

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Comune di Sacile

Ditta: Bonadio Alberto

P.A.C. di Iniziativa Privata "C1/44"
Via Pestarole

Invarianza idraulica

secondo il D.P.R. 27 Marzo 2018 n. 093/Pres.

DATA

Settembre 2020

ELABORATO

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA
CONNESSA ALLA OPERE DI URBANIZZAZIONE
PRIMARIA

TAVOLA

TAV. 01

PROGETTISTA

ing. GIOVANNI MASO

via Cavour, 7

33077 SACILE (PN)

tel. 0434-734956

e-mail: giova.maso@gmail.com

COLLABORATORI

ing. FABIO ONGARO

Sommario

Sommaro

1	Premesse	1
2	Descrizione della trasformazione oggetto dello studio.....	1
2.1	Inquadramento territoriale	1
2.2	Tipologia della trasformazione	2
3	Descrizione delle caratteristiche dei luoghi.....	3
3.1	Stato di fatto.....	3
3.2	Stato di progetto.....	4
4	Valutazione delle caratteristiche dei luoghi.....	5
4.1	Analisi pluviometrica.....	5
4.2	Calcolo del coefficiente di afflusso PRE e POST – OPERAM.....	7
4.2.1	ANTE – OPERAM.....	7
4.2.2	POST – OPERAM.....	7
4.3	Calcolo della portata critica PRE e POST – OPERAM.....	9
5	Descrizione delle misure compensative	9
5.1	Calcolo dei volumi d’invaso	9
5.1.1	Metodo delle sole piogge.....	9
5.1.2	Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979).....	10
5.2	Volume d’invaso e dispositivi di compensazione.....	11
6	Piano di manutenzione delle opere.....	13
7	Tabella riassuntiva di compatibilità idraulica.....	14

Sommario

1 Premesse

È stato conferito all'Ing. Giovanni Maso l'incarico per gli adempimenti relativi al regolamento di invarianza idraulica connessi al P.A.C. di Iniziativa Privata "C1/44" di via Pestarole in Comune di Sacile.

Essendo prevista la cessione di parte dell'area al Comune di Sacile nel seguito si tratterà l'invarianza idraulica di tale area.

2 Descrizione della trasformazione oggetto dello studio

2.1 Inquadramento territoriale

Il sito di costruzione è ubicato in via Pestarole all'interno del Comune di Sacile, e risulta evidenziato in Figura 1 su sfondo da immagine satellitare di GoogleMaps.

Nella Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:25.000, l'area di studio ricade all'interno del Foglio 085 – NO. Nella CTR in scala 1:5.000 l'area oggetto di studio ricade nell'elemento 085022.

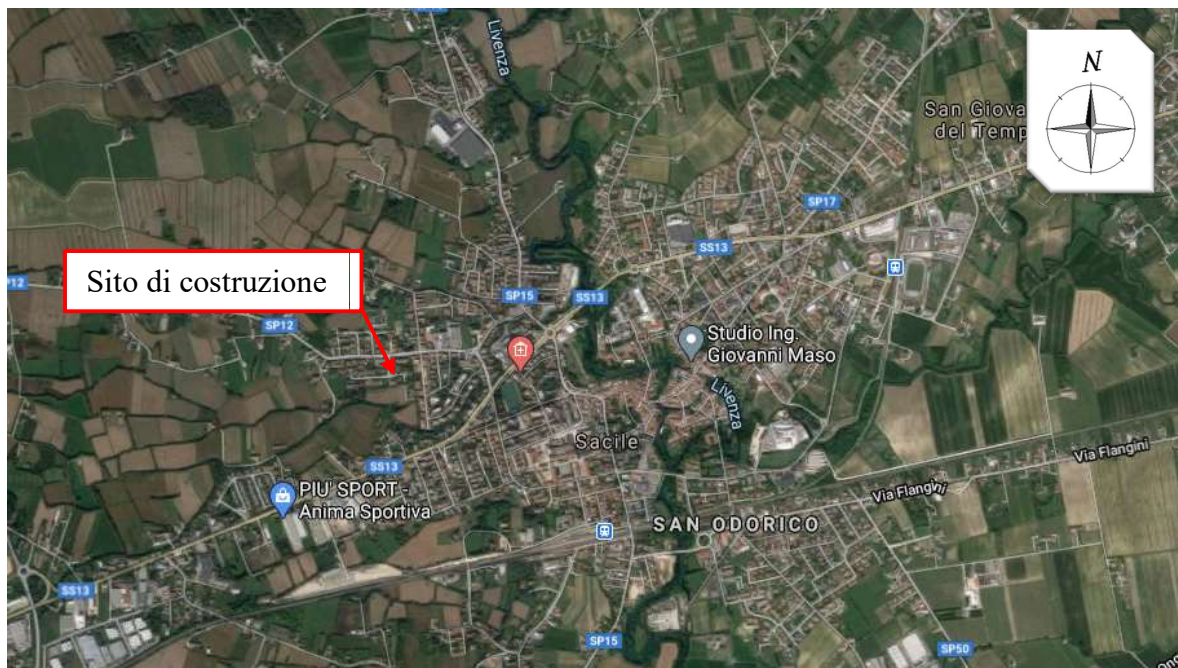


Figura 1: inquadramento territoriale dell'area oggetto di studio ed intervento (sfondo GoogleMaps).



Figura 2: inquadramento territoriale dello stato di fatto dell'area oggetto di studio (sfondo GoogleMaps).

2.2 Tipologia della trasformazione

Il piano attuativo in oggetto prevede l'urbanizzazione di un'area attualmente coltivata e la relativa realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria a suo servizio.

Come premesso precedentemente in questa relazione verrà sviluppata l'invarianza idraulica relativa ai lotti oggetto di modifica che verranno ceduti al Comune di Sacile.

L'estensione della superficie di riferimento interessata dalla trasformazione è di circa 2148 m².

Le coordinate del baricentro dell'area relativamente al sistema di riferimento Gauss-Boaga Fuso Est sono 5092874 N, 2337236 E.

Ai fini del regolamento di invarianza idraulica la trasformazione del lotto ricade nell'art.2, c.1, lettere b) del "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, lettera k) della legge regionale 29 Aprile 2015, n. 11". In relazione alla superficie di riferimento individuata il livello di significatività della trasformazione è "MODERATO".

Nella seguente tabella sono riassunti i dati di interesse della trasformazione oggetto di studio ai fini dell'applicazione del principio di invarianza:

Tabella 1: Dati di interesse della trasformazione oggetto di studio.

Tipo di trasformazione	P.A.C.	
Estensione del lotto	2148 mq	
Livello di significatività	MODERATO	
Coordinate del lotto	5092874 N	2337236 E

3 Descrizione delle caratteristiche dei luoghi

3.1 Stato di fatto

Attualmente la superficie di riferimento si presenta come in Figura 3. Si tratta quindi di un'area per lo più coltivata priva di costruzioni o aree impermeabilizzate.

Dell'area evidenziata in Figura 3, come detto in precedenza, solo una parte risulterà area pubblica. E su tale area saranno svolte le successive considerazioni nei confronti dell'invarianza idraulica. L'invarianza idraulica per la parte privata verrà svolta in fase di deposito del progetto definitivo per tale parte.

Attualmente i deflussi in eccesso che vengono a generarsi all'interno della superficie di riferimento si riversano in parte sul sedime stradale adiacente la superficie stessa ed in parte all'interno del torrente Grava. La superficie di riferimento risulta sprovvista di una rete meteorica interna.



Figura 3: stato di fatto dell'area oggetto della trasformazione.

3.2 Stato di progetto

Per quanto di futura pubblica pertinenza è prevista la realizzazione di opere di urbanizzazione primaria che con particolare riguardo all'invarianza idraulica consistono nella creazione di una viabilità asfaltata e di una serie di parcheggi, con limitrofo marciapiede, la rimanente parte dell'area sarà costituita da tappeto erboso.

In Figura 4 è evidenziata l'area che sarà ceduta al Comune (parte tratteggiata solida) con la localizzazione della destinazione di pavimentazione delle aree stesse (impermeabili o permeabili)

Nel seguito verranno meglio specificate le superfici ed i coefficienti di afflusso adottati nella determinazione del coefficiente di afflusso medio ANTE e POST – OPERAM.

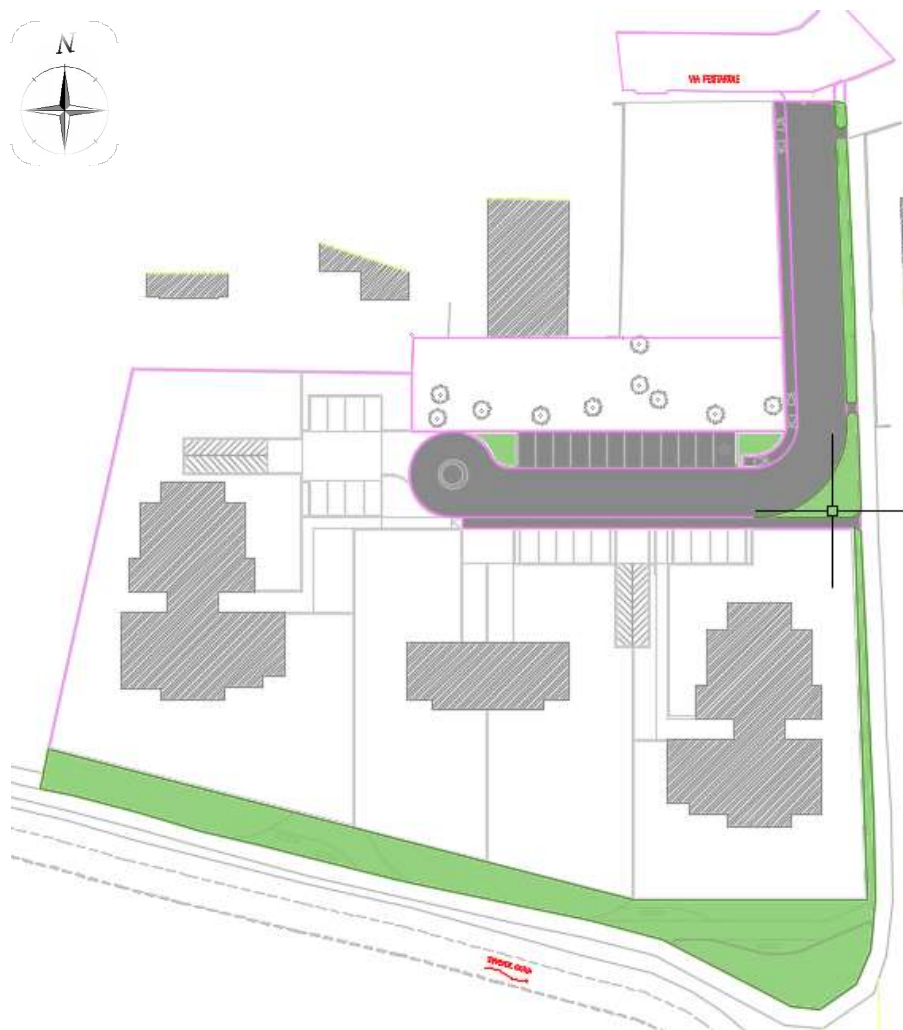


Figura 4: Planimetria di progetto area pubblica (tratteggiata con retino solido).

Vista l'estensione dell'area oggetto di trasformazione e facendo riferimento a quanto indicato nella tabella "4. Tabella dei livelli di significatività delle trasformazioni" del regolamento di cui al decreto n° 83 del 27/03/2018, di seguito semplicemente indicato come "regolamento invarianza", la trasformazione in esame risulta essere di livello MODERATO, poiché l'area ha estensione maggiore di 1000 mq e minore di 5000 mq.

4 Valutazione delle caratteristiche dei luoghi

4.1 Analisi pluviometrica

Al fine di determinare la quantità di precipitazione che insiste sull'area oggetto di studio è necessario ottenere le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP). Queste vengono ottenute grazie all'utilizzo del software RainMap FVG, che contiene la regionalizzazione del regime pluviometrico che interessa la Regione FVG. Sono quindi state ottenute le LSPP riportate di seguito (Figura 5e Tabella 2).

Tabella 2: Parametri delle LSPP e LSPP in forma tabellare per diversi tempi di ritorno.

Parametri LSPP	
<i>n</i>	0,30

	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	31.6	40.7	47.3	54.0	63.3	70.8	78.7

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	31.6	40.7	47.3	54.0	63.3	70.8	78.7
2	39.0	50.2	58.3	66.5	78.0	87.2	97.0
3	44.0	56.7	65.9	75.2	88.1	98.6	109.6
4	48.0	61.9	71.8	82.0	96.1	107.5	119.6
5	51.4	66.2	76.8	87.7	102.8	115.0	127.9
6	54.3	69.9	81.2	92.7	108.7	121.5	135.1
7	56.9	73.3	85.0	97.1	113.8	127.3	141.6
8	59.2	76.3	88.5	101.1	118.5	132.5	147.4
9	61.4	79.0	91.7	104.7	122.8	137.3	152.7
10	63.3	81.6	94.7	108.1	126.8	141.8	157.6
11	65.2	84.0	97.5	111.3	130.5	145.9	162.2
12	66.9	86.2	100.1	114.2	133.9	149.8	166.6
13	68.6	88.3	102.5	117.0	137.2	153.4	170.6
14	70.1	90.3	104.8	119.7	140.3	156.9	174.5
15	71.6	92.2	107.0	122.2	143.3	160.2	178.2
16	73.0	94.0	109.1	124.6	146.1	163.4	181.7
17	74.3	95.8	111.2	126.9	148.8	166.4	185.0
18	75.6	97.4	113.1	129.1	151.4	169.3	188.2
19	76.9	99.0	114.9	131.2	153.9	172.1	191.3
20	78.1	100.6	116.7	133.3	156.3	174.7	194.3
21	79.2	102.1	118.5	135.2	158.6	177.3	197.2
22	80.4	103.5	120.1	137.2	160.8	179.8	200.0
23	81.4	104.9	121.8	139.0	163.0	182.3	202.7
24	82.5	106.3	123.3	140.8	165.1	184.6	205.3

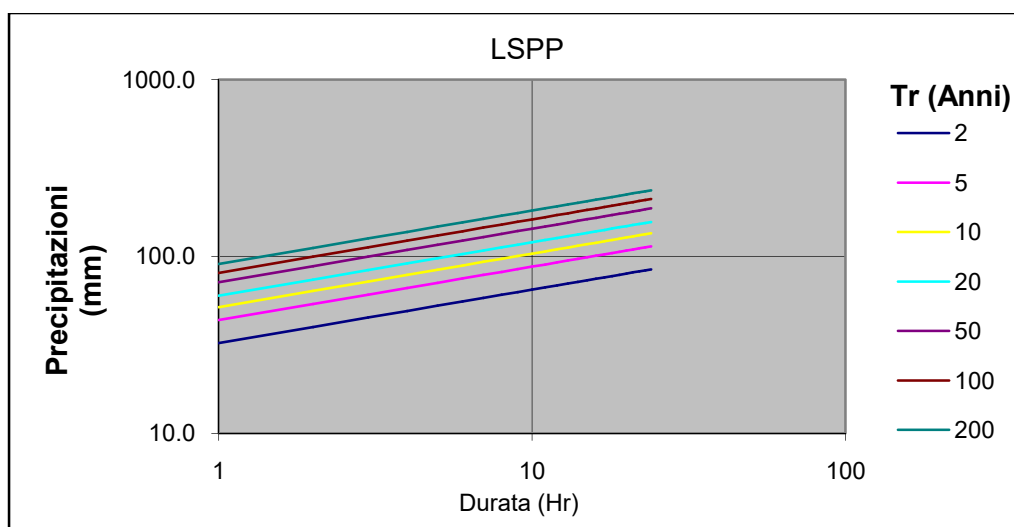


Figura 5: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per l'area oggetto di studio.

Il tempo di ritorno (Tr) delle piogge cui fare riferimento e da assumere negli studi idraulici di dimensionamento delle opere viene definito dal regolamento d'invarianza pari

a 50 anni in presenza di recapiti diretti o indiretti in una rete meteorica o in un corpo idrico ricettore.

Vista la ridotta estensione dell'area in esame, tale per cui è necessario considerare durate di pioggia inferiori all'ora (scrosci), il valore di "n" della curva scelta viene sostituito da n', pari a 4/3n.

Si ottengono quindi i parametri della LSPP riportati in Tabella 3 e che verranno in seguito utilizzati nella definizione e nel dimensionamento delle adeguate misure compensative.

Tabella 3: Parametri della LSPP utilizzati per lo studio.

$a(T_r=50)=63,3$	$n=0,30$	$n'=0,40$
------------------	----------	-----------

4.2 Calcolo del coefficiente di afflusso PRE e POST – OPERAM

Al fine di determinare l'effettiva quantità di precipitazione ricadente sull'area oggetto di studio che contribuisce alla formazione di un deflusso verso il ricettore (sia esso un fosso, una condotta o quant'altro) risulta fondamentale definire i valori del coefficiente di afflusso medio. Quest'ultimo, al fine di permettere un confronto tra stato di fatto e di progetto, e poter così definire le corrette misure compensative, dev'essere valutato in entrambi le condizioni (PRE e POST – OPERAM).

Si procede quindi al calcolo del coefficiente di afflusso medio ANTE e POST – OPERAM definito come media pesate dei coefficienti di afflusso (ψ_i) fissati sull'estensione delle tipologie di aree definite (S_i).

$$\psi_{medio} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\psi_i S_i)}{\sum_{i=1}^n (S_i)} \right]$$

4.2.1 ANTE – OPERAM

In condizioni ANTE – OPERAM l'area viene assunta quale coltivata con valore del coeff. d'afflusso assunto pari a ($\psi=0,25$).

4.2.2 POST – OPERAM

In condizione POST – OPERAM sono stati individuati 2 diversi valori del coefficiente di afflusso per le tipologie di aree presenti, che sono di seguito riassunte:

- Asfaltature non drenanti, muretti ed aree impermeabilizzate in genere cui si assegna $\psi=0,9$;
- Aree verdi ($\psi=0,2$).

Con riferimento a **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è possibile consultare il dettaglio delle aree computate riportate in Tabella 4, 6, 7 e 8, note aree e coefficienti di afflusso dell'area in esame è possibile quindi calcolare il coefficiente di afflusso POST – OPERAM come:

$$\psi_1 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\psi_i S_i)}{\sum_{i=1}^n (S_i)} \right] = 0,57$$

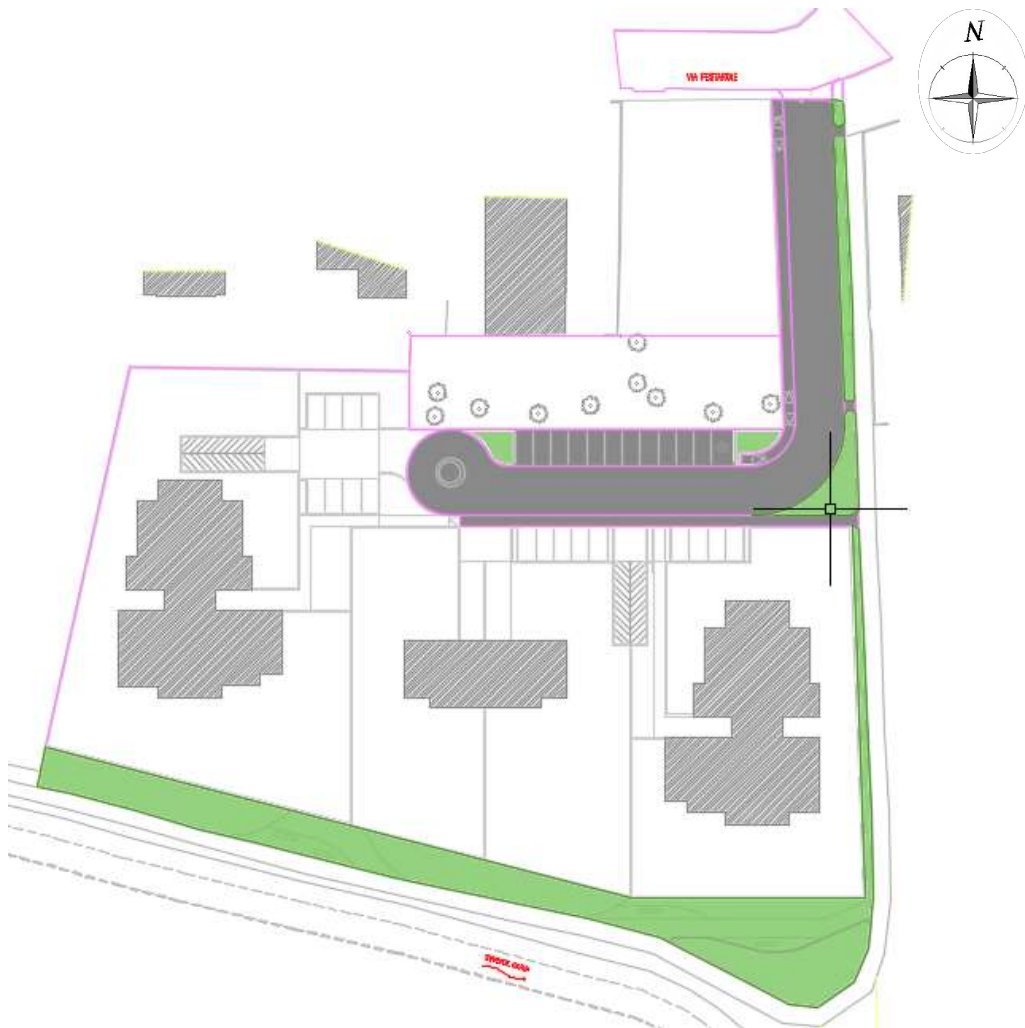


Figura 6: individuazione della tipologia di aree in cui è stato suddiviso il lotto allo stato di progetto

Tabella 4: definizione dell'estensione delle tipologie di superfici che interessano la superficie di riferimento che sarà successivamente ceduta al Comune.

	Tipologia di area	Estensione [mq]
	Impermeabile (asfalto)	1123
	Tappeto erboso	1025
	TOTALE	2148

NOTA BENE: il computo delle aree per il calcolo del coefficiente di afflusso considera le proiezioni a terra delle diverse superfici che vengono direttamente interessate dalle precipitazioni. Per questo motivo le aree

comutate a tali fini possono differire dalle aree effettivamente presenti a terra che possono risultare coperte da superfici poste a quota superiore, come per esempio il tetto che copre il marciapiede.

4.3 Calcolo della portata critica PRE e POST – OPERAM

Sono state calcolate le portate critiche per l'area in esame in condizioni PRE e POST-OPERAM ricorrendo al metodo cinematico (massimizza le portate). Il tempo di corrivazione in condizioni ante-operam è pari a 10 minuti, considerata l'assenza di una rete di drenaggio e la continuità dell'area verde. In condizione post-operam il tempo di corrivazione viene ridotto a 5 minuti visto l'aumento di superfici che facilitano il deflusso attraverso il lotto e l'aumento di edificazione. Utilizzando il metodo cinematico e noti tutti gli altri parametri di interesse si ottiene una portata in uscita dal lotto in condizioni PRE – OPERAM pari a:

$$Q_u = 2,78 \cdot S \cdot \psi_0 \cdot a(t_c)^{n'-1} = 2,78 \cdot 0,2148 \cdot 0,25 \cdot 63,3 \cdot \left(\frac{10}{60}\right)^{0,40-1} = 27,7 \text{ l/s}$$

Mentre la portata di picco in condizioni POST – OPERAM sempre facendo ricordo al metodo cinematico risulta essere pari a:

$$Q_u = 2,78 \cdot S \cdot \psi_1 \cdot a(t_c)^{n'-1} = 2,78 \cdot 0,2148 \cdot 0,57 \cdot 63,3 \cdot \left(\frac{5}{60}\right)^{0,40-1} = 95,7 \text{ l/s}$$

5 Descrizione delle misure compensative

5.1 Calcolo dei volumi d'invaso

Con riferimento al punto 5 del regolamento d'invarianza "Interventi di mitigazione metodi di calcolo idrologico-idraulico" del regolamento d'invarianza per una trasformazione con significatività media il calcolo dei volumi dev'essere effettuato con due differenti metodi dei 3 proposti, scegliendo poi il volume di laminazione che ne risulta dalla soluzione più conservativa, cioè volume maggiore.

5.1.1 Metodo delle sole piogge

Il metodo si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi – deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. Questo metodo tende pertanto a restituire valori cautelativi. Nelle condizioni appena descritte, applicando uno ietogramma netto di pioggia ad intensità costante, il volume entrante prodotto dal bacino scolante risulta pari a:

$$W_e = S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot \theta^n$$

Dove θ [ore] è la durata critica della pioggia, ovvero quella durata che massimizza la portata critica e che corrisponde al tempo di corrivazione del lotto.

Mentre il volume uscente considerando una laminazione ottimale $Q_u = Q_{u,max}$ risulta:

$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$$

Il volume massimo da invasare è dato dalla massima differenza tra le due curve descritte dalle precedenti relazioni e può essere derivato matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando $\Delta W = h_{netta} - h_u$ da cui si ricava la durata critica per l'invaso θ_w :

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

A questo punto il volume d'invaso W_0 necessario a garantire l'invarianza idraulica viene calcolato con la seguente espressione:

$$W = S \cdot \psi_0 \cdot a \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{u,max} \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Applicando il metodo sin qui descritto si ottengono i risultati riportati in Tabella 5.

Tabella 5: Durata critica e volume dell'invaso ottenuti applicando il metodo delle sole piogge.

Durata critica per la vasca	θ_w	[min]	8,57
Volume massimo d'invaso	W	[m ³]	21,35

5.1.2 Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)

Tale procedura si basa sull'ipotesi che il bacino a monte dell'invaso si comporti come un invaso lineare e quindi che le portate in ingresso possano essere stimate mediante il modello dell'invaso.

Paoletti e Rege Gianas (1979) hanno interpretato il metodo determinando gli andamenti di due grandezze adimensionali F e G, funzioni del coefficiente n della curva di possibilità pluviometrica e del rapporto di laminazione m tra la portata critica POST e ANTE OPERAM, si ha così F(n,m) e G(n,m) dove:

$$F(n, m,) = \frac{\theta_w}{k}$$

$$G(n, m,) = \frac{W}{k \cdot Q_c}$$

Dove k è la costante d'invaso che può essere stimata come 0,7tc, W il volume d'invaso cercato e θ_w la durata critica dell'evento che mette in crisi la vasca (massimizza il volume).

Utilizzando i dati fin qui ottenuti ed applicando il metodo del serbatoio lineare si ottengono i risultati riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 6: Durata critica e volume dell'invaso ottenuti applicando il metodo del serbatoio lineare.

Durata critica per la vasca	θ_w	[min]	15,75
Volume massimo d'invaso	W	[m ³]	17,44

5.2 Volume d'invaso e dispositivi di compensazione

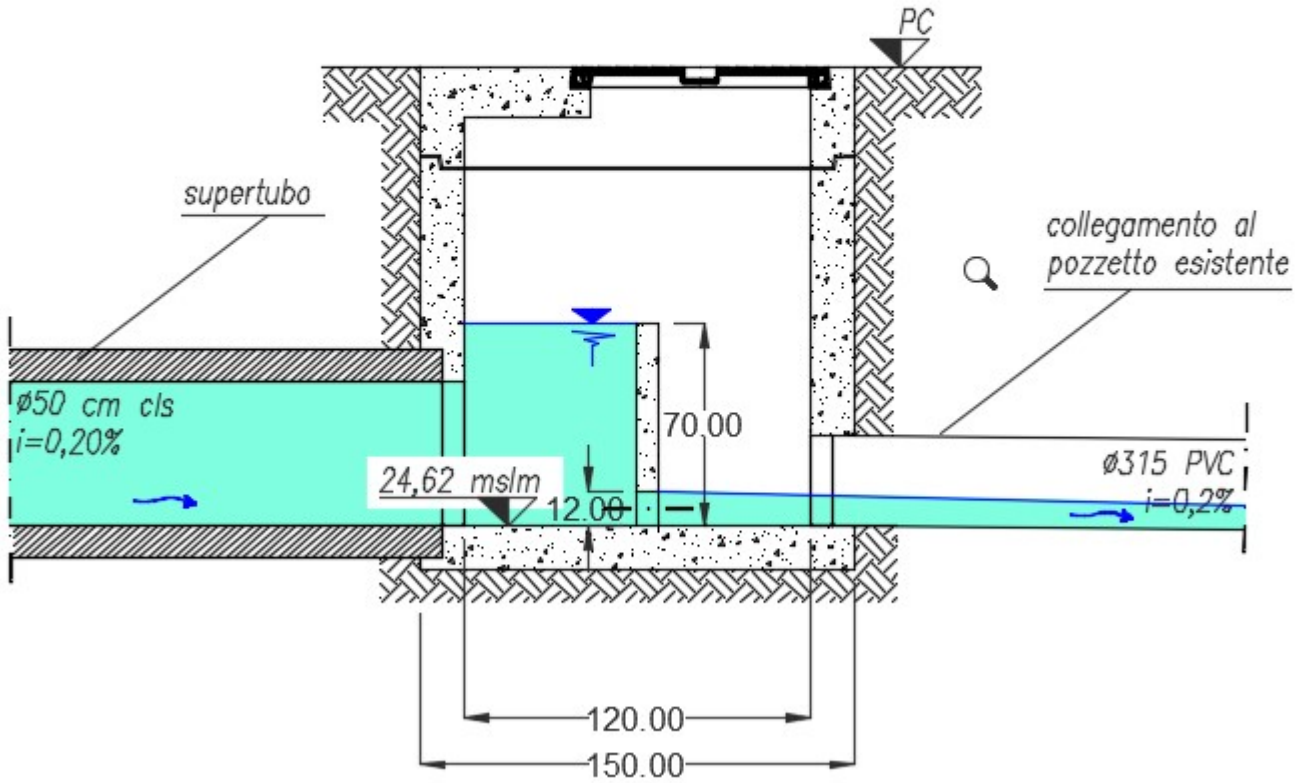
Poiché il regolamento chiede di adottare la soluzione più conservativa tra le due proposte, si ottiene per il rispetto del principio di invarianza un volume da invasare minimo W_{\min} pari a *21,35 mc*.

Al fine di soddisfare quanto sopra si adopereranno dei supertubi, in cls armato con diametro interno pari a 0,5 m ed uno sviluppo totale precedente al dispositivo di regolazione di valle pari a circa 102 m, ad essi si aggiungono 4 pozzetti con dimensioni interne 80 x 80 cm che si considerano invasati per un'altezza media pari a 60 cm.

Il volume utile così ottenuto sarà pari a **21,5 mc**, superiore quindi al volume minimo richiesto dai calcoli.

La regolazione delle portate in uscita dai supertubi sarà effettuata mediante l'utilizzo di un pozzetto regolatore posto a valle con dimensioni interne pari a 120 x 120 cm, dotato di un **setto con altezza netta pari a 70 cm** ed una **luce di fondo con diametro pari a 12 cm (Ø12 cm)**. La quota di fondo del pozzetto sarà pari a **24,62 m.s.l.m.m.**

POZZETTO SCOLMATORE P1
Sezione A-A
Scala 1:25 (misure in cm)



6 Piano di manutenzione delle opere

Le opere costituenti la rete per il soddisfacimento del principio di invarianza idraulica sono di facile manutenzione essendo prive di qualsiasi parte meccanica in movimento.

L'organo di regolazione è costituito da un pozzetto con setto e luce di fondo.

Si raccomanda un controllo periodico semestrale della luce di fondo e comunque in occasione di ogni evento meteorico intenso.

In particolar modo va verificata l'eventuale presenza di materiali quali foglie e altri materiali che diminuiscono la luce libera, rallentando di conseguenza il processo di smaltimento.

7 Tabella riassuntiva di compatibilità idraulica

Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica	
Nome della trasformazione e sua descrizione	P.A.C. di Iniziativa Privata "C1/44" Via Pestarole
Località, Comune, Provincia	Via Pestarole, Sacile (PN)
Tipologia della trasformazione	PAC (art.2, c.1, lettera b)
Presenza di altri pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione	NO
Descrizione delle caratteristiche dei luoghi	
Bacino idrografico di riferimento	Fiume Livenza
Presenza di eventuali vincoli PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico di cui al DLgs. 152/2006)	NO
Sistema di drenaggio esistente	Assente
Sistema di drenaggio di valle	Rete mista
Ente gestore	LTA (Livenza Tagliamento Acque)
Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative	
Coordinate geografiche (GB Est)	5092874 N, 2337236 E
Coefficienti della LSPP (Tr=200 anni)	a=63,3 mm/h n=0,30 n'=0,40
Estensione della superficie di riferimento [ha]	0,2148 ha
Quota altimetrica media della superficie (m.s.l.m.m.)	~26,0 m.s.l.m.m.

Valore del coefficiente di afflusso ANTE - OPERAM	0,25
Valore del coefficiente di afflusso POST – OPERAM	0,57
Livello di significatività della trasformazione ai sensi dell'art. 5.	MODERATO
Portata unitaria massima ammessa allo scarico (l/(s*ha)) e portata totale massima ammessa allo scarico (m ³ /s) dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica	La portata è stata calcolata in condizioni ANTE – OPERAM con il metodo cinematico: 0,00277 m ³ /s
Descrizione delle misure compensative proposte	
Metodo idrologico – idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi	Metodo del serbatoio lineare
Volume d'invaso ottenuto con il metodo idrologico – idraulico utilizzato [m ³]	21,35 mc
Volume d'invaso di progetto che si intende adottare per la progettazione [m ³]	21,5 mc
Dispositivi di compensazione	Supertubi
Dispositivi idraulici	
Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico	24,4 l/s regolata tramite luce di fondo con soglia fissa come sfioro di emergenza
Buone pratiche costruttive / agricole (nel caso in cui siano obbligatorie)	---
Descrizione complessiva dell'intervento di mitigazione (opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico) a seguito della proposta trasformazione con riferimento al piano di manutenzione delle opere	Manutenzione: si veda il piano di manutenzione presente al paragrafo 6 di questa relazione.
NOTE	