



COMUNE DI CAMINO AL TAGLIAMENTO
PROVINCIA DI UDINE
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DENOMINATO "ELLO18
SOLAR 1" CON POTENZA DI PICCO PARI A 9'820,80 kWp E POTENZA IN
IMMISSIONE PARI A 8'172,00 kW

Proponente



Ellomay Solar Italy Eighteen Srl
Via Sebastian Altman, 9
39100 Bolzano (BZ)
C.F.: 03138530211

Progettazione



Via Ponte di Legno, 7
Milano
gsbconsulting.it

Redazione



Via San Crispino, 46
Padova
www.aplus.eco

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

CAMINO AL TAGLIAMENTO RELAZIONE IDRAULICA

Elaborato N. AMB03	Data emissione 28/02/23			
	Nome file RELAZIONE IDRAULICA			
N. Progetto ELLO18 SOLAR 1	Pagina COVER	00	28/02/23	PRIMA EMISSIONE
		REV.	DATA	DESCRIZIONE

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI ELLOMAY SOLAR 18 S.R.L.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

THIS DOCUMENT CAN NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF ELLOMAY SOLAR 18. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTE BY LAW.

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
2. CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INTERVENTO.....	7
3. STIMA DELLA VARIAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	12
3.1 STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI ATTUALI	14
3.2 STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO.....	16
3.3 STIMA DEL GRADO DI IMPERMEABILIZZAZIONE	19
4. PORTATA MASSIMA SMALTIBILE NEL SISTEMA DISPERDENTE	20
5. CALCOLO DEI VOLUMI NECESSARI PER LA LAMINAZIONE	25
6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE.....	26
7. CARATTERISTICHE PARTICOLARI DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO.....	27
8. SCELTA DEI MATERIALI E DEI DISPOSITIVI.....	28
9. CONCLUSIONI.....	29
10. ELABORATI GRAFICI ALLEGATI	29

INDICE FIGURE

Figura 1 – Ubicazione dell'area di intervento – scala 1:50'000 – Base cartografica Carta I.G.M.	5
Figura 2 – Dettaglio dell'ubicazione dell'area di intervento – scala 1:10'000 – base cartografica C.T.R.	6
Figura 3 – Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per l'area oggetto di studio.	9
Figura 4 – Stato attuale dell'area di intervento – scala 1:5'000.....	15
Figura 5 – Suddivisione dell'area dell'intervento in zone omogenee – scala 1:2'000.....	17
Figura 6 – Stima dei volumi generati nelle condizioni attuali e di progetto	18
Figura 7: volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $Tr = 2, 20, 50$ e 200 anni per l'area di intervento	18
Figura 8 – Sezione tipo trincea disperdente utilizzata	24
Figura 9 – volume da invasare nella rete di fognatura dell'intervento per un tempo di ritorno $Tr = 200$ anni	25

INDICE TABELLE

Tabella 1 – ubicazione dell'ambito di intervento nel software RainMap FVG	7
Tabella 2 – parametri di possibilità pluviometrica relativi a curva a 2 parametri.....	7
Tabella 3 - Valori attesi di precipitazione:.....	8
Tabella 4	10
Tabella 5	11
Tabella 6 – Coefficienti di deflusso suggeriti dalla L.R. 11/2015.	13
Tabella 7 – Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato attuale	14
Tabella 8 – Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato di progetto	16
Tabella 9 – Determinazione dell'impermeabilizzazione dell'intervento	19
Tabella 10 – Calcolo coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso per $Tr = 200$ anni ..	21
Tabella 11 – Calcolo del tempo di accesso alla rete con la formula di Mambretti e Paoletti	22
Tabella 12 – Calcolo coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso per $Tr = 200$ anni ..	23



Sede legale e operativa:
Via San Crispino, 46
35129 Padova
Tel (+39) 049.98.15.202 Fax (+39) 049.64.55.574
info@applus.eco; www.applus.eco

1. PREMESSA

Il presente progetto riguarda la Valutazione di Compatibilità Idraulica ai sensi della L.R. 11/2015 della Regione Friuli Venezia Giulia, relativamente alla costruzione di un impianto fotovoltaico prospiciente Via del Molino (S.P. 93) nei pressi della frazione di Gorizzo, frazione del Comune di Camino al Tagliamento in provincia di Udine.

L'area oggetto della presente relazione si estende per una superficie complessiva di circa 111'000 m², precedentemente occupati da area coltivata. L'inquadramento territoriale dell'area è riportato nelle figure 1 e 2.

La L.R. 11/2015 fa riferimento al concetto dell'invarianza idraulica per aree di nuova urbanizzazione e impone per tutte le trasformazioni territoriali in grado di modificare il regime idrologico delle aree di ricorrere a sistemi di limitazione delle portate scaricate e di volumi di invaso in grado di limitare le stesse al valore caratteristico del terreno prima della 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 L.R. 11/2015 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.

Si osserva, inoltre, che la L.R. 11/2015 impone di incrementare il tempo di ritorno a 100 anni nel caso di utilizzo di sistemi di dispersione in falda degli apporti meteorici, che va elevato a 200 anni nel caso in cui i sistemi disperdenti siano utilizzati quale unico recapito.

Nella seguente relazione verrà esplorata la tipologia di scarico delle portate generate per mezzo di dispositivi disperdenti.

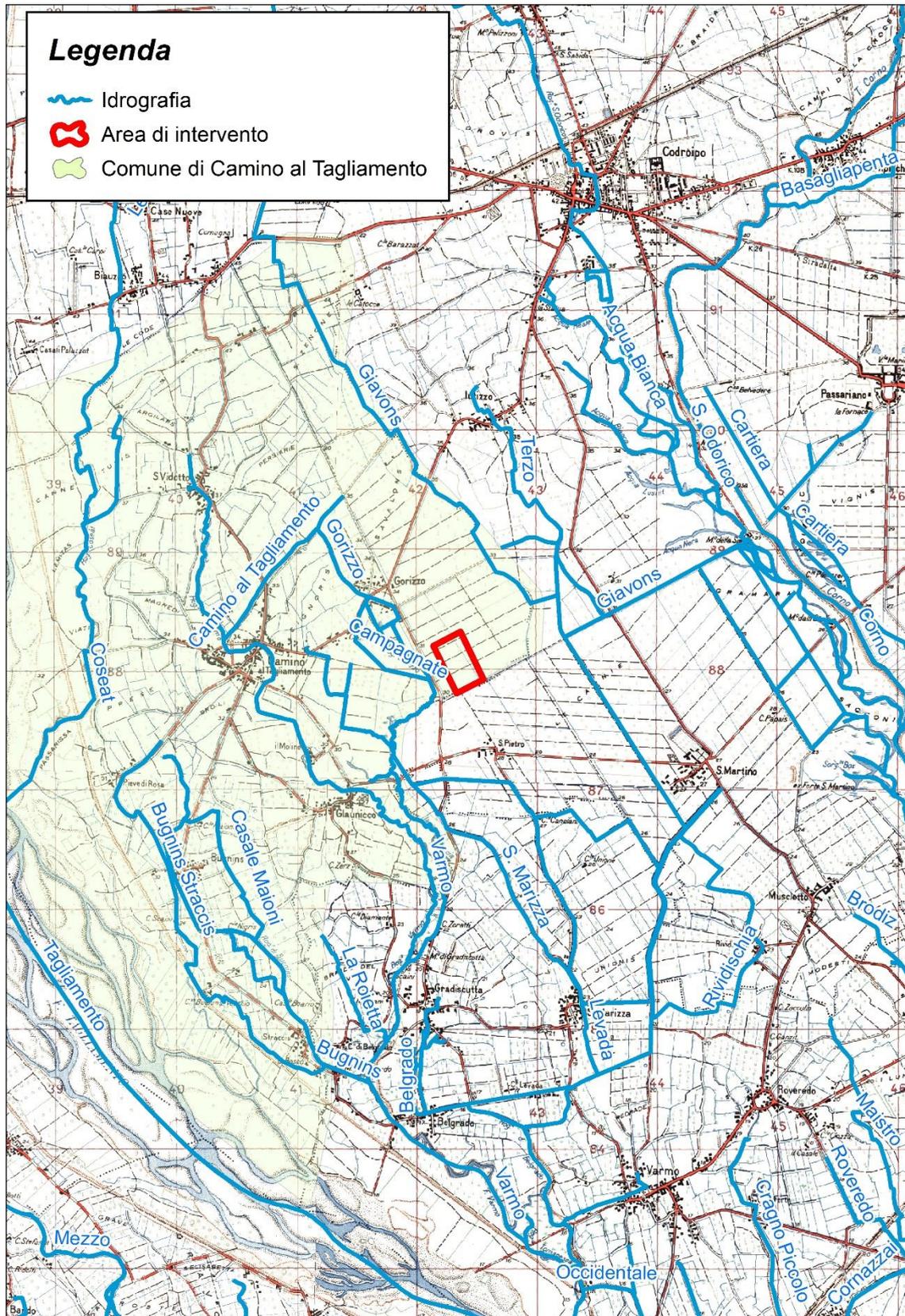


Figura 1 – Ubicazione dell’area di intervento – scala 1:50'000 – Base cartografica Carta I.G.M.

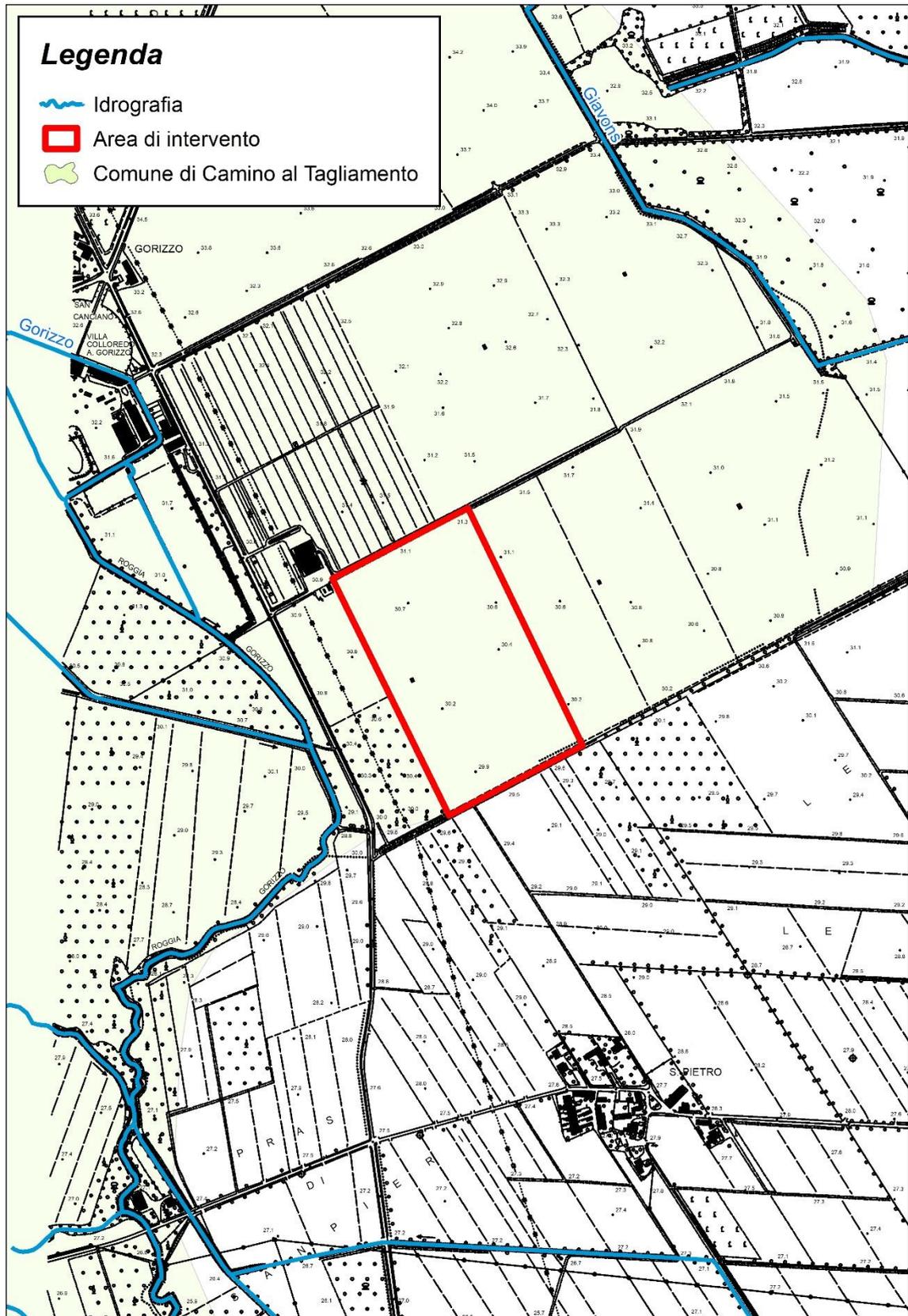


Figura 2 – Dettaglio dell'ubicazione dell'area di intervento – scala 1:10'000 – base cartografica C.T.R.

2. CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INTERVENTO

Per lo studio delle opere di smaltimento delle acque piovane in aree di limitata estensione si fa riferimento alle elaborazioni predisposte dalla Regione Friuli Venezia Giulia e rese disponibili attraverso l'utilizzo di un software denominato RainMap FVG.

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 – ubicazione dell'ambito di intervento nel software RainMap FVG

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est		
	E	N
Input	2362280	5087892
Baricentro cella	2362250	5087750

Inserendo nel software l'ubicazione dell'area di intervento, lo stesso restituisce per l'ambito specifico i parametri delle curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno,

Nello studio la curva di possibilità pluviometrica è definita da due parametri:

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

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

I parametri della curva segnalatrice sono riportati nella seguente tabella per tempi di ritorno da 2 a 200 anni:

Tabella 2 – parametri di possibilità pluviometrica relativi a curva a 2 parametri

Parametri LSPP							
n	0.28						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	32.0	42.7	50.3	58.2	69.1	77.9	87.2

La curva rappresentata dalla relazione sopra indicata è valida in un intervallo esteso e sufficientemente attendibile per durate che vanno dai 1 fino alle 24 ore.

I valori attesi di precipitazione, in funzione della durata della precipitazione e del tempo di ritorno sono tabulati nella seguente tabella 3.

Tabella 3 - Valori attesi di precipitazione:

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	32.0	42.7	50.3	58.2	69.1	77.9	87.2
2	38.9	52.0	61.3	70.9	84.2	94.9	106.3
3	43.7	58.3	68.8	79.6	94.5	106.6	119.3
4	47.4	63.3	74.7	86.4	102.6	115.7	129.5
5	50.6	67.5	79.6	92.1	109.3	123.2	138.0
6	53.3	71.1	83.9	97.0	115.2	129.8	145.3
7	55.6	74.3	87.6	101.3	120.3	135.6	151.8
8	57.8	77.1	91.0	105.2	125.0	140.9	157.7
9	59.8	79.8	94.1	108.8	129.3	145.7	163.1
10	61.6	82.2	97.0	112.2	133.2	150.2	168.1
11	63.3	84.5	99.7	115.2	136.9	154.3	172.7
12	64.9	86.6	102.2	118.1	140.3	158.2	177.0
13	66.4	88.6	104.5	120.9	143.5	161.8	181.1
14	67.8	90.5	106.8	123.4	146.6	165.3	185.0
15	69.1	92.3	108.9	125.9	149.5	168.5	188.7
16	70.4	94.0	110.9	128.2	152.3	171.7	192.2
17	71.6	95.6	112.8	130.5	154.9	174.7	195.5
18	72.8	97.2	114.7	132.6	157.5	177.5	198.7
19	74.0	98.7	116.5	134.6	159.9	180.3	201.8
20	75.0	100.1	118.2	136.6	162.3	182.9	204.8
21	76.1	101.5	119.8	138.5	164.6	185.5	207.6
22	77.1	102.9	121.4	140.4	166.8	188.0	210.4
23	78.1	104.2	123.0	142.2	168.9	190.4	213.1
24	79.0	105.5	124.5	143.9	170.9	192.7	215.7

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

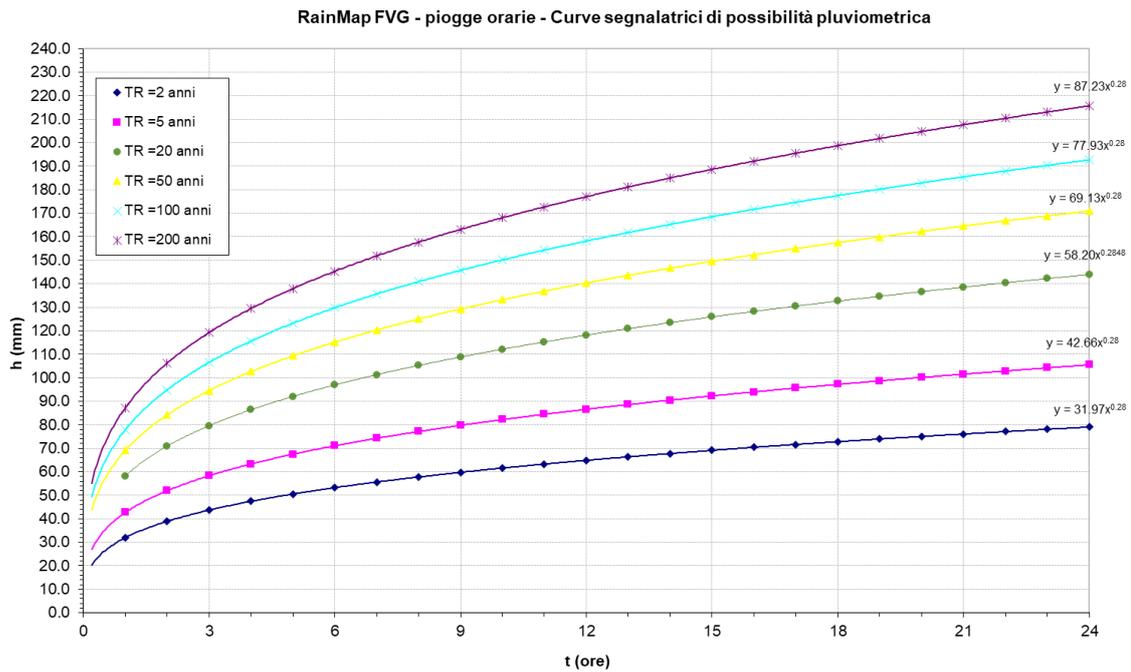


Figura 3 – Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per l’area oggetto di studio.

Si riportano infine nelle seguenti tabelle 4 e 5 le tabulazioni dei coefficienti udometrici calcolati mediante l’applicazione del metodo dell’invaso o del metodo cinematico ottenuti dall’applicazione dei parametri della curva di possibilità pluviometrica.



Sede legale e operativa:
Via San Crispino, 46
35129 Padova
Tel (+39) 049.98.15.202 Fax (+39) 049.64.55.574
info@aplus.eco; www.aplus.eco

FVG RainMap - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo dell'invaso [l s ⁻¹ ha ⁻¹]																
T _R	k	Volume di invaso [m ³ /ha]														
[anni]		80	90	100	110	120	130	140	150	180	200	220	240	260	280	300
5	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	3.5	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
	0.3	14.1	10.6	8.2	6.5	5.2	4.3	3.6	3.0	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6
	0.4	38.1	28.6	22.1	17.5	14.1	11.6	9.7	8.2	5.2	4.0	3.2	2.6	2.1	1.8	1.5
	0.5	82.2	61.6	47.6	37.7	30.5	25.1	20.9	17.6	11.3	8.7	6.9	5.6	4.6	3.8	3.2
	0.6	154.2	115.6	89.3	70.7	57.1	47.0	39.2	33.1	21.2	16.4	13.0	10.5	8.6	7.2	6.1
	0.7	262.4	196.7	151.9	120.3	97.2	79.9	66.7	56.3	36.0	27.8	22.0	17.8	14.6	12.2	10.3
	0.8	415.8	311.7	240.8	190.7	154.1	126.7	105.7	89.2	57.1	44.1	34.9	28.2	23.2	19.4	16.4
	0.9	624.2	467.8	361.4	286.2	231.3	190.1	158.6	133.9	85.7	66.2	52.4	42.4	34.8	29.1	24.5
10	0.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	6.1	4.6	3.6	2.8	2.3	1.9	1.6	1.3	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2
	0.3	24.9	18.6	14.4	11.4	9.2	7.6	6.3	5.3	3.4	2.6	2.1	1.7	1.4	1.2	1.0
	0.4	67.0	50.2	38.8	30.7	24.8	20.4	17.0	14.4	9.2	7.1	5.6	4.6	3.7	3.1	2.6
	0.5	144.7	108.4	83.8	66.3	53.6	44.1	36.8	31.0	19.9	15.4	12.2	9.8	8.1	6.7	5.7
	0.6	271.3	203.3	157.1	124.4	100.5	82.6	68.9	58.2	37.3	28.8	22.8	18.4	15.1	12.6	10.7
	0.7	461.6	346.0	267.3	211.7	171.1	140.6	117.3	99.1	63.4	49.0	38.8	31.3	25.8	21.5	18.2
	0.8	731.5	548.3	423.6	335.4	271.1	222.8	185.9	157.0	100.5	77.6	61.5	49.7	40.8	34.1	28.8
	0.9	1098.0	823.0	635.8	503.5	406.9	334.5	279.0	235.6	150.8	116.5	92.3	74.6	61.3	51.1	43.2
20	0.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
	0.2	10.2	7.6	5.9	4.7	3.8	3.1	2.6	2.2	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
	0.3	41.1	30.8	23.8	18.8	15.2	12.5	10.4	8.8	5.6	4.4	3.5	2.8	2.3	1.9	1.6
	0.4	110.8	83.1	64.2	50.8	41.1	33.8	28.2	23.8	15.2	11.8	9.3	7.5	6.2	5.2	4.4
	0.5	239.2	179.3	138.5	109.7	88.7	72.9	60.8	51.3	32.9	25.4	20.1	16.2	13.4	11.1	9.4
	0.6	448.6	336.2	259.8	205.7	166.2	136.7	114.0	96.3	61.6	47.6	37.7	30.5	25.0	20.9	17.6
	0.7	763.3	572.1	442.0	350.0	282.9	232.5	194.0	163.8	104.8	81.0	64.1	51.8	42.6	35.5	30.0
	0.8	1209.7	906.7	700.5	554.7	448.3	368.5	307.4	259.6	166.1	128.4	101.6	82.1	67.5	56.3	47.6
	0.9	1815.8	1361.0	1051.5	832.7	672.9	553.2	461.4	389.7	249.4	192.7	152.6	123.3	101.4	84.5	71.4
50	0.1	1.7	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0.2	18.4	13.8	10.6	8.4	6.8	5.6	4.7	3.9	2.5	1.9	1.5	1.2	1.0	0.9	0.7
	0.3	74.3	55.7	43.0	34.1	27.5	22.6	18.9	15.9	10.2	7.9	6.2	5.0	4.1	3.5	2.9
	0.4	200.3	150.1	116.0	91.9	74.2	61.0	50.9	43.0	27.5	21.3	16.8	13.6	11.2	9.3	7.9
	0.5	432.4	324.1	250.4	198.3	160.2	131.7	109.9	92.8	59.4	45.9	36.3	29.4	24.1	20.1	17.0
	0.6	810.9	607.7	469.6	371.8	300.5	247.0	206.0	174.0	111.4	86.0	68.1	55.1	45.3	37.8	31.9
	0.7	1379.8	1034.1	799.0	632.7	511.3	420.3	350.6	296.1	189.5	146.4	115.9	93.7	77.0	64.2	54.3
	0.8	2186.6	1638.9	1266.2	1002.7	810.3	666.1	555.6	469.2	300.3	232.0	183.7	148.5	122.1	101.8	86.0
	0.9	3282.2	2460.0	1900.7	1505.1	1216.3	999.9	834.0	704.3	450.7	348.3	275.8	222.9	183.2	152.8	129.1
100	0.1	2.5	1.9	1.5	1.2	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	0.2	27.7	20.8	16.1	12.7	10.3	8.5	7.1	6.0	3.8	2.9	2.3	1.9	1.5	1.3	1.1
	0.3	112.3	84.2	65.0	51.5	41.6	34.2	28.5	24.1	15.4	11.9	9.4	7.6	6.3	5.2	4.4
	0.4	302.9	227.0	175.4	138.9	112.2	92.3	77.0	65.0	41.6	32.1	25.4	20.6	16.9	14.1	11.9
	0.5	653.8	490.0	378.6	299.8	242.3	199.2	166.1	140.3	89.8	69.4	54.9	44.4	36.5	30.4	25.7
	0.6	1225.9	918.8	709.9	562.2	454.3	373.5	311.5	263.1	168.4	130.1	103.0	83.2	68.4	57.1	48.2
	0.7	2086.0	1563.5	1208.0	956.6	773.0	635.5	530.0	447.6	286.5	221.3	175.3	141.6	116.4	97.1	82.0
	0.8	3305.9	2477.7	1914.4	1516.0	1225.1	1007.1	840.0	709.4	454.0	350.8	277.8	224.5	184.5	153.9	130.0
	0.9	4962.3	3719.2	2873.5	2275.5	1838.9	1511.7	1260.8	1064.9	681.5	526.5	416.9	336.9	277.0	231.0	195.1

Tabella 4



Sede legale e operativa:
Via San Crispino, 46
35129 Padova
Tel (+39) 049.98.15.202 Fax (+39) 049.64.55.574
info@aplus.eco; www.aplus.eco

FVG RainMap - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo dell'invaso [$l s^{-1} ha^{-1}$]																
T _R [anni]	k	Volume di invaso [m^3/ha]														
		80	90	100	110	120	130	140	150	180	200	220	240	260	280	300
5	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	3.5	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
	0.3	14.1	10.6	8.2	6.5	5.2	4.3	3.6	3.0	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6
	0.4	38.1	28.6	22.1	17.5	14.1	11.6	9.7	8.2	5.2	4.0	3.2	2.6	2.1	1.8	1.5
	0.5	82.2	61.6	47.6	37.7	30.5	25.1	20.9	17.6	11.3	8.7	6.9	5.6	4.6	3.8	3.2
	0.6	154.2	115.6	89.3	70.7	57.1	47.0	39.2	33.1	21.2	16.4	13.0	10.5	8.6	7.2	6.1
	0.7	262.4	196.7	151.9	120.3	97.2	79.9	66.7	56.3	36.0	27.8	22.0	17.8	14.6	12.2	10.3
	0.8	415.8	311.7	240.8	190.7	154.1	126.7	105.7	89.2	57.1	44.1	34.9	28.2	23.2	19.4	16.4
	0.9	624.2	467.8	361.4	286.2	231.3	190.1	158.6	133.9	85.7	66.2	52.4	42.4	34.8	29.1	24.5
10	0.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	6.1	4.6	3.6	2.8	2.3	1.9	1.6	1.3	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2
	0.3	24.9	18.6	14.4	11.4	9.2	7.6	6.3	5.3	3.4	2.6	2.1	1.7	1.4	1.2	1.0
	0.4	67.0	50.2	38.8	30.7	24.8	20.4	17.0	14.4	9.2	7.1	5.6	4.6	3.7	3.1	2.6
	0.5	144.7	108.4	83.8	66.3	53.6	44.1	36.8	31.0	19.9	15.4	12.2	9.8	8.1	6.7	5.7
	0.6	271.3	203.3	157.1	124.4	100.5	82.6	68.9	58.2	37.3	28.8	22.8	18.4	15.1	12.6	10.7
	0.7	461.6	346.0	267.3	211.7	171.1	140.6	117.3	99.1	63.4	49.0	38.8	31.3	25.8	21.5	18.2
	0.8	731.5	548.3	423.6	335.4	271.1	222.8	185.9	157.0	100.5	77.6	61.5	49.7	40.8	34.1	28.8
	0.9	1098.0	823.0	635.8	503.5	406.9	334.5	279.0	235.6	150.8	116.5	92.3	74.6	61.3	51.1	43.2
20	0.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
	0.2	10.2	7.6	5.9	4.7	3.8	3.1	2.6	2.2	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
	0.3	41.1	30.8	23.8	18.8	15.2	12.5	10.4	8.8	5.6	4.4	3.5	2.8	2.3	1.9	1.6
	0.4	110.8	83.1	64.2	50.8	41.1	33.8	28.2	23.8	15.2	11.8	9.3	7.5	6.2	5.2	4.4
	0.5	239.2	179.3	138.5	109.7	88.7	72.9	60.8	51.3	32.9	25.4	20.1	16.2	13.4	11.1	9.4
	0.6	448.6	336.2	259.8	205.7	166.2	136.7	114.0	96.3	61.6	47.6	37.7	30.5	25.0	20.9	17.6
	0.7	763.3	572.1	442.0	350.0	282.9	232.5	194.0	163.8	104.8	81.0	64.1	51.8	42.6	35.5	30.0
	0.8	1209.7	906.7	700.5	554.7	448.3	368.5	307.4	259.6	166.1	128.4	101.6	82.1	67.5	56.3	47.6
	0.9	1815.8	1361.0	1051.5	832.7	672.9	553.2	461.4	389.7	249.4	192.7	152.6	123.3	101.4	84.5	71.4
50	0.1	1.7	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0.2	18.4	13.8	10.6	8.4	6.8	5.6	4.7	3.9	2.5	1.9	1.5	1.2	1.0	0.9	0.7
	0.3	74.3	55.7	43.0	34.1	27.5	22.6	18.9	15.9	10.2	7.9	6.2	5.0	4.1	3.5	2.9
	0.4	200.3	150.1	116.0	91.9	74.2	61.0	50.9	43.0	27.5	21.3	16.8	13.6	11.2	9.3	7.9
	0.5	432.4	324.1	250.4	198.3	160.2	131.7	109.9	92.8	59.4	45.9	36.3	29.4	24.1	20.1	17.0
	0.6	810.9	607.7	469.6	371.8	300.5	247.0	206.0	174.0	111.4	86.0	68.1	55.1	45.3	37.8	31.9
	0.7	1379.8	1034.1	799.0	632.7	511.3	420.3	350.6	296.1	189.5	146.4	115.9	93.7	77.0	64.2	54.3
	0.8	2186.6	1638.9	1266.2	1002.7	810.3	666.1	555.6	469.2	300.3	232.0	183.7	148.5	122.1	101.8	86.0
	0.9	3282.2	2460.0	1900.7	1505.1	1216.3	999.9	834.0	704.3	450.7	348.3	275.8	222.9	183.2	152.8	129.1
100	0.1	2.5	1.9	1.5	1.2	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	0.2	27.7	20.8	16.1	12.7	10.3	8.5	7.1	6.0	3.8	2.9	2.3	1.9	1.5	1.3	1.1
	0.3	112.3	84.2	65.0	51.5	41.6	34.2	28.5	24.1	15.4	11.9	9.4	7.6	6.3	5.2	4.4
	0.4	302.9	227.0	175.4	138.9	112.2	92.3	77.0	65.0	41.6	32.1	25.4	20.6	16.9	14.1	11.9
	0.5	653.8	490.0	378.6	299.8	242.3	199.2	166.1	140.3	89.8	69.4	54.9	44.4	36.5	30.4	25.7
	0.6	1225.9	918.8	709.9	562.2	454.3	373.5	311.5	263.1	168.4	130.1	103.0	83.2	68.4	57.1	48.2
	0.7	2086.0	1563.5	1208.0	956.6	773.0	635.5	530.0	447.6	286.5	221.3	175.3	141.6	116.4	97.1	82.0
	0.8	3305.9	2477.7	1914.4	1516.0	1225.1	1007.1	840.0	709.4	454.0	350.8	277.8	224.5	184.5	153.9	130.0
	0.9	4962.3	3719.2	2873.5	2275.5	1838.9	1511.7	1260.8	1064.9	681.5	526.5	416.9	336.9	277.0	231.0	195.1

3. STIMA DELLA VARIAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Per stimare i volumi che defluiscono attraverso la rete 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 L.R. 11/2015 fornisce una tabella contenente i valori di riferimento dei coefficienti di afflusso φ .

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

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

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 6 – Coefficienti di deflusso suggeriti dalla L.R. 11/2015.

Uso del suolo	Ψ
Tetti a falde	0.90-1.00
Tetti metallici	0.90-1.00
Tetti a tegole	0.80-0.90
Tetti piani con rivestimento in cls	0.70-0.80
Tetti piani ricoperti di terra	0.30-0.40
Coperture piane con ghiaietto	0.80-0.90
Coperture piane seminate ad erba	0.20-0.30
Rivestimenti bituminosi	0.90-1.00
Pavimentazioni asfaltate	0.80-0.90
Pavimentazioni con asfalto poroso	0.40-0.50
Massicciata in strade ordinarie	0.40-0.80
Pavimentazioni di pietra o mattonelle	0.80-0.90
Lastricature miste, clinker, piastrelle	0.70-0.80
Lastricature medio-grandi con fughe aperte	0.60-0.70
Strade e marciapiedi	0.80-0.90
Superfici semi-permeabili (es. parcheggi grigliati drenanti)	0.60-0.70
Strade in terra	0.40-0.60
Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto	0.40-0.50
Viali e superfici inghiaiate	0.20-0.60
Zone con ghiaia non compressa	0.10-0.30
Superfici boscate	0.10-0.30
Superfici di giardini e cimiteri	0.10-0.30
Prati di campi sportivi	0.10-0.20
Terreni coltivati	0.20-0.60
Terreni incolti, sterrati non compatti	0.20-0.30
Prati, pascoli	0.10-0.50
Tipologia urbana	Ψ
Costruzioni dense	0.80-0.90
Costruzioni spaziate	0.70-0.80
Aree con grandi cortili e giardini	0.50-0.60
Quartieri urbani con fabbricati radi	0.30-0.50
Zone a villini	0.30-0.40
Giardini, prati e zone non destinate a costruzioni e a strade	0.20-0.30
Parchi e boschi	0.10-0.20

Sulla base delle esperienze raccolte dai Consorzi di Bonifica in Veneto, nell'ambito delle attività di verifica di compatibilità condotte nel territorio di competenza, in aggiunta alle categorie previste dalla L.R. 2015, si è ritenuto di prevedere una ulteriore voce relativa ai campi fotovoltaici, prevedendo per questa un coefficiente di deflusso convenzionale pari a 0.30-0.40 per tenere conto di un impedimento delle acque

alla libera infiltrazione sul suolo (seppur inerbite) al disotto del pannello stesso e per tener conto di minor tempo di corrivazione dell'ambito di intervento.

3.1 STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI ATTUALI

L'area oggetto di intervento è caratterizzata terreno agricolo e a verde.

La figura 4 riporta la foto aerea dell'utilizzo del suolo allo stato attuale all'interno dell'area di intervento. Utilizzando i valori del coefficiente di deflusso riportati in tabella 6 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 7 – Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato attuale

<i>Superficie</i>	<i>area effettiva (m²)</i>	<i>φ</i>	<i>area efficace (m²)</i>
Aree permeabili (aree agricole)	111'100.0	0.1	11'110.0
TOTALE	111'100.0	0.1	11'110.0

Sulla base delle considerazioni sopra esposte si sono stimati i coefficienti di deflusso medio attuale per le aree di intervento, secondo le indicazioni riportate nella L.R. 11/2015 e riportate nelle Tabella 6.

Il coefficiente di deflusso medio globale dell'area di intervento nello stato di fatto, come indicato in Tabella 7, risulta pertanto pari a 0.1.

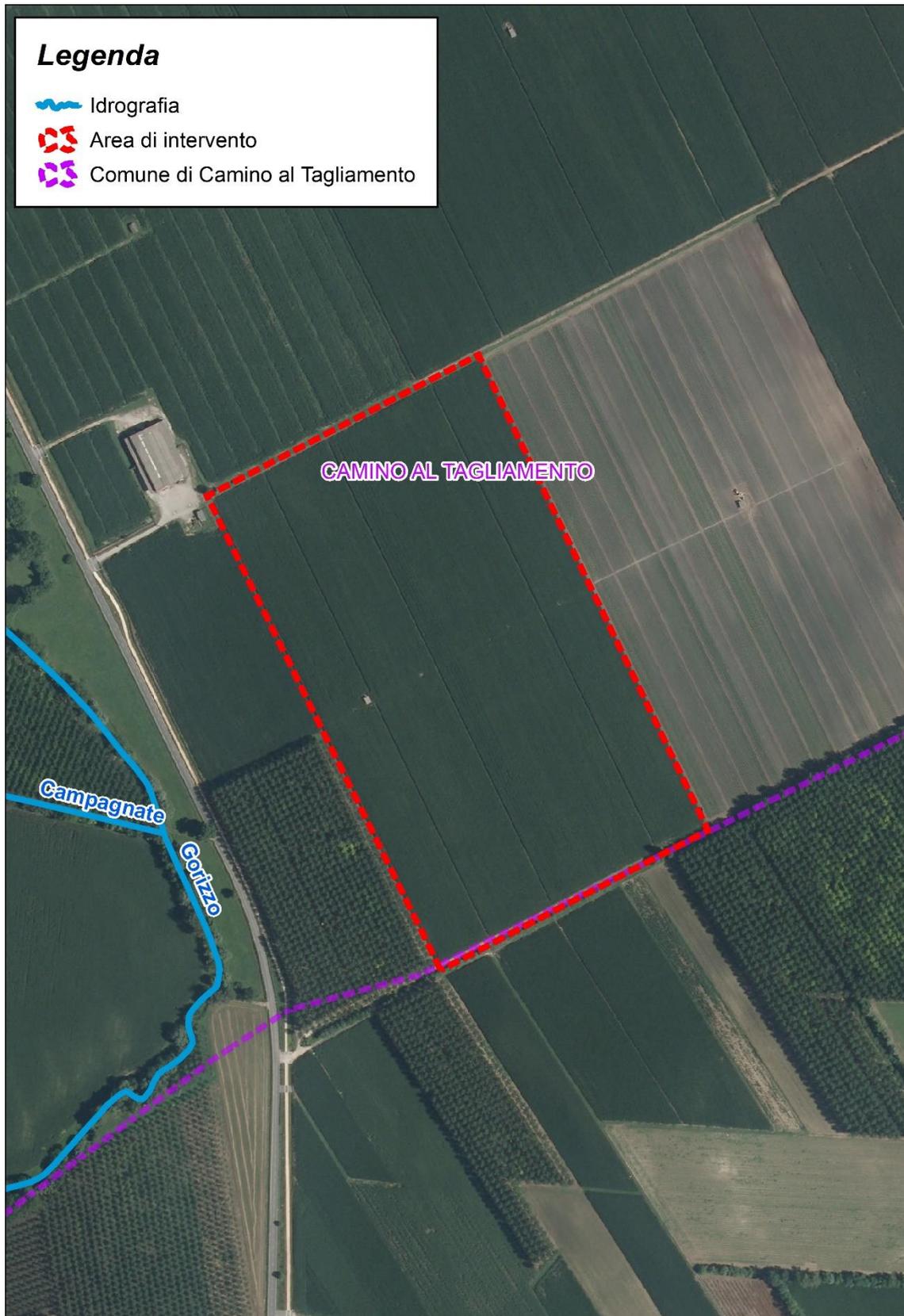


Figura 4 – Stato attuale dell'area di intervento – scala 1:5'000

3.2 STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato “Ello18 Solar 1”, da ubicarsi nel Comune di Camino Al Tagliamento (UD), di potenza nominale complessiva pari a 9'820,80 kWp.

L'ambito di intervento, come indicato nella Figura 5, è stato suddiviso in zone omogenee secondo l'uso del suolo previsto e ad ogni tipologia è stato associato un coefficiente di deflusso secondo le indicazioni riportate in Tabella 6, e secondo la stima analitica svolta per le pavimentazioni permeabili riportata in Tabella 8.

Si riporta in Tabella 8 il calcolo del coefficiente di deflusso medio nelle condizioni di progetto.

Tabella 8 – Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato di progetto

Superficie	area effettiva (m ²)	φ	area efficace (m ²)
Coperture di edifici (edifici/manufatti)	315.0	0.9	283.5
Pannelli FV ¹	43'877.0	0.4	17'550.8
Viabilità in stabilizzato	2'801.1	0.6	1'680.7
Aree verdi (verde)	64'106.9	0.2	12'821.4
TOTALE	111'100.0	0.29	32'336.3

Sulla base dei parametri sopra riportati si è stimato il coefficiente di deflusso medio nelle condizioni di progetto per l'intero ambito di intervento che risulta pari a 0.29.

Le figure 6 e 7 riportano un confronto tra i volumi generati dalle due aree nelle condizioni attuali e nelle condizioni di progetto durante una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 e 200 anni. Risulta evidente come l'intervento in progetto generi una variazione del comportamento idraulico dell'area, a causa dell'incremento del coefficiente di deflusso e, di conseguenza, del volume generato durante un evento di pioggia.

¹ Sulla base delle esperienze raccolte si è ritenuto di prevedere, per le aree occupate dai pannelli fotovoltaici, un coefficiente di deflusso convenzionale pari a 0.30-0.40 per tenere conto di un impedimento delle acque alla libera infiltrazione sul suolo (seppur inerbite) al disotto del pannello stesso e per tener conto di minor tempo di corrivazione dell'ambito di intervento.

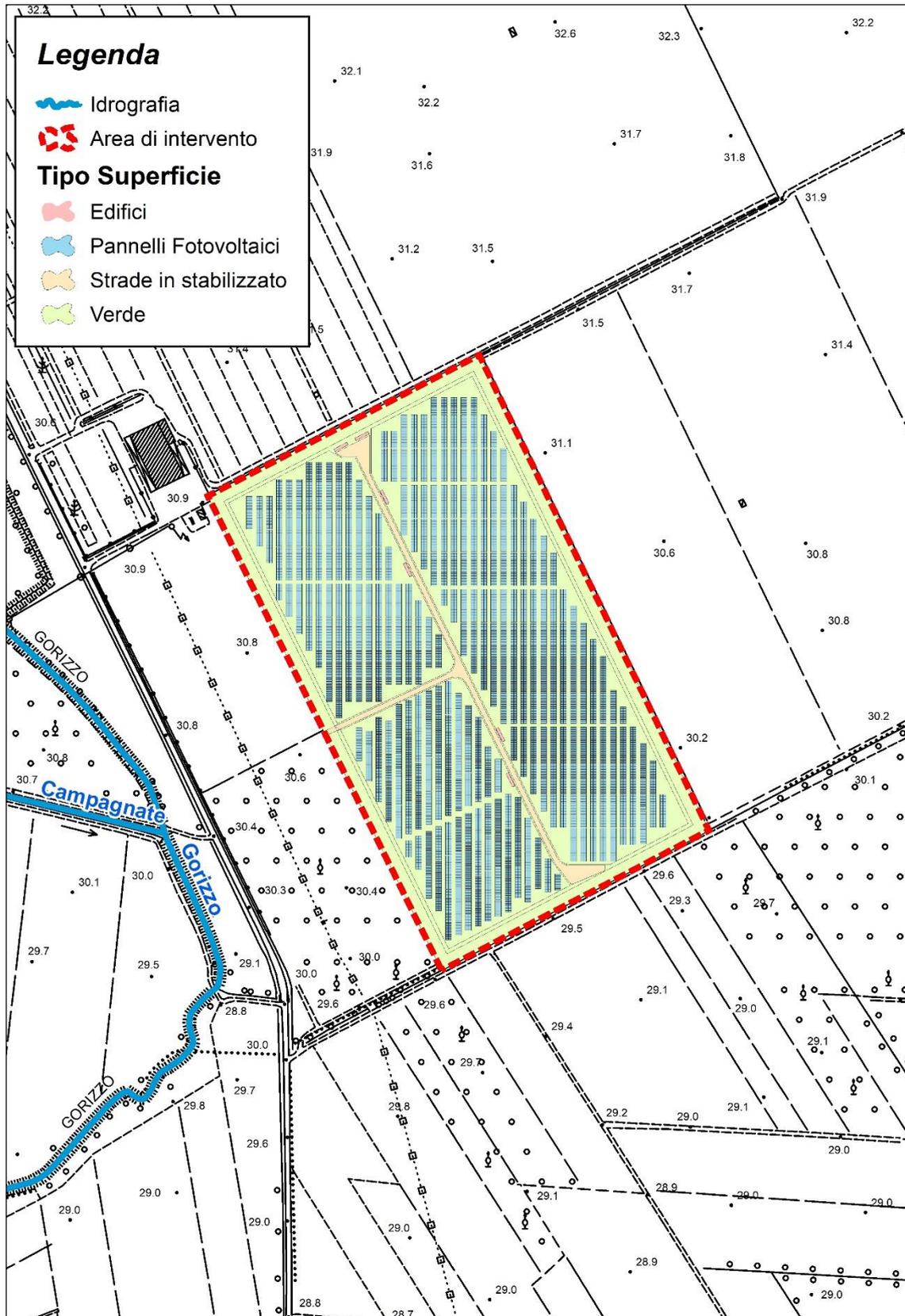


Figura 5 – Suddivisione dell'area dell'intervento in zone omogenee – scala 1:2'000

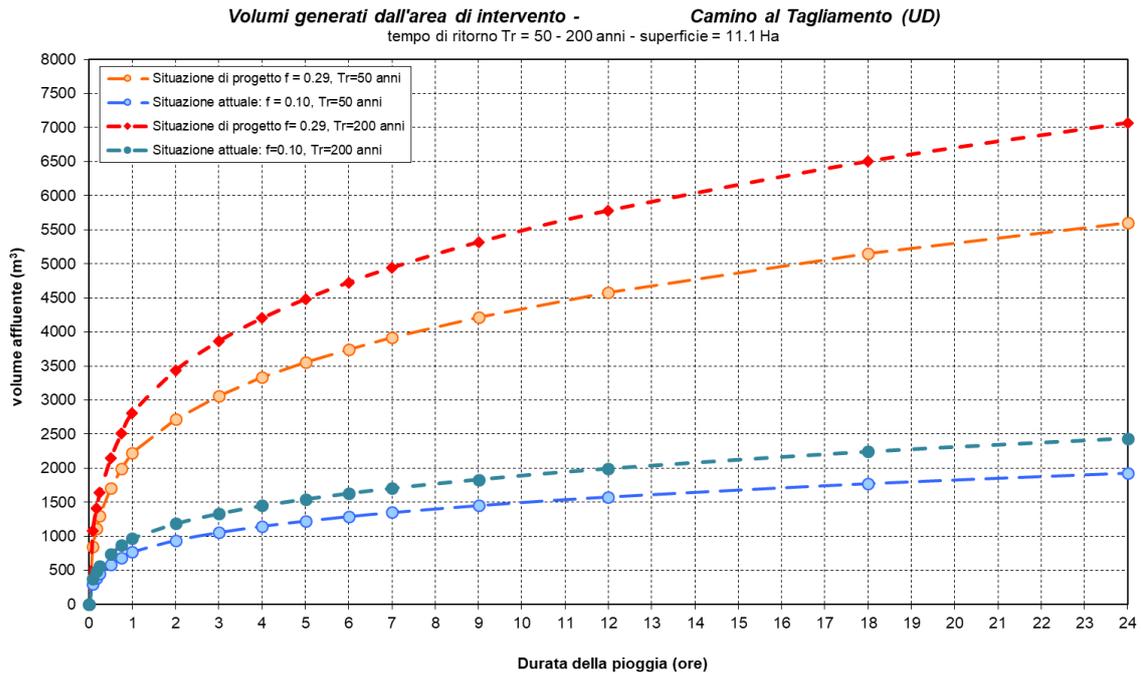


Figura 6 – Stima dei volumi generati nelle condizioni attuali e di progetto

A partire dalle relazioni di possibilità pluviometrica di cui al paragrafo 2, si possono 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 tempi di ritorno di 2, 20, 50 e 200 anni.

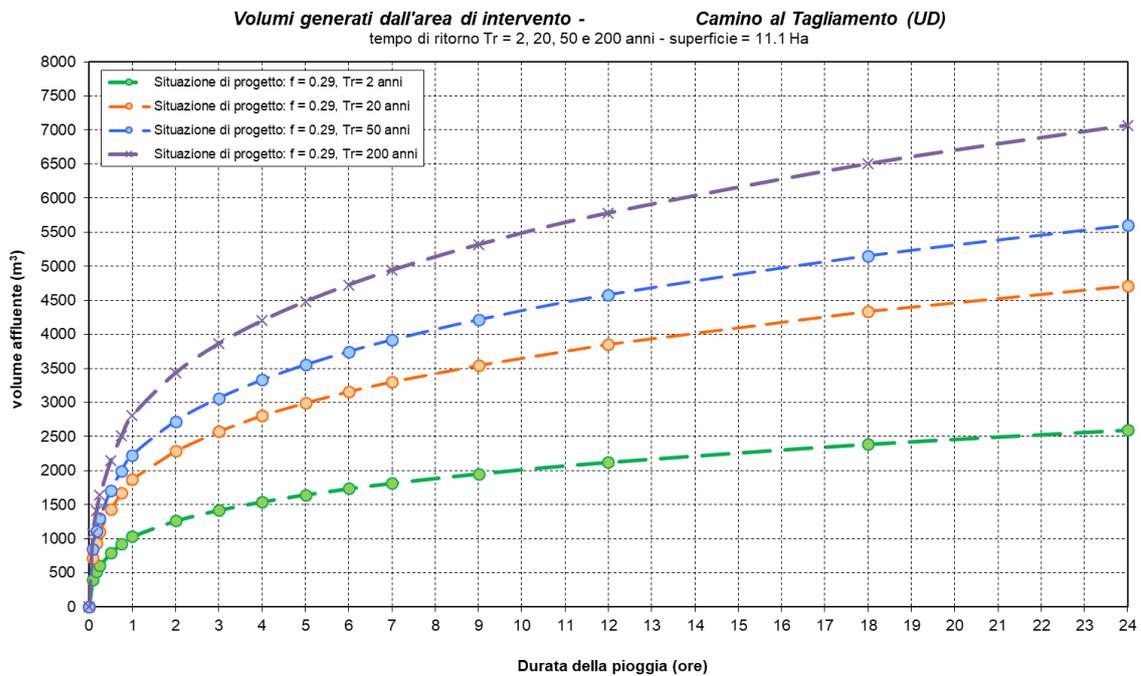


Figura 7: volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $T_r = 2, 20, 50$ e 200 anni per l'area di intervento

3.3 STIMA DEL GRADO DI IMPERMEABILIZZAZIONE

L'impatto idraulico dell'intervento edilizio risulta quindi direttamente proporzionale alla variazione del coefficiente di deflusso, poiché dallo stesso coefficiente dipende l'entità del volume complessivamente generato durante un evento piovoso.

La variazione del grado di impermeabilizzazione potrebbe teoricamente assumere anche valori negativi, qualora l'intervento determinasse una riduzione del coefficiente di deflusso globale (per esempio demolizione di un edificio e ricostruzione di un'area con maggior presenza di superfici a verde) e quindi una riduzione dell'impatto idraulico dell'area sulla rete di scolo.

Nel caso in esame, qualora la viabilità venisse realizzata con il tradizionale utilizzo di pavimentazioni in conglomerato bituminoso, l'impermeabilizzazione dovuta all'intervento calcolata come variazione della superficie equivalente di area impermeabilizzata, è calcolata mediante la seguente tabella:

Tabella 9 – Determinazione dell'impermeabilizzazione dell'intervento

Superficie	Superficie (m²)	Coefficiente di deflusso ϕ	Superficie efficace (m²)
Stato di fatto	111'100.0	0.10	11'110.0
Stato di progetto	111'100.0	0.29	32'336.3
Variazione superficie efficace			21'226.3

Dalla semplice analisi sull'utilizzo delle aree prima e dopo gli interventi in progetto si deduce che il coefficiente di deflusso medio passa dal valore dello stato attuale 0.10 al valore dopo gli interventi pari a 0.29, valori che con riferimento all'area di intervento determinano la creazione di circa 21'226 m² di nuova superficie potenziale impermeabilizzata.

4. PORTATA MASSIMA SMALTIBILE NEL SISTEMA DISPERDENTE

Normalmente le aree agricole sono caratterizzate da coefficienti udometrici dell'ordine di qualche l/s. 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 di circa 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 coefficienti udometrici assai elevati, che possono raggiungere e superare valori dell'ordine di 200 l/s·Ha. A tal proposito basti osservare la Tabella 5 con riferimento a un coefficiente di deflusso pari a 0.3 e tempo di corrivazione dell'ordine di 30 minuti (0.5 ore), da cui risulta un coefficiente udometrico di 94.2 l/s·Ha.

Si può notare però che il coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso risulta assai sensibile alla scelta del coefficiente di deflusso: se con coefficiente di deflusso $\psi=0.10$ si aveva $u=0.5$ l/s·Ha, ad un raddoppio dello stesso, $\psi=0.20$, corrisponde un coefficiente udometrico $u=5.6$ l/s·Ha, con un incremento di 10 volte. Per ovviare a tale incertezza viene usualmente suggerito l'utilizzo di valori dell'ordine di 5-10 l/s·Ha quale coefficiente udometrico massimo da assumere per le nuove lottizzazioni da realizzare su terreni agricoli, con riferimento al tempo di ritorno di progetto, al fine di garantire un efficace contenimento delle portate scaricate.

La scelta di utilizzare le curve di possibilità pluviometrica riferite a tempo di ritorno di 200 anni in luogo del valore di 50 anni stabilito dalla L.R. 11/2015 risiede nella possibilità di utilizzare dispositivi idraulici come misura compensativa per la laminazione delle piene fino ad un massimo del 75% degli incrementi di portata.

La stima del tempo di corrivazione per ciascuna zona può essere condotta utilizzando la formula di Ventura:

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

da cui si ottiene un tempo di corrivazione di 2h e 50 minuti.

Quanto alla stima del volume di invaso specifico si può assumere, nel caso in esame, un valore di 110 m³/Ha nello stato attuale, inferiore al valore caratteristico di 130 m³/Ha tipico di aree agricole per la presenza di superfici non soggette a lavorazioni agronomiche.

Nello stato di progetto si ritiene comunque che, per le caratteristiche del sistema progettato, i volumi di invaso non risulteranno comunque inferiori a 100 m³/Ha.

L'incertezza sulla determinazione del corretto coefficiente udometrico per valori bassi del coefficiente di deflusso richiede una valutazione approfondita. Nel caso in esame si possono stimare i coefficienti udometrici con i due modelli per i coefficienti di deflusso nelle condizioni attuali, valutando adeguatamente il tempo di corrivazione e il volume specifico di invaso avvalendosi delle tabelle 4 e 5.

Per scaricare le portate i sistemi disperdenti è necessario valutare il massimo valore di portata scaricabile determinata come il 75% dell'incremento di portata tra lo stato attuale e lo stato di progetto.

Tale valore viene di seguito calcolato.

Condizioni attuali

Il coefficiente di deflusso nella condizione antecedente alla realizzazione dell'intervento edilizio è stato assunto pari a 0.10 come desunto dall'analisi dell'uso delle superfici nello stato di fatto.

Si farà riferimento anche al tempo di ritorno di 200 anni in quanto si andranno ad utilizzare per lo smaltimento delle portate esclusivamente pozzi perdenti, fino all'incidenza massima del 75% degli incrementi di portata, come previsto dalla L.R. 11/2015.

Utilizzando la formula di Ventura per una superficie di 111134.6 m² si può calcolare un tempo di corrivazione di circa 2h e 50 minuti e si può assumere un volume specifico di invaso di 110 m³/Ha, valore tipico di aree coltivate con presenza di alcune pertinenze rurali tali da ridurre il valore rispetto all'usuale 130 m³/Ha.

Tabella 10 – Calcolo coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso per Tr= 200 anni

Condizioni ATTUALI Tr =200 anni	
Metodo Cinematico	Metodo dell'Invaso
Tempo di corrivazione stimato: 2h 50min	Invaso specifico stimato: 110 m ³ /Ha
Coefficiente udometrico: u = 9.2 l/s·Ha	Coefficiente udometrico: u = 0.8 l/s·Ha
MEDIA: 5.0 l/s·Ha	

Condizioni di progetto

Nella soluzione di progetto il coefficiente di deflusso sale a 0.29, mentre il tempo di corrivazione non potrà più essere calcolato con la formula di Ventura, studiata appositamente per terreni agricoli.

Studi svolti presso il Politecnico di Milano² hanno portato ad una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del condotto equivalente, sviluppato partendo dalla considerazione, che il deflusso superficiale è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti), che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Tali studi hanno condotto, per bacini di area sino a 10 ettari, all'equazione di Mambretti e Paoletti:

$$t_{ai} = \left[\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 0.5l_i}{s_i^{0.375} (\alpha\varphi S_i)^{0.25}} \right]^{\frac{4}{n+3}}$$

dove:

t_{ai} = tempo d'accesso dell'i-esimo sottobacino [s];

l_i = massima lunghezza del deflusso superficiale dell'i-esimo sottobacino [m];

s_i = pendenza media dell'i-esimo sottobacino [m/m];

φ_i = coefficiente di deflusso dell'i-esimo sottobacino;

² A. Paoletti, (1996): "Sistemi di fognature e di drenaggio", Ed. CUSL, Milano

S_i = superficie dell'i-esimo sottobacino [ha];

a, n = coefficienti dell'equazione della curva di possibilità pluviometrica (a [mm/ora] e n numero puro).

Per la determinazione di l_i viene proposta l'equazione seguente, dedotta sulla base di studi statistici sulla struttura topologica delle reti fognarie:

$$l_i = 19,1 (100 S_i)^{0,548}$$

Il tempo di rete t_r , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria; t_r è, quindi, determinato dal rapporto fra la lunghezza della rete e la velocità di moto uniforme che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni, ovvero:

$$t_r = \sum (l_i / V_i)$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo.

Nelle condizioni di progetto il volume specifico di invaso si riduce a causa della minore propensione dei terreni urbanizzati ad accumulare apporti meteorici, mentre il tempo di corrivazione può essere stimato sommando il tempo di accesso alla rete e il tempo di rete come proposto da Mambretti e Paoletti.

Tabella 11 – Calcolo del tempo di accesso alla rete con la formula di Mambretti e Paoletti

S_i (m ²)	l_i (m)	φ	s_i	a	n	t_a (sec)	t_a (min)
111110	891.6	0.290	0.001	87.2	0.290	1194	19.9

Considerando il tempo di rete trascurabile, vista la conformazione del terreno e l'ipotesi di collettare le portate in un fossato perimetrale per ruscellamento superficiale si ha:

$$t_c = t_a + t_r = 0.0 + 20.0 = \text{circa } 20 \text{ min}$$

Per il calcolo con il metodo dell'invaso si può assumere un volume specifico di invaso di 80 m³/Ha, valore tipico di aree urbanizzate.

Tabella 12 – Calcolo coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso per Tr= 200 anni

Condizioni PROGETTO Tr = 200 anni	
Metodo Cinematico	Metodo dell'Invaso
Tempo di corrivazione stimato: 20 minuti	Invaso specifico stimato: 80 m ³ /Ha
Coefficiente udometrico: u =125.6 l/s·Ha	Coefficiente udometrico: u = 74.3 l/s·Ha
MEDIA: 100.0 l/s·Ha	

In definitiva, quindi, la portata massima che potrà essere smaltita dai manufatti perdenti, date le dimensioni dell'area contribuyente di 111'000 m², con riferimento ad un tempo di ritorno di progetto di 200 anni, è quantificabile in $0.75 \cdot (100-5) = 71.25$ l/s·Ha, corrispondenti a 791 l/s da infiltrare attraverso i pozzi disperdenti.

Pur mantenendo il tempo di ritorno di progetto di 200 anni, ai fini della sicurezza delle opere progettate, si ritiene in ogni caso prudente ridurre il contributo di infiltrazione al massimo al 50% degli incrementi di portata, di conseguenza la massima portata smaltibile dal sistema sarà pari a $0.50 \cdot (100-5) = 47.5$ l/s·Ha, corrispondente ad una portata massima di 527 l/s complessivi.

Al fine di dimensionare correttamente i sistemi disperdenti è necessario avere la stima dei parametri geologico-geotecnici per mezzo di analisi in situ della permeabilità K.

Indagini condotte poco distanti dal sito in esame hanno permesso di determinare una permeabilità K pari a circa 5·10⁻⁴ m/s. Tale valore verrà preso come indicativo della permeabilità media della zona per un predimensionamento dei manufatti di scarico.

Risulta indispensabile, nel caso si voglia utilizzare un sistema di scarico per mezzo di sistemi perdenti, l'indagine in situ al fine di determinare il valore di permeabilità K locale e le caratteristiche del suolo in esame. Un'attenta analisi della giacitura media della falda freatica completerà le indagini necessarie all'utilizzo di tali sistemi per disperdere le portate generate dall'area

La valutazione della capacità d'infiltrazione dei sistemi adottati viene determinata con riferimento alla legge di Darcy:

$$Q_d = K \cdot J \cdot A$$

in cui:

Q_d portata dispersa, m³/s;

K coefficiente di permeabilità, m/s;

J cadente piezometrica, m/m;

A superficie netta d'infiltrazione, m².

La cadente piezometrica viene posta pari a 1.00 m/m poiché il tirante idrico sulla superficie filtrante risulta essere trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante al di sotto della trincea e la falda freatica convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

La trincea disperdente avrà lo scopo di disperdere sul suolo le acque meteoriche raccolte ed invase dal fossato perimetrale.

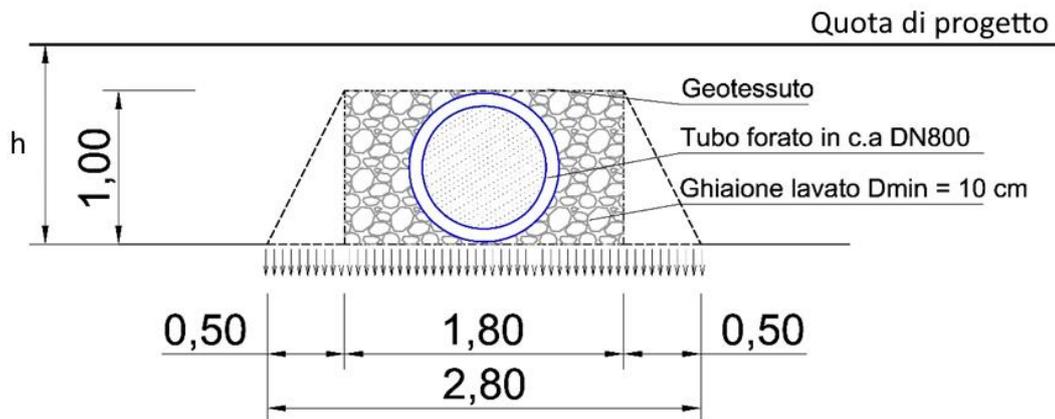


Figura 8 – Sezione tipo trincea disperdente utilizzata

Si determina che la portata nominale dispersa da un metro di trincea disperdente è pari a:

$$Q_{d,s} = K \cdot J \cdot A = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 2,8 = 1,4 \text{ l/s} \cdot \text{m} \text{ (per metro lineare di sviluppo)}$$

La trincea prevista ha un volume d'invaso specifico di 0,5 m³ a metro lineare (DN800). Ipotizzando di realizzare un sistema disperdente da 140 m di lunghezza otteniamo una portata massima scaricabile dalla trincea drenante a servizio della rete di raccolta è pari a:

$$Q_{out} = 1,40 \text{ l/s} \cdot \text{m} \cdot 140 \text{ m} = 196 \text{ l/s}$$

Valore ben inferiore al limite imposto pari al 50% dell'incremento di portata calcolato.

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 3.

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 200 anni, riportate nella figura 9.

La portata scaricata dall'area di intervento è stata limitata al valore massimo calcolato con riferimento alle condizioni attuali (200 l/s), come individuato al precedente paragrafo 4; per questo si è resa 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 nell'area può essere individuato con l'ausilio del grafico riportato nella figura 9 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.

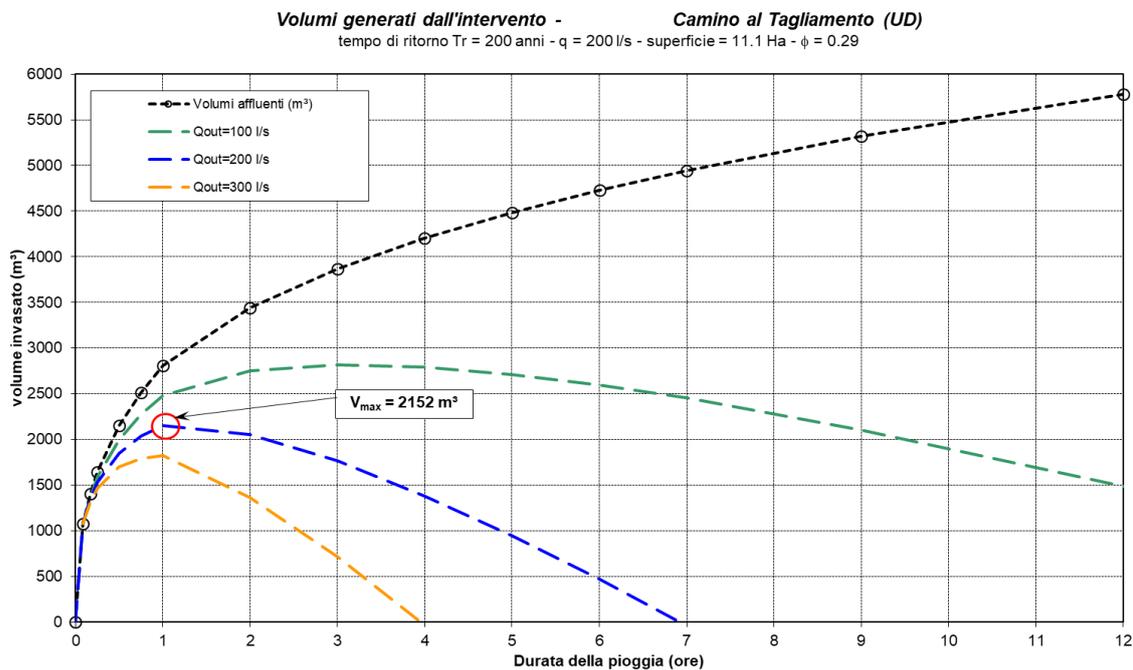


Figura 9 – volume da invasare nella rete di fognatura dell'intervento per un tempo di ritorno $T_r = 200$ anni

Dal bilancio tra i volumi affluenti alla rete e i volumi scaricati, con riferimento ad una portata complessivamente scaricata pari a 200 l/s, e una pioggia caratterizzata da tempo di ritorno di 200 anni, risulta necessario un volume di invaso complessivo di 2152 m³, corrispondente ad un volume specifico di invaso di circa 195 m³/Ha, come indicato in Figura 9.

È importante ricordare che il volume utile realizzato all'interno del sistema di invaso dovrà rimanere completamente al di sopra della quota di recapito finale almeno durante il regime di magra, al fine di consentire il naturale svuotamento dei volumi predisposti al termine dell'evento.

6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE

Per la laminazione della piena dovuta ad eventi meteorologici caratterizzati da tempo di ritorno di 200 anni, si rende necessaria la realizzazione di un volume di invaso minimo pari a circa 2152 m³ nel caso di scarico per mezzo di sistemi perdenti. Il volume complessivo garantisce il pieno rispetto del criterio dell'invarianza idraulica.

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.

Il volume di invaso sarà recuperato:

- All'interno di un fossato perimetrale che permette di invasare circa 2176 m³
- All'interno del sistema dispersivo, per una frazione pari al volume generato nella rete di tubazioni di diametro DN800 (circa 0.5 m³/m ovvero, per 140 m di linea, circa 70 m³).
- All'interno dei 4 pozzetti di collegamento tra il fossato e la rete di tubazioni disperdenti (generando circa 10 m³ di volume di invaso).

Il volume totale generato per l'invaso dal fossato perimetrale e il sistema disperdente è pari a circa 2256 m³, maggiore al volume di 2152 m³ richiesto calcolato nei precedenti paragrafi.

7. CARATTERISTICHE PARTICOLARI DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

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. Eventuali nuovi allacciamenti provenienti dall'esterno del perimetro di lottizzazione 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. Anche l'eventuale variazione di destinazione d'uso di alcune superfici rispetto all'attuale progetto andrà attentamente valutata dal punto di vista idraulico per via del possibile incremento dei volumi di laminazione necessari.

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.

8. 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, che dovrà essere realizzato con getto di calcestruzzo magro di almeno 10 cm di spessore.

Poiché il ricoprimento previsto al di sopra della rete acque bianche risulta limitato, si ritiene preferibile il ricorso a tubazioni in CLS centrifugato a base piana, con caratteristiche idonee a sopportare carichi di I categoria.

Il rinfiacco delle tubazioni dovrà essere generalmente realizzato in sabbia o altro materiale adeguatamente vagliato e costipato al fine di garantire una corretta distribuzione dei carichi laterali ed evitare deformazioni che potrebbero compromettere la stabilità della condotta.

In genere, infatti, i prefabbricatori di tubazioni in calcestruzzo, al fine di garantire la resistenza ai previsti carichi di I categoria, richiedono un ricoprimento di almeno 50 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Infine è da assicurare il corretto funzionamento dei giunti di tenuta, 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. A tale scopo potrebbe essere consigliabile l'uso di tubazioni con giunto in gomma incorporato nel bicchiere al posto delle guarnizioni inserite in fase di posa delle tubazioni, o in alternativa andrà curata con particolare cura la chiusura dei giunti tra gli elementi di tubazione con l'interposizione di una apposita guarnizione in gomma e la stuccatura del giunto con cordolo in CLS.

Per le caditoie è preferibile l'utilizzo di griglie in ghisa sferoidale con ampie apertura, di classe opportuna secondo le indicazioni della normativa e dovranno essere posizionate come previsto nell'allegata planimetria di progetto.

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.

9. CONCLUSIONI

Il presente studio ha posto in evidenza la possibilità di realizzare una serie di interventi finalizzati alla mitigazione dell'impatto idraulico derivante dall'attuazione dell'intervento in progetto.

Grazie alle ottime caratteristiche di permeabilità del terreno naturale è stato possibile valutare l'ipotesi progettuale della rete di raccolta e dei volumi invasati adottando lo scarico per mezzo di sistemi perdenti. In questo caso si fa riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratterizzate da un tempo di ritorno pari a 200 anni. La portata generata dall'ambito di intervento è stata calcolata utilizzando le curve di possibilità pluviometrica prodotte dal Software messo a disposizione dalla Regione Friuli Venezia Giulia e denominato "RainMap FVG" per tempo di ritorno di 200 anni.

La validazione di questo sistema di scarico necessita di un approfondimento in situ al fine di determinare il valore di permeabilità K dell'area, la giacitura media della falda freatica e la granulometria (con la frazione di argilla/limo presente). Il valore di permeabilità idraulica K utilizzato per il predimensionamento è stato individuato da recenti analisi in campo fatte nel Comune di Codroipo in prossimità dell'area oggetto di studio.

La massima portata scaricata è stata limitata ad un valore inferiore al 50% dell'incremento di portata ovvero a circa 200 l/s. Lo scarico avviene per mezzo di una trincea drenante di 140 m caratterizzata da una tubazione forata in CLS da 800 mm.

Il volume totale generato per l'invaso dal fossato perimetrale e il sistema disperdente è pari a circa 2256 m³ superiore ai 2152 m³ richiesti.

Eventuali variazioni di destinazione d'uso del suolo in fase di progetto rispetto a quanto riportato nella presente valutazione dovranno essere considerate al fine di computare correttamente l'impatto delle opere in progetto sul regime idraulico dell'ambito di intervento.

10. ELABORATI GRAFICI ALLEGATI

Tav. AMBd03 – Planimetrie di inquadramento

Tav. AMBd04 - Progettazione idraulica definitiva

Padova, 28 Febbraio 2023

Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
<p>Aplus S.r.l. - Ing. Omar Tosatto</p> 	<p>Aplus S.r.l. - Ing. Roberta Gadia</p> 	<p>Ellomay Solar Italy Eighteen S.r.l.</p>