

COMUNE di PADOVA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

RIFACIMENTO PISTA BMX AL PARCO RACITI

PROGETTO ESECUTIVO

Importo complessivo € 500.000,00

CODICE OPERA

LL.PP. EDP 2017/020

IL RESPONSABILE UNICO DEL
PROCEDIMENTO

Ing. Claudio Rossi

Titolo:

PROGETTO: RIFACIMENTO PISTA BMX E LOCALI ACCESSORI

Elaborato:

VCI

Descrizione Elaborato:

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Numero:

03

Filename:

APPR_03_VCI

Data:

luglio 2018

Scala:

varie

Revisione

Oggetto

Data

PROGETTISTA:

Ing. Denis Penzo

via XXIV maggio n.29 - 31021 Mogliano Veneto (TV)
mail: d.penzo@destruttura.it pec: denis.penzo@ingpec.eu
tel. 0418940361 mobile 3400089855
c.f. PNZDNS75M02L736P P.Iva 03827650262
Ordine Ingegneri Treviso al n. A2757

TIMBRO E FIRMA



FIRMA DIGITALE
ing. Denis Penzo

collaboratore

COLLABORATORI

Progetto Generale e Coordinamento:

Progetto Strutture:

Progetto Impianti Idrico Termico Sanitario:

Progetto Impianti Elettrici e affini:

Indagini Geotecniche:

Compatibilità Idraulica:

S.A.M. e C. Studio Architettura Misticoni e Consulenti - Padova

Ing. Mauro Ferrarese - Padova

Per. Ind. Masiero Andrea - Legnaro PD

Per. Ind. Albiero Enzo - Piove di Sacco PD

Sirgeo S.r.l. Dott. Geol. Devi Fincato - Padova

Ing. Mauro Tortorelli - Padova



TAVOLA		TITOLO		PROGETTISTA	
Allegato 1		<div style="text-align: center;"> <h1>RELAZIONE</h1> </div>		Ing. Mauro Tortorelli	
SCALA					
DATA ELABORATO					
Giugno 2018					
PROGETTAZIONE					
		Via Barroccio dal Borgo, 1 - 35124 Padova (PD) tel. 049 7966665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it			
COMMESSA N.		FILE			
SO294/2017		N:\commesse\Lot_Misticoni\SO327_VCI BMX\pdf\All-1_Relazione.pdf			
0	06/2018	Prima emissione		M. Tortorelli	M. Tortorelli
REV. N°	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE		VERIFICATO	APPROVATO

***RIFACIMENTO PISTA BMX CON RAMPA DI PARTENZA
PRESSO IL CENTRO SPORTIVO COMUNALE BRENTELLA
"FILIPPO RACITI"
IN COMUNE DI PADOVA***

INDICE

<i>1. Generalità</i>	<i>3</i>
<i>2. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento.....</i>	<i>6</i>
<i>3. Stima della variazione del coefficiente di deflusso</i>	<i>13</i>
3.1. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI ATTUALI.....	15
3.2. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO.....	17
3.3. STIMA DELLA VARIAZIONE DEL GRADO DI IMPERMEABILIZZAZIONE	20
<i>4. Dimensionamento della rete minore.....</i>	<i>22</i>
<i>5. Conclusioni.....</i>	<i>24</i>

1. Generalità

Il presente progetto riguarda la valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R. 2948/2009 relativa al progetto di rifacimento della pista BMX con relativa nuova rampa di partenza realizzare presso il centro sportivo comunale Brentella "Filippo Raciti" in Comune di Padova (PD).

L'area oggetto della presente relazione si estende per una superficie complessiva di circa 0.78 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 precedenti 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 udometrico 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.

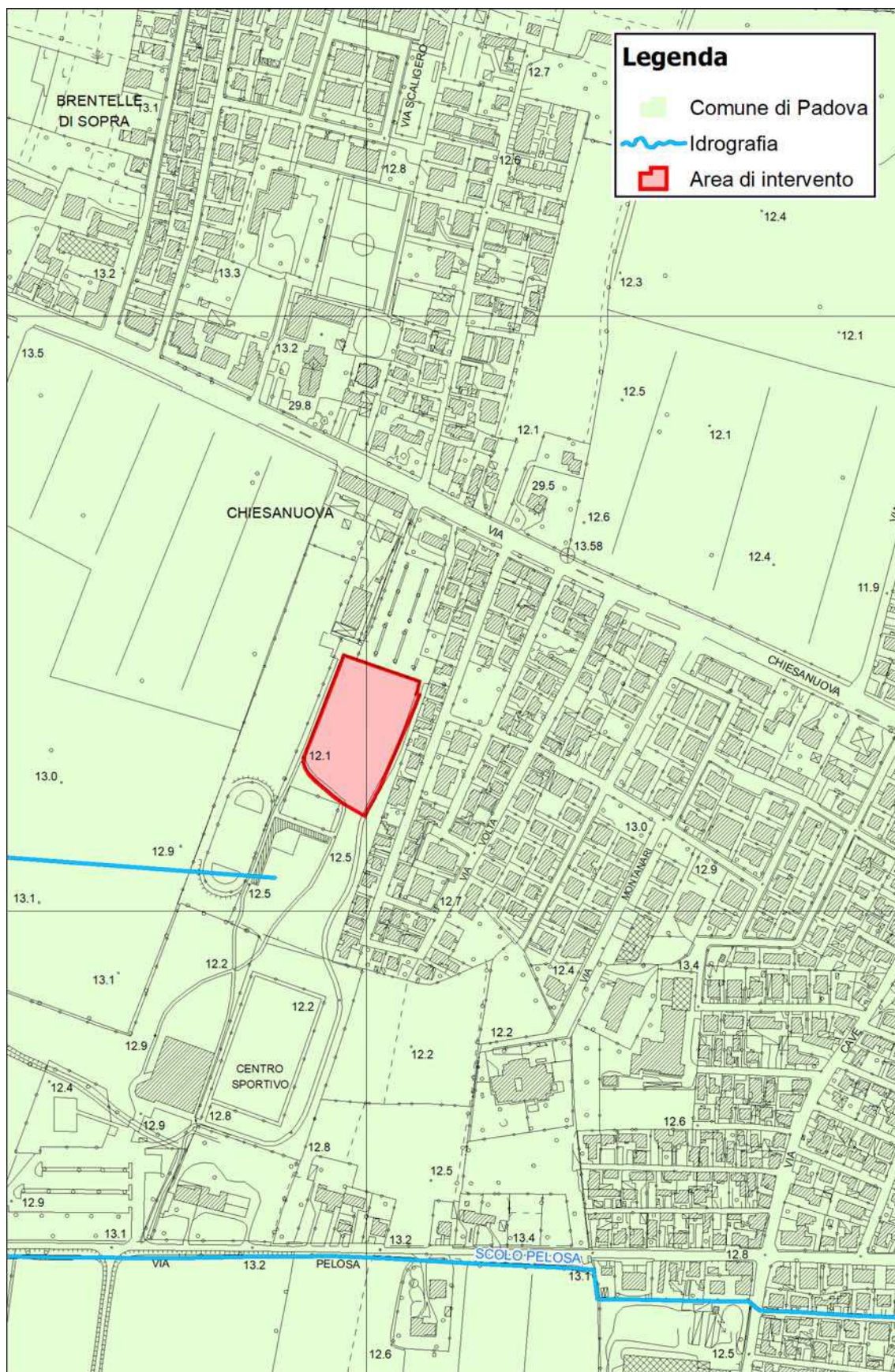


Figura 2 – Dettaglio dell'ubicazione dell'ambito di intervento – scala 1:5'000 – base cartografica C.T.R.

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	
Valle Averso	VALLE AVERTO UNO (VV)	-	Zona costiera e lagunare
Zona costiera e cittadellese	IESOLO (IE)	0.425	
	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), Montegaldà (MT), Ca' di Mezzo (DI), Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG).

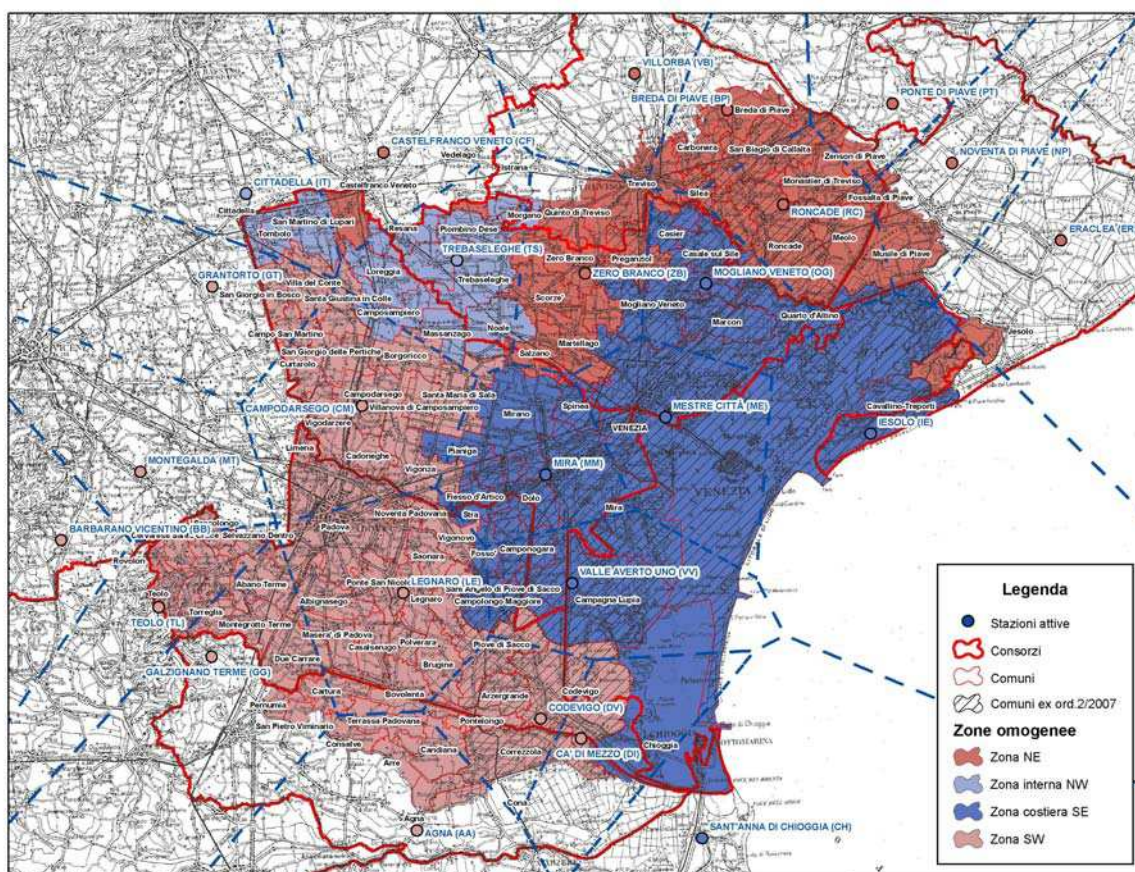


Figura 3. Ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee.

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.

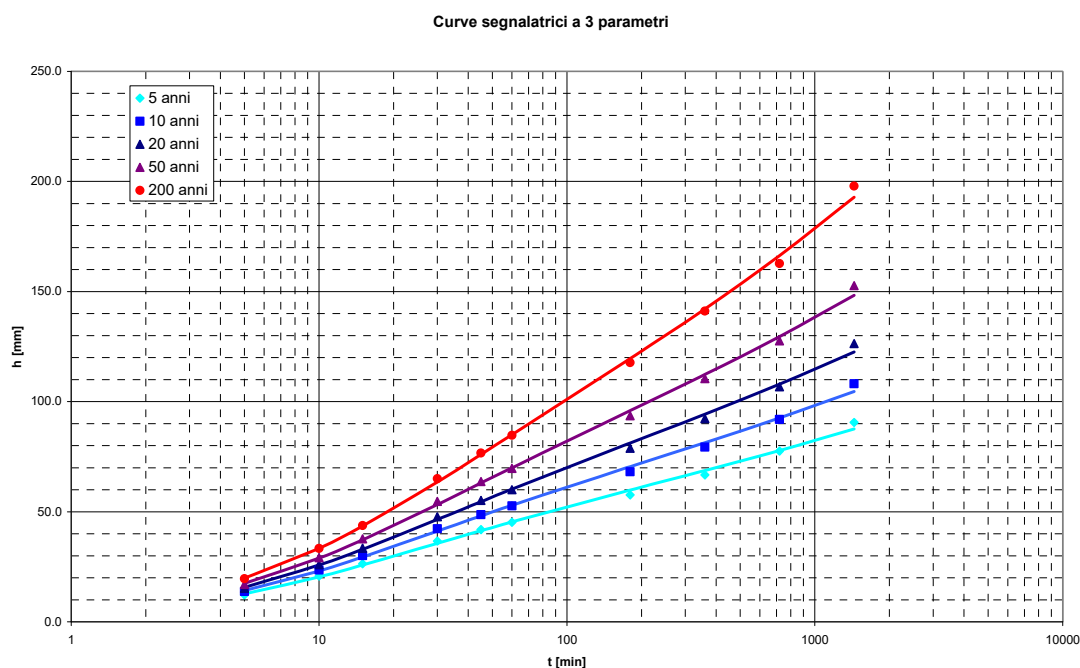


Figura 4 – Curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri per la zona Sud-occidentale.

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 [$\text{l s}^{-1}\text{ha}^{-1}$]																
T_R	k	Volume di invaso [m^3/ha]														
[anni]		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 [$\text{l s}^{-1}\text{ha}^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Tempo di corrvazione [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,.....)".

3.1. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali

L'area oggetto di intervento attualmente ospita una pista BMX, della quale se ne prevede il completo rifacimento.

La figura 5 riporta in forma schematica l'utilizzo del suolo all'interno dell'area 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 10: Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato attuale

Superficie	ϕ	area effettiva (m²)	area efficace (m²)
Aree impermeabili (piazze in asfalto o cemento)	0.90	618.9	557.0
Aree impermeabili (edifici)	0.90	9.5	8.6
Aree semipermeabili (superfici pavimentate in betonella)	0.70	339.2	237.4
Aree semipermeabili (superfici pista in terra battuta)	0.60	1103.5	662.1
Aree permeabili (aree a verde)	0.20	5744.2	1148.8
TOTALE	0.33	7815.3	2614.0

Sulla base delle considerazioni sopra esposte è stato stimato il coefficiente di deflusso dell'area di intervento nelle condizioni antecedenti all'intervento, che risulta pari a **0.33**, e che rappresenta un valore di impermeabilizzazione tipico di superfici con ridotta impermeabilizzazione.

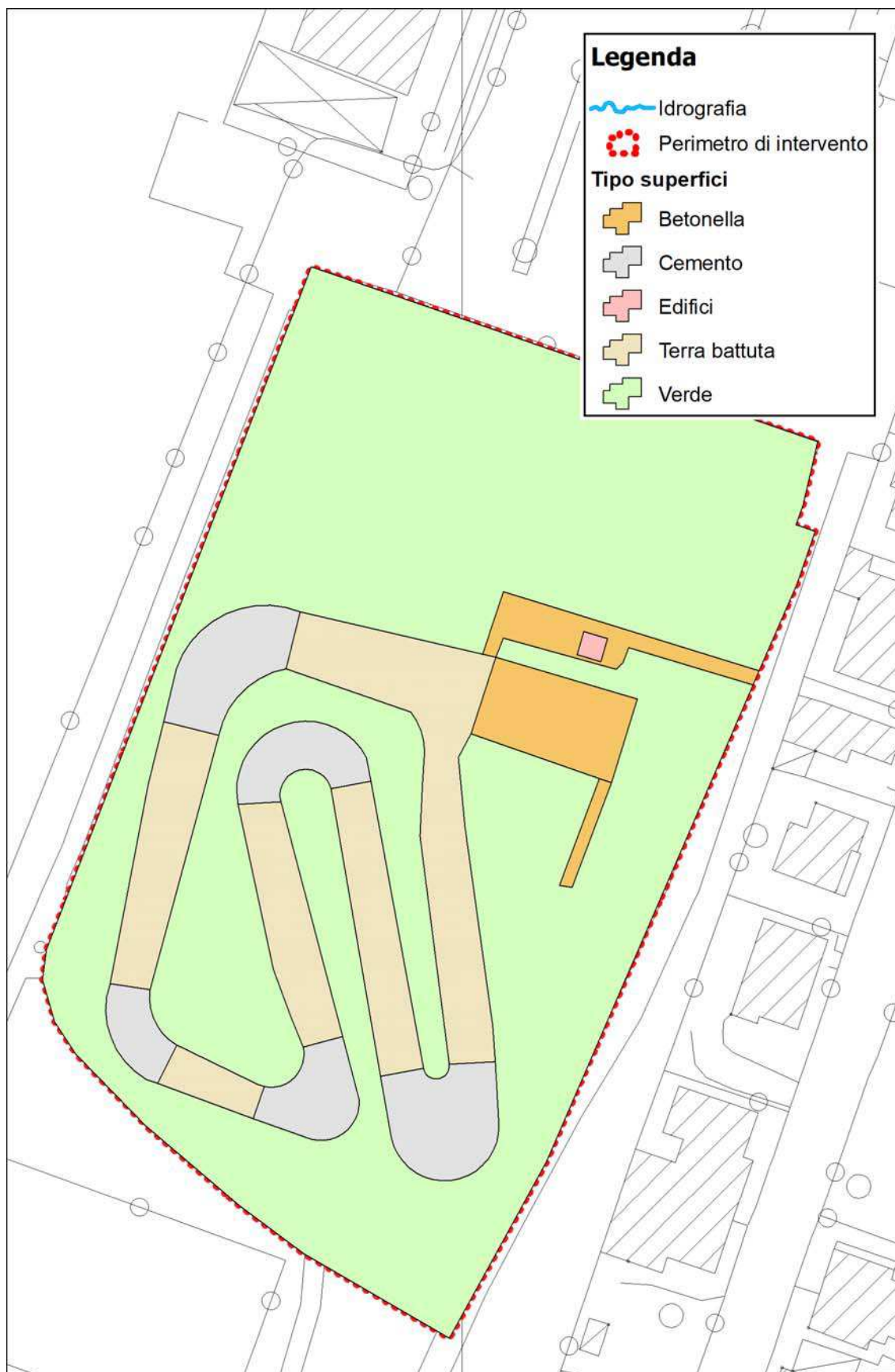


Figura 5 – Stato attuale dell'area di intervento – scala 1:750

3.2. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni di progetto

L'intervento prevede il completo rifacimento del layout della pista mantenendo sostanzialmente le tipologie di superficie precedentemente adottate. La parte centrale della pista è prevista in misto cementato, un materiale ottenuto dalla miscelazione di terreno naturale con polvere di calce o cemento, che ne fa assumere maggiore resistenza, ma mantiene sostanzialmente la permeabilità di una pavimentazione in terra battuta.

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 11: Calcolo del coefficiente medio di deflusso nelle condizioni di progetto.

Superficie	ϕ	area effettiva (m²)	area efficace (m²)
Aree impermeabili (piazzi in asfalto o cemento)	0.90	1104.8	994.3
Aree impermeabili (edifici)	0.90	0.0	0.0
Aree semipermeabili (superfici pavimentate in betonella)	0.70	0.0	0.0
Aree semipermeabili (superfici pista in terra battuta)	0.60	3141.5	1884.9
Aree permeabili (aree a verde)	0.20	3569.0	713.8
TOTALE	0.46	7815.3	3593.0

Sulla base dei parametri sopra riportati è stato stimato il coefficiente di deflusso medio nelle condizioni di progetto che risulta pari a **0.46**.

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 subisca un lieve incremento di impatto idraulico a seguito dell'intervento.

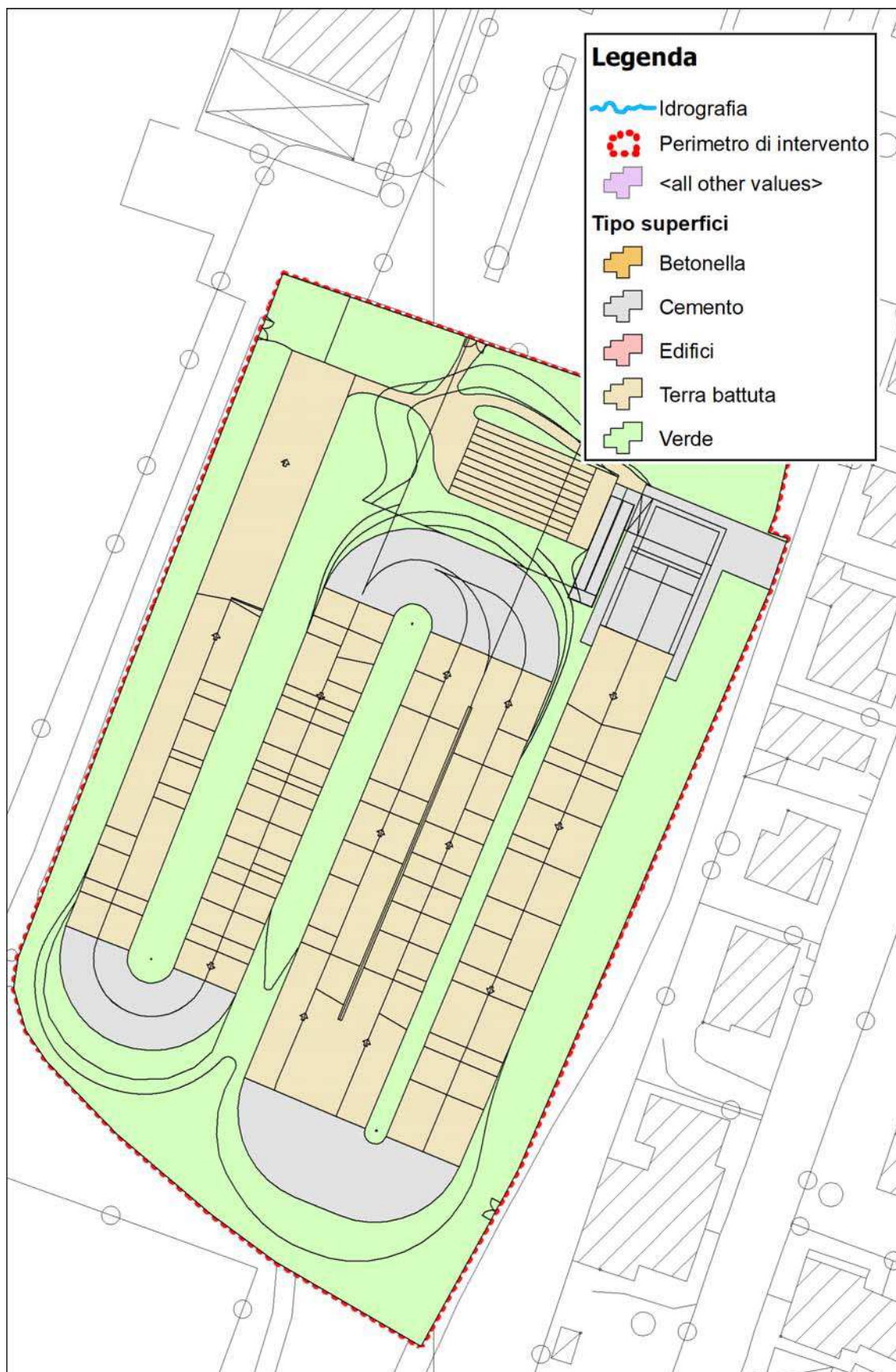


Figura 6 – Suddivisione dell'area dell'intervento in zone omogenee – scala 1:750

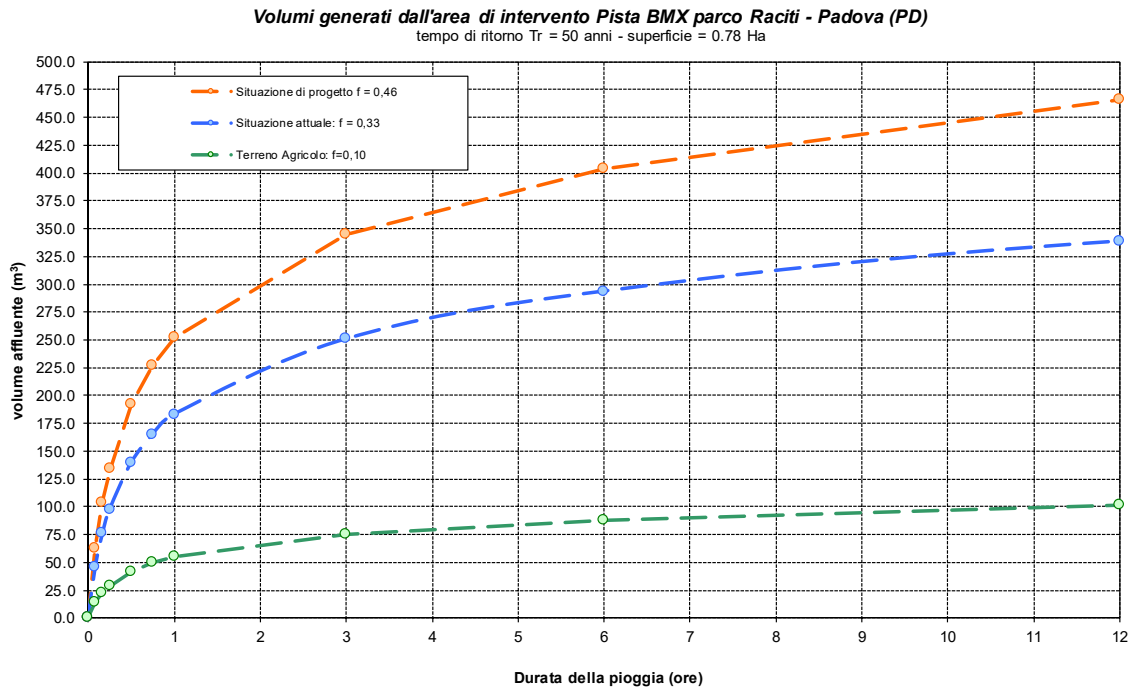


Figura 7: Stima dei volumi generati dall'area di intervento nelle condizioni attuali e di progetto

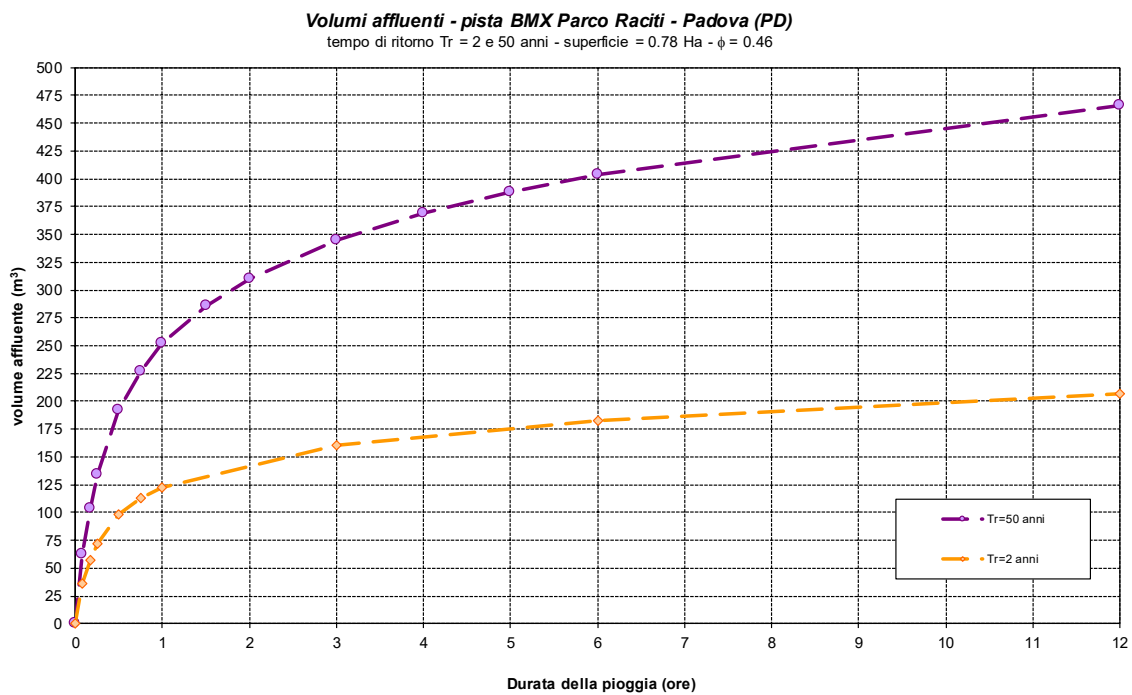


Figura 8: Volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $Tr = 2$ o 50 anni

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 7 e 8.

3.3. Stima della variazione del grado di impermeabilizzazione

La Giunta Regionale, con delibera n. 3637 del 13.12.2002, ha previsto che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "Valutazione di compatibilità idraulica". Previsione poi confermata dal Piano di Tutela delle Acque adottato con delibera n. 4453 del 29 dicembre 2004.

La D.G.R. 2948/2009, stabilisce nell'Ambito di applicazione che *"in relazione alla necessità di non appesantire l'iter procedurale, la "valutazione" di cui sopra è necessaria solo per gli strumenti urbanistici comunali (PAT/PATI o PI), o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico. Per le varianti che non comportano alcuna alterazione del regime idraulico ovvero comportano un'alterazione non significativa la valutazione di compatibilità idraulica è sostituita dalla relativa asseverazione del tecnico estensore dello strumento urbanistico attestante che ricorre questa condizione."*

Occorre quindi valutare come la variazione di destinazione d'uso della superficie di intervento vada a modificare il regime idraulico, ovvero individui nel caso di realizzazione di superfici semipermeabili, la quantità di nuova superficie impermeabilizzata che può essere assimilata all'intervento. La variazione di superficie efficace potrebbe teoricamente assumere anche valori negativi, qualora l'intervento determinasse una riduzione del coefficiente di deflusso globale (per esempio tramite un intervento di ricostruzione che preveda maggior presenza di superfici a verde), e quindi una riduzione dell'impatto idraulico dell'area sulla rete di scolo. Nel caso in esame l'impermeabilizzazione dovuta all'intervento, calcolata come superficie equivalente di area impermeabilizzata, può essere calcolata valutando la differenza tra le superfici efficaci.

Dalla semplice analisi sull'utilizzo delle aree prima e dopo gli interventi in progetto si deduce che il coefficiente di deflusso medio, relativamente alle sole superfici oggetto di trasformazione, passa dal valore dello stato attuale 0.33 al valore calcolato con l'attuazione degli interventi in progetto, pari a 0.46.

Da quanto riportato l'intervento in progetto determina un aumento dell'impatto idraulico dell'area di intervento corrispondente a meno di 1000 mq di nuova superficie impermeabile, come evidenziato nella seguente tabella 12.

Tabella 12: Determinazione dell'impermeabilizzazione dell'intervento.

Superficie	Superficie (m²)	Coefficiente di deflusso ϕ	Superficie efficace (m²)
STATO ATTUALE	7815.3	0.33	2614.0
STATO DI PROGETTO	7815.3	0.46	3593.0
DIFFERENZA			+979.0

In base ai contenuti dell'allegato A alla D.G.R. 2948/2009 l'intervento viene classificato di "trascurabile impermeabilizzazione potenziale", come evidenziato in tabella 13.

Tabella 13: DGR 2948/2009 – Allegato A: Determinazione della classe di intervento in funzione della superficie impermeabilizzata.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

L'allegato A alla D.G.R. 2948/2009 prescrive, per gli interventi di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, "l'utilizzo di buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi".

Nel caso specifico non si prevede la realizzazione di parcheggi nell'ambito dell'intervento, tuttavia al fine di garantire la mitigazione degli impatti dovuto all'impermeabilizzazione derivante dall'intervento si ritiene utile realizzare le reti di raccolta delle acque meteoriche mediante trincee drenanti, che assolveranno a funzione di raccolta e dispersione nella falda superficiale degli apporti meteorici.

Le trincee drenanti saranno inoltre supportate da tubazioni di raccolta in PE microfessurato con diametro minimo 160 mm (200 mm sulla linea dorsale principale) e da alcuni punti di raccolta superficiali per garantire il drenaggio delle superfici in condizioni di pioggia intensa.

4. 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 14: 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 di progetto stimato pari a 0.46.

Tabella 15: Diametri delle tubazioni di allaccio in funzione della pendenza di posa

AREA servita [mq]	Q stimata [l/s]	Diametro richiesto (mm) / Portata smaltita (l/s)					
		0.5%		1.0%		1.5%	
100	2.6	DN160	6.4	DN160	9.0	DN160	11.0
200	5.1	DN160	6.4	DN160	9.0	DN160	11.0
300	7.7	DN200	11.5	DN160	9.0	DN160	11.0
400	10.3	DN200	11.5	DN200	16.0	DN160	11.0
500	12.8	DN250	21.0	DN200	16.0	DN200	20.0
1000	25.7	DN250	38.8	DN250	29.6	DN250	36.3

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 14 e 15.

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 rinfiando delle condotte.

5. Conclusioni

Poiché l'intervento di cui alla presente relazione determina una variazione della superficie impermeabile inferiore a 0.10 Ha, in base ai contenuti dell'Allegato A alla DGR 2948/2009 non sono richiesti interventi di mitigazione idraulica.

In base ai contenuti della D.G.R. 2948/2009 l'intervento risulta di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, per il quale è sufficiente l'adozione di tipologie di intervento in grado di contenere il grado di impermeabilizzazione: a tale scopo si suggerisce l'utilizzo di trincee drenanti con inserite tubazioni in PE microfessurato per la realizzazione delle reti di raccolta delle acque meteoriche.

Per l'intervento in oggetto non risulta inoltre necessario l'ottenimento del parere del Consorzio di bonifica competente per territorio.

Padova, 15/06/2018

ing. Mauro Tortorelli

