



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**Italiadomani**  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



**CITTÀ DI SCAFATI**  
\*Croce al Valore Militare e  
Medaglia d'oro alla Resistenza\*

# CITTÀ DI SCAFATI

(Provincia di Salerno)

SETTORE VI - LL.PP. e MANUTENZIONE

TITOLO.:

Parcheggio ed area attrezzata in Via Corbisiero

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE.:

Progetto definitivo

ELABORATO.:

Relazione tecnica impianti meccanici

SCALA.:

-

IL R.U.P.:

Geom. Antonio PICARO

IL SUPPORTO AL R.U.P.:

Arch. Alessandro CARBONE

I PROGETTISTI

Arch. Mirko SASSO

Ing. Angelo RAIOLA

STAZIONE APPALTANTE.:

Comune di Scafati  
via P. Melchiade - 84018 Scafati  
Settore VI - LL.PP. e Manutenzione



REVISIONE

/

TAVOLA

DF-R04

DATA REVISIONE

/

DATA TAVOLA

Aprile 2023

# INDICE IMPIANTI IDRICI SANITARI E SCARICO ACQUE

<b>1.</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Criteri di progettazione .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Descrizione dei sistemi di raccolta e smaltimento.....</b>	<b>3</b>
3.1.	Sistema di smaltimento impianto di prima pioggia .....	3
3.2.	Legislazione di riferimento:.....	3
3.3.	Dimensionamento.....	4
3.4.	Sistema Pozzi perdenti .....	6
<b>4.</b>	<b>Dimensionamento collettori .....</b>	<b>7</b>
4.1.	Stima della portata a colmo di piena .....	7
4.2.	Curva di possibilità pluviometrica .....	7
4.3.	Metodo delle sole piogge.....	9
4.4.	Tempo di corrivazione e Tempo di ritardo .....	12
4.5.	Il Coefficiente Udometrico .....	13
4.6.	Algoritmo di calcolo .....	13

## 1. Premessa

Il presente elaborato illustra le sistemazioni idrauliche per la raccolta e lo smaltimento delle acque reflue e meteoriche relative al progetto denominato "Progetto Parcheggio in via Corbisiero per la realizzazione di un'area di sosta per favorire l'accesso al plesso scolastico "Pisacane".

L'intervento prevede la realizzazione di un parcheggio teso al miglioramento funzionale della zona limitrofa al plesso scolastico esistente.



*Localizzazione dell'area di trasformazione*

## 2. Criteri di progettazione

La zona lungo via Corbisiero ad oggi non è servita da reti fognarie per la raccolta delle acque bianche e nere, pertanto è necessario prevedere un sistema di smaltimento acque con dispersione in loco per le acque meteoriche.

Il presente progetto riguarda il sistema di raccolta e gestione delle acque meteoriche afferenti alle superfici della piazza in oggetto.

Le acque meteoriche saranno disperse sul terreno per infiltrazione mediante un sistema di smaltimento con pozzi disperdenti caratterizzati da elementi modulari a circolari con anelli perdenti previo trattamento con l'istallazione di un impianto di prima pioggia. Gli elementi perdenti verranno installati all'interno di un letto di ghiaia lavata a pezzatura media che ha funzione di accumulo acqua e mantenimento della continuità idraulica nel sistema. I pozzi disperdenti consentono di accumulare temporaneamente le acque meteoriche

provenienti dalla rete di captazione superficiale e favorire l'infiltrazione nel sottosuolo svuotandosi autonomamente.

### **3. Descrizione dei sistemi di raccolta e smaltimento**

#### **3.1. Sistema di smaltimento impianto di prima pioggia**

Gli impianti di prima pioggia in accumulo sono impiegati per raccogliere e trattare le acque di prima pioggia cioè, così come definite da norma, i primi 5 mm d'acqua piovana che cadono su una superficie impermeabile.

La funzione di questi impianti è quella di stoccare e successivamente trattare l'acqua proveniente dai piazzali che potrebbe risultare contaminata e d'impedire che sia convogliata direttamente negli strati superficiali del suolo o nel sottosuolo.

Il progetto del parcheggio prevede l'installazione di un impianto di prima pioggia che riesce a gestire 8,5 mc di acqua iniziale. A monte della vasca di prima pioggia verrà installato un pozzetto selezionatore, il quale convoglierà i primi 5 mm d'acqua caduta nelle vasche di accumulo (acque da inviare al trattamento fisico e successivamente ai pozzi perdenti in loco) e fa defluire le acque di seconda pioggia direttamente nel terreno, nei pozzi perdenti o nelle reti fognarie (acque bianche).

Il trattamento che viene eseguito consiste in una sedimentazione e successiva disoleazione come stabilito dalla normativa corrente. Si precisa che ad oggi non c'è possibilità di convogliare nel depuratore comunale le acque in quanto via Corbisiero non è servito da collettori di scarico. L'immissione delle acque di prima pioggia nei pozzi perdenti sarà temporizzata e avviata entro le 24 alle 72 ore dopo la cessazione delle piogge.

#### **3.2. Legislazione di riferimento:**

Decreto legislativo n.152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii.

Art. 113: *“Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le Regioni, previo parere del Ministero dell’Ambiente e della tutela del territori, disciplinano e attuano:*

*a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;*

*b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione”.*

Legge della Regione Lombardia n.62 del 27 maggio 1985:

Art. 20: *Sono acque di prima pioggia “quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete*

*di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti”.*

Delibera della Giunta dell’Emilia-Romagna n.286 del 14/2/05:

*Punto 2-V: Sono acque di prima pioggia: “i primi 2,5-5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore si verifichi in un periodo di tempo di 15 minuti”*

*Punto 3.1: “...il volume di “acque di prima pioggia” da contenere e/o da assoggettare all’eventuale trattamento, di norma, sia compreso nei valori di 25-50 mc per ettaro, da riferirsi alla superficie contribuente in ogni punto di scarico effettivamente soggetta ad emissione”. “Il parametro più elevato di 50 mc per ettaro si applica, alle superfici contribuenti comprese in aree a destinazione produttiva/commerciale”*

### **3.3. Dimensionamento**

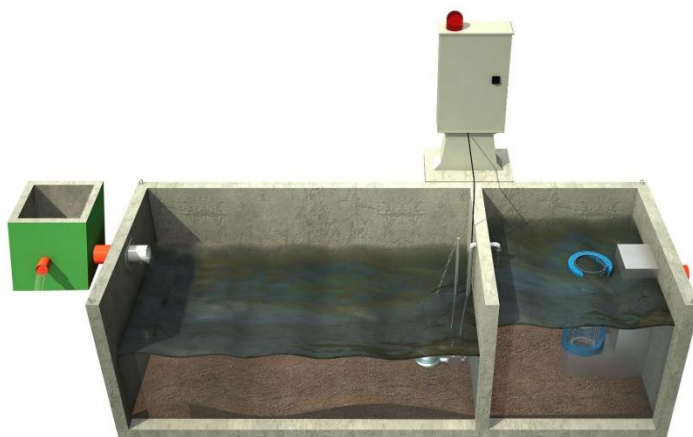
Calcolo e dimensionamento, secondo la norma UNI EN 858-1:2005 – Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio) – Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità, degli impianti di separazione per liquidi leggeri in accumulo anche detti impianti di “prima pioggia” in accumulo per superfici che hanno le caratteristiche seguenti:

<b>Superficie piazzale (mq)</b>	<b>Coefficiente di afflusso</b>	<b>Collettore finale</b>
500	1	condotta stradale delle acque bianche
1000	1	condotta stradale delle acque bianche
<b>2000</b>	<b>1</b>	<b>condotta stradale delle acque bianche</b>
3000	1	condotta stradale delle acque bianche
4000	1	condotta stradale delle acque bianche
5000	1	condotta stradale delle acque bianche

*Note ed osservazioni:* al fine di rendere un refluo trattato avente caratteristiche qualitative che rispetti i limiti della vigente legislazione nazionale antinquinamento (Decreto Leg.vo n. 152/2006 e ss.mm.ii. – Testo Unico Ambientale), e cioè un’acqua reflua con un contenuto di oli minerali/idrocarburi non superiori a 5 mg/litro (per scarichi in corpo idrico superficiale) e 10 mg/litro (per scarichi in fognatura), dovrà essere installato un impianto di “prima pioggia”.

L'impianto sarà costituito da vasche monoblocco realizzate in cemento armato vibrato compartimentate come descritto di seguito:

- scolmatore
- vasca di accumulo o sedimentazione fanghi;
- pompa temporizzata;
- separatore liquidi leggeri;
- pozzetto d'ispezione
- vasca perdente con anelli perdenti



La quantità totale di “prima pioggia”, e quindi il volume della vasca di raccolta e stoccaggio “prima pioggia” è stata così calcolata:

$$\text{mq piazzale} \times 5 \text{ mm di pioggia} / 1000 = \text{mc vasca di accumulo}$$

$$1700 \times 5 / 1000 = 8,5 \text{ mc}$$

### 3.4. Sistema Pozzi perdenti

Il sistema di smaltimento acque a sviluppo verticale sarà costituito da elementi modulari tipo anelli prefabbricati componibili realizzati in calcestruzzo armato vibrato con finitura industriale e dotati di fori conici passanti sulle pareti perimetrali, impiegati per disperdere nel terreno le acque, prive di sostanze nocive per le falde acquifere quali oli, grassi, acidi e sabbie o sostanze grossolane che possano compromettere il funzionamento del sistema otturando i fori.

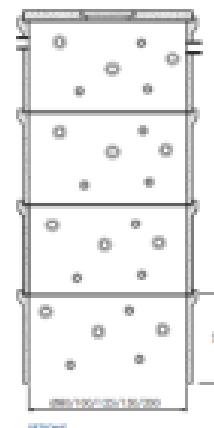
Il tutto verrà installato all'interno di un letto di ghiaia lavata a pezzatura media, che ha funzione di:

- Accumulo d'acqua.
- Mantenimento della continuità idraulica nel sistema.

Gli anelli disperdenti consentono di realizzare un sistema interrato ad alta capacità, in grado di accumulare temporaneamente le acque meteoriche provenienti dalla rete di captazione superficiale e favorire l'infiltrazione nel sottosuolo dell'acqua raccolta, svuotandosi autonomamente.

L'ampiezza della sezione consente l'ispezione e la pulizia del sistema. L'accesso è realizzato con opportuni pozzetti di ispezione che intercettino le tubazioni di alimentazione.

Gli elementi avranno dimensioni Ø150x50h. Hanno una tipica forma cilindrica con fori perdenti. Sono dotati di un sistema di aggancio a doppia sovrapposizione che consente la posa per semplice incastro.



Il pozzo verranno sormontati da un coperchio carrabile con pozzetto d'ispezione di forma quadrangolare 45x45 cm

Nel caso in esame, con le ipotesi fatte di seguito riportate, si predispongono 2 pozzi perdenti con anelli forati di Ø150x400 h.

Il numero e la dimensione dei pozzi di drenaggio potrà variare in funzione del coefficiente di permeabilità del terreno in fase esecutiva.

## 4. Dimensionamento collettori e pozzi perdenti

Il dimensionamento delle canalizzazioni di una rete di drenaggio richiede il calcolo della portata massima (o portata al colmo) che, con prefissata probabilità, ogni tronco della rete deve far defluire senza inconvenienti. L'ipotesi più usata nella pratica progettuale, ed è la medesima seguita nel seguente iter progettuale, è che la portata massima avente tempo di ritorno  $T_r$  sia originata da una precipitazione avente lo stesso tempo di ritorno  $T_r$ .

### 4.1. Stima della portata a colmo di piena

Il calcolo della portata è stato svolto assumendo come portata affluente in rete quella delle acque provenienti dalle superfici diverse superfici. Al fine di facilitare l'attuazione degli interventi compensativi atti a garantire l'invarianza idraulica è stata formulata una procedura di calcolo per il corretto dimensionamento sulla base del modello idrologico che prevede l'uso del metodo delle sole piogge per la determinazione del volume critico di invaso e del modello geomorfoclimatico Va.Pi. per la stima delle portate onde determinare la sezione delle condotte (con i parametri validi per la zona omogenea definita "A2-Intermedia" coincidente con il bacino idrografico del Fiume Sarno e nella quale rientra il territorio consortile).

### 4.2. Curva di possibilità pluviometrica

Considerata la modesta estensione dei bacini, si è preferito fare riferimento, per la determinazione delle portate influenti, agli scrosci ovvero alle piogge di durata inferiore all'ora.

La relazione che lega  $h$  con  $t$  è rappresentata in generale con un'espressione del tipo:  $h = a \times t^n$  la quale costituisce la curva di possibilità pluviometrica per un determinato tempo di ritorno  $T$  ed i cui parametri  $a > 0$  e  $0 < n < 1$  dipendono dal periodo di ritorno  $T$ .

Le curve di possibilità pluviometrica vengono ricavate elaborando con metodi statistici le serie storiche delle altezze di pioggia massime annuali per varie durate.

Dapprima si elaborano statisticamente i valori delle precipitazioni giornaliere ricavando, per il periodo di osservazione, i valori medi, minimi e massimi giornalieri, mensili e annuali nelle stazioni della rete. Successivamente si elaborano probabilisticamente i valori delle precipitazioni di notevole intensità ottenendo le relazioni che permettono di formulare previsioni sui valori particolarmente intensi, in funzione della durata dell'evento e per un prefissato tempo di ritorno.

Diventa così possibile determinare il legame che intercorre tra l'altezza della precipitazione verificatasi in una data stazione pluviometrica, la sua durata e la frequenza probabile con cui tale altezza può verificarsi, ovvero la funzione che è chiamata curva di possibilità pluviometrica.

Sulla base dei dati relativi alle stazioni pluviografiche presenti sul territorio, forniti dal Cesbim, è stato effettuato una computazione in funzione della variabile regolarizzata di Gumbel per periodi di ritorno di  $T=20$



anni, T=50 anni, T=100 anni e T=200 anni, ottenendo quanto indicato dalla stazione pluviometrica individuata presso il campo sportivo del comune di Pompei.

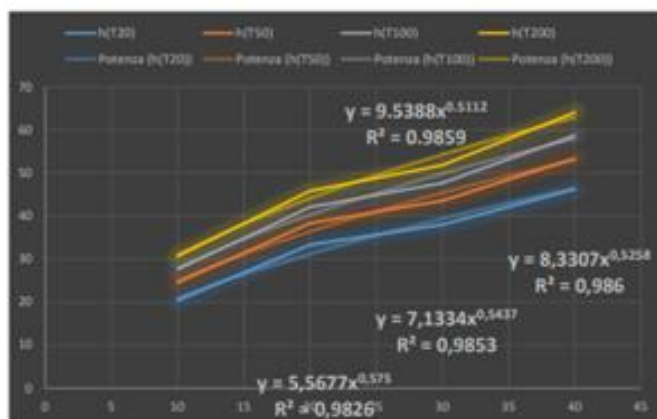
Note le serie storiche di pioggia si ricavano i parametri a,n con il metodo dei minimi quadrati

La  
di  
dettata  
calcolato  
annuale  
pioggia, la  
deve  
medio e  
adatto a  
eventi  
è  
della  
pioggia di  
stabilire la  
tempo di  
metodi  
l'utilizzo di  
ritorno

1.1.7 Comune di Pompei  
Stazione pluviometrica: campo sportivo

	10 min	20 min	30 min	40 min
media	9,82667	20,4533	23,7867	27,8933
dev.st.	5,66688	6,89491	7,61295	9,82442
alfa	0,2264	0,18608	0,16853	0,13059
upilon	7,27657	17,3506	20,3608	23,4723
	10	20	30	40
h(T20)	20,3956	33,3126	37,9851	46,2163
h(T50)	24,511	38,3199	43,5138	53,351
h(T100)	27,595	42,0721	47,6568	58,6974
h(T200)	30,6676	45,8106	51,7846	64,0244

	a (mm/min)	n	R <sup>2</sup>
h(T20)	5,568	0,575	0,983
h(T50)	7,133	0,544	0,986
h(T100)	8,331	0,526	0,986
h(T200)	9,539	0,511	0,986



necessità di ricavare le Curve  
Possibilità Pluviometrica è  
anche dal fatto che, una volta  
il valore medio su base  
della massima altezza di  
stima della valutazione  
dell'intensità di precipitazione  
essere considerata  
semplicemente un valore  
caratteristico del sito, non  
descrivere e/o a prevedere  
eccezionali per i quali invece  
necessario l'individuazione  
CPP, con la scelta della  
progetto ed andando a  
durata della pioggia ed il  
ritorno, passando attraverso  
statistici che assicurano  
un dato rappresentativo e  
significativo per il tempo di  
considerato.

La stessa funzione probabilistica serve anche per la valutazione del volume di invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica unitamente alle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante ed alla eventuale portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema, sulla base di quello che in letteratura è conosciuto con il nome di "Metodo delle sole piogge".

### 4.3. Metodo delle sole piogge

Questo metodo, che generalmente fornisce una valutazione per eccesso, e quindi cautelativa, del volume di invaso, consiste nel confrontare le curve cumulate delle portate entranti ed uscenti dall'invaso ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante (effettivamente è quello che avviene nel caso di piccole superfici impermeabili, dove pioggia lorda e pioggia netta coincidono).

Si parte dal presupposto che contemporaneamente all'inizio dell'evento meteorico si abbia la massima portata di deflusso. Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate, e di conseguenza, qualora si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno cautelativi.

Per la stima di questi ultimi, si effettua un confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante.

Occorre pertanto valutare la pioggia di progetto, intendendo con ciò l'evento di pioggia massimo che il sistema deve sopportare, in corrispondenza del più gravoso eccesso d'acqua che il sistema stesso deve tenere sotto controllo (da qui il nome di Metodo Piogge).

In termini sintetici:

**Valutazione invaso = funzione (curva di possibilità pluviometrica, coefficiente di deflusso, scarico imposto all'uscita)**

A tale scopo è fondamentale la determinazione della precipitazione efficace ottenuta con il metodo del coefficiente di deflusso. Posta quindi in uscita una portata costante  $Q_{out}$  identificata con la portata di infiltrazione nel suolo oppure con lo scarico udometrico in un recettore oppure con la risultante di entrambi, come di seguito esplicitato (per maggiore chiarimento sul significato dei parametri, cfr. paragrafo Algoritmo di calcolo)

$$Q_{infiltrazione} = k \times j \times S_{infiltrazione};$$

$$Q_{udometrico} = coeff_{udometrico} \times S;$$

Per effetto di una pioggia di durata  $t$  si può scrivere

$$V_{in} = S \times \varphi \times a \times t^n$$

$$V_{out} = Q_{out} \times t$$

in cui

$\varphi$  =coefficiente di deflusso, pari a  $\varphi = 0.15$  per i terreni agricoli,  $\varphi = 0.6$  per le superfici semipermeabili e  $\varphi = 1.00$  per le aree impermeabilizzate;

S= area del bacino colante in  $m^2$ ;

$h(t)$  =altezza di pioggia, funzione della durata secondo le leggi di possibilità pluviometriche di parametri  $a, n$ ;

$Q_{out}$ =portata in uscita supposta costante.

All'istante  $t$  il volume accumulato, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$\Delta V = V_{in} - V_{out} = S \times \varphi \times a \times t^n - Q_{out} \times t$$

la quale deriva dall'equazione di continuità idraulica:

$$\frac{\Delta V(t)}{\Delta t} = P(t) - Q(t)$$

ove

- $P(t)$  = pioggia netta all'istante  $t$
- $Q(t)$  = portata uscente, dipendente dal volume invasato  $V(t)$

Per ogni durata di pioggia è possibile determinare per differenza fra le due funzioni quale sia il volume di esubero rispetto alla quantità scaricabile.

La differenza  $\Delta V$  rappresenta il volume cercato per modulare gli effetti di una precipitazione di durata  $t_{critico}$ , ovvero il massimo volume di invaso per una certa durata.

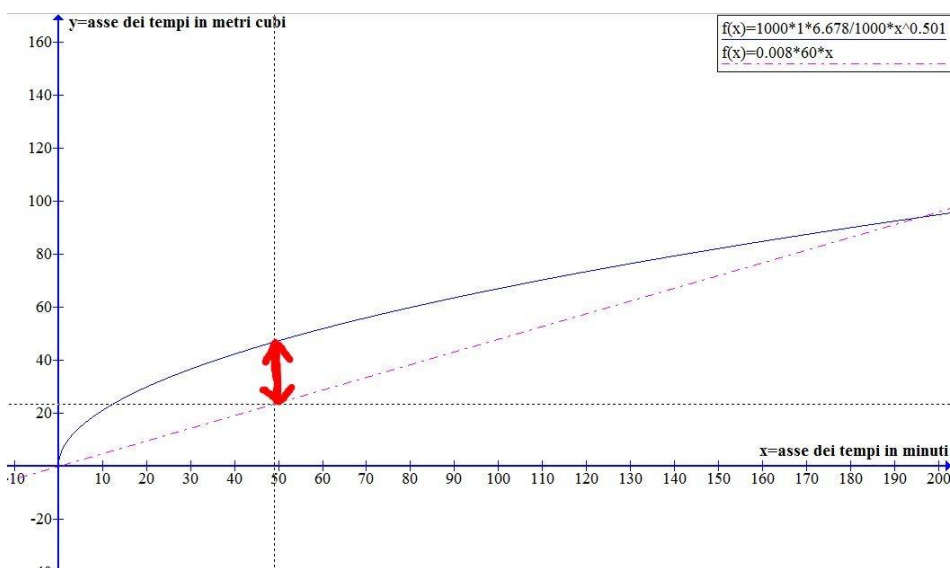
A titolo di esempio, nel grafico seguente, sono stati diagrammati i grafici di due funzioni, di cui:

- in rosso la pioggia influente data dalla legge di possibilità pluviometrica desunta dai dati del pluviometro di San Mauro in Nocera Inferiore  $a = 6.678 \text{ mm}$  e  $n = 0.501$  relativamente ad un periodo di ritorno  $T=20$  anni e ad una superficie di 1000 metri quadrati completamente impermeabilizzata;

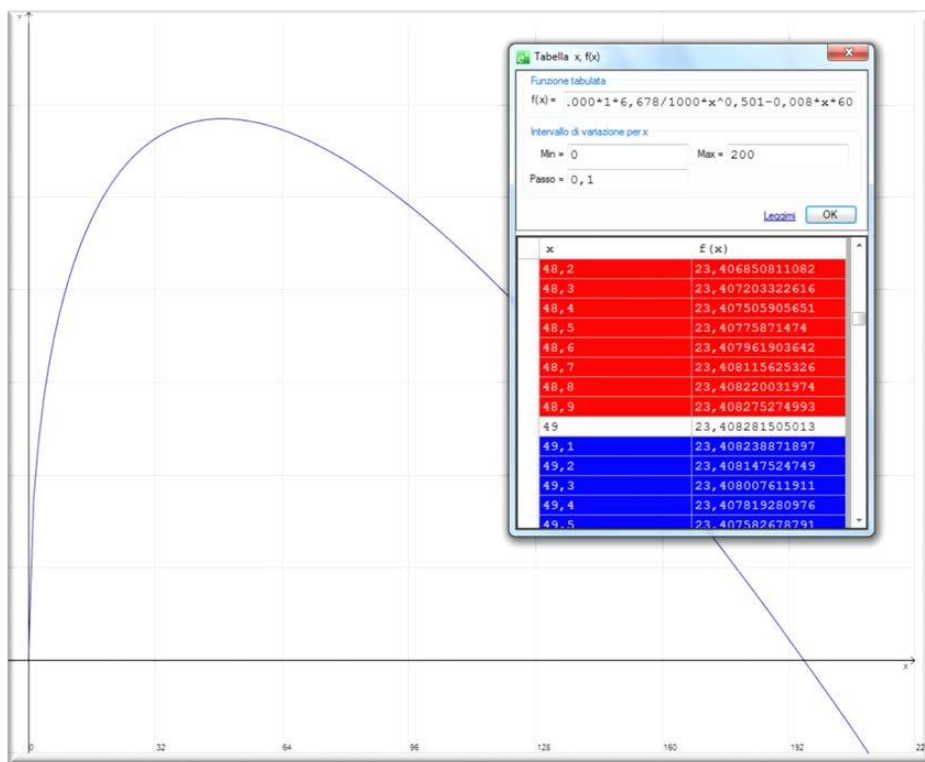
in grigio tratteggiato una ipotetica portata di uscita supposta costante pari a:

$$Q_{out} = 0.008 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il massimo volume di invaso è rappresentato dal modulo della doppia freccia disegnata sul grafico

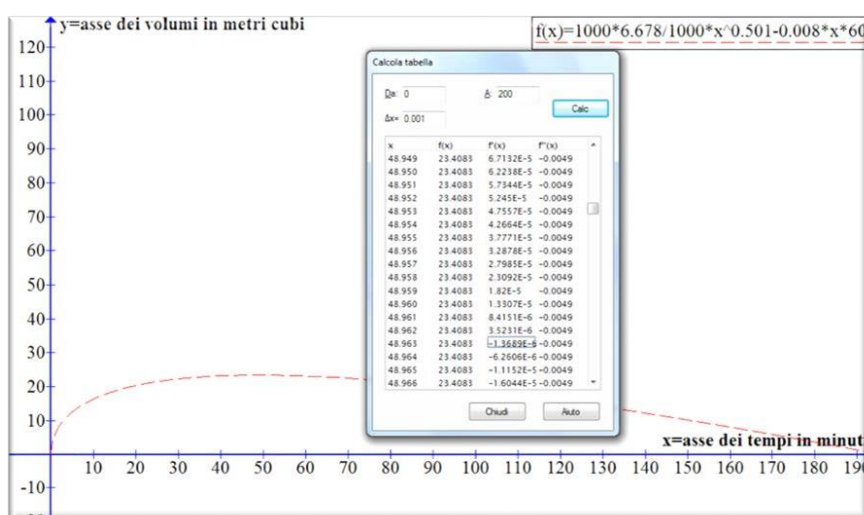


Il problema si riconduce quindi al calcolo del massimo di una funzione, mediante l'uguaglianza a zero della derivata di  $\Delta V$  e risolvendo rispetto a  $t$ , oppure verificando sul grafico della funzione differenza (portata influente-portata defluente) il valore dell'ordinata massima, una volta definiti l'asse delle ascisse come asse dei tempi e l'asse delle ordinate come asse dei volumi, come nella figura seguente:



Dalla tabella di calcolo si denota immediatamente che il massimo valore di invaso, in questo esempio ipotetico, è dato dal valore  $y = 23.41m^3$  al tempo critico  $x = 49$  min.

Dall'analisi matematica discende che il massimo di una funzione è rappresentatograficamente dal punto di flesso della funzione, punto in cui la derivata della stessa funzione diventa negativa, per cui l'ordinata del punto di flesso rappresenta il volume di accumulo critico, mentre l'ascissa dello stesso punto corrisponde al tempo critico, come mostrato nel grafico seguente ed in accordo con le figure precedenti.



Per via analitica, si impone nulla la *derivata prima* del volume di invaso ottenendo la durata  $t_{critico}$  (=durata critica, indicando con ciò la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile).

$$\frac{\delta V_{invaso}}{\delta t} = \frac{\delta(S \times \varphi \times \frac{a}{1000} \times t^n - Q_{out} \times t)}{\delta t} = 0$$

da cui

$$t_{critico} = \left( \frac{Q_{out}}{S \times \varphi \times \frac{a}{1000} \times n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Successivamente si sostituisce nell'equazione (1) il tempo t con l'istante  $t_{critico}$  ottenendo

$$V_{invaso,t_{critico}} = S \times \varphi \times a \times \left[ \left( \frac{Q_{out}}{S \times \varphi \times \frac{a}{1000} \times n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \right]^n - Q_{out} \times \left[ \left( \frac{Q_{out}}{S \times \varphi \times \frac{a}{1000} \times n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \right]$$

Si precisa che l'ipotesi di pioggia con intensità costante durante tutto l'evento meteorico, può essere ritenuta accettabile in caso di bacini di minima estensione ( $S \ll 10 \text{ km}^2$ ) in quanto in questo caso le piogge più critiche sono di brevissima durata, così come, per lo stesso motivo, non è necessario procedere al ragguglio delle piogge areali.

#### 4.4. Tempo di corrivazione e Tempo di ritardo

Per la definizione del coefficiente udometrico di un terreno agricolo in situazioni ante-operam e post-operam con assegnato tempo di ritorno, i testi classici di idrologia fanno riferimento, tra l'altro, al "tempo di corrivazione", inteso come il tempo che impiega una goccia d'acqua a raggiungere la sezione di chiusura del bacino dal punto idraulicamente più lontano dello stesso, ed al "coefficiente di deflusso", dato dal rapporto tra il volume (che coincide con la pioggia efficace) defluito dal bacino in un dato intervallo di tempo ed il relativo afflusso costituito dalla precipitazione totale (si veda paragrafo seguente)

Il tempo di corrivazione è però una grandezza caratterizzata da una significativa incertezza nella sua determinazione; infatti le molteplici procedure di stima e definizioni presenti in letteratura mostrano una eccessiva variabilità che ne può pregiudicare un adeguato utilizzo, fornendo "valori che si differenziano anche del 600% a seconda della formula empirica utilizzata"<sup>2</sup>, tant'è che è consigliabile calcolarne la stima ricorrendo prevalentemente a formule adatte alle caratteristiche del territorio e mediando poi i risultati ottenuti, in modo da rendereminimi gli scarti tra i risultati delle diverse formule empiriche "onde poter attenuare la variabilità della stima utilizzando le metodologie più comuni presenti in letteratura per l'elevata incertezza nella stima di tale parametro"<sup>2.2</sup>

<sup>2</sup>( ANALISI CRITICA DEI METODI DI STIMA DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE, XXXII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche Palermo, 14-17 settembre 2010).

Per tale motivo, come da indicazioni sulla base del Rapporto sviluppato nell'ambito della metodologia Va.Pi. Campania, viene utilizzato il tempo di ritardo, definito come l'intervallo temporale che separa il baricentro della distribuzione della pioggia di progetto dal baricentro dell'idrogramma del deflusso superficiale. In diverse applicazioni ingegneristiche, e in vari modelli di trasformazione afflussi- deflussi, si ritiene che esso sia un valore caratteristico del bacino che non dipende dal particolare evento, ragion per cui ben si presta ad essere associato a bacini di limitata estensione quali sono quelli di cui trattasi.

Dal momento che le condizioni di deflusso più critiche si verificano per piogge di durata pari al tempo di ritardo, per il calcolo di quest'ultima grandezza si è tenuto conto del valore di celerità dell'onda cinematica nel reticolo scolante di 0.23 m/s per il terreno permeabile e di 1.87 m/s per le aree impermeabilizzate.

Si è quindi calcolato il valore della portata uscente dal fondo in condizione ante- operam e post-operam, con il coefficiente di deflusso posto pari a 0,15 per il terreno permeabile in assenza di insulti antropici e pari ad 1 per le aree impermeabilizzate, come da letteratura consolidata.

Infatti, nel caso di bacini non antropizzati, solo una parte della precipitazione si trasforma in deflusso superficiale e finisce nella rete di drenaggio: questa parte viene chiamata precipitazione netta e lo ietogramma corrispondente ietogramma netto. La parte restante non produce deflusso a causa delle perdite idrologiche dovuti a fenomeni quali l'evaporazione, l'intercettazione vegetale, ma soprattutto per la formazione sulla superficie del bacino di un velo idrico e l'immagazzinamento in avvallamenti superficiali isolati che non producono deflusso successivamente. Ovviamente per superfici impermeabilizzate di minima estensione, come già ribadito, tali fenomeni risultano trascurabili, per cui si ritiene che tutta la pioggia influente si trasforma in deflusso ( $\square = 1$ ).

#### **4.5. Il Coefficiente Udometrico**

Diventa così possibile calcolare il coefficiente udometrico, inteso come la portata massima che defluisce dall'unità di superficie di un comprensorio generalmente espressa in litri / (secondo\*ettaro).

Tale grandezza derivata è funzione del coefficiente di deflusso dell'area colante, per cui è possibile distinguere un coefficiente udometrico ante e post trasformazione d'uso del suolo.

In caso di variazione della destinazione d'uso del suolo, il concetto dell'invarianza idraulica prevede proprio il mantenimento del valore del coefficiente udometrico dell'area post operam allo stesso valore ex ante, ovvero in termini equivalenti l'invarianza della portata defluente ante trasformazione.

#### **4.6. Algoritmo di calcolo**

Si riporta di seguito l'algoritmo utilizzato nel foglio di calcolo predisposto dall'ufficio consorzio di Bonifica Integrale comprensorio SARNO ed implementato altresì nel software con licenza GNU-GPL, con il quale è possibile dimensionare i dispositivi atti a garantire il mantenimento dell'invarianza idraulica (trincea disperdente, pozzo perdente etc.).

1. calcolo media dei massimi annuali dell'altezza di pioggia

$$m_{hd} = \frac{m_{i0}}{\left(1 + \frac{t_r}{d_c}\right)^{(C-D \times z)}} \times t_r$$

2. calcolo tempo di ritardo dell' area colante

$$t_r = \frac{1.25 \times \sqrt{S}}{3.6 \times c};$$

3. calcolo media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo

$$m_{i_{tr}} = \frac{m_{hd}}{t_r}$$

4. determinazione massima portata scaricata dal fondo ante trasformazione con periodo di ritorno T=20 anni

$$Q_{udometrico} \times k_{T20} = Q_{max\_ante} \times k_{T20} = \frac{\varphi_{ante} \times S \times m_{i_{tr}}}{3.6} \times 2.03$$

5. calcolo massima portata scaricabile dal fondo in condizioni post operam (formula razionale) con periodo di ritorno T=20 anni

$$Q_{max\_post} \times k_{T20} = \frac{\varphi_{post} \times S \times m_{i_{tr}}}{3.6} \times 2.03$$

6. Individuazione della Curva di Possibilità Pluviometrica locale, con T=20 anni e relativi parametri

$$h(t) = a \times t^n$$

7. calcolo portata eccedente, data dalla differenza tra la portata post trasformazione e la portata udometrica ante trasformazione

$$\Delta Q = Q_{max\_post} - Q_{max\_ante}$$

8. siccome l'invarianza idraulica impone l'uso di opere di infiltrazione, occorre calcolare la portata di infiltrazione nel terreno, con l'applicazione della legge di Darcy:

$$Q_{infiltrazione} = \frac{k}{2} * j * A_{infiltraz.}$$

ove  $j$  è la cadente piezometrica, mentre con  $k$  si è indicato il coefficiente di infiltrazione, posto uguale alla conduzione idraulica a saturazione e dimezzato in via cautelativa per tener conto della possibile insaturità degli strati superficiali del sottosuolo;

9. in considerazione della natura litologica dello stesso, si adotta per il terreno piroclastico sciolto (lapillare) o sabbia ghiaiosa un valore del

coefficiente di conduzione idraulica pari a  $k = 10^{-2} \text{ m/s}$ , per il terreno vegetale o agricolo (sabbioso-limoso)  $k = 10^{-4} \text{ m/s}$ , e  $k = 10^{-6} \text{ m/s}$  per i terreni di tipo limoso-argilloso;

10. la cadente piezometrica  $j$  è posta pari a 1 m/m;

11. applicazione del modello delle piogge che equipara il sistema di regimentazione pluviale ad un serbatoio, con una portata entrante, una portata uscente ed un volume di invaso, il tutto governato dalla equazione di continuità idraulica

$$\Delta V = V_{in} - V_{out} = S \times \varphi \times a \times t^n - Q_{out} \times t$$

12. determinazione del volume critico di invaso dato dal valore della derivata prima della funzione di continuità rispetto al tempo

$$V_{critico} = S \times \varphi \times a \times \left( \frac{Q_{out}}{S \times \varphi \times a \times n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \times \left( \frac{Q_{out}}{S \times \varphi \times a \times n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

13. confronto con il volume disponibile di accumulo temporaneo: se il volume di accumulo temporaneo è non minore del massimo volume di invaso al tempo critico, allora il dimensionamento è verificato.

(1) Comune	Scafati	
Stazione pluviometrica		
Pompei Campo Sportivo		
(2) Periodo di ritorno	T=200	
C.P.P.	a(mm/min)	n
	9,539	0,511

(3) stato ante - operam (VAPI)			
Superficie mq	1.561,00	phi	0,15
		coefficiente udometrico U [(s*ha)]	112,09
tempo di ritardo (s)	197,55	portata ante trasformazione (l/s)	17,50
mhd in mm	4,16		
mitr in mm/h	75,78		
fattore di crescita	3,55		

(4) stato post - operam					
Superficie IMPERM. mq	848,00	coeff. deflusso $\varphi$	1,00		
Superficie SEMIPERM. mq	683,00	coeff. deflusso $\varphi$	parcheggi garden	0,4	
Superficie PERM. mq	30,00	coeff. deflusso $\varphi$	area verde	0,3	
<b>Totale Superficie mq</b>	<b>1.561,00</b>	$\varphi$ medio	<b>0,724</b>		



SMALTIMENTO PER INFILTRAZIONE TRAMITE POZZI				
<i>è previsto l'uso del pozzo perdente (si/no)?</i>		si		
<i>sono previsti anelli perdenti (si/no)?</i>		si		
quota soggiacenza falda (m)		-7,00		
numero pozzi	2			Af mcq: 49,90
diametro m	1,5	raggio (m)	0,75	Qf mc/s: 0,2495
profondità m	4			V mc: 14,13
k_fondo (mc/s)	sabbioso-piroclastico			0,01

VERIFICA DIMENSIONAMENTO					
Qout_infiltr. (mc/s)	0,2495			tempo critico (minuti)	0,129
Qout_udometrico (mc/s)	0,0000			Volume al tempo critico (mc)	1,85
Qinfiltrazione + Qudometrico	0,2495			V disponibile totale (mc)	14,13
				tirante idrico in trincea (m)	#DIV/0!
		<b> margine di sicurezza (mc)</b>	<b>12,28</b>	<b>DIMENSIONAMENTO CORRETTO</b>	