

**REGIONE VENETO**  
**COMUNE DI AGORDO**  
**PROVINCIA DI BELLUNO**

**Nuovo Impianto di Recupero di Rifiuti Speciali Non  
Pericolosi in Comune di Agordo- Località Polane**

Ditta

**DITTA F.lli DE PRA' S.p.A. - Ponte Nelle Alpi**

Allegato

**E Relazione Acque di Dilavamento**

Data: febbraio 2018

Il Progettista:  
Dott. Ing. Eugenio De Demo  
(firmato in modo digitale)

Il Proponente

**ENCO**  
ENGINEERING  
CONSULTANTS

AZIENDA CERTIFICATA  
ISO9001  
con S.G.S cert.  
n°IT04/1184

ENCO Engineering Consultants Srl  
Via Feltre 183  
32030 Bribano di Sedico (BL)  
[info@enco.org](mailto:info@enco.org)

E0831-DL-\_relaz\_acque-dilavamento-.doc

i sensi degli artt.2043-2049C.C. e artt. 622-623C.P. è vietata la riproduzione e l'uso del presente elaborato senza l'autorizzazione della ENCO

## INDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3 EQUAZIONE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....</b>	<b>5</b>
<b>4 STIMA DELLA PORTATA DRENATA DALL' AMBITO.....</b>	<b>9</b>
4.1 letogramma di progetto.....	9
4.2 Perdite idrologiche.....	10
4.3 Trasformazione afflussi - deflussi.....	11
4.4 Verifica della portata evacuata dai pozzi perdenti.....	14

## 1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente è allegata al progetto per la realizzazione di un impianto di recupero di rifiuti speciali inerti non pericolosi (demolizioni) in comune di Agordo (BL) località Polane per conto della Ditta F.lli De Prà S.p.A.- con sede in Ponte nelle Alpi (BL).

Si tratta di un completamento dell'attività economica della società volta a meglio rispondere alle richieste di mercato, ad ottimizzare l'utilizzo di risorse naturali (valorizzazione degli spazi in concessione) e strutturali (valorizzazione dell'impianto e delle attrezzature esistenti).

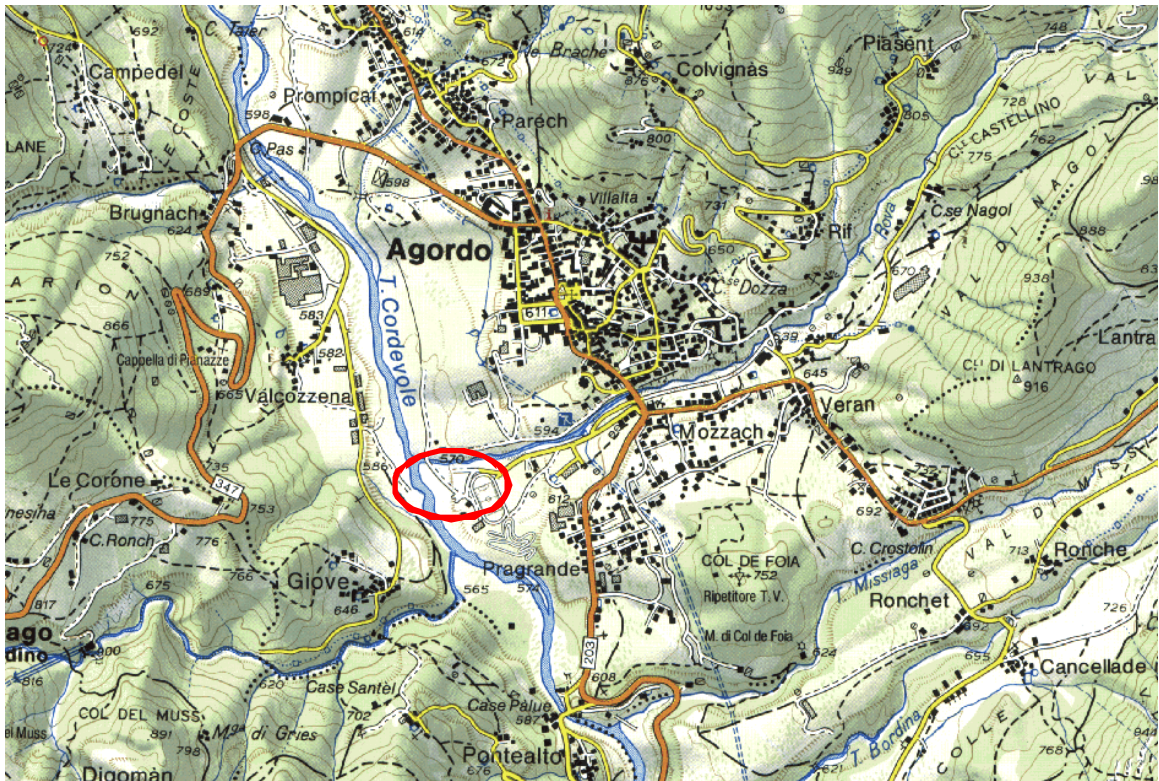
La ditta F.lli De Prà spa. è iscritta al n. 22 del Registro Provinciale di Belluno, delle Imprese che effettuano operazioni di recupero di rifiuti non pericolosi ai sensi degli artt. 214 - 216 del D.Lgs. 152/2006 e smi. per l'impianto sito in Località Polane in Comune di Agordo.

Con Determinazione Costitutiva N. 1019 del 07/06/2013 era stata rinnovata, sino al 30 maggio 2018 tale iscrizione e con successiva autorizzazione n. 33 del 29-03-2018 l'attività è stata prorogata fino al 30-05-2019.

La relazione determina i volumi relativi alle acque di dilavamento delle aree interessate dallo stoccaggio dei rifiuti inerti non pericolosi, delle zone di lavorazione e di messa in riserva dei prodotti finiti prima delle analisi di rito, il trattamento di disoleatura e di deposito dei fanghi e il loro smaltimento attraverso dispersione nel suolo;

## 2 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

La corografia seguente illustra l'ubicazione dell'ambito, a Sud-Ovest del centro di Agordo: l'impianto di lavorazione inerti di Polane si trova alla confluenza del torrente Rova con il torrente Cordevole, confina a Nord con la nuova tangenziale di Agordo, non indicata in corografia, e ad Est con lo stadio polisportivo di Agordo.



**Figura 1** – Inquadramento geografico dell'area di intervento su Tavoleta IGM. Scala 1:25000.

### 3 EQUAZIONE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

La stazione pluviometrica di Agordo venne installata nel 1935 dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque e gestita successivamente, dal 1985 in poi, dal Centro Meteorologico di Teolo. Essa consta di una serie storica di 88 anni per le precipitazioni di durata superiore all'ora, mentre la serie storica delle durate inferiori all'ora ha 33 elementi, in quanto solo i dati dal 1985 sono affidabili per le durate di pioggia brevi

Il Centro Meteorologico ha fornito i dati di precipitazione massimi annuali per gli anni a disposizione, rispettivamente per le durate di pioggia inferiori all'ora (i cosiddetti scrosci) e per le durate di pioggia superiori all'ora e inferiori al giorno.

Date le piccole dimensioni del lotto da esaminare, si opera sulle serie storiche delle durate inferiori all'ora, procedendo alla determinazione della equazione di possibilità pluviometrica degli **scrosci** con il metodo di Gumbel. Esso assegna all'evento caratterizzato dal tempo di ritorno  $T_r$  la seguente espressione:

$$X(T_r) = \bar{X} + \frac{Y(T_r) - \bar{Y}_N}{S_N} \cdot S_X$$

Il significato dei simboli è il seguente:

$X(T_r)$	Evento (altezza di pioggia per una certa durata, es. 5 minuti) che viene mediamente eguagliato o superato ogni $T_r$ anni
$\bar{X}$	Media degli eventi considerati nella serie storica (es. media delle precipitazioni massime annuali di durata 5 minuti)
$Y(T_r)$	Variabile ridotta $Y(T_r) = -\ln\left(-\ln\frac{T_r-1}{T_r}\right)$
$\bar{Y}_N$	Media della variabile ridotta: dipende solo dal numero N di anni di osservazione ed è tabulata
$S_N$	Scarto quadratico medio della variabile ridotta: dipende solo dal numero N di anni di osservazione ed è tabulato
$S_X$	Scarto quadratico medio degli eventi della serie storica.

Per semplicità di notazione e di calcolo si riscrive così l'espressione precedente:

$$X(T_r) = \bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \cdot \bar{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} \cdot Y(T_r) = \text{"Moda"} + \text{"Alpha"} \cdot Y(T_r)$$

Si riportano in colonna le serie ordinate in senso decrescente dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 5, 10, 15, 30 e 60 minuti: di ciascuna serie vengono calcolati, in

fondo alla colonna, la media e lo scarto quadratico medio. In base al numero di elementi della serie, per ciascuna si riportano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta, desunti dalle tabelle (Da Deppo ed altri, “Sistemazione dei corsi d’acqua”, 1995). Questi parametri permettono di calcolare i valori di “Moda” e “Alpha” per ogni serie, e quindi dell’evento con un certo tempo di ritorno: per ciascuna durata di pioggia, da 5 minuti a 60 minuti, si calcolano le altezze di pioggia aventi tempi di ritorno 5, 10, 20, 50 e 100 anni.

Note la media e lo scarto quadratico medio di ciascuna serie di dati e la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta si sono calcolate le precipitazioni, per tutte le durate esaminate, aventi un determinato tempo di ritorno mediante la formula:

$$X(T_r) = \bar{X} - \frac{S_x}{S_N} \cdot \bar{Y}_N + \frac{S_x}{S_N} \cdot Y(T_r)$$

Tali dati sono stati riportati in un grafico ed approssimati con una equazione che rappresenta l’equazione di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (20 anni, 50 anni e 100 anni).

Stazione pluviometrica di Agordo		n° anni di osservazione 33					dal 1985 al 2017
Durate	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	
N	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1	6.2	10.4	12.4	16.6	21.4	25.6	
2	6.4	12.6	18.6	20	20.4	20.8	
3	5.8	10.6	14.6	22.6	30.0	34.6	
4	4.4	7.6	9.2	11.0	12.8	16.0	
5	5.0	7.2	8.8	11.0	14.6	19.8	
6	5.6	7.6	8.8	13.0	15.4	16.4	
7	4.4	5.4	6.6	9.6	12.6	15.8	
8	6.4	10.0	12.4	21.8	24.2	25.6	
9	7.6	11.8	14.8	17.4	20.6	24.6	
10	7.8	13.4	16.8	22.4	29.0	35.2	
11	7.4	12.6	15.2	20.2	22.0	22.8	
12	4.6	7.8	9.6	15.0	21.0	25.8	
13	9.8	15.0	18.0	22.0	22.2	22.4	
14	11.4	21.0	24.2	29.6	33.2	33.8	
15	8.6	14.2	17.0	30.2	34.4	35.4	
16	11.8	20.4	25.4	32.0	37.4	38.2	
17	7.2	11.2	15.4	17.6	18.0	19.0	
18	8.0	13.2	17.4	24.4	28.6	32.4	
19	8.4	14.0	17.2	23.8	38.6	42.4	
20	5.4	7.4	8.4	12.6	14.2	17.0	
21	8.8	10.4	13.4	20.0	21.0	21.2	
22	10.2	17.8	24.2	38.4	46.0	48.4	
23	9.4	12.8	14.6	15.8	16.2	19.6	
24	14.0	14.6	17.0	21.2	28.2	33.2	
25	10.2	19.8	23.6	28.2	29.0	29.2	
26	4.4	7.0	10.0	17.4	23.2	24.6	
27	8.8	14.2	15.4	16.8	21.8	30.8	
28	5.8	9.2	11.0	18.0	21.0	21.6	
29	5.8	9.6	13.6	19.8	22.6	23.6	
30	5.4	8.4	11.4	14.8	18.2	20.8	
31	4.8	7.2	10.0	11.8	13.6	14.6	
32	6.0	9.8	13.4	18.8	21.8	23.8	
33	7.0	12.0	13.6	16.8	19.4	20.0	
<b>Media</b>	<b>7.4</b>	<b>11.7</b>	<b>14.6</b>	<b>19.7</b>	<b>23.4</b>	<b>25.9</b>	
<b>Scarto quad medio</b>	<b>2.4</b>	<b>4.0</b>	<b>4.8</b>	<b>6.5</b>	<b>8.0</b>	<b>8.2</b>	
<i>N°valori</i>	33	33	33	33	33	33	
<i>Y<sub>N</sub> media ridotta</i>	0.5388	0.5388	0.5388	0.5388	0.5388	0.5388	
<i>S<sub>N</sub> dev stand ridotta</i>	1.1399	1.1399	1.1399	1.1399	1.1399	1.1399	
<i>Moda</i>	6.23	9.81	12.32	16.63	19.64	22.03	
<i>Alpha</i>	2.10	3.51	4.24	5.73	6.99	7.21	
<i>Minuti</i>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	
<i>Ore</i>	0.083	0.167	0.250	0.500	0.750	1.000	
5 anni	9.4	15.1	18.7	25.2	30.1	32.8	
10 anni	10.9	17.7	21.9	29.5	35.4	38.2	
20 anni	12.5	20.2	24.9	33.7	40.4	43.4	
50 anni	14.4	23.5	28.9	39.0	46.9	50.1	
100 anni	15.9	26.0	31.8	43.0	51.8	55.2	

**Tabella 1 - Precipitazioni massime annuali per le diverse durate inferiori all'ora, ordinate cronologicamente, per la stazione di Agordo; calcolo degli eventi di dato tempo di ritorno per ciascuna durata.**

## Equazioni di possibilità pluviometrica

Durate di precipitazione inferiori all'ora

Stazione pluviografica di Agordo  
n° anni di osservazione 33

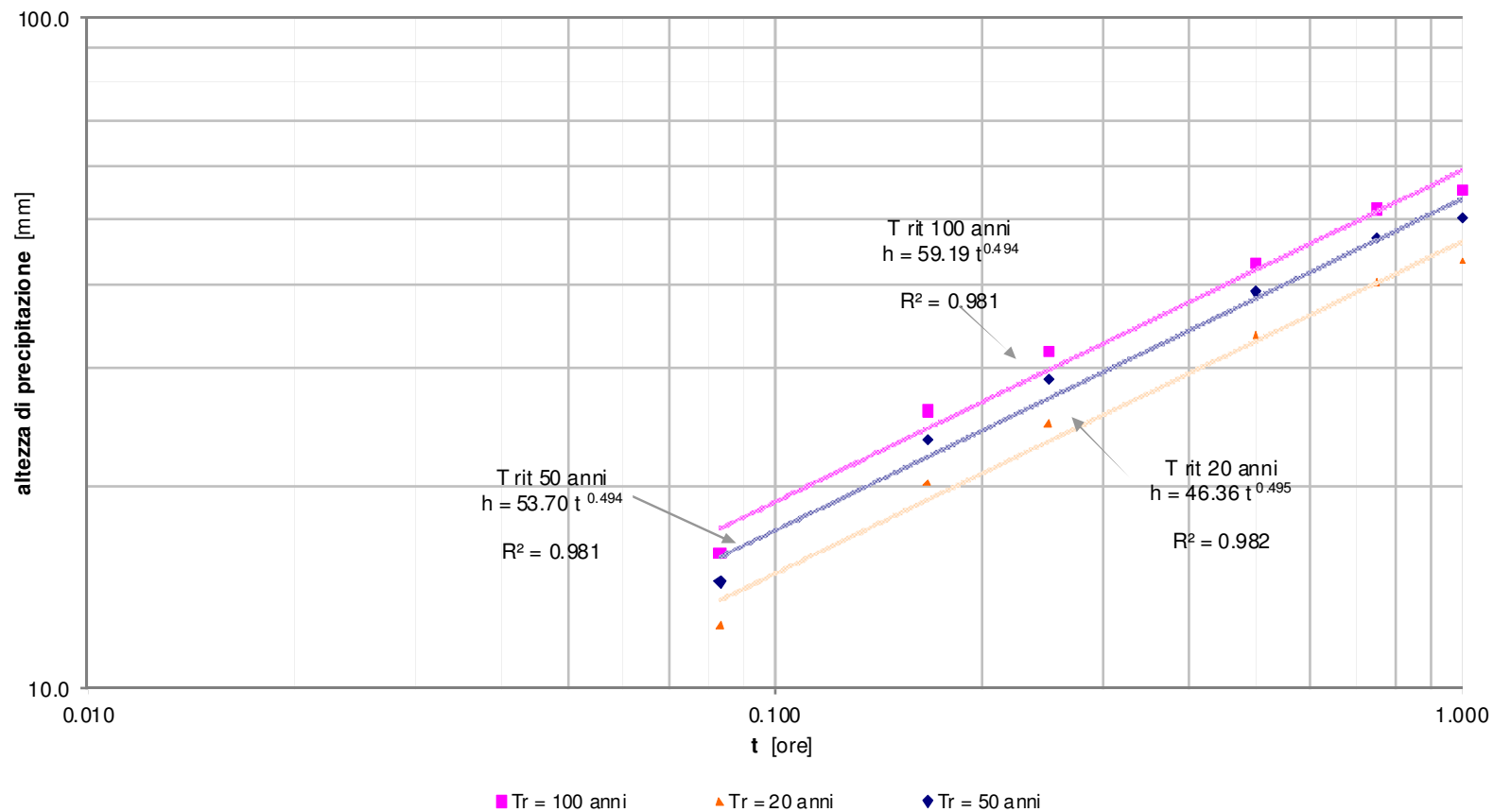


Figura 2 – Equazioni di possibilità pluviometrica della stazione di Agordo per eventi di durata inferiore all'ora e tempi di ritorno di 20, 50 e 100 anni.

---

Si eseguono le verifiche per un **tempo di ritorno di 50 anni**. L'equazione di possibilità pluviometrica corrispondente, con  $h$  in mm e  $t$  in ore, è:

$$h = 53.70 t^{0.494}$$

A favore della sicurezza non si ragguaglia l'equazione alla superficie del bacino.

## 4 STIMA DELLA PORTATA DRENATA DALL' AMBITO

La stima della portata drenata dall'ambito con tempo di ritorno 50 anni viene condotta con il **metodo del Soil Conservation Service**, stante la dimensione limitata dell'area e l'estrema semplicità dello schema di drenaggio.

L'area adibita al recupero dei rifiuti ha un'area pari a:

$$A = 1974 \text{ m}^2 = 0.001974 \text{ km}^2$$

Essa è pavimentata in misto stabilizzato, steso sopra una guaina impermeabile.

Per la stima dei deflussi ci si è avvalsi del software HEC HMS del US Army Corps of Engineers, che permette di simulare la trasformazione afflussi - deflussi di sistemi idrografici con struttura ad albero, utilizzando diversi metodi sia per le perdite idrologiche che per la trasformazione vera e propria.

### 4.1 Ietogramma di progetto

Data l'equazione di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 50 anni:

$$h = 53.70 t^{0.494}$$

Si calcolano il totale di precipitazione e l'intensità media di precipitazione corrispondenti a durate di pioggia da 8 minuti a 20 minuti, adeguate alle dimensioni molto piccole del bacino:

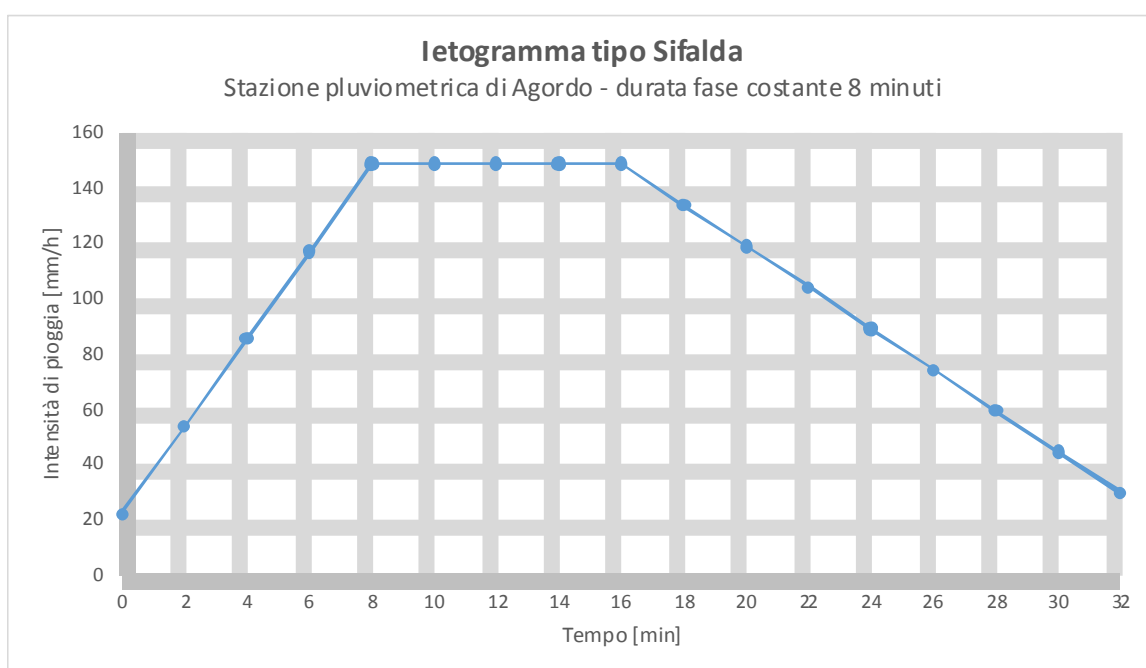
t [min]	t [ore]	h [mm]	i [mm/h]
8	0.13	19.85	148.85
10	0.17	22.16	132.96
14	0.23	26.17	112.14
20	0.33	31.21	93.63

---

Si assume uno ietogramma di progetto tipo Sifalda, ovvero uno ietogramma in cui la fase di durata  $d$  in cui la pioggia ha l'intensità  $i_d$  (T rit 50 anni) è preceduta da una fase ad intensità crescente e seguita da una fase ad intensità decrescente. La durata totale della pioggia è  $4d$ , così caratterizzata:

- Parte iniziale di durata  $d$  ed intensità crescente da  $0.15 i_d$  a  $i_d$
- Parte centrale di durata  $d$  ed intensità costante  $i_d$
- Parte finale di durata  $2d$  ed intensità decrescente da  $i_d$  a  $0.2 i_d$

Uno ietogramma siffatto è più simile ad una pioggia reale, dato che l'intensità cresce sino ad un valore massimo e poi decresce. Si riporta il grafico della pioggia avente intensità massima per un tempo di 8 minuti, con durata totale della precipitazione 32 minuti.



**Figura 3** – Ietogramma tipo Sifalda di pioggia con tempo di ritorno 50 anni su una durata di 8 minuti. Durata totale della pioggia 32 minuti

## 4.2 Perdite idrologiche

Nel caso in oggetto le perdite idrologiche sono state stimate con il metodo empirico **SCS Curve Number** del Soil Conservation Service statunitense, che assegna un numero adimensionale detto CN al bacino, in funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti.

La tipologia del suolo è stata assunta di **tipo D**, ovvero con potenzialità di deflusso molto alta, tipo suoli sottili con orizzonti impermeabili in vicinanza della superficie. Infatti la pavimentazione in misto stabilizzato si trova sopra una guaina, stesa appositamente per impermeabilizzare il piazzale.

La condizione iniziale del suolo è stata assunta di **tipo I**, ovvero poco umido, mentre per l'uso del suolo si è assunto il valore del CN per strade in terra battuta in condizioni antecedenti poco umide, e precisamente:

$$CN = 77$$

La perdita iniziale  $I_a$ , ovvero l'altezza di pioggia che viene subito assorbita dal terreno all'inizio della precipitazione, viene stimata sulla base del massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione  $S$ , funzione a sua volta del CN:

$$I_a = 0,2 S = 0,2 \cdot 254 \cdot \left( \frac{100}{CN} - 1 \right) = 15.2 \text{ mm}$$

### 4.3 Trasformazione afflussi - deflussi

La trasformazione afflussi deflussi viene effettuata con il **metodo dell'idrogramma unitario del Soil Conservation Service** perché fornisce un idrogramma tendenzialmente ripido e stretto, adatto quindi al bacino in esame, di area molto limitata, e perché richiede la stima di un solo parametro, il tempo di lag o di ritardo del bacino, che corrisponde approssimativamente a 3/5 del tempo di corrivazione.

$$T_l = \frac{3}{5} T_c$$

I parametri stimati per il piazzale di recupero dei rifiuti sono:

$$T_c = 8 \text{ min}$$

$$T_{lag} = 5 \text{ min}$$

Avendo caratterizzato il bacino con il tempo di ritardo, la perdita iniziale ed il numero di curva CN, si sono eseguite delle simulazioni con le seguenti durate di pioggia, e corrispondenti altezze totali di pioggia (tempo di ritorno 50 anni):

Durata fase critica pioggia	Durata totale pioggia	$i$ fase critica [mm/h]	$h$ totale [mm]
8 minuti	32 minuti	148.85	55.20
10 minuti	40 minuti	132.96	61.60
14 minuti	56 minuti	112.14	72.71
20 minuti	80 minuti	93.63	86.68

**Tabella 2** – Durate di pioggia considerate nel modello, intensità e pioggia cumulata totale. Stazione pluviometrica di Agordo, tempo di ritorno 50 anni.

Le simulazioni con diverse durate di pioggia consentono di valutare la durata critica a cui corrisponde il massimo della portata. Nella tabella seguente sono elencati i risultati ottenuti.

Durata fase critica pioggia	Q max [l/s]	Pioggia totale [mm]	Altezza deflusso [mm]	Coeff. deflusso
8 minuti	25	55,2	29,78	0,54
10 minuti	26	61,6	35,27	0,57
14 minuti	<b>27</b>	72,7	45,09	0,62
20 minuti	26	86,67	57,79	0,67

**Tabella 3** – Portate scaricate dal bacino per diverse durate di pioggia; pioggia totale, altezza di deflusso e coefficiente di deflusso.

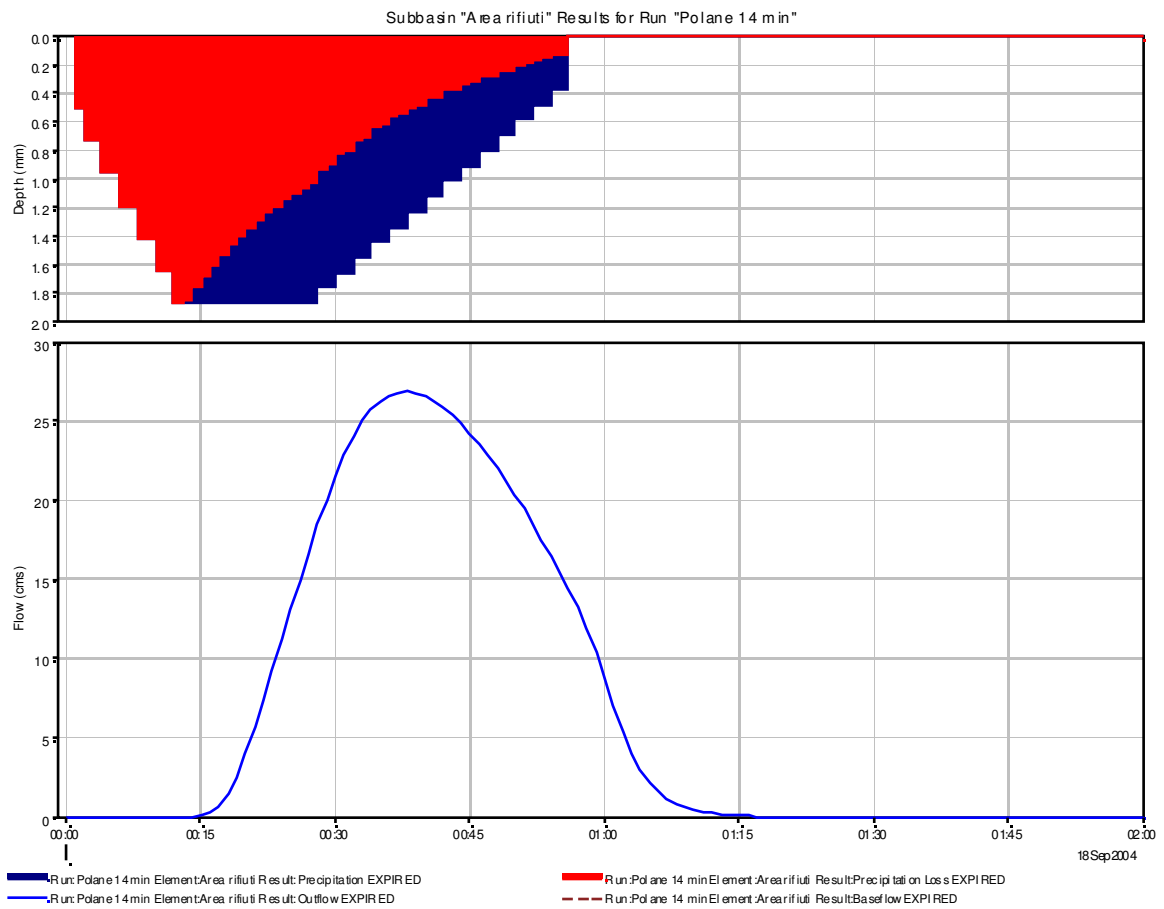
La durata critica di precipitazione è 14 minuti. Il coefficiente di deflusso risulta di 0,62, e la portata:

$$Q_{50} = 27 \text{ l/s}$$

Il coefficiente udometrico risulta:

$$u = \frac{Q}{S} = \frac{27 \text{ l/s}}{0.1974 \text{ hm}^2} = 137 \frac{\text{l}}{\text{s hm}^2}$$

Si riporta il grafico dello ietogramma e dell'idrogramma di piena calcolato.



**Figura 4** – letogramma di pioggia (parte persa in rosso, parte defluita in blu) ed idrogramma di piena calcolato con il modello per l'area deposito rifiuti di Polane. Durata di pioggia 56 minuti totali, di cui 14 minuti alla massima intensità, con Tempo di ritorno 50 anni.

---

#### 4.4 Verifica della portata evacuata dai pozzi perdenti

La portata di filtrazione si calcola con la formula di Darcy:

$$Q_f = k j A_f$$

dove:

$Q_f$	portata evacuata dal pozzo	
$K$	permeabilità del terreno: ghiaia con materiale limoso sabbioso	$10^{-3}$ m/s
$i$	cadente piezometrica: in questo caso non vi è falda attorno al pozzo e viene assunta pari a 1	1
$A_f$	area efficace, ovvero superficie laterale di un cilindro avente raggio $R + z/2$ , dove $z$ è la profondità dell'acqua nel pozzo (2 m)	

Si realizzano 2 pozzi perdenti di diametro 1 m e profondità utile dell'acqua 2m.

Si ha perciò:

$$R + \frac{z}{2} = 0.50 + \frac{2}{2} = 1.50 \text{ m}$$

$$A_f = 2\pi \left(R + \frac{z}{2}\right) z = 6.28 \cdot 1.50 \cdot 2.00 = 18.84 \text{ m}^2$$

$$Q_f = k j A_f = 10^{-3} \cdot 1 \cdot 18.84 = 0.019 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 19 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

La portata complessivamente scaricata dai due pozzi quando sono riempiti fino al troppo pieno vale perciò:

$$Q = 2 \cdot 19 = 38 \frac{\text{l}}{\text{s}} > 27 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

La verifica è soddisfatta; si consideri che vi è un ulteriore volume di invaso per circa 1 m al di sopra del troppo pieno.