

REGIONE VENETO – PROVINCIA DI VERONA

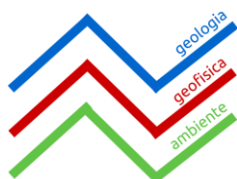
COMUNE DI COSTERMANO SUL GARDA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE  
RELATIVE AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO A DESTINAZIONE RESIDENZIALE  
SITO IN MARCIAGA VIA ROSSAR, PER CONTO DELLA SIG.RA ANGIOLETTI CLAUDIA

### VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

(AI SENSI DELLE D.G.R. N. 1322/2006 E N. 2948/2009)

COMMITTENTE     Angioletti Claudia



**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**DOTT. GIONATA ANDREIS**

~  
Via Don Vittorio Montorio, 6  
37057 - San Giovanni Lupatoto (Verona)

~  
Via Gardesana, 384  
37018 - Malcesine (Verona)

~  
Cell. 333 6794246  
P.IVA 03405830237  
[gionata.andreis@gmail.com](mailto:gionata.andreis@gmail.com)

**Dott. Geol. Gionata Andreis**



IL TECNICO

0					Dicembre 2022
REV					data
CODICE	AG22094	NUM. ELABORATO 01	File: AG22094 - Valutazione di compatibilità idraulica.doc		

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE .....	5
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO .....	6
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	8
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	8
5.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....	13
6	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO .....	18
6.1	TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....	18
6.2	ANALISI IDROLOGICA .....	21
6.3	STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO .....	21
6.4	STIMA DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO.....	22
6.4.1	OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA.....	24
6.4.2	LOTTO 1 .....	25
6.4.3	LOTTO 2 .....	26
6.4.4	LOTTO 3 .....	27
6.4.5	LOTTO 4 .....	28
6.4.6	LOTTO 5 .....	29
6.4.7	SINTESI DEI RISULTATI.....	30
7	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE .....	31
7.1	PREMESSA .....	31
7.2	DIMENSIONAMENTO BACINI DI INVASO E LAMINAZIONE .....	31
7.3	SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE.....	32
8	CONCLUSIONI.....	33
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....	35

## ALLEGATI AL TESTO

<b>ALLEGATO 1:</b>	<b>COROGRAFIA IN SCALA 1:5000</b>
<b>ALLEGATO 2:</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO VOLUMI DI INVASO</b>

## ALLEGATO FUORI TESTO

<b>TAVOLA:</b>	<b>ELABORATO GRAFICO</b>
----------------	--------------------------

Codice di Rif.: AG22094

San Giovanni Lupatoto, Dicembre 2022

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione relative al Piano Urbanistico Attuativo (zona C1d\_26) a destinazione residenziale sito in Via Rossar a Marciaga nel Comune di Costermano sul Garda (Verona) per conto della sig.ra Angioletti Claudia, viene redatta la presente **Valutazione di Compatibilità Idraulica** in conformità a quanto indicato dalla Delibera della Giunta Regionale n. 3637 del 13 dicembre 2002 successivamente integrata e aggiornata dalla D.G.R. n. 1322 del 10 maggio 2006, poi modificata dalla D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009, la quale prevede che *“per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una valutazione di compatibilità idraulica”* necessaria per l'ottenimento del relativo parere idraulico di competenza.

Scopo di tale elaborato è dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area verificando le possibili interazioni e interferenze nonché prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico. In tal senso, il presente elaborato oltre a fornire una descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, valuta le modifiche introdotte dall'intervento previsto, ne verifica l'ammissibilità e propone delle misure compensative secondo il principio dell'invarianza idraulica, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche ricadenti nell'area di futuro intervento senza alterare il regime idraulico del territorio entro cui questa si inserisce.

Lo studio è stato condotto avvalendosi delle informazioni provenienti dalla cartografia esistente, dell'esperienza maturata in studi svolti in passato a breve distanza dal lotto in esame e nel medesimo contesto nonché alla luce di un mirato rilievo dei luoghi interessati dall'intervento e grazie alla consultazione delle indagini realizzate in passato nell'area.

Per completezza di esposizione, oltre che per le opere di urbanizzazione primaria previste in questa fase progettuale (strade e parcheggi), le valutazioni idrauliche nel presente elaborato sono state estese anche ad ognuno dei lotti residenziali in cui sarà suddivisa l'area del P.U.A.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

---

**LEGGE N. 179 31.07.2002**

Disposizioni in materia ambientale.

---

**D.G.R.V. 13.12.2002 N. 3637**

Legge 3 Agosto 1998, n. 267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

---

**D.Lgs. 03.04.2006 N. 152 E S.M.I.**

Norme in materia ambientale.

---

**D.G.R.V. 10.05.2006 N. 1322**

Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

---

**ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 10.05.2006 N. 1322**

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

---

**D.G.R.V. 24.07.2007 N. 2267**

Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.

---

**D.G.R.V. 06.10.2009 N. 2948**

Legge 3 Agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007, in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

---

**ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 06.10.2009 N. 2948**

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

---

**D.G.R.V. 05.11.2009 N. 107**

Piano di tutela delle acque (P.T.A.). Norme per il governo del territorio.

---

**D.G.R.V. 27/01/2011 N. 80**

Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque - Linee guida applicative.

---

**D.G.R.V. 15/05/2012 N. 842**

Modifica e approvazione del testo integrato delle norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque.

---

**D.G.R.V. 28/08/2012 N. 1770**

Piano di Tutela delle Acque. Precisazioni.

---

### 3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

Con riferimento agli elaborati progettuali forniti, l'intervento oggetto di studio prevede la realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo a destinazione residenziale in Via Rossar a Marciaga (zona C1d\_26). Nel dettaglio il progetto prevede la suddivisione dell'area in n°5 lotti residenziali di forma e dimensioni tra loro differenti, per ciascuno dei quali è assegnato un consumo di suolo massimo pari a  $805,05 \text{ m}^2$ , con spazi comuni caratterizzati dalla viabilità di accesso in ghiaia, da alcuni parcheggi scoperti in grigliato drenante e da aree verdi pubbliche e private. Considerando una superficie complessiva dell'ambito del P.U.A. pari a  $7.177,90 \text{ m}^2$  e alla luce dell'intervento, si ha la seguente suddivisione di progetto:

TIPO SUPERFICIE	STATO DI PROGETTO
Lotto 1	$944,01 \text{ m}^2$
Lotto 2	$1.134,64 \text{ m}^2$
Lotto 3	$1.297,47 \text{ m}^2$
Lotto 4	$1.138,07 \text{ m}^2$
Lotto 5	$1.360,46 \text{ m}^2$
stradello di accesso in ghiaia	$434,53 \text{ m}^2$
parcheggio scoperto	$87,50 \text{ m}^2$
aree verdi e verde privato (non trasformate)	$781,22 \text{ m}^2$
<b>superficie totale P.U.A.</b>	<b><math>7.177,90 \text{ m}^2</math></b>

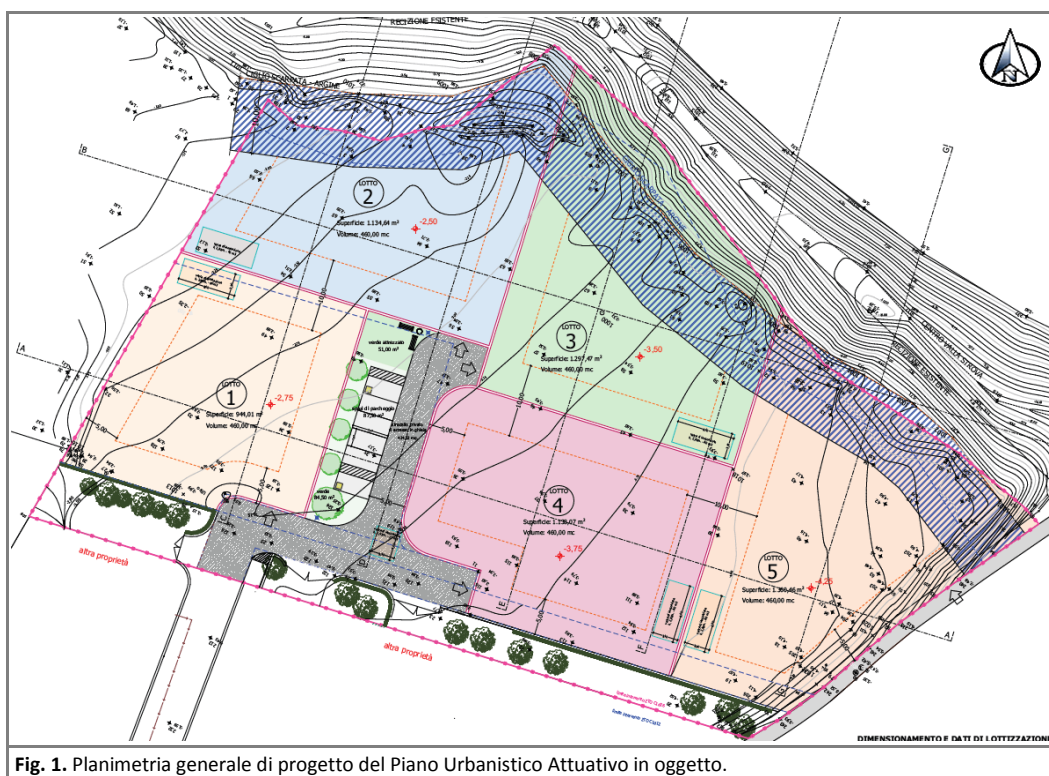


Fig. 1. Planimetria generale di progetto del Piano Urbanistico Attuativo in oggetto.



## 4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il lotto di studio ricade nella porzione settentrionale del territorio comunale Costermano sul Garda, più precisamente in Via Rossar a Marciaga. Inserito in un contesto a destinazione mista, residenziale e agricola, il lotto interessato dal P.U.A. è attualmente ineditato e confina a Nord con un corso d'acqua denominato Valla Strova, ad Est con la strada comunale Via Rossar, ad Ovest con aree a destinazione agricola e lotti edificati, a Sud con un'area di tipo "C1d\_12" per la quale è stato attenuato il P.d.C. n. 12575 del 21.07.2020. La conformazione planimetrica del terreno in oggetto è di forma irregolare, con leggera pendenza costante discendente verso Est.

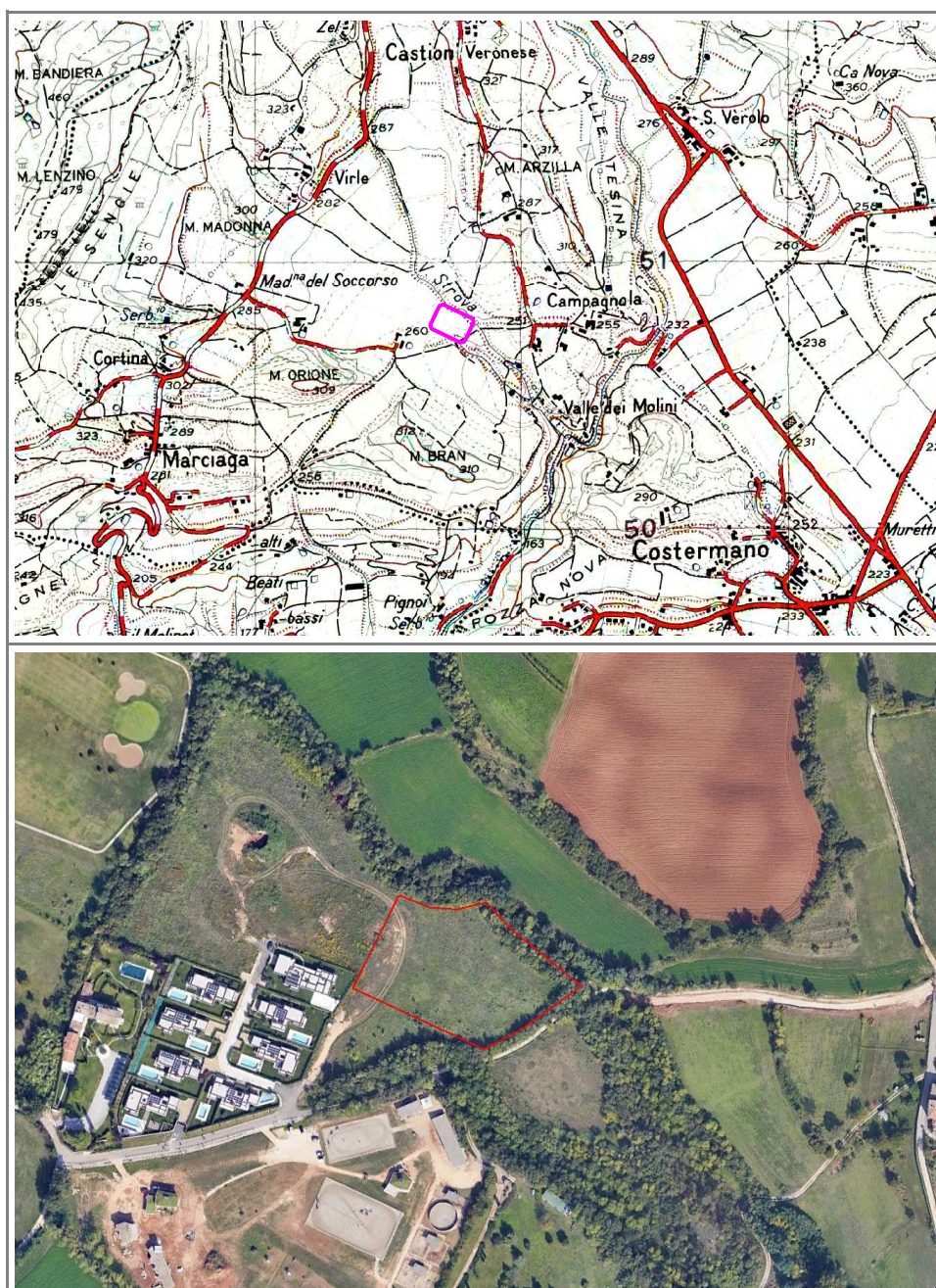
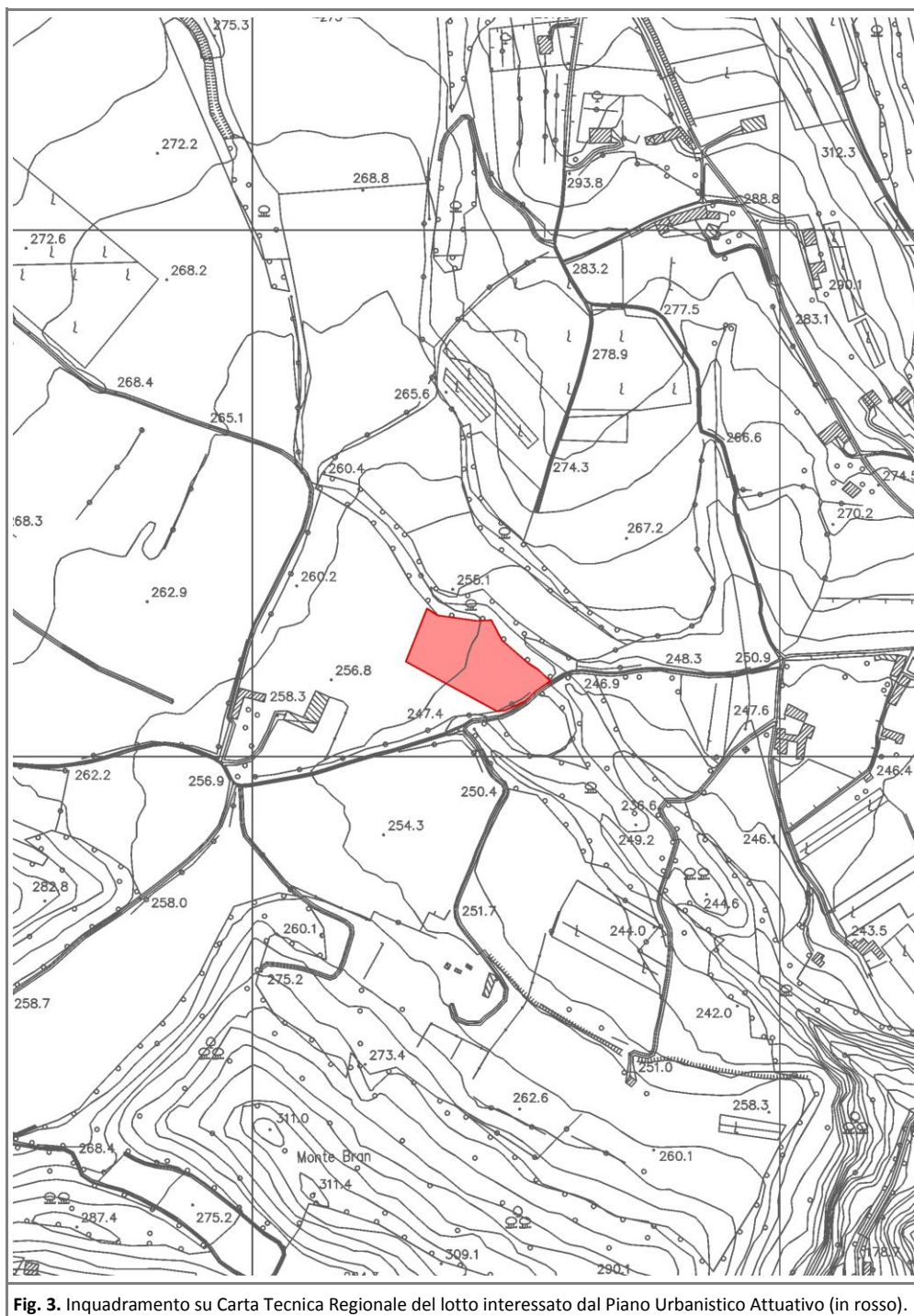


Fig. 2. Inquadramento geografico e foto aerea del lotto interessato dal Piano Urbanistico Attuativo.



Per una precisa ubicazione dell'area si fa riferimento agli Elementi n°123011 ("Garda") e n°101132 ("Castion Veronese") della Carta Tecnica Regionale del Veneto in scala 1:5.000 di cui si allega un estratto nella figura seguente e in All. 1 a fine testo.



I terreni sono catastalmente identificati nel Comune di Costermano sul Garda, sezione B di Castion - Foglio n. 9, Mappali n. 702-703-704-497 e 700.

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

### 5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Per un inquadramento cartografico generale a tematismo **geologico - geomorfologico** della porzione di territorio in cui ricade l'area di studio si fa riferimento alla "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:100.000 - Foglio n°48 "Peschiera", di cui si riporta un estratto in Fig. 4.

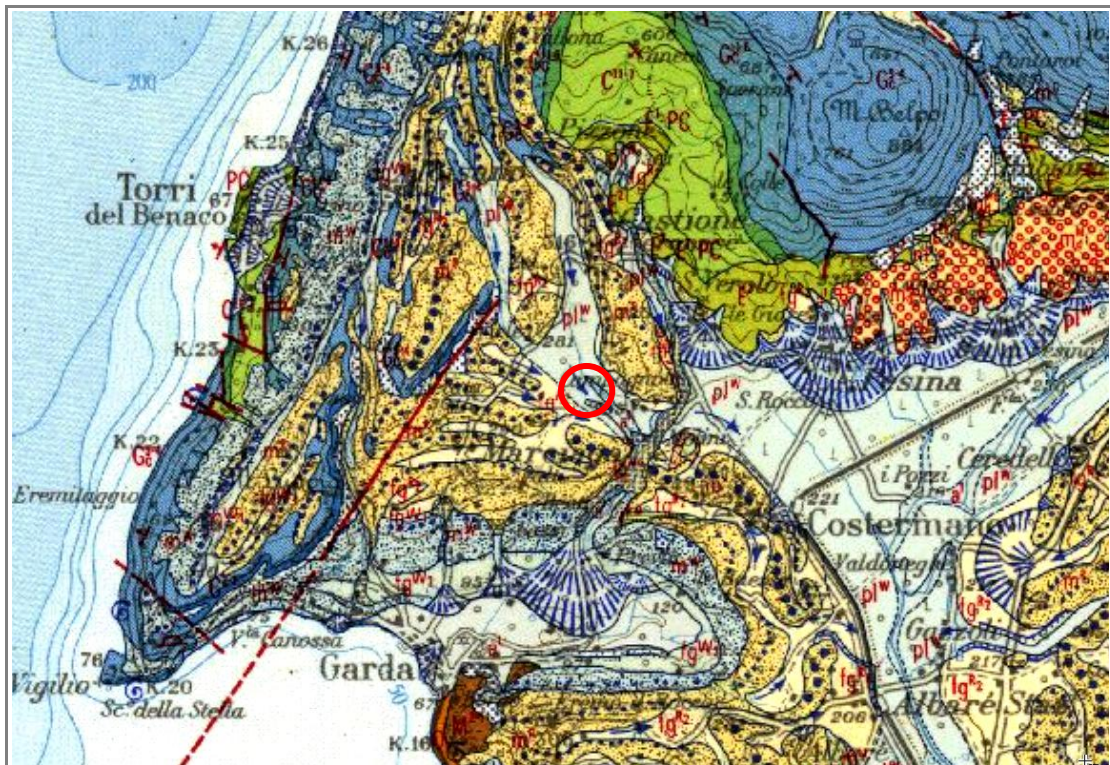








Fig. 4. Estratto dalla "Carta Geologica d'Italia" scala 1:100.000 - Foglio n. 48 "Peschiera". In rosso il sito di studio.

-  **Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali ( $fg^{R2}$ )**, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso giallo-rossastro di ridotto spessore. Terrazze e sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda. Riss
  -  **Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali ( $fg^{W1}$ )**, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione bruno di limitato spessore. Pluviale würmiano esterno all'ambito glaciale con conoidi ( $pl^W$ ). WÜRM
  -  **Morene ghiaiose bianche ( $m^W$ )** con terreno di alterazione bruno. Cerchie moreniche interne dell'anfiteatro del Garda. WÜRM
  -  **Morene ghiaiose ( $m^R$ )**, talora debolmente cementate, con strato di alterazione argilloso di colore rossastro o rosso, con qualche ciottolo calcareo e dallo spessore massimo di 1 - 2 metri. Cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda. Riss
-  Cordone morenico       Scaricatore fluvioglaciale

Dal punto di vista **geomorfologico** il sito di studio ricade nell'esteso sistema morenico gardesano la cui genesi si deve all'azione dei ghiacciai che nel corso del Quaternario, tra fasi glaciali ed interglaciali unitamente a fenomeni erosivo - deposizionali estesi ed incisivi, hanno occupato a più riprese e fortemente modellato l'area del Lago di Garda.



**Nello specifico**, il lotto di intervento si colloca all'interno di una piana intramorenica compresa all'interno di alcuni rilievi collinari glaciali di età rissiana in una porzione di territorio nel complesso da sub pianeggiante a moderatamente inclinata verso Est ( $\approx 5$ ) posta tra le quote altimetriche di 250 e 255 m s.l.m.

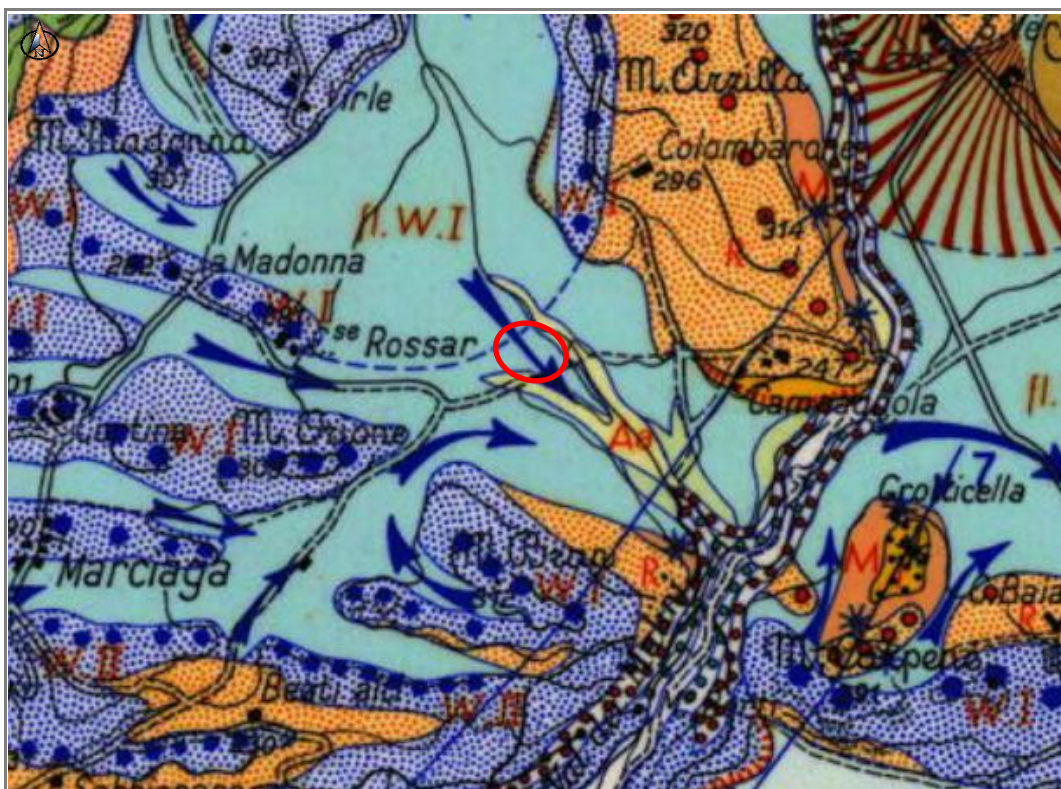


**Fig. 5.** Andamento morfologico dell'area oggetto di intervento.

*In corrispondenza della porzione di territorio entro cui ricade il sito d'interesse progettuale non si segnalano fenomeni di dissesto in atto, quiescenti o in evoluzione, né manifestazioni di erosione diffusa o concentrata. L'intervento in progetto non comporterà modifiche alla morfologia tali da incidere sulla stabilità locale e globale dei luoghi.*

Da un punto di vista **geologico** il territorio ricade nel contesto glaciale e fluvioglaciale del sistema morenico gardesano dove natura e granulometria sono strettamente legate all'azione di diversi agenti "modellatori" (ghiacciai, acque di scioglimento, fluviali e meteoriche) ed alle condizioni climatiche stabilitesi durante le varie fasi di erosione e deposito. La litologia locale è costituita per lo più da depositi glaciali dovuti al dilavamento dei cordoni morenici da parte degli scaricatori würmiani e rissiani; si tratta di litotipi grossolani (ghiaia e ciottoli) immersi in matrice da sabbiosa a limo - argillosa. Localmente si riscontrano orizzonti di copertura costituiti da terreni fini di alterazione di natura argillosa e limosa, ricoprenti per alcuni metri i depositi grossolani. Si evidenzia quindi elevata variabilità litologica sia verticale che orizzontale.

Da un punto di vista **litologico - stratigrafico** per un inquadramento di dettaglio dell'area indagata si rimanda alla "Carta Geologica dell'Anfiteatro Morenico del Garda - tratto orientale e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese" (Fig. 6), da cui emerge come il primo sottosuolo del territorio entro cui si inserisce il lotto di studio sia riconducibile a depositi fluvioglaciali (fg.W.I) costituiti da ghiaie grossolane e ciottolose in matrice fine da sabbiosa a limosa disposti in terrazzi raccordati con le cerchie moreniche principali.



**Fig. 6.** Estratto della "Carta Geologica dell'Anfiteatro Morenico del Garda - tratto orientale e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese" in scala 1:25.000 (Venzo S., 1961). In rosso l'ubicazione del sito di studio.



**Alluvium antico (Aa):** bassi terrazzi ghiaiosi o alluvioni di fondovalle in corrispondenza di scaricatori.

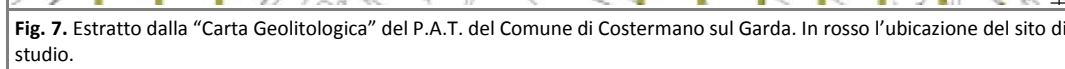


**Fluvioglaciale Würm I (Fg.W.I):** sistema terrazzato a ghiaie grossolane e ciottolosi, raccordato con le cerchie moreniche principali con locali conoidi e alte scarpate.



**Morenico (W.I - W.III):** morenico ghiaioso con terreno bruno; cerchie fresche del W.I-III. Principali scaricatori fluvioglaciali.







**Fig. 8.** Particolare dei depositi fluvioglaciali ghiaiosi e ciottolosi in matrice sabbiosa e limosa in giacitura naturale che caratterizzano il primo sottosuolo dell'area di studio.

L'assetto litostratigrafico dell'area di studio può essere così schematizzato:

STRATO	PROFONDITÀ MEDIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA
I	0,0 ÷ 0,5	<b>Terreno vegetale:</b> limo sabbioso con ghiaia centimetrica, di colore bruno con radici e resti vegetali.
II	> 0,5	<b>Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e limosa</b> in giacitura naturale. I ciottoli si presentano poligenici e eterogranulari con diametro variabile tra 1 e 6 cm e sparsi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di medio - alto grado di addensamento in virtù di uno scheletro granulare compatto.

*Per quanto concerne l'aspetto geologico e geomorfologico locale, in corrispondenza dell'area di intervento non si segnalano significative criticità potenziali o in atto; contestualmente il modello litologico locale conferisce ai luoghi un assetto nel complesso stabile. L'intervento in progetto può ritenersi compatibile con l'assetto geologico e geomorfologico locale.*



## 5.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista **idrografico** e **idraulico** generale la circolazione idrica superficiale dell'area è costituita da una serie di modeste incisioni orientate lungo la massima pendenza che solcano i rilievi morenici e scendono verso le sottostanti piane intramoreniche, attraversandole; tali corpi idrici sono caratterizzati da scarse portate dal momento che la loro alimentazione dipende in gran parte dall'andamento delle precipitazioni meteoriche.

Con riferimento al rilievo geologico eseguito e alla fotografia aerea riportata in Fig. 9, in corrispondenza del confine Nord – Est dell'area di pertinenza del Piano Urbanistico Attuativo è presente l'incisione della Valle Strova, compluvio naturale che scende in direzione Nord – Sud dai rilievi morenici presenti nella porzione settentrionale del territorio comunale e si immette nel Torrente Tesina che scorre nella Valle dei Molini alcune centinaia di metri più a Sud. Si tratta di un'incisione a carattere marcatamente torrentizio che mostra portate idriche solo in seguito ad eventi meteorici di una certa importanza.

In tale corso d'acqua, asciutto al momento del rilievo, si intende scaricare le acque meteoriche derivanti dalle aree di futura edificazione, sia quelle ricadenti sulle opere di urbanizzazione primaria (viabilità interna e parcheggi) sia da ciascuno dei 5 lotti in cui sarà suddivisa l'area del P.U.A., previo invaso e laminazione in vasche interrato opportunamente dimensionate.

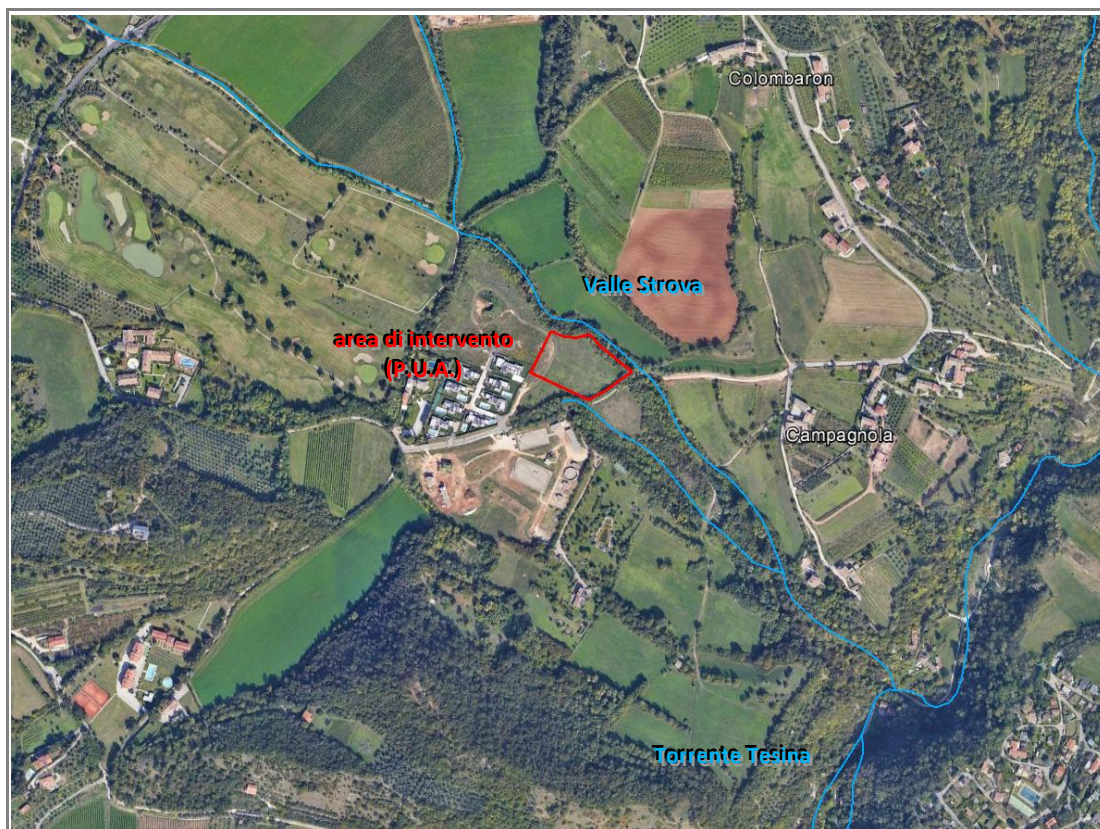
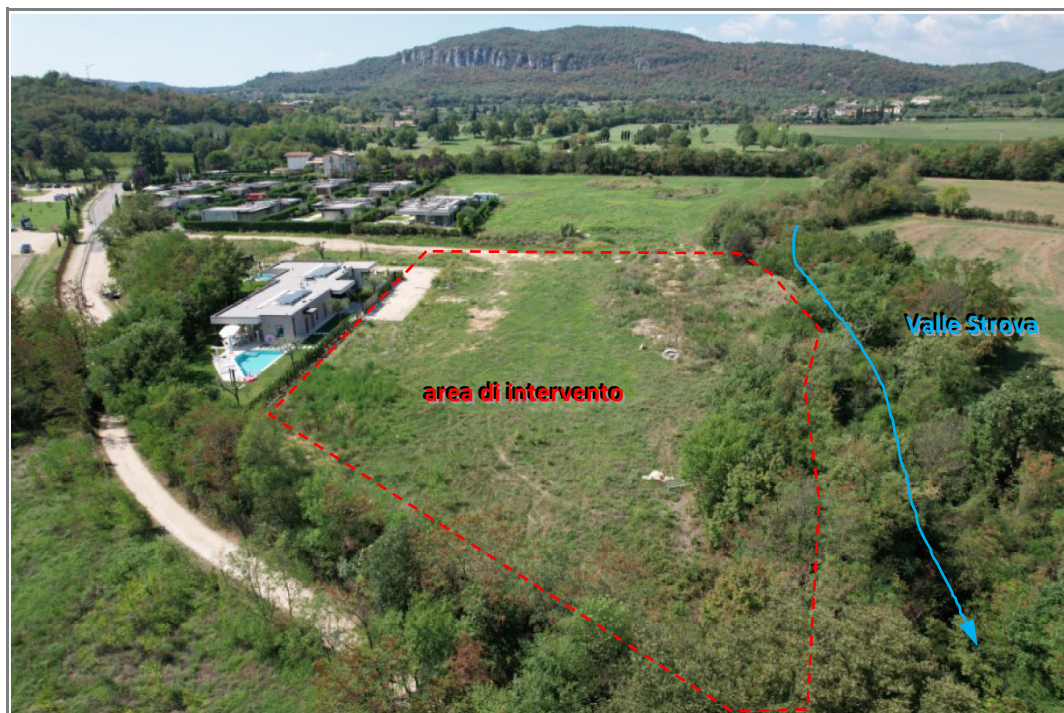


Fig. 9. Estratto da Google Earth con la rete idrografica principale (in azzurro) presente in corrispondenza dell'area d'intervento (in rosso).



**Fig. 10.** Panoramica dell'area di competenza del P.U.A. e andamento del torrente che scorre sul fondo della Valle Strova e delimita il confine Nord - Est dell'area oggetto di intervento.

L'area di intervento non si inserisce entro vallecole o zone di concentrazione privilegiata delle acque meteoriche: in generale il deflusso delle acque di corrivazione superficiale avviene in maniera diffusa secondo le direzioni di massima pendenza del versante verso Est in direzione dell'incisione della Valle Strova e senza la formazione di specifiche direzioni di scorrimento, ristagni idrici o situazioni di criticità localizzate.

I particolari caratteri geologico - strutturali tipici dell'area morenica entro cui si inserisce il lotto di studio condizionano strettamente anche l'assetto **idrogeologico** locale. In particolare, la disomogeneità dei depositi e l'alternanza di materiali a diversa permeabilità condizionano geometria e assetto piezometrico. Ne deriva che la ricostruzione dell'assetto piezometrico è quindi quanto mai puntuale, certamente non estendibile a modello territoriale. Nella zona interna dell'apparato morenico del Garda gli acquiferi sfruttati per l'irrigazione e per gli impianti acquedottistici si trovano a profondità notevoli e tutti caratterizzati da una potenzialità medio - bassa. Si tratta di acquiferi di tipo confinato e semiconfinato, sviluppatasi in orizzonti granulari ed alternati a più potenti depositi di materiale fine. L'eterogeneità dei sedimenti presenti negli strati più superficiali del sottosuolo impedisce di fatto la formazione di falde freatiche ben definite, mentre non è raro intercettare venute d'acqua di potenzialità limitata poste a debole profondità e sviluppatesi in orizzonti granulari la cui alimentazione dipende quasi esclusivamente dalle precipitazioni atmosferiche.



Dall'analisi della "Carta Idrogeologica" del P.A.T. del Comune di Costermano sul Garda (Fig. 11) emerge come il lotto di interesse progettuale si collochi in un'area caratterizzata da profondità della falda maggiore di 10 m dal piano campagna.

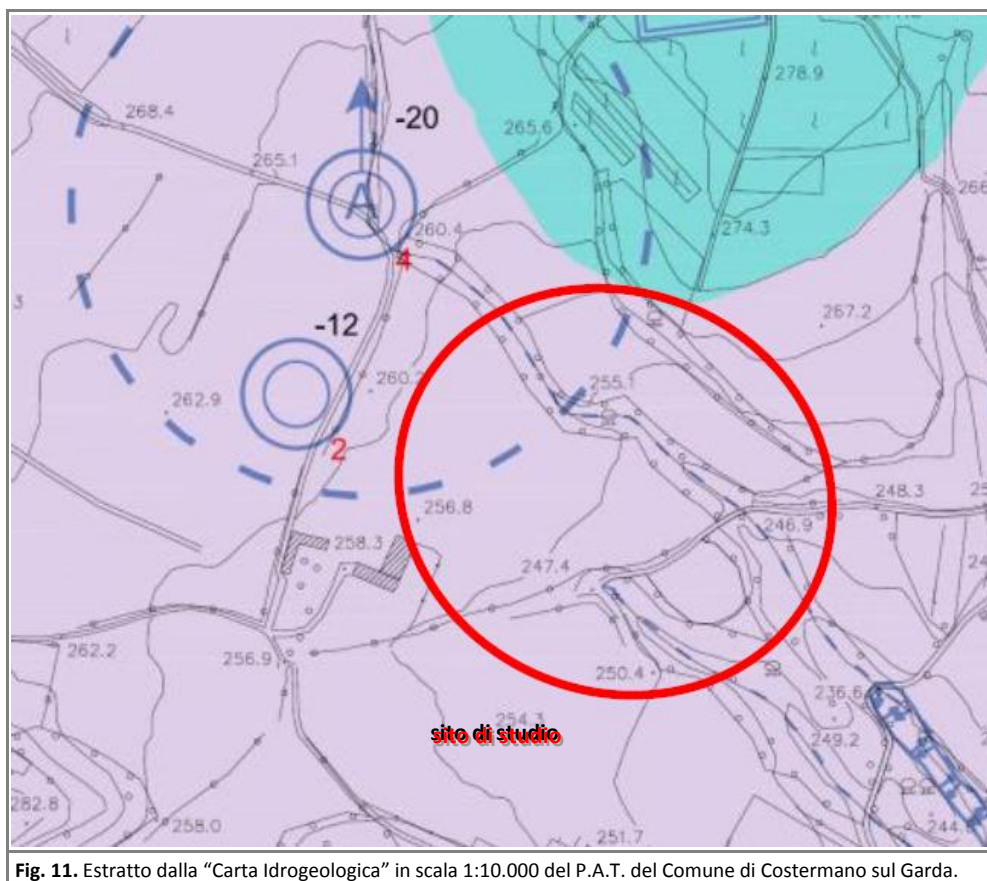


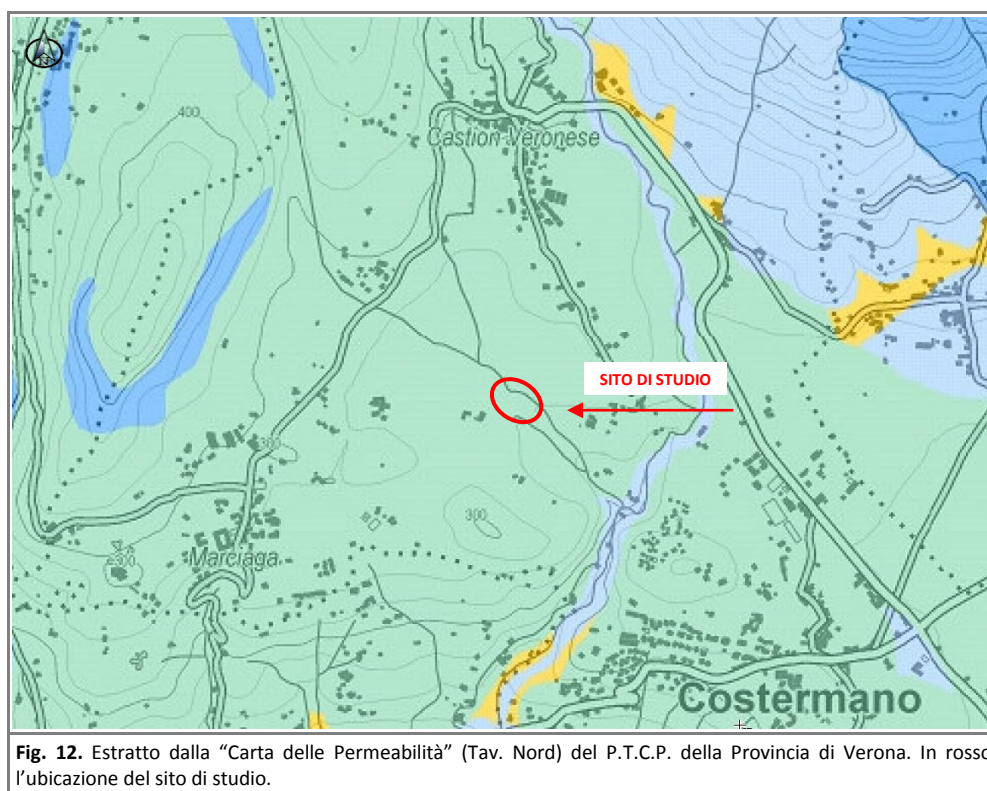
Fig. 11. Estratto dalla "Carta Idrogeologica" in scala 1:10.000 del P.A.T. del Comune di Costermano sul Garda.

- Aree con profondità della falda freatica maggiore di 10 m da p.c.
- Pozzo artesiano utilizzato come acquedotto pubblico (profondità della falda in m da p.c.)

In tal senso si esclude la presenza di una falda freatica continua nei primi metri di sottosuolo. *Alla luce della tipologia di intervento in esame, si ritiene pertanto che la falda si collochi a profondità tali da non interferire con le opere in progetto.*

Le litologie presenti sul territorio manifestano sostanziali differenze nelle caratteristiche di conducibilità idraulica: mentre i depositi a tessitura ghiaiosa e sabbiosa mostrano una permeabilità più elevata, i depositi fluvioglaciali, costituiti da materiali granulometricamente molto più eterogenei, presentano una permeabilità primaria per porosità molto variabile sia verticalmente che orizzontalmente da zona a zona.

Con riferimento alla “Carta delle Permeabilità” del P.T.C.P. (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) di Verona (Fig. 12) e come confermato dalle evidenze riscontrate dalle indagini geognostiche di riferimento, i depositi presenti nel primo sottosuolo siano dotati di permeabilità da media ad alta per porosità (valori di  $k$  compresi tra  $10^{-4} \div 10^{-5}$  m/s) in virtù della granulometria e del grado di addensamento nel complesso medio - alto del materiale.

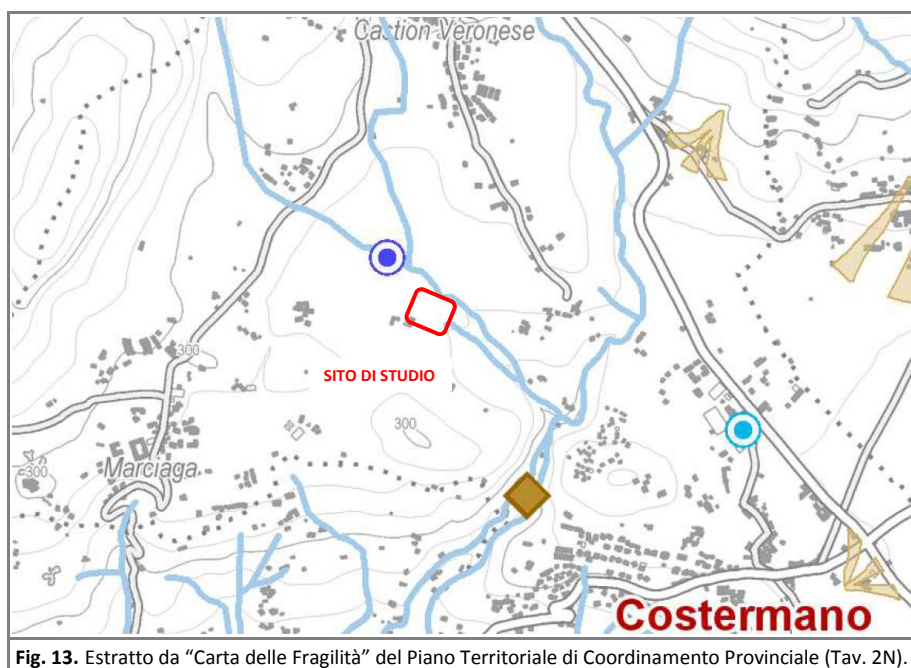


Permeabilità da media ad alta (per porosità in depositi prevalentemente sabbiosi)

Sebbene in assenza di riscontri diretti a seguito di precipitazioni meteoriche di una certa importanza, si ritiene che in corrispondenza dell’area di intervento non vi siano significativi fenomeni di ristagno idrico o difficoltà di drenaggio, né situazioni di criticità localizzate.

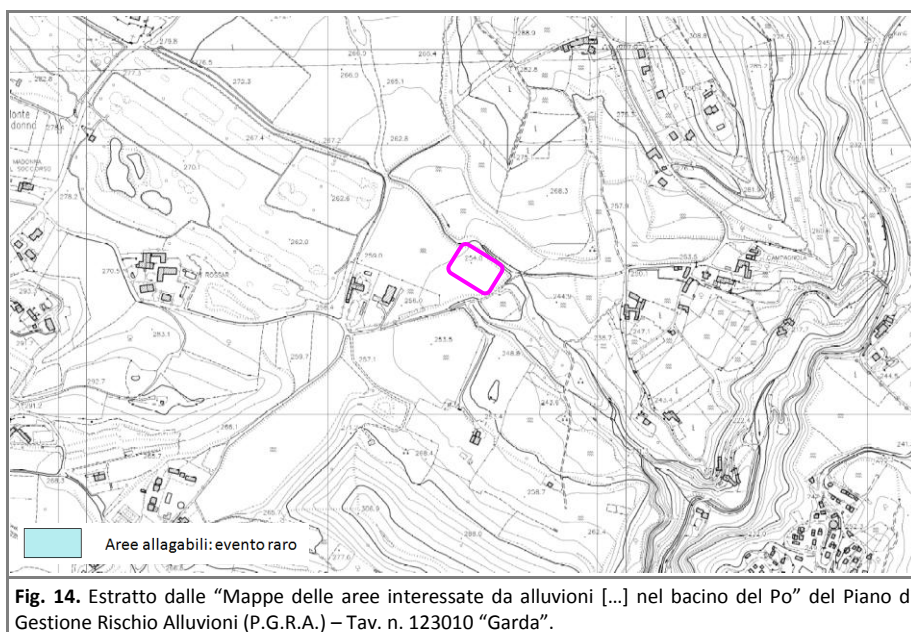
Coerentemente con quanto emerso dal rilievo, dall’analisi della “Carta delle Fragilità” del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) e di cui si riporta un estratto di seguito, il lotto d’intervento non ricade in corrispondenza di aree caratterizzate da criticità idrauliche, idrogeologiche, dissesti in atto o quiescenti, tantomeno possibili evidenze che possano precludere lo scarico delle acque meteoriche del P.U.A. in corpo idrico superficiale.





Area a periodico ristagno idrico

L'area rientra nell'ambito dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e dall'analisi della cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) e del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio non ricade in zone soggette a dissesto idrogeologico, a pericolosità idraulica, né in zone di attenzione idraulica (Fig. 14).



Aree allagabili: evento raro

*Per quanto concerne l'aspetto idrografico e idrogeologico locale, in corrispondenza del lotto di intervento non si segnalano significative criticità potenziali o in atto. Il progetto non modifica in alcun modo, tantomeno in termini peggiorativi, la situazione idraulica in essere, inoltre, non comporta alcun aumento del rischio idraulico nella fascia di territorio entro cui si inserisce.*

## 6 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la **trasformazione dell'uso del suolo** da essa attuata; nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici.

### 6.1 TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Considerando l'intera area di competenza del Piano Urbanistico Attuativo oggetto di studio (7.177,90 m<sup>2</sup>), le superfici coinvolte (attualmente da considerare permeabili in quanto aree verdi inerbite non coltivate) saranno così suddivise:

TIPO SUPERFICIE	STATO DI PROGETTO
Lotto 1	944,01 m <sup>2</sup>
Lotto 2	1.134,64 m <sup>2</sup>
Lotto 3	1.297,47 m <sup>2</sup>
Lotto 4	1.138,07 m <sup>2</sup>
Lotto 5	1.360,46 m <sup>2</sup>
stradello di accesso in ghiaia	434,53 m <sup>2</sup>
parcheggio scoperto (grigliato drenante)	87,50 m <sup>2</sup>
aree verdi e verde privato (non trasformate)	781,22 m <sup>2</sup>
<b>superficie totale P.U.A.</b>	<b>7.177,90 m<sup>2</sup></b>

Considerando solo le porzioni di territorio effettivamente interessate dalle trasformazioni in termini di uso del suolo e di permeabilità, per quanto riguarda le **opere di urbanizzazione primaria** (viabilità e parcheggi) si hanno:

OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	522,03 m <sup>2</sup>	-
stradello di accesso in ghiaia	-	434,53 m <sup>2</sup>
parcheggio in grigliato drenante	-	87,50 m <sup>2</sup>
pavimentazioni impermeabili	-	-
<b>superficie totale</b>	<b>522,03 m<sup>2</sup></b>	<b>522,03 m<sup>2</sup></b>

Per quanto riguarda i **5 lotti residenziali** in progetto si considera, in via cautelativa, il massimo consumo di suolo concesso pari a 805,05 m<sup>2</sup> come superficie impermeabile e la porzione rimanente adibita a giardino e aree verdi come area permeabile, da cui deriva:

LOTTO 1	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	944,01 m <sup>2</sup>	138,96 m <sup>2</sup>
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	-	805,05 m <sup>2</sup>
superficie totale	<b>944,01 m<sup>2</sup></b>	<b>944,01 m<sup>2</sup></b>

LOTTO 2	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	1.134,64 m <sup>2</sup>	329,59 m <sup>2</sup>
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	-	805,05 m <sup>2</sup>
superficie totale	<b>1.134,64 m<sup>2</sup></b>	<b>1.134,64 m<sup>2</sup></b>

LOTTO 3	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	1.297,47 m <sup>2</sup>	492,42 m <sup>2</sup>
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	-	805,05 m <sup>2</sup>
superficie totale	<b>1.297,47 m<sup>2</sup></b>	<b>1.297,47 m<sup>2</sup></b>

LOTTO 4	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	1.138,07 m <sup>2</sup>	333,02 m <sup>2</sup>
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	-	805,05 m <sup>2</sup>
superficie totale	<b>1.138,07 m<sup>2</sup></b>	<b>1.138,07 m<sup>2</sup></b>

LOTTO 5	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	1.360,46 m <sup>2</sup>	555,41 m <sup>2</sup>
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	-	805,05 m <sup>2</sup>
superficie totale	<b>1.360,46 m<sup>2</sup></b>	<b>1.360,46 m<sup>2</sup></b>

Dal momento che le rimanenti superfici (781,22 m<sup>2</sup>) saranno adibite ad aree verdi (prati, giardini e aiuole) e quindi di fatto non trasformate rispetto allo stato attuale, non saranno considerate nel presente studio di compatibilità idraulica in quanto non vi è alcuna variazione in termini di permeabilità rispetto allo stato attuale (principio di “invarianza idraulica”).

Il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il *coefficiente di deflusso*  $\varphi$ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso, i cui valori sono convenzionalmente assunti come da Allegato A alla D.G.R. 2948/2009 e schematizzato nella tabella seguente.

SUPERFICIE	$\varphi$
aree agricole	0,10
superfici permeabili (aree verdi e inerbite)	0,20
superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in ghiaia, terra battuta)	0,60
superfici impermeabili (tetti, coperture, strade e piazzali asfaltati, ecc.)	0,90

Nel presente studio, le superfici di progetto sono state caratterizzate come di seguito esposto:

- SUPERFICI AGRICOLE ( $\varphi = 0,1$ ): nello stato di progetto non sono presenti superfici agricole;
- SUPERFICI PERMEABILI ( $\varphi = 0,2$ ): nello stato di progetto sono state conteggiate come permeabili le aree verdi private interne ai lotti residenziali (considerando, in via cautelativa, la percentuale minima rispetto agli indici urbanistici concessi);
- SUPERFICI SEMIPERMEABILI ( $\varphi = 0,6$ ): nello stato di progetto sono stati conteggiati come semipermeabili i parcheggi in grigliato drenante e la strada di accesso in ghiaia;
- SUPERFICI IMPERMEABILI ( $\varphi = 0,9$ ): per lo stato di progetto sono considerate impermeabili le coperture e le pavimentazioni degli edifici abitativi considerando il massimo quantitativo di consumo di suolo concesso per ogni lotto oggetto di edificazione.

L'influenza delle singole superfici  $S_i$  in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso  $\varphi_i$ :

$$\varphi = \sum_i \varphi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella tabella precedente si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato pari a 0,20 per quanto riguarda lo stato iniziale e 0,62 per lo stato di progetto. Considerando le superfici nel loro insieme, pari a circa 0,7 Ha, l'intervento in progetto è classificabile come *“intervento a modesta impermeabilizzazione potenziale su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha”*.



## 6.2 ANALISI IDROLOGICA

Per la caratterizzazione idrologica dell'area, la normativa prescrive che si faccia riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona di studio, per diverse durate di precipitazione e per eventi con un determinato tempo di ritorno  $T_R$ . I dati pluviometrici che definiscono il legame tra l'altezza di pioggia ( $h$ ) e la durata di precipitazione ( $t$ ) si esprimono in genere attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

- $h$  altezza di pioggia (mm)
- $a, n$  coefficienti
- $t$  durata della precipitazione (ore)

Per il presente studio sono stati utilizzati i dati di precipitazione della stazione pluviometrica di Bardolino (VR) elaborati dal Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrologica della Regione Veneto. Come indicato dalla D.G.R. 2948/2009, è stato considerato per l'evento critico un **tempo di ritorno  $T_R$  di 50 anni**. La curva di possibilità pluviometrica considerata in queste ipotesi è quindi:

$$h = 73,91 \cdot t^{0,145}$$

## 6.3 STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO

La valutazione del livello di incremento di criticità idraulica del territorio viene solitamente condotta in base all'analisi afflussi – deflussi prima e dopo la realizzazione delle opere in progetto. La differenza dei deflussi antecedenti e conseguenti gli interventi rappresenta l'incremento di portata determinato dagli effetti delle modifiche previste dal progetto. Il calcolo della portata eseguito applicando il metodo razionale, parte dall'analisi della curva di possibilità pluviometrica (v. Par. 7.2) per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per calcolare il quale si è fatto riferimento alla formula di *Ventura* valida per piccoli bacini:

$$\tau_c (ore) = 0,1272 \sqrt{A_b / i_m}$$

dove:

- $A_b$  area del bacino in  $km^2$
- $i_m$  pendenza media del bacino

Alla luce dell'assetto morfologico dell'area di studio, il tempo di corrivazione risulta di 10 min ca. che, in corrispondenza dell'evento critico, fornisce un'altezza di pioggia  $h$  di 57,2 mm e un'intensità di pioggia  $i$  di circa 336 mm/ora.

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

con:

- $i$  intensità di pioggia in mm/ora
- $A$  superficie scolante in ha
- $\varphi$  coefficiente di deflusso

A parità di intensità, il contributo idrico complessivo dell'area allo stato attuale è pari a 134 l/s mentre a seguito degli interventi progettuali la portata di deflusso è di 416 l/s. L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è quindi pari a 282 l/s e richiede pertanto l'adozione di misure compensative necessarie per non alterare l'attuale equilibrio idraulico. Il coefficiente udometrico (rapporto fra la portata di deflusso e la superficie espressa in ettari) risulta nella condizione di area iniziale pari a 186 l/s per ettaro mentre nella configurazione di progetto sale a circa 579 l/s per ettaro, indice di una condizione più urbanizzata.

Per la successiva definizione delle misure compensative necessarie a mitigare l'incremento di impermeabilizzazione e conseguentemente di portata di deflusso prodotti dall'intervento, sulla base delle indicazioni del Consorzio di Bonifica Veronese è necessario rispettare un valore di coefficiente udometrico pari a **10 l/s per ettaro**. Secondo il principio dell'invarianza idraulica, i volumi minimi da predisporre per la laminazione dei nuovi carichi idraulici di progetto sono stati stimati assumendo una portata massima scaricabile di 10 l/s per ettaro d'intervento.

#### 6.4 STIMA DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO

Per rispettare il principio dell'**invarianza idraulica**, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico, indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso e devono garantire che la portata di deflusso rimanga costante fra lo stato antecedente e quello successivo alla realizzazione delle opere di progetto.

Considerando le trasformazioni urbanistiche previste, per garantire l'invarianza idraulica si propone una valutazione del volume compensativo calcolato sulle caratteristiche idrologiche, stereometriche e di impermeabilizzazione progettuali per l'area interessata dalle opere di urbanizzazione primaria (strade e parcheggi) e per ciascuno dei 5 lotti residenziali in cui sarà suddivisa l'area del P.U.A. In tal senso calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il volume necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Il valore così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno valutato. I volumi di accumulo sono stati stimati con il metodo delle piogge per la curva di possibilità pluviometrica riportata nel Par. 6.2 con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il volume di pioggia entrante (affluente) nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata  $t$  si può esprimere tramite la seguente relazione:

$$V_e = S \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

dove:

- $S$  superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso
- $\varphi$  coefficiente di deflusso medio
- $h$  altezza di pioggia
- $a, n$  coefficienti della curva pluviometrica
- $t$  durata della precipitazione

Il volume in uscita (effluente) dal sistema nello stesso intervallo  $t$  di tempo è:

$$V_u = Q_u \cdot t = S \cdot u \cdot t$$

dove:

- $Q_u$  portata imposta allo scarico
- $u$  coefficiente udometrico imposto allo scarico

Il volume da invasare al tempo  $t$  è dato dalla differenza dei volumi in entrata e in uscita dal sistema:

$$V_{\text{invaso}} = V_e - V_u$$

Il volume di invaso minimo da predisporre per la laminazione del nuovo carico idraulico prodotto dagli interventi allo studio è stato determinato, recependo la metodologia proposta dai Consorzi di Bonifica, confrontando i volumi di precipitazione raccolti nelle nuove trasformazioni con i volumi scaricati nel ricettore per differenti durate di precipitazione ed assumendo il valore che massimizza la loro differenza.

*Per completezza di esposizione, oltre che per le opere di urbanizzazione primaria previste in questa fase progettuale (strade e parcheggi), il calcolo è stato eseguito distintamente per ciascuno dei 5 lotti residenziali in cui sarà suddivisa l'area del P.U.A. sulla base del massimo valore in termini di consumo di suolo e di impermeabilizzazione consentito dalle norme. Il calcolo non ha considerato la parte che non sarà trasformata rispetto allo stato attuale e destinata a verde di progetto per aree verdi, giardini e aiuole negli spazi comuni (781,22 m<sup>2</sup>).*

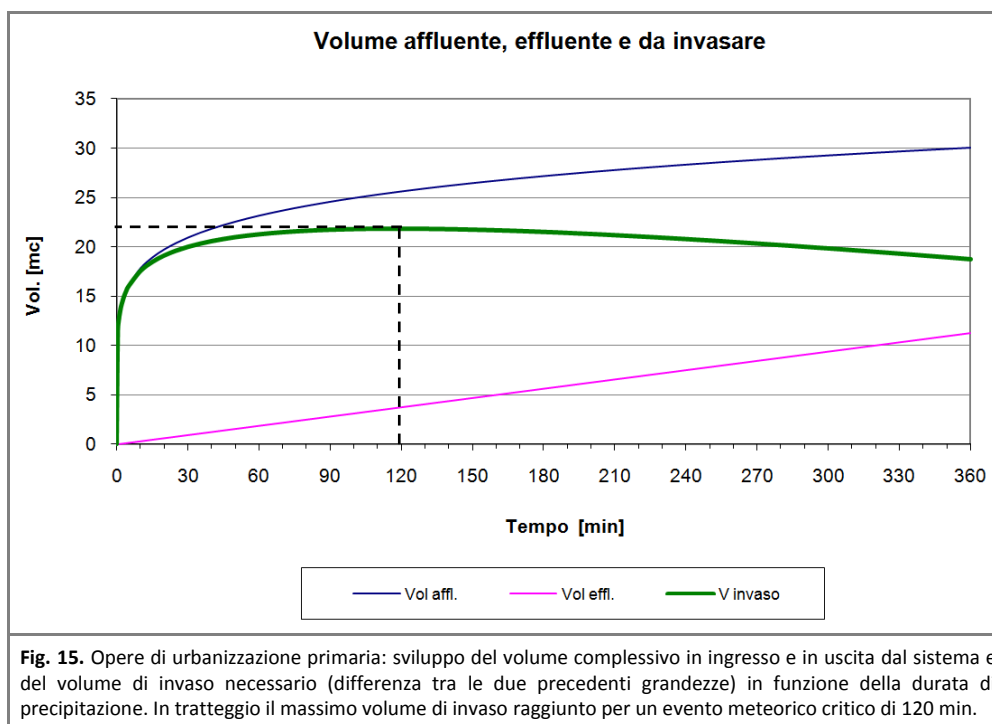
Di seguito si riportano i risultati dei calcoli eseguiti; il volume di invaso calcolato con la metodologia indicata (a partire dalla piovosità, dai dati stereometrici e di impermeabilizzazione massima di ogni ambito) è stato poi confrontato con il volume specifico imposto dalle norme del P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie) e si è scelto il valore maggiore tra i due. Tale valore è stato infine confrontato con il valore scelto dal progettista per ciascuna vasca di laminazione al fine di confermarne o meno l'idoneità.

#### 6.4.1 OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA

Per quanto riguarda le opere di urbanizzazione primaria, nel calcolo idraulico si considera lo stradello di accesso in ghiaia (434,53 m<sup>2</sup>) e il parcheggio in grigliato drenante (87,50 m<sup>2</sup>), entrambi superfici semipermeabili.

OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA	STATO DI PROGETTO	TIPO DI SUPERFICIE
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	-	-
strada in ghiaia e parcheggio in grigliato	522,03 m <sup>2</sup>	semipermeabile
pavimentazioni impermeabili	-	-
superficie totale	<b>522,03 m<sup>2</sup></b>	-

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 0,52 l/s e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti le opere di urbanizzazione primaria richiedono un volume di invaso minimo di 22 m<sup>3</sup> (pari a 418 m<sup>3</sup>/ha).



Considerando il volume specifico indicato dal P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie trasformata), deriva un volume di compensazione minimo pari a 27 m<sup>3</sup>. Tale valore è stato pertanto **assunto dal progettista (27 m<sup>3</sup>) come idoneo a garantire la corretta compensazione idraulica per le opere di urbanizzazione primaria del P.U.A.**

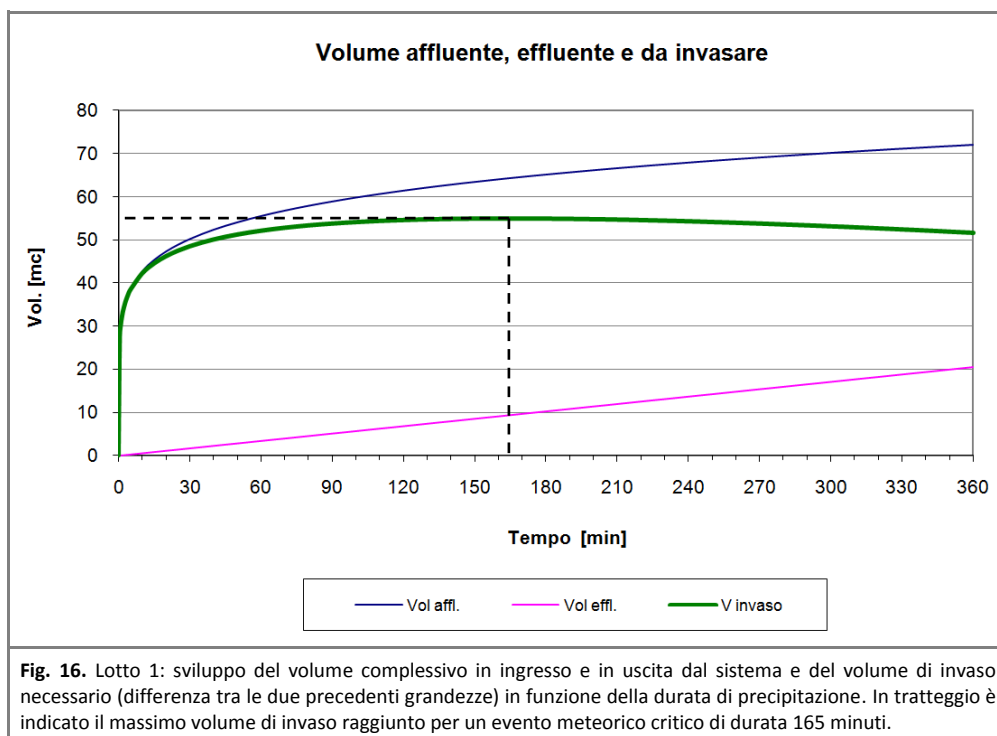


### 6.4.2 LOTTO 1

Per il **lotto 1**, è stato valutato il massimo consumo di suolo consentito dalle norme del P.U.A. pari a 805,05 m<sup>2</sup> superficie che, a favore di sicurezza, è stata considerata interamente come impermeabile (coperture edificio, accessi pedonali, pavimentazioni esterne); la restante parte del lotto (138,96 m<sup>2</sup>) è stata considerata a verde (giardino, prato, aiuole).

LOTTO 1	STATO DI PROGETTO	TIPO DI SUPERFICIE
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	138,96 m <sup>2</sup>	permeabile
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	805,05 m <sup>2</sup>	impermeabile
superficie totale	<b>944,01 m<sup>2</sup></b>	-

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 0,94 l/s e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione per il Lotto 1 deriva un volume di invaso minimo di 55 m<sup>3</sup> (pari a 583 m<sup>3</sup>/ha).



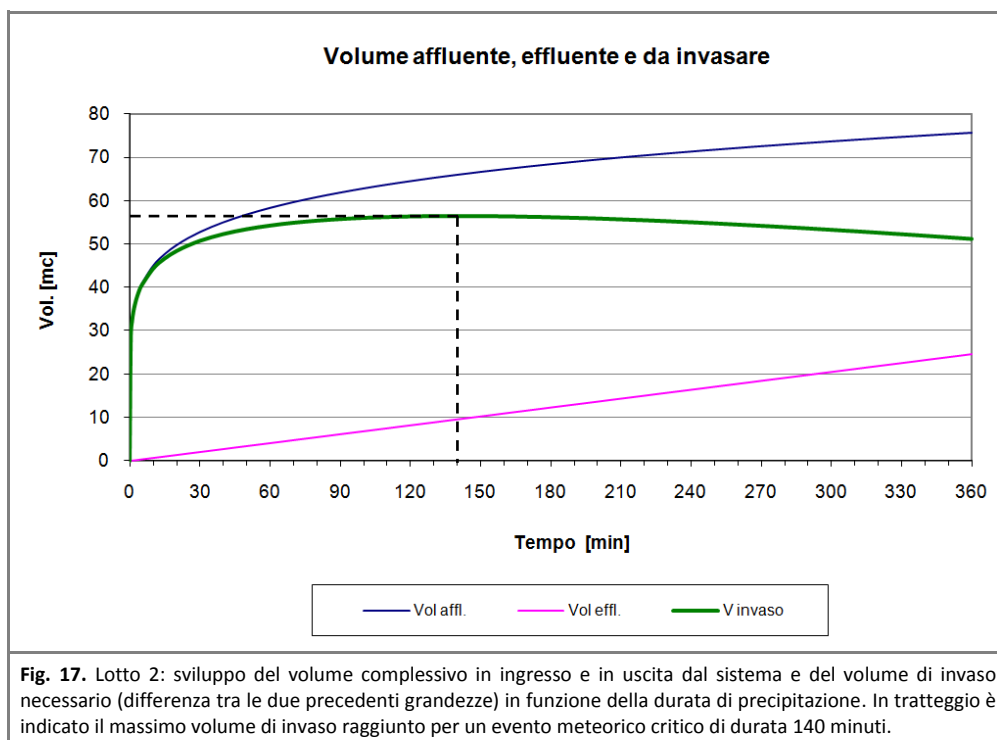
Considerando il volume specifico indicato dal P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie), deriva un volume di compensazione minimo pari a 49 m<sup>3</sup>. Entrambi tali valori sono inferiori al **valore indicato dal progettista (80 m<sup>3</sup>)**, il quale risulta ampiamente sufficiente a garantire la corretta compensazione idraulica per il Lotto 1 in progetto.

### 6.4.3 LOTTO 2

Per il **lotto 2**, è stato valutato il massimo consumo di suolo consentito dalle norme del P.U.A. pari a 805,05 m<sup>2</sup> superficie che, a favore di sicurezza, è stata considerata interamente come impermeabile (coperture edificio, accessi pedonali, pavimentazioni esterne); la restante parte del lotto (329,59 m<sup>2</sup>) è stata considerata a verde (giardino, prato, aiuole).

LOTTO 2	STATO DI PROGETTO	TIPO DI SUPERFICIE
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	329,59 m <sup>2</sup>	permeabile
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	805,05 m <sup>2</sup>	impermeabile
superficie totale	<b>1.134,64 m<sup>2</sup></b>	-

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 1,13 l/s e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione per il Lotto 2 deriva un volume di invaso minimo di 57 m<sup>3</sup> (pari a 498 m<sup>3</sup>/ha).



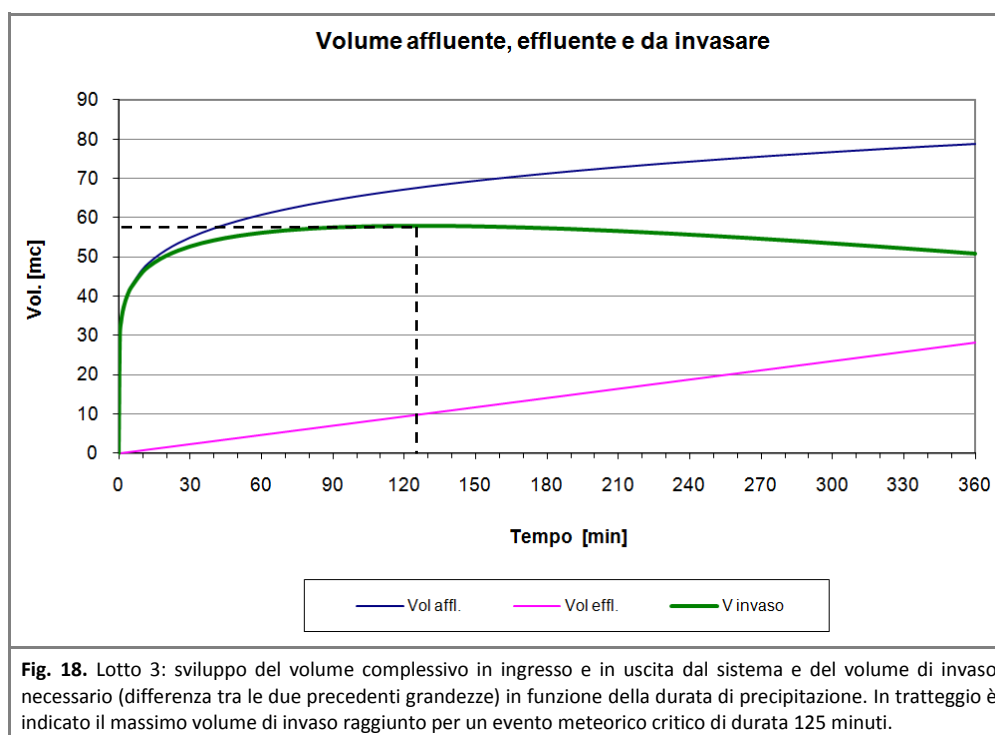
Considerando il volume specifico indicato dal P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie), deriva un volume di compensazione minimo pari a 59 m<sup>3</sup>. Entrambi tali valori sono inferiori al **valore indicato dal progettista (80 m<sup>3</sup>)**, il quale risulta ampiamente sufficiente a garantire la corretta compensazione idraulica per il Lotto 2 in progetto.

## 6.4.4 LOTTO 3

Per il **lotto 3**, è stato valutato il massimo consumo di suolo consentito dalle norme del P.U.A. pari a 805,05 m<sup>2</sup> superficie che, a favore di sicurezza, è stata considerata interamente come impermeabile (coperture edificio, accessi pedonali, pavimentazioni esterne); la restante parte del lotto (492,42 m<sup>2</sup>) è stata considerata a verde (giardino, prato, aiuole).

LOTTO 3	STATO DI PROGETTO	TIPO DI SUPERFICIE
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	492,42 m <sup>2</sup>	permeabile
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	805,05 m <sup>2</sup>	impermeabile
superficie totale	<b>1.297,47 m<sup>2</sup></b>	-

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 1,30 l/s e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione per il Lotto 3 deriva un volume di invaso minimo di 58 m<sup>3</sup> (pari a 446 m<sup>3</sup>/ha).



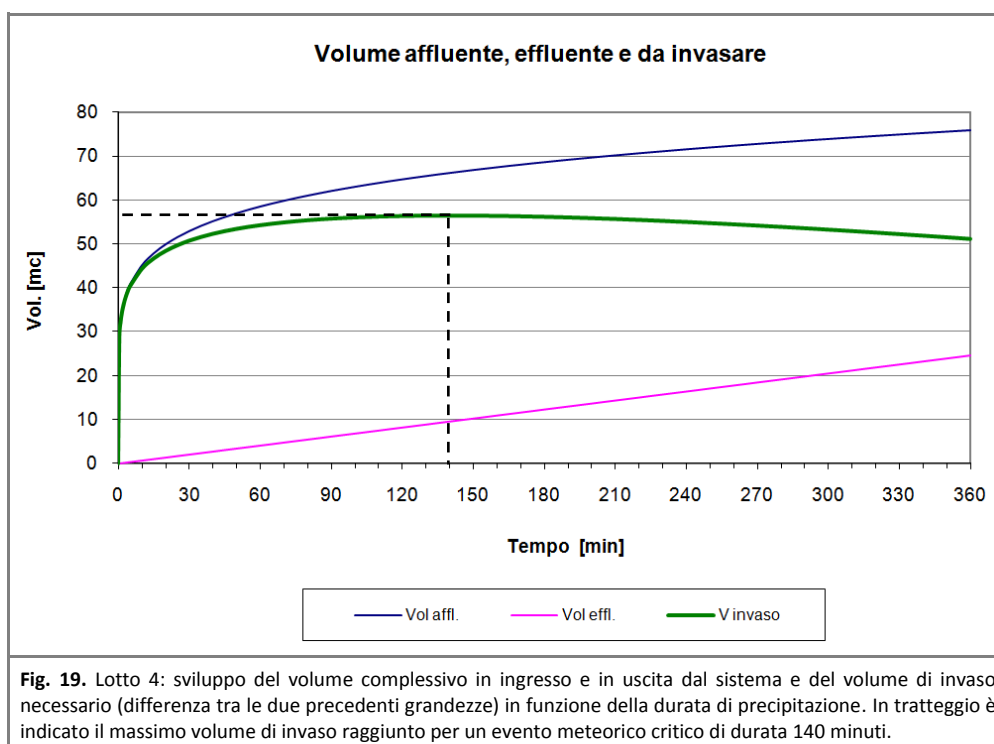
Considerando il volume specifico indicato dal P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie), deriva un volume di compensazione minimo pari a 67 m<sup>3</sup>. Entrambi tali valori sono inferiori al **valore indicato dal progettista (80 m<sup>3</sup>)**, il quale risulta ampiamente sufficiente a garantire la corretta compensazione idraulica per il Lotto 3 in progetto.

## 6.4.5 LOTTO 4

Per il **lotto 4**, è stato valutato il massimo consumo di suolo consentito dalle norme del P.U.A. pari a 805,05 m<sup>2</sup> superficie che, a favore di sicurezza, è stata considerata interamente come impermeabile (coperture edificio, accessi pedonali, pavimentazioni esterne); la restante parte del lotto (333,02 m<sup>2</sup>) è stata considerata a verde (giardino, prato, aiuole).

LOTTO 4	STATO DI PROGETTO	TIPO DI SUPERFICIE
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	333,02 m <sup>2</sup>	permeabile
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	805,05 m <sup>2</sup>	impermeabile
superficie totale	<b>1.138,07 m<sup>2</sup></b>	-

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 1,14 l/s e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione per il Lotto 4 deriva un volume di invaso minimo di 57 m<sup>3</sup> (pari a 497 m<sup>3</sup>/ha).



Considerando il volume specifico indicato dal P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie), deriva un volume di compensazione minimo pari a 59 m<sup>3</sup>. Entrambi tali valori sono inferiori al **valore indicato dal progettista (80 m<sup>3</sup>)**, il quale risulta ampiamente sufficiente a garantire la **corretta compensazione idraulica per il Lotto 4 in progetto**.

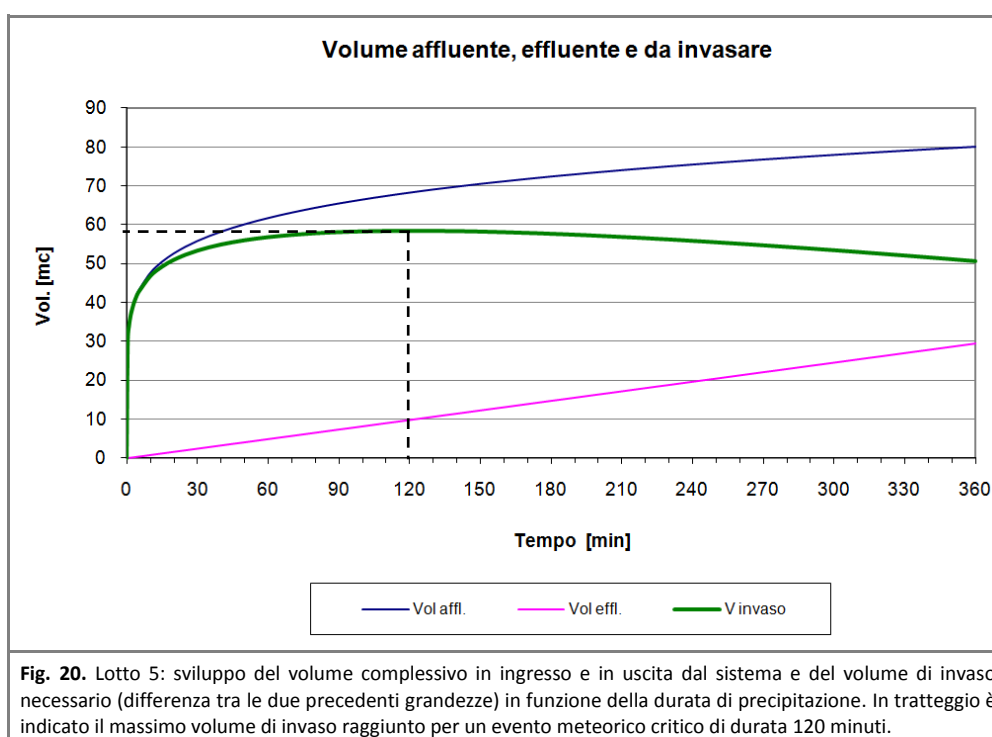


## 6.4.6 LOTTO 5

Per il **lotto 5**, è stato valutato il massimo consumo di suolo consentito dalle norme del P.U.A. pari a 805,05 m<sup>2</sup> superficie che, a favore di sicurezza, è stata considerata interamente come impermeabile (coperture edificio, accessi pedonali, pavimentazioni esterne); la restante parte del lotto (555,41 m<sup>2</sup>) è stata considerata a verde (giardino, prato, aiuole).

LOTTO 5	STATO DI PROGETTO	TIPO DI SUPERFICIE
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	555,41 m <sup>2</sup>	permeabile
piazzali esterni con stabilizzato in ghiaia	-	-
coperture edificio e pavimentazioni	805,05 m <sup>2</sup>	impermeabile
superficie totale	<b>1.360,46 m<sup>2</sup></b>	-

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 10 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 1,36 l/s e adottando la curva pluviometrica indicata in precedenza, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione per il Lotto 5 deriva un volume di invaso minimo di 58 m<sup>3</sup> (pari a 430 m<sup>3</sup>/ha).



Considerando il volume specifico indicato dal P.I. (520 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie), deriva un volume di compensazione minimo pari a 71 m<sup>3</sup>. Entrambi tali valori sono inferiori al **valore indicato dal progettista (80 m<sup>3</sup>)**, il quale risulta ampiamente sufficiente a garantire la corretta compensazione idraulica per il Lotto 5 in progetto.

#### 6.4.7 SINTESI DEI RISULTATI

Alla luce di quanto calcolato e delle considerazioni fatte nei paragrafi precedenti, nella tabella che segue si riportano, per ciascun lotto in cui è suddiviso il P.U.A. e per le opere di urbanizzazione primaria, i risultati dei calcoli del volume minimo di invaso per garantire l'invarianza idraulica, il volume specifico derivante dalle norme del P.I. ( $520 \text{ m}^3 / \text{ha}$ ) e il volume di progetto indicato dal progettista.

AMBITO DI INTERVENTO	VOLUME CALCOLATO	VOLUME DA P.I.	VOLUME IN PROGETTO
Opere di urbanizzazione	$22 \text{ m}^3$	$27 \text{ m}^3$	<b><math>27 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 1	$55 \text{ m}^3$	$49 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 2	$57 \text{ m}^3$	$59 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 3	$58 \text{ m}^3$	$67 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 4	$57 \text{ m}^3$	$59 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 5	$58 \text{ m}^3$	$71 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>

## 7 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE

### 7.1 PREMESSA

Per rispettare il principio dell'invarianza idraulica, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. In relazione al contesto stratigrafico e idrogeologico locale, fra le possibili misure di compensazione sono possibili tutte le tipologie a carattere d'invaso (vasca di laminazione, sovradimensionamento delle condotte, volumi di invaso, aree depresse, ecc.) con successivo scarico controllato in corpo idrico superficiale.

A causa delle non uniformi caratteristiche di permeabilità dei terreni costituenti il primo sottosuolo legate al contesto morenico locale caratterizzato dalla presenza di depositi fluvioglaciali sabbiosi e ghiaiosi in matrice fine, addensati, dotati di medio coefficiente di permeabilità ( $k$  compreso tra  $10^{-4} \div 10^{-5}$  m/s), si ritiene non vi siano i requisiti tali da consentire l'adozione di sistemi di infiltrazione e dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche.

### 7.2 DIMENSIONAMENTO BACINI DI INVASO E LAMINAZIONE

Il bacino di invaso degli afflussi meteorici ha la funzione di laminare le portate in uscita dalla rete di drenaggio e contenere i volumi provenienti da ciascun comparto in progetto (lotti residenziali e opere di urbanizzazione primaria), nel rispetto dell'invarianza idraulica dei luoghi.

Le scelte progettuali sono orientate verso la realizzazione di n°1 vasca a servizio di strade e parcheggi e n°5 vasche interrato di invaso e laminazione (una all'interno di ciascuno dei lotti residenziali in progetto), secondo le dimensioni riportate nella tabella seguente:

AMBITO DI INTERVENTO	VOLUME DI PROGETTO VASCA DI LAMINAZIONE	DIMENSIONI VASCA DI LAMINAZIONE
Opere di urbanizzazione primaria	27 m <sup>3</sup>	4,00 x 3,50 x 1,93 m
Lotto 1	80 m <sup>3</sup>	8,00 x 3,50 x 2,86 m
Lotto 2	80 m <sup>3</sup>	8,00 x 3,50 x 2,86 m
Lotto 3	80 m <sup>3</sup>	8,00 x 3,50 x 2,86 m
Lotto 4	80 m <sup>3</sup>	8,00 x 3,50 x 2,86 m
Lotto 5	80 m <sup>3</sup>	8,00 x 3,50 x 2,86 m

La geometria così come la posizione di ogni vasca a servizio dei lotti residenziali è puramente indicativa nella planimetria allegata al presente elaborato (v. Tavola fuori testo); l'ubicazione ottimale sarà valutata in base al progetto di ciascun lotto.

### 7.3 SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE

Ognuna delle vasche di invaso di cui al paragrafo precedente sarà poi collegata, con una linea indipendente e dedicata, all'impluvio della Valle Strova che delimita il confine Nord – Est della lottizzazione in cui avverrà il recapito finale delle acque meteoriche, prefigurandosi pertanto come scarico in corso d'acqua superficiale.

Per quanto riguarda la tubazione di scarico si suggerisce un tubo di uscita di diametro 200 mm che dovrà mantenere una pendenza minima dell'1% in modo da evitare ristagni e far defluire naturalmente le acque "a gravità" verso la Valle Strova. Qualora nella successiva progettazione emergesse che il fondo della vasca di invaso fosse ad una quota altimetrica superiore rispetto alla quota delle tubazioni di uscita verso il corpo idrico, sarà necessario prevedere un sistema di sollevamento dell'acqua e una vasca di carico al fine di raggiungere la quota idonea a garantire una pendenza sufficiente per raggiungere il punto di scarico.

A valle di ogni vasca di laminazione (possibilmente all'interno di ciascun lotto), inoltre, dovrà essere posto un manufatto di controllo della portata di scarico opportunamente dimensionato e posizionato in funzione delle quote dei manufatti, dello scarico e del dimensionamento della vasca per garantire una portata effluente massima pari o inferiore a quella indicata dal Consorzio di Bonifica (10 l/sec per ettaro di superficie). Il manufatto di scarico è costituito da un pozzetto di dimensioni tali da poter ospitare uno stramazzo in parete sottile e una eventuale griglia (è preferibile che le griglie siano a monte delle immissioni nelle condotte). Lo sfioratore avrà una quota tale da sfruttare al massimo la capacità di invaso delle condotte opportunamente dimensionate e dell'intero sistema di acque bianche. La laminazione delle piene è possibile grazie ad una paratoia dotata di un foro sul fondo con luce opportunamente dimensionata per la regolazione della portata massima. In via preliminare e considerando le portate massime di uscita da ciascun lotto in progetto, per il manufatto di scarico e controllo della portata si suggerisce un diametro della bocca tassata compreso tra 5 e 10 cm.

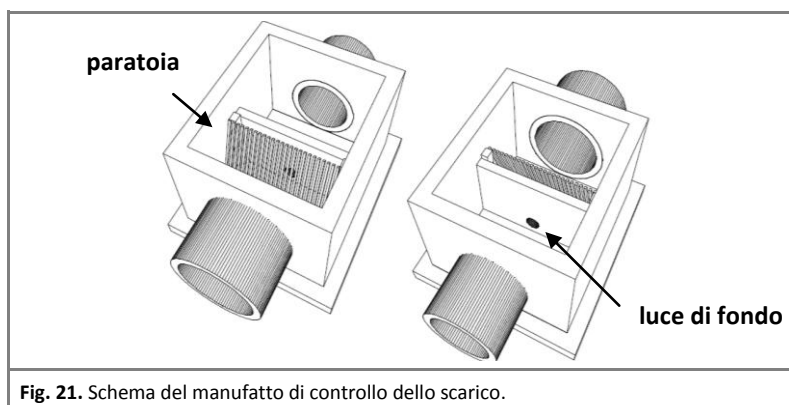


Fig. 21. Schema del manufatto di controllo dello scarico.

La posizione di tubi e manufatti di controllo delle portate a servizio dei lotti residenziali è puramente indicativa nella planimetria allegata al presente elaborato (v. Tavola fuori testo); l'ubicazione ottimale sarà valutata in base al progetto di ciascun lotto.



## 8 CONCLUSIONI

La presente Valutazione di Compatibilità Idraulica si inserisce nell'ambito del progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione relative al Piano Urbanistico Attuativo (zona C1d\_26) a destinazione residenziale sito in Via Rossar a Marciaga nel Comune di Costermano sul Garda (Verona) per conto della sig.ra Angioletti Claudia, al fine di valutare le misure compensative secondo il principio dell'invarianza idraulica in funzione dei nuovi valori dei coefficienti di deflusso e delle superfici impermeabili, semipermeabili e permeabili in progetto, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche ricadenti nell'area di futuro intervento senza alterare il regime idraulico del territorio entro cui questa si inserisce.

Per completezza di esposizione, nell'elaborato oltre che per le opere di urbanizzazione primaria previste in questa fase progettuale (strade e parcheggi), il calcolo è stato eseguito per ciascuno dei 5 lotti residenziali in cui sarà suddivisa l'area del P.U.A. (sulla base del massimo valore in termini di consumo di suolo e di impermeabilizzazione consentito dalle norme).

Per ciascun ambito del P.U.A. nella tabella seguente si riportano i valori del volume minimo di invaso per garantire l'invarianza idraulica così come risultato dai calcoli eseguiti, il volume richiesto dalle norme del P.I. ( $520 \text{ m}^3 / \text{ha}$ ) e il volume di progetto indicato dal progettista.

AMBITO DI INTERVENTO	VOLUME CALCOLATO	VOLUME DA P.I.	VOLUME IN PROGETTO
Opere di urbanizzazione	$22 \text{ m}^3$	$27 \text{ m}^3$	<b><math>27 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 1	$55 \text{ m}^3$	$49 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 2	$57 \text{ m}^3$	$59 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 3	$58 \text{ m}^3$	$67 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 4	$57 \text{ m}^3$	$59 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>
Lotto 5	$58 \text{ m}^3$	$71 \text{ m}^3$	<b><math>80 \text{ m}^3</math></b>

Allo stato attuale del progetto e a favore di sicurezza si intende realizzare n°1 vasca di invaso a servizio delle opere di urbanizzazione primaria (strade e parcheggi) e n°5 vasche interrato (una per ciascuno dei lotti residenziali) secondo le dimensioni riportate nella colonna più a destra. Ognuna delle vasche sarà poi collegata, con una linea indipendente dotata di manufatto di controllo delle portate opportunamente dimensionato, all'impluvio della Valle Strova che delimita il confine Nord - Est della lottizzazione in cui avverrà lo scarico finale delle acque.

Per ridurre lo stato di impermeabilizzazione si suggerisce di prevedere accessi, camminamenti e pavimentazioni esterne agli edifici con materiali permeabili o semipermeabili (del tipo stabilizzato in ghiaia, grigliati drenanti, ecc.) e di prevedere quanto più possibile aree verdi, al fine abbassare il valore del coefficiente di deflusso. È sempre inoltre auspicabile l'adozione delle buone pratiche costruttive volte a mitigare le modifiche indotte sul regime idraulico.

Si sottolinea, infine, che tutte le informazioni tecniche e dimensionali utilizzate per la verifica idraulica sono state scelte con criterio cautelativo (es. considerando la massima superficie impermeabile realizzabile in ogni lotto) e rappresentano quindi la situazione più penalizzante in termini di impermeabilizzazione. In tal senso, una volta definito il progetto per ciascun lotto in cui è suddiviso il P.U.A. in termini di dati stereometrici e di tipologia di superfici previste (impermeabili, semipermeabili e permeabili), sarà possibile eseguire uno studio di dettaglio atto a definire le portate e i volumi effettivi al fine di dimensionare ed eseguire correttamente le opere di mitigazione idraulica necessarie all'invaso e alla dispersione delle acque meteoriche ricadenti nel lotto. Nel corso della successiva fase progettuale, previa verifica di fattibilità ed esecuzione di mirate indagini geognostiche sito specifiche (scavi esplorativi, prove di permeabilità in pozzetto, ecc.), sarà altresì possibile valutare per ogni singolo lotto la possibilità di realizzare la dispersione nel suolo delle acque meteoriche qualora il coefficiente di permeabilità dei terreni lo permetta.

Si ricorda che prima della realizzazione dello scarico in corpo idrico superficiale dovrà essere richiesta opportuna Autorizzazione / Concessione idraulica al competente Genio Civile.

*San Giovanni Lupatoto, Dicembre 2022*

**Dott. Geol. Gionata Andreis**



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'G. Andreis', written over a circular professional stamp. The stamp is also in blue ink and contains the following text: 'ORDINE DEI GEOLOGI' at the top, 'Dott. Geol. Gionata ANDREIS' in the center, and 'N° 789' and 'REGIONE DEL VENETO' at the bottom.

## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

**AA. VV.**

Studi di compatibilità idraulica: corsi di aggiornamento – Ordine dei Geologi del Veneto

---

**AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO**

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

---

**BECCIU G. - PAOLETTI A.**

Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)

---

**CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000**

Foglio n°48 "Peschiera"

---

**CASTANY G.**

Idrogeologia: principi e metodi – Dario Flaccovio Editore (1985)

---

**CENTRO SPERIMENTALE VALANGHE E DIFESA IDROLOGICA DELLA REGIONE VENETO**

Studio delle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto (1986)

---

**COMUNE DI COSTERMANO SUL GARDA**

Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) e Piano degli Interventi (P.I.)

---

**PROVINCIA DI VERONA**

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

---

**REGIONE VENETO**

Carta piezometrica della Regione Veneto (1985)

---

**REGIONE VENETO**

Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.)

---

**REGIONE VENETO – PROGETTO TECNAMB**

Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico - Studio di compatibilità idraulica (2003)

---

**VENZO S.**

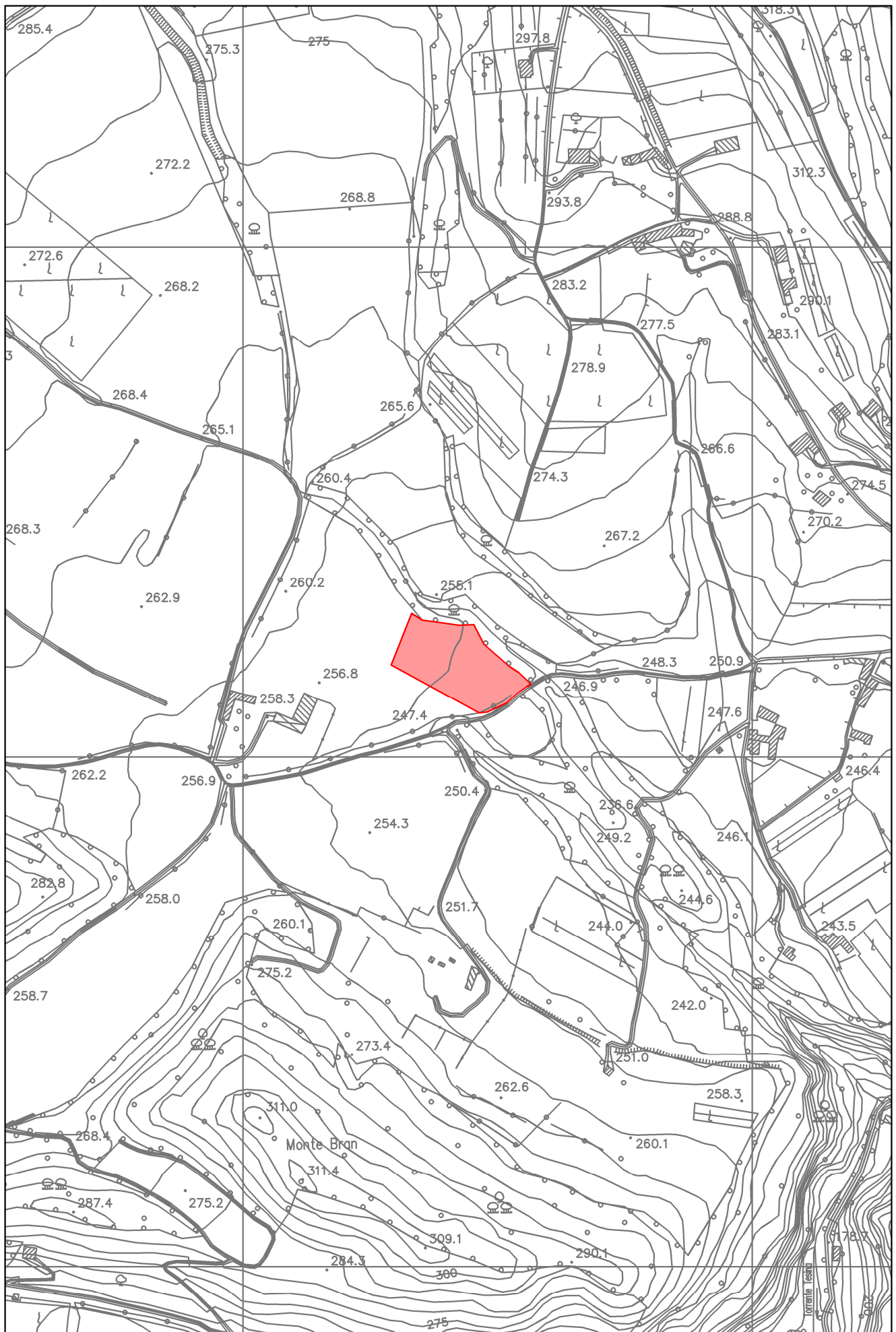
Carta Geologica dell'Anfiteatro Morenico del Garda: tratto orientale e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese in scala 1:25.000 (1957-61)

**ALLEGATO 1**

---

**COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000**





ALLEGATO 2

---

TABULATI DI CALCOLO VOLUMI DI INVASO

# CALCOLO VOLUME DI INVASO - Opere di Urbanizzazione Primaria

Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni

Bardolino (VR)

a = 73,91  
n = 0,145

## Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	$\phi$	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	0,00	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	522,03	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	0,00	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	$\phi$ =	0,60			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	522,03	[mq]		

## Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca

Q out = 0,52 [l/sec]  
u = 10,00 [l/s ha]

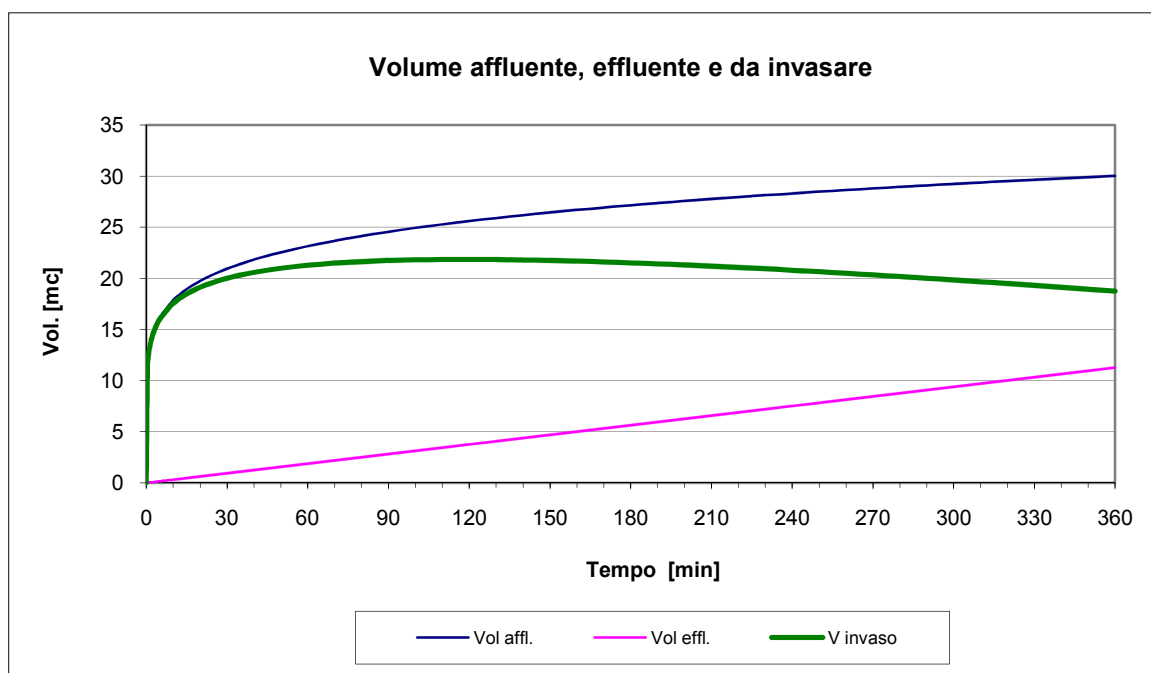
Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	36,92	49,46	11,56	0,02	11,55
1	40,82	54,69	12,79	0,03	12,75
2	43,29	58,01	13,56	0,05	13,51
2	45,14	60,48	14,14	0,06	14,07
3	47,87	64,14	14,99	0,09	14,90
4	49,91	65,19	15,63	0,13	15,51
5	51,55	53,86	16,15	0,16	15,99
10	57,00	29,78	17,85	0,31	17,54
15	60,45	21,06	18,93	0,47	18,46
20	63,03	16,46	19,74	0,63	19,11
25	65,10	13,60	20,39	0,78	19,61
30	66,84	11,64	20,94	0,94	20,00
35	68,35	10,20	21,41	1,10	20,31
40	69,69	9,10	21,83	1,25	20,58
45	70,89	8,23	22,20	1,41	20,79
50	71,98	7,52	22,55	1,57	20,98
55	72,98	6,93	22,86	1,72	21,14
60	73,91	6,44	23,15	1,88	21,27
65	74,77	6,01	23,42	2,04	21,38
70	75,58	5,64	23,67	2,19	21,48
75	76,34	5,32	23,91	2,35	21,56
80	77,06	5,03	24,14	2,51	21,63
85	77,74	4,78	24,35	2,66	21,69
90	78,39	4,55	24,55	2,82	21,73
95	79,00	4,34	24,75	2,98	21,77
100	79,59	4,16	24,93	3,13	21,80
105	80,16	3,99	25,11	3,29	21,82
110	80,70	3,83	25,28	3,45	21,83
115	81,22	3,69	25,44	3,60	21,84
120	81,72	3,56	25,60	3,76	21,84
125	82,21	3,44	25,75	3,92	21,83
130	82,68	3,32	25,90	4,07	21,82
135	83,13	3,22	26,04	4,23	21,81
140	83,57	3,12	26,18	4,39	21,79
145	84,00	3,03	26,31	4,54	21,77
150	84,41	2,94	26,44	4,70	21,74
155	84,81	2,86	26,57	4,85	21,71
160	85,21	2,78	26,69	5,01	21,68
165	85,59	2,71	26,81	5,17	21,64
170	85,96	2,64	26,92	5,32	21,60
175	86,32	2,58	27,04	5,48	21,56
180	86,67	2,52	27,15	5,64	21,51
185	87,02	2,46	27,26	5,79	21,46
190	87,36	2,40	27,36	5,95	21,41
195	87,69	2,35	27,46	6,11	21,36
200	88,01	2,30	27,57	6,26	21,30
205	88,32	2,25	27,66	6,42	21,24
210	88,63	2,21	27,76	6,58	21,18
215	88,94	2,16	27,86	6,73	21,12

220	89,23	2,12	27,95	6,89	21,06
225	89,52	2,08	28,04	7,05	20,99
230	89,81	2,04	28,13	7,20	20,93
235	90,09	2,00	28,22	7,36	20,86
240	90,37	1,97	28,30	7,52	20,79
245	90,64	1,93	28,39	7,67	20,71
250	90,90	1,90	28,47	7,83	20,64
255	91,16	1,87	28,55	7,99	20,57
260	91,42	1,84	28,63	8,14	20,49
265	91,67	1,81	28,71	8,30	20,41
270	91,92	1,78	28,79	8,46	20,33
275	92,17	1,75	28,87	8,61	20,25
280	92,41	1,72	28,94	8,77	20,17
285	92,65	1,70	29,02	8,93	20,09
290	92,88	1,67	29,09	9,08	20,01
295	93,11	1,65	29,16	9,24	19,92
300	93,34	1,63	29,23	9,40	19,84
305	93,56	1,60	29,30	9,55	19,75
310	93,78	1,58	29,37	9,71	19,66
315	94,00	1,56	29,44	9,87	19,58
320	94,21	1,54	29,51	10,02	19,49
325	94,43	1,52	29,58	10,18	19,40
330	94,64	1,50	29,64	10,34	19,31
335	94,84	1,48	29,71	10,49	19,21
340	95,05	1,46	29,77	10,65	19,12
345	95,25	1,44	29,83	10,81	19,03
350	95,45	1,42	29,90	10,96	18,93
355	95,64	1,41	29,96	11,12	18,84
360	95,84	1,39	30,02	11,28	18,74

Volume da invasare =

22 m<sup>3</sup>

418 m<sup>3</sup>/Ha



## CALCOLO VOLUME DI INVASO - Lotto 1

**Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni**

Bardolino (VR)

a = 73,91  
n = 0,145

### Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	$\phi$	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	138,96	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	805,05	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	$\phi$ =	0,80			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	944,01	[mq]		

### Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca      Q out = 0,94 [l/sec]  
u = 10,00 [l/s ha]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	36,92	88,35	27,77	0,03	27,75
1	40,82	97,69	30,71	0,06	30,65
2	43,29	103,61	32,57	0,08	32,48
2	45,14	108,02	33,96	0,11	33,84
3	47,87	114,56	36,01	0,17	35,84
4	49,91	119,44	37,55	0,23	37,32
5	51,55	123,37	38,78	0,28	38,50
10	57,00	71,53	42,88	0,57	42,32
15	60,45	50,57	45,48	0,85	44,63
20	63,03	39,55	47,42	1,13	46,28
25	65,10	32,68	48,98	1,42	47,56
30	66,84	27,96	50,29	1,70	48,59
35	68,35	24,51	51,42	1,98	49,44
40	69,69	21,86	52,43	2,27	50,16
45	70,89	19,77	53,33	2,55	50,78
50	71,98	18,07	54,15	2,83	51,32
55	72,98	16,65	54,91	3,12	51,79
60	73,91	15,46	55,61	3,40	52,21
65	74,77	14,44	56,25	3,68	52,57
70	75,58	13,55	56,86	3,96	52,90
75	76,34	12,77	57,43	4,25	53,19
80	77,06	12,09	57,97	4,53	53,44
85	77,74	11,48	58,49	4,81	53,67
90	78,39	10,93	58,97	5,10	53,87
95	79,00	10,44	59,44	5,38	54,06
100	79,59	9,99	59,88	5,66	54,22
105	80,16	9,58	60,31	5,95	54,36
110	80,70	9,21	60,71	6,23	54,48
115	81,22	8,86	61,11	6,51	54,59
120	81,72	8,55	61,48	6,80	54,69
125	82,21	8,25	61,85	7,08	54,77
130	82,68	7,98	62,20	7,36	54,84
135	83,13	7,73	62,54	7,65	54,90
140	83,57	7,49	62,87	7,93	54,94
145	84,00	7,27	63,19	8,21	54,98
150	84,41	7,06	63,51	8,50	55,01
155	84,81	6,87	63,81	8,78	55,03
160	85,21	6,68	64,10	9,06	55,04
165	85,59	6,51	64,39	9,35	55,04
170	85,96	6,35	64,67	9,63	55,04
175	86,32	6,19	64,94	9,91	55,03
180	86,67	6,04	65,21	10,20	55,01
185	87,02	5,90	65,47	10,48	54,99
190	87,36	5,77	65,72	10,76	54,96
195	87,69	5,64	65,97	11,04	54,92
200	88,01	5,52	66,21	11,33	54,88
205	88,32	5,41	66,45	11,61	54,84
210	88,63	5,30	66,68	11,89	54,79
215	88,94	5,19	66,91	12,18	54,73

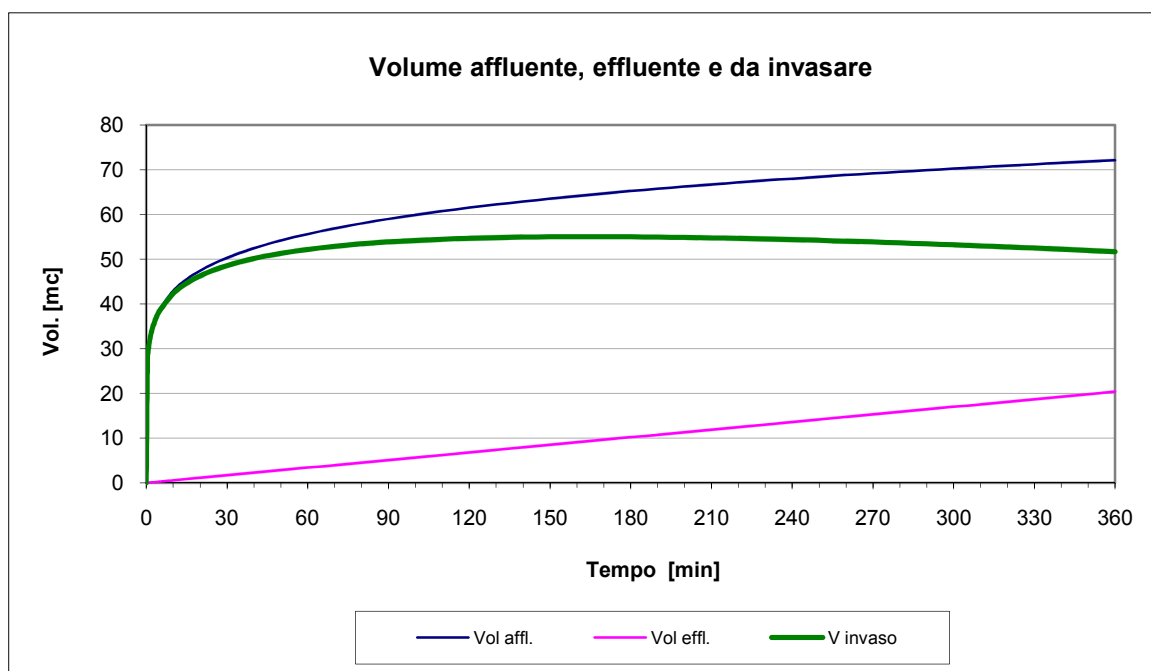


220	89,23	5,09	67,13	12,46	54,67
225	89,52	4,99	67,35	12,74	54,61
230	89,81	4,90	67,57	13,03	54,54
235	90,09	4,81	67,78	13,31	54,47
240	90,37	4,72	67,99	13,59	54,39
245	90,64	4,64	68,19	13,88	54,31
250	90,90	4,56	68,39	14,16	54,23
255	91,16	4,49	68,59	14,44	54,14
260	91,42	4,41	68,78	14,73	54,05
265	91,67	4,34	68,97	15,01	53,96
270	91,92	4,27	69,16	15,29	53,86
275	92,17	4,21	69,34	15,58	53,76
280	92,41	4,14	69,52	15,86	53,66
285	92,65	4,08	69,70	16,14	53,56
290	92,88	4,02	69,88	16,43	53,45
295	93,11	3,96	70,05	16,71	53,34
300	93,34	3,90	70,22	16,99	53,23
305	93,56	3,85	70,39	17,28	53,11
310	93,78	3,80	70,56	17,56	53,00
315	94,00	3,74	70,72	17,84	52,88
320	94,21	3,69	70,88	18,12	52,76
325	94,43	3,65	71,04	18,41	52,63
330	94,64	3,60	71,20	18,69	52,51
335	94,84	3,55	71,35	18,97	52,38
340	95,05	3,51	71,51	19,26	52,25
345	95,25	3,46	71,66	19,54	52,12
350	95,45	3,42	71,81	19,82	51,98
355	95,64	3,38	71,96	20,11	51,85
360	95,84	3,34	72,10	20,39	51,71

Volume da invasare =

55 m<sup>3</sup>

583 m<sup>3</sup>/Ha



## CALCOLO VOLUME DI INVASO - Lotto 2

**Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni**

Bardolino (VR)

a = 73,91  
n = 0,145

### Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	$\phi$	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	329,59	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	805,05	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	$\phi$ =	0,70			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	1.134,64	[mq]		

### Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca      Q out = 1,13 [l/sec]  
u = 10,00 [l/s ha]

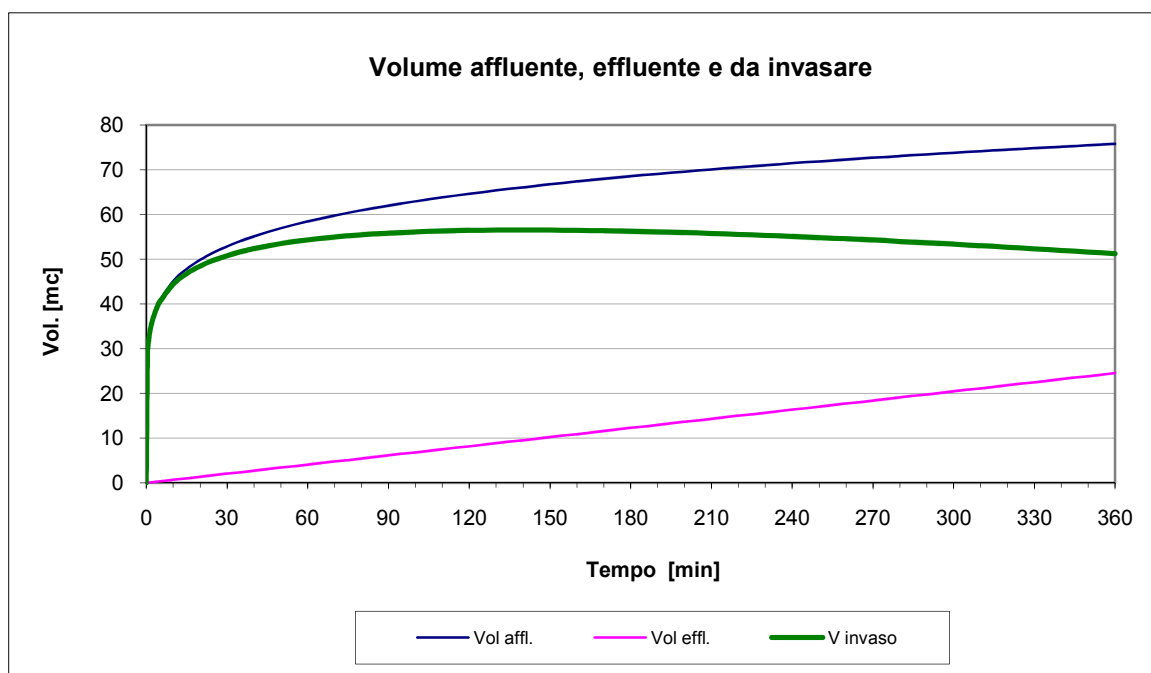
Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	36,92	84,67	29,18	0,03	29,15
1	40,82	93,63	32,27	0,07	32,20
2	43,29	99,30	34,22	0,10	34,12
2	45,14	103,53	35,68	0,14	35,54
3	47,87	109,79	37,84	0,20	37,63
4	49,91	114,47	39,45	0,27	39,18
5	51,55	118,24	40,75	0,34	40,41
10	57,00	75,15	45,06	0,68	44,38
15	60,45	53,14	47,78	1,02	46,76
20	63,03	41,55	49,82	1,36	48,46
25	65,10	34,33	51,46	1,70	49,76
30	66,84	29,38	52,84	2,04	50,79
35	68,35	25,75	54,03	2,38	51,65
40	69,69	22,97	55,09	2,72	52,36
45	70,89	20,77	56,04	3,06	52,97
50	71,98	18,98	56,90	3,40	53,49
55	72,98	17,50	57,69	3,74	53,95
60	73,91	16,24	58,42	4,08	54,34
65	74,77	15,17	59,11	4,43	54,68
70	75,58	14,24	59,74	4,77	54,98
75	76,34	13,42	60,34	5,11	55,24
80	77,06	12,70	60,91	5,45	55,47
85	77,74	12,06	61,45	5,79	55,66
90	78,39	11,48	61,96	6,13	55,83
95	79,00	10,96	62,45	6,47	55,98
100	79,59	10,49	62,91	6,81	56,11
105	80,16	10,07	63,36	7,15	56,21
110	80,70	9,67	63,79	7,49	56,30
115	81,22	9,31	64,20	7,83	56,37
120	81,72	8,98	64,60	8,17	56,43
125	82,21	8,67	64,98	8,51	56,47
130	82,68	8,39	65,35	8,85	56,50
135	83,13	8,12	65,71	9,19	56,52
140	83,57	7,87	66,06	9,53	56,53
145	84,00	7,64	66,40	9,87	56,53
150	84,41	7,42	66,72	10,21	56,51
155	84,81	7,21	67,04	10,55	56,49
160	85,21	7,02	67,35	10,89	56,46
165	85,59	6,84	67,65	11,23	56,42
170	85,96	6,67	67,95	11,57	56,37
175	86,32	6,50	68,23	11,91	56,32
180	86,67	6,35	68,51	12,25	56,26
185	87,02	6,20	68,78	12,59	56,19
190	87,36	6,06	69,05	12,93	56,12
195	87,69	5,93	69,31	13,28	56,04
200	88,01	5,80	69,57	13,62	55,95
205	88,32	5,68	69,82	13,96	55,86
210	88,63	5,56	70,06	14,30	55,76
215	88,94	5,45	70,30	14,64	55,66

220	89,23	5,35	70,53	14,98	55,56
225	89,52	5,25	70,77	15,32	55,45
230	89,81	5,15	70,99	15,66	55,33
235	90,09	5,05	71,21	16,00	55,21
240	90,37	4,96	71,43	16,34	55,09
245	90,64	4,88	71,64	16,68	54,97
250	90,90	4,79	71,85	17,02	54,83
255	91,16	4,71	72,06	17,36	54,70
260	91,42	4,64	72,26	17,70	54,56
265	91,67	4,56	72,46	18,04	54,42
270	91,92	4,49	72,66	18,38	54,28
275	92,17	4,42	72,85	18,72	54,13
280	92,41	4,35	73,05	19,06	53,98
285	92,65	4,29	73,23	19,40	53,83
290	92,88	4,22	73,42	19,74	53,67
295	93,11	4,16	73,60	20,08	53,52
300	93,34	4,10	73,78	20,42	53,36
305	93,56	4,04	73,96	20,76	53,19
310	93,78	3,99	74,13	21,10	53,03
315	94,00	3,93	74,30	21,44	52,86
320	94,21	3,88	74,47	21,79	52,69
325	94,43	3,83	74,64	22,13	52,52
330	94,64	3,78	74,81	22,47	52,34
335	94,84	3,73	74,97	22,81	52,16
340	95,05	3,69	75,13	23,15	51,98
345	95,25	3,64	75,29	23,49	51,80
350	95,45	3,60	75,45	23,83	51,62
355	95,64	3,55	75,60	24,17	51,43
360	95,84	3,51	75,76	24,51	51,25

Volume da invasare =

57 m<sup>3</sup>

498 m<sup>3</sup>/Ha



## CALCOLO VOLUME DI INVASO - Lotto 3

**Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni**

Bardolino (VR)

a = 73,91  
n = 0,145

### Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	$\phi$	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	492,42	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	805,05	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	$\phi$ =	0,63			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	1.297,47	[mq]		

### Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca      Q out = 1,30 [l/sec]  
u = 10,00 [l/s ha]

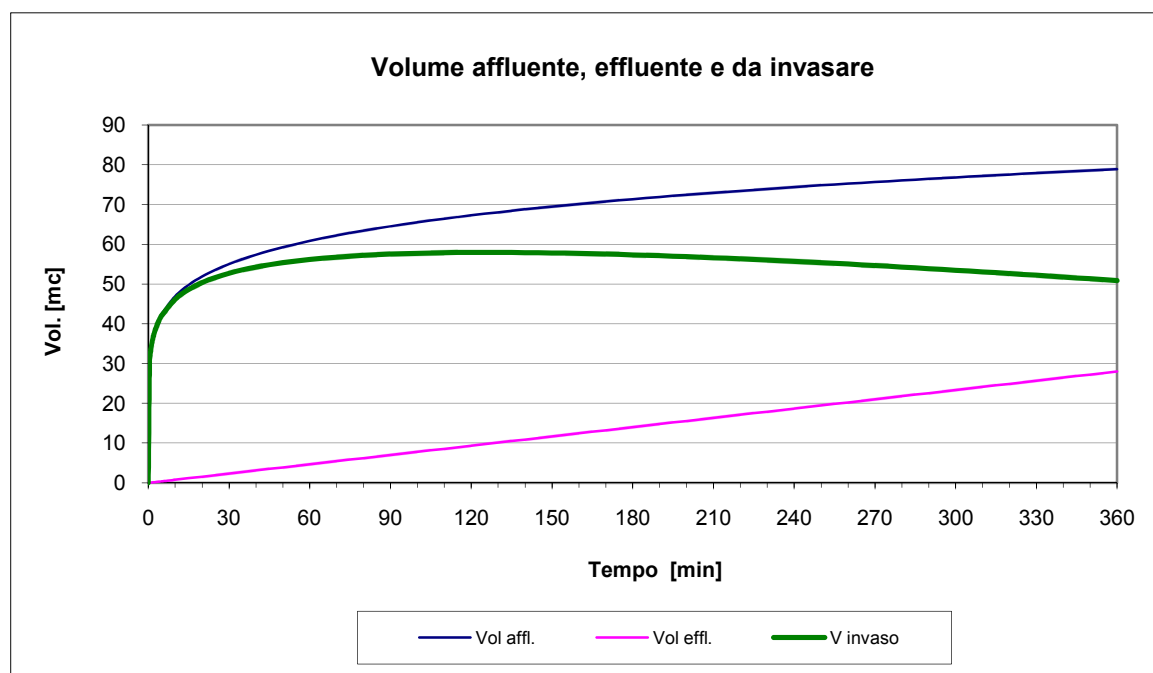
Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	36,92	82,44	30,38	0,04	30,34
1	40,82	91,16	33,60	0,08	33,52
2	43,29	96,68	35,63	0,12	35,51
2	45,14	100,80	37,15	0,16	36,99
3	47,87	106,90	39,40	0,23	39,16
4	49,91	111,46	41,08	0,31	40,76
5	51,55	115,12	42,43	0,39	42,04
10	57,00	78,25	46,91	0,78	46,13
15	60,45	55,33	49,75	1,17	48,59
20	63,03	43,26	51,87	1,56	50,32
25	65,10	35,75	53,58	1,95	51,63
30	66,84	30,59	55,01	2,34	52,68
35	68,35	26,81	56,26	2,72	53,53
40	69,69	23,92	57,36	3,11	54,24
45	70,89	21,63	58,34	3,50	54,84
50	71,98	19,76	59,24	3,89	55,35
55	72,98	18,22	60,07	4,28	55,79
60	73,91	16,91	60,83	4,67	56,16
65	74,77	15,79	61,54	5,06	56,48
70	75,58	14,82	62,21	5,45	56,76
75	76,34	13,97	62,83	5,84	56,99
80	77,06	13,22	63,42	6,23	57,19
85	77,74	12,56	63,98	6,62	57,36
90	78,39	11,96	64,51	7,01	57,51
95	79,00	11,42	65,02	7,40	57,63
100	79,59	10,93	65,51	7,78	57,72
105	80,16	10,48	65,97	8,17	57,80
110	80,70	10,07	66,42	8,56	57,86
115	81,22	9,70	66,85	8,95	57,90
120	81,72	9,35	67,26	9,34	57,92
125	82,21	9,03	67,66	9,73	57,93
130	82,68	8,73	68,05	10,12	57,93
135	83,13	8,45	68,42	10,51	57,91
140	83,57	8,19	68,78	10,90	57,88
145	84,00	7,95	69,13	11,29	57,84
150	84,41	7,73	69,47	11,68	57,80
155	84,81	7,51	69,80	12,07	57,74
160	85,21	7,31	70,13	12,46	57,67
165	85,59	7,12	70,44	12,84	57,60
170	85,96	6,94	70,75	13,23	57,51
175	86,32	6,77	71,04	13,62	57,42
180	86,67	6,61	71,33	14,01	57,32
185	87,02	6,46	71,62	14,40	57,22
190	87,36	6,31	71,90	14,79	57,10
195	87,69	6,17	72,17	15,18	56,99
200	88,01	6,04	72,43	15,57	56,86
205	88,32	5,91	72,69	15,96	56,73
210	88,63	5,79	72,95	16,35	56,60
215	88,94	5,68	73,20	16,74	56,46

220	89,23	5,57	73,44	17,13	56,31
225	89,52	5,46	73,68	17,52	56,16
230	89,81	5,36	73,92	17,91	56,01
235	90,09	5,26	74,15	18,29	55,85
240	90,37	5,17	74,37	18,68	55,69
245	90,64	5,08	74,60	19,07	55,52
250	90,90	4,99	74,81	19,46	55,35
255	91,16	4,91	75,03	19,85	55,18
260	91,42	4,83	75,24	20,24	55,00
265	91,67	4,75	75,45	20,63	54,82
270	91,92	4,67	75,65	21,02	54,64
275	92,17	4,60	75,86	21,41	54,45
280	92,41	4,53	76,05	21,80	54,26
285	92,65	4,46	76,25	22,19	54,06
290	92,88	4,40	76,44	22,58	53,87
295	93,11	4,33	76,63	22,97	53,67
300	93,34	4,27	76,82	23,35	53,46
305	93,56	4,21	77,00	23,74	53,26
310	93,78	4,15	77,19	24,13	53,05
315	94,00	4,10	77,36	24,52	52,84
320	94,21	4,04	77,54	24,91	52,63
325	94,43	3,99	77,72	25,30	52,42
330	94,64	3,94	77,89	25,69	52,20
335	94,84	3,89	78,06	26,08	51,98
340	95,05	3,84	78,23	26,47	51,76
345	95,25	3,79	78,39	26,86	51,53
350	95,45	3,74	78,56	27,25	51,31
355	95,64	3,70	78,72	27,64	51,08
360	95,84	3,65	78,88	28,03	50,85

Volume da invasare =

58 m<sup>3</sup>

446 m<sup>3</sup>/Ha





## CALCOLO VOLUME DI INVASO - Lotto 4

**Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni**

Bardolino (VR)

a = 73,91  
n = 0,145

### Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	$\phi$	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	333,02	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	805,05	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	$\phi$ =	0,70			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	1.138,07	[mq]		

### Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca      Q out = 1,14 [l/sec]  
u = 10,00 [l/s ha]

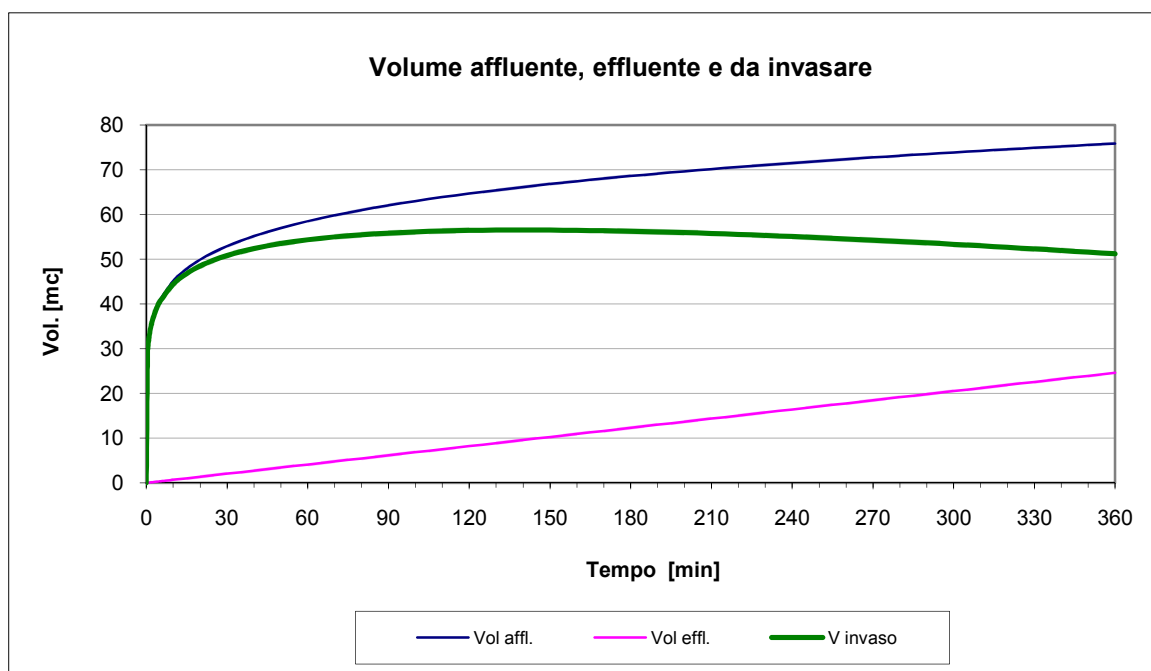
Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	36,92	84,62	29,21	0,03	29,17
1	40,82	93,57	32,29	0,07	32,23
2	43,29	99,23	34,25	0,10	34,15
2	45,14	103,46	35,71	0,14	35,57
3	47,87	109,72	37,87	0,20	37,67
4	49,91	114,40	39,48	0,27	39,21
5	51,55	118,16	40,78	0,34	40,44
10	57,00	75,22	45,10	0,68	44,41
15	60,45	53,18	47,83	1,02	46,80
20	63,03	41,59	49,86	1,37	48,50
25	65,10	34,36	51,50	1,71	49,80
30	66,84	29,40	52,88	2,05	50,83
35	68,35	25,77	54,08	2,39	51,69
40	69,69	22,99	55,14	2,73	52,40
45	70,89	20,79	56,08	3,07	53,01
50	71,98	19,00	56,95	3,41	53,53
55	72,98	17,51	57,74	3,76	53,99
60	73,91	16,26	58,47	4,10	54,38
65	74,77	15,18	59,16	4,44	54,72
70	75,58	14,25	59,80	4,78	55,02
75	76,34	13,43	60,40	5,12	55,28
80	77,06	12,71	60,96	5,46	55,50
85	77,74	12,07	61,50	5,80	55,70
90	78,39	11,49	62,01	6,15	55,87
95	79,00	10,97	62,50	6,49	56,02
100	79,59	10,50	62,97	6,83	56,14
105	80,16	10,07	63,42	7,17	56,25
110	80,70	9,68	63,85	7,51	56,33
115	81,22	9,32	64,26	7,85	56,41
120	81,72	8,99	64,66	8,19	56,46
125	82,21	8,68	65,04	8,54	56,50
130	82,68	8,39	65,41	8,88	56,53
135	83,13	8,13	65,77	9,22	56,55
140	83,57	7,88	66,12	9,56	56,56
145	84,00	7,64	66,46	9,90	56,55
150	84,41	7,43	66,78	10,24	56,54
155	84,81	7,22	67,10	10,58	56,52
160	85,21	7,03	67,41	10,93	56,48
165	85,59	6,85	67,71	11,27	56,44
170	85,96	6,67	68,01	11,61	56,40
175	86,32	6,51	68,29	11,95	56,34
180	86,67	6,35	68,57	12,29	56,28
185	87,02	6,21	68,84	12,63	56,21
190	87,36	6,07	69,11	12,97	56,14
195	87,69	5,93	69,37	13,32	56,06
200	88,01	5,81	69,63	13,66	55,97
205	88,32	5,69	69,88	14,00	55,88
210	88,63	5,57	70,12	14,34	55,78
215	88,94	5,46	70,36	14,68	55,68

220	89,23	5,35	70,60	15,02	55,57
225	89,52	5,25	70,83	15,36	55,46
230	89,81	5,15	71,05	15,71	55,35
235	90,09	5,06	71,27	16,05	55,23
240	90,37	4,97	71,49	16,39	55,10
245	90,64	4,88	71,71	16,73	54,98
250	90,90	4,80	71,92	17,07	54,85
255	91,16	4,72	72,12	17,41	54,71
260	91,42	4,64	72,33	17,75	54,57
265	91,67	4,57	72,53	18,10	54,43
270	91,92	4,49	72,72	18,44	54,29
275	92,17	4,42	72,92	18,78	54,14
280	92,41	4,36	73,11	19,12	53,99
285	92,65	4,29	73,30	19,46	53,84
290	92,88	4,23	73,48	19,80	53,68
295	93,11	4,17	73,66	20,14	53,52
300	93,34	4,11	73,84	20,49	53,36
305	93,56	4,05	74,02	20,83	53,19
310	93,78	3,99	74,20	21,17	53,03
315	94,00	3,94	74,37	21,51	52,86
320	94,21	3,89	74,54	21,85	52,69
325	94,43	3,83	74,71	22,19	52,51
330	94,64	3,78	74,87	22,53	52,34
335	94,84	3,74	75,03	22,88	52,16
340	95,05	3,69	75,20	23,22	51,98
345	95,25	3,64	75,36	23,56	51,80
350	95,45	3,60	75,51	23,90	51,61
355	95,64	3,56	75,67	24,24	51,43
360	95,84	3,51	75,82	24,58	51,24

Volume da invasare =

57 m<sup>3</sup>

497 m<sup>3</sup>/Ha



## CALCOLO VOLUME DI INVASO - Lotto 5

**Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni**

Bardolino (VR)

a = 73,91  
n = 0,145

### Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	$\phi$	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	555,41	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	805,05	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	$\phi$ =	0,61			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	1.360,46	[mq]		

### Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca      Q out = 1,36 [l/sec]  
u = 10,00 [l/s ha]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	36,92	81,75	30,85	0,04	30,81
1	40,82	90,39	34,11	0,08	34,03
2	43,29	95,86	36,18	0,12	36,05
2	45,14	99,95	37,72	0,16	37,55
3	47,87	106,00	40,00	0,24	39,76
4	49,91	110,51	41,70	0,33	41,38
5	51,55	114,15	43,08	0,41	42,67
10	57,00	79,45	47,63	0,82	46,81
15	60,45	56,17	50,51	1,22	49,29
20	63,03	43,92	52,67	1,63	51,03
25	65,10	36,29	54,40	2,04	52,36
30	66,84	31,06	55,86	2,45	53,41
35	68,35	27,22	57,12	2,86	54,26
40	69,69	24,28	58,23	3,27	54,97
45	70,89	21,96	59,24	3,67	55,56
50	71,98	20,07	60,15	4,08	56,07
55	72,98	18,50	60,99	4,49	56,50
60	73,91	17,17	61,76	4,90	56,86
65	74,77	16,03	62,48	5,31	57,18
70	75,58	15,05	63,16	5,71	57,44
75	76,34	14,19	63,79	6,12	57,67
80	77,06	13,43	64,39	6,53	57,86
85	77,74	12,75	64,96	6,94	58,02
90	78,39	12,14	65,50	7,35	58,15
95	79,00	11,59	66,02	7,75	58,26
100	79,59	11,09	66,51	8,16	58,35
105	80,16	10,64	66,98	8,57	58,41
110	80,70	10,23	67,44	8,98	58,46
115	81,22	9,84	67,87	9,39	58,48
120	81,72	9,49	68,29	9,80	58,50
125	82,21	9,17	68,70	10,20	58,49
130	82,68	8,86	69,09	10,61	58,48
135	83,13	8,58	69,47	11,02	58,45
140	83,57	8,32	69,83	11,43	58,41
145	84,00	8,07	70,19	11,84	58,36
150	84,41	7,84	70,54	12,24	58,29
155	84,81	7,63	70,87	12,65	58,22
160	85,21	7,42	71,20	13,06	58,14
165	85,59	7,23	71,52	13,47	58,05
170	85,96	7,05	71,83	13,88	57,95
175	86,32	6,88	72,13	14,28	57,85
180	86,67	6,71	72,43	14,69	57,73
185	87,02	6,56	72,71	15,10	57,61
190	87,36	6,41	73,00	15,51	57,49
195	87,69	6,27	73,27	15,92	57,35
200	88,01	6,13	73,54	16,33	57,22
205	88,32	6,01	73,81	16,73	57,07
210	88,63	5,88	74,06	17,14	56,92
215	88,94	5,77	74,32	17,55	56,77

220	89,23	5,65	74,57	17,96	56,61
225	89,52	5,55	74,81	18,37	56,44
230	89,81	5,44	75,05	18,77	56,27
235	90,09	5,34	75,28	19,18	56,10
240	90,37	5,25	75,51	19,59	55,92
245	90,64	5,16	75,74	20,00	55,74
250	90,90	5,07	75,96	20,41	55,55
255	91,16	4,98	76,18	20,82	55,36
260	91,42	4,90	76,39	21,22	55,17
265	91,67	4,82	76,60	21,63	54,97
270	91,92	4,75	76,81	22,04	54,77
275	92,17	4,67	77,02	22,45	54,57
280	92,41	4,60	77,22	22,86	54,36
285	92,65	4,53	77,42	23,26	54,15
290	92,88	4,46	77,61	23,67	53,94
295	93,11	4,40	77,81	24,08	53,72
300	93,34	4,34	77,99	24,49	53,51
305	93,56	4,28	78,18	24,90	53,29
310	93,78	4,22	78,37	25,30	53,06
315	94,00	4,16	78,55	25,71	52,84
320	94,21	4,10	78,73	26,12	52,61
325	94,43	4,05	78,91	26,53	52,38
330	94,64	4,00	79,08	26,94	52,14
335	94,84	3,95	79,25	27,35	51,91
340	95,05	3,90	79,42	27,75	51,67
345	95,25	3,85	79,59	28,16	51,43
350	95,45	3,80	79,76	28,57	51,19
355	95,64	3,76	79,92	28,98	50,94
360	95,84	3,71	80,08	29,39	50,70

Volume da invasare =

58 m<sup>3</sup>

430 m<sup>3</sup>/Ha

