



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E MECCANICA
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

RELAZIONE IDRAULICA

*Rete di drenaggio acque meteoriche
Quartiere “Le Albere” – Ex Parco Michelin (Trento)*

DOCENTI

Alberto Bellin
Maria Grazia Zanoni

STUDENTI

Nicola Meoli 225077
Luca Zorzi 185098

Anno accademico 2020/21

Indice

Elenco delle tabelle	3
Elenco delle figure	3
1 nome capitolo 1	4
2 Verifiche alle condotte	8
3 vasche belle belle	10

Elenco delle tabelle

2.1	Progetto con aggiunta dei soli LID – Verifiche di massima velocità, riempimento condotta e del criterio di autopulizia	9
3.1	Parametri per il progetto della vasca di laminazione	10
3.2	Iterazioni dell’Altezza dell’orifizio e dell’Area della vasca per avere il massimo riempimento della vasca e mantenere la portata inferiore a quella massima. In grassetto sono indicate le scelte	12

Elenco delle figure

1.1	Inquadramento dell’area di lavoro	5
1.2	Deflusso del bacino	6
1.3	Andamento dello sforzo assiale agente sul pilastro P27 in funzione dell’altezza	7
3.1	Attenuazione del deflusso nelle tre condotte con l’introduzione delle vasche a monte delle condotte	11
3.2	Confronto del deflusso allo sbocco della rete pre e post l’installazione delle vasche e andamento del volume d’acqua all’interno delle stesse	13

nome capitolo 1

$$i = a t_p^{n-1} \quad (1.1)$$

$$CN = \frac{25\,400}{254 + S} \quad (1.2)$$

$$T_{\text{dry}} = \frac{3.125}{\sqrt{K_s}} \quad (1.3)$$

Dove T_{dry} sono i giorni che impiega il suolo completamente saturo a tornare secco e K_s è la conduttività idraulica espressa in inch/h.

$$i_m = \frac{h(t_{\text{fin}}) - h(t_{\text{in}})}{\Delta t} \quad (1.4)$$

$$h(t) = \begin{cases} r a \left[\left(\frac{t_p}{r} \right)^n - \left(\frac{t_p - t}{r} \right)^n \right] & \text{se } t < t_p \\ a \left[r \left(\frac{t_p}{r} \right)^n + (1 - r) \left(\frac{t_p - t}{1 - r} \right)^n \right] & \text{se } t > t_p \end{cases} \quad (1.5)$$

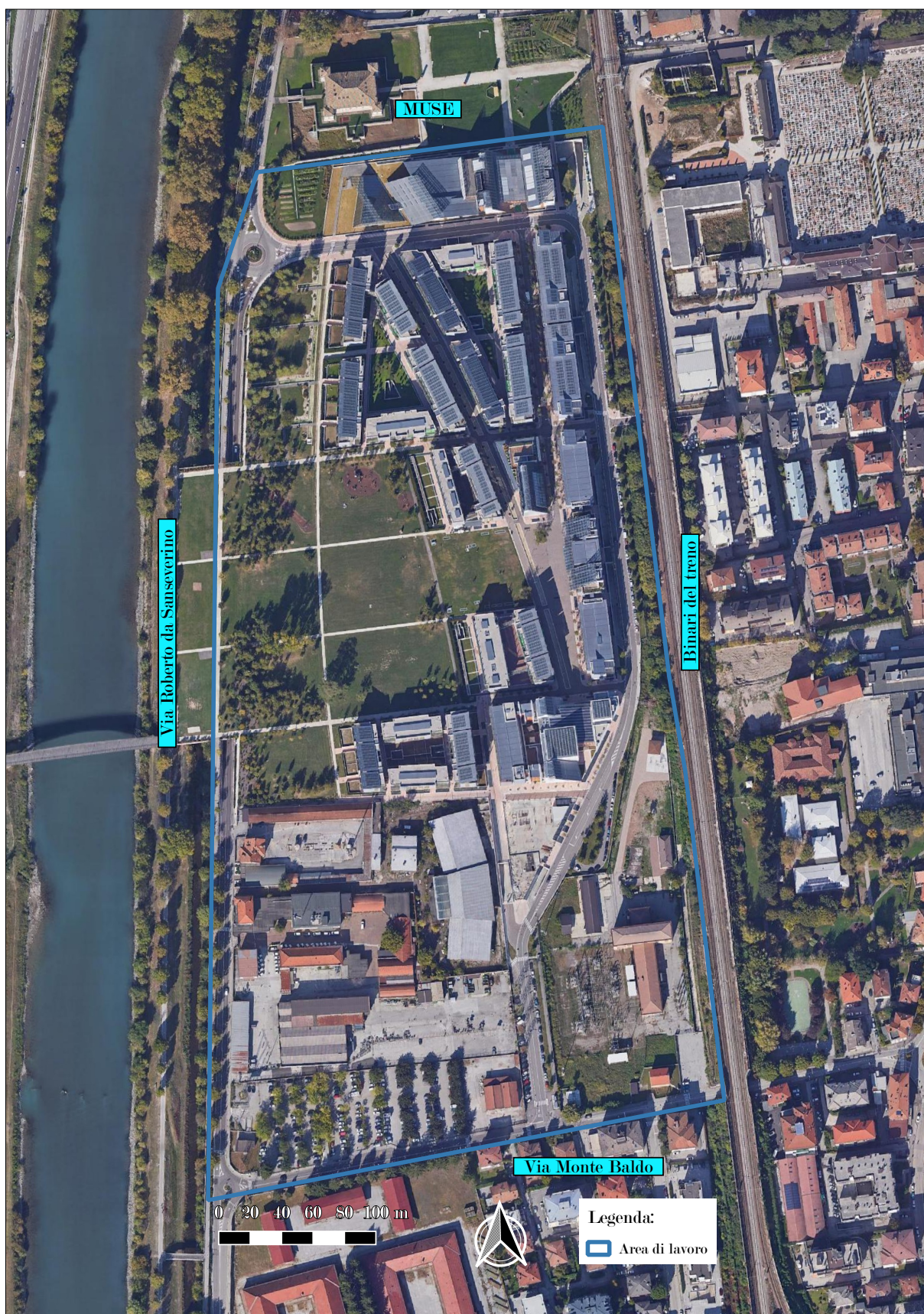


Figura 1.1: Inquadramento dell'area di lavoro

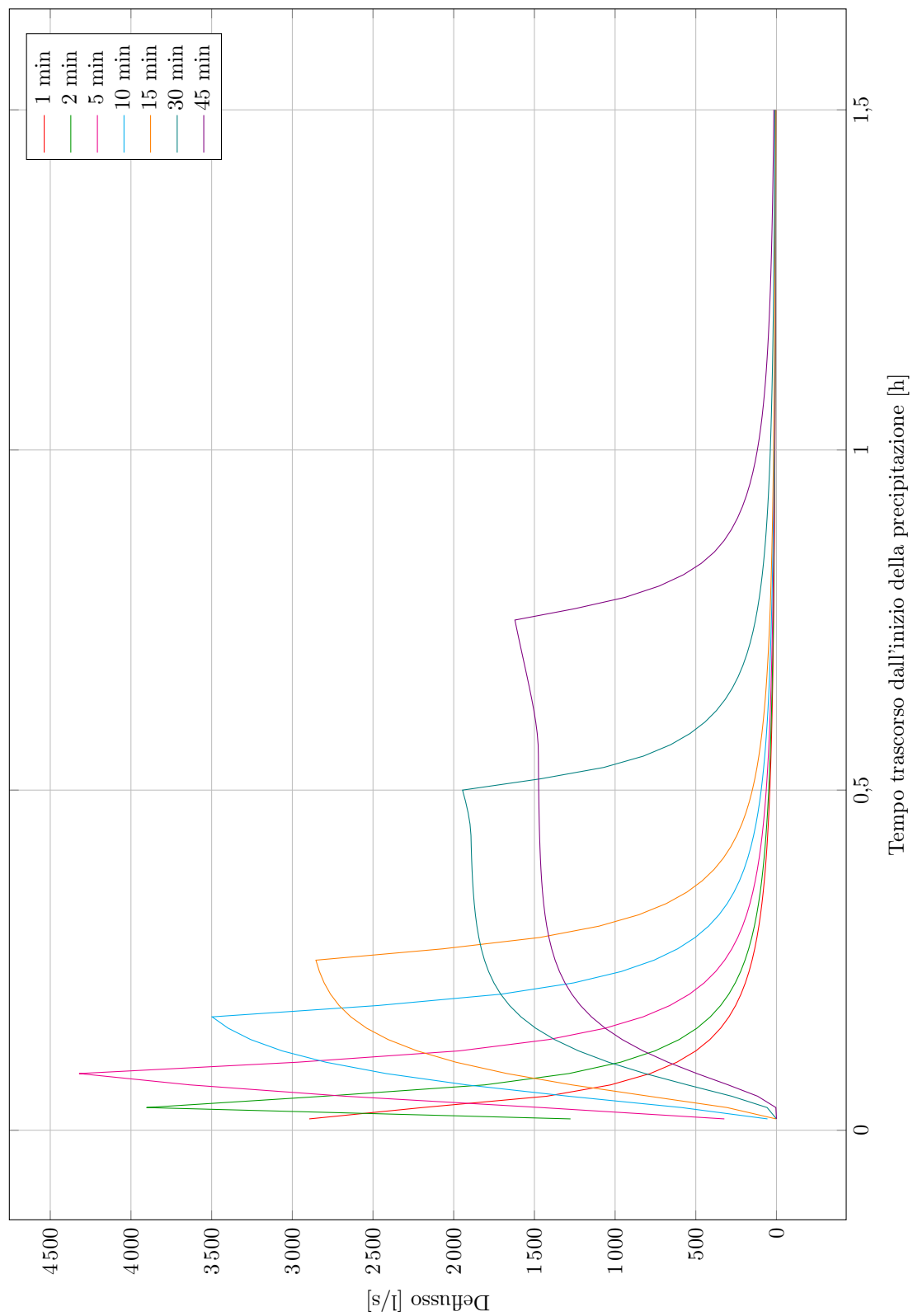


Figura 1.2: Deflusso del bacino

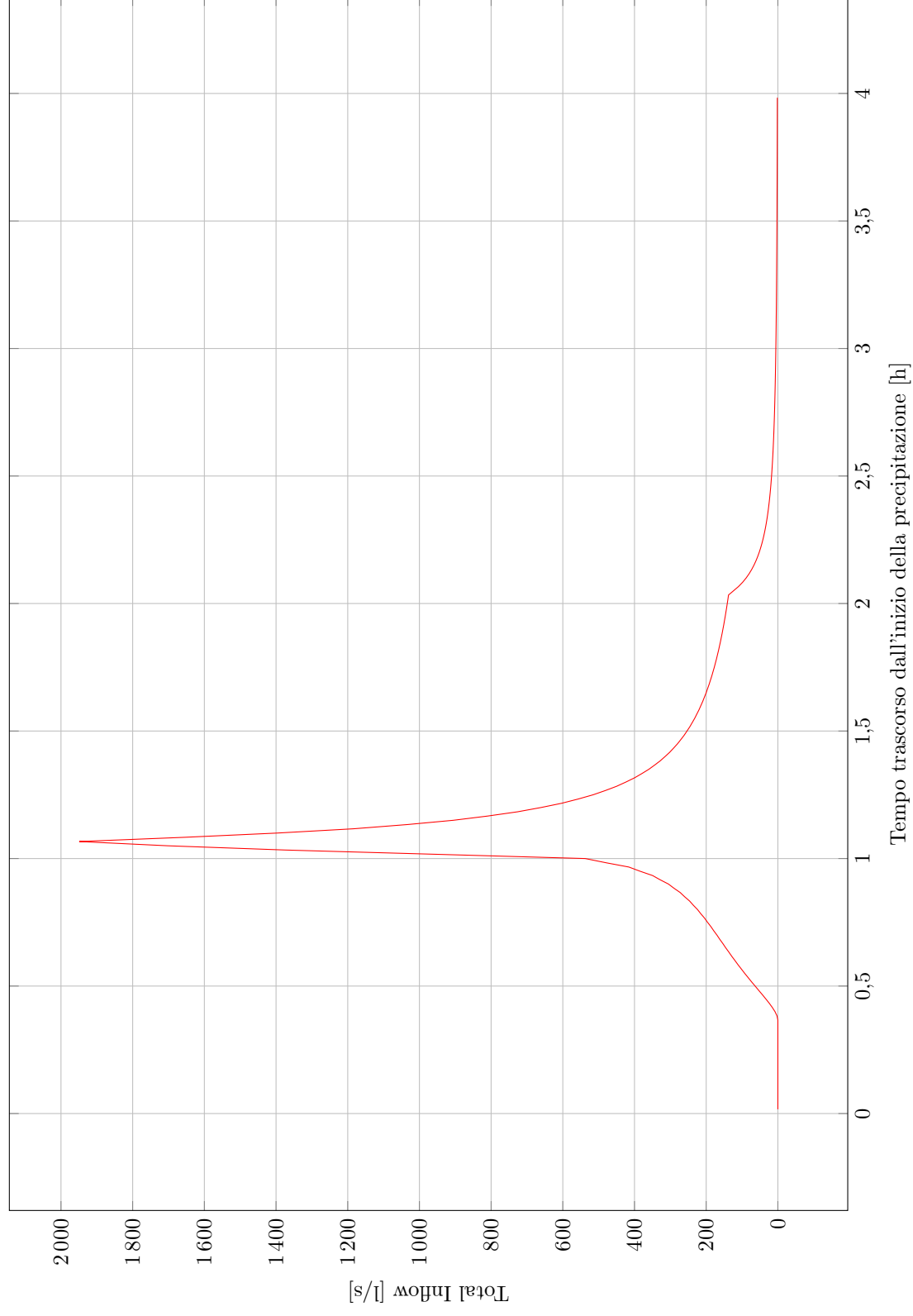


Figura 1.3: Andamento dello sforzo assiale agente sul pilastro P27 in funzione dell'altezza

Verifiche alle condotte

Il riempimento della condotta $G_{\text{cond.}}$ deve risultare

$$50 \% \lesssim G_{\text{cond.}} \lesssim 75 \% \quad (2.1)$$

$$0,5 \text{ m s}^{-1} < V < 5 \text{ m s}^{-1} \quad (2.2)$$

Criterio di autopulizia

$$\tau = \gamma R_H i_f > 2 \text{ Pa} \quad (2.3)$$

dove γ è il peso specifico dell'acqua pari a 1000 N m^{-3} , R_H è il raggio idraulico calcolato con la formula di BOH NUM e i_f è la pendenza del fondo vista prima TAB.

$$R_H = \frac{D}{4} \frac{1 - \sin(\vartheta)}{\vartheta} \quad (2.4)$$

$$\vartheta = 2 \arccos(1 - G_{\text{cond.}}) \quad (2.5)$$

Tabella 2.1: Progetto con aggiunta dei soli LID – Verifiche di massima velocità, riempimento condotta e del criterio di autopulizia

Condotta	Diametro [m]	Velocità		Riempimento e Autopulizia						
		Flusso massimo [l s ⁻¹]	Ora max flusso [h]	Massima velocità [m s ⁻¹]	Riempimento massimo G [%]	$\vartheta =$ compl. di α [rad]	Raggio idraulico R_H [m]	Pend. fondo i_F [-]	Pend. geometrica i_G [-]	Tensione tangenziale τ [Pa]
01	0,3	67,8	01:04	1,19	75	2,6362	0,0612	0,0033	0,005	3,06
02	0,3	62,35	01:04	1,19	69	2,5112	0,0574	0,0035	0,005	2,87
03	0,4	83,03	01:04	1,17	56	2,2304	0,0646	0,0031	0,005	3,23
04	0,5	224,52	01:04	1,62	66	2,4478	0,0923	0,0022	0,005	4,62
05	0,4	107,78	01:04	1,48	56	2,2304	0,0646	0,0031	0,01	6,46
06	0,4	158,99	01:04	1,89	64	2,4051	0,0721	0,0028	0,01	7,21
07	0,5	251,02	01:04	2,07	60	2,3186	0,0855	0,0023	0,01	8,55
08	0,5	276,46	01:04	2,17	62	2,3620	0,0878	0,0023	0,01	8,78
09	0,6	378,37	01:04	2,24	58	2,2747	0,0997	0,0020	0,01	9,97
10	0,6	434,66	01:04	2,43	60	2,3186	0,1026	0,0019	0,01	10,26
11	0,7	670,91	01:04	2,69	62	2,3620	0,1229	0,0016	0,01	12,29
14	0,4	94,42	01:04	1,3	56	2,2304	0,0646	0,0031	0,005	3,23
15	0,3	60,14	01:04	1,17	68	2,4901	0,0567	0,0035	0,005	2,84
16	0,5	153,62	01:04	1,24	61	2,3403	0,0866	0,0023	0,005	4,33
17	0,5	187,79	01:04	1,81	52	2,1403	0,0758	0,0026	0,005	3,79
18	0,5	189,88	01:05	2,89	37	1,7785	0,0562	0,0036	0,03	16,87
21	0,5	204,73	01:05	3,03	38	1,8041	0,0576	0,0035	0,03	17,28
22	0,4	121,83	01:04	1,39	66	2,4478	0,0739	0,0027	0,005	3,69
23	0,6	259,95	01:04	1,65	54	2,1856	0,0939	0,0021	0,005	4,70
24	0,6	256,24	01:05	1,66	54	2,1856	0,0939	0,0021	0,005	4,70
25	0,6	252,44	01:05	1,64	54	2,1856	0,0939	0,0021	0,005	4,70
26	0,6	250,22	01:06	1,63	53	2,1630	0,0925	0,0022	0,005	4,62
27	0,6	249,62	01:06	1,58	55	2,2081	0,0954	0,0021	0,005	4,77
28	0,7	486,35	01:06	1,92	63	2,3836	0,1245	0,0016	0,005	6,23
29	0,8	535,79	01:06	1,98	53	2,1630	0,1233	0,0016	0,005	6,16

vasche belle belle

Al progetto della rete di drenaggio vengono ora aggiunte tre vasche di laminazione in corrispondenza dei tre sbocchi della rete e chiamate rispettivamente: *Nord*, *Centro* e *Sud*. Lo scopo di tali vasche è quello di fungere da ammortizzatore idraulico venendo dimensionate in modo da contenere la portata massima scaricata nel corpo idrico recettore.

Il predimensionamento delle vasche si articola in un metodo iterativo per far sì di avere il maggior riempimento di esse (prossimo al 100%) e parallelamente un *Maximum Outflow* minore della massima portata da mantenere come da progetto. Tale portata è calcolata tenendo conto delle prescrizioni legislative per il coefficiente udometrico, che per Trento è pari a $C_{udo} = 20 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, fissando così la portata massima in uscita da scaricare.

La portata massima da mantenere pertanto diviene:

$$Q_{max} = C_{udo} \cdot A_{\text{sottobacino}} \quad , \quad (3.1)$$

dove con $A_{\text{sottobacino}}$ si intende l'area di pertinenza di ciascuna vasca, ovvero la somma delle aree dei sottobacini confluenti in essa.

I parametri da variare nell'iterazione (in fase non esecutiva del progetto) sono l'area della vasca e il diametro dell'orifizio della stessa (o analogamente l'area dell'orifizio – essendo di sezione cilindrica).

Come prima iterazione l'area dell'orifizio è calcolata invertendo la formula della forometria della portata uscente e ponendola uguale alla Q_{max} :

$$Q = C_{eff} A_{\text{orifizio}} \sqrt{2gh} \stackrel{!}{=} Q_{max} \quad . \quad (3.2)$$

Si è scelto un coefficiente di efflusso $C_{eff} = 0,65$, avendo una bocca a battente a luce fissa e verticale. Mentre l'area della vasca è calcolata dividendo il volume totale da invasare per la profondità della vasca di progetto $h = 1,50 \text{ m}$.

Il volume totale da invasare è stato calcolato come sommatoria dell'area compresa tra le due curve (visibili in figura 3.1) corrispondenti al deflusso nella condotta senza vasca e al deflusso attenuato dalla presenza della vasca. Le funzioni delle curve sono state discretizzate con un intervallo di 60 secondi e la parte compresa tra loro è stata calcolata come differenza delle due aree sottese e ottenute tramite il metodo dei trapezi. L'attenuazione del deflusso è stata calcolata partendo dalla Q_{max} trovata nella formula 3.1 ed utilizzando la seguente legge

$$Q_{OUTflow} = \begin{cases} Q_{INflow} & \text{se } Q_{INflow} \leq Q_{max} \\ Q_{max} & \text{se } Q_{INflow} > Q_{max} \end{cases} \quad (3.3)$$

I dati progettuali ottenuti con le considerazioni appena viste sono riportati in tabella 3.1.

Tabella 3.1: Parametri per il progetto della vasca di laminazione

	Nord	Centro	Sud
Area pertinenza vasca [ha]	7,89	3,20	7,38
Q_{max} [l/s]	157,89	63,92	147,66
Volume da invasare[m ³]	232,92	63,48	366,33
Area vasca [m ²]	155,28	42,32	244,22
Area orifizio [m ²]	0,04	0,02	0,04
Diametro orifizio [m]	0,24	0,15	0,23

In tabella 3.2 sono riportate le varie iterazioni per ciascuna vasca e con il grassetto si intende il valore di fine iterazione scelto. Per questi sono inoltre riportati i restanti parametri della vasca ovvero il volume medio e il volume massimo di riempimento.

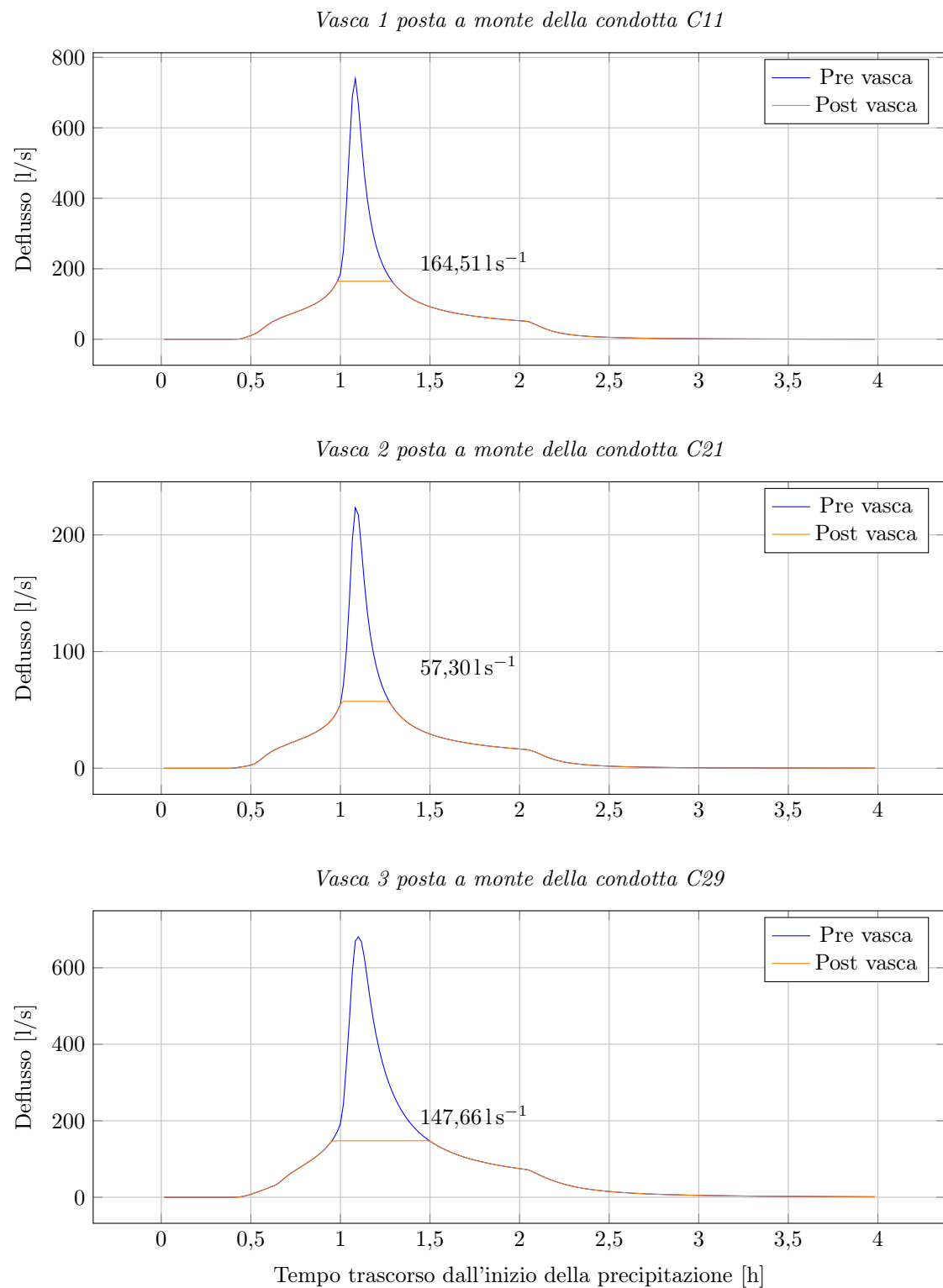


Figura 3.1: Attenuazione del deflusso nelle tre condotte con l'introduzione delle vasche a monte delle condotte

Tabella 3.2: Iterazioni dell'Altezza dell'orifizio e dell'Area della vasca per avere il massimo riempimento della vasca e mantenere la portata inferiore a quella massima. In grassetto sono indicate le scelte

	Altezza [m]	Area vasca [m ²]	% riempimento max	Deflusso max [l/s]
Nord	0,24	155	100	152,4
	0,24	180	100	152,4
	0,24	200	99	151,69
	0.24	210	96	148,98
	0,25	210	93	158,4
Centro	0,15	45	100	60,49
	0,15	60	88	56,53
	0.15	50	97	59,53
Sud	0,23	245	100	140,22
	0,23	260	100	140,22
	0,23	300	100	140,22
	0,23	350	91	132,99
	0.23	325	95	136,45

In figura 3.2 si confronta il deflusso allo sbocco delle tre reti di drenaggio con e senza vasca di laminazione, graficando l'andamento del volume d'acqua all'interno della vasca. Si può notare come nel caso di presenza della vasca, l'accumolo di acqua in essa contenuta faccia sì che diminuisca la portata defluita allo sbocco, ritardando inoltre il tempo di massimo deflusso.

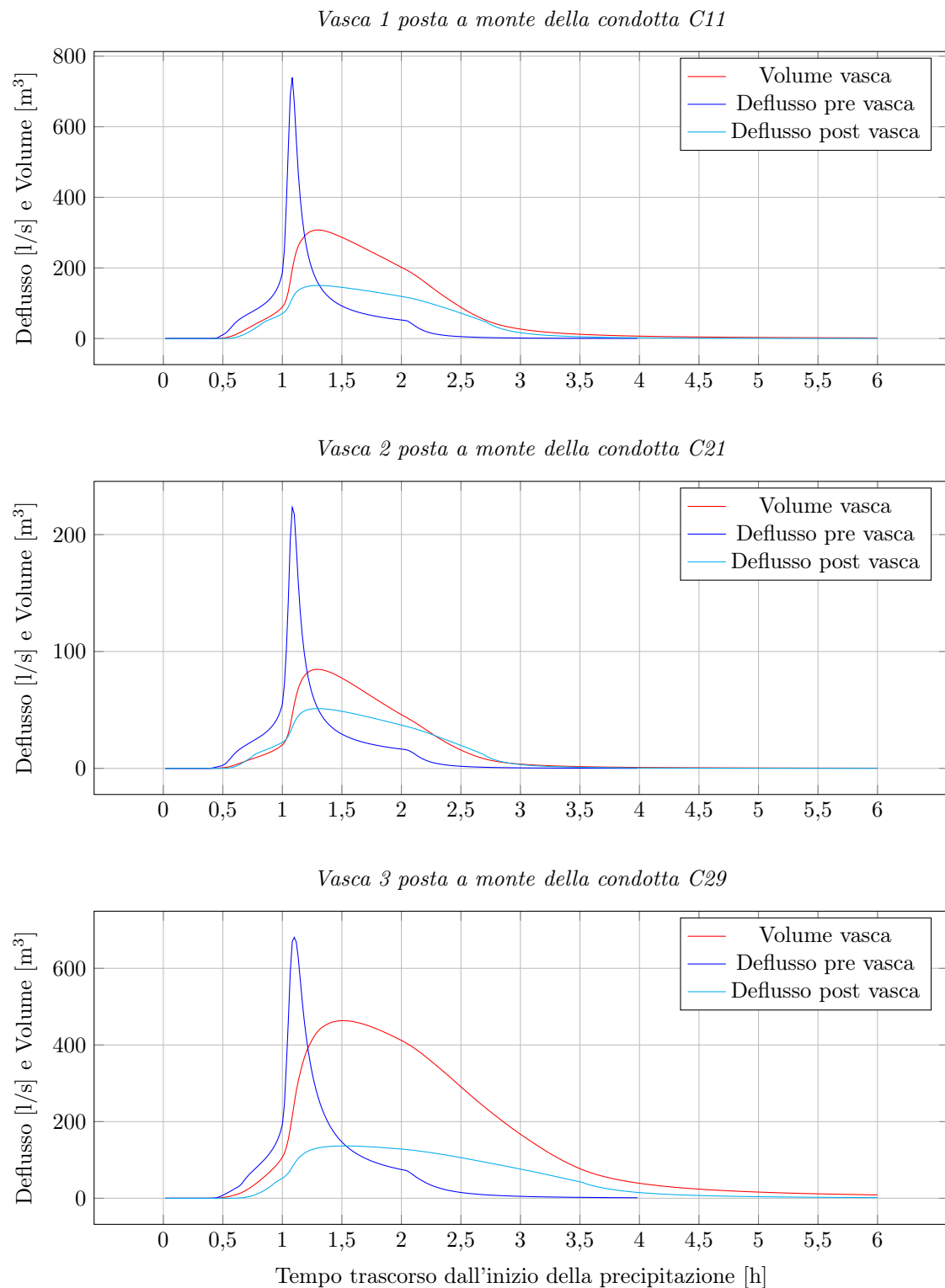


Figura 3.2: Confronto del deflusso allo sbocco della rete pre e post l'installazione delle vasche e andamento del volume d'acqua all'interno delle stesse