

LUOGO

VIA ARMISTIZIO, PADOVA

COMMITTENTE

IFRAM S.R.L.
VIA GERMANIA 23, PADOVA

OGGETTO

**VARIANTE AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI VIA
ARMISTIZIO**

PROGETTO

MENEGAZZI MICHELON ARCHITETTI ASSOCIATI
VIA FORNACE MORANDI 18/4 , 35133 PADOVA
TEL. 049 8649367 E MAIL mail@menegazzimichelon.it

CODICE

FASE

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

TAVOLA

**VERIFICA DELLA COMPATIBILITA'
IDRAULICA**

1901-B All H.0

DATA

OTTOBRE 2019

SCALA

NOTE

FILE

LAVORI\1901 - VILLA GIUSTI - MORASSUTTI\PIANIFICAZIONE\B- PIANO DI
LOTTIZZAZIONE\2019.XX\PRODOTTI DA STUDIO\DISEGNI\DWG

ACCORDO DI PIANIFICAZIONE EX ART. 6 L.R. 11/2004
PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI VIA ARMISTIZIO
IN COMUNE DI PADOVA (PD)

INDICE

1. Generalità	2
2. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento.....	5
3. Stima della variazione del coefficiente di deflusso	12
3.1. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI ATTUALI.....	16
3.2. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO.....	18
4. Portata smaltibile in rete pubblica di scolo.....	21
5. Calcolo dei volumi necessari per la laminazione	24
6. Dimensionamento del sistema di laminazione	26
7. Dimensionamento del manufatto di scarico	27
8. Verifica dello sfioratore di sicurezza	29
9. Manufatto di collegamento con bacino di invaso a cielo aperto	31
10. Dimensionamento della rete principale.....	33
11. Dimensionamento della rete minore.....	35
12. Caratteristiche particolari dell'area oggetto di intervento	37
13. Valutazione di possibili soluzioni alternative	38
14. Scelta dei materiali e dei dispositivi.....	39
15. Documentazione fotografica	42

1. Generalità

Il presente progetto riguarda il dimensionamento delle reti di fognatura bianca a servizio di un nuovo complesso residenziale da edificare in via Armistizio in Comune di Padova (PD).

L'area oggetto della presente relazione si estende per una superficie complessiva di circa 1.43 Ha, il relativo inquadramento territoriale dell'area è riportato nelle figure 1 e 2.

Per il dimensionamento della rete delle acque meteoriche si fa generalmente riferimento alla delibera di giunta regionale D.G.R. 2948 del 6/10/2009; la delibera annulla la precedente D.G.R. 1841 del 2007 emanata a modifica e integrazione delle D.G.R. 3637 del 2002 e della D.G.R. 1322 del 2006. Tutte le delibere citate in ogni caso si basano sul criterio dell'invarianza idraulica per le nuove aree urbanizzate e stabiliscono che le trasformazioni territoriali devono essere accompagnate a sistemi di limitazione delle portate scaricate e di volumi di invaso in grado di limitare le stesse al valore caratteristico del terreno antecedente all'intervento di trasformazione.

Di conseguenza, la realizzazione di superfici ad elevato coefficiente di deflusso (strade, piazzali e coperture di edifici) e la contemporanea necessità di mantenere pressoché inalterato il coefficiente idrometrico dell'area, per non interferire con immissioni eccessive nella rete di fognatura bianca e nella rete idrografica superficiale, rende necessaria la laminazione delle portate generate degli eventi meteorici più intensi mediante la predisposizione di appositi volumi di invaso e manufatti di limitazione delle portate scaricate.

Il tempo di ritorno di riferimento di 50 anni stabilito dalla DGR 2948/2009 risulta particolarmente cautelativo al fine di garantire la sicurezza idraulica dell'area progettata e delle aree limitrofe, e a tale valore si farà pertanto riferimento.

A seguito degli intensi eventi meteorici avvenuti nel 2007, è stato nominato il Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 con l'obiettivo primario di ripristinare le condizioni di sicurezza nei territori colpiti. Pur essendo cessata l'attività del Commissario, numerosi comuni hanno provveduto ad inserire all'interno delle norme tecniche i contenuti delle ordinanze commissariali.

In ogni caso le ordinanze commissariali n. 2, 3 e 4 del 22/01/2008 e le "Linee Guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica" pubblicate nell'estate del 2009, pur essendo predisposte a tutela del territorio veneziano e quindi non risultano cogenti nel territorio oggetto di intervento, definiscono validi indirizzi per il corretto dimensionamento dei sistemi di laminazione e smaltimento delle acque meteoriche secondo il criterio dell'invarianza idraulica: a queste indicazioni si farà pertanto riferimento al fine di garantire la sicurezza idraulica dell'area progettata e delle aree contermini.

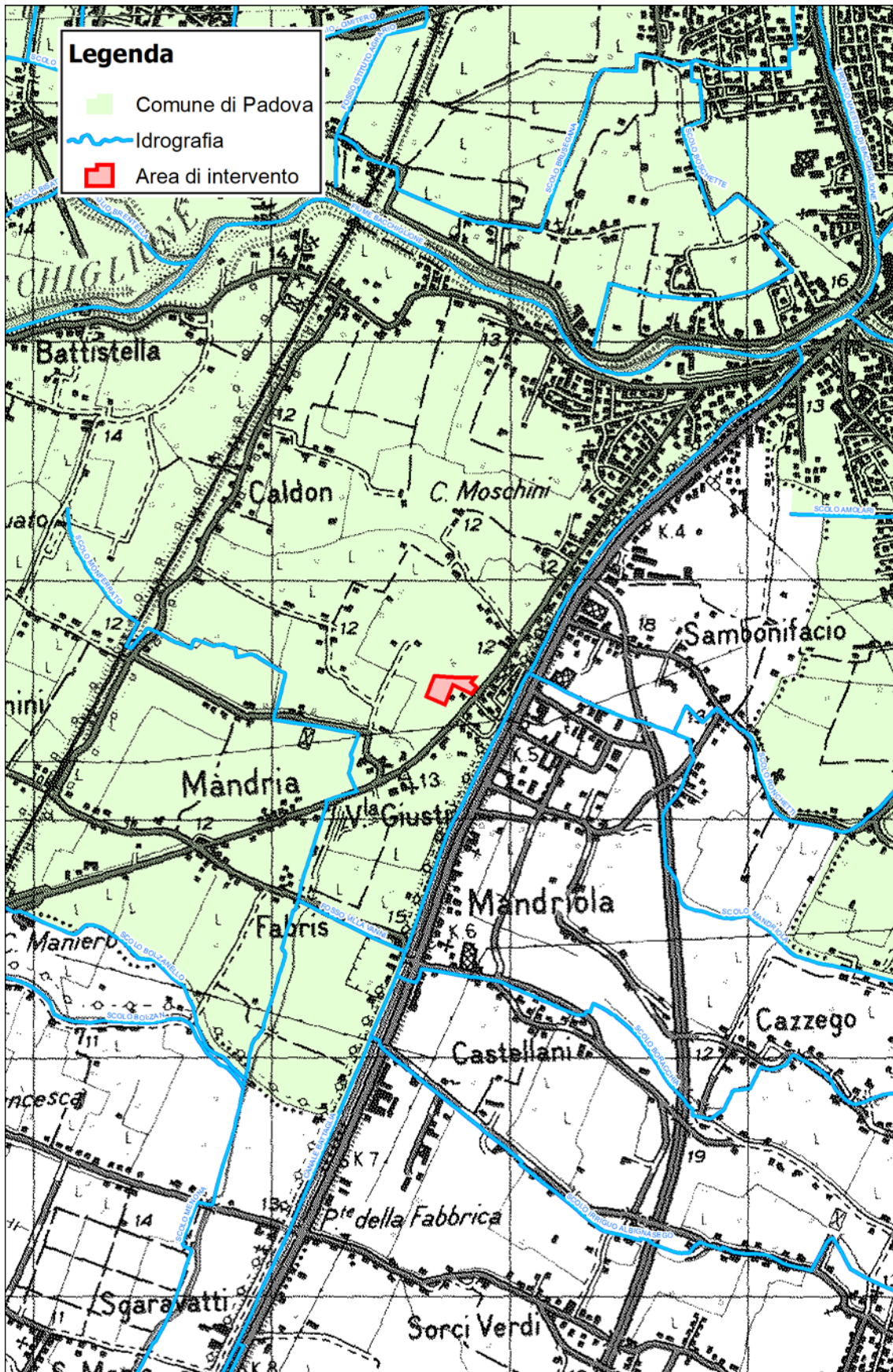


Figura 1 – Ubicazione dell'ambito di intervento – scala 1:25'000 – Base cartografica Carta I.G.M.

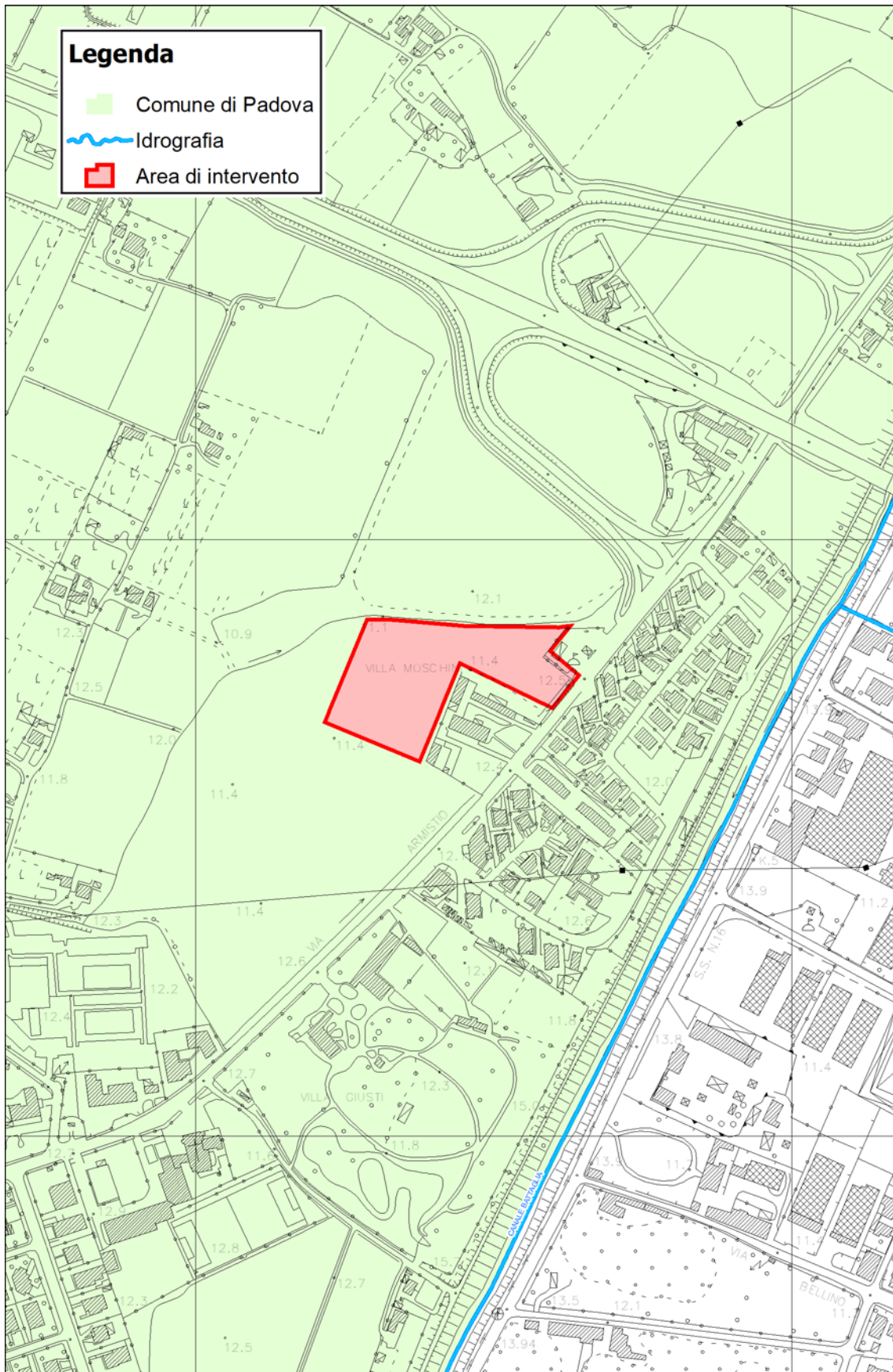


Figura 2 – Dettaglio dell'ubicazione dell'ambito di intervento – scala 1:5'000 – base cartografica C.T.R.

2. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento

Per lo studio delle opere di smaltimento delle acque piovane in aree di limitata estensione risulta opportuno fare riferimento, oltre che alle precipitazioni di durata oraria, anche a quelle di forte intensità e breve durata.

E' stato pubblicato, a cura del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, l' "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento", utile riferimento per i dimensionamenti idraulici nell'area interessata dallo studio.

Lo studio ha preso in esame un esteso numero di stazioni pluviografiche, e le ha raggruppate secondo rigorosi procedimenti statistici, individuando una serie di zone sufficientemente omogenee.

Tabella 1. Risultati della cluster analysis per l'individuazione di gruppi omogenei di stazioni.

Raggruppamento da analisi	Stazione	S_i	Raggruppamento finale
Zona sud occidentale	TEOLO (TL)	0.413	Zona sud occidentale
	LEGNARO (LE)	0.311	
	MONTEGALDA (MT)	0.264	
	CA' DI MEZZO (DI)	0.155	
	CODEVIGO (DV)	0.143	
	CAMPODARSEGO (CM)	0.126	
	GRANTORTO (GT)	0.099	
	GALZIGNANO TERME (GG)	0.421	
MIRA (MM)	-0.033	Zona costiera e lagunare	
Valle Averte	VALLE AVERTO UNO (VV)		-
Zona costiera e cittadellese	IESOLO (IE)	0.425	Zona costiera e lagunare
	MOGLIANO VENETO (OG)	0.421	
	MESTRE CITTÀ (ME)	-0.014	
	SANT'ANNA DI CHIOGGIA (CH)	0.239	Zona interna nord-occidentale
	CITTADELLA (IT)	0.224	
	TREBASELEGHE (TS)	0.052	
Zona nord-orientale	PONTE DI PIAVE (PT)	0.204	Zona nord-orientale
	NOVENTA DI PIAVE (NP)	0.521	
	VILLORBA (VB)	0.485	
	RONCADE (RC)	0.480	
	ERACLEA (ER)	0.455	
	ZERO BRANCO (ZB)	0.270	
	BREDA DI PIAVE (BP)	0.246	
CASTELFRANCO VENETO (CF)	0.202		
Zona esterna	AGNA (AA)	0.425	-
	BARBARANO VICENTINO (BB)	0.168	

Il Comune di Padova non rientra nell'elenco dei comuni colpiti dall'evento calamitoso del settembre 2007 e riportati nell'ordinanza commissariale n. 2 del 21/12/2007, tuttavia si ritiene utile fare riferimento a tale studio, poiché, oltre a coprire interamente l'area di interesse, fornisce stime delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica basate sui più recenti dati pluviometrici disponibili.

Lo studio ha previsto il raggruppamento delle stazioni pluviografiche di riferimento in base a criteri statistici di uniformità.

Il comune di Padova è stato raggruppato con altri comuni per i quali è stata riscontrata una risposta idrologica sufficientemente omogenea, e rientra nella zona denominata "Zona sud occidentale SW", come rappresentato nella seguente Figura 3. Le stazioni pluviografiche di riferimento della zona omogenea sono: Teolo (TL), Legnaro (LE), Montegalda (MT), Ca' di Mezzo (DI), Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG).

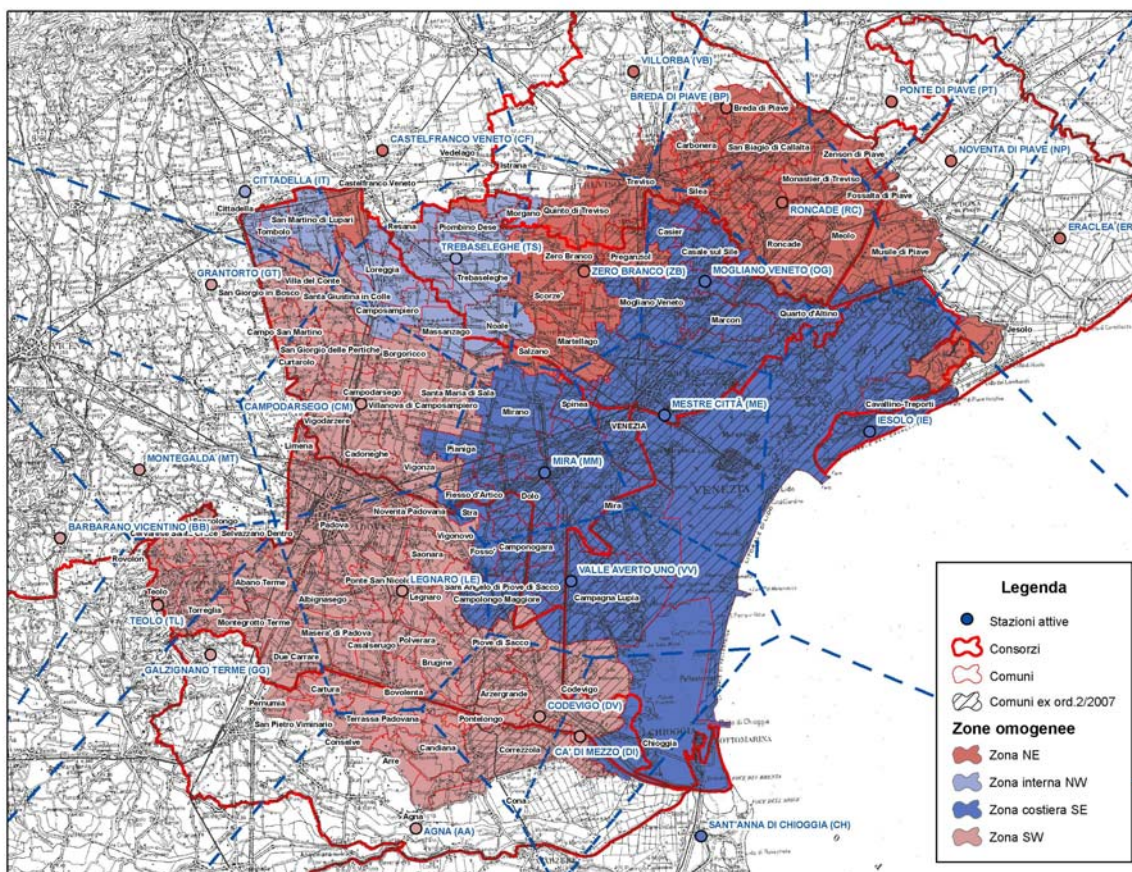


Figura 3. Ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee.

Per le stesse sono state valutate alcune grandezze caratteristiche, riportate nelle seguenti tabelle.

Tabella 2 – grandezze indice per la zona sud-occidentale SW

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.078	16.924	21.444	29.535	33.691	36.372	46.207	53.720	62.702	73.215

Le stesse sono poi state utilizzate per fornire i valori attesi di precipitazione, in base a durata e tempo di ritorno dell'evento di progetto.

Tabella 3 - Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.6	28.0	31.8	34.2	42.7	49.4	57.7	67.0
5	12.2	20.7	26.4	36.7	41.9	45.2	57.6	66.7	77.5	90.6
10	13.8	23.5	30.0	42.3	48.7	52.7	68.2	79.3	91.9	108.1
20	15.3	26.0	33.4	47.7	55.2	60.0	78.9	92.3	106.7	126.4
30	16.1	27.4	35.3	50.8	59.0	64.3	85.3	100.2	115.8	137.7
50	17.1	29.1	37.7	54.7	63.7	69.7	93.6	110.5	127.6	152.7
100	18.4	31.3	40.8	59.9	70.2	77.2	105.4	125.3	144.6	174.4
200	19.6	33.3	43.7	65.0	76.7	84.7	117.7	141.1	162.7	197.9

Nello studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" la curva di possibilità pluviometrica è definita da tre parametri anziché dai due normalmente utilizzati, in maniera da fornire una relazione univoca per durate brevi ed orarie, normalmente interpolate con due differenti curve utilizzando la relazione a due parametri:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice i tempi t devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri di precipitazione.

I parametri della curva segnalatrice sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 4 – parametri di possibilità pluviometrica relativi a curva a 3 parametri

T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

La curva rappresentata dalla relazione sopra indicata è valida in un intervallo esteso e sufficientemente attendibile per durate che vanno dai 5 minuti fino alle 24 ore, senza la necessità di utilizzare curve differenti per brevi durate e per durate orarie.

Si riportano nel grafico seguente le curve ottenute dall'applicazione dei grafici sopra indicati, con riferimento a differenti tempi di ritorno.

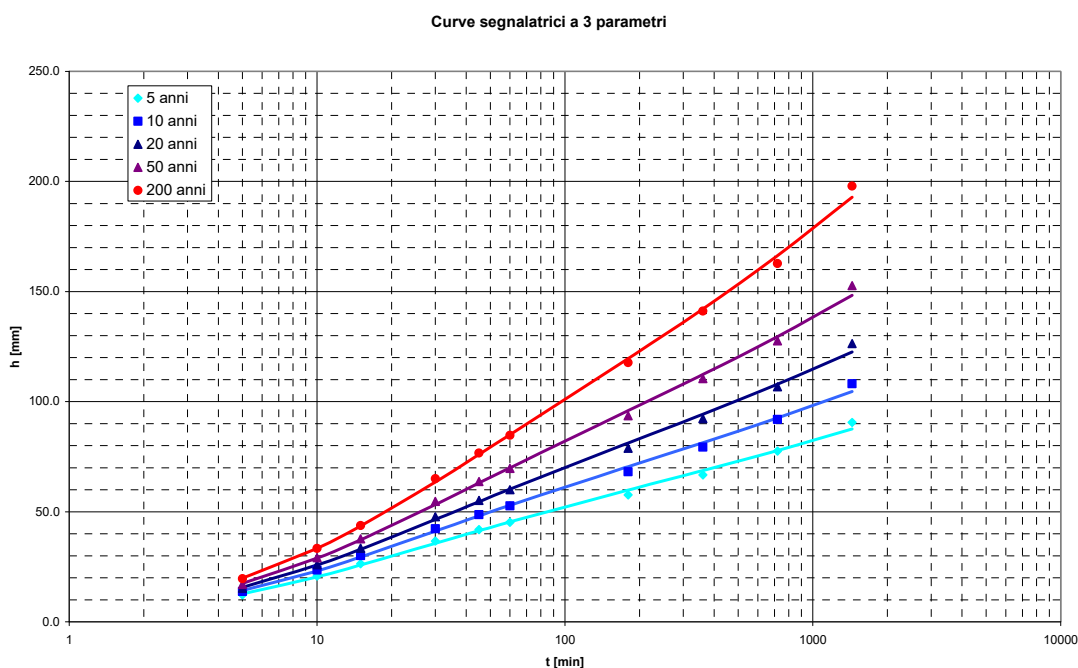


Figura 4 – Curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri per la zona Sud-occidentale.

Pertanto la relazione che definisce l'altezza di precipitazione attesa per una determinata durata di pioggia, per l'area di interesse e con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni, è data dalla seguente:

$$h = \frac{39.5}{(t + 14.5)^{0.817}} t$$

Per l'applicazione delle formule del metodo cinematico e del metodo dell'invaso, lo studio fornisce una serie di parametri di possibilità pluviometrica, da utilizzare con riferimento alla durata di precipitazione (t_p):

Tabella 5 – parametri di possibilità pluviometrica - Zona sud-occidentale

T_R	$t_p \approx 15$ minuti			$t_p \approx 30$ minuti			$t_p \approx 45$ minuti			$t_p \approx 1$ ora			$t_p \approx 3$ ore			$t_p \approx 6$ ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.5	0.533	6.4%	6.6	0.412	3.2%	10.2	0.287	5.0%	13.5	0.221	1.3%	14.2	0.212	0.5%	14.2	0.212	0.4%
5	5.4	0.556	6.2%	7.9	0.437	3.3%	12.4	0.307	5.3%	16.9	0.235	1.5%	18.2	0.220	0.4%	18.5	0.218	0.2%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.453	3.3%	13.6	0.322	5.4%	18.8	0.247	1.6%	20.6	0.229	0.7%	21.1	0.224	0.4%
20	6.4	0.582	5.8%	9.2	0.470	3.3%	14.5	0.337	5.5%	20.3	0.260	1.7%	22.6	0.238	1.0%	23.4	0.232	0.7%
30	6.7	0.590	5.7%	9.4	0.479	3.3%	15.0	0.346	5.5%	21.0	0.268	1.7%	23.6	0.244	1.2%	24.6	0.237	0.9%
50	7.0	0.598	5.5%	9.8	0.491	3.3%	15.5	0.358	5.6%	21.9	0.278	1.8%	24.8	0.252	1.4%	26.1	0.243	1.1%
100	7.3	0.610	5.2%	10.1	0.507	3.3%	16.1	0.373	5.6%	22.8	0.292	1.8%	26.3	0.263	1.6%	27.9	0.253	1.4%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.5	0.390	5.6%	23.5	0.307	1.9%	27.5	0.275	1.9%	29.5	0.263	1.7%

Tuttavia, con opportuni accorgimenti, è stato possibile adattare le note formule del metodo cinematico e del metodo dell'invaso alla curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

A queste formule si farà riferimento per i calcoli nella presente relazione.

Si riportano nelle seguenti tabelle 6 e 7 le tabulazioni dei coefficienti udometrici calcolati mediante l'applicazione del metodo dell'invaso o del metodo cinematico ottenuti dall'applicazione della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

Tabella 6

Zona sud occidentale - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo dell'invaso [$l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Volume di invaso [m^3/ha]														
		50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330
2	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	10.8	3.9	1.4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	34.4	19.0	9.9	4.9	2.4	1.2	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	0.4	64.9	42.7	27.3	16.9	10.2	6.0	3.5	2.1	1.3	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1
	0.5	99.2	71.8	51.2	35.8	24.5	16.5	10.9	7.1	4.6	3.1	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5
	0.6	135.8	104.1	79.2	59.6	44.3	32.4	23.4	16.6	11.7	8.2	5.8	4.1	2.9	2.1	1.5
	0.7	174.1	138.9	110.3	87.1	68.1	52.8	40.5	30.7	23.0	17.2	12.7	9.4	6.9	5.1	3.8
	0.8	213.5	175.2	143.6	117.2	95.1	76.7	61.3	48.7	38.3	29.9	23.2	17.9	13.7	10.5	8.1
	0.9	253.8	212.9	178.5	149.4	124.5	103.3	85.2	69.9	56.9	46.1	37.1	29.6	23.6	18.7	14.8
5	0.1	2.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	24.5	12.6	6.1	2.9	1.4	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	61.0	40.8	26.5	16.8	10.4	6.3	3.8	2.3	1.4	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1
	0.4	103.6	77.4	57.2	41.7	29.9	21.1	14.7	10.1	6.9	4.7	3.3	2.3	1.6	1.1	0.8
	0.5	149.6	118.8	93.9	73.8	57.4	44.2	33.7	25.5	19.0	14.1	10.4	7.7	5.7	4.2	3.2
	0.6	197.7	163.1	134.5	110.5	90.3	73.4	59.3	47.5	37.8	29.8	23.4	18.3	14.2	11.0	8.6
	0.7	247.1	209.5	177.7	150.5	127.1	106.9	89.6	74.7	61.9	51.1	41.9	34.2	27.8	22.5	18.2
	0.8	297.5	257.3	222.8	192.8	166.6	143.7	123.6	105.9	90.4	76.9	65.1	54.9	46.1	38.6	32.2
	0.9	348.7	306.2	269.3	237.0	208.4	182.9	160.3	140.2	122.3	106.3	92.2	79.6	68.6	58.9	50.4
10	0.1	4.3	1.3	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	34.8	20.5	11.6	6.3	3.4	1.9	1.0	0.6	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3	78.9	56.7	40.3	28.1	19.2	12.9	8.6	5.7	3.8	2.5	1.7	1.2	0.8	0.6	0.4
	0.4	128.7	101.0	78.9	61.2	47.0	35.7	26.9	20.0	14.8	10.9	8.0	5.8	4.3	3.2	2.4
	0.5	181.5	149.6	123.2	101.1	82.6	67.1	54.2	43.4	34.6	27.4	21.5	16.9	13.2	10.3	8.0
	0.6	236.3	201.0	171.1	145.4	123.4	104.3	87.9	73.7	61.5	51.1	42.3	34.8	28.6	23.3	19.0
	0.7	292.3	254.1	221.3	192.8	167.7	145.6	126.2	109.0	93.9	80.7	69.0	58.9	50.0	42.4	35.8
	0.8	349.2	308.7	273.4	242.3	214.7	190.0	167.9	148.2	130.5	114.6	100.5	87.8	76.6	66.6	57.8
	0.9	406.8	364.2	326.8	293.4	263.6	236.6	212.3	190.2	170.2	152.1	135.7	120.8	107.3	95.1	84.2
20	0.1	7.1	2.6	1.0	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	44.9	29.0	18.2	11.1	6.7	4.0	2.4	1.5	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	0.3	95.6	72.3	54.2	40.3	29.5	21.4	15.4	10.9	7.8	5.5	3.9	2.9	2.1	1.5	1.2
	0.4	151.6	123.1	99.8	80.6	64.8	51.7	41.0	32.3	25.2	19.6	15.2	11.8	9.1	7.1	5.5
	0.5	210.4	178.0	150.7	127.4	107.5	90.4	75.7	63.1	52.4	43.4	35.7	29.3	23.9	19.5	15.9
	0.6	271.0	235.5	204.9	178.3	155.1	134.6	116.6	100.8	86.9	74.6	63.9	54.6	46.5	39.5	33.4
	0.7	332.8	294.6	261.4	232.1	206.0	182.8	161.9	143.3	126.5	111.5	98.1	86.1	75.4	65.9	57.5
	0.8	395.5	355.0	319.5	287.8	259.4	233.7	210.4	189.3	170.2	152.7	136.9	122.5	109.4	97.6	86.9
	0.9	458.7	416.4	378.8	345.1	314.6	286.8	261.4	238.1	216.8	197.2	179.2	162.7	147.5	133.6	120.8
50	0.1	11.5	5.2	2.3	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	57.9	40.5	28.0	19.0	12.7	8.4	5.6	3.7	2.5	1.7	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4
	0.3	116.4	92.2	72.8	57.2	44.7	34.6	26.7	20.4	15.6	11.8	9.0	6.9	5.3	4.0	3.1
	0.4	179.7	150.7	126.5	106.1	88.7	74.0	61.4	50.8	41.9	34.4	28.1	23.0	18.7	15.2	12.4
	0.5	245.6	213.0	185.1	160.9	139.8	121.3	105.0	90.8	78.2	67.3	57.7	49.4	42.1	35.9	30.5
	0.6	313.1	277.6	246.8	219.6	195.4	173.8	154.5	137.1	121.6	107.6	95.1	83.9	73.8	64.9	57.0
	0.7	381.6	343.8	310.5	280.8	254.0	229.9	207.9	188.0	169.8	153.3	138.2	124.4	111.9	100.5	90.2
	0.8	451.0	411.1	375.7	343.8	314.9	288.5	264.4	242.2	221.7	202.9	185.6	169.6	154.9	141.3	128.7
	0.9	520.9	479.3	442.0	408.3	377.5	349.2	323.0	298.9	276.5	255.7	236.3	218.3	201.6	186.1	171.6

Tabella 7

Zona sud occidentale - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo cinematico [$l\ s^{-1}ha^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Tempo di corruzione [ore]														
		0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	12	24	36	48	72	96	120
2	0.1	22.2	15.1	9.5	5.7	4.1	3.3	2.7	2.4	1.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
	0.2	44.5	30.2	19.0	11.3	8.3	6.6	5.5	4.7	2.7	1.5	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4
	0.3	66.7	45.4	28.5	17.0	12.4	9.8	8.2	7.1	4.0	2.2	1.6	1.3	0.9	0.7	0.6
	0.4	89.0	60.5	38.0	22.7	16.5	13.1	10.9	9.4	5.3	3.0	2.1	1.7	1.2	0.9	0.8
	0.5	111.2	75.6	47.5	28.3	20.6	16.4	13.7	11.8	6.7	3.7	2.7	2.1	1.5	1.2	1.0
	0.6	133.4	90.7	57.0	34.0	24.8	19.7	16.4	14.1	8.0	4.5	3.2	2.5	1.8	1.4	1.2
	0.7	155.7	105.8	66.5	39.7	28.9	22.9	19.1	16.5	9.3	5.2	3.7	2.9	2.1	1.6	1.4
	0.8	177.9	121.0	76.0	45.4	33.0	26.2	21.9	18.9	10.7	6.0	4.3	3.3	2.4	1.9	1.6
	0.9	200.2	136.1	85.6	51.0	37.1	29.5	24.6	21.2	12.0	6.7	4.8	3.8	2.7	2.1	1.7
5	0.1	28.7	19.8	12.6	7.6	5.5	4.4	3.7	3.2	1.8	1.0	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3
	0.2	57.3	39.6	25.2	15.2	11.1	8.8	7.4	6.4	3.6	2.0	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5
	0.3	86.0	59.4	37.8	22.8	16.6	13.2	11.1	9.5	5.4	3.0	2.2	1.7	1.2	1.0	0.8
	0.4	114.7	79.2	50.4	30.4	22.2	17.6	14.8	12.7	7.2	4.1	2.9	2.3	1.6	1.3	1.1
	0.5	143.3	99.0	63.1	37.9	27.7	22.1	18.4	15.9	9.0	5.1	3.6	2.8	2.0	1.6	1.3
	0.6	172.0	118.8	75.7	45.5	33.3	26.5	22.1	19.1	10.8	6.1	4.3	3.4	2.4	1.9	1.6
	0.7	200.6	138.7	88.3	53.1	38.8	30.9	25.8	22.3	12.6	7.1	5.1	4.0	2.8	2.2	1.9
	0.8	229.3	158.5	100.9	60.7	44.3	35.3	29.5	25.5	14.4	8.1	5.8	4.6	3.2	2.6	2.1
	0.9	258.0	178.3	113.5	68.3	49.9	39.7	33.2	28.6	16.2	9.1	6.5	5.1	3.7	2.9	2.4
10	0.1	32.8	22.9	14.7	8.9	6.5	5.2	4.4	3.8	2.1	1.2	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3
	0.2	65.6	45.8	29.4	17.8	13.1	10.4	8.7	7.5	4.3	2.4	1.7	1.4	1.0	0.8	0.6
	0.3	98.4	68.7	44.2	26.8	19.6	15.7	13.1	11.3	6.4	3.6	2.6	2.1	1.5	1.2	1.0
	0.4	131.2	91.6	58.9	35.7	26.2	20.9	17.5	15.1	8.6	4.9	3.5	2.7	2.0	1.5	1.3
	0.5	164.0	114.6	73.6	44.6	32.7	26.1	21.8	18.9	10.7	6.1	4.3	3.4	2.4	1.9	1.6
	0.6	196.8	137.5	88.3	53.5	39.2	31.3	26.2	22.6	12.9	7.3	5.2	4.1	2.9	2.3	1.9
	0.7	229.6	160.4	103.1	62.5	45.8	36.5	30.6	26.4	15.0	8.5	6.1	4.8	3.4	2.7	2.2
	0.8	262.4	183.3	117.8	71.4	52.3	41.7	35.0	30.2	17.2	9.7	6.9	5.5	3.9	3.1	2.6
	0.9	295.2	206.2	132.5	80.3	58.9	47.0	39.3	34.0	19.3	10.9	7.8	6.2	4.4	3.5	2.9
20	0.1	36.6	25.9	16.8	10.2	7.5	6.0	5.1	4.4	2.5	1.4	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4
	0.2	73.3	51.7	33.5	20.5	15.1	12.1	10.1	8.8	5.0	2.8	2.0	1.6	1.2	0.9	0.8
	0.3	109.9	77.6	50.3	30.7	22.6	18.1	15.2	13.1	7.5	4.3	3.1	2.4	1.7	1.4	1.1
	0.4	146.6	103.4	67.1	41.0	30.1	24.1	20.2	17.5	10.0	5.7	4.1	3.2	2.3	1.8	1.5
	0.5	183.2	129.3	83.8	51.2	37.7	30.1	25.3	21.9	12.5	7.1	5.1	4.0	2.9	2.3	1.9
	0.6	219.9	155.1	100.6	61.4	45.2	36.2	30.3	26.3	15.0	8.5	6.1	4.8	3.5	2.7	2.3
	0.7	256.5	181.0	117.4	71.7	52.7	42.2	35.4	30.6	17.5	10.0	7.1	5.6	4.0	3.2	2.6
	0.8	293.1	206.8	134.1	81.9	60.3	48.2	40.5	35.0	20.0	11.4	8.2	6.4	4.6	3.6	3.0
	0.9	329.8	232.7	150.9	92.2	67.8	54.3	45.5	39.4	22.5	12.8	9.2	7.2	5.2	4.1	3.4
50	0.1	41.5	29.6	19.4	12.0	8.9	7.1	6.0	5.2	3.0	1.7	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5
	0.2	82.9	59.3	38.9	24.0	17.8	14.3	12.0	10.4	6.0	3.4	2.5	2.0	1.4	1.1	0.9
	0.3	124.4	88.9	58.3	36.0	26.6	21.4	18.0	15.6	9.0	5.1	3.7	2.9	2.1	1.7	1.4
	0.4	165.8	118.5	77.8	48.0	35.5	28.5	24.0	20.8	12.0	6.9	4.9	3.9	2.8	2.2	1.9
	0.5	207.3	148.2	97.2	60.0	44.4	35.6	30.0	26.0	15.0	8.6	6.2	4.9	3.5	2.8	2.3
	0.6	248.7	177.8	116.7	72.0	53.3	42.8	36.0	31.2	18.0	10.3	7.4	5.9	4.2	3.3	2.8
	0.7	290.2	207.4	136.1	84.0	62.2	49.9	42.0	36.4	21.0	12.0	8.6	6.8	4.9	3.9	3.2
	0.8	331.7	237.0	155.6	96.0	71.0	57.0	48.0	41.6	24.0	13.7	9.9	7.8	5.6	4.5	3.7
	0.9	373.1	266.7	175.0	108.0	79.9	64.2	54.0	46.8	27.0	15.4	11.1	8.8	6.3	5.0	4.2

3. Stima della variazione del coefficiente di deflusso

Per stimare i volumi che defluiscono attraverso la rete di fognatura risulta indispensabile conoscere le caratteristiche dei terreni, per valutare la porzione di pioggia che viene naturalmente assorbita dal terreno e separarla quindi dalla porzione che giunge in rete. Questa caratteristica è espressa dal coefficiente di deflusso, che indica la frazione del volume di pioggia che giunge alla rete di fognatura.

Per individuare quanto l'intervento in progetto sia in grado di modificare il regime idraulico dell'area, il coefficiente di deflusso risulta un parametro fondamentale per determinare il comportamento di un'area. Questo parametro viene calcolato con riferimento all'area nelle condizioni antecedenti e successive alla realizzazione dell'intervento.

Una variazione del coefficiente di deflusso in aumento determina generalmente un aggravio di volumi scaricati e un incremento delle portate di punta, e di conseguenza richiede interventi per la laminazione delle portate di piena mediante realizzazione di volumi di invaso e di manufatti di controllo delle portate scaricate.

Tuttavia in situazioni di urbanizzazione preesistente è possibile ottenere anche variazioni negative del coefficiente di deflusso. In questi casi la trasformazione urbanistica permette già una riduzione di portate e volumi scaricati, e eventuali interventi sono mirati a ridurre ulteriormente l'apporto dell'area oggetto di intervento alla rete ricettrice al fine di garantire un miglioramento alla situazione idraulica generale del bacino di appartenenza.

La D.G.R. 2948/2009, riprendendo quanto già esposto nelle delibere precedenti, definisce i seguenti valori guida da utilizzare quali coefficienti di deflusso, nel caso in cui non vengano calcolati analiticamente:

Tabella 8: Coefficienti di deflusso suggeriti dalla D.G.R. 2948/2009.

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ
Aree agricole	0.10
Aree verdi (giardini)	0.20
Aree semipermeabili (grigliati drenanti)	0.60
Aree impermeabilizzate (tetti, strade, terrazze)	0.90

La successiva nota integrativa del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007, prot. n. 191991 del 09/04/2008, fornisce alcuni chiarimenti sulla metodologia di calcolo da adottare per la valutazione dell'impatto idraulico dell'intervento, e definisce ulteriori coefficienti di deflusso per alcuni tipi comuni di pavimentazione semipermeabile.

Viene quindi valutato il coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali, e nella situazione di progetto, per valutare l'incidenza dell'intervento sul regime idraulico.

Tabella 9: Coefficienti di deflusso suggeriti dal Commissario Delegato nella nota del 09/04/2008.

Superficie	Coefficiente di deflusso φ
Superfici in ghiaia sciolta	0.30
Grigliati garden	0.40
Pavimentazione in ciottoli su sabbia	0.40
Pavimentazioni in cubetti o pietre con fuga non sigillata su sabbia	0.70

Il coefficiente di deflusso medio viene stimato sulla base della suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo.

Il coefficiente di deflusso, viene calcolato come valore medio pesato sull'area:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

La D.G.R. 2948/2009 stabilisce che "I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali)".

Per le tipologie di pavimentazione di tipo permeabile, realizzate con procedimenti innovativi non presenti sul mercato al momento dell'uscita dei primi decreti sull'invarianza idraulica, si è ritenuto opportuno procedere al calcolo analitico del coefficiente di deflusso, sulla base delle specifiche caratteristiche costruttive e di posa.

Per le pavimentazioni di tipo permeabile si intende calcolare il coefficiente di deflusso sulla base del volume d'acqua segregato nelle porosità del rivestimento e del materiale di sottofondo. Infatti la quantità di pioggia che raggiungerà effettivamente le reti di smaltimento acque meteoriche risulterà inferiore a quella effettivamente piovuta in quanto una porzione di essa sarà trattenuta al di sotto del piano di ruscellamento superficiale, sarà quindi dispersa per evaporazione o infiltrazione laterale, o utilizzata dalla vegetazione.

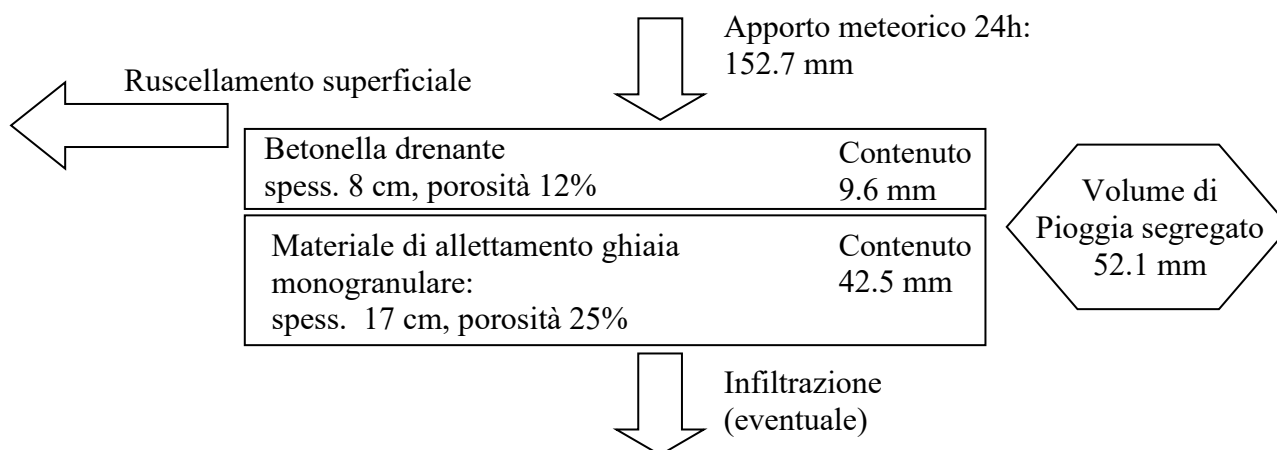


Figura 5 – schema di calcolo del volume di pioggia segregato nelle porosità della pavimentazione

Tabella 10 – parametri significativi della curva di possibilità pluviometrica e portate pluviometriche afferenti

<i>t</i> (min)	<i>T</i> (ore)	<i>h</i> (mm)	<i>j</i> (mm/min)	<i>K</i> (m/s)	Apporto medio specifico l/s·Ha	Portata Media (0.19 Ha) l/s
1		4.2	4.21	7.01E-05	701.37	1003.0
5		17.4	3.31	5.51E-05	551.43	788.5
10		28.9	2.30	3.84E-05	383.58	548.5
15		37.3	1.67	2.79E-05	278.72	398.6
30		53.3	1.07	1.78E-05	178.03	254.6
60	1	70.0	0.56	9.27E-06	92.67	132.5
90		79.7	0.32	5.36E-06	53.56	76.6
120	2	86.4	0.23	3.76E-06	37.57	53.7
240	4	102.7	0.14	2.25E-06	22.54	32.2
360	6	112.3	0.08	1.34E-06	13.41	19.2
720	12	129.5	0.05	7.98E-07	7.98	11.4
1080	18	140.3	0.03	4.97E-07	4.97	7.1
1440	24	148.3	0.02	3.70E-07	3.70	5.3

L'apporto di riferimento (152.7 mm) è calcolato con riferimento ad una pioggia di durata di 24 ore, poiché oltre tale durata l'intensità di pioggia diviene così bassa che l'apporto totale risulta comunque inferiore alla portata smaltibile attraverso il foro di laminazione, e quindi non potrebbe più determinarsi alcun ulteriore accumulo. Infatti oltre tale durata l'apporto meteorico risulta sicuramente inferiore al deflusso pur in condizioni di deflusso laminato, risultando abbondantemente inferiore anche al limite cautelativo di 5 l/s·Ha.

Un materiale poroso è in grado di contenere acqua all'interno delle proprie cavità, la cui quantità dipende dal valore della porosità, che può essere determinata da apposite analisi di laboratorio. Tale volume andrà quindi a costituire una porzione del volume di pioggia che, infiltratosi al di sotto del livello di ruscellamento superficiale, sarà disperso in tempi più o meno prolungati.

Per la realizzazione di vialetti pedonali e aree di manovra veicolari al di sopra del solaio di copertura del locale interrato si propone comunque l'utilizzo di betonelle drenanti, caratterizzate da elevata percentuale di vuoti e pertanto in grado di accumulare all'interno delle proprie cavità significative porzioni del volume di pioggia.

La porosità efficace della ghiaia di sottofondo è riportata in Tabella 11, normalmente si attesta nell'intorno del 25%, valore che viene quindi assunto come riferimento, che dovrà comunque essere verificato mediante opportune analisi di laboratorio in sede di esecuzione. Per massimizzare il contenuto d'acqua è necessario che la granulometria del materiale di sottofondo sia quanto più omogenea possibile.

Il materiale denominato "Mattone Filtrante" dispone di un impasto con materiale monogranulare che gli consente di ottenere una porosità efficace dell'ordine di almeno 12% ed un coefficiente di permeabilità piuttosto elevato.

La permeabilità superficiale è stata calcolata con apposite analisi di laboratorio e risulta pari a $5.16 \cdot 10^{-4}$ m/s, come riportato nel certificato di prodotto riportato in Fig. 15.

Risultando pari a circa 10 volte della massima intensità di precipitazione, corrispondente ad un apporto di $7.01 \cdot 10^{-5}$ m/s, la permeabilità della pavimentazione risulta ampiamente sufficiente a garantire l'infiltrazione del massimo apporto meteorico, ovvero ad evitare ogni forma di ruscellamento superficiale fino alla completa saturazione dello strato di sottofondo e di pavimentazione.

Tabella 11: Porosità di alcune tipologie di materiale.

Sedimento	Porosità	Porosità efficace
Ghiaia grossa	28	23
Ghiaia media	32	24
Ghiaia fine	34	25
Sabbia grossa	39	27
Sabbia media	39	28
Sabbia fine	43	23
Silt	46	8
Arenaria a grana fine	33	21
Argilla	42	3
Arenaria a grana media	37	27
Calcare	30	14
Dolomia	26	-
Sabbia di duna	45	38
Loess	49	18
Torba	92	44
Scisti	38	26
Siltite	35	12
Argillite	43	-
Shale	6	-
Till sabbioso	31	16
Till siltoso	34	6
Tufo	41	21
Basalto	17	-
Gabbro alterato	43	-
Granito alterato	45	-

Valori indicativi di porosità e porosità efficace per una serie di sedimenti (Water Supply Paper, USGS)

Alcune semplici regole possono essere seguite quando si deve stimare la porosità efficace partendo dalla porosità: (Kresic):

- Per sabbie e ghiaie pulite, la differenza è inferiore al 5%
- Per sabbie ghiaie non uniformi o loro miscele è inferiore al 10%
- Una miscela 50-50 di sabbia uniforme ed argilla può avere una porosità di 0,5 mentre quella effettiva anche 0,05
- La porosità efficace dell'argilla è di solito 1-5%
- Se la porosità efficace è utilizzata per calcolare la velocità effettiva del flusso idrico, o di un inquinante trasportato per convezione, è più prudente usare i valori più alti

Dal calcolo del contenuto d'acqua che viene segregato negli strati di sottofondo e di pavimentazione, considerando la stratigrafia indicata nella tabella seguente, si ottiene il coefficiente di deflusso analitico riportato in Tabella 12.

Tabella 12 – calcolo del coefficiente di deflusso per pavimentazione drenante su suolo permeabile

Stratigrafia	Spessore (cm)	% foratura Porosità utile	Quantità di apporto segregato (mm)
MATTONE FILTRANTE ®	8	0.12	9.6
Ghiaino di allettamento	5	0.25	12.5
geotessuto	---	---	---
Sottofondo in ghiaione	15	0.25	37.5
geotessuto	---	---	---
Totale segregato			59.6
Totale deflusso sup. inferiore			44.5
COEFF. DEFLUSSO (riferito a 152.7 mm di apporto e coeff. deflusso sup. inferiore pari a 0.70)			0.30

Per prudenza il valore sopra calcolato viene incrementato a 0.40.

3.1. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali

L'area oggetto di intervento risulta allo stato attuale completamente destinata ad attività agronomiche.

La figura 5 riporta in forma schematica l'utilizzo del suolo all'interno delle aree di intervento nello stato attuale.

Utilizzando i valori del coefficiente di deflusso riportati nelle tabelle 8 e 9 si può stimare, seppur indirettamente, la portata attualmente scaricata dall'area all'interno della rete di scolo al fine di garantire successivamente l'invarianza idraulica o un miglioramento alla stessa.

Tabella 13: Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato attuale

Superficie	φ	area effettiva (m²)	area efficace (m²)
Aree agricole (superfici permeabili)	0.10	14291.2	1429.1
TOTALE	0.10	14291.2	1429.1

Sulla base delle considerazioni sopra esposte è stato stimato il coefficiente di deflusso dell'area di intervento nelle condizioni antecedenti all'intervento urbanistico, che risulta pari a **0.10**, e che rappresenta un valore di impermeabilizzazione totale, superiore anche a coefficienti di deflusso di ambiti di densa edificazione.



Figura 6 – Stato attuale dell'area di intervento – scala 1:2000

3.2. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni di progetto

L'intervento prevede la realizzazione edifici a carattere residenziale e relativa viabilità di accesso.

L'ambito di intervento, come indicato nella figura 6, è stato suddiviso in zone omogenee secondo l'uso del suolo previsto, e ad ogni tipologia è stato associato un coefficiente di deflusso secondo i valori di letteratura, le stime analitiche riportate al precedente paragrafo, oltre alle indicazioni commissariali riportate in tabella 9.

Si riporta nella seguente tabella 11 il calcolo del coefficiente di deflusso medio delle due aree nelle condizioni di progetto.

Tabella 14: Calcolo del coefficiente medio di deflusso nelle condizioni di progetto.

Superficie	ϕ	area effettiva (m²)	area efficace (m²)
Aree verdi (verde pubblico e privato)	0.2	7621.4	1524.3
Accessi pedonali (marciapiedi in betonella drenante)	0.4	1672.6	1170.8
Parcheggi (in betonella drenante)	0.4	244.7	97.9
Aree impermeabilizzate (strade)	0.9	2316.9	2085.2
Aree impermeabilizzate (edifici)	0.9	2435.6	2192.0
TOTALE	0.495	14291.2	7070.2

Sulla base dei parametri sopra riportati è stato stimato il coefficiente di deflusso medio nelle condizioni di progetto che risulta pari a **0.495**.

Le figure 7 e 8 riportano un confronto tra i volumi generati dalle aree nelle condizioni attuali e nelle condizioni di progetto durante una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni, per entrambi i comparti.

Si può notare come l'area, già precedentemente urbanizzata, generi un apporto già inferiore alla situazione antecedente all'intervento urbanistico. Ogni eventuale intervento sarà quindi volto alla ulteriore mitigazione dell'impatto idraulico, ovvero alla riduzione, rispetto allo stato attuale, dell'impatto idraulico dell'area di intervento sulla rete esterna all'ambito, essendo l'intervento di per sé già non solo idraulicamente invariante ma addirittura migliorativo allo stato di fatto.

In Figura 8 infatti si può notare come l'intervento in progetto determini un impatto idraulico inferiore a quello stimato per lo stato esistente prima dell'intervento urbanistico, e risulti quindi non solo già idraulicamente invariante, ma migliorativo. Ma risulta altresì evidente come il comportamento dell'area nelle condizioni attuali risulti già assai distante dal comportamento di un terreno agricolo, con volumi di deflusso generati pari a circa 7 volte quelli relativi ad un terreno adibito ad usi agricoli.



Figura 7 – Suddivisione dell'area dell'intervento in zone omogenee – scala 1:2000

Intervento di costruzione nuova lottizzazione di via Armistizio in Comune di Padova (PD)
tempo di ritorno $Tr = 50$ anni - superficie = 1.43 Ha

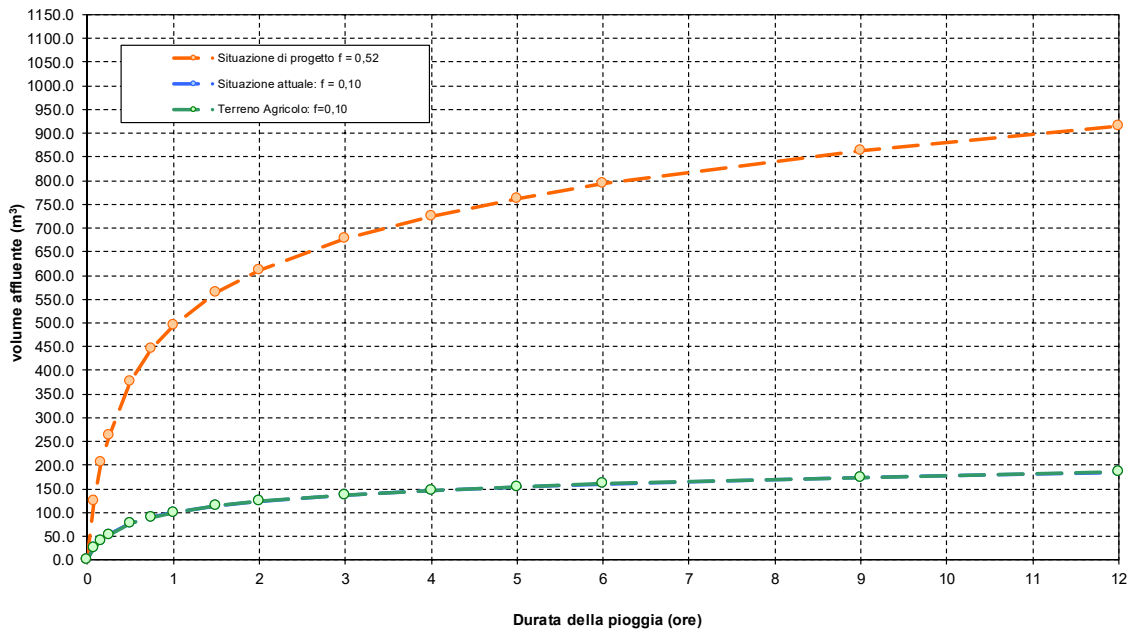


Figura 8: Stima dei volumi generati dall'area di intervento nelle condizioni attuali e di progetto

Volumi affluenti alla rete di fognatura bianca
Nuova costruzione ambito di lottizzazione di via Armistizio in Comune di Padova (PD)
tempo di ritorno $Tr = 2$ e 50 anni - superficie = 1.43 Ha - $\phi = 0.495$

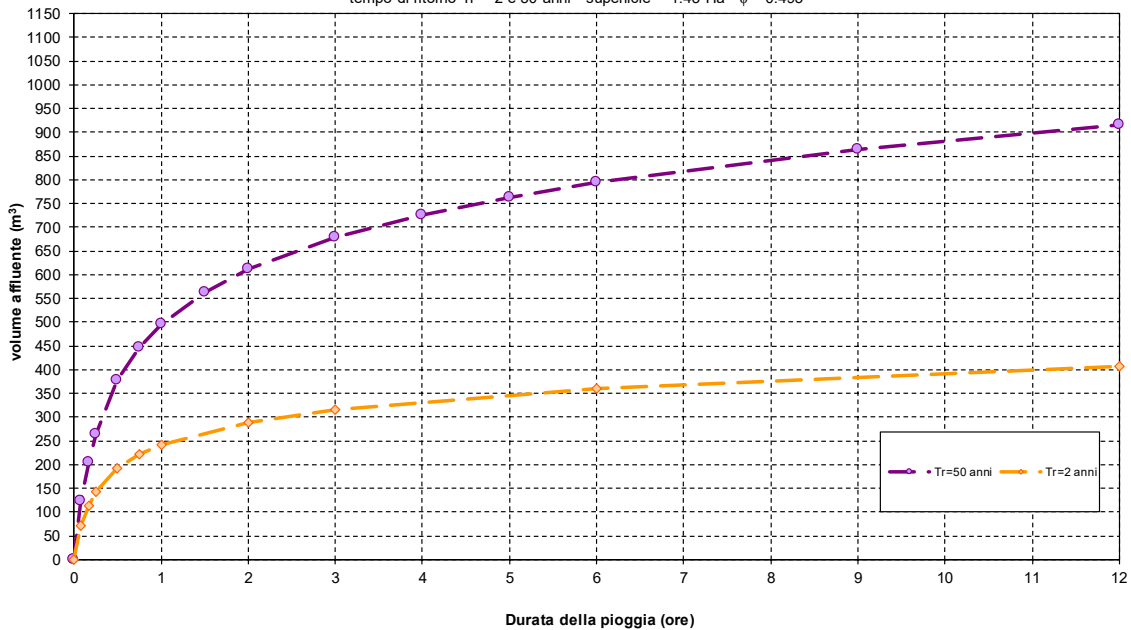


Figura 9: Volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $Tr = 2$ o 50 anni

A partire dalle relazioni di possibilità pluviometrica di cui al paragrafo 2, si possono quindi stimare le altezze di precipitazione per le varie durate, e quindi i volumi di afflusso complessivi per eventi di durata variabile tra 5 minuti e 24 ore relativi alle due zone, per eventi caratterizzati da differenti tempi di ritorno, come ad esempio indicato nelle Figure 9 e 10.

4. Portata smaltibile in rete pubblica di scolo

L'invarianza idraulica in una trasformazione urbanistica che prevede la sostituzione di terreno agricolo o di terreno lasciato incolto con terreno urbanizzato può essere ottenuta con la realizzazione di un manufatto di recapito che impedisca lo scarico di portate più elevate di quanto ottenuto con riferimento alle condizioni precedenti alla trasformazione. Le maggiori portate devono quindi essere invase per un certo periodo all'interno dell'area stessa, laminando il picco di portata generato dagli eventi pluviometrici brevi ed intensi.

A titolo di esempio si può notare nella tabella 6 come un'area agricola, caratterizzata da un volume di invaso tipico di circa 130 m³/Ha e coefficiente di deflusso pari a 0.1, possa determinare allo scarico una portata dell'ordine di 0.5 l/s·Ha, con riferimento a un tempo di ritorno di 50 anni.

Eventi con tempo di ritorno di 50 anni su aree urbanizzate risultano invece caratterizzati da volumi di invaso ridotti e coefficienti udometrici assai elevati, che possono raggiungere e superare valori dell'ordine di 200 l/s·Ha.

Nel caso in esame si possono stimare i coefficienti udometrici con i due modelli per i coefficienti di deflusso individuati nelle condizioni attuali, valutando adeguatamente il tempo di corrivazione e il volume specifico di invaso avvalendosi delle tabelle 6 e 7.

Per un coefficiente di deflusso di 0.10 corrispondente alle condizioni attuali e per una superficie complessiva di 1.43 Ha, utilizzando la formula di *Ventura* si può calcolare il tempo di corrivazione di circa 54 minuti (0.9 ore) e a favore di sicurezza si può assumere un volume specifico di invaso medio di 130 m³/Ha, valore tipico di aree a limitata urbanizzazione con presenza di superfici a verde non soggette a lavorazioni agronomiche.

$$t_c = 7.56 \cdot \sqrt{S} \quad (S \text{ in km}^2, t_c \text{ in ore})$$

Tabella 15: Calcolo del coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso

Condizioni ATTUALI – area = 1.43 Ha – $\phi=0.10$	
Metodo Cinematico	Metodo dell'Invaso
Tempo di corrivazione stimato: 54 minuti	Invaso specifico stimato: 130 m³/Ha
Coefficiente udometrico: $u = 20.8 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$	Coefficiente udometrico: $u = 0.5 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$
Portata scaricata: $Q = 29.7 \text{ l/s}$	Portata scaricata: $Q = 0.7 \text{ l/s}$
Valore medio: $u = 10.7 - Q = 15.2 \text{ l/s}$	

I valori precedentemente calcolati suggeriscono di non superare, al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento secondo quanto previsto dalla D.G.R. 2948/2009, il coefficiente udometrico corrispondente al minore dei valori risultanti dall'applicazione dei metodi cinematico e dell'invaso, stimato in 10.7 l/s·Ha, corrispondenti ad un apporto alla rete di fognatura bianca, per un evento caratterizzato da tempo di ritorno di 50 anni e per l'intero ambito, pari a 15.2 l/s.

E' stato individuato un possibile recapito finale nella rete di fognatura mista presente lungo via Armistizio, dove risulta presente una condotta scatolare in calcestruzzo di dimensioni ragguardevoli, ampiamente compatibili con l'apporto previsto dal nuovo insediamento.



Figura 10: possibile recapito in rete di fognatura (mista) esistente in via Armistizio, da utilizzare per la rete acque nere

Tuttavia, per mantenere per quanto possibile la separazione tra apporti meteorici e fognature nere, si ritiene preferibile lo scarico nell'affossatura esistente lungo il confine nord dell'ambito di intervento, afferente dello scolo consortile Menona, attraverso il percorso esistente evidenziato in Figura 11.

In questo modo gli apporti provenienti dal sistema di laminazione vengono immessi nel medesimo ricettore attuale, garantendo quindi la completa invarianza idraulica, non solo dal punto di vista quantitativo ma anche del potenziale ricettore coinvolto.

Per il dimensionamento del sistema di invarianza idraulica si farà riferimento al coefficiente udometrico di 10 l/s, valore caratteristico di urbanizzazioni su superfici agricole.

In virtù di tale considerazione la portata scaricabile dal manufatto di laminazione nelle condizioni di massimo invaso è fissata in **14.3 l/s** complessivi, per la superficie di intervento di 1.43 Ha.

L'immissione del sistema di laminazione potrà avvenire nella cameretta di ispezione la cui posizione è indicata nella monografia riportata a pagina seguente (Figura 10).

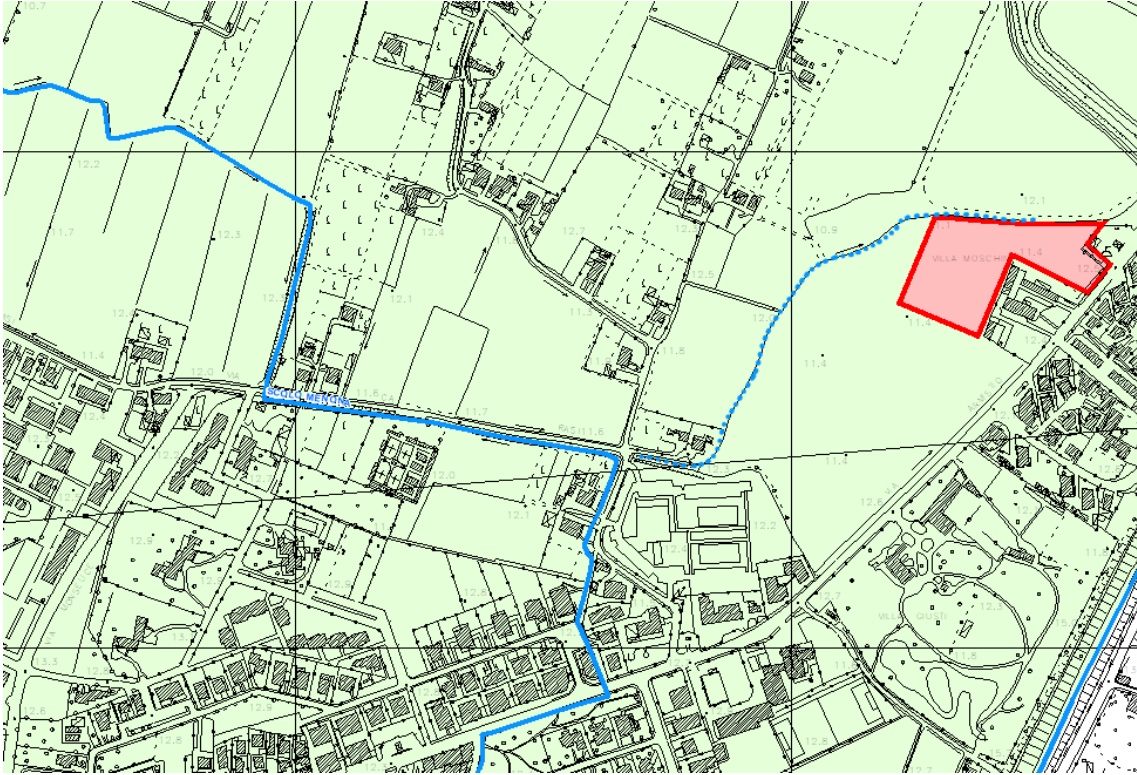


Figura 11: recapito in rete di scolo superficiale scelto in preferenza alla rete di fognatura mista

5. Calcolo dei volumi necessari per la laminazione

Il calcolo dei volumi richiesti per la laminazione può essere condotto, con buona approssimazione, considerando il bilancio tra portate entranti, ovvero gli afflussi meteorici, e la portata uscente determinata al precedente paragrafo 4.

Per quanto riguarda le precipitazioni, si considera prudenzialmente una precipitazione che fornisca il massimo afflusso per ciascuna durata, quindi quello fornito dalle curve di possibilità pluviometrica individuate per un tempo di ritorno di 50 anni, riportate nelle figure 8 e 9.

La portata scaricata dall'area di intervento viene limitata al valore massimo calcolato con riferimento alle condizioni attuali con applicazione del coefficiente di abbattimento, come individuato al precedente paragrafo 4; per questo si rende necessaria la realizzazione di invasi per la laminazione della portata generata durante gli eventi pluviometrici più intensi.

Per le portate uscenti è stato considerato un ritardo di 5 minuti, che simula il tempo di propagazione della piena all'interno delle condotte della fognatura.

Il volume massimo da invasare può essere individuato con l'ausilio del grafico riportato nella figura 12 che, oltre a riportare la curva dei volumi di afflusso, indica i volumi netti all'interno della rete di fognatura per alcuni valori di portata scaricata.

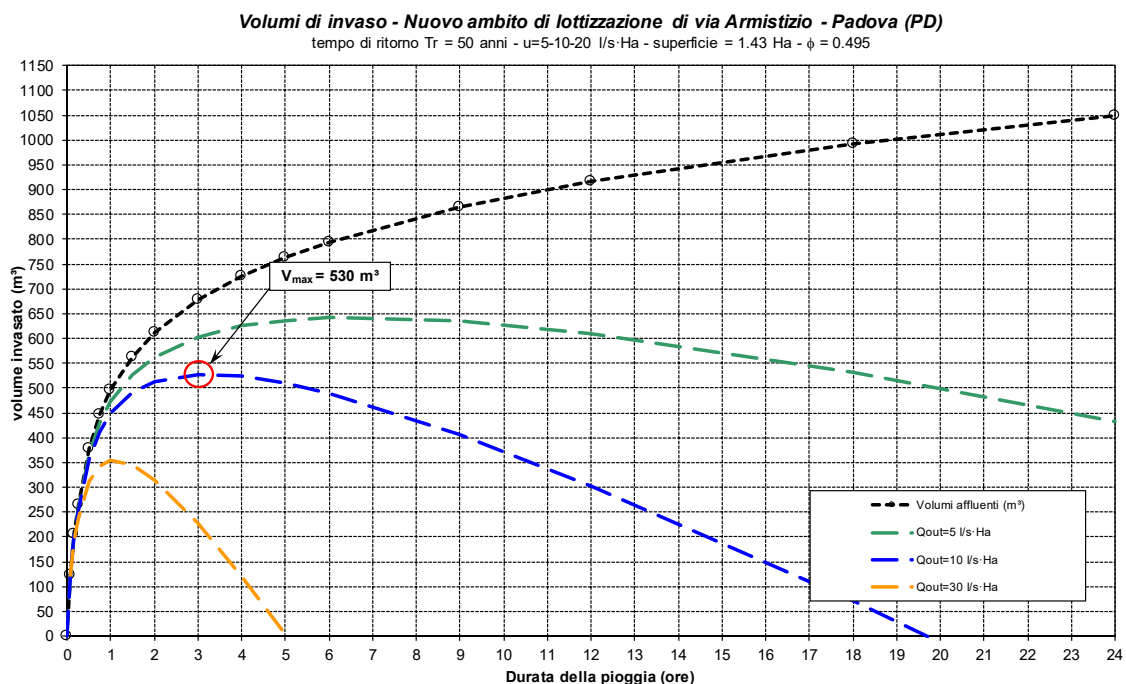


Figura 12: volume da invasare nella rete di fognatura dell'intervento residenziale per un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni

Dal bilancio tra i volumi affluenti alla rete e i volumi scaricati, con riferimento ad una portata complessivamente scaricata dall'area di circa **14.3 l/s**, e una pioggia caratterizzata da tempo di ritorno di 50 anni, risulta necessario un volume di invaso complessivo di **530 m³**, corrispondente ad un volume specifico di invaso di quasi **370 m³/Ha**.

È importante ricordare che il volume utile realizzato all'interno della rete tubata dovrà risultare completamente al di sopra della quota di recapito finale, al fine di consentire il naturale svuotamento dei volumi predisposti al termine dell'evento pluviometrico, e garantire quindi la presenza del volume richiesto al momento del bisogno.

L'invaso complessivo verrà ricavato realizzando una rete di raccolta con tubazioni sovradimensionate in grado di contenere al proprio interno il volume necessario ad invadere l'afflusso di pioggia massimo generato da eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni.

Per garantire il regolare funzionamento della rete di fognatura bianca anche in condizioni di piena, è necessario che tutte le immissioni avvengano nei pozzetti di collegamento a quota superiore alla quota di massimo invaso, ovvero alle quote indicate nella allegata planimetria di progetto, rispettando scrupolosamente quote e pendenze di posa.

Nel funzionamento ordinario, per eventi caratterizzati da tempo di ritorno di 2-5 anni e quindi con minor volume di pioggia, le portate scaricate risulteranno inferiori, per via del minor tirante assunto all'interno della rete di accumulo.

6. Dimensionamento del sistema di laminazione

Per la laminazione della piena dovuta ad eventi meteorologici caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni si rende necessaria la realizzazione di un volume di invaso minimo pari a circa 345 m³/Ha e garantisce non solo il pieno rispetto del criterio dell'invarianza idraulica, ma anche un significativo miglioramento del comportamento idraulico dell'area sulla rete di scolo, avendo previsto la riduzione dell'85% della portata scaricata rispetto allo stato attuale. Da evidenziare inoltre che tale volume si origina nelle condizioni di massimo invaso previsto, durante il quale è garantito ancora un regolare funzionamento della rete di fognatura bianca.

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali della rete.

➤ 216 m di tubazioni in calcestruzzo DN800	108.5 m ³
➤ N. 14 pozzetti di raccordo dimensioni 125x125 cm	17.5 m ³
➤ Manufatto di laminazione in pozzettone 150x150 cm	1.0 m ³
➤ Bacino di invaso a cielo aperto	422.0 m ³
➤ TOTALE	549.0 m³
➤ Valore minimo richiesto:	530.0 m ³

Lo scarico della rete interna avverrà nella rete principale di fognatura esistente posta su via Armistizio, come indicato nel precedente paragrafo 4. Verrà realizzato un manufatto di laminazione costituito da un pozzetto con all'interno un setto trasversale nel punto terminale della rete in progetto la cui soglia superiore si trova alla quota di massimo invaso prevista.

In questo modo è possibile ottenere un volume complessivo di invaso disponibile pari a **549 m³**, corrispondente a circa 380 m³/Ha, superiore al valore minimo necessario, che è di 530 m³.

Il tirante massimo in corrispondenza del manufatto di laminazione è pari all'altezza della condotta con funzioni di invaso (80 cm) e pertanto in occasione degli eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiori 50 anni, nella parte terminale risulterà completamente riempita; tuttavia ciò non impedirà il regolare funzionamento della stessa e non altera le condizioni di sicurezza idraulica del sistema.

Affinché sia garantito ciò è importante che gli allacci siano sempre realizzati all'interno dei pozzetti di ispezione collegando il cielo delle tubazioni sopra la quota di massimo invaso.

7. Dimensionamento del manufatto di scarico

La variazione delle portate scaricate verrà effettuata per mezzo di una luce calibrata in funzione del tirante presente all'interno del manufatto di scarico.

Il tirante corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni, è stato imposto pari al massimo riempimento ammesso all'interno del manufatto di laminazione, pari a 80 cm.

Risulta necessario laminare le portate a non più di 14.3 l/s complessivi.

La modulazione della portata in uscita verrà effettuata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di una luce di fondo calibrata in modo da restituire, nella condizione di massimo invaso, la portata massima ammessa per il tempo di ritorno di progetto.

Si è scelto di utilizzare uno scarico costituito da una luce di fondo e sfioratore di sicurezza a quota superiore al livello di massimo invaso previsto.

La portata smaltibile attraverso la luce di fondo è data dalla seguente relazione:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove: c_q = coefficiente di portata, che per le modalità di realizzazione in parete grossa posto pari a 0.5;

g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;

A [m²] = area della luce di fondo;

h [m] = carico rispetto all'asse della sezione di scarico.

La portata viene limitata al valore massimo di 14.3 l/s mediante una luce di fondo del diametro di **95 mm**: nelle condizioni di invaso massimo consentito, in corrispondenza ad un evento avente tempo di ritorno di 50 anni, risulta infatti:

$$Q = 0.5 \cdot \frac{\pi \cdot 0.095^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(0.80 - \frac{0.095}{2}\right)} = 13.6 \text{ l/s} < 14.3 \text{ l/s}$$

Si ritiene non conveniente ridurre ulteriormente il diametro della luce di fondo, al fine di evitare facili intasamenti.

Nella figura 13 è illustrato schematicamente il prospetto della luce di scarico calcolata. La sezione di modulazione delle portate è ricavata predisponendo un setto in calcestruzzo armato con una luce di fondo all'interno del pozzetto di laminazione, prima dell'immissione nella rete pubblica di fognatura mista.

In Figura 14 è rappresentata la scala delle portate del sistema di laminazione. Le limitate dimensioni delle luci di scarico consentono un rapido innalzamento del livello all'interno della rete e la limitazione della portata massima ai valori massimi ammessi solo in corrispondenza al massimo riempimento previsto (80 cm rispetto alla quota di fondo della luce di laminazione).

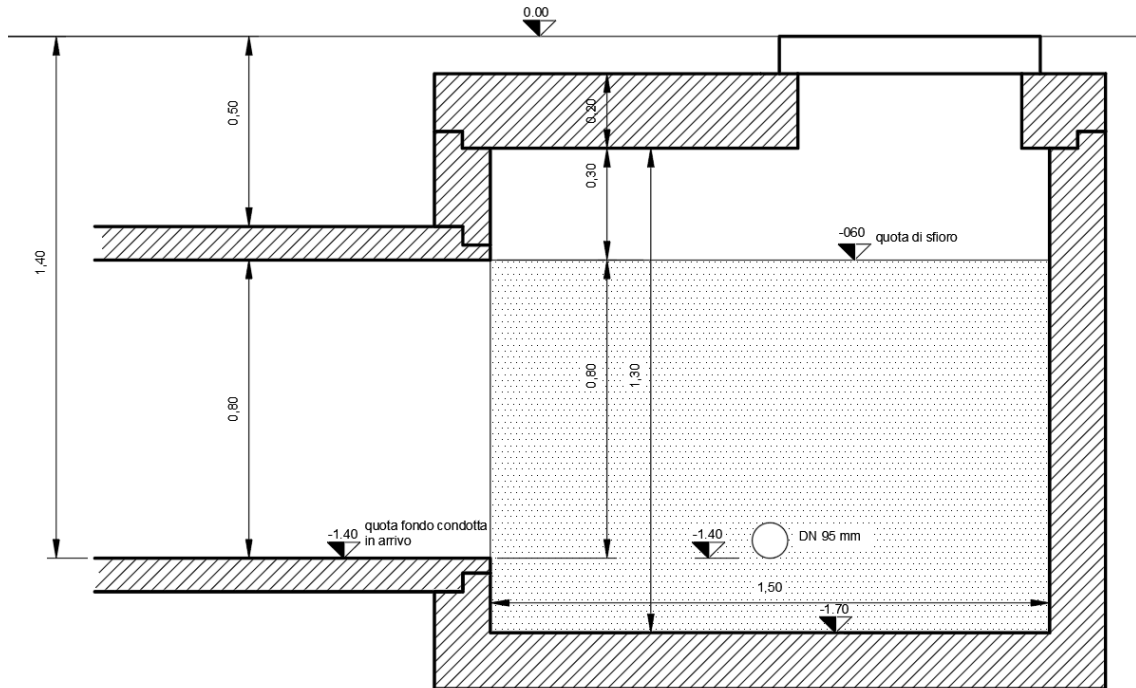


Figura 13: dimensioni caratteristiche della luce di scarico nel pozzetto di laminazione LAM

Scala delle portate
 in corrispondenza del manufatto di scarico area di via Armistizio - Comune di Padova (PD)
 $H_{max}=0.80$ m, Luce DN 95 mm

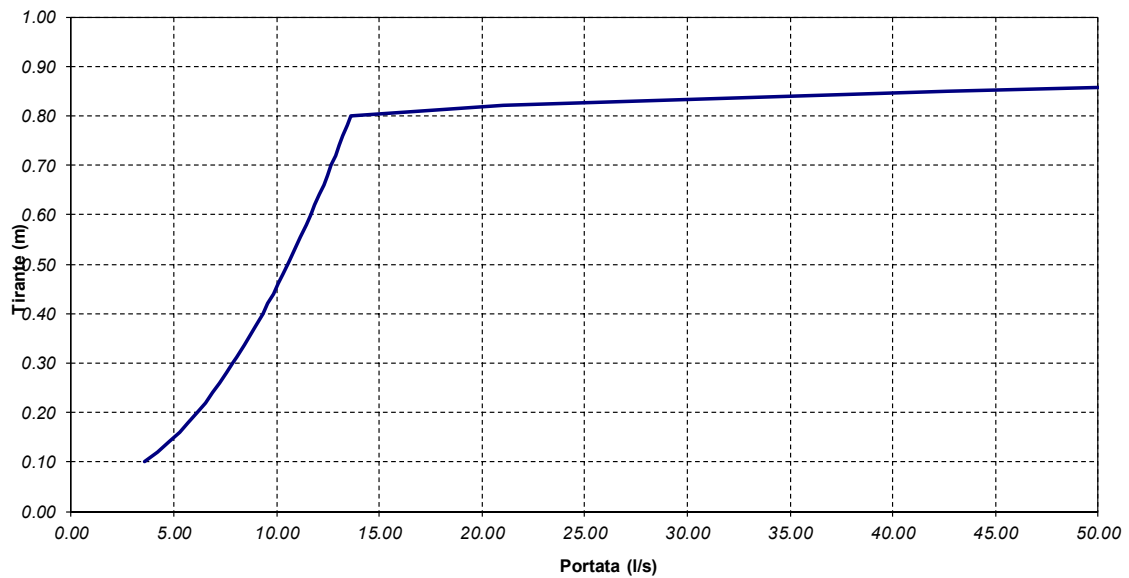


Figura 14: scala delle portate della luce di fondo del setto di laminazione

8. Verifica dello sfioratore di sicurezza

Prudenzialmente al di sopra della sezione di modulazione è stato posto un largo sfioratore per limitare la possibilità di insufficienza della rete progettata, la cui entrata in funzione è prevista solo per eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni.

Il tempo di corrivazione del sistema è stato stimato ricercando il massimo percorso idraulico necessario a raggiungere la sezione di chiusura, corrispondente alla sezione di laminazione, sia in superficie, sia all'interno della rete di fognatura e attribuendo per ogni tratto delle velocità di riferimento adeguate.

Lo sfioratore superiore viene dimensionato in modo tale da consentire il passaggio della massima portata di progetto, che è stata calcolata mediante l'applicazione del metodo cinematico (Tabella 7), con riferimento a tempo di corrivazione di circa 54 minuti e coefficiente di deflusso $\varphi=0.495$.

Si ottiene un coefficiente udometrico pari a 103.1 l/s·Ha, che corrisponde ad una portata calcolata di circa 147.4 l/s.

Il calcolo della portata sfiorata è stato effettuato con riferimento a sfioratore in parete grossa, presumendo quindi che il profilo di sfioro non venga sagomato seguendo un profilo idraulico, secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove Q = portata sfiorata, in m³/s;

c_q = coefficiente di portata, assunto pari a 0.385 per sfioratori in parete grossa;

L = larghezza dello sfioratore, pari a 2.1;

g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;

h = tirante idraulico sopra la quota di sfioro.

La portata massima calcolata con riferimento all'ambito di intervento commerciale richiede un tirante minimo sopra lo sfioratore di sicurezza di circa 12 cm. Per prudenza tale valore minimo viene elevato a 20 cm.

La portata massima sopra calcolata è quanto scaricherebbe l'area di intervento a seguito dell'intervento edilizio in assenza di invasi e manufatto di laminazione. Va quindi evidenziato che la portata massima scaricabile dal manufatto di laminazione risulterà invece non superiore a 13.6 l/s, con un abbattimento effettivo superiore al 90%.

Si precisa che il valore di portata scaricata verrà raggiunto solamente in corrispondenza al massimo riempimento previsto nelle condotte (80 cm misurati presso il manufatto di laminazione). Nella maggior parte degli eventi caratterizzati da tempo di ritorno inferiore a 50 anni la portata scaricata risulterà inferiore a tale valore.

È inoltre da evidenziare che la portata calcolata viene scaricata solo in condizioni di scarico libero. In presenza di deflusso rigurgitato, quando nella rete di scolo a valle dei

manufatti di laminazione si verificano livelli idrometrici significativi, le portate scaricate risulteranno inferiori al valore calcolato.

Solo con riferimento ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni è prevista l'entrata in funzione dello sfioratore di sicurezza, con scarico di portate più elevate di quanto calcolato.

In corrispondenza della luce di scarico è inoltre previsto l'inserimento di un clapet di non ritorno rivolto verso l'esterno al fine di evitare l'eventuale rigurgito all'interno delle reti in caso di livelli idrometrici elevati nella rete di recapito in condizioni di invaso non ancora completamente utilizzato.

9. Manufatto di collegamento con bacino di invaso a cielo aperto

Per realizzare il volume complessivo necessario alla laminazione degli eventi estremi si rende necessaria la realizzazione di un bacino di invaso a cielo aperto a servizio dell'area d'ambito, per la quale è stato calcolato un fabbisogno di volume da invasare, rispetto al volume di invaso garantito all'interno della rete di fognatura bianca, pari a circa 422 m³.

Tale volume dovrà essere invasato in corrispondenza al massimo livello idrico di progetto (-0.60 m) e sarà realizzato sotto forma di depressione con quota media del fondo di -1.10 m, superficie del fondo bacino di circa 777 m², superficie dello specchio liquido al livello di massimo invaso di circa 911 m², ingombro del bacino alla quota del piano campagna di circa 1'125 m², profondità circa 110 cm rispetto al piano campagna e scarpate con pendenza di 1:2.5.

Per evitare che il bacino di invaso si interessato dalla presenza di acqua anche in concomitanza di eventi meteorici di modesta intensità, è stato previsto un manufatto di collegamento (Pozzetto B1) che consente l'ingresso solo al superamento di un determinato livello idrometrico all'interno della rete di fognatura bianca.

La realizzazione di soglie di ingresso a quota elevata tuttavia richiede che al superamento delle stesse le portate in arrivo siano rapidamente trasferite al bacino di laminazione, garantendo lo smaltimento della massima portata calcolata.

La portata massima che comunque dovrà essere garantita verso l'invaso è data dalla differenza tra la massima portata generabile dall'area drenata e la portata smaltita dalla luce di fondo del manufatto di laminazione.

Il calcolo della portata sfiorata è stato effettuato con riferimento a sfioratore in parete grossa, presumendo quindi che il profilo di sfioro non venga sagomato seguendo un profilo idraulico, secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- dove
- Q = portata sfiorata, in m³/s;
 - c_q = coefficiente di portata, assunto pari a 0.385 per sfioratori in parete grossa;
 - L = larghezza dello sfioratore, pari a 2.12;
 - g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;
 - h = tirante idraulico sopra la quota di sfioro.

All'interno del pozzetto di collegamento di dimensioni interne 1.50 x 1.50 m verrà quindi realizzato un setto in calcestruzzo armato dello spessore di 15 cm inclinato di 45° rispetto agli assi principali del pozzetto; la larghezza del setto risulterà quindi di circa 2.12 m.

La risoluzione della formula sopra riportata rispetto all'altezza del tirante idraulico *h* permette di calcolare la quota di sfioro necessaria allo smaltimento della portata richiesta, semplicemente sottraendo il tirante idraulico calcolato alla quota di massimo invaso.

La portata massima generata dal bacino durante l'evento pluviometrico caratterizzato da tempo di ritorno di 50 anni, può essere calcolata avvalendosi della tabella 7: con riferimento ad un coefficiente di deflusso pari a 0.495 e ad un tempo di corrivazione dell'area di circa 54 minuti, come già visto nel dimensionamento dello sfioratore di sicurezza di cui al precedente paragrafo 8, determina un coefficiente udometrico di circa 103.1 l/s·Ha, corrispondenti ad una portata massima dell'ordine di 147.4 l/s.

Trascurando la portata in uscita attraverso il manufatto di laminazione la portata da garantire attraverso la soglia sfiorante dovrà comunque risultare superiore al valore appena calcolato di 147.4 l/s.

La soluzione del calcolo idraulico fornisce un'altezza di sfioro di circa 12, per prudenza elevati a 20 cm, e quindi una quota di sfioro pari a $-0.60 - 0.20 = -0.80$.

Il manufatto sarà dotato sul fondo di un foro di svuotamento del diametro di 200 mm dotato di clapet di non ritorno, al fine di permettere lo svuotamento del bacino al termine dell'evento pluviometrico, evitando l'afflusso al bacino stesso fino al raggiungimento della quota di sfioro.

Il fondo del bacino dovrà essere sagomato in leggera pendenza in modo tale da favorire lo svuotamento dell'invaso al termine dell'evento di pioggia.

Il manufatto di collegamento è strutturato in modo tale da mantenere all'interno della rete tubata un certo volume di invaso minimo senza interessare il bacino a cielo aperto; in questo modo il bacino verrà allagato solo in corrispondenza degli eventi più significativi.

10. Dimensionamento della rete principale

Nel dimensionamento è stato utilizzato il metodo dell'invaso, considerando uniforme il moto in ogni tratto con portata pari a $Q = u \cdot S$, dove S è la superficie sottesa dalla sezione terminale della condotta in questione e u (coefficiente udometrico) rappresenta la portata specifica calcolata con le seguenti espressioni:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \cdot \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right) \cdot \frac{(\phi \cdot a)^{1/n}}{v_o^{(1-n)/n}} \quad \text{con } \varepsilon = 3.94 - 8.21 \cdot n + 6.23 \cdot n^2 \dots$$

dove: v_o [m³/hm²] = volume specifico d'invaso: $v_o = v_o(\text{sup}) + V_o(\text{prof})/S$
 S [hm²] = superficie sottesa alla sezione considerata;
 u [l/s·hm²] = coefficiente udometrico;
 a, n coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica precedentemente calcolati.
 ϕ coefficiente di deflusso superficiale che dipende dalla permeabilità del terreno.

Il volume specifico di invaso v_o è composto da due porzioni: superficiale e profonda. La parte superficiale è rappresentata idealmente da una lama d'acqua distribuita uniformemente su tutta l'area, ed è stata assunta pari a $v_o(\text{sup}) = 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Per quanto riguarda invece la parte profonda $V_o(\text{prof})$, questa è costituita dall'acqua contenuta nelle condotte della fognatura, e verrà calcolata in seguito.

Il coefficiente udometrico può pure essere espresso dalle seguenti relazioni:

$$K_c = \left(\frac{10 \cdot \phi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{\frac{1}{1-n}} \cdot \frac{1}{\ln \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)} \quad u = \left(\frac{K_c}{v_o} \right)^{\frac{1-n}{n}}$$

dove K_c è costante per i vari tratti di condotta esaminati.

Nel dimensionamento della fognatura si è proceduto nel seguente modo:

1. sono stati scelti la posizione del punto di recapito, uno schema a maglie aperte e il verso di percorrenza di ogni ramo;
2. per ogni tratto sono stati calcolati coefficiente di deflusso e superficie afferente, come indicato al paragrafo precedente;
3. si è iniziato, per ogni ramo, dal tratto di estremità procedendo verso il punto di recapito. Si sono fissati pendenza e diametro del tratto di condotta e un volume di invaso profondo arbitrario. Applicando le espressioni precedenti si è calcolato il coefficiente udometrico (u), dal quale per semplice moltiplicazione per la superficie scolante si ottiene la portata Q del tratto in questione. Calcolato il fattore di portata, è stato possibile, determinare il rapporto y/D , da cui si sono ricavati immediatamente il tirante y e l'area liquida della sezione A . A questo

punto è stato possibile ricalcolare il volume di invaso profondo, procedendo iterativamente fino a non ottenere più sensibili variazioni.

Il dimensionamento è stato eseguito secondo il metodo dell'invaso, con riferimento a dati di precipitazioni elaborati ai precedenti paragrafi.

La necessità di invasare ingenti volumi di pioggia, ha richiesto l'adozione di tubazioni di ampia sezione, per garantire oltre allo smaltimento della portata stessa, la presenza del volume di invaso necessario a limitare la portata scaricata. Date le ridotte dimensioni dell'area e l'utilizzo di tubazioni sovradimensionate, scelte per le necessità precedentemente indicate, il grado di riempimento calcolato risulta sempre assai modesto, e non viene pertanto riportato in quanto non indicativo del grado di sicurezza idraulica dell'area.

Rimane quale parametro determinante il volume di invaso complessivo, che deve essere contenuto dalla rete e dagli invasi accessori al di sotto della quota di sfioro del manufatto di laminazione.

La rete principale con funzione di invaso è prevista con pendenza di posa ridotta dello 0.5 per mille.

L'effetto di rigurgito causato dalla presenza del manufatto di laminazione determina velocità in condotta estremamente ridotte, tali da non garantire la naturale auto pulizia delle stesse. Dovrà pertanto essere prevista, ad intervalli non superiori a 2-3 anni e comunque dopo ogni evento particolarmente significativo, la periodica ispezione ed eventuale pulizia della rete di raccolta delle acque meteoriche.

11. Dimensionamento della rete minore

Per il dimensionamento della rete minore (allaccio di caditoie e pluviali) si è fatto riferimento a tubazioni in PVC di diametro commerciale, correttamente poste in opera alla pendenza prescritta.

Si riporta nella seguente tabella la portata smaltibile calcolata secondo la nota formula di Gauckler-Strickler, con tubazione riempita per il 50% come normalmente attribuito alle condotte di ridotto diametro, utilizzando per coefficiente di scabrezza il valore di $90 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, tipico di condotte in PVC.

Tabella 16: Portata smaltibile dai diametri commerciali in PVC per diverse pendenze di posa.

Diametro nominale	Diametro interno (mm)	Q stimata con pendenza 0.5% (l/s)	Q stimata con pendenza 1.0% (l/s)	Q stimata con pendenza 1.5% (l/s)
DN 110	103.6	2.3	3.3	4.1
DN 125	117.6	3.3	4.7	5.7
DN 160	150.6	6.4	9.0	11.0
DN 200	188.2	11.5	16.3	20.0
DN 250	235.4	21.0	29.6	36.3
DN 315	296.6	38.8	54.9	67.2

Si sono quindi stimate le portate di punta, calcolate con riferimento alla massima intensità di precipitazione prevedibile con tempo di ritorno di 50 anni desumibile dalla curva di possibilità pluviometrica calcolata al paragrafo 2, per piogge di breve durata pari a 17,1 mm in 5 minuti, considerata particolarmente critica per superfici di modeste dimensioni, assumendo un coefficiente di deflusso maggiormente gravoso, ovvero quello di superfici impermeabilizzate stimato pari a 0.90.

Tabella 17: Diametri delle tubazioni di allaccio in funzione della pendenza di posa

AREA impermeabile servita [mq]	Q stimata [l/s]	Diametro richiesto (mm) / Portata smaltita (l/s)					
		0.5%		1.0%		1.5%	
50	2.6	DN160	6.4	DN160	9.0	DN160	11.0
100	5.1	DN160	6.4	DN160	9.0	DN160	11.0
150	7.7	DN200	11.5	DN160	9.0	DN160	11.0
200	10.3	DN200	11.5	DN200	16.0	DN160	11.0
250	12.8	DN250	21.0	DN200	16.0	DN200	20.0
500	25.7	DN250	38.8	DN250	29.6	DN250	36.3
750	38.5	2xDN250	42.0	DN315	54.9	DN315	67.2
1000	51.4	2xDN315	77.6	2xDN250	59.2	2xDN250	72.6

In base all'area afferente a ciascun tratto di tubazione andrà pertanto attribuito il diametro della tubazione di collegamento con la rete acque bianche secondo la seguente tabella, in funzione della pendenza di posa adottata.

Qualora si ponesse la necessità di contenere la profondità delle condotte di allaccio per poter arrivare al collegamento con la rete acque bianche al di sopra del livello di massimo

invaso, al fine di evitare possibili fenomeni di rigurgito, sarà necessario incrementare il diametro delle tubazioni per compensare la perdita di capacità di portata conseguente alla riduzione della pendenza, attenendosi scrupolosamente ai dati riportati nelle tabelle precedenti.

Il dimensionamento delle condotte allacciate ai pluviali andrà quindi effettuato con riferimento ai dati riportati nelle tabelle 16 e 17.

Si ritiene opportuno, al fine di evitare facili intasamenti, non ridurre i diametri delle condotte della rete acque meteoriche al di sotto di 160 mm, mentre è da ricordare che assume notevole importanza la modalità di realizzazione della rete minore, per consentire che le portate giungano all'interno della condotta principale prima di dar luogo a possibili insufficienze.

In particolare andranno curati i collegamenti tra rete minore e principale, facendo attenzione che le condotte minori si allaccino sempre a quota superiore al cielo della condotta principale.

Andranno inoltre evitate per quanto possibile le brusche deviazioni, sostituendo le curve a 90° con due successive curve a 45° distanziate di almeno 10 diametri una dall'altra.

Particolare attenzione andrà inoltre posta alla realizzazione della corretta pendenza di posa, evitando la formazione di avvallamenti lungo il profilo delle condotte, sia principali che secondarie, mediante l'utilizzo di idonei materiali di sottofondo e di rinfiacco delle condotte.

12. Caratteristiche particolari dell'area oggetto di intervento

Per favorire il funzionamento della luce di scarico anche in presenza di livelli idrometrici elevati nel corpo ricettore, sarà opportuno inserire una disconnessione idraulica tra il manufatto di modulazione delle portate scaricate e la rete di recapito inserendo un clapet di non ritorno in corrispondenza della luce di fondo, per evitare che fenomeni di piena del ricettore possano per rigurgito risalire all'interno della rete in progetto e impegnare i volumi di invaso predisposti.

Particolare attenzione andrà prestata nella scelta dei diametri e delle pendenze dei tratti di rete relativi agli allacci delle utenze e delle caditoie stradali, secondo quanto riportato al precedente paragrafo 10. **In particolare tutti gli allacci della rete minore andranno realizzati a quote tali da garantire l'assenza di deflusso rigurgitato, e quindi le variazioni di diametro e gli allacci della rete minore alla rete principale andranno sempre realizzati allineando i cieli condotta, o meglio ponendo il cielo della condotta di monte, di diametro inferiore, 5-10 cm più alto del cielo della condotta di valle.**

Per garantire il corretto funzionamento dei sistemi di raccolta superficiali gli innesti delle tubazioni minori all'interno della rete principale dovranno avvenire sempre a quota superiore alla quota di massimo invaso.

Essendo i volumi di laminazione dimensionati in base alla superficie ed alle caratteristiche dell'area, al fine di non pregiudicarne la sicurezza idraulica, non saranno ammesse immissioni dall'esterno dell'area, che potrebbero rendere insufficienti i volumi di invaso predisposti.

Anche l'eventuale variazione di destinazione d'uso di alcune superfici con trasformazione di superfici indicate a verde in aree anche solo parzialmente impermeabilizzate andrà accompagnato dalla revisione del calcolo idraulico e da un adeguamento dei volumi di invaso complessivi o del manufatto di laminazione.

Anche eventuali nuovi allacciamenti provenienti dall'esterno del perimetro di intervento saranno ammessi solo predisponendo ulteriori volumi di invaso, che andranno determinati tramite un accurato studio idraulico, adeguando opportunamente la dimensione del manufatto di laminazione e i volumi di invaso in funzione delle dimensioni e delle caratteristiche del bacino complessivamente sotteso.

Andrà infine previsto, nel piano di manutenzione delle opere, l'ispezione, verifica ed eventuale pulizia del manufatto di modulazione delle portate scaricate, con cadenza almeno annuale, per assicurare non vi siano ostruzioni al deflusso, così da garantire nel tempo la piena efficienza delle opere progettate.

13. Valutazione di possibili soluzioni alternative

Sono state esaminate possibili soluzioni alternative a quanto proposto nella presente relazione, soprattutto riguardo a sistemi alternativi di laminazione e scarico delle portate generale da eventi pluviometrici intensi.

In particolare si è valutata la possibilità di disperdere in falda parte degli afflussi meteorici, realizzando sistemi disperdenti. Tuttavia la presenza della falda a limitata profondità dal piano campagna non garantisce la funzionalità del sistema nei momenti in cui, per eventi di pioggia prolungati, il terreno si trova saturo.

Inoltre tali sistemi hanno scarsa efficacia per l'impossibilità di rigenerare le pareti drenanti. Infatti quando tali superfici permeabili funzionano come disperdenti e quindi senza l'azione di autopulizia e filtraggio che si ha quando funzionano in aspirazione, sono soggette a facili intasamenti per il deposito di particelle fini, per formazione di muffe, di batteri e di precipitati di tipo chimico.

14. Scelta dei materiali e dei dispositivi

Particolare cura e attenzione dovrà essere prestata nella scelta e nella successiva posa in opera dei manufatti previsti nel progetto di fognatura bianca.

Date le ridotte pendenze di posa necessarie a ridurre l'approfondimento della rete, al fine di limitare i possibili cedimenti che causerebbero avvallamenti lungo il profilo e quindi possibili zone di ristagno di acqua piovana, dovrà essere particolarmente curato lo strato di sottofondo.

Poiché il ricoprimento previsto al di sopra della rete acque bianche risulta limitato, va verificato che gli elementi in CLS presentino caratteristiche idonee a sopportare carichi previsti per il transito veicolare anche con i ridotti valori di ricoprimento.

Infine è da assicurare il corretto funzionamento dei giunti di tenuta, sia per limitare l'eventuale drenaggio della falda durante il periodo invernale, sia per evitare che possibili infiltrazioni di materiale fino in condotta possano causare nel tempo cedimenti della sede soprastante, che potrebbero risultare anche improvvisi per mancanza di sottofondo. Andrà curata con particolare cura la chiusura dei giunti tra gli elementi prefabbricati con l'interposizione di una apposita guarnizione in gomma e la stuccatura del giunto con cordolo esterno in CLS.

Per le caditoie è preferibile l'utilizzo di griglie in ghisa sferoidale con ampie aperture, di classe opportuna secondo le indicazioni della normativa e dovranno essere posizionate come previsto nell'allegata planimetria di progetto, avendo cura di assegnare correttamente le pendenze di drenaggio di tutte le superfici. Come per gli altri manufatti della rete di fognatura bianca, anche per le caditoie è necessaria una continua e frequente manutenzione per evitare il deposito eccessivo di materiale e l'accumulo di fanghi sul fondo dei pozzetti con conseguente riduzione di efficienza e limitazione della capacità di funzionamento.

Per i parcheggi privati, soggetti traffico leggero si possono utilizzare pavimentazioni grigliate dotate di ampi spazi vuoti dove è possibile lo sviluppo di superfici a prato. Un esempio è riportato nella figura 15.

Il parcheggio in area esterna potrà essere realizzato con la medesima tipologia di betonella prevedendo, in luogo del manto erboso, l'intasamento con ghiaino vagliato.

In entrambi i casi superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.40$).

Per i parcheggi in area pubblica è consigliabile l'utilizzo di materiali dotati di caratteristiche meccaniche superiori.

In figura 16 si riporta un esempio di betonella utilizzata per realizzare un parcheggio drenante dotata di profili distanziatori e con ottima resistenza meccanica e durabilità nel tempo. Gli spazi vuoti tra le betonelle e la superficie di posa delle stesse devono essere riempiti con materiale granulare in modo da permettere il rapido drenaggio dell'acqua.

Superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.40$).



SCACCO TOZZETTO



cm 25x40

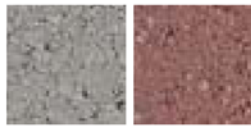
cm 16x12x8

SCACCO è una pavimentazione grigliata, adatta al proprio completamento con terreno a semina di prato, sabbia o ghiaia, per ottenere una superficie carrabile verde. Integrabile, nello spessore da 8 cm, con l'elemento TOZZETTO a riempimento della griglia, per ottenere una pavimentazione continua.

LINEA DI FINITURA
Grigliati Monostrato

PROPRIETÀ	Grigliati M.
Antigelività	☆☆☆☆
Antisiiltamento	☆☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Grigio
(Scacco)

Rosso
(Tozzetto)

SPESSORI



cm 8

cm 10

Figura 15: Pavimentazione grigliata adatta a parcheggi drenanti con basso volume di traffico.



RECORDPARK
Modello depositato



cm 18x23,5

RECORDPARK possiede un'ottima capacità drenante, conferitagli dagli speciali profili distanziatori. Il riempimento dei fori può essere effettuato con: ghiaia, sabbia media e terreno da coltivo (prato). RECORDPARK consente di ottenere anche un'ottima capacità autobloccante e di resistenza ai carichi.

LINEA DI FINITURA
Profilmax

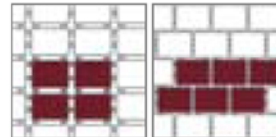
PROPRIETÀ	Recordpark
Antigelività	☆☆☆☆
Antisiiltamento	☆☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Rosso

Grigio



Posa A

Posa B

SPESSORI



cm 8

cm 8

Posa A

Posa B

Figura 16: Pavimentazione adatta alla realizzazione di parcheggi drenanti

Al fine di garantire un efficace contenimento del coefficiente di deflusso, le aree di sosta e manovra veicolare in area pubblica e privata nonché i marciapiedi pedonali, sono previste in betonella drenante. Data la particolare funzione e la necessità di resistere a continue sollecitazioni meccaniche dovute al passaggio e al movimento dei veicoli è necessario utilizzare elementi ad elevata resistenza meccanica: la tipologia di materiale riportata nella figura 18 presenta una superficie regolare a grana grossa, che permette il rapido deflusso delle acque verso la superficie sottostante. Per evitare che nel tempo le mattonelle tendano a spostarsi dalla loro sede iniziale è opportuno provvedere ad una corretta posa in opera avendo cura di affiancare gli elementi come previsto dal costruttore. Questa tipologia permette di disporre di superfici pressoché continue estremamente permeabili e quindi in grado di trasferire al sottosuolo importanti frazioni del volume di pioggia.

Superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.40$).

Da non confondere quanto indicato nella presente scheda con le comuni betonelle in "massello di calcestruzzo", oppure con i cubetti di porfido, dotati di caratteristiche di permeabilità da bassa a nulla, che quindi NON potranno essere utilizzati in sostituzione di quanto proposto senza la revisione del calcolo idraulico dei volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento.



DRENOPAV MONO



cm 10x20

DRENOPAV MONO è costituito da un mattoncino rettangolare dal rapporto 1: 2 tra i lati, realizzato con impasto monostrato. La superficie è caratterizzata da aggregati a grana grossa e una prefissata porosità, che consente il passaggio delle acque attraverso la pavimentazione.

LINEA DI FINITURA
Drenopav

PROPRIETA	Drenopav M.
Antigelività	☆☆☆
Antislittamento	☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Rosso

Grigio

SPESSORI



cm 6

Figura 17: Pavimentazione adatta alla realizzazione di parcheggi o altre superfici con caratteristiche drenanti

15. Documentazione fotografica



Figura 18: Ubicazione dei coni visuali – scala 1:5'000



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6







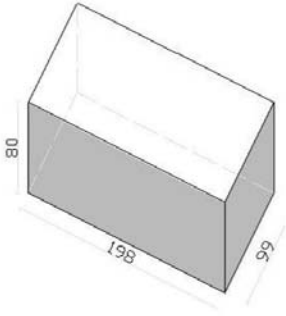



Foto 7



Foto 8

16. Schede tecniche di pavimentazioni permeabili

SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO			DATA 18/01/2017	REV. N. 02
		<h1>MATTONI FILTRANTE</h1>		
FORMA E DIMENSIONI		PROPRIETA' FISICHE E MECCANICHE Prodotto non soggetto a marcatura CE: la norma UNI EN 1338 definisce, ma non si applica a questo prodotto.		
Spessore nominale mm Tolleranza (+3mm)	80		CLASSE	MARCATURA
Dimensioni mm Tolleranza (+2mm)	198 x 98	Resistenza all'abrasione	≤20 mm	4 I
Pezzi al mq	50	Resistenza allo Scivolamento/Slittamento	Soddisfacente in quanto la superficie superiore non è lucidata o levigata	
Kg al mq	± 159,7	Durabilità della resistenza allo scivolamento/slittamento	Soddisfacente durante la loro vita utile purchè abbia una normale manutenzione.	
Pallet	mq 8,64 Kg ± 1380	Resistenza Scivolamento Valore USRV	68	
		Emissioni di amianto	assente	
Destinazione d'uso	 Pedonale  Carrabile < 35 q.li  Carrabile > 35 q.li  Finitura al quarzo	PROVA DI PERMEABILITÀ secondo UNI CEN ISO/TS 17892-11		
DIMENSIONI (mm) 		Permeabilità	>6.5 l/sec-m ²	
		Coefficiente di permeabilità k_T	$5.16 \cdot 10^{-4}$ m/s	
		Coefficiente di permeabilità a 10° k_{10}	$3.98 \cdot 10^{-4}$ m/s	
COLORE				
		GRIGIO QUARZO Cod. 2135	AMBRA QUARZO Cod. 2136	
ESEMPI DI POSA				
				
Superficie drenante 100%				

FAVARO¹

FAVARO¹
ARCHITECTURAL SURFACES

www.favaro1.com - info@favaro1.com

Figura 19 Pavimentazione con betonella filtrante

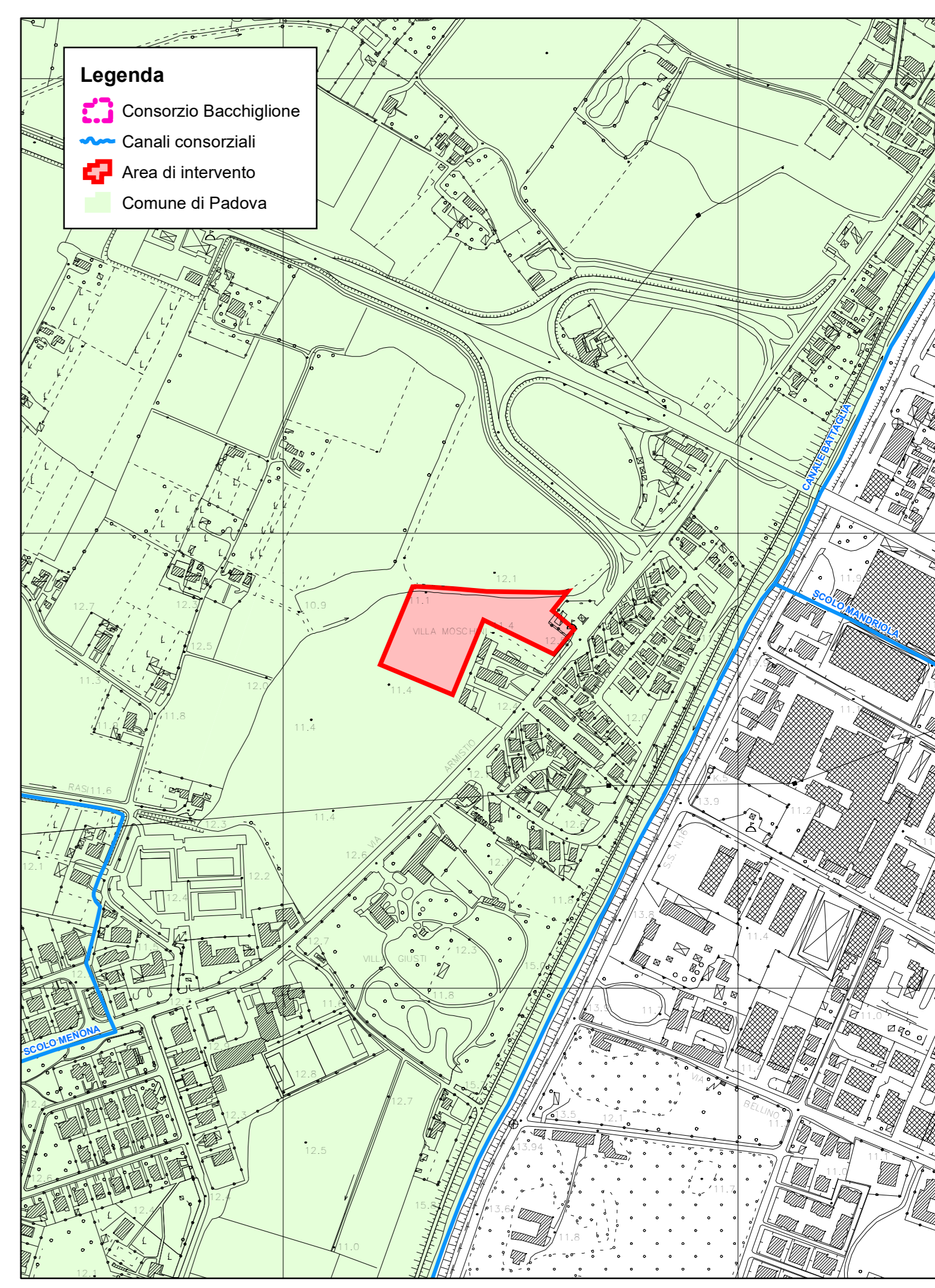
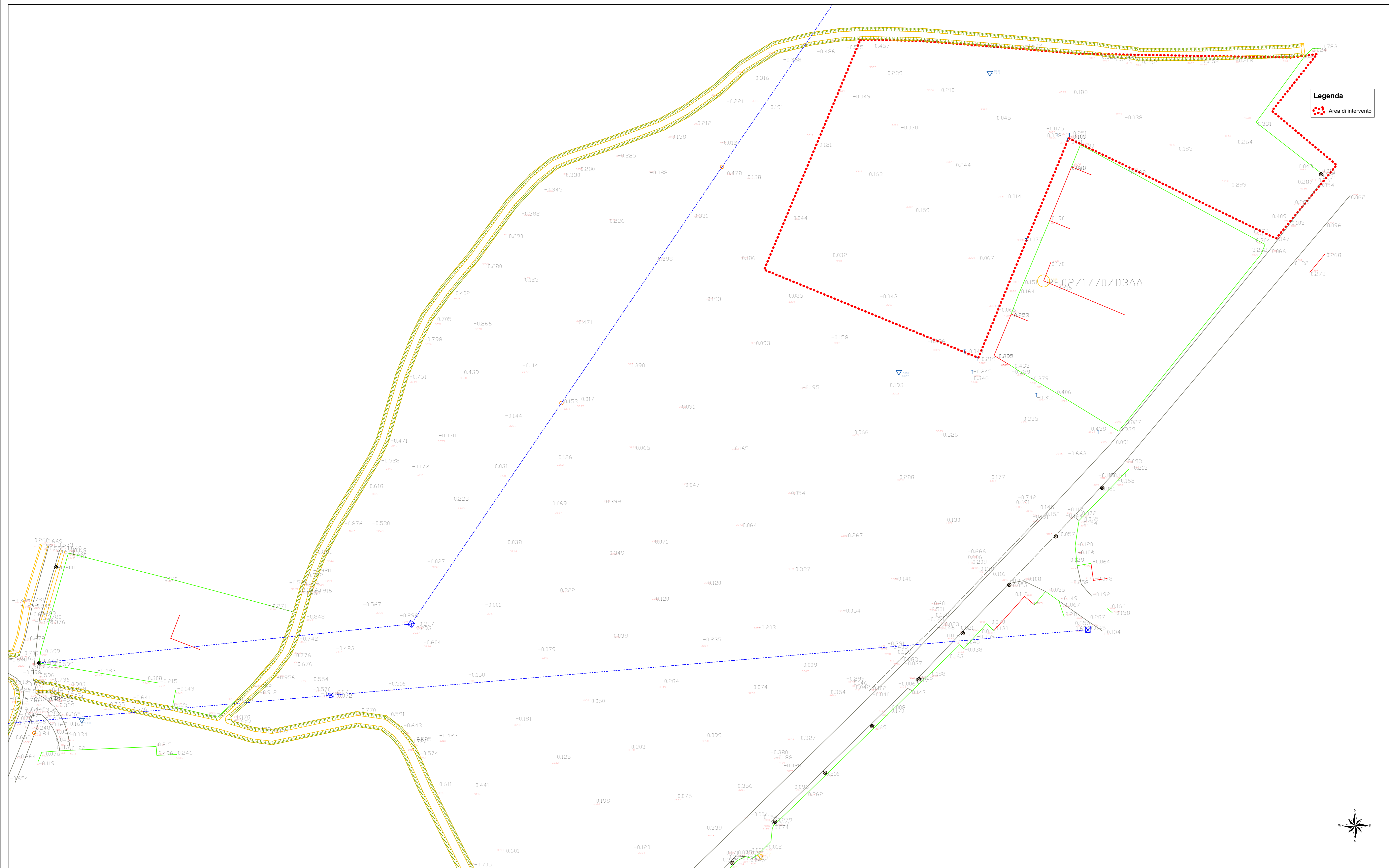
SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO		DATA 1/12/2016	REV. N. 02
VIA VENETO®		RECYCLE 375x250	
FORMA E DIMENSIONI		PROPRIETA' FISICHE E MECCANICHE Prodotto non soggetto a marcatura CE: la norma UNI EN 1338 definisce, ma non si applica a questo prodotto	
Spessore nominale mm Tolleranza (±4 mm)	110		CLASSE MARCATURA
Dimensioni mm Tolleranza (±3 mm)	375x250	Emissioni di amianto	assente
		Resistenza all'abrasione	≤20mm 4 I
N.Pezzi al mq	10,67 pezzi/mq	Carico di rottura	≥250N/mm
Kg al mq	± 220	Resistenza Caratteristica a trazione indiretta	≥3,6 MPa
Imballo	mq 5.90 (posa senza distanziale) mq 6.20 (posa con distanziale) Kg ± 1300	Resistenza scivolamento/slittamento Valore USVR	79
		Durabilità della resistenza allo scivolamento/slittamento	Soddisfacente durante la loro vita utile con una normale manutenzione
		PROVA DI PERMEABILITÀ (UNI CEN ISO/TS 17892-11)	
Destinazione d'uso		Permeabilità	>50 l/sec·m²
		Coefficiente medio di permeabilità k_r	$4.24 \cdot 10^{-3}$ m/s
		Coefficiente medio di permeabilità a 10°C k_{10}	$3.27 \cdot 10^{-3}$ m/s
DIMENSIONI mm Tolleranza (±3mm) ESEMPI DI POSA ALLINEATO SFALSATO		COLORE	
		PORFIDO Codice 2213 	SABBIA Codice 2244
		GRIGIO Codice 2445 	

VIA VENETO® is a brand of FAVARO¹

VIA VENETO®

www.via-veneto.it - info@via-veneto.it

Figura 20: Pavimentazione ad elevate caratteristiche di permeabilità e capacità di ritenzione idrica



Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

ACCORDO DI PIANIFICAZIONE EX Art. 6 L.R. 11/2004
PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI VIA ARMISTIZIO
IN COMUNE DI PADOVA



TAVOLA	Allegato 3	TITOLO	PROGETTISTA
SCALA	1:500	PLANIMETRIA DI RILIEVO	Ing. Mauro Tortorelli
DATA ELABORATO	Ottobre 2019		
PROGETTAZIONE			
		Via Barrocco del Borgo, 1 - 35124 Padova (PD) tel. 049 796665 - fax 049 683800 info@ikonconsulting.it - www.ikonconsulting.it	
COMMESSA N.	FILE		
SO421/2019	N:\commesse\Lot_MichelomSO421_ViaArmistizio\pdf\AI-3_Plan-rilievo.pdf		
0	10/2019	Prima emissione	M. Tortorelli M. Tortorelli
REV. N°	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	VERIFICATO APPROVATO



Comune di Padova (PD)

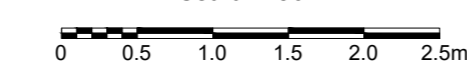
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

ACCORDO DI PIANIFICAZIONE EX Art. 6 L.R. 11/2004
PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI VIA ARMISTIZIO
IN COMUNE DI PADOVA

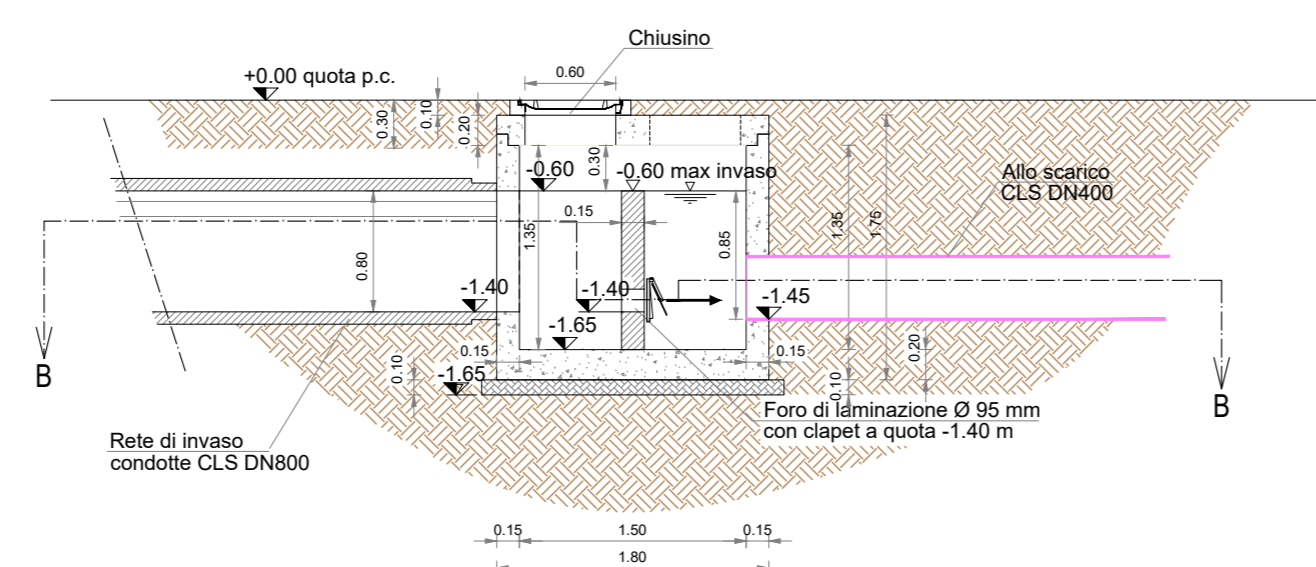


TAVOLA	Allegato 6	TITOLO	PROGETTISTA
SCALA	1:50		Ing. Mauro Tortorelli
DATA ELABORAZIONE	Ottobre 2019	PROFILI LONGITUDINALI	
PROGETTAZIONE	Via Barmocci del Fegno, 1 - 35124 Padova (PD) tel. 049 7964445 - fax 049 685800 info@hiconsulting.it - www.hiconsulting.it		
COMMESSA N.	SO421/2019	FILE	N:\commesse\Lot_Michelton\SO421_viaarmistizio\PAI-6_Particolari.pdf
REV. N°	0	10/2019	Prima emissione
DATA			
MOTIVO DELLA REVISIONE			
VERIFICATO			
APPROVATO			

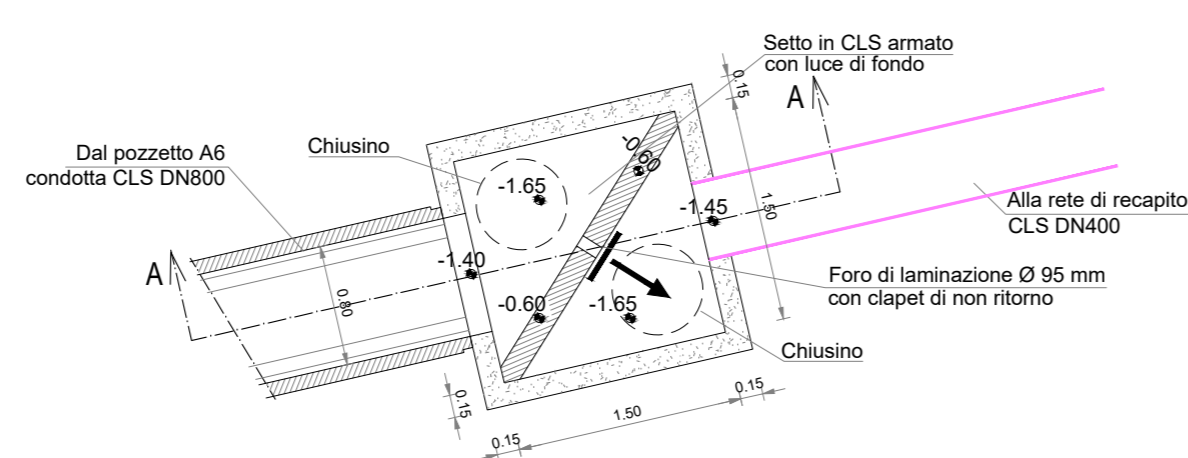
POZZETTO DI LAMINAZIONE
POZZETTO LAM
scala 1:50



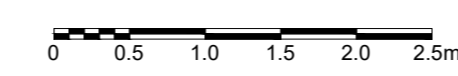
SEZIONE A-A
scala 1:50



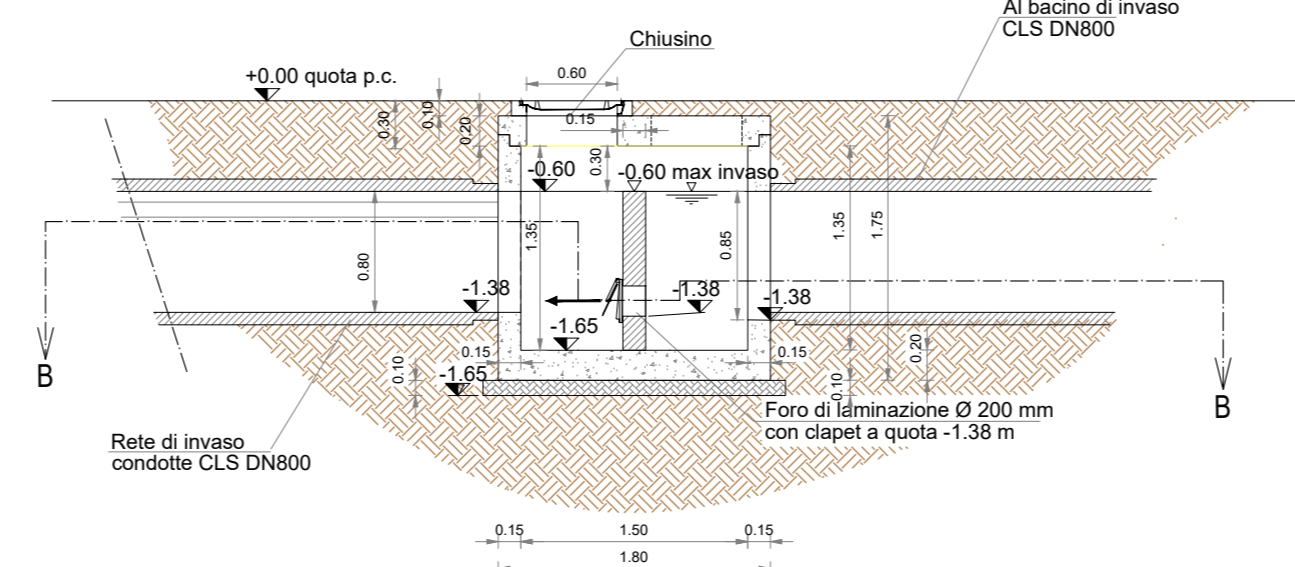
PIANTA - SEZIONE B-B
scala 1:50



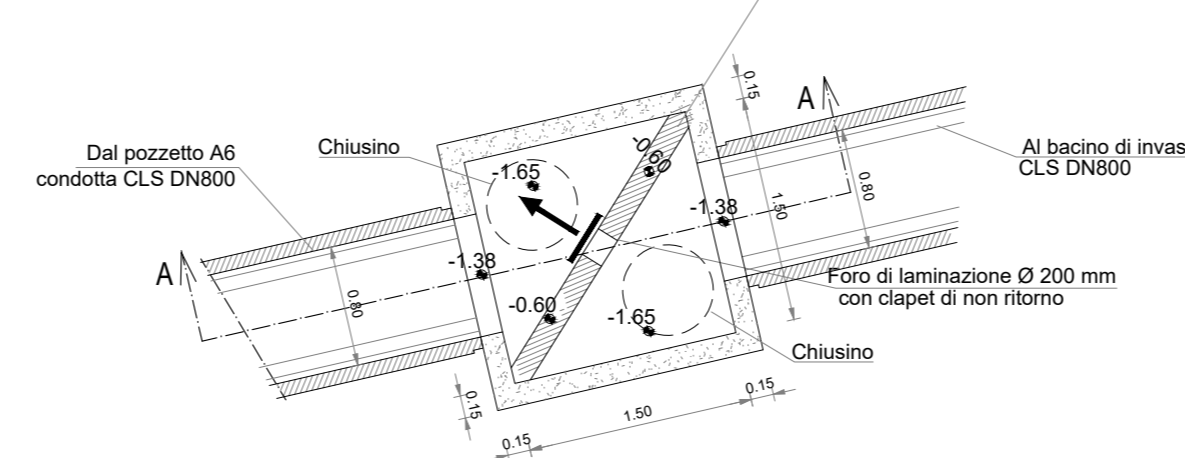
POZZETTO DI COLLEGAMENTO BACINO DI INVASO POZZETTO B1
scala 1:50



SEZIONE A-A
scala 1:50

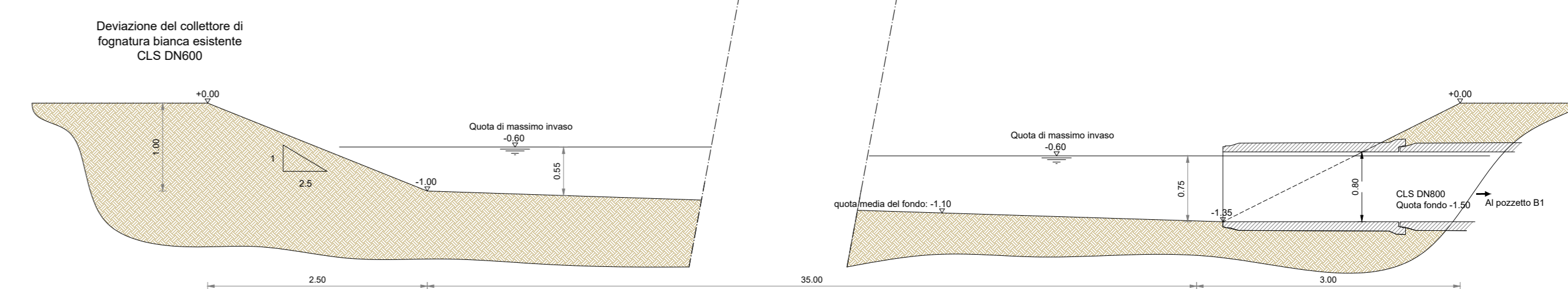


PIANTA - SEZIONE B-B
scala 1:50



BACINO DI INVASO
scala 1:50

SEZIONE AA-AA



SEZIONE BB-BB

