



STUDIO GEOTECNICO ITALIANO s.r.l.

Dott. Ing. Paolo Leopoldo Beer, Dott. Piergiacomo Beer, Dott. Luciano Taddei, Dott. Ing. Ilaria Tonelli



COSMARI

COMUNE DI CINGOLI (MC)
LOCALITÀ FOSSO MABIGLIA

IMPIANTO DI DISCARICA
PER RIFIUTI NON PERICOLOSI
DI FOSSO MABIGLIA

PROGETTO ESECUTIVO DELLA COPERTURA I STRALCIO

Studio Geotecnico Italiano S.r.l.

Dott. Ing. V. Pastore (direttore tecnico)

Dott. Ing. Paolo Leopoldo Beer

Dott. Piergiacomo Beer

Dott. Luciano Taddei

Dott. Ing. Ilaria Tonelli



STUDIO GEOTECNICO ITALIANO S.r.l.
Dott. Ing. Valeriano Pastore
Iscrizione Albo degli Ingegneri
Provincia di Milano
N. 22123



1	EMISSIONE	G.F.	G.F.	V.P.	21.11.2018
REV. Rev.	DESCRIZIONE Description	REDAZIONE Edited	VERIFICA Checked	AUTORIZZAZIONE Authorized	DATA Date

STUDIO GEOTECNICO ITALIANO	IDENTIFICAZIONE SGI														
	SGI identification														
	COMMESSA					/	CODICE ARCHIVIO		ELABORATO		EMISSIONE				
CONTRATTO N. – Contract Nr.	0	7	8	5	7	–	1	3	9	R	0	4	E	0	1

TITOLO – Title

RELAZIONE IDRAULICA

ARCHIVIO INTERNO
X:\m7857\Protocol\Out

SCALA – Scale

SCALA GRAFICA – Graphic scale



STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl
ingegneria geotecnica - ingegneria sismica - ingegneria ambientale
geologia applicata

COSMARI

Comune di Cingoli (MC)

Località Fosso Mabiglia

Discarica per rifiuti non pericolosi di Fosso

Mabiglia

Progetto esecutivo della copertura

1° Stralcio

Relazione idraulica

07857-139R04/FRE/gf

Emissione	Data	Redatto (IP/RP)		Controllato (RP)	Approvato (DTR)
E01	21/11/2018	Desmos	G. Fretti	Paolo Parla	Valeriano Pastore
E02					
E03					



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

I N D I C E

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Definizioni.....	1
2.	SISTEMI DI GESTIONE DELLE ACQUE BIANCHE	4
2.1	Inquadramento idraulico dell'area.....	4
2.2	Metodologia di dimensionamento della rete di drenaggio	4
2.2.1	Metodologia di calcolo della portata critica (metodo cinematico)	5
2.2.2	Metodologia di calcolo della portata di esercizio.....	6
2.3	Dati di progetto	7
2.4	Gestione delle acque meteoriche interne in fase di post esercizio	8
2.4.1	Dimensionamento della linea CLF.....	9
2.5	Recapito delle acque meteoriche nel Fosso Mabiglia e nel Torrente Pavarella	12

ALLEGATI

Allegato 1: Determinazione Linee segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP)

Allegato 2: Verifica delle linee di regimazione acque meteoriche



1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto le valutazioni di carattere idraulico connesse alla realizzazione della prima parte della copertura definitiva della discarica per rifiuti non pericolosi, ubicato nel comune di Cingoli (MC) in località Fosso Mabiglia.

Il progetto esecutivo in oggetto riguarda la realizzazione della copertura del Settore 1 e Settore 2 della discarica e dei sistemi ad essi connessi essendo in tali settori ormai raggiunta la capacità complessiva, ovvero le quote di massima coltivazione autorizzate.

Nel presente documento saranno discussi gli aspetti idraulici connessi con la realizzazione del terzo stralcio esecutivo della discarica, con particolare riferimento ai dimensionamenti idraulici del sistema di regimazione delle acque meteoriche provenienti dal capping dei due lotti della discarica.

1.1 Definizioni

La progettazione del capping della discarica è stata effettuata cercando di minimizzare l'interazione con la rete idrica superficiale e sub- superficiale in fase di post- gestione della discarica stessa.

Sotto il profilo idrologico superficiale, è possibile individuare le seguenti tipologie di acque che interessano l'area della discarica; si distingue generalmente fra **acque bianche** e **acque nere**.

Fra le **acque bianche** occorre considerare:

- acque bianche esterne (meteoriche),
- acque bianche interne (meteoriche),
- acque bianche provvisorie (meteoriche interne),
- acque di prima pioggia (meteoriche),
- acque sotterranee di infiltrazione.

Fra le **acque nere** occorre considerare:

- Acque nere di scarico dai locali,
- Acque di percolato.

Acque meteoriche esterne (acque bianche)

Vengono definite acque bianche esterne le acque di origine meteorica provenienti dallo scolo di aree non direttamente interessate dal transito dei mezzi e dallo stoccaggio dei rifiuti.

Nell'ambito del sito in oggetto tali acque sono rappresentate dalle acque meteoriche esterne alla discarica che, non entrando in contatto con le aree di gestione e transito dei rifiuti, sono già attualmente raccolte da un sistema di captazione perimetrale al sito e convogliate verso il reticolo idrografico superficiale a valle dell'area di discarica.

Il presente progetto non riguarda interventi su tale sistema.

Acque meteoriche interne (acque bianche)

Vengono definite acque bianche interne le acque provenienti dallo scolo di aree facenti parte dell'impianto di discarica.

Nel caso in oggetto tali acque sono quelle di origine meteorica che andranno ad interessare la copertura definitiva della discarica.

Nel presente progetto è stata prevista la realizzazione di un canale perimetrale (CLF) ed inviate ai punti di scarico nel reticolo idrografico superficiale.

Acque meteoriche provvisorie interne (acque bianche)

Sono state definite acque bianche provvisorie le acque meteoriche interne, provenienti cioè dallo scolo di aree che interessano le parti delle vasche impermeabilizzate, ma non ancora contenenti rifiuti, opportunamente separate dalle zone di stoccaggio;

Per queste acque è stata realizzato un sistema di raccolta costituito da canalizzazioni aventi lo scopo di convogliare le precipitazioni al recapito superficiale. Il presente progetto non riguarda interventi su tale sistema.

Acque di prima pioggia

Vengono definite acque di prima pioggia le acque meteoriche ricadenti su superfici impermeabilizzate (asfaltate e/o pavimentate) per un determinato periodo di tempo all'interno di un'area.

Nel caso specifico le acque di prima pioggia sono le acque meteoriche che ricadono sui piazzali di servizio esistenti e sulle strade della viabilità interna.

Le acque piovane ricadenti su tali superfici vengono già raccolte da un sistema di caditoie disposte su strade e piazzali stessi e inviate, mediante tubazioni interrato, ad una vasca di prima pioggia; da qui le acque vengono rilasciate al reticolo idrografico superficiale previo controllo della loro qualità.

Il presente progetto non riguarda interventi su tale sistema.

Acque di infiltrazione (sotterranee)

Vengono definite acque di infiltrazione le acque di origine meteorica che si possono rinvenire negli strati più superficiali del terreno come risultato della infiltrazione delle acque meteoriche che percolano nel sottosuolo a bassa profondità, dando luogo talvolta ad una modesta circolazione idrica con velocità di flusso estremamente lenta.

Tali acque vengono captate dalla trincea drenante e recapitate al reticolo idrografico superficiale.

Il presente progetto non riguarda interventi su tale sistema.

Acque di percolato (acque nere)

Per percolato si intende il complesso dei prodotti liquidi dell'estrazione, per azione solvente dell'acqua (meteorica o già contenuta nei rifiuti), dei contaminanti organici e inorganici nel corpo rifiuti e della decomposizione della eventuale sostanza organica dei rifiuti ad opera dei batteri.

Tali acque vengono captate da un sistema costituito da dreni e pozzi e convogliate a un parco serbatoi per il loro stoccaggio e, da qui, ad impianti di depurazione.

Il presente progetto non riguarda interventi su tale sistema.

Acque nere di scarico dai locali

Vengono definite acque nere le acque di scarico proveniente dai piazzali di ingresso, sia dai servizi delle baracche ad uso uffici, che dall'attività di lavaggio ruote dei mezzi; tali acque vengono gestite con reti dedicate.

Il presente progetto non riguarda interventi su tale sistema.

2. SISTEMI DI GESTIONE DELLE ACQUE BIANCHE

Nel presente capitolo viene dapprima fornito un inquadramento idraulico dell'area e vengono riportate le metodologie usate per il dimensionamento e la verifica delle reti di drenaggio in progetto. Successivamente si descrivono gli interventi previsti per la realizzazione del sistema di regimazione delle acque meteoriche contenti, i dettagli dei calcoli e delle verifiche utilizzati per il dimensionamento delle reti.

2.1 Inquadramento idraulico dell'area

La località Fosso Mabiglia, nel Comune di Cingoli, ricade in un bacino imbrifero di II ordine, di pertinenza del reticolo idrografico del Fiume Musone.

A valle l'area interessata dalla discarica in progetto è delimitata, per un tratto a Sud Ovest dal Fosso Mabiglia, e, per un secondo tratto a Sud Est, dal Torrente Pavanella, segmento fluviale affluente del fiume Fiumicello il quale a sua volta è affluente del fiume Musone.

Il torrente Pavanella ha carattere torrentizio: le notevoli diversità di valore tra un periodo stagionale e l'altro sono da collegare alle diverse condizioni ambientali che si instaurano nel bacino a seconda delle stagioni; nei periodi di siccità l'alveo del fossato è completamente asciutto o alimentato da una modesta portata.

2.2 Metodologia di dimensionamento della rete di drenaggio

La progettazione di una rete di drenaggio delle acque meteoriche non può prescindere da uno studio idrologico della zona.

Per il caso in oggetto sono state caratterizzate l'intensità, la durata e la frequenza delle precipitazioni di breve durata e forte intensità (eventi critici), in riferimento ai tempi di ritorno T previsti dalla normativa.

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato raffrontando la portata d'acqua generata dalle precipitazioni su una determinata superficie

(portata critica) e quella che la relativa canalizzazione è in grado di allontanare (portata di esercizio).

Nel seguito viene esposta la metodologia che è stata utilizzata per la determinazione della portata critica e della portata di esercizio.

2.2.1 Metodologia di calcolo della portata critica (metodo cinematico)

Per la valutazione dell'evento critico necessario per dimensionare la rete di drenaggio, si può fare riferimento all'antica formula razionale, secondo la quale la portata al colmo risulta pari a:

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2,78 \cdot \phi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T) \quad (1.)$$

in cui:

Q_c	= portata critica	[l/s]
S	= area della superficie sottesa	[ha]
u	= coefficiente udometrico, pari alla portata per unità di superficie	[l/s/ha]
ϕ	= coefficiente di afflusso (≤ 1)	[-]
ε	= coefficiente di laminazione dipendente al metodo di trasformazione afflussi deflussi scelto (≤ 1)	[-]
i	= intensità media della precipitazione	[mm/h]
θ_c	= durata critica	[ore]
T	= tempo di ritorno	[anni]

L'intensità media della precipitazione viene determinata sulla base delle linee segnalatrici di possibilità climatica ricavate da dati sperimentali sito- specifici ed ha espressione:

$$i(d;T) = a(T) \cdot d^{n(T)} \quad (2.)$$

dove d rappresenta la durata dell'evento considerato che, in particolare, è quello avente durata pari alla durata critica.

Nel caso specifico si è scelto di utilizzare il metodo cinematico per la determinazione della durata critica:

$$\theta_c = T_e + \frac{T_r}{1,5} \quad (3.)$$

dove T_e è il tempo di ingresso nella rete che, non potendo essere stimato sulla base di misurazioni reali o dati diretti, è stato ipotizzato pari a 10 minuti facendo riferimento ai valori riportati in letteratura per zone pavimentate con piccole pendenze e caditoie poco frequenti, e T_r è il tempo di corrivazione valutato con il metodo cinematico.

In sostanza, fissata la geometria del condotto, esso è il tempo impiegato dalla portata a percorrere tutta la lunghezza del condotto stesso in condizioni di massimo riempimento e cioè:

$$T_r = \frac{L}{V_r} \quad (4.)$$

dove L è la lunghezza del condotto e V_r è la velocità a massimo riempimento secondo la formula di Chezy:

$$V_r = \chi \cdot \sqrt{R \cdot j} \quad (5.)$$

dove:

R = raggio idraulico ($=A/C$) [m]

A = area bagnata [m²]

C = perimetro bagnato [m]

j = pendenza [-]

χ = coefficiente di Chezy, che, secondo la formula di Gaukler- Strickler è pari a

$$\chi = k_s \cdot R^{1/6} \quad (6.)$$

con k_s coefficiente di scabrezza.

2.2.2 Metodologia di calcolo della portata di esercizio

Per il dimensionamento idraulico delle canalizzazioni si fa riferimento alla sezione di valle per ciascuno dei rami previsti e si è applicata la formula di Chezy secondo la quale la portata di esercizio Q_d è pari a:

$$Q_d = A \cdot \chi \sqrt{R \cdot i} \quad (7.)$$

dove:

Q_d = portata d'esercizio [m³/s]

A = sezione utile di passaggio [m²]

C	= contorno bagnato	[m]
R	= raggio idraulico (=A/C)	[m]
i	= pendenza	[%]
χ	= coefficiente di resistenza	[m ^{1/3} /s]

Il coefficiente χ è ricavato dalla seguente espressione (Gaukler- Strickler):

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} \quad (8.)$$

dove:

n	= coefficiente di scabrezza	
R	= raggio idraulico (=A/C)	[m]

2.3 Dati di progetto

Il progetto prevede il convogliamento delle acque meteoriche esterne e interne al sito sia durante che dopo la gestione dell'impianto mediante canalizzazioni gettate in opera o canali prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso la cui ubicazione planimetrica è riportata nelle planimetrie di progetto.

Per il loro dimensionamento si è fatto uso delle *curve di possibilità climatica*, desunte dall'interpretazione probabilistica dei dati pluviometrici di massima intensità e di durata di 15 min, 30 min, 1, 3, 6, 12 e 24 ore rilevate dal 1959 al 2008 presso la stazione pluviometrica di Cingoli a quota 631 m s.l.m. (si veda **Allegato 1** alla presente relazione).

Il dimensionamento, in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 36/03, Allegato 1, punto 2.3, è stato effettuato adottando un tempo di ritorno di 10 anni.

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica assumono la seguente espressione:

$$h(d) = 48.037 \cdot d^{0.624} \text{ per } d < 42 \text{ min}$$

$$h(d) = 42.412 \cdot d^{0.268} \text{ per } d > 42 \text{ min}$$

Il tempo di ingresso nella rete T_e è stato considerato pari a 10 minuti.

E' stato previsto il ricorso a canalette e tubazioni (CL, CLF) in calcestruzzo a cui è stato attribuito un coefficiente di scabrezza pari a $0,01 \text{ s/m}^{1/3}$.

I parametri descrittivi usati per calcolare le portate critiche e le portate di esercizio di ciascun tratto sono riportate in due tabelle distinte riportate nei paragrafi dei dimensionamenti.

Nella prima tabella in particolare vengono elencati la durata critica, i coefficienti della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (α , n), la superficie S drenata dal tratto considerato, il coefficiente di afflusso ψ e la portata critica Q_c espressa in l/sec; nella la seconda tabella invece vengono riportati la geometria della canaletta (diametro e forma), la pendenza del tratto in esame (pend), la scabrezza (n), il franco massimo (H) e la portata di esercizio Q_d .

2.4 Gestione delle acque meteoriche interne in fase di post esercizio

La regimazione delle acque meteoriche scolanti le superfici del capping è necessaria per minimizzare il più possibile l'afflusso idrico diretto nel corpo dei rifiuti e quindi con il fine di limitare la formazione del percolato.

Per consentire la raccolta delle acque meteoriche scolanti sulla copertura e il loro convogliamento a valle è stata prevista, perimetralmente alla discarica, una linea di captazione delle acque meteoriche interne (CLF negli elaborati grafici di progetto) costituita da una gabbionata e da un canale di gronda prefabbricato in cls.

Per facilità di calcolo, detta linea è stata suddivisa in due tratti:

- CLF1 per la zona ovest della discarica;
- CLF2 per la zona est della discarica.

Le acque meteoriche captate dai canali di gronda, verranno convogliate per mezzo di cinque stacchi con attraversamento della pista perimetrale, verso la linea esistente di regimazione delle acque meteoriche esterne costituita da una canaletta a forma di mezzo tubo DN 500 posta alla base delle scarpate dell'argine e da questa, verso i due scarichi autorizzati al reticolo idrografico a valle della discarica: uno, a ovest, verso il Fosso Mabiglia e l'altro a Est verso il torrente Pavanella.

La geometria della copertura definitiva della discarica è stata studiata in modo tale da garantire il deflusso delle acque meteoriche verso il sistema di raccolta; lo studio dei cedimenti primari e secondari nel corpo rifiuti consente di affermare che tale deflusso può essere garantito anche nel lungo periodo.

Oltre alla raccolta delle acque di ruscellamento superficiale è prevista anche l'intercettazione delle acque meteoriche che si infiltrano nel terreno vegetale di copertura e che verranno captate dal sottostante strato di drenaggio superficiale.

Tale strato di drenaggio sarà dotato di tubazioni che recapiteranno le acque raccolte nel sistema di regimazione delle acque superficiali precedentemente descritto.

All'interno del sistema di copertura pertanto sono inserite delle tubazioni fessurate in HDPE DE 250 per la raccolta delle acque di infiltrazione che tramite tubazioni piene in HDPE DE 250, collegate alle precedenti, attraverseranno i gabbioni perimetrali scaricando le acque raccolte nella sopracitata canaletta perimetrale.

2.4.1 Dimensionamento della linea CLF

Nel presente progetto è stata prevista la realizzazione della linea CLF contestualmente alla realizzazione della copertura definitiva di tutti i settori della discarica.

Il dimensionamento del canale è stato effettuato considerando di fare confluire per gravità le acque ricadenti sulla copertura definitiva nel canale di gronda.

I parametri descrittivi usati per calcolare la portata critica del tratto e la portata di esercizio sono riportati nelle tabelle successive:

	Θ_c [h]	α [-]	N [-]	ψ	S [ha]	Q_c [l/s]
CLF ovest	0,180	48,037	0,268	0,165	2,0569	0,159
CLF est (tratto 1)	0,172	48,037	0,268	0,165	0,7077	0,566
CLF est (tratto 2)	0,174	48,037	0,268	0,165	1,5721	0,124
Attraversamento ovest	0,167	48,037	0,268	0,165	2,2798	0,186
Attraversamento est	0,167	48,037	0,268	0,165	2,0569	0,168
Discesa ovest	0,167	48,037	0,268	0,165	2,2798	0,186
Discesa est	0,167	48,037	0,268	0,165	2,2798	0,186
Discesa tra est ed ovest	0,167	48,037	0,268	0,165	2,0569	0,168
Canaletta scarico tra Est ed Ovest esistente	0,167	48,037	0,268	0,165	0,42	0,034
Canaletta scarico Ovest esistente	0,167	48,037	0,268	0,165	2,5569	0,208

Tabella 2.1 - Determinazione della portata critica

	TIPO	DIM	PEND.	n	L	Q_b
CLF ovest	Cls Rettangolare	0,7*0,5	1%	0,01	450	0,485
CLF est (tratto 1)	Cls Rettangolare	0,7*0,5	1%	0,01	173	0,485
CLF est (tratto 2)	Cls Rettangolare	0,7*0,5	1%	0,01	265	0,485
Attraversamento ovest	HDPE circolare	DN400	2%	0,01	8	0,230
Attraversamento est	HDPE circolare	DN400	2%	0,01	8	0,230
Discesa ovest	Cls Semicircolare	C400	50%	0,01	30	0,262
Discesa est	Cls Semicircolare	C400	50%	0,01	30	0,262
Discesa tra est ed ovest	Cls Semicircolare	C400	50%	0,01	30	0,262
Canaletta scarico tra Est ed Ovest esistente	Cls Semicircolare	DN 500	10%	0,01	76	0,457
Canaletta scarico Ovest esistente	Cls Semicircolare	Dn 500	10%	0,01	135	0,457

Tabella 2.2 - Determinazione della portata defluente

La linea CLF risulta verificata per canalette rettangolari in cls dimensioni esterne $B=0,7$ m ed $H=0,4$ m; le pareti sono poi state alzate a 0,5 m per questioni pratiche (in tal modo possono fungere da cordolo stradale sul lato interno e da piede per i gabbioni sul lato esterno).

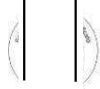
Gli attraversamenti stradali avverranno attraverso condotte opportunamente dimensionate in HDPE DN 400.

Le discese lungo le scarpate saranno realizzate attraverso delle canalette semicircolari in cls opportunamente dimensionate ed aventi diametro esterno 400 mm.

Per lo scarico ovest verso il Fosso Mabiglia si utilizzerà l'esistente canaletta CL1 ovest a mezzo tubo DN500 di cui è stata verificata la capacità idraulica.

Per lo scarico intermedio Est-Ovest è stata verificata l'esistente canaletta CL2 est a mezzo tubo DN 500 di cui è stata verificata la capacità idraulica.

In **Allegato 2** sono riportati gli elaborati di calcolo completi.



2.5 Recapito delle acque meteoriche nel Fosso Mabilgia e nel Torrente Pavarella

Gli stacchi dalla linea CLF di progetto consentiranno di convogliare la acque bianche provenienti dalla copertura definitiva della discarica verso la sottostante linea di regimazione esistente costituita da una canaletta mezzo tubo DN 500 e da questa ai due scarichi verso il reticolo idrografico superfiale: uno, a ovest, verso il Fosso Mabilgia e l'altro, a est, verso il Torrente Pavanella.

Gli stacchi saranno realizzati mediante un sistema costituito da pozzetti-tubazioni interrate e embrici: dai pozzetti di raccordo situati lungo la linea CLF di regimazione delle acque meteoriche situata sul lato interno della pista di coronamento della discarica, le acque verranno convogliate verso l'esterno mediante una tubazione interrata in HDPE DE 400 che attraverserà la pista; da qui, per mezzo di una linea di embrici (canalette semicircolari in calcestruzzo DE 400) le acque verranno convogliate lungo le scarpate degli argini verso la sottostante canaletta semicircolare esistente.

I pozzetti di collegamento tra canalette e tubazioni avranno una dimensione in pianta di 1,0 x 1,0 ed una profondità di 1,0 m e saranno realizzati in conglomerato cementizio armato gettato in opera ($R_{ck} \geq 250 \text{ kg/cm}^2$), e/o prefabbricato ($R_{ck} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$) e convenientemente armati con acciaio Feb44K controllato.

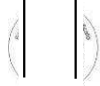
I pozzetti saranno realizzato con chiusini carrabili ispezionabili per consentire le normali operazioni di manutenzione.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici:

- 07857-139 **D05a** Sistema di gestione acque meteoriche: Planimetria di progetto
- 07857-139 **D05b** Sistema di gestione acque meteoriche: Particolari



ALLEGATI



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA (LSPP)

con la DISTRIBUZIONE DI GUMBEL

Massimi annuali al variare della durata dell'evento meteorico misurati presso la stazione di riferimento Cingoli (Mc)

		altezze di pioggia in fz della durata h(d) [mm]						
Anno		15 min	30min	1 h	3 h	6h	12h	24h
conversione in ore		0,25	0,50	1,00	3,00	6,00	12,00	24,00
1959				33,40	86,00	103,80	127,60	129,60
1960		10,00		30,20	34,40	45,00	69,20	109,20
1961				12,80	22,40	40,40	62,00	82,80
1962		18,00		56,00	60,60	60,60	97,00	115,40
1963			36,00	39,20	48,00	51,60	51,60	57,20
1964		13,80	17,40	18,00	21,40	23,40	30,80	51,40
1965		22,40		29,60	41,00	44,40	56,60	75,00
1966		11,60		25,60	31,00	49,60	59,40	61,00
1967		12,08	20,00	37,80	43,20	49,00	56,20	62,20
1968		12,00		36,60	34,00	34,40	44,00	62,40
1969				27,40	33,00	33,00	33,00	41,20
1970			25,00	33,20	58,60	66,40	67,80	67,80
1971			17,60	22,20	37,00	37,20	46,00	65,80
1972			18,40	25,20	28,20	30,20	30,20	43,20
1973			16,40	21,20	25,40	32,60	46,60	54,00
1974		11,20		20,00	20,40	33,20	37,00	37,20
1976			26,00	37,00	45,00	54,00	63,40	67,80
1977			30,40	30,80	36,00	38,60	46,00	49,20
1978			13,2	23,40	24,00	42,80	71,20	104,00
1979				20,00	35,00	47,80	47,80	52,20
1980				10,00	14,20	28,20	29,40	49,20
1981				30,60	36,80	41,00	48,60	53,00
1982			15,4	16,60	33,00	47,00	68,60	76,80
1983		15,8	21	35,00	36,00	43,20	45,60	48,20
1984		13		17,80	19,40	20,00	30,00	39,20
1985			20	25,00	26,00	36,00	45,60	60,00
1988				40,00	55,00	70,00	78,00	90,00
1989			24	32,40	1,67	56,80	73,60	103,20
1990		14,8	20,2	30,20	39,80	40,00	41,60	51,40
1991		10,8	20,4	30,40	41,40	66,20	73,80	76,00
1992		12,8	20	28,60	20,00	26,00	34,60	41,60
1993		5,8	11,4	16,40	20,00	27,40	35,80	44,40
1994		15,6	24,6	37,60	61,00	61,40	61,40	61,40
1995		20,4	38,8	66,20	81,00	81,00	81,00	81,00
1996		18,6	28,8	43,40	53,80	53,80	56,40	56,40
1997		2,8	3,8	7,60	15,40	23,60	44,00	69,60
2000		28,2	41,6	42,40	42,40	42,40	42,40	42,40
2001		13,8	17	23,00	51,20	56,40	64,20	64,20
2002		14,8	23,4	29,00	50,00	51,80	56,80	86,80
2003		9	12	17,60	38,00	56,40	64,20	64,20
2004		7,4	14,8	27,40	34,40	34,40	40,00	58,20
2005		5,8	8,4	11,80	23,40	33,60	36,40	57,60
2006		20,2	23,4	30,20	58,60	58,60	58,60	65,80
2007		10,2	14,2	21,00	23,40	33,40	39,80	53,80
2008		11,6	17,8	28,60	35,60	44,20	63,20	101,40

	15 min	30min	1 h	3 h	6h	12h	24h
m(d)	13,4	20,7	28,4	37,2	45,6	54,6	66,3
s(d)	5,50	8,32	11,27	16,85	16,22	19,16	21,82
V = s(d)/m(d)	0,41	0,40	0,40	0,45	0,36	0,35	0,33
α = 0,779 σ(δ)	4,28	6,48	8,78	13,13	12,63	14,93	16,99
u = m(d) + 0,5772 α	10,95	16,95	23,34	29,67	38,28	45,98	56,51
	0,17	0,16	0,16	0,20	0,13	0,12	0,11
V^2	0,17	0,16	0,16	0,20	0,13	0,12	0,11

$$P(h(d)) = \exp \left[- \exp \left(- \frac{h(d) - u}{\alpha} \right) \right]$$

0,01 100,00

legenda:

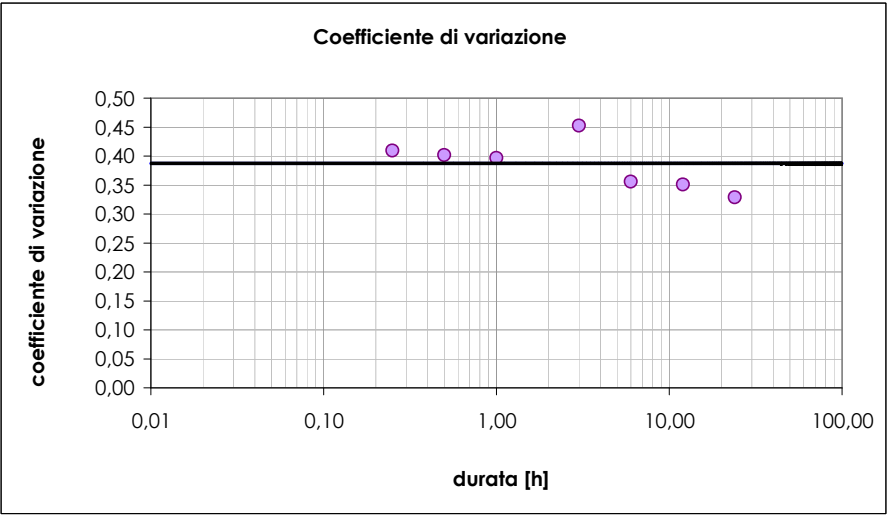
5,682

dati di input

separazione stabilita dall'utente in base all'osservazione dei risultati

7,659

e relativi valori da ridefinite in base ai nuovi intervalli di calcolo



V medio:

$$V = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_i^2}$$

$$h(d) = \alpha(T) \cdot d^n$$

(1) hp: n invariante al variare di T, altrimenti le LSPP potrebbero intersecarsi

L'inversa della Gumbel è: $h(d) = m(d) \cdot (1 - V \cdot k_T)$ con $k_T = 0.45 + 0.779 \cdot \ln \left[- \ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$ (2)

altezze di pioggia in fz di durata e Tempo di ritorno h(d,T) [mm]								
T	k _T	15 min	30 min	1 h	3 h	6h	12h	24h
[anni]								
5	-0,722	17,2	26,5	36,3	47,7	58,3	69,9	84,9
10	-1,308	20,2	31,2	42,8	56,1	68,7	82,3	99,9
25	-2,049	24,1	37,1	50,9	66,8	81,7	97,9	118,9
50	-2,598	26,9	41,5	57,0	74,7	91,4	109,5	133,0
100	-3,144	29,8	45,9	63,0	82,6	101,0	121,1	147,1

L'equazione (1) è valida anche per le medie delle altezze di pioggia un fz della durata:

$m(d) = a_m \cdot d^n$

Sostituendo nella (2) si ottiene:

$h(d) = a_m \cdot (1 - V \cdot k_T) \cdot d^n$

per cui:

$a(T) = a_m \cdot (1 - V \cdot k_T)$

I parametri **a_m** e **n** possono essere stimati con una regressione lineare tra il logaritmo delle **m(d)** e il logaritmo delle **d**.
La (3) , infatti, può essere scritta come:

$\ln[m(d)] = \ln[a_m] + n \ln[d]$

durata		15 min	30 min	1 h	3 h	6h	12h	24h
ln[d]		-1,38629	-0,69315	0	1,098612	1,791759	2,484907	3,178054
ln[m(d)]		2,597132	3,029666	3,346702	3,617545	3,819323	4,000034	4,194492

prima regressione lineare

seconda regressione lineare

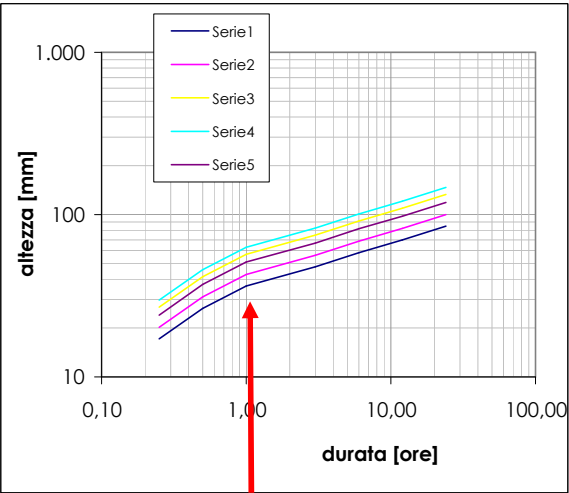
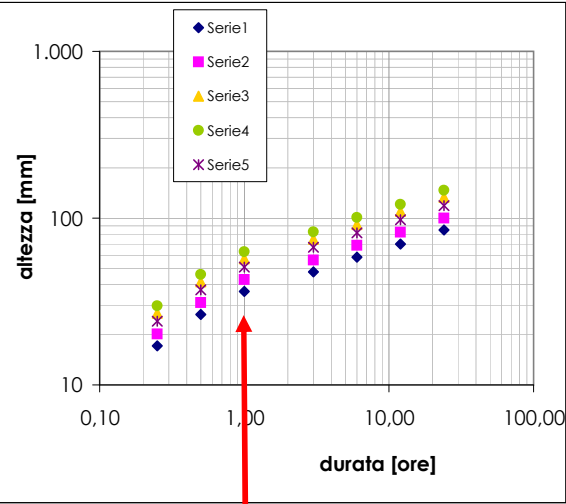
ln[a_{m1}] 3,462
a_{m1} 31,9 mm/ora
n 0,624

ln[a_{m2}] 3,338
a_{m2} 28,2 mm/ora
n 0,268

durata per cui si ha l'intersezione fra le due rette $\bar{d}_0 = \exp \left[- \frac{\ln[a_{m2}] - \ln[a_{m1}]}{n_2 - n_1} \right] = 0,70$ ore = 42 min

durata	< 42 min		≥ 42 min	
T	a(T)	n	a(T)	n
5 anni	40,80	0,624	36,02	0,268
10 anni	48,037	0,624	42,412	0,268
25 anni	57,18	0,624	50,49	0,268
50 anni	63,97	0,624	56,48	0,268
100 anni	70,70	0,624	62,42	0,268

Altezze di pioggia in funzione di durata e tempo di ritorno h(d,T) [mm]								
T	15 min	30 min	1 h	3 h	6H	12H	12H	
[anni]								
5	17,2	26,5	36,0	48,3	58,2	70,1	84,3	
10	20,2	31,2	42,4	56,9	68,5	82,5	99,3	
25	24,1	37,1	50,5	67,7	81,6	98,2	118,2	
50	26,9	41,5	56,5	75,8	91,2	109,8	132,2	
100	29,8	45,9	62,4	83,8	100,8	121,4	146,2	

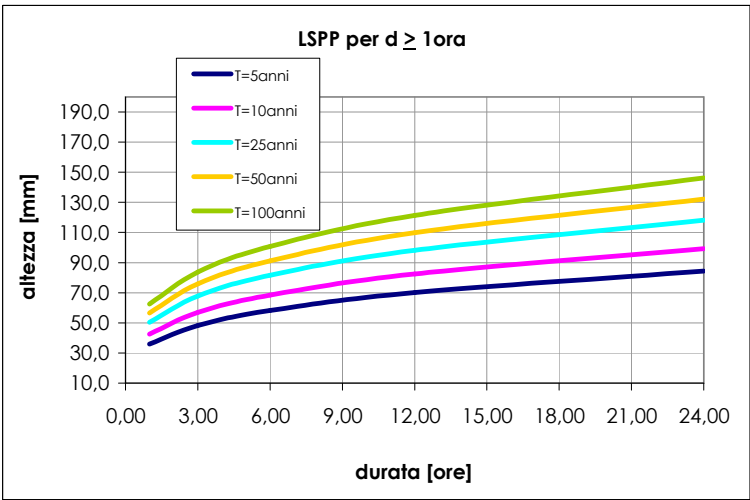
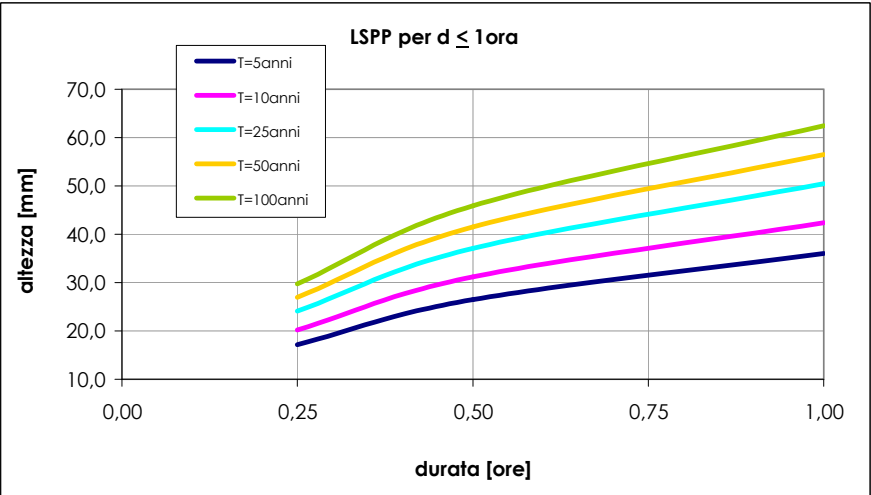
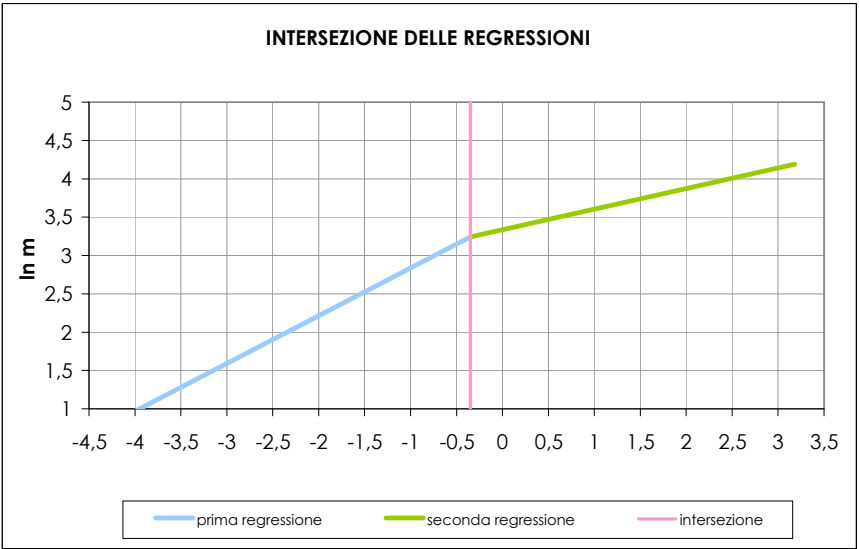


cambio di pendenza => stimo due diverse regressioni lineari per ogni T

regr. 1		
ln d	-4,09434	-0,34958
ln m	0,907271	3,244057

regr. 2		
ln d	-0,34958	3,178054
ln m	3,244057	4,188463

intersez.		
ln d	-0,34958	-0,34958
ln m	0	60



PROGETTAZIONE DELLA RETE DI CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE
con il METODO CINEMATICO
(Becciu, Paoletti; "Esercitazioni di costruzioni idrauliche"; ed. CEDAM,1999)

legenda

55 dati di letteratura modificabili
5,682 dati di input
2,35 parametri di progetto modificabili

Il dimensionamento viene eseguito facendo in modo che la rete di progetto sia in grado di convogliare, applicando i dovuti fattori di sicurezza, una portata (portata defluente, Qd) pari almeno alla portata derivante dalle precipitazioni che cadono sull'area (portata critica, Qc)

SUPERFICI per CLF Est 20568,99 per CLF OVEST 22798 Ovest part 1 Ovest par 15721 43366,99
d<d0 d>d0
a(T=10) 48,03740373 42,41175 [mm]
n(T=10) 0,62401415 0,267717

d0 ore = 0,704984 min= 42

TRATTO	GEOMETRIA											CALCOLO DELLA PORTATA CRITICA															PORTATA DEFLUENTE				VERIFICHE			
	tubo					canaletta rettangolare/trapezia							raggio idraulico a sez piena	Scaricreza dip dal tipo di mat del condot tubo	coeff di Gauckler-Strickler		tempo di corvazi one del condotto	durata critica	pioggia critica						coefficiente di afflusso (fz della destinazione d'uso del suolo ed in particolare della permeabilità superficiale)	Superficie drenata dal tratto	superficie drenata dal tratto considerat o e da quelli a valle	Por tata critica	Portata defluente	h/D>40% h/D<75%?	v>0.5 e v<5.0?			
	fipo	sigla	DE	sp	Rc	b	B	H	Rr	pend	L	Te	R	n	z	V	Tr	θc	a	n	i	▼ _{imp}	▼ _{per}	▼	s	St	Qc	h	Qd	h/D	v			
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[‰]	[m]	[h]	[m]	[s/m ^{1/3}]	[m ^{1/2} /s]	[m/s]	[h]	[h]			[mm/h]				[ha]	[ha]	[mc/s]	[m]	[mc/s]	[-]	[m/s]			
CLF Est	rettangolare	70°50				0,7	0,7	0,5	0,5	1%	450	0,167	0,5	0,01	89,090	6,300	0,020	0,180	48,037	0,268	168,701	0,9	0,3		0,165	2,0569	2,0569	0,159	0,25	0,485	0,50	<60%	2,77	SI
CLF Ovest tratto 1	rettangolare	70°50				0,7	0,7	0,5	0,5	1%	173	0,167	0,5	0,01	89,090	6,300	0,008	0,172	48,037	0,268	174,521	0,9	0,3		0,165	0,7077	0,7077	0,057	0,25	0,485	0,50	<60%	2,77	SI
CLF Ovest tratto 2	rettangolare	70°50				0,7	0,7	0,5	0,5	1%	265	0,167	0,5	0,01	89,090	6,300	0,012	0,174	48,037	0,268	172,536	0,9	0,3		0,165	1,5721	1,5721	0,124	0,25	0,485	0,50	<60%	2,77	SI
Attraversamento OVEST	Circolare	DN 400	0,4	0,02	0,10					2%	8	0,167	0,095325	0,01	54,070	2,361	0,001	0,167	48,037	0,268	177,915	0,9	0,3		0,165	2,2798	2,2798	0,186	0,29	0,230	0,80	>75%	2,60	SI
Attraversamento EST	Circolare	DN 400	0,4	0,02	0,10					2%	8	0,167	0,095325	0,01	54,070	2,361	0,001	0,167	48,037	0,268	177,915	0,9	0,3		0,165	2,0569	2,0569	0,168	0,29	0,230	0,80	>75%	2,60	SI
Discesa OVEST	Semicircolare	C400	0,4	0,05	0,08					50%	30	0,167	0,0775	0,01	52,236	10,283	0,001	0,167	48,037	0,268	177,983	0,9	0,3		0,165	2,2798	2,2798	0,186	0,12	0,262	0,40	<60%	9,28	>5,0
Discesa EST	Semicircolare	C400	0,4	0,05	0,09					50%	30	0,167	0,08875	0,01	53,430	11,255	0,001	0,167	48,037	0,268	178,019	0,9	0,3		0,165	2,2798	2,2798	0,186	0,12	0,262	0,40	<60%	9,28	>5,0
Discesa tra OVEST ed EST	Semicircolare	C400	0,4	0,05	0,09					50%	30	0,167	0,08875	0,01	53,430	11,255	0,001	0,167	48,037	0,268	178,019	0,9	0,3		0,165	2,0569	2,0569	0,168	0,12	0,262	0,40	<60%	9,28	>5,0
Canaletta Scarico tra OVEST ed EST Esistente	Semicircolare	DN500	0,5	0,05	0,11					10%	135	0,167	0,11375	0,01	69,608	7,424	0,005	0,170	48,037	0,268	175,811	0,9	0,3		0,165	0,4200	0,4200	0,034	0,21	0,457	0,50	<60%	6,93	>5,0
Canaletta Scarico OVEST Esistente	Semicircolare	DN500	0,5	0,05	0,11					10%	135	0,167	0,11375	0,01	69,608	7,424	0,005	0,169	48,037	0,268	176,933	0,9	0,3		0,165	0,4200	2,5569	0,208	0,21	0,457	0,50	<60%	6,93	>5,0

$$x = \frac{1}{n} R^{2/3}$$

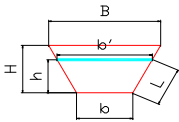
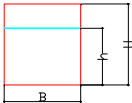
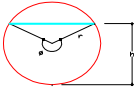
$$V = x \sqrt{R \cdot i}$$

$$\theta_c = \theta_e + \frac{1}{1,5}$$

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2,78 \cdot \psi \cdot i(\theta_c, T)$$

$$Q_d = A \cdot x \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

va fatto variare finché Qd=Qc



Coefficienti di Gauckler- Strickler (da letteratura)

Materiale costituente canalette	n	n	
	[m ^{1/3} /s.1)	[s/m ^{1/3}]	
Cemento perf. liscio	100	0,01	
Cemento non perf. liscio	85	0,011765	
Cemento non in perf. cond.	70	0,014286	
Mattoni	60	0,016667	
Terra regolare	50	0,02	
Terra con erba	40	0,025	
Terra in cattive cond.	35	0,028571	
In abbandono	30	0,033333	

Tempo di ingresso in rete Te (da letteratura)

Centri urbani intensivi	5 minuti
Centri urbani semi intensivi	7 minuti
Aree di tipo estensivo	10 minuti

Tabella 1/2 tubi in cts

DE (m)	DI (m)
0,22	0,15
0,28	0,2
0,39	0,3
0,49	0,4
0,59	0,5
0,7	0,6
0,93	0,8
1,15	1

Tabella tubi in HDPE (PN 10 - SDR 17)

DE (m)	sp (m)	DI (m)
0,125	0,0074	0,110
0,140	0,0083	0,123
0,160	0,0095	0,141
0,180	0,0107	0,159
0,200	0,0119	0,176
0,225	0,0134	0,198
0,250	0,0148	0,220
0,280	0,0166	0,247
0,315	0,0187	0,278
0,355	0,0211	0,313
0,400	0,0237	0,353
0,450	0,0267	0,397
0,500	0,0297	0,441
0,630	0,0374	0,555