



COMUNE DI PATERNO CALABRO

Provincia di Cosenza

REGIONE



CALABRIA

Lavori di "Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini della potenzialità di 1.000 a.e.. Adeguamento funzionale degli impianti di depurazione di loc. Pugliano (pot. 300 a.e.) e loc. Spadolette (pot. 300 a.e.). Realizzazione rete fognaria di parte del centro urbano e collettamento all'impianto di depurazione di Loc. Cimini" - **I° Stralcio funzionale.**



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Progettazione:



Sede Legale e Sede Operativa

Viale della Repubblica, 154 - Cosenza

Tel. 0984/393037

Email: info@progreenambiente.it

PEC: progreenambiente@pec.progreenambiente.it

Codice: **PD/PE**

10.02.

Titolo:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Scala:

1:1000

Timbri:

Direttore Tecnico



Il Responsabile Unico del Procedimento: Geom. Maurizio Piccolo

Data:

Rev.	Data:	Descrizione revisione	Eseguito:	Controllato:	Approvato:
A					
B					
C					

1.1 Premessa

L'intervento in progetto riguarda la rifunionalizzazione dell'impianto di depurazione in località Cimini del Comune di Paterno Calabro, con la dismissione delle vasche del vecchio impianto ormai vetuste e la realizzazione di un nuovo impianto a fanghi attivi. L'area di intervento, della superficie complessiva di circa 600 mq, è la stessa del vecchio impianto che oggi è priva di qualsiasi tipo di pavimentazione, il progetto prevede la sistemazione finale della parte alta dell'area (per una superficie di circa 400 mq) tramite la realizzazione di una pavimentazione in materiale lapideo compattato, formato da un primo strato di circa 20 cm, costituente il sottofondo, realizzato con pietrame di pezzatura più grossa e da un secondo strato di finitura di circa 10 cm realizzato con pietrame di pezzatura più piccola adeguatamente compattato. Tale scelta progettuale sostanzialmente non modificherà la permeabilità del sito e quindi non sono state previste particolari opere di regimentazione delle acque meteoriche.

1.2 Calcoli

Per la stima della legge di pioggia, da utilizzare per le aree d'interesse, si è fatto riferimento ai dati delle piogge intense di breve durata, sulla base delle quali sono state determinate le portate di deflusso superficiale massima attesa (chiamata portata di progetto Q_p). E' stata fatta un'analisi idrologica, basata sui dati delle piogge registrate dalla stazione pluviometrica di Domanico (CS) codice 1000 (*anni rilevati 1939/2012*) che riportano le piogge massime annuali di durata 1-3-6-12-24 ore, mediante l'ausilio dei valori estremi di Gumbel. Il sistema idraulico viene dimensionato sulla base delle piogge intense di breve durata con periodo di ritorno (TR) di 30 anni.

Lo studio idrologico prevede l'analisi statistica delle serie storiche delle altezze di pioggia estreme per assegnata di una stazione pluviometria vicina al sito, la scelta è caduta su Domanico che, oltre alla vicinanza, ha caratteristiche ambientali e climatiche simili a quelle del sito della discarica; inoltre la serie dei dati è sufficientemente lunga, infatti parte dalla metà degli anni 50 fino al 2012, per cui il significato statistico è sufficientemente attendibile ai fini di una distribuzione di probabilità. Nel caso specifico si è fatto uso della distribuzione di probabilità dei valori estremi di Gumbel.

Sono stati presi a riferimento i valori massimi annuali di precipitazione della stazione pluviometria del comune di Domanico (CS), disponibili sul sito web <http://www.cfd.calabria.it/> del centro funzionale multirischi dell'Arpacal.

DATI PLUVIOGRAFICI

(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)

Stazione di : Domanico CS

Quota (m s.l.m.) : 743

Numero di osservazioni : N = 52

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1955	39,40	34,20	44,40	50,60	60,60
1956	27,00	37,00	44,40	55,00	91,40
1957	18,00	30,40	47,00	73,00	129,10
1959	33,60	42,80	73,00	125,10	130,10
1960	19,60	40,60	60,60	114,50	147,50
1961	33,40	51,80	71,40	94,20	117,60
1962	24,00	40,00	75,20	97,00	116,80
1963	16,40	30,00	36,60	56,00	61,60
1964	20,40	47,00	66,00	83,20	128,50
1965	27,20	53,00	79,00	97,80	128,50
1966	43,60	51,20	94,60	142,70	172,50
1967	27,00	61,00	95,00	120,50	123,10
1968	25,00	59,00	85,00	96,20	102,30
1969	20,40	30,00	55,00	86,00	133,10
1970	25,20	41,20	69,20	76,00	89,60
1971	18,00	27,40	34,00	47,00	74,00
1972	16,20	35,80	56,60	71,20	101,60
1974	19,80	44,20	61,20	83,80	104,30
1975	17,40	26,80	51,60	70,60	82,40
1977	20,40	38,00	48,60	63,60	84,60
1978	42,40	55,80	59,40	86,20	113,60
1979	15,40	38,40	61,20	97,60	133,10
1980	40,40	49,80	49,80	63,20	89,20
1981	22,80	61,20	94,60	136,50	163,30
1982	22,20	48,40	77,40	96,20	124,10
1983	18,60	52,20	79,20	103,80	151,50
1984	18,60	31,60	55,20	92,60	96,20
1985	31,00	60,00	69,60	86,00	99,20
1986	18,20	34,80	63,40	82,20	82,20
1987	29,40	67,40	97,60	108,50	108,50
1991	21,40	27,60	34,20	52,80	57,80
1992	28,80	45,60	68,00	75,40	97,40
1993	15,20	28,60	34,00	45,60	64,60
1994	25,60	28,60	36,60	48,00	74,20
1995	16,80	26,80	46,80	71,80	89,60

1996	35,40	36,60	56,80	85,00	116,00
1997	24,80	34,00	44,40	63,00	94,00
1998	24,60	36,20	69,00	98,80	105,20
1999	23,80	33,20	45,40	65,20	81,40
2000	23,20	44,20	72,00	74,20	92,20
2001	36,40	36,60	47,40	58,20	58,20
2002	24,80	42,00	55,00	55,20	64,00
2003	17,20	31,40	59,60	64,20	64,20
2004	25,80	32,20	59,00	66,00	96,00
2005	16,80	22,80	34,80	54,40	64,00
2006	17,60	41,80	47,40	60,20	88,20
2007	22,80	31,00	31,80	38,00	45,00
2008	18,40	34,40	50,00	54,00	59,60
2009	15,20	26,80	39,00	49,60	77,80
2010	29,00	57,20	64,20	69,80	884,00
2011	27,80	45,60	63,60	102,60	115,40
2012	21,20	55,20	93,80	124,00	136,60

I dati di precipitazione estrema della stazione pluviometrica sono stati elaborati mediante la funzione di densità di probabilità di Gumbel:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

Dove:

$$\alpha_t = \frac{1.283}{\sigma(h_t)}$$

$$u_t = \mu(h_t) - 0.45\sigma(h_t)$$

$\sigma(h_t)$: Scarto quadratico medio

$\mu(h_t)$: media

I parametri u_t e α_t sono caratteristici della distribuzione di Gumbel e sono ricavati sulla base dei dati di precipitazione estrema e vengono riportati in tabella 3:

Tabella 3 – Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	52	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		24,30	40,76	59,78	79,48	114,72
$\sigma(h_t)$		7.33	11.09	17.71	24.92	112.64
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.17	0.12	0.07	0.05	0.01
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		21.00	35.77	51.81	68.26	64.03

Il tempo di ritorno (T_r) espresso in anni è relazionato all'altezza di pioggia (x_t) mediante la distribuzione di probabilità di Gumbel la cui equazione è la seguente:

$$F(x_t) = \frac{T_r - 1}{T_r} \quad (2)$$

Si calcola quindi l'altezza di pioggia regolarizzata x_t per ogni tempo di ritorno (T_r), mediante la seguente formula:

$$x_t = u - \alpha(\ln(\ln(F(x_t)))) \quad (3)$$

Si riportano di seguito le altezze di pioggia regolarizzata per i tempi di ritorno (T_r) considerati nell'analisi che sono: 10, 30, 50, 100 e 200 anni (tabella 3).

Tabella - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

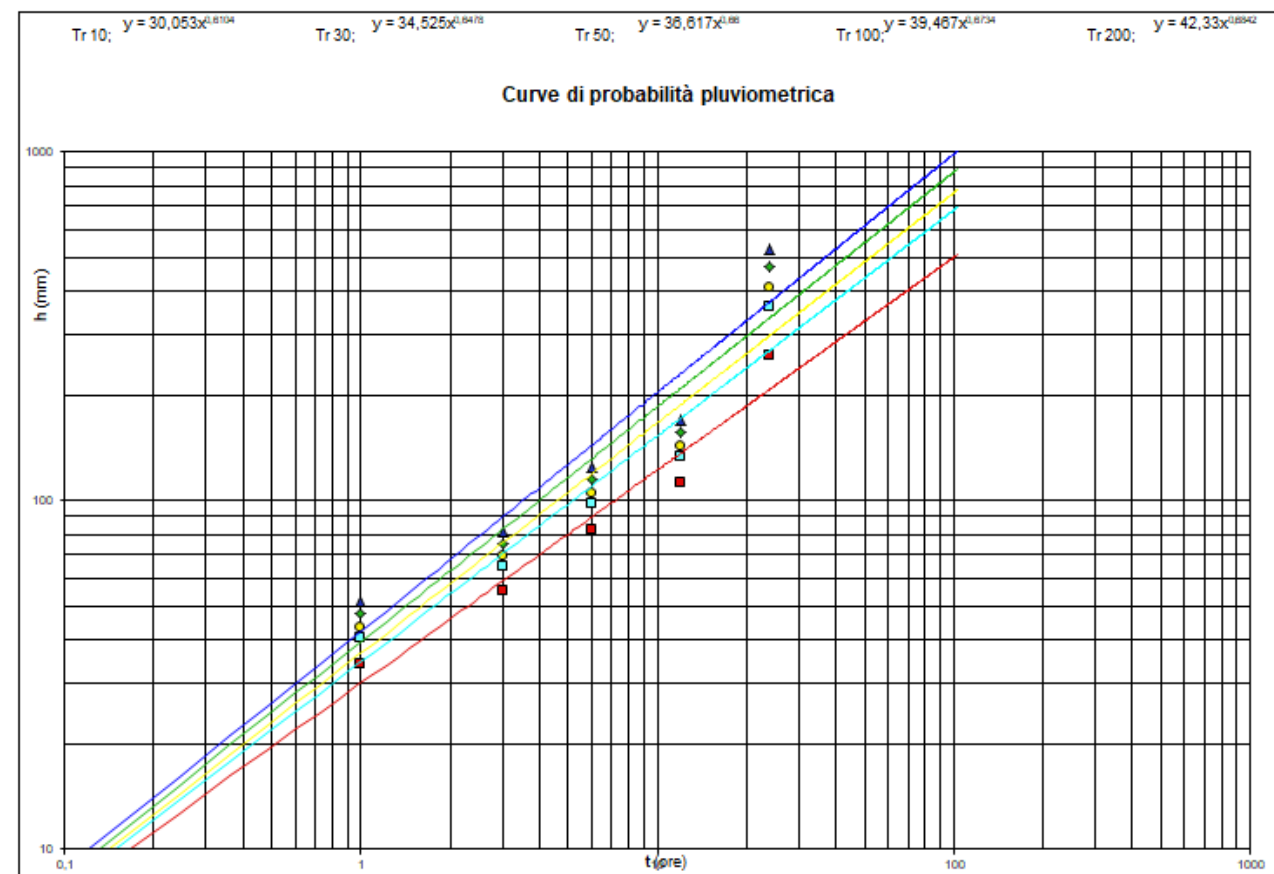
T_r		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	33.86	55.22	82.87	111.98	261.60
30 anni	$h_{max} =$	40.34	65.03	98.53	134.01	361.15
50 anni	$h_{max} =$	43.30	69.50	105.67	144.06	406.59
100 anni	$h_{max} =$	47.29	75.54	115.31	157.63	467.89
200 anni	$h_{max} =$	51.26	81.56	124.91	171.14	528.96

Si costruiscono poi le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica (CSPP) per assegnato tempo di ritorno (Tr) mediante la seguente relazione:

$$h(d, Tr) = a_t \cdot d^n \quad (4)$$

Si riportano di seguito le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (CSPP) ottenute mediante la precedente formula (figura 2):

Curve Segnalatrici di Probabilità pluviometrica



Dalle curve di probabilità pluviometrica (CSPP) sono stati ottenuti i valori dei parametri : a , n e $h(d, Tr)$ per i vari tempi di ritorno.

Tabella – Parametri delle curve di probabilità pluviometrica

Tr (anni)	a_t (mm/h ⁿ)	n(adim)	h(t,Tr)(mm)
10	30.0531	0.6104	3.79
30	34.5255	0.6478	3.83
50	36.6167	0.6600	3.90
100	39.4667	0.6734	4.02
200	42.3302	0.6842	4.15

Considerato il tempo di ritorno $Tr = 30$ anni i valori da considerare per le successive elaborazioni sono:

$$a_t = 34.5255 \quad n = 0.6478 \quad h(t, Tr) = 3.83 \text{ mm}$$

La valutazione delle porzioni di aree sottese dai vari tratti di opere di regimentazione è stata effettuata su base cartografica del sito e da rilievo topografico le cui superfici vengono riportate nella tabella che segue. Sono state individuate le direzioni prevalenti del flusso di ruscellamento superficiale delle acque meteoriche.

La parte di sottobacino ubicata a monte del depuratore e quella a sud hanno entrambe una superficie scolante poco significativa:

	BACINO
A (mq)	400

Si ipotizza che la durata critica del “bacino” coincida con il tempo di corrivazione t_c espresso in ore e calcolato mediante la seguente relazione del metodo razionale:

$$t_c = 0.25 + 0.27\sqrt{A} \quad (5)$$

Dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore)

A = area del bacino drenato espresso in Km²

Per ogni superficie di drenaggio in cui è stato suddiviso il sito in oggetto di intervento, sono stati ottenuti tempi diversi di corrivazione, è stato omesso il bacino di pertinenza della cunetta tratto CD data la sua superficie contenuta.

	BACINO
tc (ore)	0,2554

A questo punto è possibile calcolare la portata di massima piena generata da un evento meteorico con un dato tempo di ritorno. In letteratura sono disponibili numerosi metodi per il calcolo della portata di massima piena. Nel caso in esame verrà applicato il metodo razionale:

$$Q_{max} = \phi \cdot i \cdot A \quad (6)$$

Dove:

Q_{max} = portata massima di piena (mc/s)

ϕ = coefficiente di afflusso (adimensionale compreso tra 0 e 1)

$i = h(d, Tr)/tc$ intensità di pioggia (mm/h)

A = area del bacino (kmq)

La valutazione delle porzioni e delle caratteristiche delle aree sottese dai tratti di strutture di raccolta delle acque superficiali, è stata fatta, come già detto, dall'analisi cartografica e dal rilievo topografico effettuato sul sito interessato, dal quale sono state tracciate le curve di livello che hanno permesso di individuare le direzioni prevalenti di deflusso superficiale delle acque meteoriche.

I valori del coefficiente di afflusso, per casistiche analoghe al sito in esame, vengono generalmente calcolati mediante la media pesata delle aree sottese ai singoli tratti di opere idrauliche di raccolta (fosso di guardia, canalette), tenendo conto delle caratteristiche specifiche delle sottoaree (presenza di fabbricati, zone impermeabilizzate, tipologia di terreno, presenza di asfalto, ecc.), utilizzando la seguente formula:

$$\phi_{tot} = \frac{\sum \phi_i \cdot A_i}{A_{tot}} \quad (7)$$

Mediante i rilievi in campo è stato possibile verificare una omogeneità tipologica di copertura delle superfici da considerare nei presenti calcoli.

Per la scelta del coefficiente di afflusso ϕ si è tenuto conto di tali caratteristiche specifiche, scegliendo il valore di ϕ tra i valori riportati in tabella, reperibili in letteratura:

Tipologia	ϕ
Sup. impermeabilizzate	0.95
Pavimentaz. In asfalto/aree con tetti	0.85
Zone edificate (case, vialetti e alberi)	0.70
Zone edificate (costruzioni dense)	0.80
Terreno di ripristino/coltivato molto permeabile	0.20
Terreno coltivato poco permeabile	0.50
Bosco rado/pascolo (terreno molto permeabile)	0.15
Bosco fitto (terreno molto permeabile)	0.10

In base a quanto sopra detto, si è scelto un coefficiente di deflusso pari a 0,24 per la situazione ante operam ed un coefficiente di deflusso pari a 0,40 per la situazione post operam.

Applicando la formula per il calcolo della portata massima (6) è possibile definire i valori della portata max:

Stato di fatto $\phi=0,25$	Fosso di guardia a monte Q_{max} (mc/s)		Stato di progetto $\phi=0,40$	Fosso di guardia a monte Q_{max} (mc/s)
Tr = 10 anni	0,02		Tr = 10 anni	0,03
Tr = 30 anni	0,02		Tr = 30 anni	0,03
Tr = 50 anni	0,02		Tr = 50 anni	0,03
Tr = 100 anni	0,03		Tr = 100 anni	0,03
Tr = 200 anni	0,03		Tr = 200 anni	0,04

1.3 Conclusioni

Applicando il procedimento di calcolo proposto si definiscono i valori di portata Q_{max} ;

- a) Area bacino sottesa da fosso ante operam $Q_{max} = 0,02$ mc/s.
- b) Area bacino sottesa da fosso post operam $Q_{max} = 0,03$ mc/s.

Quanto sopra a dimostrazione che l'intervento in oggetto non modifica in maniera significativa l'impermeabilità dell'area e quindi il naturale deflusso ed assorbimento delle acque meteoriche.