura 11* tratta dal R.R. 7/2017 e s.m.i..

Alla luce di tale classe, la norma prevede che sia redatto un progetto approfondito e che venga utilizzata la procedura di calcolo dettagliata (di cui all'art. 11 comma 2 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i. – Cfr. *Figura 12*).

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		

Figura 11: definizione classe d'intervento

CLASSE	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA u_{lim} [l/s/ha _{IMP}] *	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc/ha imp]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	B	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	C	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
1	A	10	800	Progetto semplificato.
	B	20	600	Progetto semplificato.
	C	20	400	Progetto semplificato.
2	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	C	20	400	Progetto semplificato.
3	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	C	20	400	Progetto semplificato.

Figura 12: definizione della tipologia del progetto e del metodo di calcolo

6.5 Requisiti minimi

Ai sensi dell'art. 12 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i., il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati

adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi di laminazione:

- a) per le aree A ad alta criticità idraulica: 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- b) per le aree B a media criticità idraulica: 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica: 400 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

I volumi di cui sopra sono da adottare anche quando è obbligatorio utilizzare una metodologia di calcolo approfondita (metodo delle sole piogge o procedura dettagliata) qualora il volume risultante dai calcoli di dettaglio fosse minore.

Nel caso in esame, rimane quindi da soddisfare un requisito minimo, riferito alle aree A, pari a 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Tutto ciò premesso, sulla base dei dati sopra esposti, il programma calcola un volume minimo dell'invaso pari a circa 4.460 m³, come riportato nel seguente schema di calcolo:

$$800 \text{ m}^3 / 10.000 \text{ m}^2 \cdot 55.800 \text{ m}^2 = 4.464 \text{ m}^3$$

Ciò nonostante, considerato che per la dispersione delle acque meteoriche accumulate saranno adottate delle soluzioni progettuali che garantiranno l'infiltrazione delle acque direttamente nel sottosuolo, soluzioni definite a seguito di apposite prove di permeabilità dei suoli, dovrà eventualmente essere considerato, così come riportato nella normativa di riferimento vigente (art. 11 comma 2 R.R. n. 7/2017 e s.m.i.), un volume utile pari a 3.125 m³, scaturente dalla riduzione del 30 % applicata al risultato rilevato mediante il metodo dei requisiti minimi.

Si segnala infatti che nel R.R. 07/2017 e s.m.i. è riportato che *"qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso i ricettori, il requisito minimo di cui all'art. 12, comma 2, è ridotto del 30 % purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità..."*.

Resta inteso, come da normativa, che tale volume sarà adottato solo qualora il volume risultante dai calcoli approfonditi (riportato nel Paragrafo § 7) risulti minore.

7. Procedura di calcolo dettagliata

7.1 Calcolo curva di possibilità pluviometrica

Secondo quanto previsto dal Regolamento regionale, la curva segnalatrice di possibilità climatica è stata ricavata dai dati forniti da ARPA Lombardia, sul sito <https://iris.arpalombardia.it/gis/NM/login.php>, come evidenziato nella seguente *Figura 13*.

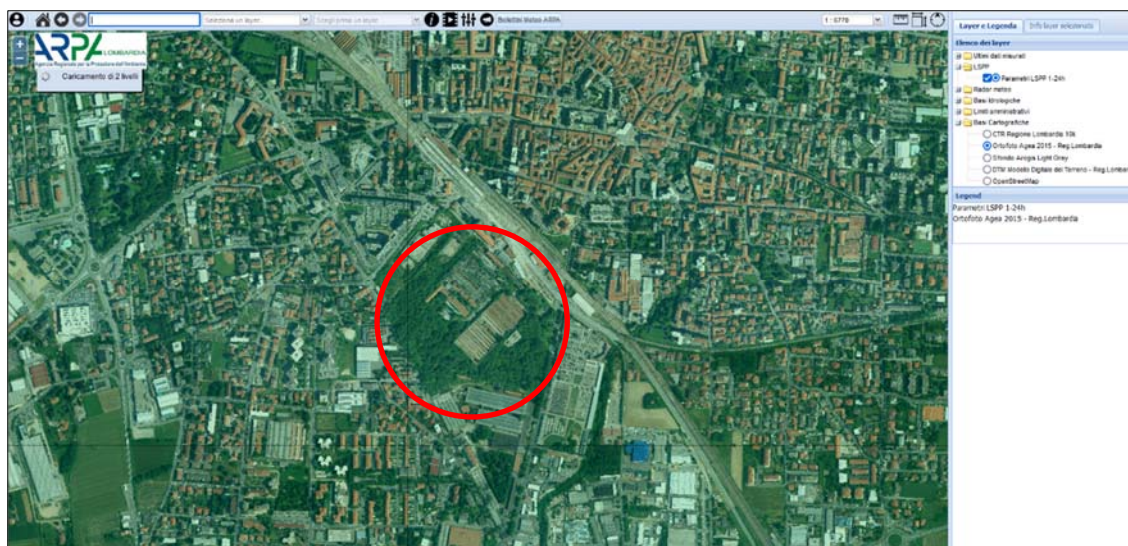


Figura 13: calcolo linea segnalatrice

Per l'area in oggetto sono stati determinati i parametri riportati nella seguente *Tabella 5*:

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	31,67
N - Coefficiente di scala	0,322
GEV - parametro alpha	0,2898
GEV - parametro kappa	-0,0132
GEV - parametro epsilon	0,8286

Tabella 5: valori linea segnalatrice

Inoltre, utilizzando un tempo di ritorno pari a 50 anni ($T = 50$ anni) e durate comprese tra 1 e

24 ore si determinano i seguenti valori di W_T (coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno) e h (altezza di pioggia):

- $W_T = 1,989$;
- $h = 62,99$ mm.

Per un tempo di ritorno pari a 100 anni i valori risultano rispettivamente pari a 2,203 e 69,77 mm (Cfr. *Figure 13 e 14*).

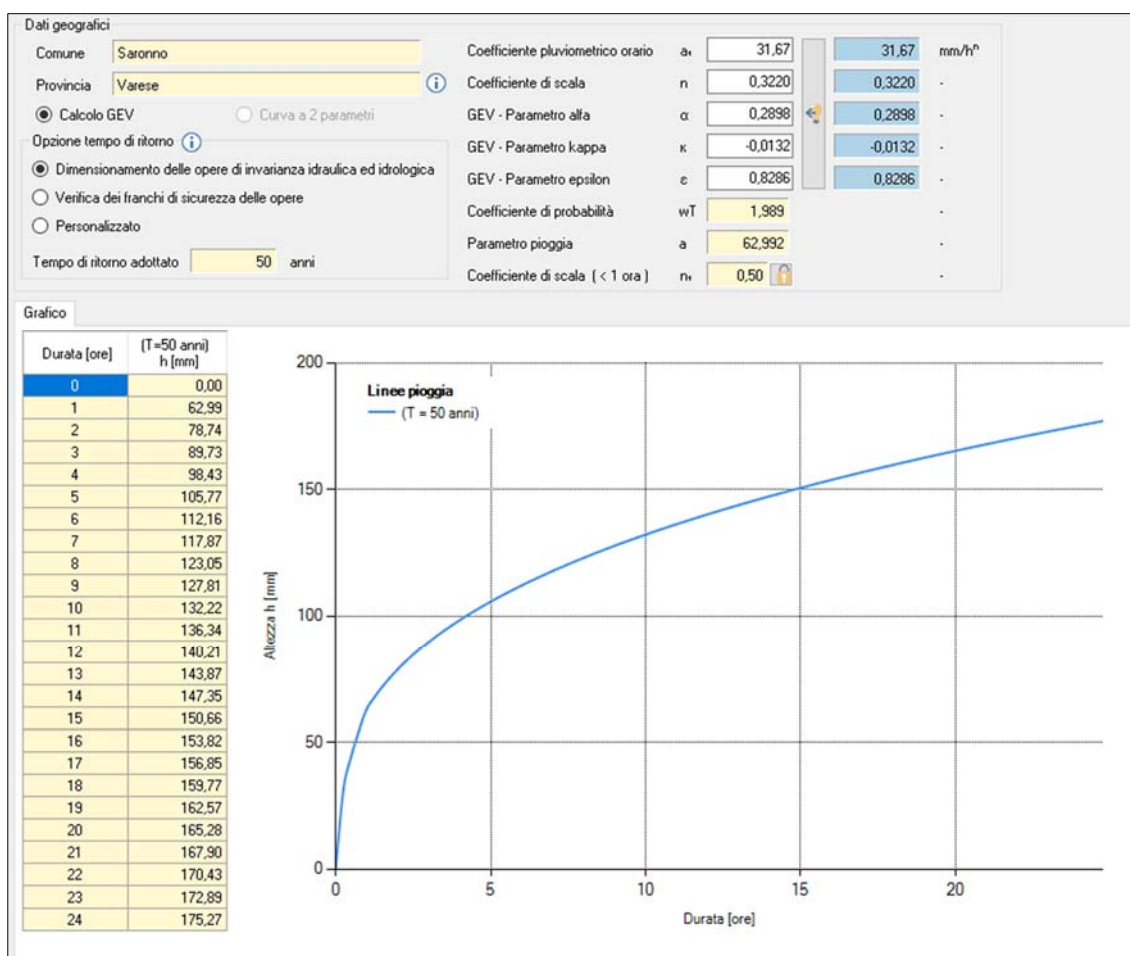


Figura 14: calcolo linea segnalatrice con $T_r=50$ anni

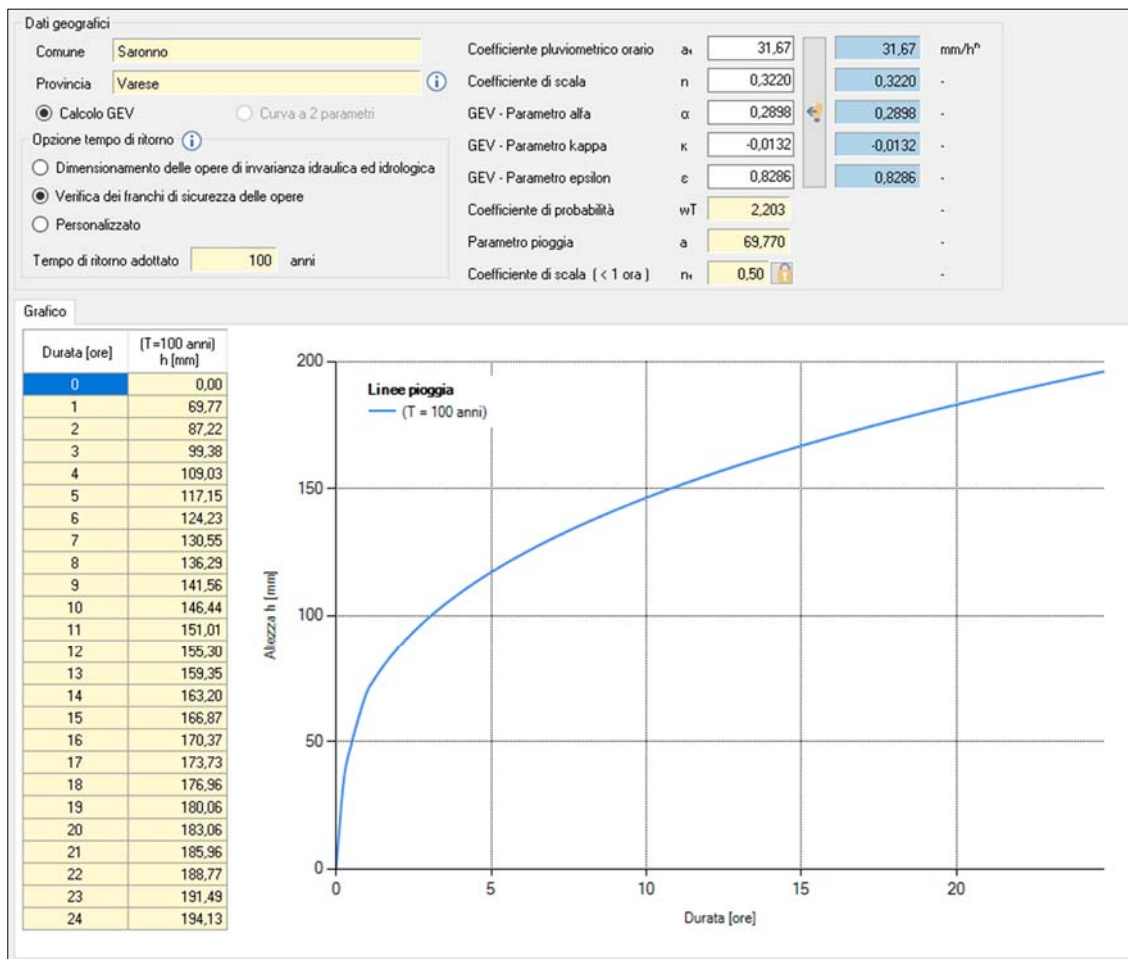


Figura 15: calcolo linea segnalatrice con $T_r=100$ anni

7.2 Tempo di corrivazione

Per le analisi sotto riportate si è dovuto stimare il tempo di corrivazione. Il tempo di corrivazione è definito come il tempo necessario affinché una particella d'acqua possa percorrere l'intero bacino seguendo il percorso idraulicamente più lungo e raggiungendo poi la sezione di chiusura dello stesso; vista l'estensione dell'area in progetto si è deciso di adottare un **tempo di corrivazione** pari a **6 minuti**.

7.3 Ietogramma di progetto

Lo ietogramma è *“un istogramma che rappresenta, per intervalli di tempo di assegnata durata Δt , il valore dell'altezza di pioggia (o dell'intensità) verificatesi in ciascuno di tali intervalli”* (Maione, 1995).

Lo ietogramma sintetico delle piogge lorde viene ricavato e dedotto direttamente, in mancanza di dati di pioggia diretti riferiti a uno specificato evento, dalle curve di possibilità pluviometrica, con analisi statistiche più o meno complesse.

A uno ietogramma di progetto è associato un certo tempo di ritorno o meglio, qualche parte dello ietogramma (volume totale, intensità di picco, ecc.), presenta quel tempo di ritorno.

Si è scelto, in fase progettuale, di utilizzare uno ***ietogramma di tipo Chicago*** per il calcolo dell'idrogramma di piena.

Questo tipo di ietogramma ha la proprietà che, se si considera una durata parziale all'interno della durata complessiva della pioggia, l'intensità del massimo scroscio relativo a tale durata è congruente con la curva di possibilità pluviometrica. Ha inoltre la qualità di essere poco sensibile alla variazione della durata di base “d”.

Non è così indispensabile trovare la durata critica dell'evento, essendo sufficiente che lo ietogramma abbia una durata maggiore o uguale alla durata critica presumibile per il bacino.

Un parametro di fondamentale importanza per questo tipo di ietogramma è la posizione del picco. Viene posto a 3/8 della durata complessiva dell'evento sintetizzato. Si è scelto di non ragguagliare gli ietogrammi con la procedura Wallingford.

Viste le proprietà sopra esposte, la **durata della pioggia** è stata considerata pari a **1 ora**.

7.4 Calcolo della portata di ingresso

È importante sottolineare che, operando la stima della portata al colmo a partire dalla precipitazione si ritiene implicitamente valida l'ipotesi che la frequenza di accadimento degli eventi meteorici estremi caratterizza direttamente quella della portata al colmo; questa ipotesi, sebbene discutibile, è applicabile, in prima approssimazione, a bacini di piccole dimensioni simili a quelli in esame.

Ciò premesso, per la definizione della portata in ingresso sono stati quindi elaborati gli idrogrammi di piena per le differenti tipologie di superfici in progetto, riportati in *Allegato 1*.

Conseguentemente a quanto detto, nella seguente *Tabella 6* si riportano i valori dei parametri caratteristici dell'area sottesa al volume di accumulo e la stima della relativa portata al colmo, nonché i parametri idraulici che connotano il comportamento dell'area in esame.

AREA SCOLANTE [ha]	T_{corr} [min]	ϕ_{pond} [-]	PORTATA AL COLMO Q_c [l/s]
16,00	6	0,47	4.646,29

Tabella 6: parametri caratteristici area

8. Calcolo dell'invaso utile

Il calcolo del volume invasato dal sistema di laminazione e della portata scaricata viene descritto dalla seguente equazione di continuità:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

dove:

- Q_e [m³/s]: portata in ingresso all'invaso;
- Q_u [m³/s]: portata in uscita dall'invaso, scaricata o infiltrata;
- W [m³]: volume invasato;
- t [s]: tempo.

Il volume invasato W , in ipotesi di forma prismatica, è dato dalla seguente relazione:

$$W = W[H(t)] = A_{inv} \cdot H(t)$$

dove:

- H [m]: battente idrico all'interno dell'invaso;
- A_{inv} [m²]: area di base dell'invaso.

Q_u è la legge di efflusso dell'invaso che dipende dal battente idrico H :

$$Q_u = Q_u(H(t))$$

dove Q_e è la portata in ingresso all'invaso relativa al tempo di ritorno di progetto e alla durata critica di progetto.

Risolvendo numericamente l'equazione di continuità è possibile definire istante per istante l'altezza del battente idrico, il volume invasato e la portata scaricata o infiltrata.

Il volume minimo che deve avere l'invaso W_0 è dato dal massimo valore di tutti i volumi d'acqua invasati in tutti gli intervalli di tempo i -esimi.

$$W_0 = \max_i(W_i)$$

Tutto ciò premesso, l'**invaso utile** che si ottiene dai calcoli ha un volume pari a **3.300,81 m³**.

Per maggiori dettagli, in *Allegato 1*, si riportano i calcoli effettuati per il rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Sulla base di tutto quanto sopra esposto e alla luce della volumetria prevista secondo la metodologia dei requisiti minimi è possibile sintetizzare i risultati dello studio con la seguente semplice equazione:

$$\text{Vol. requisiti minimi (ridotto del 30\%)} = 3.125 \text{ m}^3 < \text{Vol. calcolo dettagliato} = 3.301 \text{ m}^3$$

Sulla base di quanto sopra evidenziato, viene assunto il volume calcolato con il calcolo dettagliato e pertanto pari a 3.301 m³, quale dimensione della vasca di laminazione delle acque da realizzare per soddisfare i requisiti minimi dell'invarianza idraulica.

9. Tempo di svuotamento

Al fine di ottemperare a tutte le richieste previste dal Regolamento Regionale, e più in dettaglio con riferimento all'art. 11 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i., deve essere fatta una valutazione del tempo di svuotamento degli invasi.

La norma prevede che lo svuotamento dei volumi calcolati non deve durare più di 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile in vista di possibili eventi meteorici ravvicinati nel tempo. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore.

A fronte del volume di invaso pari a 3.301 m^3 in progetto e una portata uscente pari a $55,8 \text{ l/s}$ si ottiene un tempo di svuotamento inferiore alle 24 ore (circa **16,4 ore**) e, pertanto, idoneo alle richieste della normativa tecnica secondo il calcolo di seguito esposto:

Tempo di svuotamento (sec): $3.301.000 \text{ l} / 55,8 \text{ l/s} = 59.157 \text{ sec}$

Tempo di svuotamento (ore): $59.157 \text{ sec} / 3.600 = 16,4 \text{ ore}$

10. Valutazioni relativamente ai risultati ottenuti

Come riportato nei precedenti paragrafi, sulla base delle ipotesi progettuali a disposizione che, si ricorda, risultano in fase di definizione, è stato possibile calcolare un volume utile minimo per il rispetto dei principi di invarianza idraulica pari a circa 3.301 m³.

Ciò posto, in ragione della futura configurazione del sito che, come riportato nel paragrafo § 4, prevedrà la realizzazione di ampie aree a verde, allo stato attuale è in fase di valutazione la realizzazione di una serie di canali vegetati in grado di gestire il suddetto volume, mediante l'infiltrazione, direttamente nel sottosuolo, delle acque meteoriche incidenti sul sito.

Ciò nonostante, la predetta possibilità deve essere considerata previa valutazione della possibile interferenza con le fondazioni dei futuri edifici e della presenza di aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali, quali aree caratterizzate da falda sub-affiorante.

In riferimento a quanto sopra, secondo quanto già riportato nei precedenti paragrafi, presso l'area di studio la falda si rinviene a una quota di circa 33 m da p.c. e, pertanto, a profondità adeguata a consentire l'infiltrazione delle acque meteoriche.

Sulla base di quanto sopra esposto, tenuto inoltre conto di una litologia dei terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, è possibile confermare che lo stato ambientale del sito risulta essere favorevole per l'infiltrazione nel sottosuolo dell'afflusso meteorico incidente sul sito.

Tutto ciò premesso, nella seguente *Figura 16*, è riportata, mediante linee blu, una possibile ubicazione dei predetti canali.



Figura 16: ubicazione indicativa canali vegetati

Più in particolare, nelle seguenti *Figure 16 ÷ 19* si riportano alcuni dettagli delle possibili configurazioni finali dei canali, ubicati rispettivamente nella porzione centrale del parco e presso le aree limitrofe ai lotti in progetto.



Figura 17: esempio canale vegetato area centrale parco



Figura 18: esempio canale vegetato area centrale parco (1)



Figura 19. esempio canale vegetato aree limitrofe lotti



Figura 20. esempio canale vegetato aree limitrofe lotti (1)

Tali canali, dimensionati con una larghezza di circa 2 m e profondità pari a circa 1,25 m, tenuto conto del possibile tracciato riportato in *Figura 16*, consentirebbero di fornire un volume utile

pari a circa 4.000 m³ e, pertanto, notevolmente superiore rispetto a quello minimo calcolato per il rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica. Tenuto ulteriormente conto della presenza di terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, ossia di terreni con elevati valori di permeabilità, che consentirebbero di garantire un tempo di svuotamento inferiore alle 48 ore (ciò anche in ragione di un volume utile di circa 700 m³ superiore rispetto a quello calcolato per il rispetto dell'invarianza idraulica), si ritiene che la predetta soluzione progettuale possa garantire la gestione delle acque meteoriche incidenti sul sito.

Si precisa che, solo a valle dell'esecuzione di prove di permeabilità sito-specifiche, sarà possibile redigere un progetto esecutivo per il rispetto dei principi di invarianza idraulica.

In aggiunta a tutto quanto sopra esposto, risulta doveroso segnalare che, sebbene le acque meteoriche saranno infiltrate direttamente nel sottosuolo, risulterà necessario realizzare, presso i n. 5 lotti in progetto, delle vasche di rilancio che, oltre ad accumulare temporaneamente le acque incidenti su tali aree, consentiranno il deflusso delle stesse verso i canali vegetati sopra esposti. Tali vasche garantiranno un ulteriore volume utile per la laminazione delle acque meteoriche.

In aggiunta a tutto quanto sopra, in ragione della possibile futura necessità di gestione delle acque meteoriche ricadenti sui n. 5 lotti in progetto, singolarmente e separatamente rispetto alle restanti porzioni del sito, sono state effettuate alcune valutazioni in merito.

Più in particolare, nella seguente *Tabella 7* sono riportate le differenti tipologie di superfici in progetto per ciascuno dei n. 5 lotti, a partire dalle quali sono state calcolate le portate, i volumi e i tempi di svuotamento sintetizzati nella successiva *Tabella 8*.

Id. lotto	Tipologia area	Tipologia superficie	Descrizione	Superficie (m ²)
1	Coperta	Impermeabile	Edifici	9.273
	Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate	4.026
	Scoperta	Permeabile	Aree a verde	1.482
	<u>TOTALE LOTTO</u>			<u>14.781</u>
A	Coperta	Impermeabile	Edifici	8.064
	Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate	917

Id. lotto	Tipologia area	Tipologia superficie	Descrizione	Superficie (m²)
	TOTALE LOTTO			8.981
B	Coperta	Impermeabile	Edifici	3.132
	Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate	3.418
	Scoperta	Permeabile	Aree a verde	1.378
	TOTALE LOTTO			7.928
C	Coperta	Impermeabile	Edifici	2.647
	Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate	3.542
	Scoperta	Permeabile	Aree a verde	1.224
	TOTALE LOTTO			7.413
D	Coperta	Impermeabile	Edifici	2.055
	Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate	770
	Scoperta	Permeabile	Aree a verde	458
	TOTALE LOTTO			3.283
TOT.				42.432

Tabella 7: sintesi tipologia di superfici lotti 1, A ÷ D

Id. lotto	Volume minimo calcolato ai sensi del R.R. 0772017 e s.m.i.	Portata massima scaricabile nei ricettori	Tempo di svuotamento (< 48 ore)
1	715 m³	12,1 l/s	16 ore
A	845 m³	8,7 l/s	27 ore
B	536 m³	5,5 l/s	27 ore

Id. lotto	Volume minimo calcolato ai sensi del R.R. 0772017 e s.m.i.	Portata massima scaricabile nei ricettori	Tempo di svuotamento (< 48 ore)
C	497 m ³	5,1 l/s	27 ore
D	252 m ³	2,6 l/s	27 ore

Tabella 8: sintesi volumi minimi per gestione indipendente acque lotti 1, A ÷ D

Per maggiori dettagli, negli *Allegati 2 ÷ 6*, si riportano i fogli di calcolo per la stima delle suddette volumetrie.

Ciò premesso, qualora fosse necessario gestire le acque meteoriche incidenti sui n. 5 lotti in progetto in via separata, dovrà essere prevista, presso ciascun lotto, l'esecuzione di una vasca di laminazione dimensionata come da soprastante *Tabella 8*, successivamente, al fine di favorire la dispersione delle acque laminate nel sottosuolo, le stesse saranno convogliate verso una serie di pozzi perdenti il cui dimensionamento è stato eseguito attraverso il programma di calcolo "Pozzi Perdenti" nella versione più aggiornata (versione 2.0.0.0.); il software, attraverso la formulistica matematica alla base del moto di filtrazione, utilizza per il calcolo della portata dispersa da un pozzo, nell'ipotesi di terreno omogeneo e falda idrica profonda la seguente relazione:

$$Q = C \cdot K \cdot R \cdot H$$

nella quale, con riferimento alla seguente *Figura 21*:

- K è il coefficiente di permeabilità del terreno (m/s);
- R è il raggio del pozzo perdente (m);
- H il livello idrico all'interno del pozzo perdente – tirante idrico (m).
- C è un coefficiente sperimentale funzione delle dimensioni del pozzo.

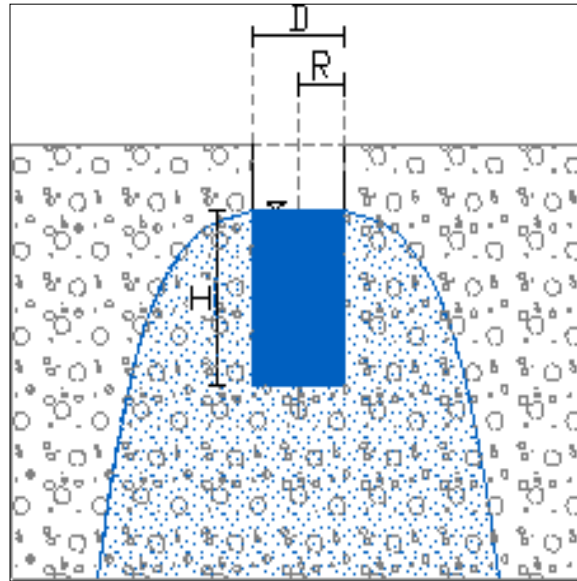


Figura 21: schematizzazione pozzo drenante

Per la valutazione della portata che un singolo pozzo potrà smaltire, in funzione del tirante H esistente all'interno del pozzo stesso, è stato utilizzato un coefficiente di permeabilità K sulla base delle caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti in sito, caratterizzati da una granulometria ghiaioso-sabbiosa (tale dato sarà oggetto di valutazione sito-specifica, mediante apposite prove di permeabilità).

Sulla base di quanto sopra esposto è stato considerato un coefficiente di permeabilità k pari a 5×10^{-5} m/s.

Ciò detto, il calcolo della portata teorica è riportato nella seguente Figura 22.

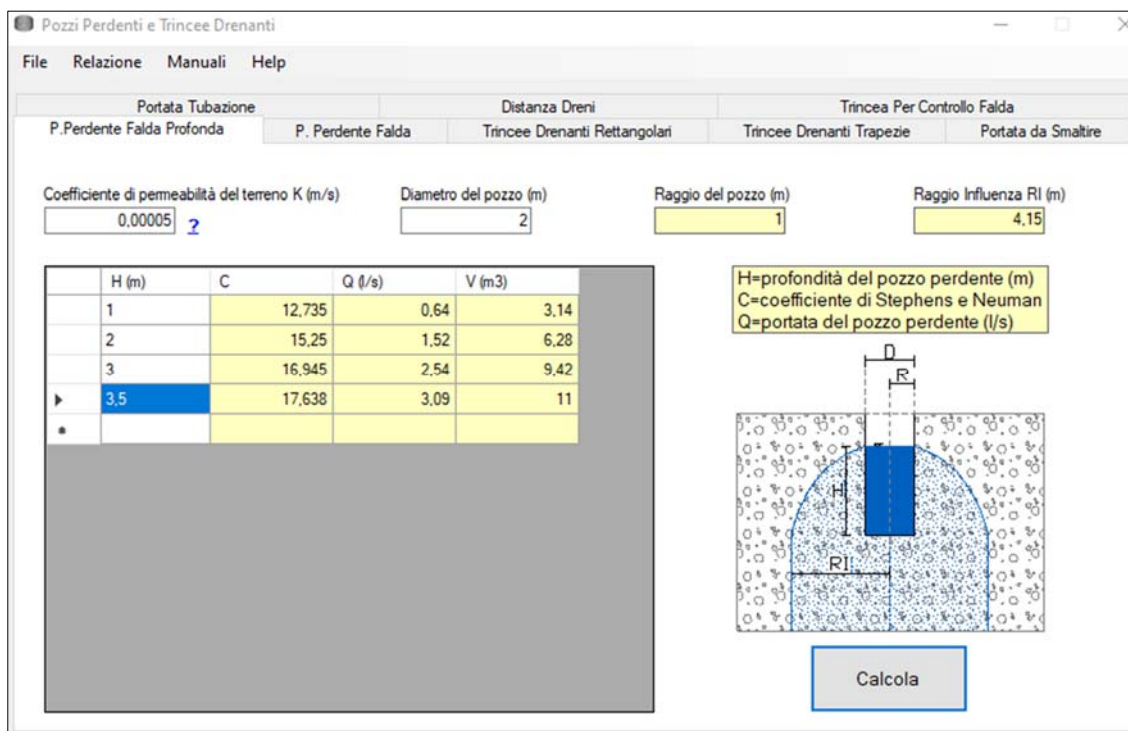


Figura 22: portata teorica smaltita da un pozzo perdente

Nelle assunzioni di base, il sistema di calcolo è stato impostato assegnando al pozzo perdente un diametro di 2 m e un'altezza utile di 3,5 m e, pertanto, un volume pari a circa 11 m³. Riprendendo i dati riportati in *Figura 22*, sulla base delle caratteristiche litologiche dell'area e tenendo conto di un tirante idrico pari a 3,5 m è possibile affermare che un pozzo può provvedere alla dispersione delle acque nel primo sottosuolo con una portata di circa 3,1 l/s; tenuto pertanto conto di tale capacità dispersiva e al fine di garantire un tempo di svuotamento inferiore alle 48 ore, sarà necessario realizzare:

- n. 2 pozzi perdenti per la gestione delle acque ricadenti sul lotto 1;
- n. 2 pozzi perdenti per la gestione delle acque ricadenti sul lotto A;
- n. 2 pozzi perdenti per la gestione delle acque ricadenti sul lotto B;
- n. 2 pozzi perdenti per la gestione delle acque ricadenti sul lotto C;
- n. 1 pozzo perdente per la gestione delle acque ricadenti sul lotto D.

Per maggiori dettagli, nella seguente *Tabella 9* si riportano i calcoli eseguiti per la stima del numero dei pozzi minimo necessario per il rispetto dell'invarianza idraulica.

Id. lotto	Volume minimo calcolato ai sensi del R.R. 0772017 e s.m.i. (Cfr. <i>Tabella 8</i>)	Portata garantita dai pozzi perdenti	Tempo di svuotamento (< 48 ore)
1	715.000 l	n. 2 pozzi: 6,2 l/s	32 ore
A	845.000 l	n. 2 pozzi: 6,2 l/s	38 ore
B	536.000 l	n. 2 pozzi: 6,2 l/s	24 ore
C	497.000 l	n. 2 pozzi: 6,2 l/s	22 ore
D	252.000 l	n. 1 pozzo: 3,1 l/s	22,5 ore

Tabella 9. stima numero pozzi perdenti per ciascun lotto

11. Ulteriori valutazioni relative all'area a Nord

Sebbene allo stato attuale sia in fase di valutazione la possibile riqualificazione dell'area posta a Nord dell'ex Isotta Fraschini, al fine di fornire comunque alcune valutazioni anche relativamente alla gestione delle acque meteoriche incidenti su tale settore e tenuto conto del possibile *Masterplan* fornito dai Progettisti, sono stati effettuati dei calcoli per la stima del volume da garantire per il rispetto dei principi di invarianza idraulica.

Più in particolare, il suddetto *Masterplan*, riportato nella seguente *Figura 23*, prevedrà la realizzazione un ampio parco avente estensione di circa 20.000 m² e costituito da una serie di petali adibiti a verde frammisti ad aree fruibili e sportive.



Figura 23: Masterplan area a Nord

Più in particolare, sulla base delle informazioni trasmesse dai Progettisti l'opera in progetto, a fronte dei circa 20.300 m² complessivi del lotto d'intervento, si svilupperà, indicativamente, su un'area impermeabile di circa 255 m², su una superficie semipermeabile di circa 483 m² e su un'area permeabile di circa 19.584 m². Ciò posto, nella seguente *Figura 12* si riporta la suddivisione delle diverse tipologie di superfici coinvolte.

Tipologia area	Tipologia superficie	Descrizione	Superficie (m ²)
Coperta	Impermeabile	Pavimentazioni non drenanti	255
Scoperta	Semi-permeabile	Aree semi-permeabili a terra pavimentate e campo da tennis	483
Scoperta	Permeabile collettato	Porzioni area parco e vialetti in calcestre	10.470
Scoperta	Permeabile non collettato	Petali area parco	9.114
TOTALE LOTTO			20.322

Tabella 10: individuazione superfici coinvolte

Per maggiori dettagli, nella seguente *Figura 24*, sono evidenziate:

- in grigio le pavimentazioni non drenanti (impermeabili);
- in magenta le aree semi-permeabili a terra pavimentate (semi-permeabili);
- in giallo le aree a verde collettate (permeabili);
- in verde le aree a verde non collettate (permeabili).

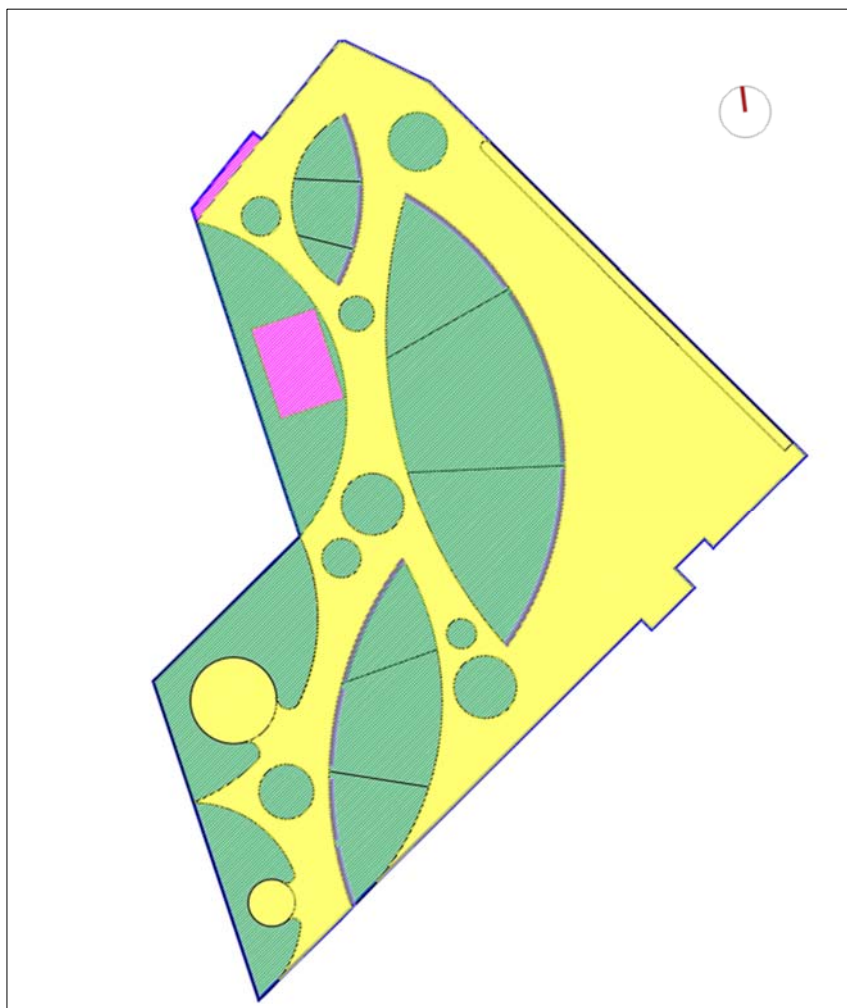


Figura 24: identificazione superfici coinvolte

Sulla base delle differenti tipologie di superfici sopra esposte è stato pertanto calcolato, mediante il metodo delle sole piogge, un volume minimo per il rispetto dei principi di invarianza idraulica pari a $362,5 \text{ m}^3$. Per maggiori dettagli relativamente ai calcoli effettuati si demanda all' *Allegato 7*.

Tutto ciò premesso, considerato che per la gestione delle acque meteoriche, come riportato nel precedente paragrafo § 10, è in previsione la realizzazione di un volume utile pari a circa 4.000 m^3 , volume garantito da una serie di canali vegetati disperdenti e tenuto ulteriormente conto che per il rispetto dei principi di invarianza idraulica per la sola area ex Isotta Fraschini risulterà necessario garantire un volume di circa 3.300 m^3 , l'eventuale surplus derivante dall'area a Nord, pari a circa 360 m^3 , potrà essere integralmente gestito dai predetti canali disperdenti.

Conclusioni

Su incarico della Società Saronno – Città dei Beni Comuni S.r.l., con sede in Via Varese 25 D, in Comune di Saronno (VA), GEOlogica, studio professionale associato di Geologia, con sede legale in Via Ambrogio da Bollate 13 e uffici in Via Tito Speri 16, entrambi in Comune di Bollate (MI), ha redatto il presente studio preliminare per il dimensionamento dei volumi per la gestione delle acque meteoriche ai sensi del R.R. 07/2017 e s.m.i., sulla base delle indicazioni trasmesse dai Progettisti relativamente al possibile *Masterplan* per la riqualificazione urbanistica dell'area denominata "ex Isotta Fraschini" e sita in Via Milano 7, in Comune di Saronno (VA) che prevedrà l'edificazione di n. 5 differenti lotti a destinazione residenziale, educativa e commerciale, fusi tra loro all'interno di un ampio parco a verde.

In aggiunta a quanto sopra, sebbene allo stato attuale sia in fase di valutazione la possibile riqualificazione dell'area posta a Nord dell'ex Isotta Fraschini, al fine di fornire comunque alcune valutazioni anche relativamente alla gestione delle acque meteoriche incidenti su tale settore e tenuto conto del possibile *Masterplan* fornito dai Progettisti sono stati effettuati dei calcoli per la stima del volume da garantire per il rispetto dei principi di invarianza idraulica.

Ciò posto, in seguito a una valutazione circa le superfici interessate dall'intervento di riqualificazione edilizia in progetto, per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica è stato calcolato, un volume totale di immagazzinamento delle acque meteoriche pari a circa 3.663 m³, di cui 3.301 m³ necessari per la gestione delle acque meteoriche incidenti sull'ex Isotta Fraschini e 362 m³ per le acque ricadenti sull'area a Nord.

Sulla base di tutto quanto sopra esposto è stata quindi fornita una possibile soluzione progettuale per la gestione delle acque meteoriche che potrà prevedere la realizzazione di una serie di canali vegetati disperdenti in grado di mettere a disposizione un volume utile pari a circa 4.000 m³.

In aggiunta a quanto sopra, qualora emergesse la necessità di gestire le acque meteoriche incidenti sui n. 5 lotti in progetto, singolarmente e separatamente rispetto alle restanti porzioni del sito, è stata proposta un'ulteriore soluzione che prevedrà, per ciascun lotto, l'esecuzione di una vasca di laminazione le cui acque saranno successivamente convogliate verso una serie di pozzi perdenti in grado di infiltrare, direttamente nel sottosuolo, le acque precedentemente laminate.

Più in particolare, sono state previsti:

- per il lotto 1 una vasca di 715 m³ e n. 2 pozzi perdenti in grado di infiltrare le acque con una portata di 6,2 l/s;

- per il lotto A una vasca di 845 m³ e n. 2 pozzi perdenti in grado di infiltrare le acque con una portata di 6,2 l/s;
- per il lotto 1 una vasca di 536 m³ e n. 2 pozzi perdenti in grado di infiltrare le acque con una portata di 6,2 l/s;
- per il lotto 1 una vasca di 497 m³ e n. 2 pozzi perdenti in grado di infiltrare le acque con una portata di 6,2 l/s;
- per il lotto 1 una vasca di 252 m³ e n. 1 pozzo perdente in grado di infiltrare le acque con una portata di 3,1 l/s.

Si segnala, infine, che è stata anche prevista e dimensionata, ove necessario, l'acqua ricadente nell'area parco a Nord dell'area di proprietà e, anche in questo caso, tali volumi saranno gestibili senza problemi all'interno dell'ex Isotta Fraschini.

Tutto ciò premesso, dallo studio preliminare del progetto di gestione delle acque d'invarianza idraulica, non si ravvedono elementi di criticità per la gestione delle stesse e, qualora si optasse per i canali vegetati drenanti, si garantirebbe un riuso delle acque stesse per l'irrigazione delle aree a verde, secondo il principio di riutilizzo e di economia circolare caro alla Committente e alla base di tutto il progetto.

Bollate, giugno 2024

Dott. Geol. Luca M. Pizzi



Saronno – Città dei beni comuni S.r.l.

Via Varese 25 D

21047 Saronno (VA)

EX ISOTTA FRASCHINI, SARONNO (VA)
STUDIO PRELIMINARE PER IL DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI
PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE
AI SENSI DEL R.R. Regione Lombardia 7/2017 e s.m.i.



ALLEGATI

R1/0624/ISO/INV/ZP | Giugno 2024



ALLEGATI



ALLEGATO 1

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 3 - Impermeabilizz. potenziale alta

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	31969,0	1,00
Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi	Area semi-impermeabile	26720,0	0,70
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	17113,0	0,30
Bosco e petali area parco	Area permeabile	41136,0	0,00

Superficie totale 116938,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,4772

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 55,8$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi Metodo analitico di dettaglio

Portata massima scaricabile
Portata massima scaricabile <u>10,00</u> l/(s*ha _{imp})
Origine del vincolo di portata: .

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	31969,0	1,00
Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi	Area semi-impermeabile	26720,0	0,70
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	17113,0	0,30
Bosco e petali area parco	Area permeabile	41136,0	0,00

Sup. totale intervento 116938,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,4772

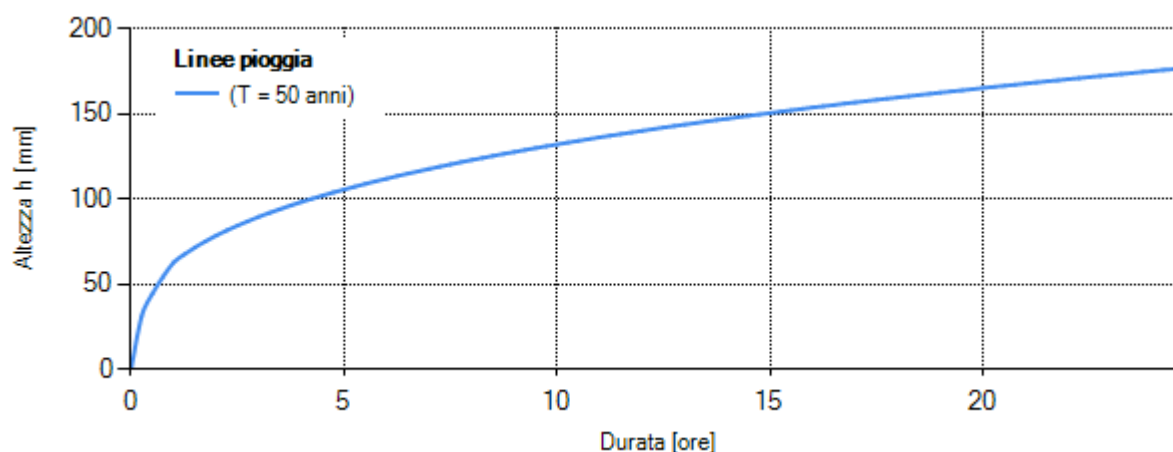
LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari

Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
22	170,43
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno

Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica

Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ

Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.

T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	31969,0	1,00	6
Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi	Area semi-impermeabile	26720,0	0,70	6
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	17113,0	0,30	6
Bosco e petali area parco	Area permeabile	41136,0	0,00	6
Superficie totale intervento: 116938,0 m ²		Valori medi	0,4772	

IETOGRAMMA DI PIOGGIA

Definizione ietogramma di pioggia - Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

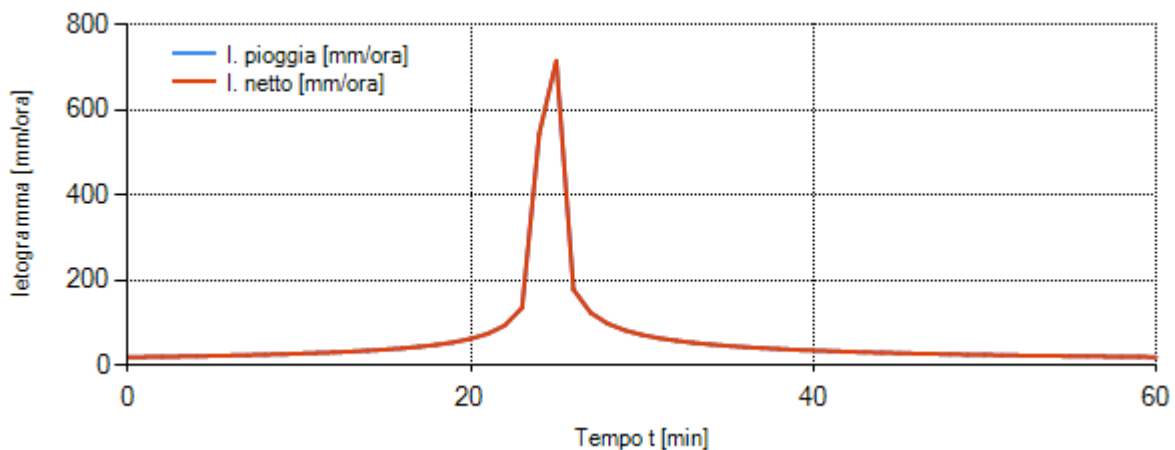
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	20,00
5	23,35	23,35
10	28,55	28,55
12	31,58	31,58
13	33,41	33,41
14	35,54	35,54
15	38,04	38,04
16	41,03	41,03
17	44,67	44,67
18	49,23	49,23
19	55,16	55,16
20	63,25	63,25
21	75,12	75,12
22	94,73	94,73
23	135,87	135,87
24	543,34	543,34
25	715,25	715,25
26	178,86	178,86
27	124,70	124,70

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
28	98,88	98,88
29	83,26	83,26
30	72,62	72,62
31	64,81	64,81
32	58,80	58,80
33	54,01	54,01
34	50,08	50,08
35	46,79	46,79
36	43,99	43,99
37	41,57	41,57
38	39,45	39,45
39	37,58	37,58
40	35,92	35,92
41	34,43	34,43
42	33,08	33,08
43	31,86	31,86
44	30,74	30,74
45	29,72	29,72
46	28,77	28,77
47	27,90	27,90
48	27,09	27,09
50	25,63	25,63
55	22,70	22,70
60	20,48	20,48

Definizione ietogramma di pioggia - Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

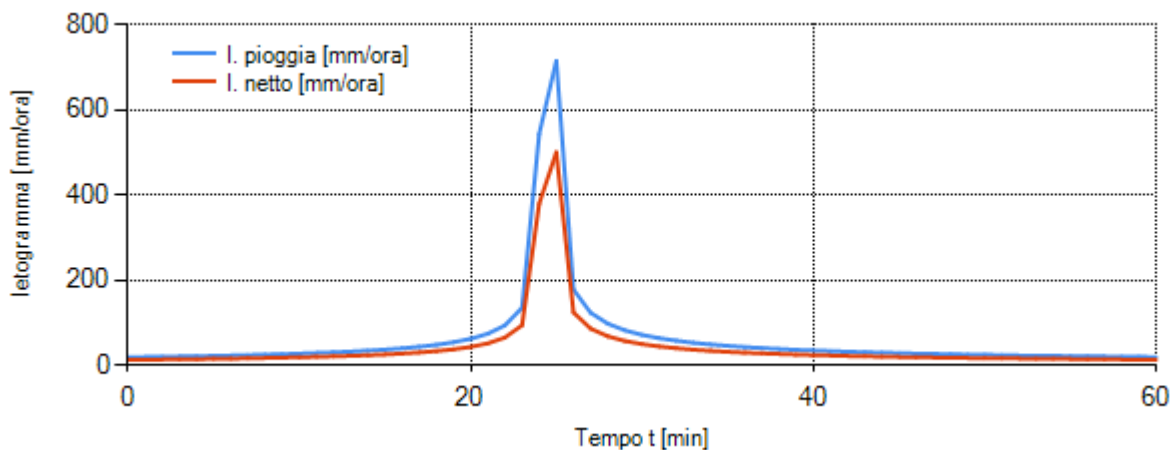
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	14,00
5	23,35	16,35
10	28,55	19,99
12	31,58	22,10
13	33,41	23,39
14	35,54	24,88
15	38,04	26,63
16	41,03	28,72
17	44,67	31,27
18	49,23	34,46
19	55,16	38,61
20	63,25	44,28
21	75,12	52,58
22	94,73	66,31
23	135,87	95,11
24	543,34	380,33
25	715,25	500,68
26	178,86	125,20
27	124,70	87,29
28	98,88	69,22
29	83,26	58,28

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
30	72,62	50,83
31	64,81	45,37
32	58,80	41,16
33	54,01	37,81
34	50,08	35,05
35	46,79	32,75
36	43,99	30,79
37	41,57	29,10
38	39,45	27,62
39	37,58	26,31
40	35,92	25,15
41	34,43	24,10
42	33,08	23,16
43	31,86	22,30
44	30,74	21,52
45	29,72	20,80
46	28,77	20,14
47	27,90	19,53
48	27,09	18,96
50	25,63	17,94
55	22,70	15,89
60	20,48	14,33

Definizione ietogramma di pioggia - Porzioni area parco e vialetti in calcestre

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

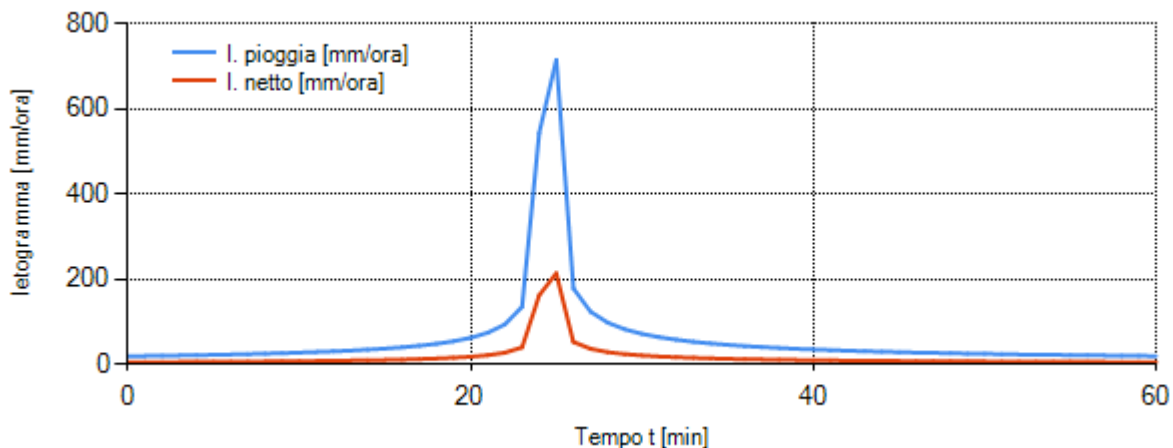
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	6,00
5	23,35	7,01
10	28,55	8,57
12	31,58	9,47
13	33,41	10,02
14	35,54	10,66
15	38,04	11,41
16	41,03	12,31
17	44,67	13,40
18	49,23	14,77
19	55,16	16,55
20	63,25	18,98
21	75,12	22,54
22	94,73	28,42
23	135,87	40,76
24	543,34	163,00
25	715,25	214,58
26	178,86	53,66
27	124,70	37,41
28	98,88	29,67
29	83,26	24,98

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
30	72,62	21,78
31	64,81	19,44
32	58,80	17,64
33	54,01	16,20
34	50,08	15,02
35	46,79	14,04
36	43,99	13,20
37	41,57	12,47
38	39,45	11,84
39	37,58	11,28
40	35,92	10,78
41	34,43	10,33
42	33,08	9,92
43	31,86	9,56
44	30,74	9,22
45	29,72	8,91
46	28,77	8,63
47	27,90	8,37
48	27,09	8,13
50	25,63	7,69
55	22,70	6,81
60	20,48	6,14

Definizione ietogramma di pioggia - Bosco e petali area parco

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

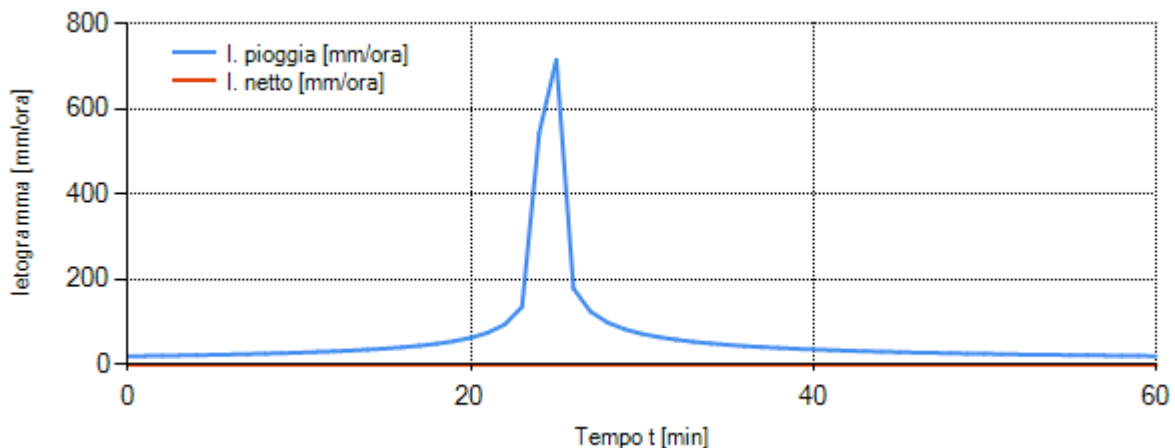
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



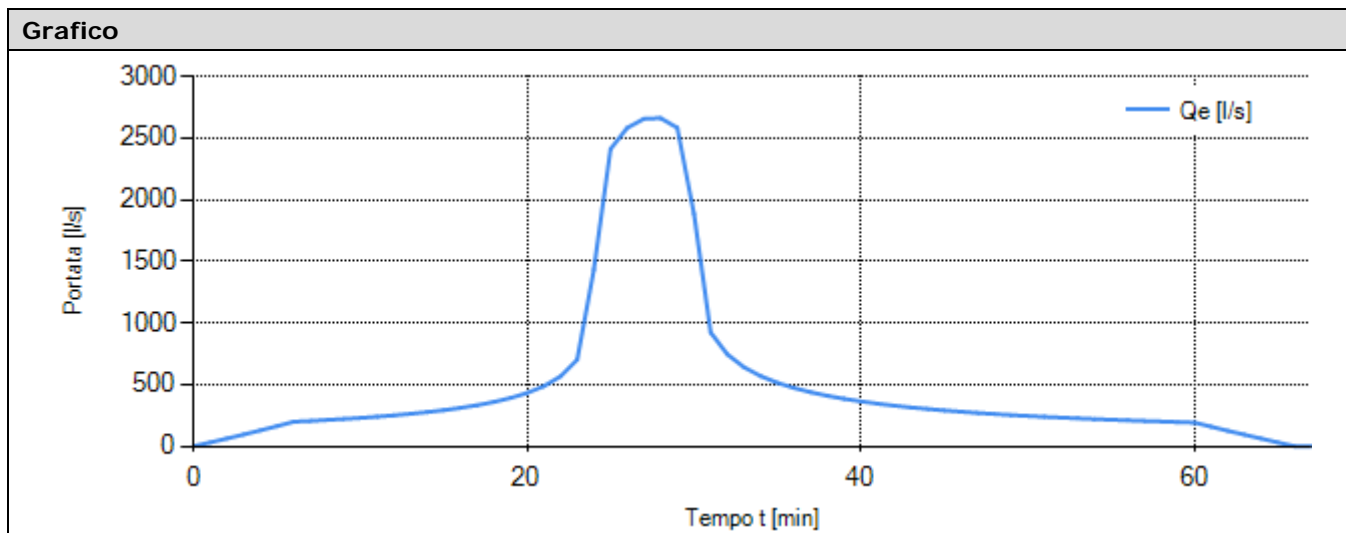
Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	0,00
5	23,35	0,00
10	28,55	0,00
12	31,58	0,00
13	33,41	0,00
14	35,54	0,00
15	38,04	0,00
16	41,03	0,00
17	44,67	0,00
18	49,23	0,00
19	55,16	0,00
20	63,25	0,00
21	75,12	0,00
22	94,73	0,00
23	135,87	0,00
24	543,34	0,00
25	715,25	0,00
26	178,86	0,00
27	124,70	0,00
28	98,88	0,00
29	83,26	0,00
30	72,62	0,00

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
31	64,81	0,00
32	58,80	0,00
33	54,01	0,00
34	50,08	0,00
35	46,79	0,00
36	43,99	0,00
37	41,57	0,00
38	39,45	0,00
39	37,58	0,00
40	35,92	0,00
41	34,43	0,00
42	33,08	0,00
43	31,86	0,00
44	30,74	0,00
45	29,72	0,00
46	28,77	0,00
47	27,90	0,00
48	27,09	0,00
50	25,63	0,00
55	22,70	0,00
60	20,48	0,00

IDROGRAMMA DI PIENA

Area Edifici, energy center, pavimentazioni non drenanti			
Tipo area	Area impermeabile		
Superficie		31969,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	1,00	-
Tempo corrvazione	t_c	6	min

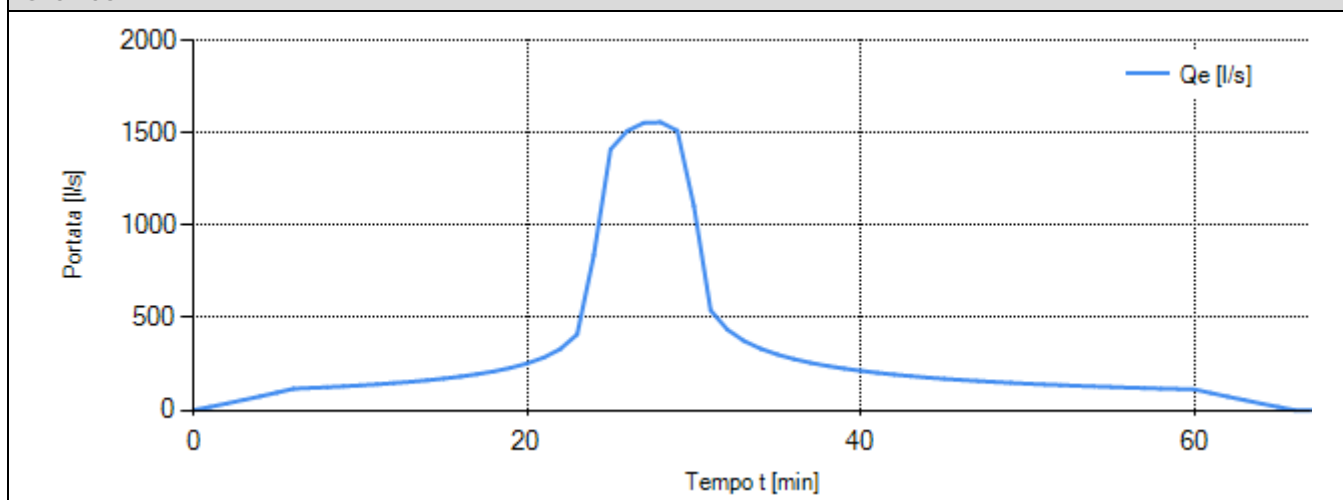


Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	162,27	229,10	249,84	262,10	276,01	291,94	310,42	332,20	358,34
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	390,56	431,60	486,52	566,07	701,16	1433,05	2410,79	2582,04	2655,48	2661,62
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	2583,70	1886,45	923,00	745,16	640,45	568,17	514,15	471,74	437,32	408,66
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	384,32	363,35	345,04	328,88	314,49	301,59	289,95	279,36	269,69	260,82
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	245,05	214,25	191,54	30,34						

Area Aree semi-permeabili a terra pavimentate, viabilità interna e parcheggi

Tipo area	Area semi-impermeabile		
Superficie		26720,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,70	-
Tempo corrvazione	t_c	6	min

Grafico



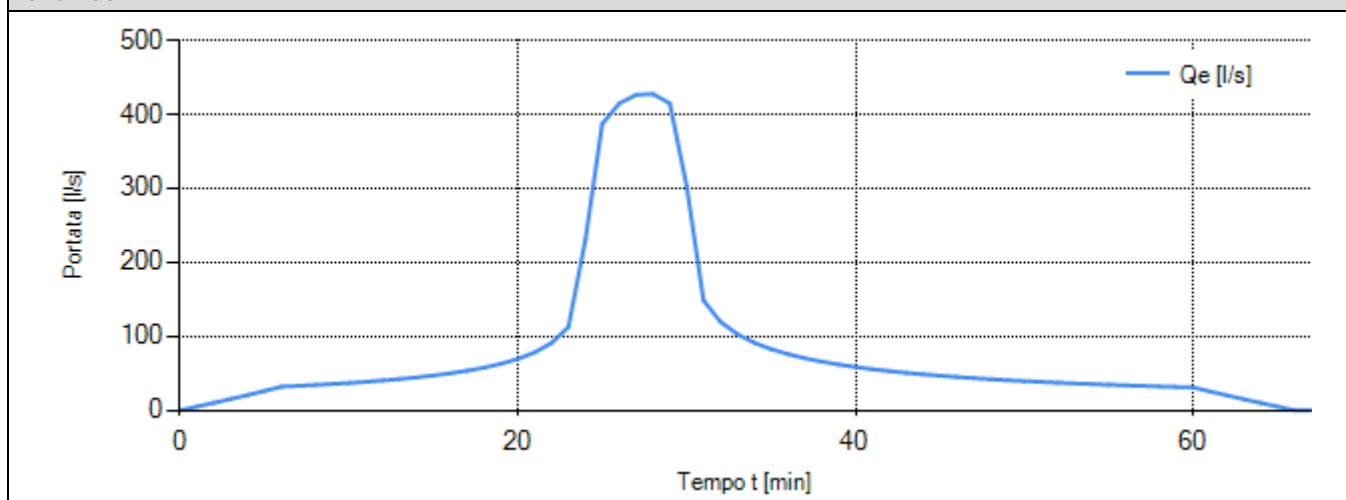
Risultati tabellari

Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	94,93	134,05	146,17	153,35	161,49	170,81	181,62	194,36	209,66
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	228,50	252,52	284,65	331,18	410,22	838,42	1410,47	1510,65	1553,62	1557,23
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	1511,63	1103,70	540,01	435,97	374,71	332,41	300,80	275,99	255,85	239,09
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	224,85	212,59	201,89	192,44	184,02	176,47	169,65	163,44	157,79	152,59
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	143,36	125,34	112,04	17,74						

Area Porzioni area parco e vialetti in calcestre

Tipo area	Area permeabile		
Superficie		17113,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,30	-
Tempo corrvazione	t_c	6	min

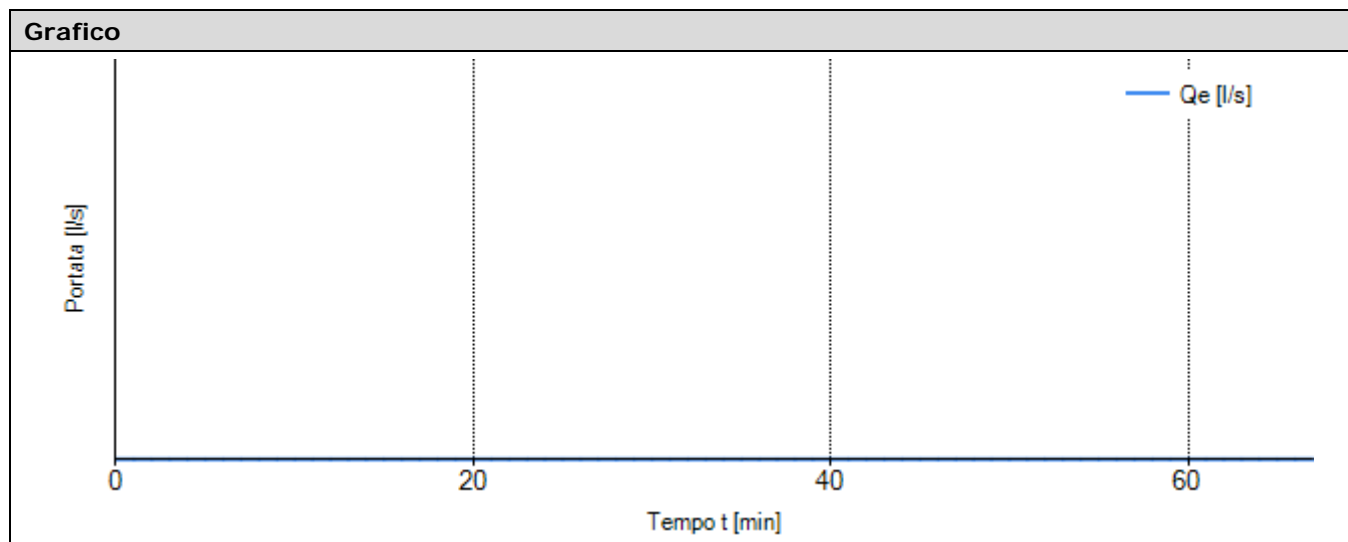
Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	26,06	36,81	40,13	42,10	44,32	46,88	49,84	53,34	57,54
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	62,72	69,32	78,14	90,91	112,61	230,14	387,16	414,66	426,45	427,44
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	414,93	302,95	148,23	119,66	102,85	91,23	82,56	75,75	70,23	65,63
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	61,73	58,37	55,42	52,82	50,52	48,44	46,56	44,85	43,30	41,88
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	39,35	34,40	30,75	4,87						

Area Bosco e petali area parco			
Tipo area	Area permeabile		
Superficie		41136,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,00	-
Tempo corrvazione	t_c	6	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00						

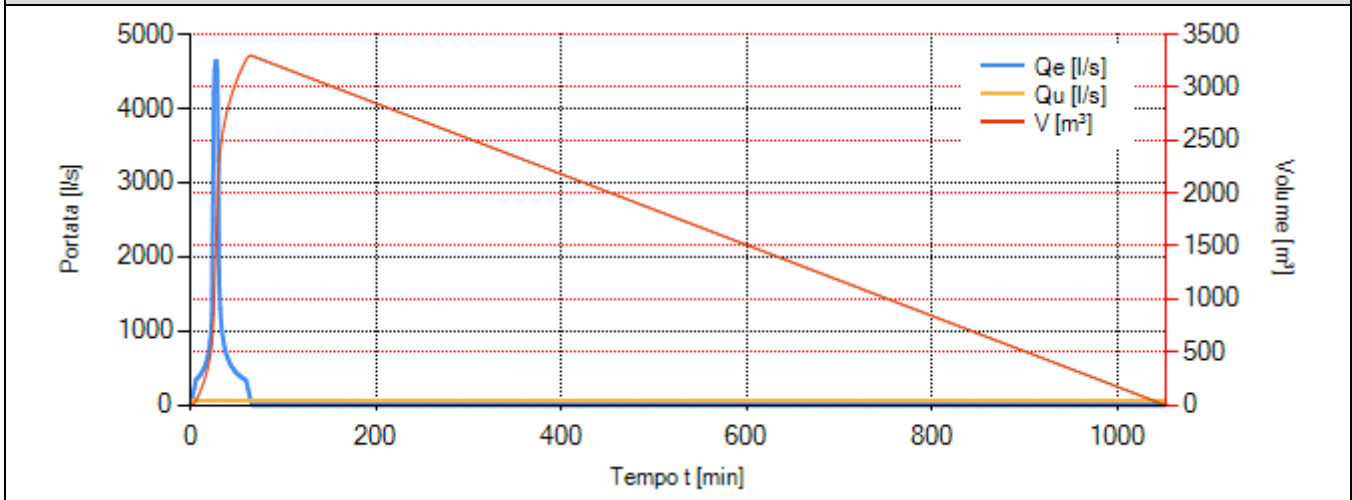
DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	3125,19	m^3
Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.			

Metodo analitico di dettaglio			
Durata critica	D_W	1,00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1,00	m
Volume invaso minimo	W	3300,81	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago.			

CALCOLO DINAMICA INVASO

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invasato) - Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m³]	Battente idrico H [m]
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	283,26	55,81	26,50	0,01
10	399,96	55,81	117,76	0,04
12	436,14	55,81	161,17	0,05
13	457,55	55,81	184,63	0,06
14	481,82	55,81	209,47	0,06
15	509,62	55,81	235,86	0,07
16	541,88	55,81	264,06	0,08
17	579,89	55,81	294,36	0,09
18	625,54	55,81	327,18	0,10
19	681,78	55,81	363,05	0,11
20	753,44	55,81	402,76	0,12
21	849,31	55,81	447,49	0,14
22	988,17	55,81	499,27	0,15
23	1223,98	55,81	562,28	0,17
24	2501,60	55,81	670,70	0,20
25	4208,42	55,81	868,65	0,26
26	4507,35	55,81	1126,78	0,34
27	4635,55	55,81	1397,72	0,42
28	4646,29	55,81	1672,82	0,51
29	4510,25	55,81	1944,17	0,59
30	3293,10	55,81	2174,92	0,66
31	1611,24	55,81	2318,70	0,70
32	1300,80	55,81	2402,72	0,73
33	1118,02	55,81	2471,93	0,75
34	991,81	55,81	2531,88	0,77
35	897,51	55,81	2585,21	0,78
36	823,49	55,81	2633,49	0,80
37	763,40	55,81	2677,75	0,81
38	713,37	55,81	2718,71	0,82
39	670,90	55,81	2756,89	0,84
40	634,31	55,81	2792,69	0,85
41	602,35	55,81	2826,44	0,86
42	574,14	55,81	2858,39	0,87
43	549,03	55,81	2888,74	0,88
44	526,50	55,81	2917,65	0,88

Risultati tabellari				
Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m ³]	Battente idrico H [m]
45	506,16	55,81	2945,29	0,89
46	487,66	55,81	2971,75	0,90
47	470,77	55,81	2997,16	0,91
48	455,28	55,81	3021,59	0,92
50	427,77	55,81	3067,84	0,93
55	373,98	55,81	3170,93	0,96
60	334,33	55,81	3260,17	0,99
65	52,94	55,81	3300,81	1,00
70	0,00	55,81	3285,66	1,00
75	0,00	55,81	3268,92	0,99
80	0,00	55,81	3252,18	0,99
85	0,00	55,81	3235,43	0,98
90	0,00	55,81	3218,69	0,98
95	0,00	55,81	3201,95	0,97
100	0,00	55,81	3185,21	0,96
105	0,00	55,81	3168,47	0,96
110	0,00	55,81	3151,72	0,95
120	0,00	55,81	3118,24	0,94
150	0,00	55,81	3017,79	0,91
180	0,00	55,81	2917,33	0,88
210	0,00	55,81	2816,88	0,85
240	0,00	55,81	2716,43	0,82
270	0,00	55,81	2615,98	0,79
300	0,00	55,81	2515,52	0,76
330	0,00	55,81	2415,07	0,73
360	0,00	55,81	2314,62	0,70
390	0,00	55,81	2214,17	0,67
420	0,00	55,81	2113,72	0,64
450	0,00	55,81	2013,26	0,61
480	0,00	55,81	1912,81	0,58
510	0,00	55,81	1812,36	0,55
540	0,00	55,81	1711,91	0,52
570	0,00	55,81	1611,45	0,49
600	0,00	55,81	1511,00	0,46
630	0,00	55,81	1410,55	0,43
660	0,00	55,81	1310,10	0,40
690	0,00	55,81	1209,64	0,37
720	0,00	55,81	1109,19	0,34
750	0,00	55,81	1008,74	0,31
780	0,00	55,81	908,29	0,28
810	0,00	55,81	807,83	0,24
840	0,00	55,81	707,38	0,21
870	0,00	55,81	606,93	0,18
900	0,00	55,81	506,48	0,15
930	0,00	55,81	406,02	0,12
960	0,00	55,81	305,57	0,09
990	0,00	55,81	205,12	0,06
1020	0,00	55,81	104,67	0,03
1050	0,00	55,81	4,21	0,00
1052	0,00	0,00	0,00	0,00

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	3301,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	\geq	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	3301,00	\geq	3300,81	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	16,4	\leq	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	55,81	\leq	55,81	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento		Portata costante	
Portata massima scaricabile	Q _{u,max}	55,81	l/s



ALLEGATO 2

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 3 - Impermeabilizz. potenziale alta

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	9273,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	4026,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1482,0	0,00

Superficie totale 14781,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,8180

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 12,1$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati			
Requisiti minimi			
Metodo analitico di dettaglio			

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot h_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	9273,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	4026,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1482,0	0,00

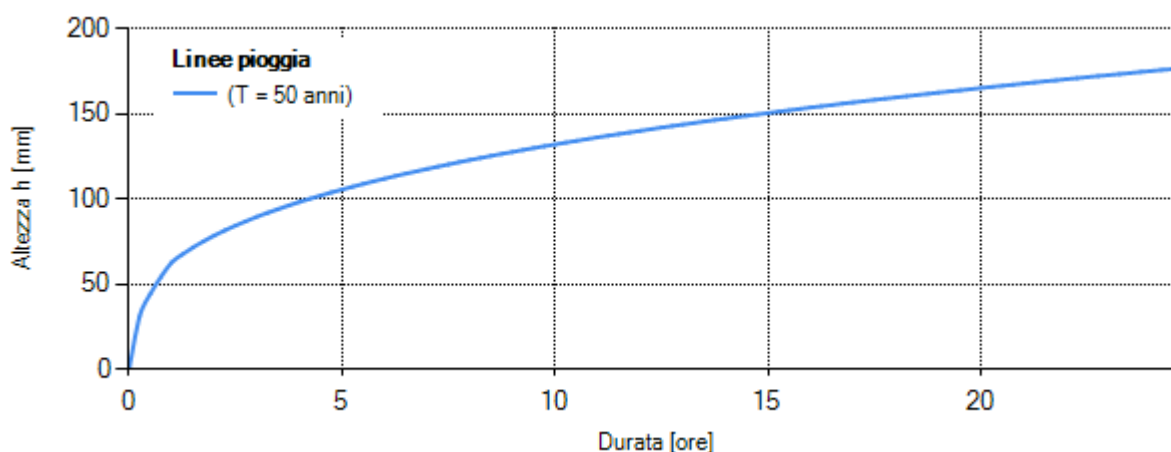
Sup. totale intervento 14781,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,8180

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
22	170,43
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Edifici	Area impermeabile	9273,0	1,00	6
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	4026,0	0,70	6
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1482,0	0,00	6

Superficie totale intervento: 14781,0 m²

Valori medi 0,8180

IETOGRAMMA DI PIOGGIA

Definizione ietogramma di pioggia - Edifici

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

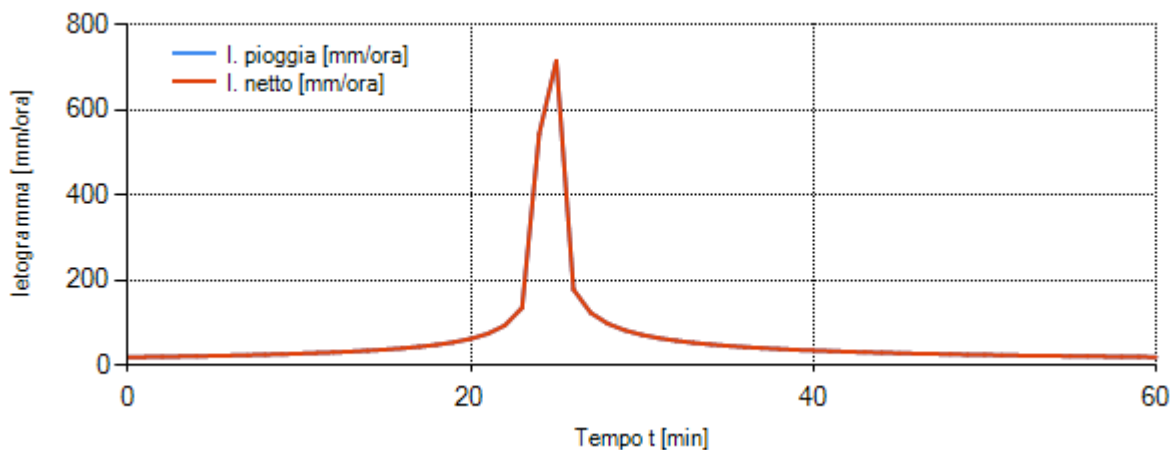
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	20,00
5	23,35	23,35
10	28,55	28,55
12	31,58	31,58
13	33,41	33,41
14	35,54	35,54
15	38,04	38,04
16	41,03	41,03
17	44,67	44,67
18	49,23	49,23
19	55,16	55,16
20	63,25	63,25
21	75,12	75,12
22	94,73	94,73
23	135,87	135,87
24	543,34	543,34
25	715,25	715,25
26	178,86	178,86
27	124,70	124,70

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
28	98,88	98,88
29	83,26	83,26
30	72,62	72,62
31	64,81	64,81
32	58,80	58,80
33	54,01	54,01
34	50,08	50,08
35	46,79	46,79
36	43,99	43,99
37	41,57	41,57
38	39,45	39,45
39	37,58	37,58
40	35,92	35,92
41	34,43	34,43
42	33,08	33,08
43	31,86	31,86
44	30,74	30,74
45	29,72	29,72
46	28,77	28,77
47	27,90	27,90
48	27,09	27,09
50	25,63	25,63
55	22,70	22,70
60	20,48	20,48

Definizione ietogramma di pioggia - Aree limitrofe edifici - retino magenta

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

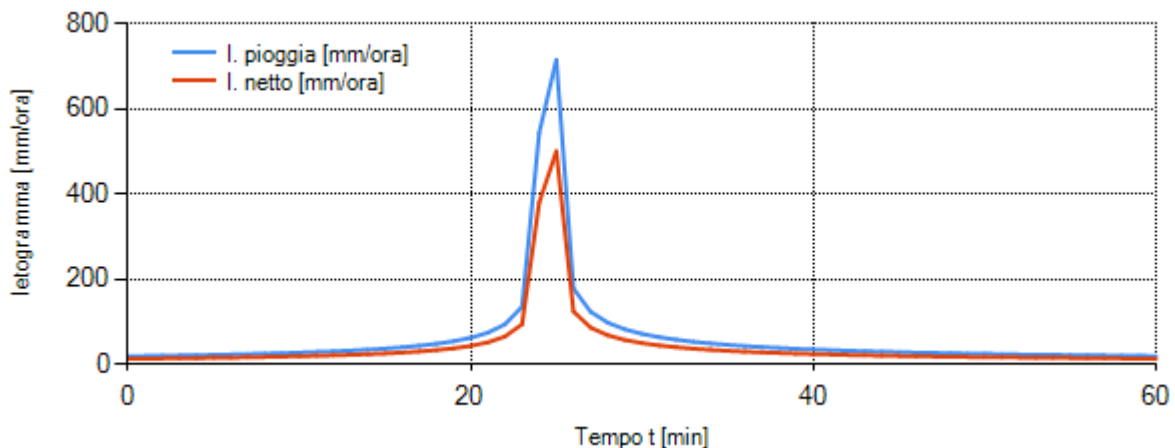
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	14,00
5	23,35	16,35
10	28,55	19,99
12	31,58	22,10
13	33,41	23,39
14	35,54	24,88
15	38,04	26,63
16	41,03	28,72
17	44,67	31,27
18	49,23	34,46
19	55,16	38,61
20	63,25	44,28
21	75,12	52,58
22	94,73	66,31
23	135,87	95,11
24	543,34	380,33
25	715,25	500,68
26	178,86	125,20
27	124,70	87,29
28	98,88	69,22
29	83,26	58,28
30	72,62	50,83

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
31	64,81	45,37
32	58,80	41,16
33	54,01	37,81
34	50,08	35,05
35	46,79	32,75
36	43,99	30,79
37	41,57	29,10
38	39,45	27,62
39	37,58	26,31
40	35,92	25,15
41	34,43	24,10
42	33,08	23,16
43	31,86	22,30
44	30,74	21,52
45	29,72	20,80
46	28,77	20,14
47	27,90	19,53
48	27,09	18,96
50	25,63	17,94
55	22,70	15,89
60	20,48	14,33

Definizione ietogramma di pioggia - Aree verdi nei lotti

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

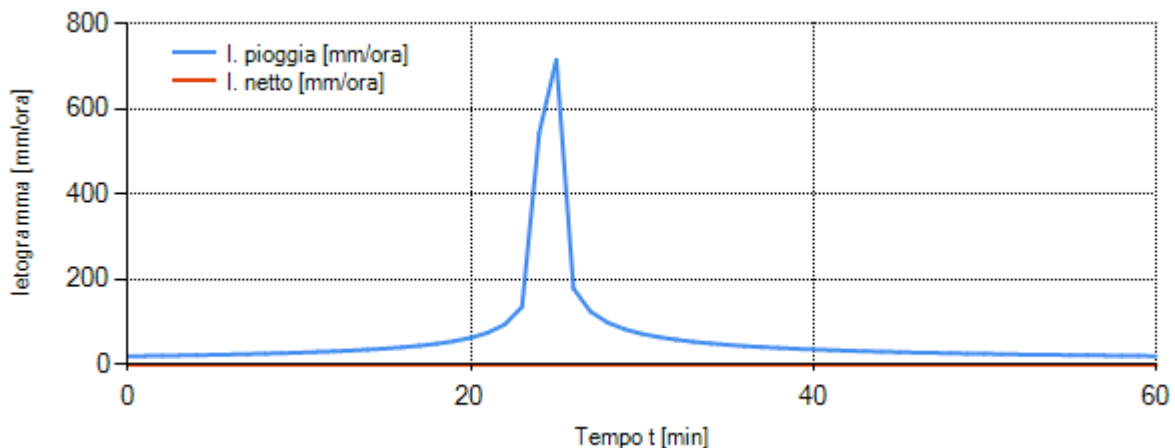
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



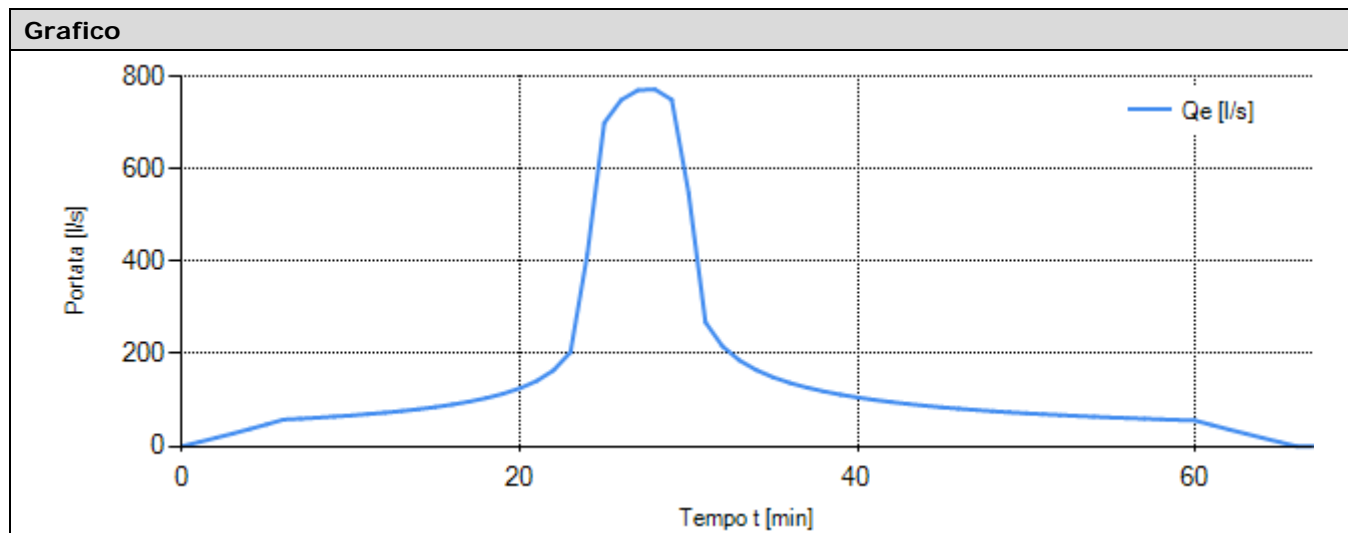
Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	20,00	0,00
5	23,35	0,00
10	28,55	0,00
12	31,58	0,00
13	33,41	0,00
14	35,54	0,00
15	38,04	0,00
16	41,03	0,00
17	44,67	0,00
18	49,23	0,00
19	55,16	0,00
20	63,25	0,00
21	75,12	0,00
22	94,73	0,00
23	135,87	0,00
24	543,34	0,00
25	715,25	0,00
26	178,86	0,00
27	124,70	0,00
28	98,88	0,00
29	83,26	0,00
30	72,62	0,00

Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
31	64,81	0,00
32	58,80	0,00
33	54,01	0,00
34	50,08	0,00
35	46,79	0,00
36	43,99	0,00
37	41,57	0,00
38	39,45	0,00
39	37,58	0,00
40	35,92	0,00
41	34,43	0,00
42	33,08	0,00
43	31,86	0,00
44	30,74	0,00
45	29,72	0,00
46	28,77	0,00
47	27,90	0,00
48	27,09	0,00
50	25,63	0,00
55	22,70	0,00
60	20,48	0,00

IDROGRAMMA DI PIENA

Area Edifici			
Tipo area	Area impermeabile		
Superficie		9273,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	1,00	-
Tempo corrvazione	t_c	6	min

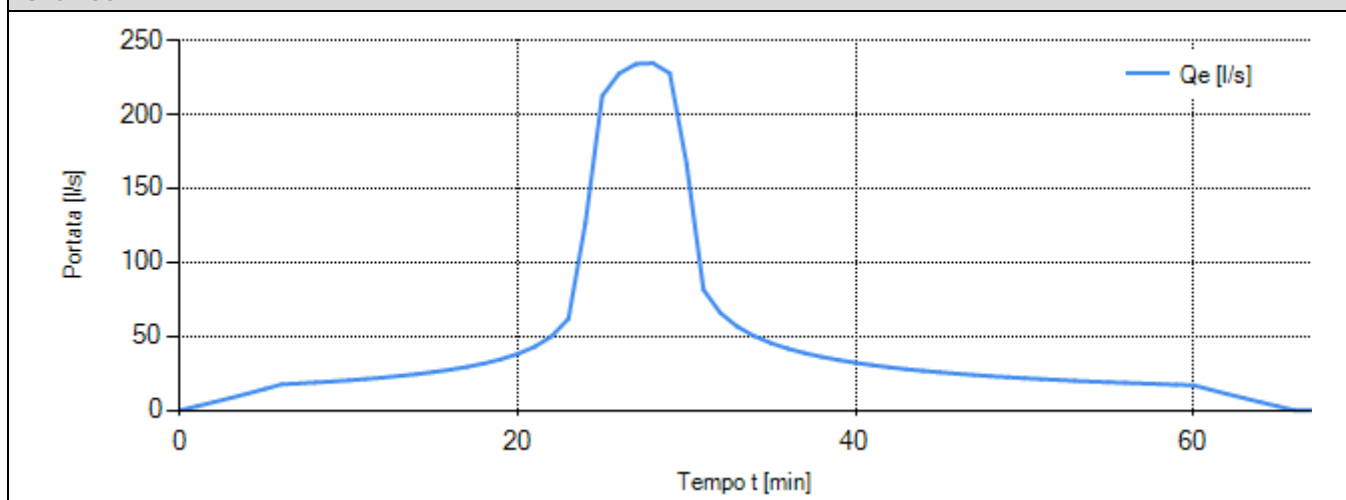


Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	47,07	66,45	72,47	76,03	80,06	84,68	90,04	96,36	103,94
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	113,29	125,19	141,12	164,19	203,38	415,67	699,28	748,95	770,25	772,04
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	749,43	547,19	267,73	216,14	185,77	164,80	149,14	136,83	126,85	118,54
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	111,48	105,39	100,08	95,39	91,22	87,48	84,10	81,03	78,23	75,65
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	71,08	62,14	55,56	8,80						

Area Aree limitrofe edifici - retino magenta

Tipo area	Area semi-impermeabile		
Superficie		4026,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,70	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min

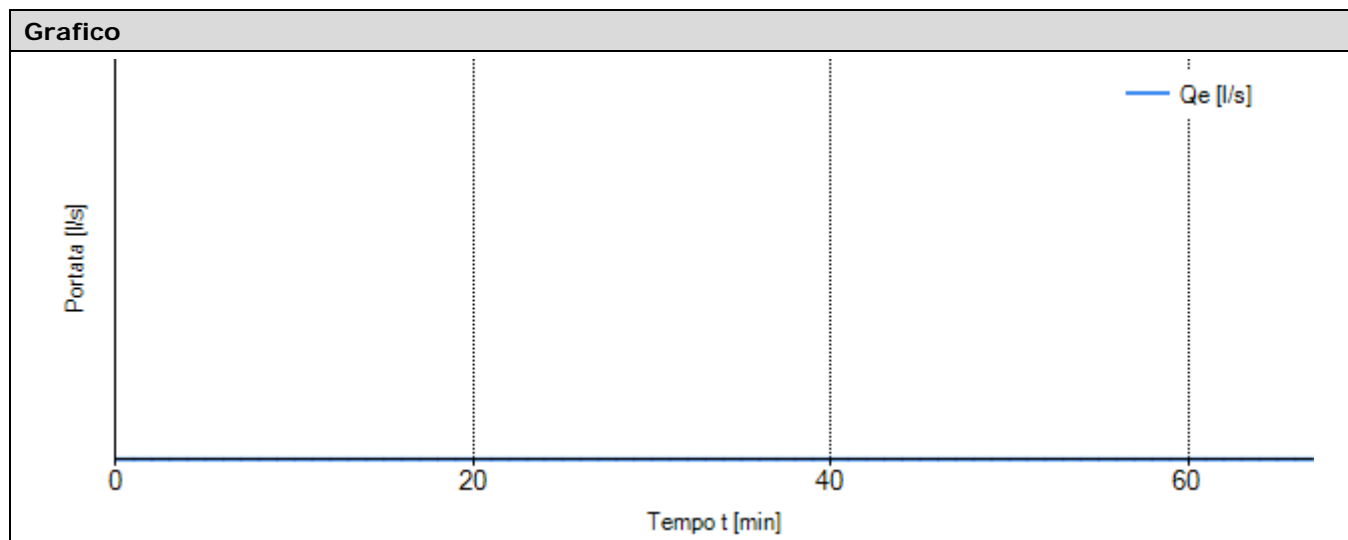
Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	14,30	20,20	22,02	23,11	24,33	25,74	27,37	29,28	31,59
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	34,43	38,05	42,89	49,90	61,81	126,33	212,52	227,62	234,09	234,63
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	227,76	166,30	81,37	65,69	56,46	50,09	45,32	41,58	38,55	36,02
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	33,88	32,03	30,42	29,00	27,73	26,59	25,56	24,63	23,77	22,99
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	21,60	18,89	16,88	2,67						

Area Aree verdi nei lotti			
Tipo area	Area permeabile		
Superficie		1482,0	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,00	-
Tempo corrvazione	t_c	6	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	12	13	14	15	16	17	18
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo [min]	50	55	60	65						
Portata Q_e [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00						

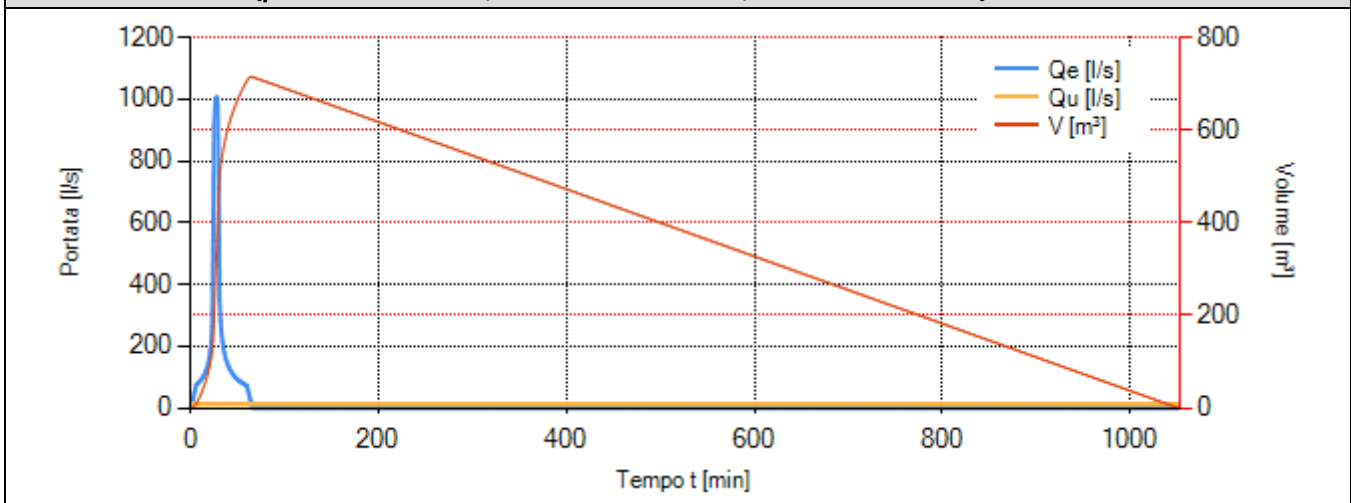
DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	677,11	m^3
Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.			

Metodo analitico di dettaglio			
Durata critica	D_W	1,00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1,00	m
Volume invaso minimo	W	715,16	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago.			

CALCOLO DINAMICA INVASO

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invasato) - Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m³]	Battente idrico H [m]
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	61,37	12,09	5,74	0,01
10	86,65	12,09	25,51	0,04
12	94,49	12,09	34,92	0,05
13	99,13	12,09	40,00	0,06
14	104,39	12,09	45,38	0,06
15	110,42	12,09	51,10	0,07
16	117,41	12,09	57,21	0,08
17	125,64	12,09	63,78	0,09
18	135,53	12,09	70,89	0,10
19	147,71	12,09	78,66	0,11
20	163,24	12,09	87,26	0,12
21	184,01	12,09	96,95	0,14
22	214,10	12,09	108,17	0,15
23	265,19	12,09	121,82	0,17
24	542,00	12,09	145,31	0,20
25	911,80	12,09	188,20	0,26
26	976,57	12,09	244,13	0,34
27	1004,34	12,09	302,83	0,42
28	1006,67	12,09	362,43	0,51
29	977,20	12,09	421,23	0,59
30	713,49	12,09	471,22	0,66
31	349,09	12,09	502,37	0,70
32	281,83	12,09	520,57	0,73
33	242,23	12,09	535,57	0,75
34	214,89	12,09	548,56	0,77
35	194,46	12,09	560,11	0,78
36	178,42	12,09	570,57	0,80
37	165,40	12,09	580,16	0,81
38	154,56	12,09	589,04	0,82
39	145,36	12,09	597,31	0,83
40	137,43	12,09	605,07	0,85
41	130,50	12,09	612,38	0,86
42	124,39	12,09	619,30	0,86
43	118,95	12,09	625,88	0,87
44	114,07	12,09	632,14	0,88

Risultati tabellari				
Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m ³]	Battente idrico H [m]
45	109,67	12,09	638,13	0,89
46	105,66	12,09	643,86	0,90
47	102,00	12,09	649,37	0,91
48	98,64	12,09	654,66	0,91
50	92,68	12,09	664,68	0,93
55	81,03	12,09	687,02	0,96
60	72,44	12,09	706,35	0,99
65	11,47	12,09	715,16	1,00
70	0,00	12,09	711,88	0,99
75	0,00	12,09	708,25	0,99
80	0,00	12,09	704,62	0,98
85	0,00	12,09	700,99	0,98
90	0,00	12,09	697,37	0,97
95	0,00	12,09	693,74	0,97
100	0,00	12,09	690,11	0,96
105	0,00	12,09	686,48	0,96
110	0,00	12,09	682,86	0,95
120	0,00	12,09	675,60	0,94
150	0,00	12,09	653,84	0,91
180	0,00	12,09	632,07	0,88
210	0,00	12,09	610,31	0,85
240	0,00	12,09	588,55	0,82
270	0,00	12,09	566,78	0,79
300	0,00	12,09	545,02	0,76
330	0,00	12,09	523,25	0,73
360	0,00	12,09	501,49	0,70
390	0,00	12,09	479,72	0,67
420	0,00	12,09	457,96	0,64
450	0,00	12,09	436,20	0,61
480	0,00	12,09	414,43	0,58
510	0,00	12,09	392,67	0,55
540	0,00	12,09	370,90	0,52
570	0,00	12,09	349,14	0,49
600	0,00	12,09	327,38	0,46
630	0,00	12,09	305,61	0,43
660	0,00	12,09	283,85	0,40
690	0,00	12,09	262,08	0,37
720	0,00	12,09	240,32	0,34
750	0,00	12,09	218,56	0,31
780	0,00	12,09	196,79	0,27
810	0,00	12,09	175,03	0,24
840	0,00	12,09	153,26	0,21
870	0,00	12,09	131,50	0,18
900	0,00	12,09	109,73	0,15
930	0,00	12,09	87,97	0,12
960	0,00	12,09	66,21	0,09
990	0,00	12,09	44,44	0,06
1020	0,00	12,09	22,68	0,03
1050	0,00	12,09	0,91	0,00
1052	0,00	0,00	0,00	0,00

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	716,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	\geq	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	716,00	\geq	715,16	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	16,4	\leq	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	12,09	\leq	12,09	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento		Portata costante	
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	12,09 l/s

ALLEGATO 3

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA

Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	8064,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	917,0	0,70

Superficie totale 8981,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,9694

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 8,7$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati			
Requisiti minimi			
Metodo delle sole piogge			

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	8064,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	917,0	0,70

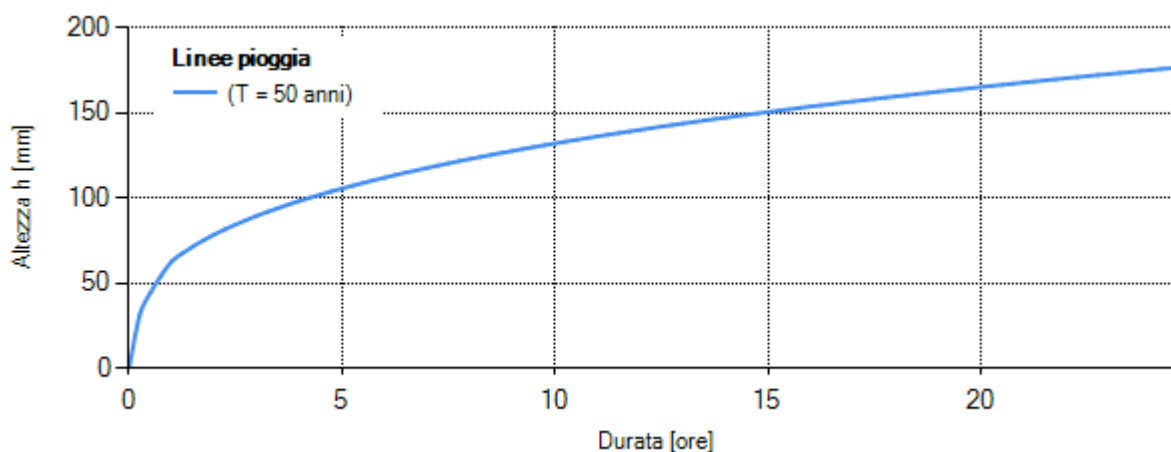
Sup. totale intervento 8981,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,9694

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90
22	170,43

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Edifici	Area impermeabile	8064,0	1,00	-
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	917,0	0,70	-
Superficie totale intervento: 8981,0 m²		Valori medi	0,9694	

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	487,53	m³
Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.			

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	12,82	ore
Volume invaso minimo	W_0	845,12	m³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	846,00	m²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	\geq	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	846,00	\geq	845,12	m³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	27,0	\leq	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	8,71	\leq	8,71	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento		Portata costante	
Portata massima scaricabile	Q _{u,max}	8,71	l/s

ALLEGATO 4

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA

Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	3132,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	3418,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1378,0	0,00

Superficie totale 7928,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,6968

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 5,5$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati			
Requisiti minimi			
Metodo delle sole piogge			

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	3132,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	3418,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1378,0	0,00

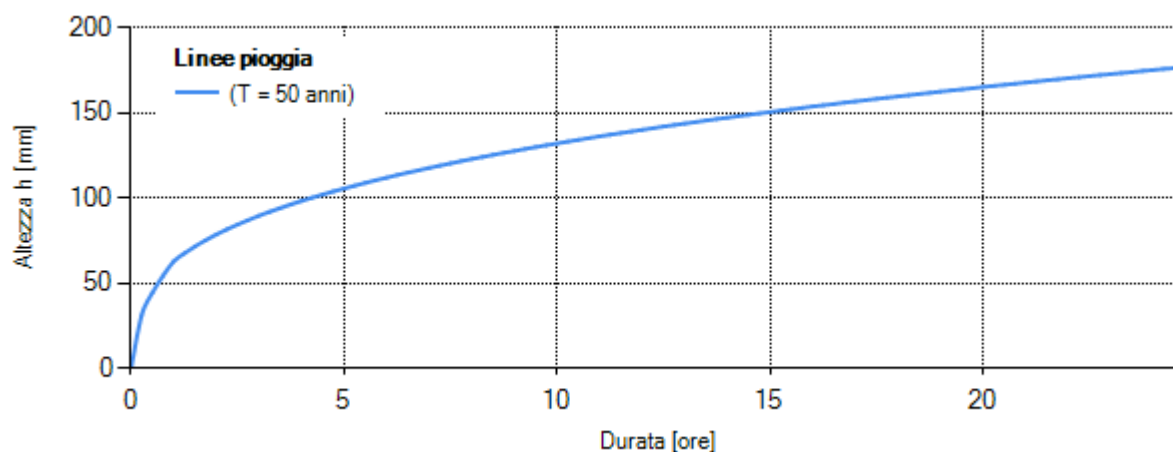
Sup. totale intervento 7928,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,6968

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ε	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90
22	170,43

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Edifici	Area impermeabile	3132,0	1,00	-
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	3418,0	0,70	-
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1378,0	0,00	-

Superficie totale intervento: 7928,0 m²

Valori medi 0,6968

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	309,38	m³

Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	12,82	ore
Volume invaso minimo	W_0	536,30	m³

$$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	537,00	m²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	\geq	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	537,00	\geq	536,30	m³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	27,0	\leq	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	5,52	\leq	5,52	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	5,52	l/s

ALLEGATO 5

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	2647,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	3542,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1224,0	0,00

Superficie totale 7413,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,6915

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 5,1$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati
<p>Requisiti minimi</p> <p>Metodo delle sole piogge</p>

Portata massima scaricabile
<p>Portata massima scaricabile <u>10,00</u> l/(s*ha_{imp})</p> <p>Origine del vincolo di portata: .</p>

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	2647,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	3542,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1224,0	0,00

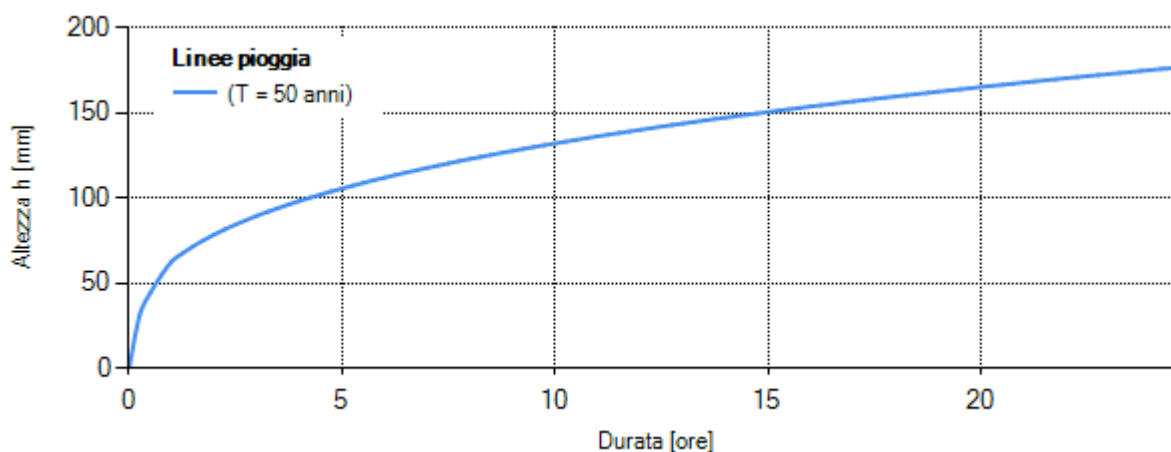
Sup. totale intervento 7413,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,6915

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ε	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90
22	170,43

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Edifici	Area impermeabile	2647,0	1,00	-
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	3542,0	0,70	-
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	1224,0	0,00	-

Superficie totale intervento: 7413,0 m²

Valori medi 0,6915

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	287,08	m³

Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	12,82	ore
Volume invaso minimo	W_0	497,65	m³

$$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	498,00	m²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	\geq	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	498,00	\geq	497,65	m³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	27,0	\leq	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	5,13	\leq	5,13	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	5,13	l/s

ALLEGATO 6

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	2055,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	770,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	458,0	0,00

Superficie totale 3283,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,7901

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 2,6$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati			
Requisiti minimi			
Metodo delle sole piogge			

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Edifici	Area impermeabile	2055,0	1,00
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	770,0	0,70
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	458,0	0,00

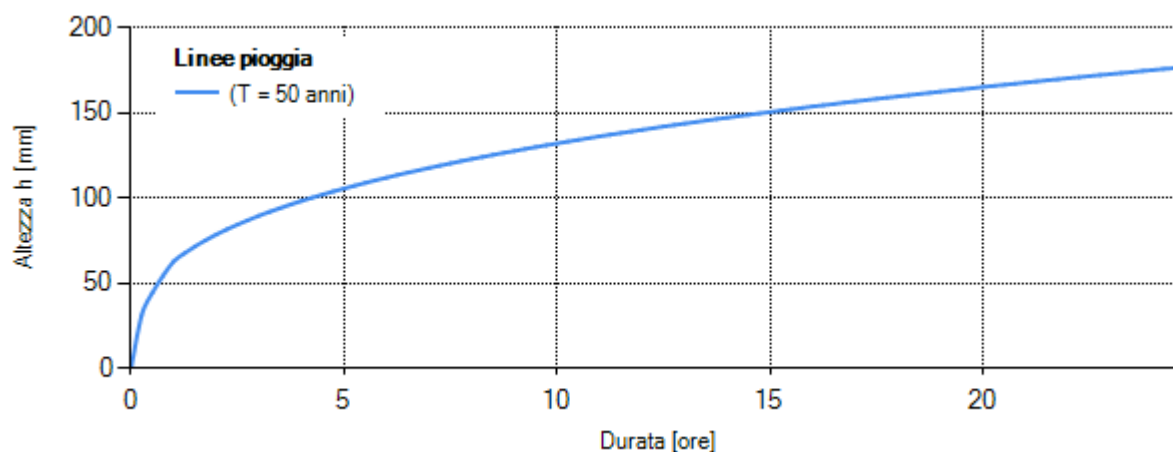
Sup. totale intervento 3283,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,7901

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90
22	170,43

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Edifici	Area impermeabile	2055,0	1,00	-
Aree limitrofe edifici - retino magenta	Area semi-impermeabile	770,0	0,70	-
Aree verdi nei lotti	Area permeabile	458,0	0,00	-

Superficie totale intervento: 3283,0 m²

Valori medi 0,7901

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m ³ /ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	145,26	m ³

Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	12,82	ore
Volume invaso minimo	W_0	251,81	m ³

$$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	252,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	252,00	≥	251,81	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	27,0	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	2,59	≤	2,59	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	2,59	l/s

ALLEGATO 7

Regione LOMBARDIA

Provincia di Varese

Comune di Saronno

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Saronno Città dei Beni Comuni S.r.l.**

Indirizzo **Via Varese 25D**

Edificio / Area

Descrizio

ne **Area ex Isotta Fraschini**

Indirizzo **Via Milano 7, Saronno (VA)**

Studio tecnico

Nome **GEOLOGICA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Indirizzo **VIA AMBROGIO DA BOLLATE 13 - 20021 BOLLATE (MI)**

1. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	255,0	1,00
Campo da tennis e porzione viabilità	Area semi-impermeabile	483,0	0,70
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	10470,0	0,30
Petali area parco	Area permeabile	9114,0	0,00

Superficie totale 20322,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,1837

2. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 3,7$ l/s.

3. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Saronno Provincia Varese
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati

Requisiti minimi
Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile

Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree

Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
Pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	255,0	1,00
Campo da tennis e porzione viabilità	Area semi-impermeabile	483,0	0,70
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	10470,0	0,30
Petali area parco	Area permeabile	9114,0	0,00

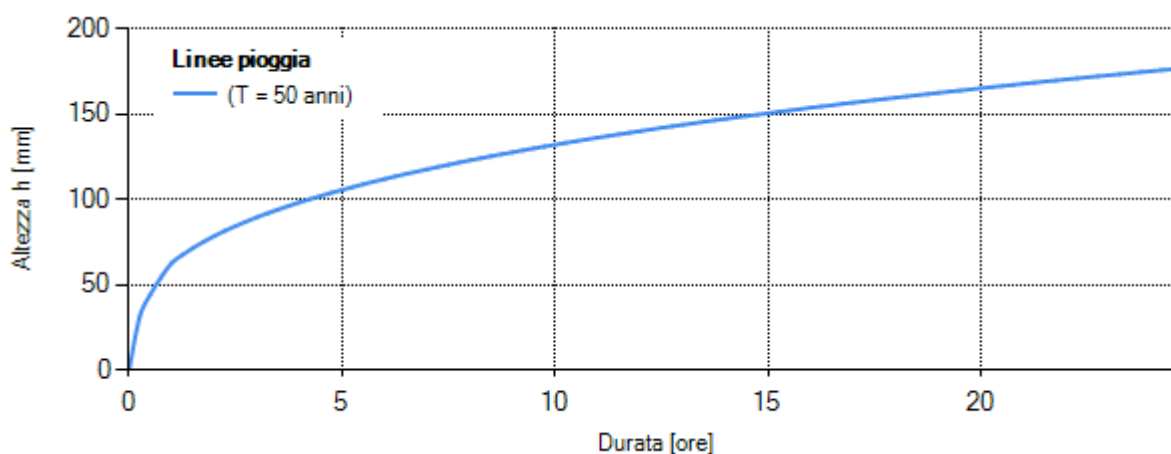
Sup. totale intervento 20322,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,1837

LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,67	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3220	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2898	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0132	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8286	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,99
2	78,74
3	89,73
4	98,43
5	105,77
6	112,16
7	117,87
8	123,05
9	127,81
10	132,22
11	136,34
12	140,21
13	143,87
14	147,35
15	150,66
16	153,82
17	156,85
18	159,77
19	162,57
20	165,28
21	167,90

Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
22	170,43
23	172,89
24	175,27

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	1,989	-
Parametro pioggia	a	62,992	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Pavimentazioni non drenanti	Area impermeabile	255,0	1,00	-
Campo da tennis e porzione viabilità	Area semi-impermeabile	483,0	0,70	-
Porzioni area parco e vialetti in calcestre	Area permeabile	10470,0	0,30	-
Petali area parco	Area permeabile	9114,0	0,00	-

Superficie totale intervento: 20322,0 m²

Valori medi 0,1837

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	560,00	m ³ /ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	209,11	m ³
Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.			

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	12,82	ore
Volume invaso minimo	W_0	362,49	m ³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	365,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	0,99	m	Positiva
Volume utile invaso	W	365,00	≥	362,49	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	27,0	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	3,73	≤	3,73	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	3,73	l/s