

# Runoff Lab

<b>Part I Presentazione</b>	<b>1</b>
<b>Part II Caratteristiche</b>	<b>4</b>
<b>Part III Principi generali</b>	<b>5</b>
1 Interfaccia utente .....	6
2 Utilizzo dell'applicazione .....	13
3 Definizione dei progetti .....	14
<b>Part IV Teoria e definizioni</b>	<b>17</b>
1 Modello di Gumbel .....	17
2 Modello TCEV .....	18
3 Modello SCS-CN .....	22
<b>Part V Oggetti inseribili</b>	<b>24</b>
1 Stazioni di misura .....	26
2 Elaborazioni probabilistiche .....	31
Modello di Gumbel .....	32
Modello TCEV .....	36
Livelli 0, 1 e 2.....	37
Livello zero.....	40
Livelli 1 e 2 .....	42
Stato elaborazione.....	46
Condizioni di errore.....	48
TCEV Livello 3.....	50
Parametri regionali TCEV .....	53
Editor dei parametri.....	54
Selezione dei parametri.....	57
Importazione/Esportazione parametri.....	59
Calcoli sulle distribuzioni .....	60
3 Curve di pioggia .....	63
Curva calcolata .....	64
Curva da punti .....	68
Curva diretta .....	70
Combinazione di curve .....	73
4 Pluviogrammi .....	77
Pluviogramma osservato .....	78
Pluviogramma sintetico .....	82
5 Idrogrammi .....	87
Idrogramma SCS .....	88
<b>Part VI Output</b>	<b>92</b>
1 Grafici .....	93
Area del grafico .....	95
Assi di riferimento .....	97
Serie dati .....	100
Legenda .....	104

2 Rapporti .....	106
<b>Part VII Geoapp</b>	<b>110</b>
1 HydroGeo .....	111
2 Sezione Geoapp .....	112
<b>Part VIII Opzioni</b>	<b>112</b>
<b>Part IX Esempio di utilizzo</b>	<b>114</b>
<b>Part X Contatti</b>	<b>134</b>
<b>Index</b>	<b>0</b>

# 1 Presentazione

**Runoff Lab** è uno strumento di calcolo e analisi rivolto ai professionisti che devono affrontare elaborazioni idrologiche.

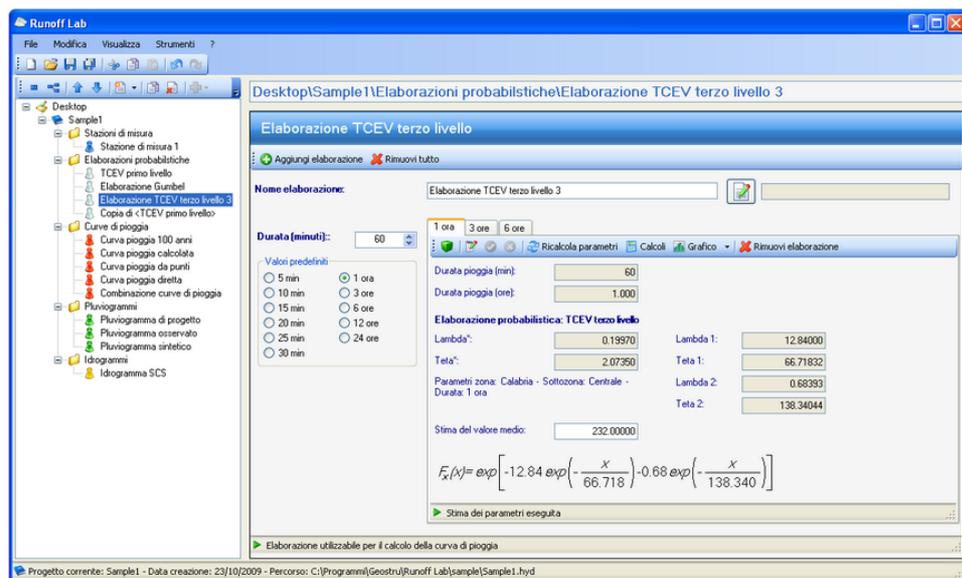
**Runoff Lab** rende estremamente semplici e intuitive elaborazioni complesse quali l'interpretazione probabilistica di serie pluviometriche, il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica, la definizione di pluviogrammi sintetici, la trasformazione afflussi-deflussi.

## Interfaccia utente

L'attenzione rivolta alla progettazione dell'**interfaccia utente** consente di avere un programma estremamente intuitivo e semplice da utilizzare: l'utilizzo di menu di navigazione ad albero, l'assegnazione di relazioni tra entità mediante semplici operazioni di trascinamento, il copia/incolla delle entità create, l'illimitata serie di Undo/Redo sono solo alcune delle funzionalità che permettono di raggiungere un'alta curva di apprendimento nell'uso del software.

I lavori sono organizzati in unità definite **progetti** che sono salvati in singoli file in formato binario proprietario. È possibile l'apertura contemporanea di più progetti. Ogni progetto può contenere un numero virtualmente illimitato di elementi, organizzati in gruppi (stazioni di misura, elaborazioni probabilistiche, pluviogrammi, idrogrammi, ecc.)..

Il pratico **menu di navigazione** posto nel pannello di sinistra dell'applicazione è organizzato in una struttura gerarchica e permette di muoversi velocemente e con facilità tra i progetti aperti e gli elementi inseriti all'interno di questi ultimi.



**Interfaccia di Runoff Lab**

Sono possibili le normali operazioni di **copia/incolla**, sia all'interno dello stesso progetto, sia tra progetti diversi, anche tra istanze diverse dell'applicazione. La duplicazione o l'associazione di elementi può avvenire in modo rapido e intuitivo attraverso azioni di drag e drop.

La presenza della funzionalità **Undo/Redo** permette di tenere traccia delle azioni svolte dall'apertura del programma, consentendo di annullarle o ripristinarle indefinitamente.

## ↓ Analisi probabilistica

**Runoff Lab** implementa sia la distribuzione probabilistica dei valori estremi EV1 (Gumbel), sia il modello a doppia componente (**TCEV**).

Per la stima dei parametri della distribuzione di **Gumbel** sono disponibili sia il metodo dei momenti che il metodo della massima verosimiglianza.

Per il modello TCEV sono disponibili sia stime puntuali che **stime regionali** e miste con i diversi livelli di regionalizzazione definiti per questa distribuzione. I parametri regionali possono essere direttamente inseriti dall'utente o provenire dal database fornito con l'applicazione, nel quale sono preinseriti i valori per le diverse **zone** del territorio italiano come definite dai rapporti VAPI.

### ↓ Curve di probabilità pluviometriche

Il calcolo della curva di probabilità pluviometrica è svolto automaticamente dal programma, una volta fissato il periodo di ritorno, a partire da un'elaborazione probabilistica. Oltre a questa modalità di funzionamento è possibile immettere direttamente i coefficienti della curva di probabilità pluviometrica o i punti (durata, altezza di pioggia) che si vogliono interpolare mediante la curva.

### ↓ Pluviogrammi

La pioggia di input per il modello di trasformazione afflussi-deflussi può essere sia un pluviogramma sintetico di progetto, sia un pluviogramma osservato, permettendo in tal modo la ricostruzione di eventi reali. Nel primo caso il pluviogramma è definito fissandone la durata totale, l'intervallo di discretizzazione e la posizione del picco, scelta tra i tipi predefiniti o inserita liberamente dall'utente.

### ↓ Trasformazione afflussi-deflussi

La simulazione dei deflussi di piena sui bacini naturali è affrontata mediante il modello idrologico SCS-CN, proposto dal Soil Conservation Service, in grado di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una assegnata precipitazione.

Per ciò che riguarda la trasformazione afflussi-deflussi, il processo è affrontato scomponendolo nelle due fasi riguardanti la determinazione delle piogge nette e la trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

Le piogge nette sono calcolate con il metodo del Curve Number (CN), proposto dall'SCS, in funzione dell'indice CN compreso tra 0 e 100, funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

La trasformazione afflussi-deflussi è ottenuta mediante l'integrale di convoluzione, a partire dal pluviogramma netto e dall'IUH SCS.

Il programma permette di ottenere in tempo reale l'idrogramma risultante con indicazione della portata massima del tempo di picco, della durata totale dell'evento dei volumi affluti e defluti, del coefficiente di efflusso e del coefficiente udometrico. È anche possibile avere un immediato riscontro visivo della sensibilità dei vari parametri coinvolti nel calcolo, osservando le variazioni nel grafico dell'idrogramma al variare dei parametri stessi.

**Argomenti correlati:**

- Elenco delle caratteristiche

## 2 Caratteristiche

L'elenco che segue riporta un quadro sintetico delle principali caratteristiche di **Runoff Lab**.

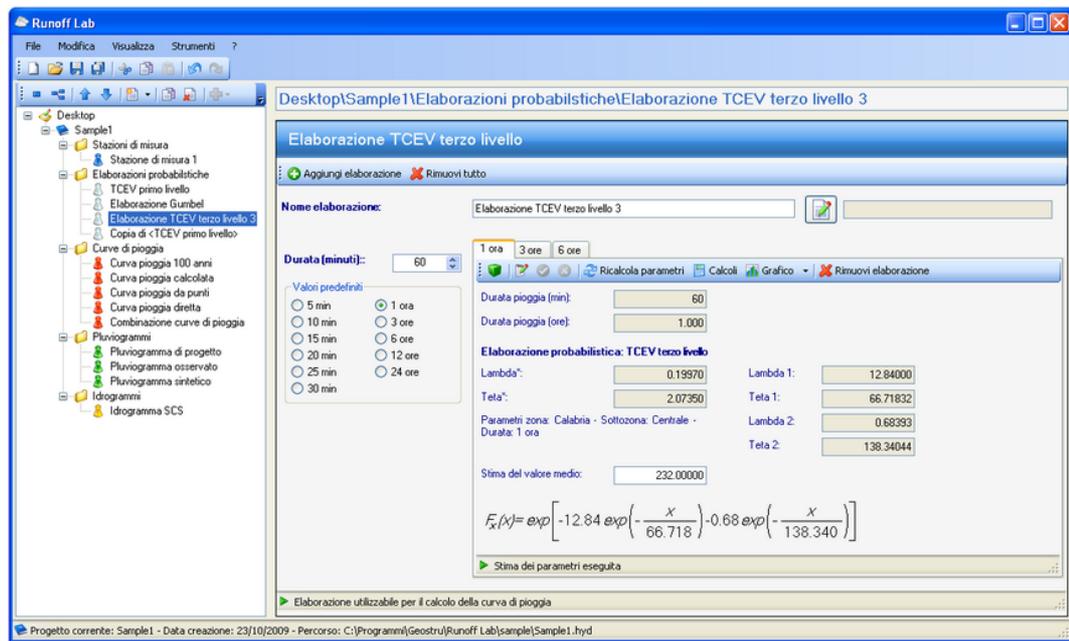
- ✓ Archiviazione e gestione delle serie storiche registrate nelle stazioni di misura;
- ✓ Analisi probabilistica di serie di osservazioni pluviometriche e idrometriche con i modelli di Gumbel (EV1) e TCEV (Two Component Extreme Value);
- ✓ Editor dei parametri regionali della distribuzione TCEV, con suddivisione in zone e sottozone omogenee, liberamente definibili dall'utente;
- ✓ Parametri regionali preinseriti;
- ✓ Determinazione delle curve di probabilità pluviometriche a partire dalle distribuzioni probabilistiche delle piogge;
- ✓ Immissione diretta dei coefficienti della curva di pioggia, o dei punti da interpolare, per il successivo calcolo dei pluviogrammi e la trasformazione afflussi-deflussi;
- ✓ Definizione di curve di pioggia derivanti dalla combinazione di altre curve, con attribuzione di pesi diversi per ciascuna;

- ✓ Calcolo di pluviogrammi sintetici, a partire dalle curve di probabilità pluviometriche, completamente personalizzabili con impostazione della durata totale, dell'intervallo di discretizzazione e della posizione del picco;
- ✓ Determinazione delle piogge nette con il metodo CN-SCS;
- ✓ Calcolo dell'idrogramma risultante con indicazione della portata massima del tempo di picco, della durata totale dell'evento dei volumi affluiti e defluiti, del coefficiente di efflusso e del coefficiente udometrico;
- ✓ Output in grafici dall'aspetto altamente professionale, completamente personalizzabili in ogni elemento ed esportabili in formato vettoriale o raster;
- ✓ Generazione relazioni di calcolo in formato rtf e rapporti dettagliati sulle singole unità di calcolo.

### 3 Principi generali

**Runoff Lab** è un software concepito e realizzato con l'intento di rendere semplici ed intuitive operazioni normalmente complesse ed elaborate.

Questo intento si è tradotto in un'applicazione che presenta una curva di apprendimento estremamente elevata e che mette l'utilizzatore in condizioni di essere produttivo entro pochi minuti dall'installazione.



Interfaccia di Runoff Lab

### Argomenti correlati:

- Nozioni generali sull'interfaccia utente
- Principi di utilizzo dell'applicazione
- Definizione dei progetti

## 3.1 Interfaccia utente

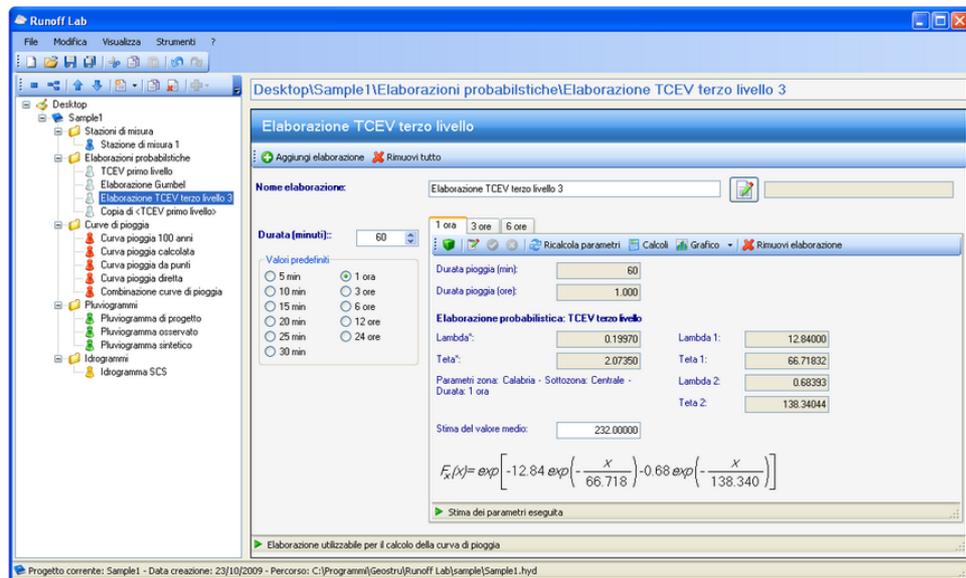
L'attenzione rivolta alla progettazione dell'interfaccia utente ha portato ad ottenere un'applicazione dall'utilizzo estremamente intuitivo.

### ↓ Descrizione

L'interfaccia utente di **Runoff Lab** è costituita da due parti principali.

La parte di sinistra (**pannello di navigazione**) contiene il menu ad albero attraverso il quale si selezionano le diverse parti di un progetto.

La selezione di un nodo della struttura ad albero provoca la comparsa dei relativi dati nel pannello di destra dell'applicazione (**pannello dati**).

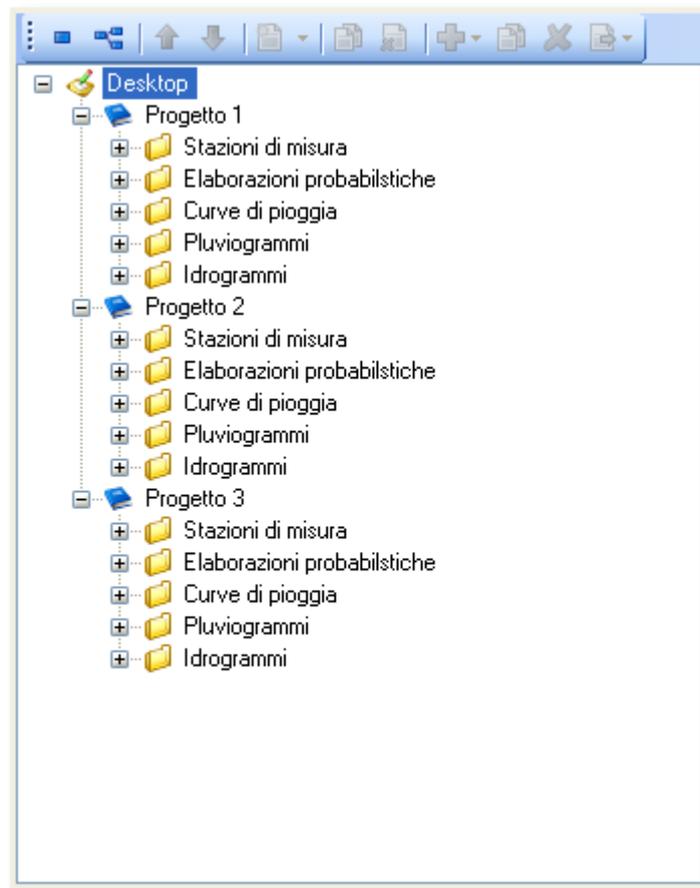


Interfaccia di Runoff Lab

## ↓ Pannello di navigazione

Un'istanza del programma può contenere un qualsiasi numero di progetti, contemporaneamente aperti e disponibili per l'editazione. Tutti i progetti sono contenuti nel nodo di più alto livello (nodo radice), denominato *Desktop*. Al nodo radice possono essere aggiunti nuovi progetti o progetti esistenti.

La schermata seguente mostra, ad esempio, lo stato del pannello di navigazione quando nell'applicazione sono aperti tre diversi progetti.



Pannello di navigazione

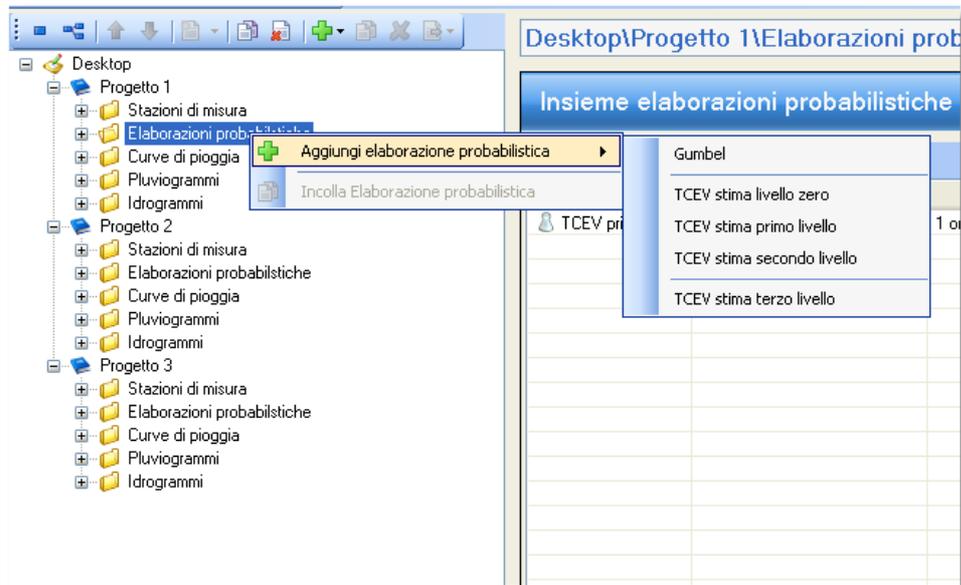
### ↓ Elementi inseribili

Ogni progetto contiene cinque gruppi di oggetti, denominati rispettivamente *Stazioni di misura*, *Elaborazioni probabilistiche*, *Curve di pioggia*, *Pluviogrammi* e *Idrogrammi*. Ciascuno dei gruppi definiti può contenere un qualsiasi numero di oggetti corrispondenti.

Le operazioni di creazione, eliminazione, copia, spostamento sono eseguite mediante i pulsanti della barra degli strumenti. Alle stesse funzionalità si può accedere mediante i menu contestuali che si attivano cliccando con il pulsante destro del mouse su un particolare nodo della struttura.

Nella seguente schermata è visualizzato lo stato del menu contestuale che si ottiene cliccando su uno dei gruppi *Elaborazioni probabilistiche* e aggiungendo una nuova elaborazione. Allo stesso risultato (aggiunta di una nuova elaborazione probabilistica) si

perviene cliccando sul pulsante della barra degli strumenti sul quale è raffigurato il segno *più*.



Menu contesuale



### Suggerimento

Oltre all'utilizzo di pulsanti e menu, molte delle usuali operazioni che coinvolgono gli oggetti inseriti possono essere compiute con l'utilizzo della tastiera. È il caso della cancellazione di un oggetto (eseguita premendo il tasto **can**), della copia di oggetti o interi progetti (eseguita premendo le combinazioni **CTRL+X**, **CTRL+C**, **CTRL+V**, rispettivamente per Taglia, Copie e Incolla) o dell'annullamento/ripristino di operazioni compiute (eseguite mediante le

combinazioni di tasti  
CTRL+Z e CTRL+Y,  
rispettivamente per  
Annulla e Ripeti).

### ↓ Operazioni sugli oggetti inseriti

Operazioni come l'assegnazione di relazioni tra oggetti diversi o la loro copia possono essere compiuti trascinando gli oggetti in questione e rilasciandoli su altri oggetti o su particolari aree dell'applicazione. Ad esempio, si può attribuire un pluviogramma di input ad un idrogramma semplicemente trascinando il nodo del primo e rilasciandolo sul nodo che rappresenta il secondo; oppure è possibile duplicare un elemento trascinandone il relativo nodo sul nodo che rappresenta l'insieme di appartenenza dello stesso progetto o di un altro progetto.

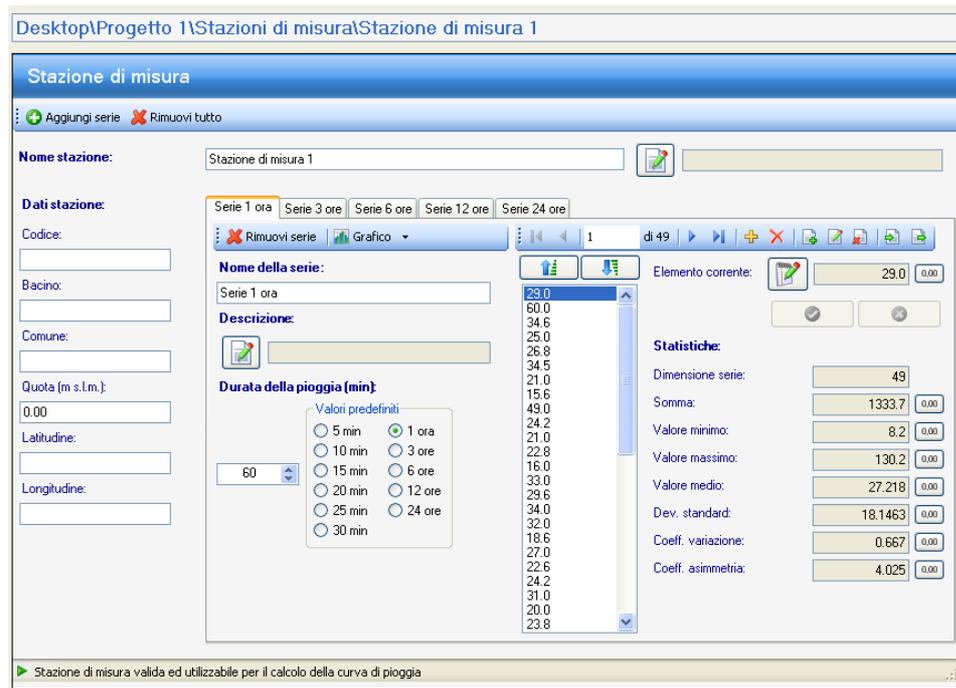
I nomi degli oggetti inseriti possono essere modificati cliccando direttamente sul nodo (o premendo il tasto F2 quando il nodo è selezionato).

I nodi possono essere spostati all'interno del gruppo che li contiene mediante i corrispondenti pulsanti della barra degli strumenti.

### ↓ Pannello dati

Il pannello posto alla destra dell'applicazione è destinato alla visualizzazione dei dati corrispondenti al nodo selezionato nel pannello di navigazione.

La schermata che segue mostra un esempio di contenuto del pannello quando si seleziona un nodo rappresentante una stazione di misura.



Pannello dati

Il pannello dati, in dipendenza al nodo selezionato, può contenere sia dati relativi ad un particolare oggetto, sia dati relativi ad insiemi di oggetti.

Un pannello con i dati relativi ad un oggetto può contenere una o più barre degli strumenti, una barra di stato che informa circa le condizioni dell'elemento, controlli di diverso tipo per l'inserimento dei dati, ecc.

## Insiemi di oggetti

I pannelli destinati alla visualizzazione di insiemi di oggetti (stazioni di misura, elaborazioni probabilistiche, ecc) presentano tabelle che riportano gli estremi più significativi degli oggetti stessi. Nell'esempio seguente è mostrata la schermata che viene visualizzata cliccando sul nodo che rappresenta un gruppo di elaborazioni probabilistiche di un dato progetto.

Si noti che la barra degli strumenti presente in questo tipo di pannelli duplica le funzioni della barra collegata al pannello di navigazione. Analogamente, attraverso i menu contestuali attivati cliccando con il tasto destro del mouse su una particolare riga o gruppo di righe della tabella o sull'area vuota della stessa, si può avere accesso alle funzioni di editazione disponibili per la selezione corrente.

Anche le comuni operazioni di trascinamento e rilascio (drag e drop) effettuate con il mouse hanno effetto in questo ambiente, permettendo, ad esempio, di copiare oggetti singoli o in gruppi.

Desktop\Progetto 1\Elaborazioni probabilistiche

Insieme elaborazioni probabilistiche

Nome	Tipo	Elaborazioni presenti	Elaborazioni valide	Stazione di misura
TCEV primo livello	Elaborazione TCEV primo livello	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore	Stazione di misura 1
TCEV primo livello	Elaborazione TCEV primo livello	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore	Stazione di misura 1
Gumbel	Elaborazione Gumbel	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore	Stazione di misura 1
TCEV terzo livello	Elaborazione TCEV terzo livello			-
TCEV secondo livello	Elaborazione TCEV secondo livello	1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore		Stazione di misura 1

Insieme di oggetti



### Suggerimento

La posizione degli oggetti all'interno del gruppo di cui fanno parte può essere modificata cliccando sui pulsanti corrispondenti posti nella barra degli strumenti.

#### Argomenti correlati:

- Principi di utilizzo dell'applicazione

## 3.2 Utilizzo dell'applicazione

**Runoff Lab** permette di effettuare elaborazioni idrologiche seguendo un percorso logico che si articola nei seguenti passaggi:

- 1) definizione di **stazioni di misura** delle piogge con l'inserimento di serie di valori estremi
- 2) interpretazione delle serie mediante i **modelli probabilistici** messi a disposizione
- 3) costruzione delle **curve di probabilità pluviometrica** a partire dalle elaborazioni probabilistiche effettuate
- 4) definizione di **pluviogrammi sintetici** a partire dalle curve di pioggia
- 5) trasformazione degli afflussi definiti in **deflussi superficiali**

Sarà pertanto sufficiente definire gli oggetti dei vari tipi, definirne le proprietà, associare tra di loro gli oggetti creati e generare i rapporti desiderati.



### Suggerimento

Sebbene il percorso descritto rappresenti il normale svolgimento di un'elaborazione idrologica, Runoff Lab permette, qualora si disponga di risultati intermedi, di saltare alcune delle fasi descritte.

Ad esempio, disponendo dei coefficienti della curva di pioggia si può definire da quest'ultima un pluviogramma e ricavare l'idrogramma corrispondente, oppure, disponendo di un pluviogramma osservato è possibile inserirlo direttamente e trasformarlo in deflusso superficiale.

### Argomenti correlati:

- Nozioni generali sull'interfaccia utente
- Definizione dei progetti

### 3.3 Definizione dei progetti

La creazione o l'apertura dei progetti avvengono tramite il menu *File* o i corrispondenti pulsanti della barra degli strumenti principale.

#### ↓ Proprietà generali dei progetti

La definizione di un nuovo progetto permette di assegnare alcune proprietà generali, come rappresentato nella seguente figura.

The screenshot shows a dialog box titled "Progetto". It contains the following fields and controls:

- Nome del progetto:** A text box containing "Sample1".
- Descrizione:** A large text area containing "Esempio elaborazione idrologica". Below it is a button labeled "Modifica descrizione".
- Progettista:** A text box containing "GeoStru Software".
- Committente:** An empty text box.
- Data creazione:** A label followed by the date "venerdì 23 ottobre 2009" in red text.
- Data ultima modifica:** A label followed by the date "venerdì 23 ottobre 2009" in red text.

Finestra di definizione del progetto

Oltre al nome del progetto è possibile inserire una descrizione (max 5000 caratteri) e indicare i nomi del progettista e del committente.

Il programma provvede inoltre ad assegnare la data di creazione del progetto e ad aggiornare la data dell'ultima modifica.



## Suggeriment

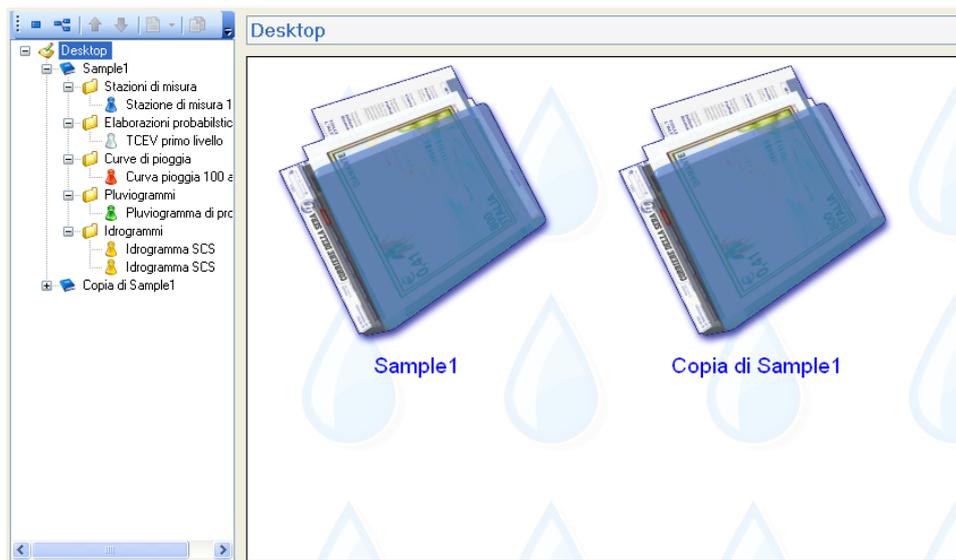
### o

I progetti possono essere copiati utilizzando il menu *Modifica* o le scorciatoie da tastiera CTRL+C e CTRL+V (copia e incolla), oltre ai pulsanti presenti nella barra degli strumenti principale.

Oltre a queste modalità è possibile duplicare un progetto semplicemente trascinando il nodo che lo rappresenta e rilasciandolo sull'insieme dei progetti (Desktop).

## ↳ Gruppo progetti

Selezionando il nodo radice del pannello di navigazione (*Desktop*), viene mostrato l'insieme dei progetti aperti. Stazionando con il puntatore del mouse su una immagini che simboleggiano i progetti, viene riportato un riepilogo delle proprietà del progetto.



Finestra con l'insieme di progetti aperti



### Suggerimento

I nodi del pannello di navigazione possono essere rapidamente compressi o espansi mediante i primi due pulsanti della barra degli strumenti associata al pannello:



### Argomenti correlati:

- Nozioni generali sull'interfaccia utente
- Principi di utilizzo dell'applicazione

## 4 Teoria e definizioni

### 4.1 Modello di Gumbel

L'insieme dei valori  $x$  assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale  $X$  la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la  $x$  ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli  $n$  valori  $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$  assunti dalla  $x$  in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione  $n$  tratto a caso dalla popolazione della  $X$ .

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale  $Z$ , definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione  $k$  di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della  $z$  e si assume come variabile il massimo valore  $x=z_k$  assunto da  $z$  fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della  $z$  possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione  $k$  e posto che  $z_k$  assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria  $z$  si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione  $k$ .

Ciò premesso, la funzione di ripartizione  $\Phi(x)$  del massimo valore  $x=z_k$ , raggiunto dalla variabile originaria  $z$  in un campione di dimensione  $k$ , misura la probabilità che  $x$  risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione  $\Phi(z)$  della  $z$ ,  $\Phi(x)$ , in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le  $k$  osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la  $\Phi(z)$  raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi  $z_k$  risultano spostati nel campo dei valori più grandi della  $x$ , ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della  $\Phi(z)$  in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla  $\Phi(x)$  per diversi valori di  $k$ ,

in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di  $k$  all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la  $\Phi(z)$  risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia  $\varepsilon$  il valore di  $z$  che ci si deve attendere che venga superato una volta su  $k$  (estremo atteso), per cui:

$$k[1 - \Phi(z = \varepsilon)] = 1$$

considerando il parametro  $\alpha = k\Phi(z = \varepsilon)$  che misura la rapidità con cui  $\varepsilon$  varia al variare di  $k$  (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione  $\Phi(z)$  in prossimità di  $\varepsilon$  si può dimostrare che per grandi valori di  $z$ , quale che sia  $\Phi(z)$ , risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k} e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[ 1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)} \right]^k$$

che tende, per  $k$  tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di **Gumbel**.

I parametri  $\varepsilon$  ed  $\alpha$  sono legati alla media  $\eta$  e allo scarto quadratico medio  $\sigma$  della  $x$  dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma = \frac{\sigma}{1,28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0,450 \sigma$$

## 4.2 Modello TCEV

Le principali definizioni riguardanti l'analisi probabilistica di grandezza idrologiche con riferimento al modello **TCEV** sono riportate di seguito:

### Stima puntuale

Stima  $x_T$  del valore assunto da una grandezza idrologica in corrispondenza di un assegnato periodo di ritorno sulla base della serie campionaria della variabile  $x$  nel punto di interesse.

### Stima regionale

Stima  $x_T$  del valore assunto da una grandezza idrologica in corrispondenza di un assegnato periodo di ritorno utilizzando l'informazione fornita dalle serie storiche disponibili nella regione in cui si trova il punto di interesse.

### Stima mista

Stima  $x_T$  del valore assunto da una grandezza idrologica in corrispondenza di un assegnato periodo di ritorno ottenuta combinando l'informazione puntuale e quella regionale.

### Modello probabilistico TCEV (two component extreme value) (1)

Il modello a doppia componente TCEV ipotizza che i valori estremi di una grandezza idrologica (portata, pioggia) facciano parte di due differenti popolazioni legate a differenti fenomeni meteorologici.

Alla base di questa ipotesi c'è il fatto che molte serie di massimi annuali presentano uno o più valori nettamente maggiori degli altri e tali da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione degli altri dati.

L'espressione della CDF della distribuzione TCEV è data da

$$F_x(x) = \exp\left[-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{x}{\vartheta_1}\right) - \Lambda_2 \exp\left(-\frac{x}{\vartheta_2}\right)\right]; \quad x \geq 0$$

Nell'espressione precedente si sono indicati con il pedice 1 i parametri riguardanti la "componente base" e con il pedice 2 i parametri relativi alla "componente straordinaria".

I parametri  $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$  rappresentano il numero medio annuo di eventi indipendenti delle due componenti, mentre  $\vartheta_1$  e  $\vartheta_2$  esprimono il loro valore medio annuo.

La distribuzione TCEV equivale al prodotto di due distribuzioni di Gumbel, con la quale viene a coincidere se si pone  $\Lambda_2=0$ .

Riferendosi alla variabile standardizzata:

$$y = \frac{x}{\vartheta_1} - \ln \Lambda_1$$

si ha che la CDF di  $y$  è data da:

$$F_y(y) = \exp \left[ -\exp(-y) - \Lambda_* \exp \left( -\frac{y}{\vartheta_*} \right) \right]$$

avendo posto:

$$\vartheta_* = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \quad \text{e} \quad \Lambda_* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\vartheta_*}}$$

La media della distribuzione TCEV è data dall'espressione:

$$\mu = \vartheta_1 (\ln \Lambda_1 + \gamma_\varepsilon) - \vartheta_1 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_*^j}{j!} \Gamma \left( \frac{j}{\vartheta_*} \right)$$

con  $\gamma_\varepsilon=0,5772$ , costante di Eulero. Con il simbolo  $\Gamma$  si è indicata la funzione gamma:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} x^{t-1} e^{-t} dx$$

Il coefficiente di variazione teorico dipende da  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  ed è quindi indipendente da  $\vartheta_1$ .

Il coefficiente di asimmetria teorico dipende da  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  ed è quindi indipendente da  $\Lambda_1$  e  $\vartheta_1$ .

### Distribuzione probabilistica TCEV: Modelli regionali

Il modello TCEV consente di costruire un modello regionale articolato in una struttura gerarchica.

Infatti si può assumere che esistano delle regioni in cui è costante il solo coefficiente di asimmetria e quindi siano costanti i parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  e delle sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante pure il coefficiente di variazione e, quindi, il parametro  $\Lambda_1$ .

Il primo livello di regionalizzazione consiste nell'individuare zone omogenee (zo) nelle quali si può assumere che il coefficiente di asimmetria teorico delle serie dei massimi annuali sia costante. I parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  possono essere stimati utilizzando tutte le serie storiche disponibili nella zona, riducendo in modo consistente l'incertezza della stima.

Al secondo livello di regionalizzazione si individuano delle sottozone omogenee (szo), con estensione minore rispetto alle precedenti, nelle

quali oltre al coefficiente di asimmetria risulta costante anche il coefficiente di variazione. In una sottozona risultano quindi costanti i tre parametri  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$  e  $\mathcal{G}_*$ .  $\Lambda_1$  può quindi essere stimato in base a tutte le serie storiche ricadenti nella sottozona.

In una sottozona rimane costante la CDF di  $x/\mu$ . Infatti dall'espressione della CDF della TCEV, introducendo i parametri  $\Lambda_*$  e  $\mathcal{G}_*$  si ha:

$$F_x(x) = \exp \left[ -\Lambda_1 \exp \left( -\frac{x}{\mathcal{G}_1} \right) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\mathcal{G}_*} \exp \left( -\frac{x}{\mathcal{G}_1 \mathcal{G}_*} \right) \right]$$

poiché si può scrivere:

$$\frac{x}{\mathcal{G}_1} = \frac{x}{\mu} \cdot \frac{\mu}{\mathcal{G}_1}$$

e cioè:

$$\frac{x}{\mathcal{G}_1} = x' \cdot \eta$$

avendo posto

$$x' = \frac{x}{\mu}$$

e

$$\eta = \frac{\mu}{\mathcal{G}_1} = \ln \Lambda_1 + \gamma_\varepsilon - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_*^j}{j!} \Gamma \left( \frac{j}{\mathcal{G}_*} \right) = f(\Lambda_1, \Lambda_*, \mathcal{G}_*)$$

si ottiene:

$$F_{x'}(x') = \exp \left[ -\Lambda_1 \exp(-\eta x') - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\mathcal{G}_*} \exp \left( -\frac{\eta x'}{\mathcal{G}_*} \right) \right]$$

alla quale si dà il nome di **curva di crescita**.

Al terzo livello di regionalizzazione si individuano all'interno della sottozona omogenea le relazioni che intercorrono tra  $\mu$  e le caratteristiche fisiche o climatiche dei bacini.

In definitiva la stima  $x_T$  di una grandezza idrologica ad un prefissato tempo di ritorno può essere effettuata, in base al modello TCEV, in quattro modi diversi:

1. Al livello di regionalizzazione zero, in cui tutti i parametri del modello sono stimati dalla singola serie
2. Al livello di regionalizzazione uno, in cui i parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  sono stimati a livello regionale e  $\Lambda_1$  e  $\vartheta_1$  dalla singola serie
3. Al livello di regionalizzazione due, in cui i parametri  $\Lambda_*$ ,  $\vartheta_*$  e  $\Lambda_1$  sono stimati a livello regionale e  $\vartheta_1$  dalla singola serie
4. Al livello di regionalizzazione tre, in cui tutti i parametri sono stimati con tecniche di analisi regionale

---

(1) Versace P., Ferrari E., Gabriele S., Rossi F. - Valutazione delle piene in Calabria, C.N.R. - I.R.P.I., dicembre 1989

### 4.3 Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

- a) Determinazione delle piogge nette;
- b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

- $R$  è il deflusso fino all'istante  $t$  (mm)
- $P$  è la precipitazione fino all'istante  $t$  (mm)
- $S$  sono le perdite fino all'istante  $t$  (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite  $S$  e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione,  $S'$  (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'} [mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso  $R$  nota la precipitazione  $P$  e la massima infiltrazione  $S'$ .

Considerando che un'aliquota di  $P$  si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'} [mm]$$

essendo  $Ia$  (mm) la perdita iniziale (*Initial abstraction*).

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione  $S'$  (mm), che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove  $CN$  (*Curve Number*) è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

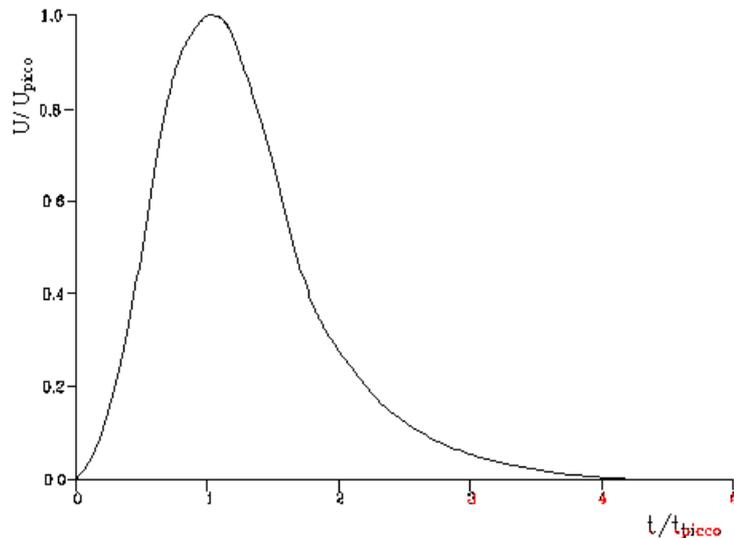
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo  $t_{LAG}$  (ore) pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre  $t_{LAG} = 0,6 t_c$  con  $t_c$  tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove  $t_{picco}$  è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario,  $Dt$  è l'intervallo di calcolo espresso in ore,  $U_{picco}$  è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in  $m^3/s/mm$  e  $A$  è l'area del sottobacino misurata in  $km^2$ .



*Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS*

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^i U(j)P(i-j+1)$$

dove  $Q(i)$  è la portata alla fine dell'intervallo  $i$ -esimo,  $U(j)$  è la  $j$ -esima ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura, e  $P(i)$  è la pioggia netta all'intervallo  $i$ -esimo.

## 5 Oggetti inseribili

**Runoff Lab** consente di creare diversi oggetti, che appartengono tutti alle cinque classi di seguito definite:

- 1. Stazioni di misura:** rappresentano le serie di osservazioni riguardanti valori estremi (tipicamente massimi annuali di altezza di precipitazione di durata variabile).
- 2. Elaborazioni probabilistiche:** rappresentano le elaborazioni (effettuate con i modelli implementati dall'applicazione) delle serie di osservazioni che si trovano definite nelle stazioni di misura
- 3. Curve di pioggia:** rappresentano le curve (ricavabili dalle elaborazioni probabilistiche o inseribili direttamente dall'utente) che esprimono la variabilità temporale delle precipitazioni.
- 4. Pluviogrammi:** rappresentano l'evento di precipitazione (registrato o ricavato da una data curva di pioggia) dal quale si vuole ricavare il deflusso superficiale.
- 5. Idrogrammi:** rappresentano il deflusso superficiale ottenuto per mezzo di un modello di trasformazione afflussi-deflussi che prende come input la precipitazione definita da un dato pluviogramma.

#### ↓ Elenco degli oggetti inseribili

All'interno delle classi di oggetti appena definite sono possibili ulteriori differenziazioni:

**Stazioni di misura:** è possibile definire i seguenti oggetti

- Stazione di misura

**Elaborazioni probabilistiche:** è possibile definire i seguenti oggetti

- Elaborazione di Gumbel
- Elaborazione TCEV al livello di regionalizzazione zero
- Elaborazione TCEV al primo livello di regionalizzazione
- Elaborazione TCEV al secondo livello di regionalizzazione
- Elaborazione TCEV al terzo livello di regionalizzazione

**Curve di pioggia:** è possibile definire i seguenti oggetti

- Curva di pioggia calcolata
- Curva di pioggia da punti
- Curva di pioggia diretta
- Combinazione di curve di pioggia

**Pluviogrammi:** è possibile definire i seguenti oggetti

- Pluviogramma osservato
- Pluviogramma sintetico

**Idrogrammi:** è possibile definire i seguenti oggetti

- Idrogramma SCS

### **Argomenti correlati**

Teoria e definizioni modello di Gumbel

Teoria e definizioni modello TCEV

Teoria e definizioni modello SCS-CN

## **5.1 Stazioni di misura**

Una stazione di misura è un oggetto che riporta i dati relativi a serie di valori estremi (massimi annuali di altezza di precipitazione di durata variabile).

Le stazioni di misura sono contenute all'interno dell'omonimo gruppo all'interno di un progetto. All'interno di uno stesso progetto può essere contenuto un qualsiasi numero di stazioni di misura



### **Suggerimento**

Oltre alle serie di altezza di precipitazione è possibile trattare anche altri tipi di serie di valori estremi (ad esempio portate), allo scopo di ottenerne l'interpretazione

probabilistiche con i modelli implementati dall'applicazione.

## ↓ Creazione di una Stazione di misura

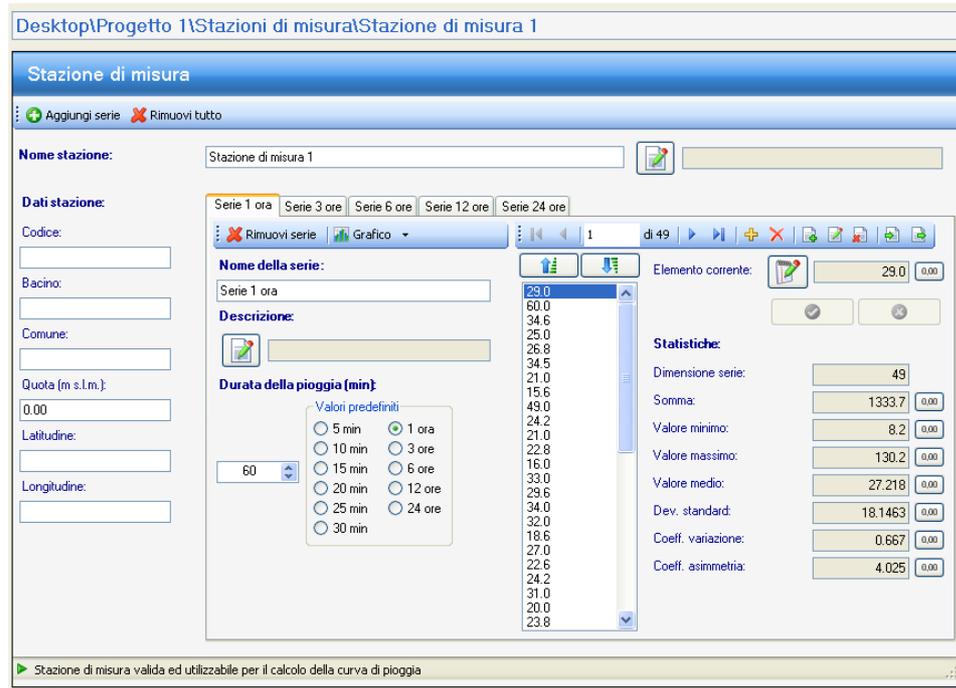
Dopo avere creato una nuova stazione di misura con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente, viene presentata la schermata di seguito riportata:

Una stazione di misura riporta una serie di dati che servono a identificarla e l'insieme delle serie di dati che costituiscono le osservazioni vere e proprie. È possibile inserire un numero qualsiasi di serie di dati, ognuno caratterizzato dalla propria durata di precipitazione.

L'aggiunta di una serie avviene mediante il relativo pulsante della barra degli strumenti presente nella finestra. Le serie di volta in volta create sono aggiunte al pannello a schede che occupa la parte principale della finestra.

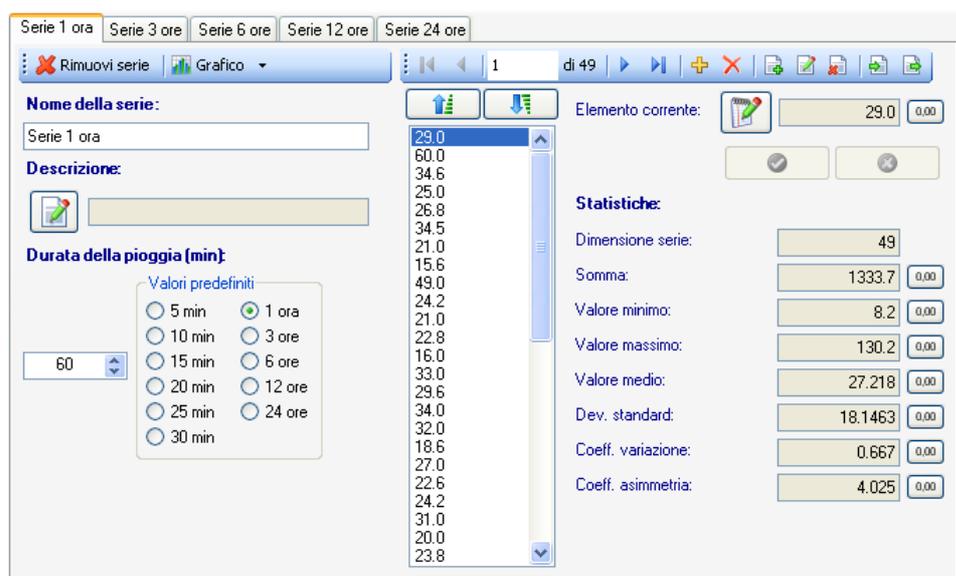
Il pulsante *Rimuovi tutto* permette di eliminare in un sol colpo tutte le serie definite.

Ecco come si presenta la stessa finestra vista sopra dopo l'aggiunta di cinque serie, corrispondenti alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore:

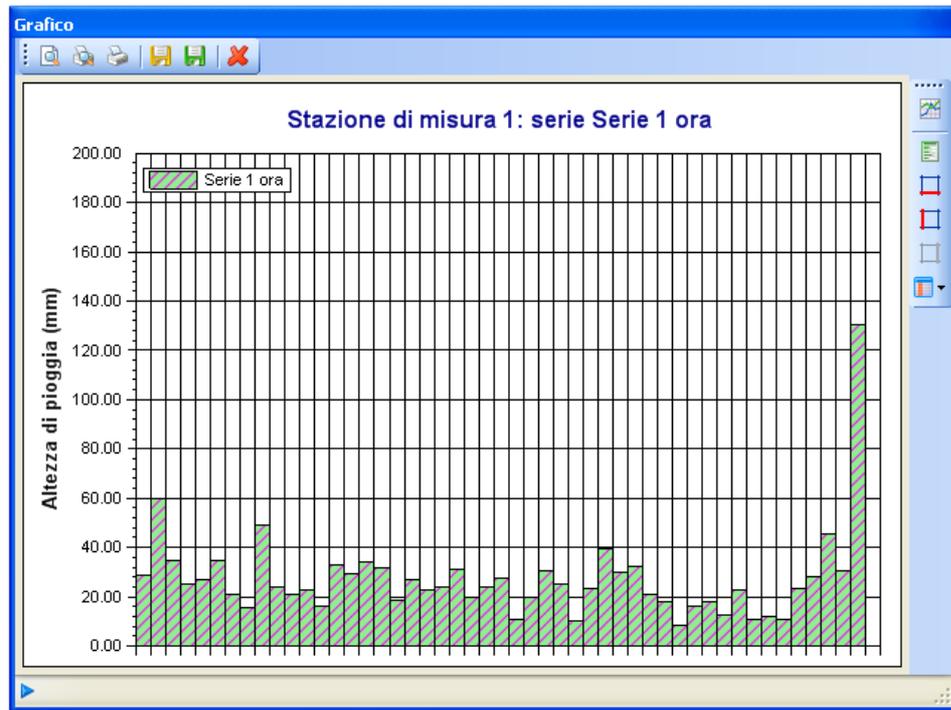


## ↓ Editazione delle serie di dati

L'inserimento dei dati, la modifica, la cancellazione, e tutte le operazioni di editing della serie sono effettuate mediante i controlli riportati nella schermata mostrata di seguito:

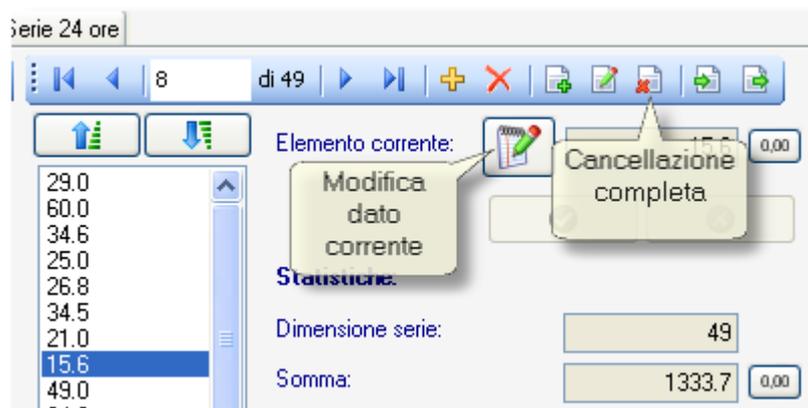


Nella sezione di sinistra della finestra è presente la barra degli strumenti con i pulsanti che permettono di eliminare la serie corrente dall'insieme di serie della stazione di misura e di fornire una rappresentazione sotto forma di istogramma della serie stessa, come mostrato nella seguente figura.



Nella stessa sezione si può indicare il nome da assegnare alla serie, modificando eventualmente quello predefinito, inserire una descrizione della serie e stabilirne la durata corrispondente. Allo scopo sono presenti una serie di pulsanti di opzione contenenti i valori usualmente presenti nelle serie storiche elaborate dai Servizi idrografici italiani.

La sezione di destra della finestra è destinata alla gestione dei dati che costituiscono la serie. Attraverso la barra degli strumenti si possono effettuare tutte le operazioni di editing della serie. Oltre a questo sono riportate le principali statistiche sulla serie (dimensione del campione, valore minimo, massimo, media e scarto quadratico medio, coefficienti di variazione e di asimmetria).



Le funzioni dedicate all'aggiunta e alla modifica di gruppi di dati richiamano la finestra mostrata di seguito, nella quale è possibile inserire, aggiungere o eliminare più dati per volta.



Oltre alle funzioni mostrate, utilizzando gli ultimi due pulsanti della barra degli strumenti, si possono importare o esportare intere serie di dati da file di testo. I file devono contenere solo i dati da importare disposti uno per riga.

### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

## 5.2 Elaborazioni probabilistiche

Questo elemento contiene i dati relativi ad un'elaborazione probabilistica effettuata su una stazione di misura (ad eccezione dell'elaborazione relativa alla distribuzione TCEV al terzo livello di regionalizzazione).

I modelli implementati sono le distribuzioni di **Gumbel** (EV1) e **TCEV** (Two Component Extreme Value), ai vari livelli di regionalizzazione definiti per questa distribuzione.

L'aggiunta di una nuova elaborazione avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

#### ↓ Elaborazioni probabilistiche implementate

- Elaborazione di Gumbel
- Elaborazione TCEV per i livelli di regionalizzazione zero, 1 e 2
- Elaborazione TCEV al terzo livello di regionalizzazione

#### **Argomenti correlati**

- Teoria e definizioni modello di Gumbel
- Teoria e definizioni modello TCEV

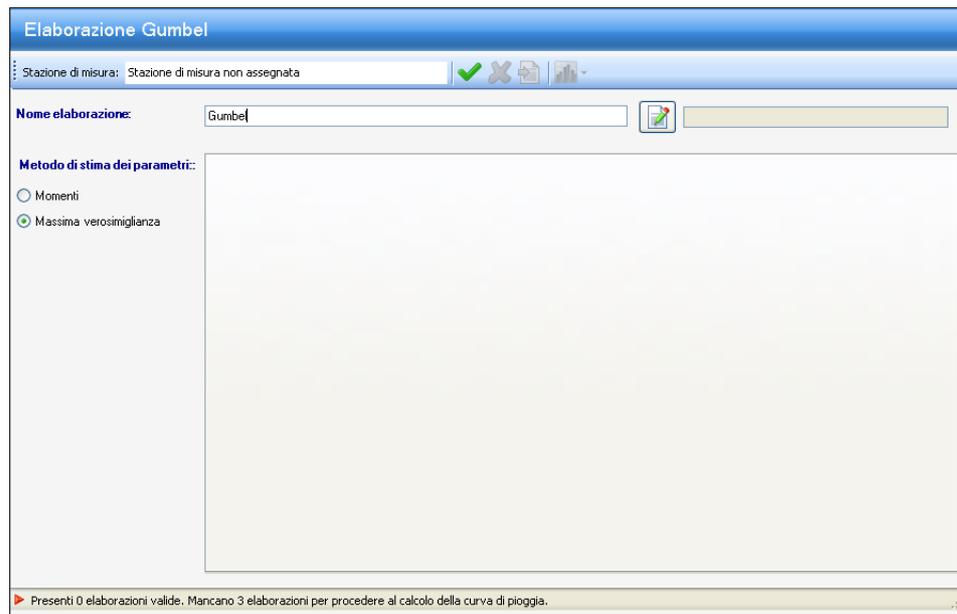
### 5.2.1 **Modello di Gumbel**

L'interpretazione probabilistica di serie di valori estremi con il modello di **Gumbel** avviene aggiungendo l'elemento corrispondente al gruppo di elaborazioni probabilistiche del progetto.

#### ↓ Aggiunta ed editazione

Aggiungendo al progetto un'elaborazione di Gumbel verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

È possibile modificare il nome dell'elaborazione, aggiungere una descrizione e specificare il tipo di stima dei parametri (momenti o massima verosimiglianza)



Per portare a compimento l'elaborazione occorre selezionare la stazione di misura che contiene i dati da interpretare.

Questo può essere fatto cliccando sul pulsante a destra della casella di testo che riporta il nome della stazione selezionata oppure semplicemente trascinando una stazione di misura dal pannello di navigazione e rilasciandola sulla casella di testo con il nome della stazione.



### Suggeriment

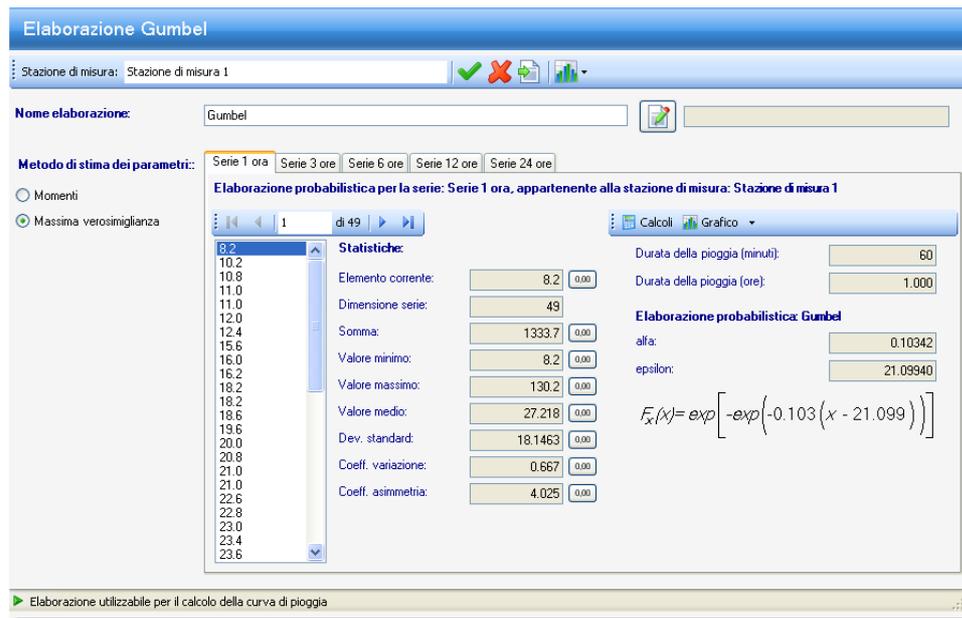
●

Si può selezionare la stazione di misura da associare operando direttamente sul pannello di navigazione trascinando il nodo che rappresenta la stazione di misura e rilasciandolo sul

nodo che rappresenta un'elaborazione. Gli altri pulsanti della barra degli strumenti della stazione di misura consentono di annullare la scelta della stazione, spostarsi sulla stazione selezionata o mostrare i grafici delle serie di osservazioni presenti nella stazione.

### ↓ Risultati elaborazione

Una volta selezionata la stazione che si vuole interpretare, saranno svolte le stime dei parametri e la schermata con l'elaborazione apparirà come mostrato nella seguente figura. La barra di stato riporta informazioni riguardo l'elaborazione; nel caso l'elaborazione contenga almeno tre stime valide riporterà l'avviso riguardo la possibilità di determinare da questa una curva di pioggia valida.



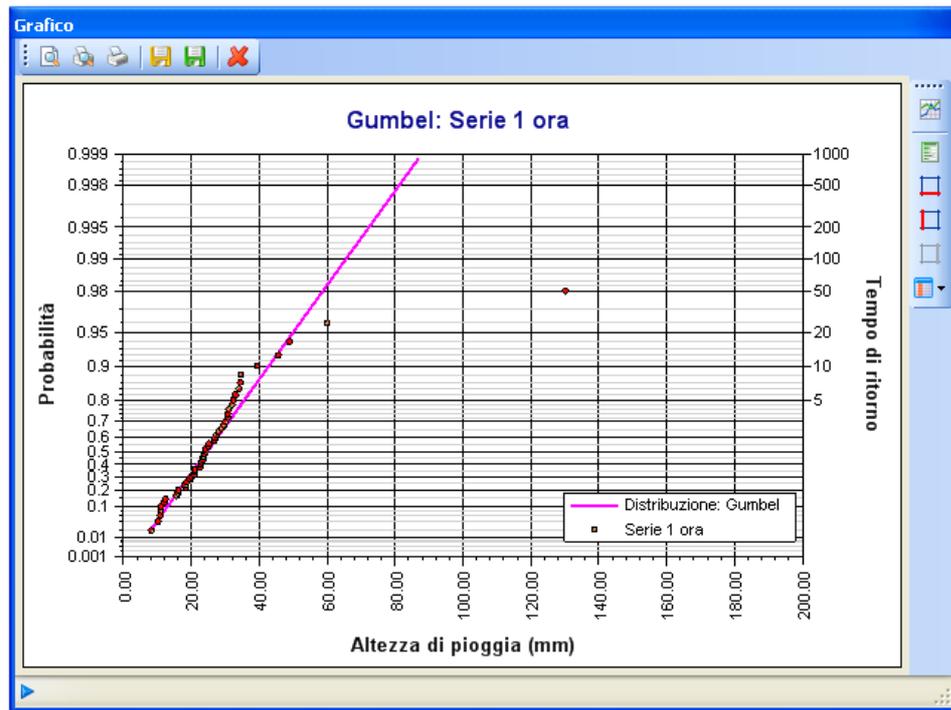
A seguito della selezione della stazione da interpretare, l'area della finestra sarà occupata da una serie di schede corrispondenti alle durate definite nella stazione di misura stessa. Ciascuna scheda riporta l'interpretazione dei dati mediante la distribuzione di Gumbel. Oltre alla serie interpretata, ordinata in senso crescente, ed alle statistiche che la riguardano, sono riportati i parametri stimati (*alfa* ed *epsilon*) e l'espressione della CDF della distribuzione probabilistica.

Cliccando sul pulsante **Calcoli** si avrà accesso alle funzionalità che permettono di eseguire elaborazioni aventi per oggetto la distribuzione probabilistica corrente, come descritto nella sezione riguardante i calcoli sulle distribuzioni.

### ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato il cartogramma probabilistico con i punti della serie e la retta che rappresenta la CDF della distribuzione. La frequenza attribuita ai punti del campione e calcolata con l'espressione di Weibull:  $i/(n+1)$ , dove  $i$  è l'indice dell' $i$ -esimo elemento della serie ordinata in senso crescente ed  $n$  è la dimensione del campione.

Nella finestra seguente è mostrato il grafico delle distribuzioni.



### Argomenti correlati

- Teoria e definizioni modello di Gumbel
- Esecuzione di calcoli sulle distribuzioni probabilistiche
- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

### 5.2.2 Modello TCEV

Il modello a doppia componente prevede la possibilità di effettuare la stima dei parametri sia ricorrendo ai dati della serie storica nel punto di interesse (stima puntuale), sia utilizzando l'informazione fornita dalle serie disponibili nella regione in cui si trova il punto di interesse (stima regionale).

Oltre ai casi estremi descritti si può eseguire una stima mista, che combina l'informazione regionale con i dati relativi alla serie storica nel punto di interesse.

### ↓ Dettaglio livelli di regionalizzazione

In definitiva è possibile effettuare la stima dei parametri a differenti livelli di regionalizzazione, come indicato nell'elenco seguente:

- livello di regionalizzazione zero, in cui tutti i parametri del modello sono stimati dalla singola serie (stima puntuale)
- livello di regionalizzazione uno, in cui i parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  sono stimati a livello regionale e  $\Lambda_1$  e  $\vartheta_1$  dalla singola serie (stima mista)
- livello di regionalizzazione due, in cui i parametri  $\Lambda_*$ ,  $\vartheta_*$  e  $\Lambda_1$  sono stimati a livello regionale e  $\vartheta_1$  dalla singola serie (stima mista)
- livello di regionalizzazione tre, in cui tutti i parametri sono stimati con tecniche di analisi regionale (stima regionale)

### Argomenti correlati

- Teoria e definizioni modello TCEV

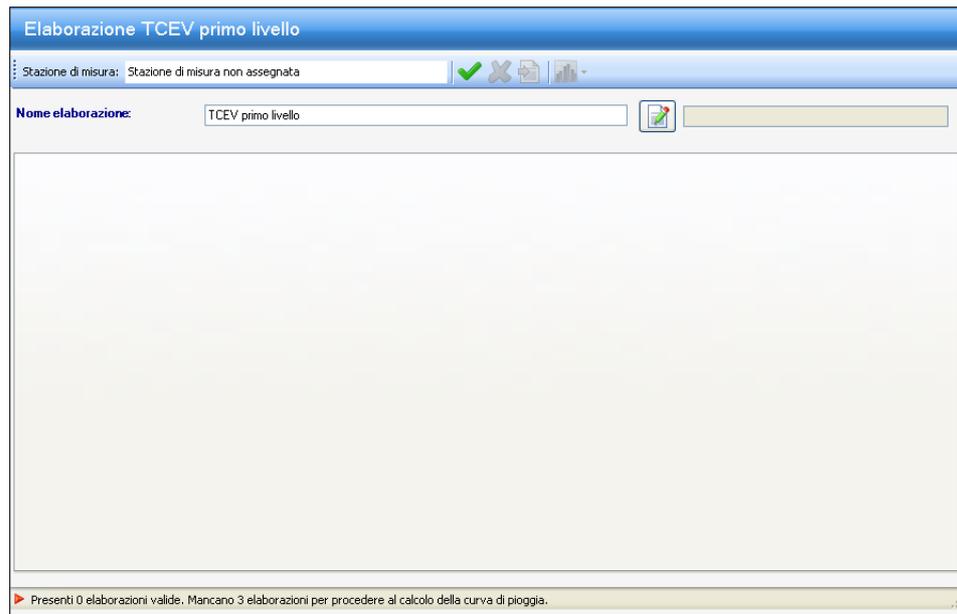
#### 5.2.2.1 Livelli 0, 1 e 2

L'interpretazione probabilistica di serie di valori estremi con il modello di **TCEV** avviene aggiungendo un elemento corrispondente al tipo di regionalizzazione voluto al gruppo di elaborazioni probabilistiche del progetto.

### ↓ Aggiunta ed editazione

Aggiungendo al progetto un'elaborazione TCEV al livello di regionalizzazione zero oppure al primo o secondo livello, sarà mostrata la seguente schermata. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.



Quale che sia il livello scelto si dovrà soltanto selezionare la stazione di misura da interpretare con il modello scelto. Questo può essere fatto cliccando sul pulsante a destra della casella di testo che riporta il nome della stazione selezionata oppure semplicemente trascinando una stazione di misura dal pannello di navigazione e rilasciandola sulla casella di testo con il nome della stazione.



### Suggeriment

- o

Si può selezionare la stazione di misura da associare operando direttamente sul pannello di

navigazione  
trascinando il nodo  
che rappresenta la  
stazione di misura e  
rilasciandolo sul  
nodo che  
rappresenta  
un'elaborazione. Gli  
altri pulsanti della  
barra degli  
strumenti della  
stazione di misura  
consentono di  
annullare la scelta  
della stazione,  
spostarsi sulla  
stazione  
selezionata o  
mostrare i grafici  
delle serie di  
osservazioni  
presenti nella  
stazione.

Una volta selezionata la stazione che si vuole interpretare l'area della finestra sarà occupata da una serie di schede corrispondenti alle durate definite nella stazione di misura stessa. Le schede differiranno leggermente a seconda del livello di regionalizzazione scelto (vedi argomenti correlati).

### **Argomenti correlati**

- Risultati livello di regionalizzazione zero
- Risultati primo e secondo livello di regionalizzazione

## 5.2.2.1.1 Livello zero

La finestra che mostra i risultati di un'elaborazione probabilistica effettuata con il modello TCEV al livello di regionalizzazione zero riporta la serie che è stata oggetto di interpretazione e i parametri calcolati della distribuzione probabilistica.

### ↓ Risultati livello di regionalizzazione zero

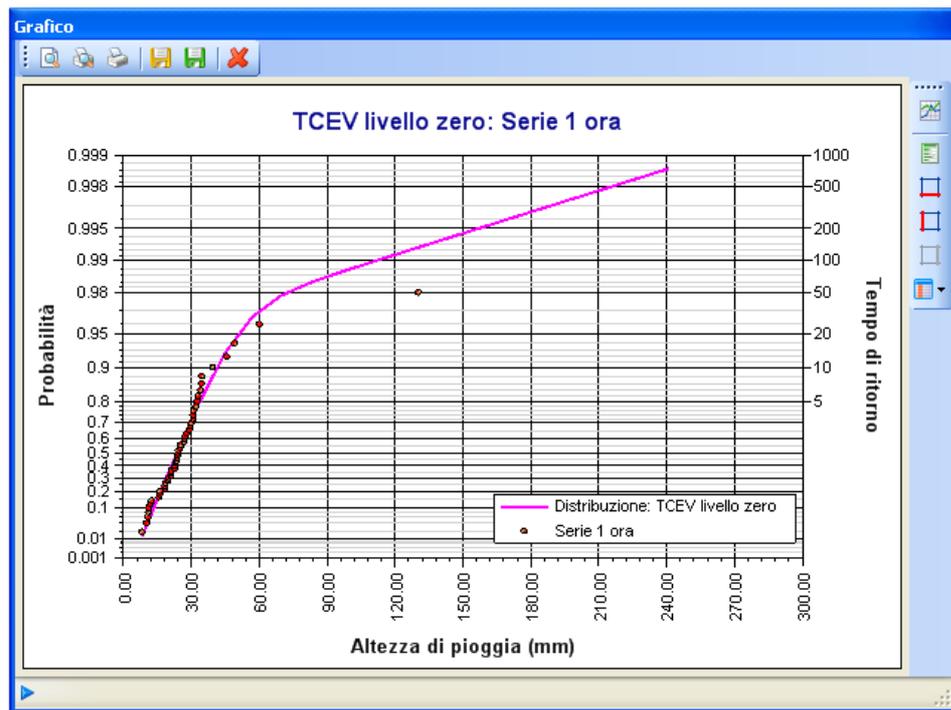
Nel caso del livello di regionalizzazione zero non sono necessari ulteriori passi e la finestra mostrata, in caso di successo nella stima iterativa con il metodo della massima verosimiglianza, riporterà i risultati della stima stessa.

Ciascuna scheda presente riporta l'interpretazione dei dati mediante la distribuzione TCEV. Oltre alla serie interpretata, ordinata in senso crescente, ed alle statistiche che la riguardano, sono riportati i parametri stimati e l'espressione della CDF della distribuzione probabilistica.

### ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato il cartogramma probabilistico con i punti della serie e la curva che rappresenta la CDF della distribuzione. La frequenza attribuita ai punti del campione e calcolata con l'espressione di Weibull:  $i/(n+1)$ , dove  $i$  è l'indice dell' $i$ -esimo elemento della serie ordinata in senso crescente ed  $n$  è la dimensione del campione.

Nella finestra seguente è mostrato il grafico delle distribuzione.



Cliccando sul pulsante *Calcoli* si avrà accesso alle funzionalità che permettono di eseguire elaborazioni aventi per oggetto la distribuzione probabilistica corrente, come descritto nella sezione riguardante i calcoli sulle distribuzioni.



### Suggeriment

#### o

La scheda *Stato elaborazione* viene visualizzata durante la fase di stima dei parametri ed informa circa lo stato della ricerca

della soluzione che soddisfa le funzioni di massima verosimiglianza.

### **Argomenti correlati**

- Teoria e definizioni modello TCEV
- Stato ricerca soluzione
- Esecuzione di calcoli sulle distribuzioni probabilistiche
- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

#### 5.2.2.1.2 Livelli 1 e 2

La finestra che mostra i risultati di un'elaborazione probabilistica effettuata con il modello TCEV al primo o secondo livello di regionalizzazione riporta la serie che è stata oggetto di interpretazione e i parametri calcolati della distribuzione probabilistica e offre la possibilità di inserire o selezionare i parametri regionali corrispondenti al livello di regionalizzazione scelto.

#### Risultati primo e secondo livello di regionalizzazione

Nel caso di stima effettuata al primo o secondo livello di regionalizzazione, dopo aver assegnato la stazione di misura contenente i dati da interpretare, sarà mostrata la seguente finestra.

Elaborazione TCEV secondo livello

Stazione di misura: Stazione di misura 1

Nome elaborazione: Elaborazione TCEV secondo livello 9

Serie 1 ora Serie 3 ore Serie 6 ore Serie 12 ore Serie 24 ore

Elaborazione probabilistica per la serie: Serie 1 ora, appartenente alla stazione di misura: Stazione di misura 1

1 di 49

**Statistiche:**

Elemento corrente:	8.2	0.00
Dimensione serie:	49	
Somma:	1333.7	0.00
Valore minimo:	8.2	0.00
Valore massimo:	130.2	0.00
Valore medio:	27.218	0.00
Dev. standard:	18.1463	0.00
Coeff. variazione:	0.667	0.00
Coeff. asimmetria:	4.025	0.00

Parametri distribuzione Stato elaborazione

Ricalcola parametri Calcoli Grafico

Durata pioggia (min): 60  
Durata pioggia (ore): 1.000

**Elaborazione probabilistica: TCEV secondo livello**

Lambda\*: NaN Lambda 1: NaN  
Teta\*: NaN Teta 1: NaN  
Lambda 2: NaN  
Teta 2: NaN

$$F_X(x) = \exp\left[-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{x}{\vartheta_1}\right) - \Lambda_2 \exp\left(-\frac{x}{\vartheta_2}\right)\right]$$

Stima dei parametri non eseguita

Presenti 0 elaborazioni valide, Mancano 3 elaborazioni per procedere al calcolo della curva di pioggia.

Diversamente dal livello di regionalizzazione zero, per il quale i quattro parametri della distribuzione sono stimati dal campione, al primo o secondo livello occorre precisare il valore dei parametri regionali (si vedano in proposito i principi relativi alla distribuzione TCEV).

In particolare, al primo livello occorre immettere parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$  validi per la zona omogenea nella quale ricade il punto di interesse, mentre al secondo livello occorre inserire i parametri  $\Lambda_*$ ,  $\vartheta_*$  e  $\Lambda_1$  validi per la zona e sottozona omogenea nella quale ricade il punto di interesse.



### Suggerimento

I parametri di interesse possono essere immessi direttamente oppure è possibile richiamarli dal database fornito con l'applicazione e nel quale si trovano preinseriti i valori dei

parametri regionali desunti dai rapporti VAPI elaborati per le diverse regioni del territorio italiano.

### ↓ Inserimento e selezione parametri regionali

La figura seguente mostra i pulsanti sui quali cliccare per attivare le due modalità di inserimento dei parametri.



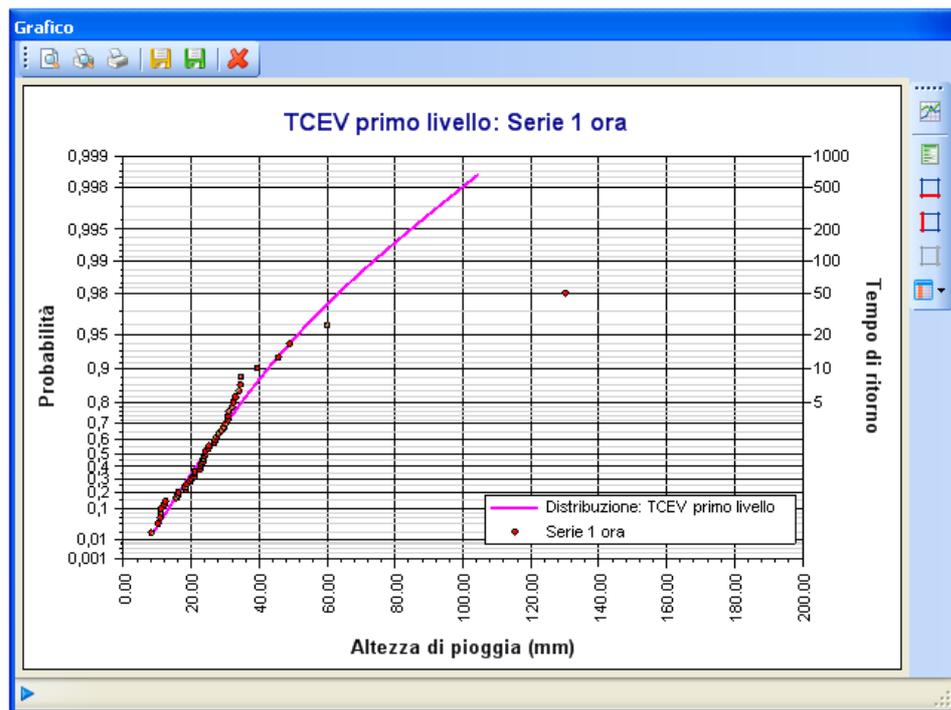
Per conoscere i dettagli relativi alla selezione dei parametri regionali visitare l'omonima sezione della guida.

Una volta completato l'inserimento dei parametri regionali verrà avviata automaticamente la stima dei restanti parametri e in ciascuna scheda presente sarà riportata l'interpretazione dei dati mediante la distribuzione TCEV. Oltre alla serie interpretata, ordinata in senso crescente, ed alle statistiche che la riguardano, sono riportati i parametri stimati e l'espressione della CDF della distribuzione probabilistica.

### ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato il cartogramma probabilistico con i punti della serie e la curva che rappresenta la CDF della distribuzione. La frequenza attribuita ai punti del campione è calcolata con l'espressione di Weibull:  $i/(n+1)$ , dove  $i$  è l'indice dell' $i$ -esimo elemento della serie ordinata in senso crescente ed  $n$  è la dimensione del campione.

Nella finestra seguente è mostrato il grafico delle distribuzioni.



Cliccando sul pulsante Calcoli si avrà accesso alle funzionalità che permettono di eseguire elaborazioni aventi per oggetto la distribuzione probabilistica corrente, come descritto nella sezione riguardante i calcoli sulle distribuzioni.



### Suggeriment

#### o

La scheda *Stato elaborazione* viene visualizzata durante la fase di stima dei parametri ed informa circa lo stato della ricerca della soluzione che soddisfa le funzioni di massima verosimiglianza.

### Argomenti correlati

- Teoria e definizioni modello TCEV

- Selezione parametri regionali
- Stato ricerca soluzione
- Esecuzione di calcoli sulle distribuzioni probabilistiche
- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

#### 5.2.2.1.3 Stato elaborazione

Le elaborazioni che impiegano algoritmi iterativi mostrano lo stato di ricerca della soluzione informando l'utente circa l'avanzamento del calcolo.

#### ↓ Stato elaborazione

In questa finestra è mostrato il risultato delle elaborazioni effettuate.

Durante lo svolgimento di calcoli iterativi che richiedono tempo la finestra mostra una serie di informazioni riguardanti l'andamento delle elaborazioni e l'approssimarsi della soluzione.

Parametri distribuzione Stato elaborazione

**Stato elaborazione** Impostazioni

**Stato** ●

Tipo funzione	StimaTcevLiv0
Approssimazione	0.00000009
Iterazioni	58
Soluzione raggiunta	SI
Stato elaborazione	Risultato stima corrente: calcolo completato con successo
Valore funzione	8.159053854

Messaggio Il calcolo iterativo è stato concluso individuando una soluzione che soddisfa i criteri impostati

Il significato delle informazioni contenute nella finestra è riportato di seguito :

**Icona si stato:** è un simbolo grafico che risulta di colore verde se il calcolo è andato a buon fine, rosso se si è verificata una qualsiasi condizione di errore, giallo se è in corso un'elaborazione.

**Tipo funzione:** indica la funzione oggetto dell'elaborazione.

**Approssimazione:** fornisce indicazione circa la vicinanza alla soluzione per la funzione corrente. Il valore da raggiungere può essere stabilito preliminarmente cliccando sul pulsante *Impostazioni*. Il valore modificato è salvato tra le impostazioni dell'applicazione e conservato per le future elaborazioni.

**Iterazioni:** fornisce il numero di iterazioni eseguite per la funzione corrente. Il valore massimo può essere preliminarmente stabilito cliccando sul pulsante *Impostazioni*. Il valore modificato è salvato tra le impostazioni dell'applicazione e conservato per le future elaborazioni.

**Soluzione raggiunta:** può assumere i valori *Si* o *NO* a seconda che la ricerca della soluzione si sia conclusa con esito positivo o meno.

**Stato elaborazione:** fornisce informazioni circa lo stato dell'elaborazione in corso. In caso di soluzione non raggiunta indica il motivo del fallimento.

**Valore funzione:** riporta il valore correntemente assunto dalla funzione oggetto del calcolo iterativo. Quando si ha a che fare con la ricerca di soluzione contemporanea su più funzioni rappresenta il valore di una sola di esse.

**Messaggio:** Riporta in forma estesa un messaggio descrittivo circa lo stato dell'elaborazione.

#### Impostazioni di calcolo

Il pulsante impostazioni, posto in alto a destra nella finestra, consente l'accesso alla finestra di dialogo che permette di settare l'approssimazione nei calcoli e il numero massimo di iterazioni consentito :



Le impostazioni predefinite possono essere reimpostate in qualsiasi momento cliccando sul pulsante *Ripristina valori predefiniti*.

### Argomenti correlati

- Modifica delle opzioni dell'applicazione

#### 5.2.2.1.3.1 Condizioni di errore

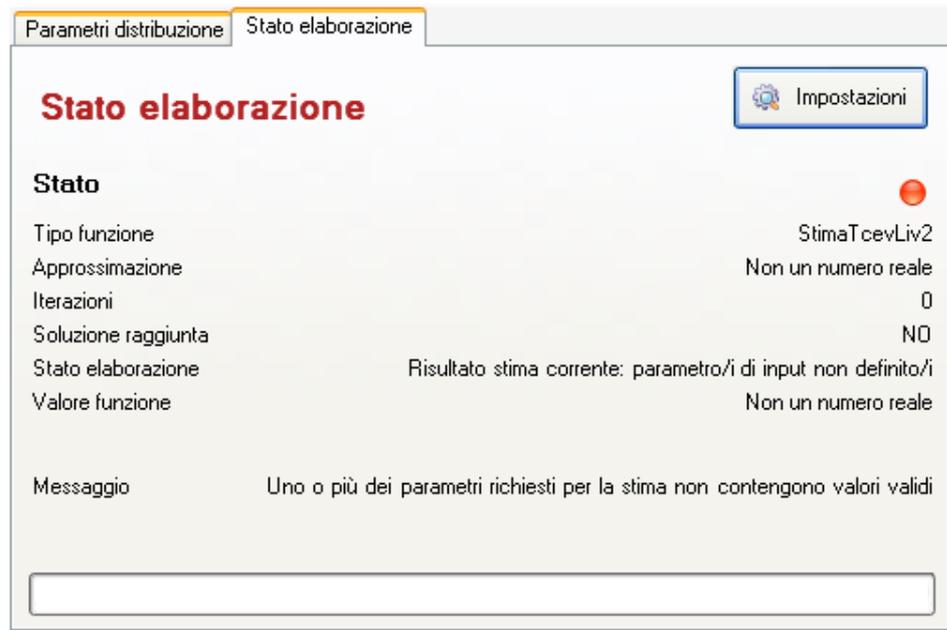
Le condizioni di errore che possono verificarsi possono dipendere da diversi fattori come, ad esempio, l'input incompleto, la non convergenza nella ricerca della soluzione con metodi iterativi, parametri con compresi nei limiti stabiliti, ecc.

↓ Elenco condizioni

Le condizioni di errore e gli altri stati nei quali ci si può trovare durante un'elaborazione sono elencati di seguito:

- **Parametri non definiti:** uno o più parametri richiesti non sono presenti o contengono valori errati
- **Argomento fuori dai limiti:** uno o più parametri richiesti contengono valori oltre i limiti consentiti
- **Numero massimo iterazioni raggiunto:** è stato raggiunto il numero massimo di iterazioni consentite
- **Calcolo annullato dall'utente:** l'elaborazione è stata interrotta dall'utente
- **Calcolo in corso:** l'elaborazione è attualmente in corso e può essere interrotta dall'utente
- **Errore generico:** si è verificato un errore non definito
- **Calcolo completato con successo:** l'elaborazione è stata portata a termine correttamente

La schermata seguente mostra lo stato della finestra in assenza di uno o più dei parametri richiesti. Si noti il simbolo grafico di colore rosso che segnala una condizione di errore.



### Argomenti correlati

- Modifica delle opzioni dell'applicazione

### 5.2.2.2 TCEV Livello 3

L'interpretazione probabilistica di serie di valori estremi con il modello **TCEV** avviene aggiungendo l'elemento corrispondente al gruppo di elaborazioni probabilistiche del progetto.

#### ↓ Aggiunta ed editazione

Aggiungendo al progetto un'elaborazione TCEV al terzo di regionalizzazione sarà mostrata la seguente schermata. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.

Elaborazione TCEV terzo livello

Aggiungi elaborazione Rimuovi tutto

Nome elaborazione: TCEV terzo livello

Durata (minuti): 60

Valori predefiniti

- 5 min
- 10 min
- 15 min
- 20 min
- 25 min
- 30 min
- 1 ora
- 3 ore
- 6 ore
- 12 ore
- 24 ore

Presenti 0 elaborazioni valide. Mancano 3 elaborazioni per procedere al calcolo della curva di pioggia.

La stima dei parametri della distribuzione TCEV al terzo livello di regionalizzazione è effettuata unicamente su base regionale, per

cui occorre fornire unicamente i valori dei parametri regionali nella zona e sottozona di interesse.

Per aggiungere una stima occorre selezionare la durata di interesse e cliccare sul pulsante aggiungi elaborazione. Affinché l'elaborazione sia utilizzabile per la costruzione della curva di pioggia è necessario aggiungere almeno tre elaborazioni probabilistiche.

Una volta aggiunta un'elaborazione lo spazio mostrato superiormente sarà riempito dalla scheda corrispondente alla durata selezionata, come mostrato nella successiva immagine.

F\_x(x) = \exp \left[ -\Lambda\_1 \exp \left( -\frac{x}{g\_1} \right) - \Lambda\_2 \exp \left( -\frac{x}{g\_2} \right) \right] A status bar at the bottom left shows a red triangle icon and the text 'Stima dei parametri non eseguita'."/>

Cliccando sul pulsante Calcoli si avrà accesso alle funzionalità che permettono di eseguire elaborazioni aventi per oggetto la distribuzione probabilistica corrente, come descritto nella sezione riguardante i calcoli sulle distribuzioni.

### ↓ Inserimento e selezione parametri regionali

Analogamente al primo e secondo livello di regionalizzazione occorre inserire i parametri regionali di interesse, che possono essere immessi direttamente o che è possibile richiamarli dal database fornito con l'applicazione. Nel database si trovano preinseriti i valori dei parametri regionali desunti dai rapporti VA.PI. elaborati per le diverse regioni del territorio italiano.

Inoltre, poiché al terzo livello di regionalizzazione sono note le relazioni che intercorrono tra la media  $\mu$  della grandezza idrologica *in esame* (*altezza di pioggia*) e le caratteristiche fisiche o climatiche dei bacini, è necessario immettere la stima del valore medio, ricavato mediante la relazione valida per l'area dove ricade il punto di interesse.

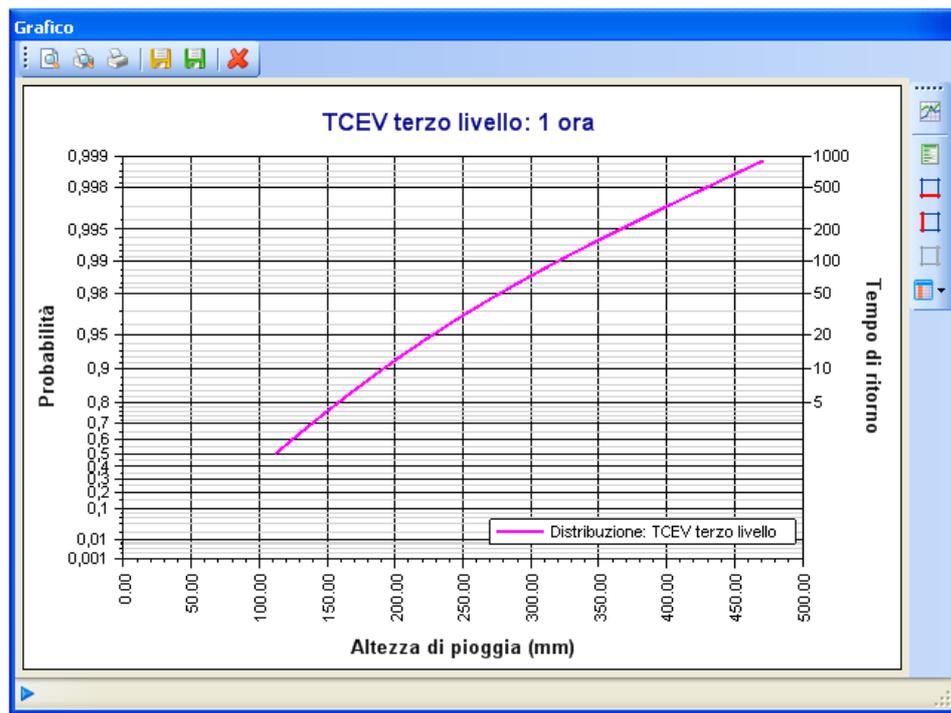
La figura seguente mostra i pulsanti sui quali cliccare per attivare le due modalità di inserimento dei parametri.



Per conoscere i dettagli relativi alla selezione dei parametri regionali visitare l'omonima sezione della guida. Una volta completato l'inserimento dei parametri regionali verrà avviata automaticamente la stima dei restanti parametri.

## ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato il cartogramma probabilistico con la curva che rappresenta la CDF della distribuzione. Nella finestra seguente è mostrato il grafico delle distribuzione.



### Argomenti correlati

- Teoria e definizioni modello TCEV
- Selezione parametri regionali
- Esecuzione di calcoli sulle distribuzioni probabilistiche
- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

#### 5.2.2.3 Parametri regionali TCEV

**Runoff Lab** offre la possibilità di definire, archiviare e richiamare i dati relativi ai parametri regionali della distribuzione TCEV.

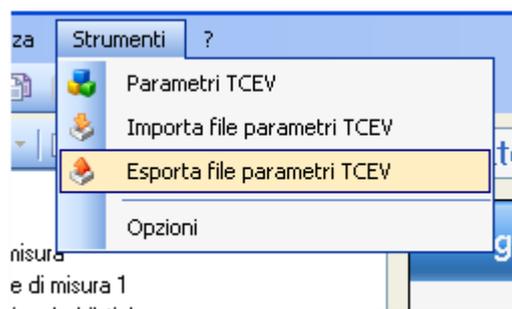
↓ Elenco delle funzionalità

Allo scopo è presente un editor che consente di interagire con il database fornito con l'applicazione.

Oltre a questo è possibile esportare il file contenente il database, eventualmente modificato dall'utente, per utilizzarlo in altre installazioni.

Il database fornito con l'applicazione riporta i parametri regionali TCEV desunti dai rapporti VAPI per le diverse regioni italiane.

Le voci di menu che consentono l'accesso alle funzioni descritte sono raggiungibili dal menu Strumenti.



### Argomenti correlati

- Editor dei parametri regionali TCEV
- Selezione dei parametri nella elaborazioni probabilistiche
- Importazione ed esportazione del database contenente i parametri

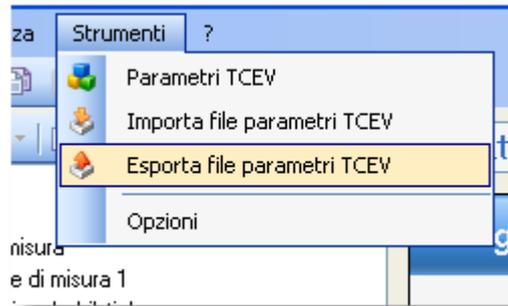
#### 5.2.2.3.1 Editor dei parametri

L'editor dei parametri permette di gestire il database contenente i parametri regionali della distribuzione TCEV.

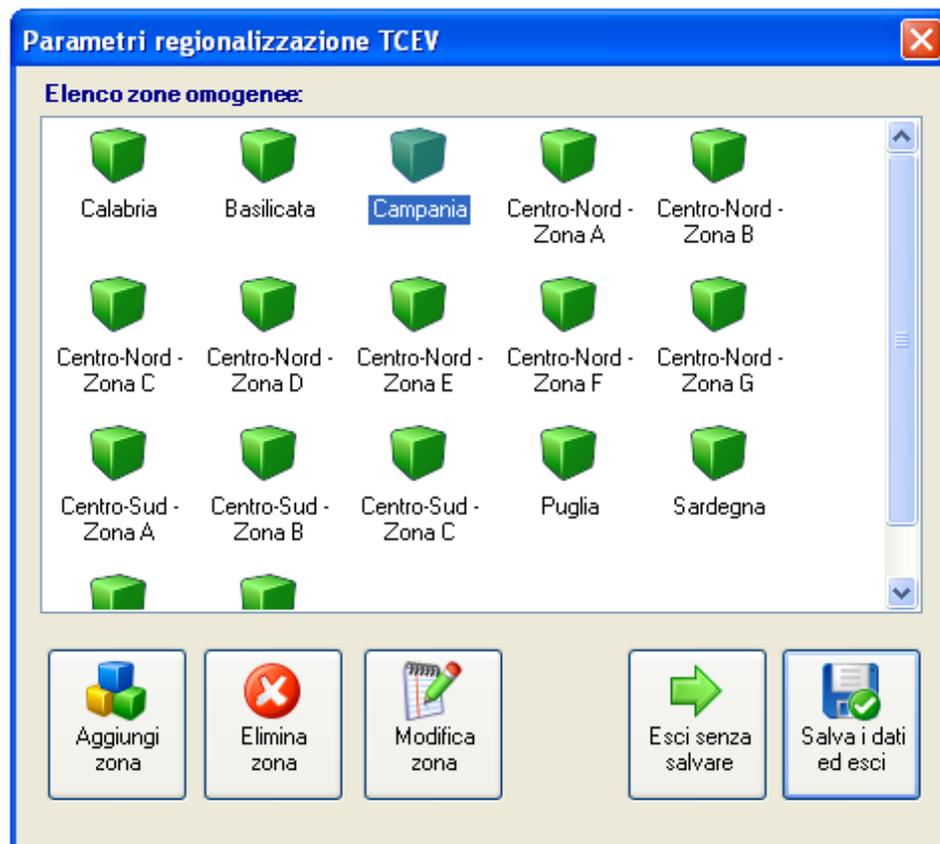
#### ↓ Apertura dell'editor dei parametri

Mediante questo strumento è possibile modificare o definire nuove *zone* e *sottozone* omogenee (vedere allo scopo i richiami sulla distribuzione TCEV).

L'accesso all'editor avviene mediante il menu *Strumenti/Parametri TCEV*.



Nella seguente figura è mostrata la finestra principale dell'editor dei parametri regionali. In questa finestra si possono definire nuove zone omogenee o modificare ed eliminare quelle esistenti.

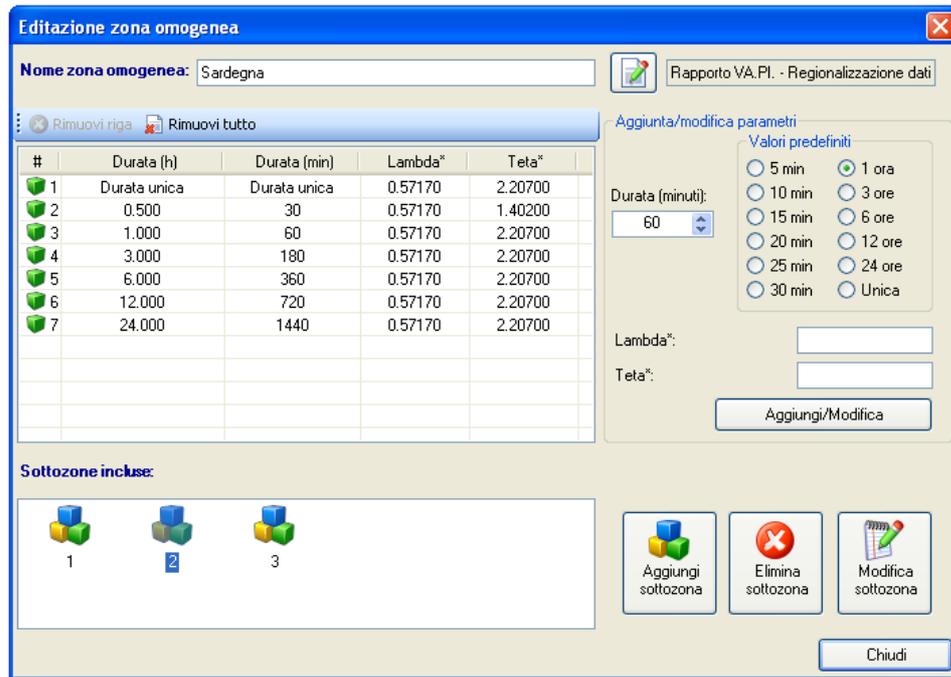


### ↓ Creazione e modifica di zone omogenee

La creazione o la modifica di una zona esistente provoca la comparsa della finestra mostrata di seguito. Con gli strumenti

mostrati si possono aggiungere i parametri relativi alla zona definita, specificandone la durata e i valori ( $\Lambda^*$  e  $\vartheta^*$ ). L'aggiunta di una serie di parametri aventi una durata già presente provoca la sostituzione dei parametri presenti. In presenza di parametri calcolati dalle serie di piogge giornaliere occorre selezionare la *durata unica*.

Oltre al nome della zona è possibile specificare un testo libero.



La stessa finestra permette la definizione delle sottozone incluse nella zona omogenea corrente, in maniera analoga alla definizione delle zone vista per la finestra principale.

### ↓ Creazione e modifica di sottozone omogenee

La creazione o modifica di una sottozona omogenea provoca la comparsa della finestra mostrata di seguito. All'interno di questa finestra si trovano le durate definite per i parametri della zona alla quale appartiene la sottozona che si sta definendo. Per aggiungere un parametro ( $\Lambda_1$ ) occorre selezionare la durata corrispondente e specificarne il valore prima di cliccare sul pulsante *Aggiungi/Modifica*. In presenza di parametri calcolati dalle serie di piogge giornaliere occorre selezionare la *durata unica*.



### Argomenti correlati

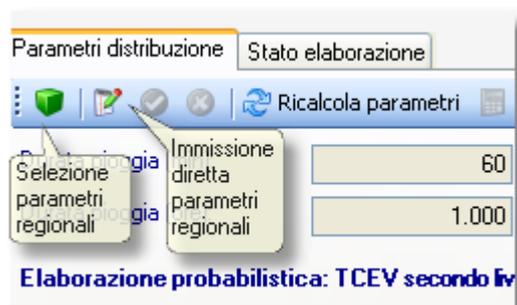
- Teoria e definizioni del modello TCEV

#### 5.2.2.3.2 Selezione dei parametri

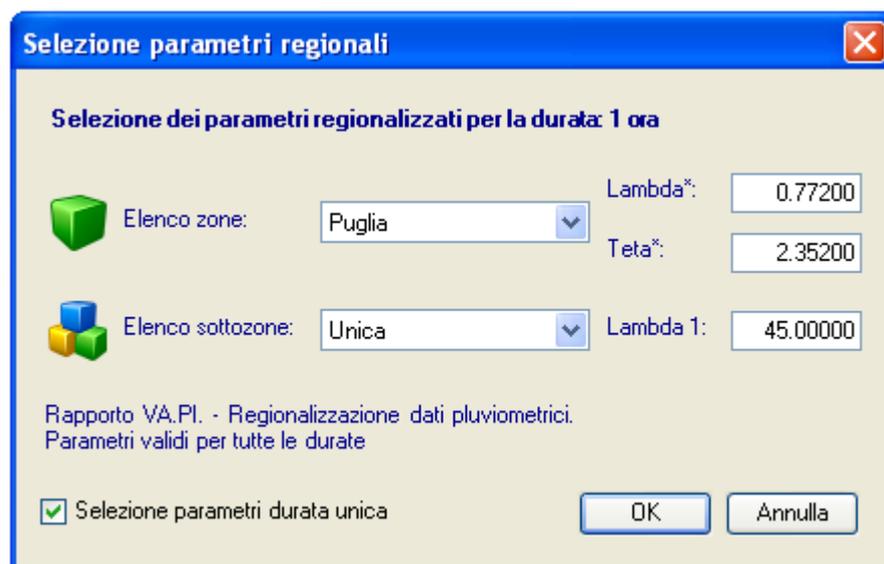
La selezione dei parametri avviene all'interno delle elaborazioni probabilistiche relative alla distribuzione TCEV al primo, secondo e terzo livello di regionalizzazione.

#### ↓ Modalità di selezione dei parametri

Le due modalità di selezione dei parametri permettono l'inserimento diretto o la selezione dal database fornito con l'applicazione, come mostrato nella seguente figura.



Cliccando sul pulsante di selezione dei parametri regionali viene mostrata la finestra riportata di seguito.



Nel caso si stia affrontando la stima al primo livello di regionalizzazione, il controllo relativo alla selezione della sottozona risulterà disattivato.



### Suggeriment

#### o

La selezione della casella denominata *Selezione parametri durata unica* provoca l'inserimento dei parametri che

corrispondono alla durata giornaliera delle serie pluviometriche (utile nel caso non siano state definiti parametri per le piogge di breve durata).

Alla chiusura della finestra i parametri selezionati vengono automaticamente attribuiti alle corrispondenti caselle dell'elaborazione probabilistica corrente.

### **Argomenti correlati**

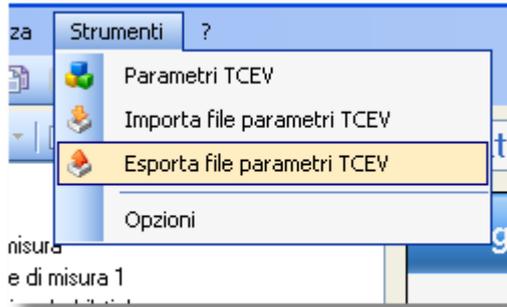
- Elaborazione TCEV al primo e secondo livello di regionalizzazione
- Elaborazione TCEV al terzo livello di regionalizzazione
- Teoria e definizioni modello TCEV

#### 5.2.2.3.3 Importazione/Esportazione parametri

Il database fornito con **Runoff Lab** contiene già preinseriti i valori dei parametri per le regioni italiane, così come elaborate dal progetto VAPI.

Il database preinserito può essere modificato, come mostrato nella sezione della guida relativo all'editor dei parametri.

Per esportare un database modificato al fine di importarlo in un'altra installazione dell'applicazione occorre attivare la voce di menu corrispondente del menu Strumenti, come mostrato nella figura seguente.



In modo del tutto simile si procede dovendo importare un database esistente su un'altra installazione dell'applicazione.



### **Suggerimento**

Si consiglia di esportare il file con i parametri regionali personalizzato ogni qualvolta si effettuano delle modifiche al database.

Il file contenente i dati ha estensione .rgn.

### **Argomenti correlati**

- Teoria e definizioni modello TCEV
- Editor dei parametri

## **5.2.3 Calcoli sulle distribuzioni**

Questa sezione consente, una volta effettuata una stima con uno dei metodi messi a disposizione, di svolgere elaborazioni utilizzando l'espressione della funzione di probabilità cumulata della distribuzione prescelta.

Si possono calcolare i tempi di ritorno che corrispondono a particolari valori della grandezza idrologica in esame oppure, fissati i tempi di ritorno, determinare i corrispondenti valori della grandezza idrologica.

La finestra presenta lievi differenze a seconda che si tratti la distribuzione di **Gumbel** o la distribuzione **TCEV**.

### ↓ Calcoli riguardanti la distribuzione TCEV

La successiva schermata mostra la finestra che si ha quando la distribuzione prescelta corrisponde alla distribuzione TCEV:

The screenshot shows a software window titled "Calcoli distribuzioni probabilistiche". Inside, there is a "Calcoli" icon and a "Tabella risultati" button. The main content area displays the following information:

**Ultima stima valida: TCEV secondo livello di regionalizzazione**

Tempo di ritorno (T)  0,00

Variabile (X)  0,00

$$F_x(x) = \exp \left[ -13.03 \exp \left( -\frac{x}{7.525} \right) - 0.69 \exp \left( -\frac{x}{15.603} \right) \right]$$

**Curva di crescita:**

Tempo di ritorno (T)  0,00

Fattore di crescita (KT)  0,00

$$F_{x'}(x') = \exp \left[ -13.030 (32.851)^{-x'} - 0.689 (5.388)^{-x'} \right]$$

At the bottom right, there are buttons for "?" and "Chiudi".

La finestra riporta l'indicazione del metodo di stima adottato e l'espressione della CDF della distribuzione probabilistica e della curva di crescita.

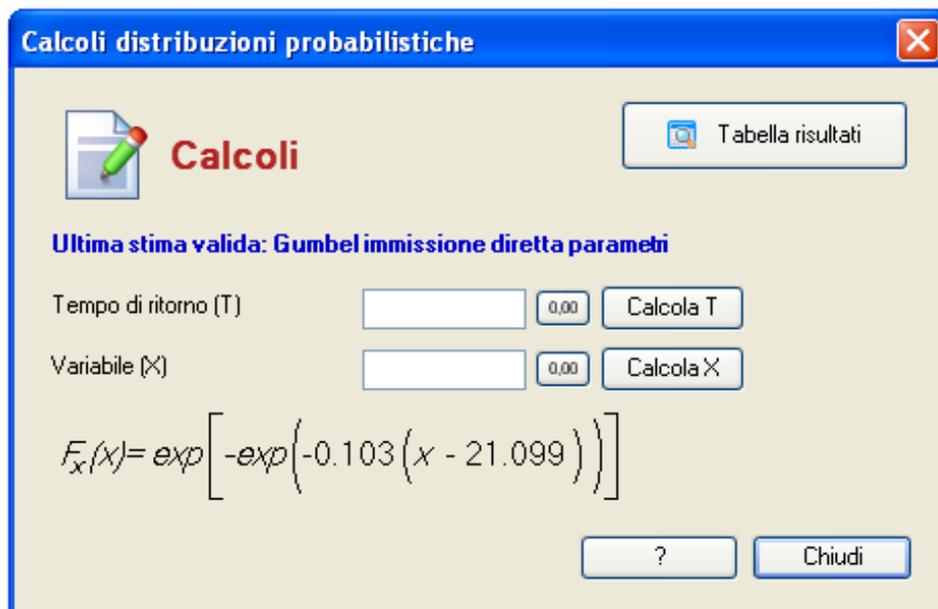
Per calcolare la grandezza corrispondente a un prefissato tempo di ritorno immettere il valore del tempo di ritorno nella prima

casella di testo e cliccare sul pulsante *Calcola X*. In modo analogo, se si vuole calcolare il tempo di ritorno corrispondente ad un particolare valore della grandezza idrologica, si immette il valore voluto nella seconda casella e si clicca sul pulsante *Calcola T*.

Analogamente a quanto visto per la CDF della distribuzione TCEV si procede per le elaborazioni riguardanti la curva di crescita.

### ↓ Calcoli riguardanti la distribuzione di Gumbel

Nel caso di elaborazioni relative alla distribuzione di Gumbel verrà mostrata la schermata seguente:

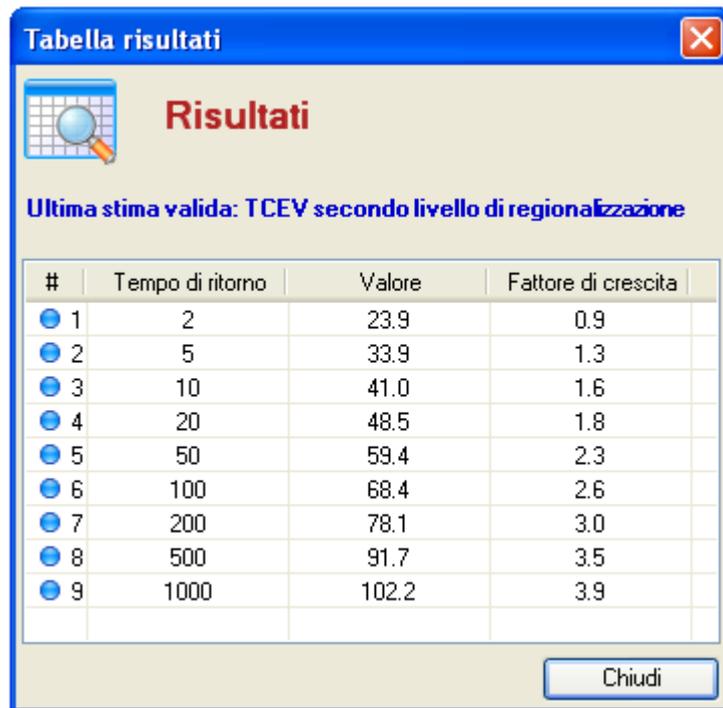


In caso di parametri non stimati, in luogo dei valori numerici le espressioni riporteranno i termini simbolici. In tal caso i pulsanti che consentono il calcolo risulteranno disattivati.

### ↓ Tabella risultati

Il pulsante *Tabella risultati* provoca la visualizzazione della tabella seguente che, per i tempi di ritorno usualmente adoperati nella

pratica tecnica, mostra i valori della grandezza idrologica in esame e, nel caso della distribuzione TCEV, i valori dei fattori di crescita.

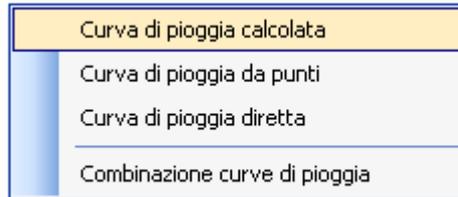


#	Tempo di ritorno	Valore	Fattore di crescita
1	2	23.9	0.9
2	5	33.9	1.3
3	10	41.0	1.6
4	20	48.5	1.8
5	50	59.4	2.3
6	100	68.4	2.6
7	200	78.1	3.0
8	500	91.7	3.5
9	1000	102.2	3.9

Cliccare sull'immagine per comprimerla

### 5.3 Curve di pioggia

Mediante questo gruppo è possibile calcolare o definire le curve di probabilità pluviometriche, cioè le espressioni che forniscono, per assegnati tempi di ritorno, la variabilità nel tempo dell'altezza di precipitazione.



Le curve di pioggia possono discendere da elaborazioni probabilistiche esistenti, possono essere calcolate per interpolazione da punti noti o possono essere inserite direttamente, qualora se ne conoscano i coefficienti ( $a$  ed  $n$ ).

È pure possibile ricavare curve di pioggia dalla combinazione di altre curve, mediante attribuzione di pesi alle diverse curve di origine.

### Argomenti correlati

- Determinazione di curve di pioggia da elaborazioni probabilistiche
- Calcolo della curva di pioggia da punti
- Inserimento diretto della curva di pioggia
- Combinazioni di curve di pioggia

#### 5.3.1 Curva calcolata

Una curva di pioggia calcolata è una curva che discende da una elaborazione probabilistica effettuata con uno dei modelli disponibili.

#### ↓ Aggiunta di una curva calcolata

Aggiungendo al progetto una curva di pioggia calcolata verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.



navigazione  
trascinando il nodo  
che rappresenta  
l'elaborazione e  
rilasciandolo sul  
nodo che  
rappresenta la  
curva di pioggia.

Gli altri pulsanti della barra degli strumenti dell'elaborazione consentono di annullare la scelta fatta, di spostarsi sull'elaborazione selezionata o mostrare i grafici probabilistici delle serie di dati interpretate nell'elaborazione.

## ↓ Risultati del calcolo

Una volta stabilita l'elaborazione probabilistica e fissato il tempo di ritorno sarà immediatamente effettuato il calcolo della curva di probabilità pluviometrica e i risultati appariranno come mostrato nella successiva schermata.

#	Durata pioggia (ore)	Durata pioggia (m...)	Altezza di pioggia (mm)
<input type="checkbox"/> 0	1.000	60	81.181
<input type="checkbox"/> 1	3.000	180	125.034
<input type="checkbox"/> 2	6.000	360	153.255
<input type="checkbox"/> 3	12.000	720	169.241
<input type="checkbox"/> 4	24.000	1440	202.193

Tempo di ritorno (anni): 500

Valori predefiniti:

- 2 anni
- 5 anni
- 10 anni
- 500 anni
- 20 anni
- 1000 anni
- 50 anni

Curva di pioggia:

a: 86.58 0.00

n: 0.280 0.00

r: 0.985 0.00

Curva di pioggia calcolata - a: 86.58 - n: 0.280

Nella tabella sono riportati i punti calcolati dalla distribuzione probabilistica di partenza per il tempo di ritorno selezionato. Le durate sono espresse sia in ore che in minuti.

Nel riquadro denominato *Curva di pioggia* sono invece riportati i risultati dell'interpolazione dei punti riportati in tabella, con

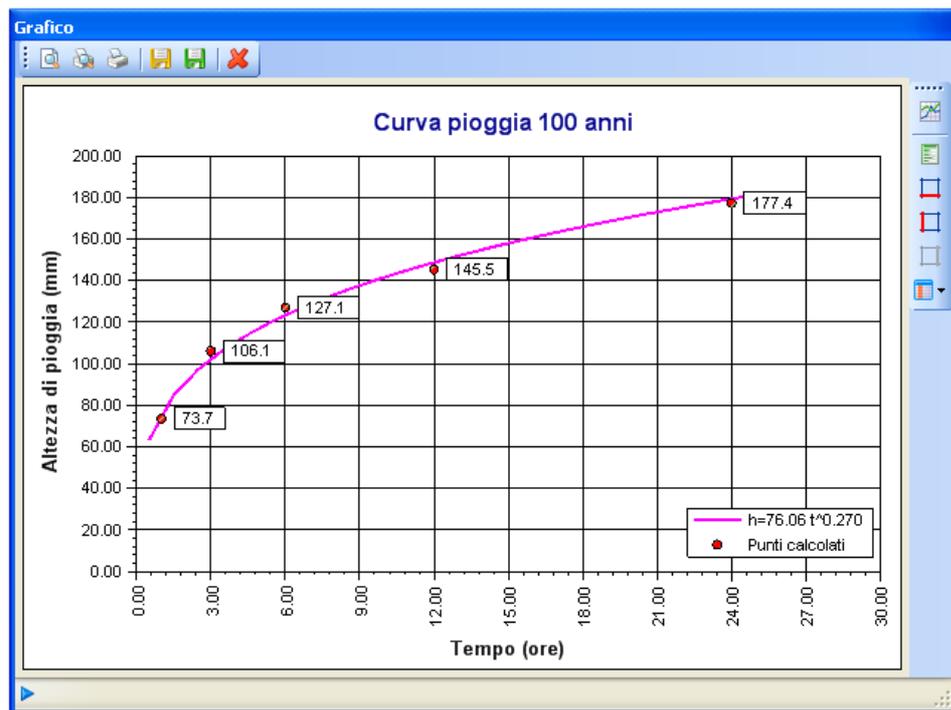
l'indicazione, oltre ai parametri  $a$  ed  $n$  della curva, del coefficiente di correlazione.

**Nota**

Affinché venga determinata la curva di pioggia e calcolati i coefficienti è necessario che l'elaborazione prescelta contenga almeno tre interpretazioni probabilistiche valide.

 **Rappresentazione grafica**

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrata la curva con i punti dalla quale è stata ricavata, come mostrato nella schermata seguente.



### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

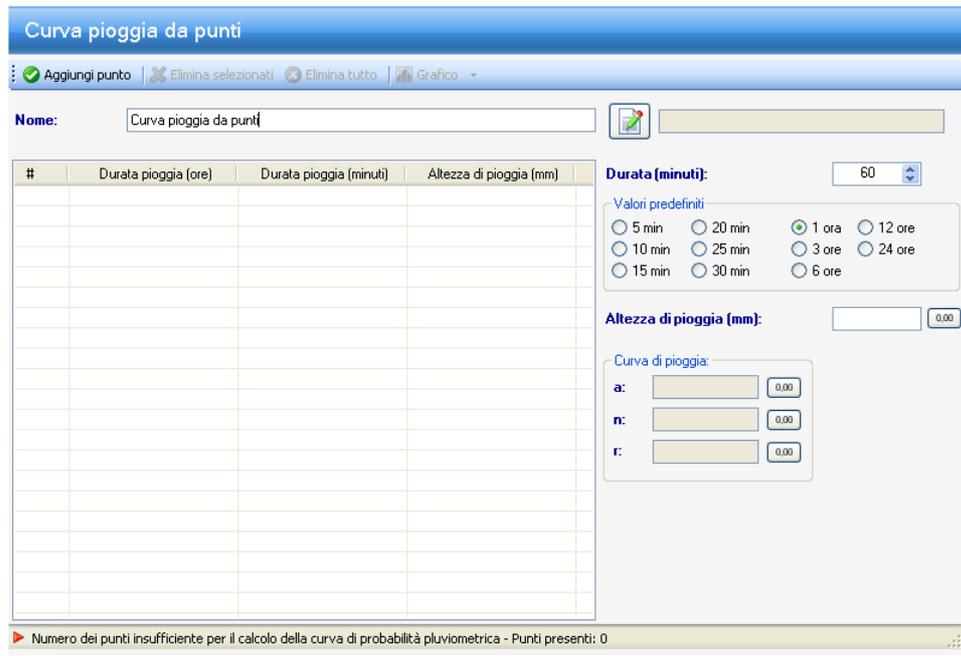
### 5.3.2 Curva da punti

Una curva di pioggia da punti è una curva calcolata interpolando i punti (durata, altezza di precipitazione) immessi dall'utente.

#### ↓ Aggiunta di una curva da punti

Aggiungendo al progetto una curva di pioggia da punti verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.



### ↓ Aggiunta ed editazione dei dati

I controlli presenti consentono di aggiungere i punti (durata, altezza di precipitazione) dai quali ricavare per interpolazione la curva di probabilità pluviometrica.

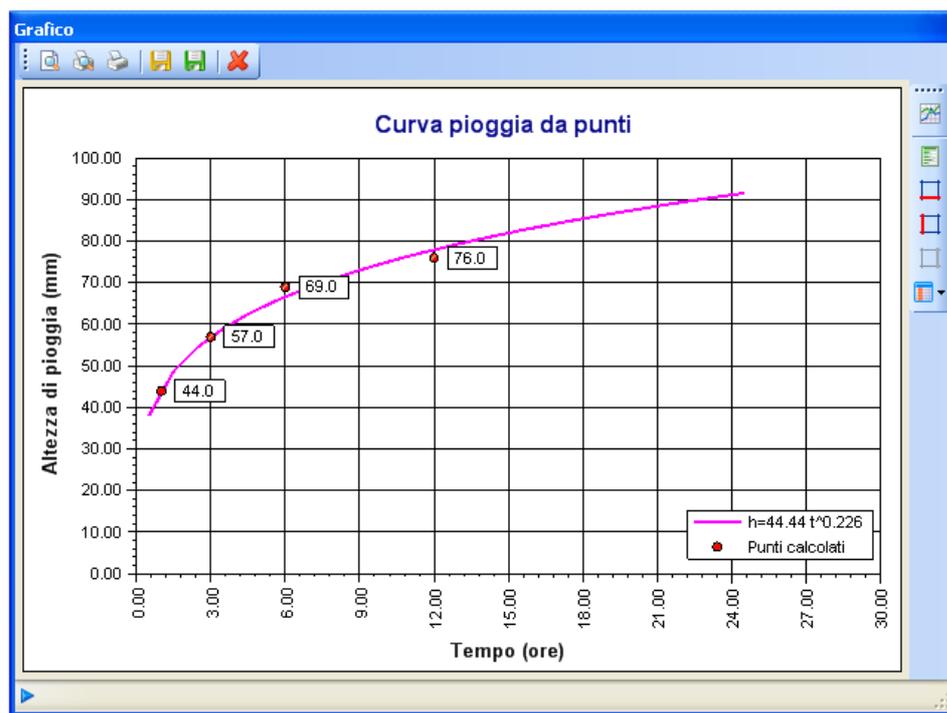
Per inserire un punto in tabella occorre specificare la durata della pioggia (da inserire direttamente o selezionare tra i valori predefiniti dell'elenco) e l'altezza della stessa; successivamente il punto sarà aggiunto alla tabella cliccando sul pulsante *Aggiungi punto* posto sulla barra degli strumenti presente nella finestra.

Dal terzo punto in avanti saranno mostrati i risultati dell'interpolazione all'interno del gruppo denominato *Curva di pioggia*. Oltre ai parametri *a* ed *n* della curva è riportato il coefficiente di correlazione.

I punti inseriti possono essere rimossi mediante i relativi pulsanti della barra degli strumenti.

## ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrata la curva con i punti dalla quale è stata ricavata, come mostrato nella schermata seguente.



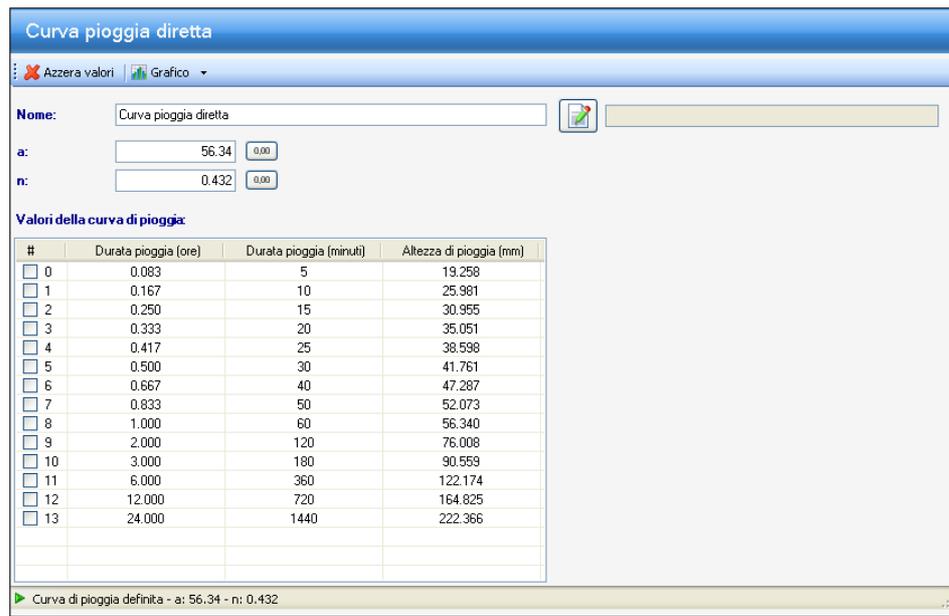
### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

### 5.3.3 Curva diretta

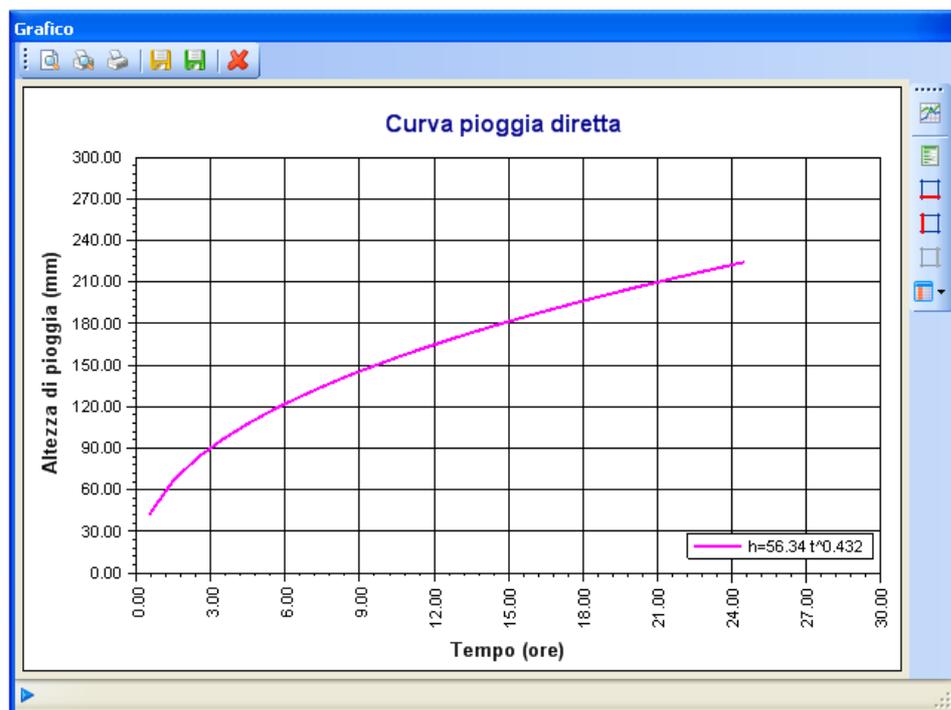
Una curva di pioggia diretta è definita dai coefficienti inseriti direttamente dall'utente.





### ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrata la curva di probabilità pluviometrica.



### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

#### 5.3.4 Combinazione di curve

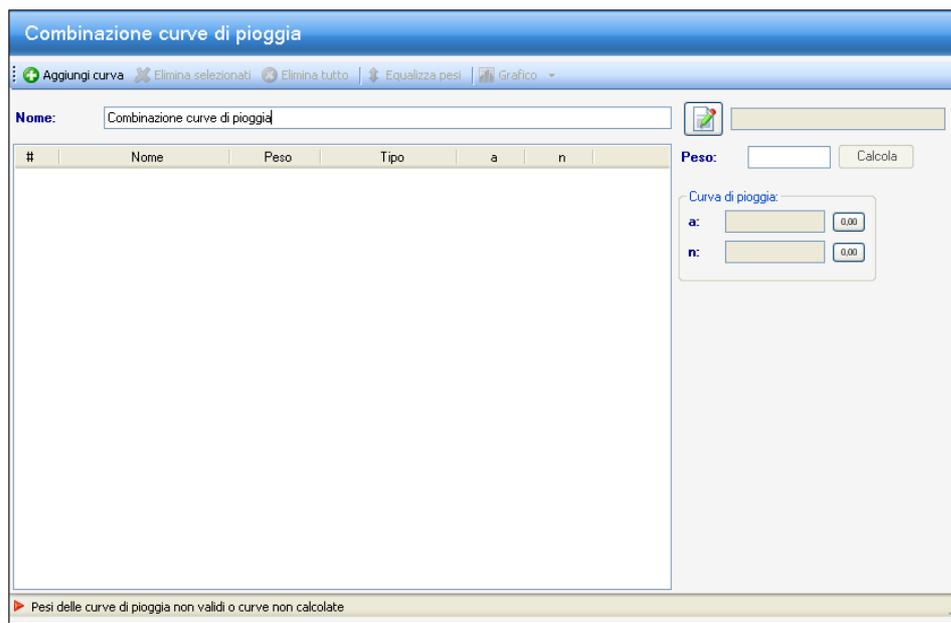
Questo elemento offre la possibilità di combinare più curve di pioggia mediante l'attribuzione di pesi.

##### ↓ Aggiunta di una combinazione di curva

Aggiungendo al progetto una combinazione di curve di pioggia verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Questa funzione consente di combinare fino a un massimo di dieci curve attribuendo a ciascuna di esse un peso. La curva risultante sarà una media pesata delle curve di origine.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.



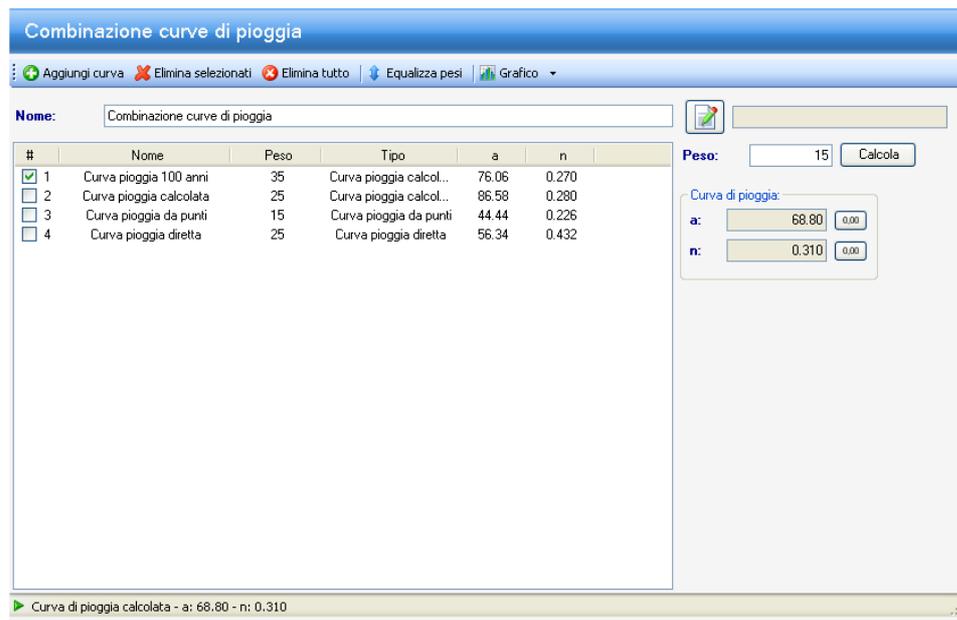
### ↓ Selezione delle curve di pioggia

La selezione delle curve può avvenire mediante il relativo pulsante della barra degli strumenti o, più velocemente, trascinando una curva dal pannello di navigazione e rilasciandola sull'area della finestra destinata a contenere le curve.

Nel primo caso verrà mostrata la finestra contenente tutte le curve già presenti nel progetto, permettendo di selezionare quelle da considerare nel calcolo della curva, come mostrato nella figura che segue.



Le curve inserite possono essere eliminate, in tutto o in parte, mediante i relativi pulsanti posti nella barra degli strumenti.



### ↓ Impostazione dei parametri

Al momento dell'aggiunta di una curva, questa avrà un peso pari a zero. Si può assegnare a tutte le curve lo stesso peso cliccando sul pulsante *Equalizza pesi*.

Per assegnare ad una curva un dato peso occorre selezionare la riga corrispondente alla curva e digitare il valore voluto nella casella che riporta il peso.

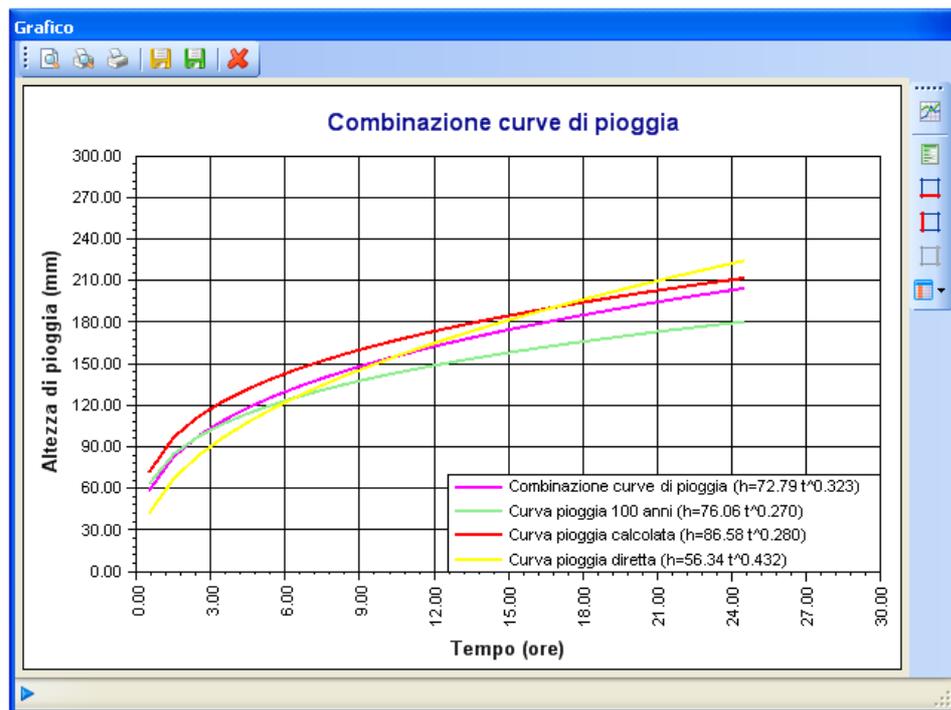


### **Suggerimento**

Cliccando sul pulsante *Calcola* si assegnerà automaticamente alla curva selezionata il peso necessario al raggiungimento di 100.

### Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrata la curva di probabilità pluviometrica media insieme a tutte le altre curve selezionate.



### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

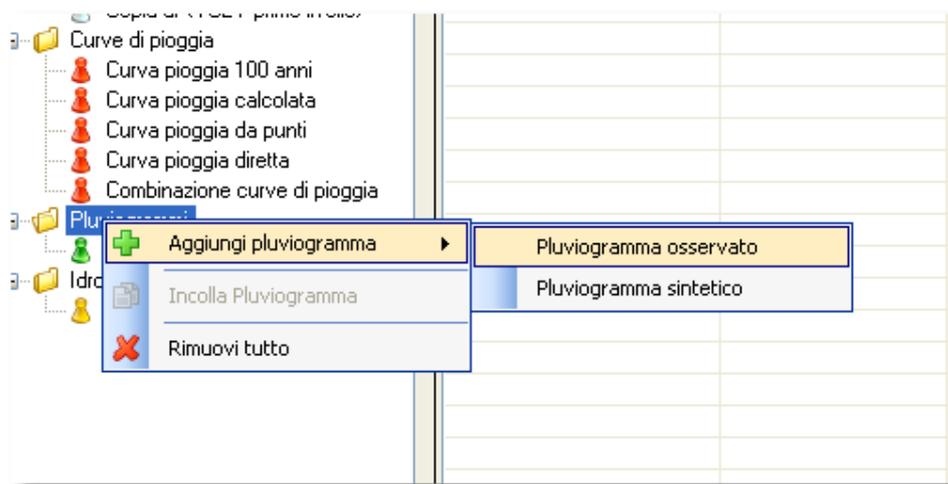
## 5.4 Pluviogrammi

Mediante gli oggetti di questo gruppo si definiscono le piogge di input del modello di trasformazione afflussi/deflussi.

### ↓ Tipologie implementate

Per la definizione dei pluviogrammi da assegnare al modello di trasformazione afflussi-deflussi si hanno due possibilità: assegnare un pluviogramma osservato o ricavare un pluviogramma sintetico a partire da una curva di pioggia definita in precedenza. In

entrambi i casi sarà necessario assegnare l'intervallo di discretizzazione della pioggia espresso in minuti.



### Argomenti correlati

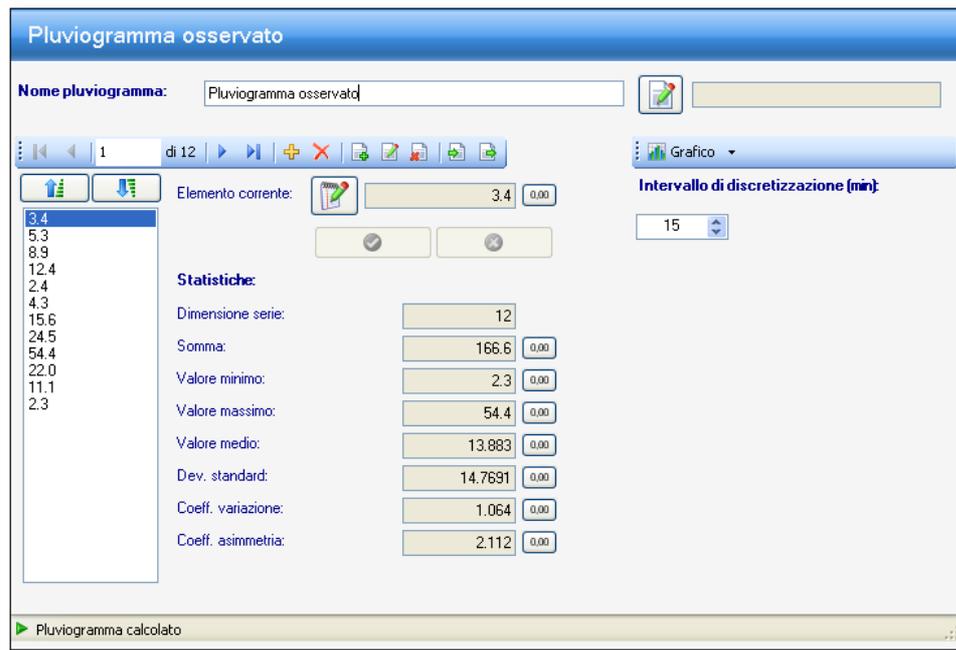
- Assegnazione di un pluviogramma osservato
- Definizione di un pluviogramma sintetico

#### 5.4.1 Pluviogramma osservato

##### ↓ Aggiunta di un pluviogramma osservato

Aggiungendo al progetto un pluviogramma osservato verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.

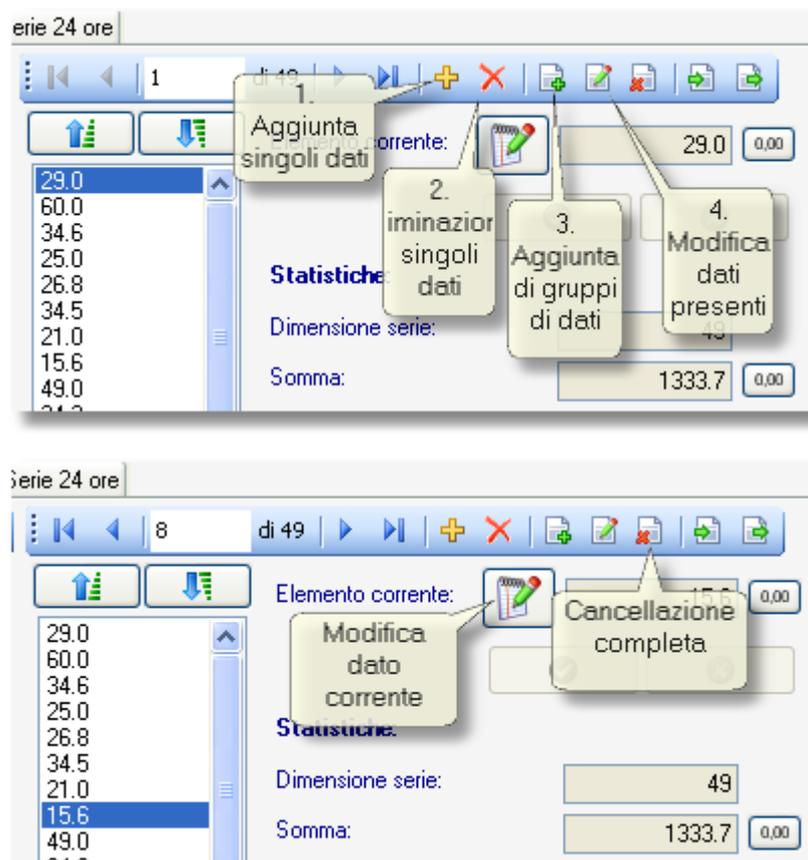


### ↓ Aggiunta ed editazione dei dati

La definizione dell'intervallo di discretizzazione (minuti) avviene mediante il controllo posto alla destra della finestra.

La sezione di sinistra permette di definire il pluviogramma osservato.

Attraverso la barra degli strumenti si possono effettuare tutte le operazioni di editing della serie. Oltre a questo sono riportate le principali statistiche sulla serie (dimensione del campione, valore minimo, massimo, media e scarto quadratico medio, coefficienti di variazione e di asimmetria).



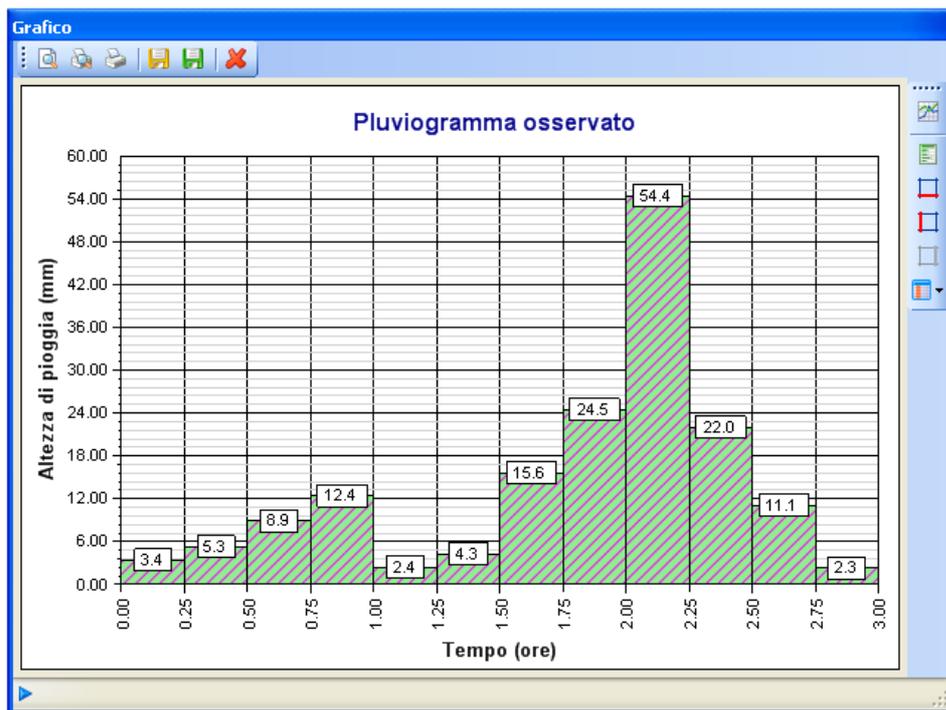
Le funzioni dedicate all'aggiunta e alla modifica di gruppi di dati richiamano la finestra mostrata di seguito, nella quale è possibile inserire, aggiungere o eliminare più dati per volta.



Oltre alle funzioni mostrate, utilizzando gli ultimi due pulsanti della barra degli strumenti, si possono importare o esportare intere serie di dati da file di testo. I file devono contenere solo i dati da importare disposti uno per riga.

### ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato l'istogramma che rappresenta i valori inseriti.



### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

#### 5.4.2 Pluviogramma sintetico

Un pluviogramma sintetico è costruito sulla base di una curva di probabilità pluviometrica impostando la durata, l'intervallo di discretizzazione e la forma voluta.

#### ↓ Aggiunta di un pluviogramma sintetico

Aggiungendo al progetto un pluviogramma sintetico verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo



Si può procedere più velocemente all'assegnazione della curva operando direttamente sul pannello di navigazione trascinando il nodo che rappresenta la curva di pioggia e rilasciandolo sul nodo che rappresenta il pluviogramma. Gli altri pulsanti della barra degli strumenti della curva di pioggia consentono di annullare la scelta della curva stessa, di trasferirsi sulla curva di pioggia selezionata o di mostrare il grafico della curva di pioggia.

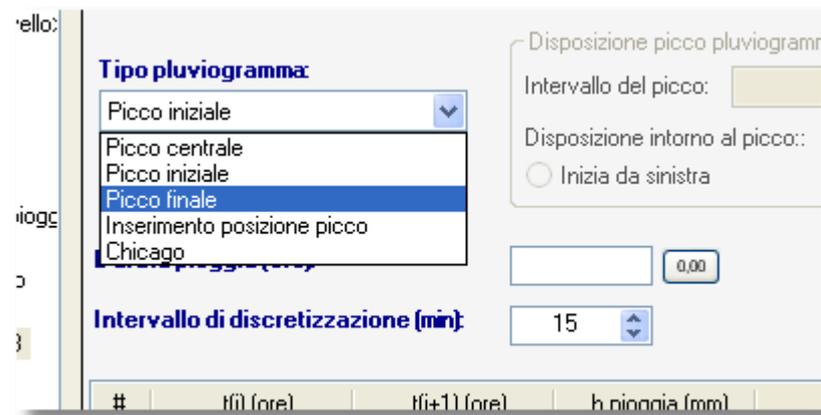
### ↓ Impostazione dei parametri

La durata totale dell'evento (ore) e l'intervallo di discretizzazione (minuti) sono stabiliti mediante i corrispondenti controlli presenti nella finestra.

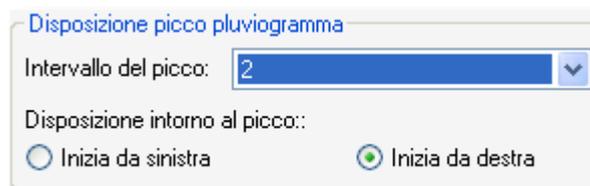
Gli altri controlli presenti permettono di personalizzare la forma da assegnare al pluviogramma sintetico. In primo luogo, mediante la casella a discesa denominata *Tipo pluviogramma* si può assegnare la posizione del picco, scegliendo tra le seguenti opzioni:

- Picco centrale

- Picco iniziale
- Picco finale
- Inserimento posizione picco
- Chicago



Le prime tre opzioni non richiedono ulteriori passi. La quarta (Inserimento posizione picco) richiede che si specifichi l'intervallo nel quale andrà posizionato il picco, come mostrato nella figura seguente.



Il numero di intervalli dipende dai valori scelti per la durata dell'evento e per l'intervallo di discretizzazione. L'opzione *Disposizione intorno al picco* serve a specificare come dovrà avvenire la costruzione del pluviogramma.

L'ultima opzione è relativa alla costruzione del pluviogramma Chicago e richiede come unico input il parametro  $r$ , variabile tra 0 e 1, che determina la posizione del picco. Un valore di 0,5 indica un pluviogramma simmetrico rispetto al picco.



## ↓ Rappresentazione dei risultati

Dopo aver inserito i parametri necessari alla definizione del pluviogramma verrà automaticamente mostrato il risultato ottenuto, come rappresentato nella successiva figura.

**Pluviogramma sintetico**

Curva di pioggia: Curva pioggia 100 anni

Nome pluviogramma: Pluviogramma di progetto

Tipo pluviogramma: **Picco centrale**

Disposizione picco pluviogramma:  
 Intervallo del picco:   
 Disposizione intorno al picco:  
 Inizia da sinistra  Inizia da destra

Posizione picco (r):  Posizione (r): 0.50

Durata pioggia (ore):  3.000  0.00

Intervallo di discretizzazione (min):  15

#	t(i) (ore)	t(i+1) (ore)	h pioggia (mm)
1	0.000	0.250	2.376
2	0.250	0.500	2.732
3	0.500	0.750	3.248
4	0.750	1.000	4.076
5	1.000	1.250	5.684
6	1.250	1.500	10.767
7	1.500	1.750	52.314
8	1.750	2.000	7.298
9	2.000	2.250	4.724
10	2.250	2.500	3.607
11	2.500	2.750	2.964
12	2.750	3.000	2.539

Gráfico

**Risultati**

Num. intervalli:  12

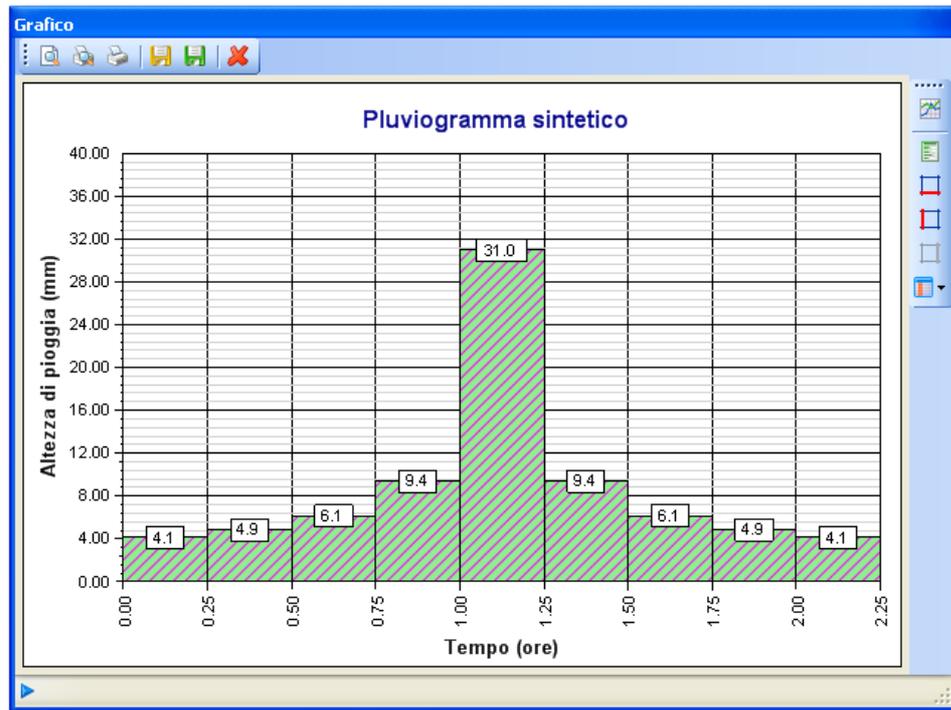
Altezza totale (mm):  102.329  0.00

▶ Pluviogramma calcolato

Nella tabella sono riportati gli estremi dell'intervallo (espressi in ore) e l'altezza di precipitazione (espressa in mm) calcolata dalla curva di pioggia fornita come input.

## ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato l'istogramma che rappresenta il pluviogramma definito. Mantenendo aperta la finestra del grafico è possibile osservare in tempo reale i cambiamenti che si hanno per effetto della modifica dei parametri dai quale dipende il pluviogramma.



### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

## 5.5 Idrogrammi

Gli oggetti presenti in questo gruppo permettono di calcolare l'idrogramma in corrispondenza della sezione di chiusura di un assegnato sottobacino per effetto della precipitazione considerata uniformemente distribuita sull'intera superficie.



### Argomenti correlati

- Definizione di un idrogramma con il modello SCS-CN

#### 5.5.1 Idrogramma SCS

Mediante questo elemento è possibile applicare il modello di trasformazione afflussi/deflussi SCS alla pioggia fornita come input per ottenere il deflusso superficiale in un'assegnata sezione di un bacino idrografico naturale.

#### ↓ Aggiunta di un idrogramma

Aggiungendo al progetto un idrogramma SCS verrà mostrata la schermata seguente. L'inserimento di questo elemento avviene con le modalità descritte nel paragrafo dedicato all'interfaccia utente.

Come per tutti gli oggetti inseribili in un progetto è possibile modificare il nome della curva o aggiungere una descrizione.



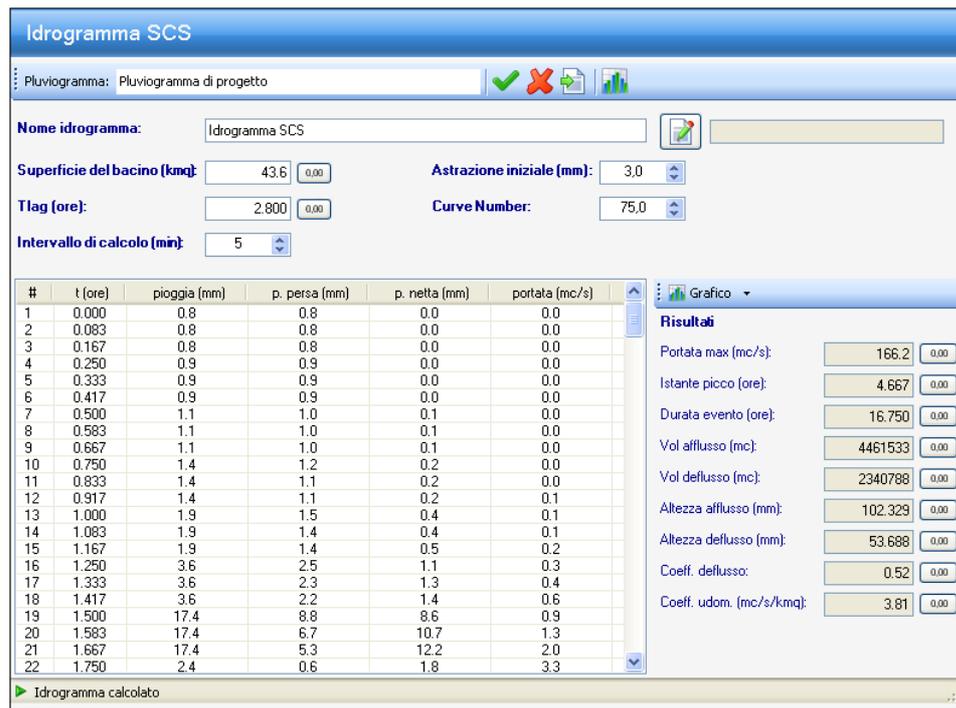
pannello di navigazione trascinando il nodo che rappresenta il pluviogramma e rilasciandolo sul nodo che rappresenta l'idrogramma. Gli altri pulsanti della barra degli strumenti del pluviogramma consentono di annullare la scelta del pluviogramma stesso, di trasferirsi sul pluviogramma selezionato o di mostrare il grafico del pluviogramma.

### ↓ Impostazione dei parametri del modello

I parametri da assegnare riguardano la superficie del bacino (kmq), il tempo di ritardo (espresso in ore, calcolabile con la formula  $T_{lag}=0,6 t_c$ , con  $t_c$  tempo di corrivazione del bacino), l'astrazione iniziale (mm) e il Curve Number (indice compreso tra 0 e 100, fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità) e, infine, l'intervallo di calcolo dell'idrogramma (espresso in minuti).

### ↓ Risultati del calcolo

Una volta assegnati i parametri richiesti verrà automaticamente determinato l'idrogramma, come mostrato nella seguente figura.

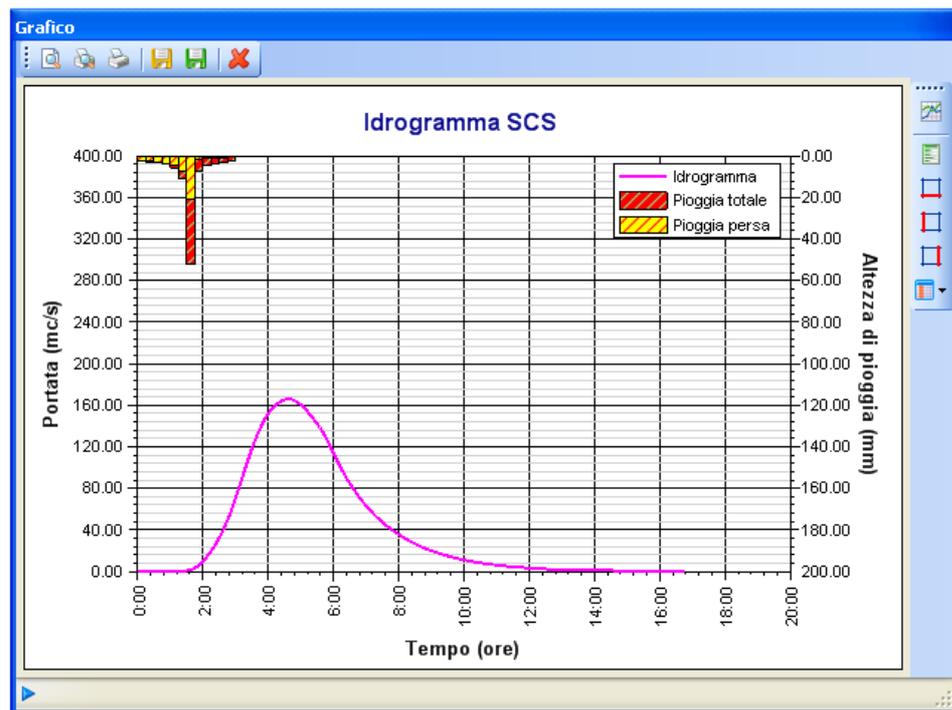


La tabella riporta, per ogni intervallo di tempo (ore), la pioggia totale in corrispondenza dell'intervallo (mm), la pioggia persa (mm), la pioggia netta (mm) e la portata risultante.

Nella sezione di destra della finestra sono riportati i risultati del processo di trasformazione afflussi/deflussi. Oltre alla portata massima al colmo di piena (mc/s) e all'istante in cui questa si verifica (ore), sono riportati gli afflussi e i deflussi (espressi sia in termini di volumi, sia in termini di altezze) la durata totale dell'evento, il coefficiente di deflusso (dato dal rapporto tra deflussi e afflussi sul bacino) e il contributo unitario (coefficiente udometrico, espresso in mc/s/kmq).

### ↓ Rappresentazione grafica

Cliccando sul pulsante *Grafico* verrà mostrato il grafico con l'idrogramma calcolato. Nello stesso grafico è riportata la pioggia di input (totale e netta), riferita all'asse delle ordinate secondario. Mantenendo aperta la finestra del grafico è possibile osservare in tempo reale i cambiamenti che si hanno per effetto della modifica dei parametri dai quale dipende l'idrogramma.



### Argomenti correlati

- Generazione di rapporti
- Funzionalità dei grafici
- Nozioni generali sull'interfaccia utente

## 6 Output

L'output delle elaborazioni svolte è ottenuto attraverso la produzione di grafici e rapporti.

I primi mostrano in forma grafica i risultati delle singole unità di calcolo. I grafici possono essere personalizzati ed esportati o inviati direttamente alla stampante.

I rapporti sono relativi alle singole unità di calcolo. Possono includere rapporti sugli oggetti collegati, grafici e richiami teorici.

### Argomenti correlati

- Visualizzazione e modifica dei grafici
- Creazione di rapporti

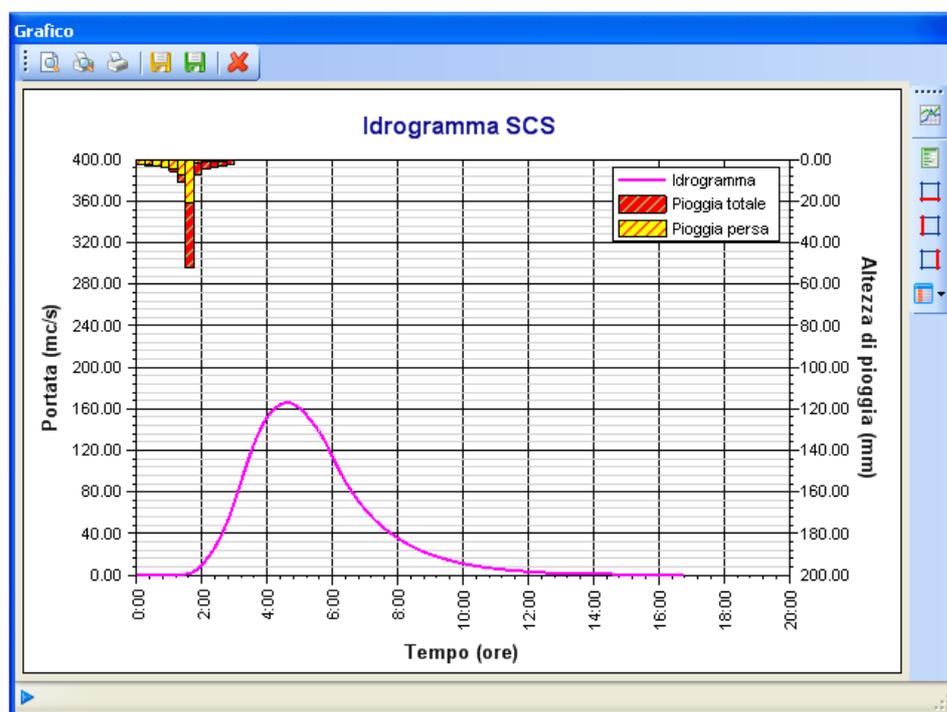
## 6.1 Grafici

Tutti gli oggetti che è possibile inserire nei progetti di Runoff Lab hanno la possibilità di essere rappresentati graficamente.

La visualizzazione grafica si attiva cliccando sul pulsante *Grafico* presente nelle diverse finestre collegate agli elementi inseriti.

### ↓ Funzionalità disponibili

Un esempio di finestra contenente l'output grafico di un idrogramma è riportata nella seguente figura.



### Barre degli strumenti

La barra degli strumenti superiore permette di visualizzare l'anteprima di stampa del grafico, di impostare la stampante e di stampare il grafico.

Inoltre consente di esportare il grafico in formato raster (.bmp, .jpeg, .gif, .png e .tiff) e in formato vettoriale (.emf).

La barra degli strumenti laterale permette di modificare le proprietà delle diverse parti che compongono il grafico (area del grafico, assi, serie di dati, legenda).

### **Barra di stato**

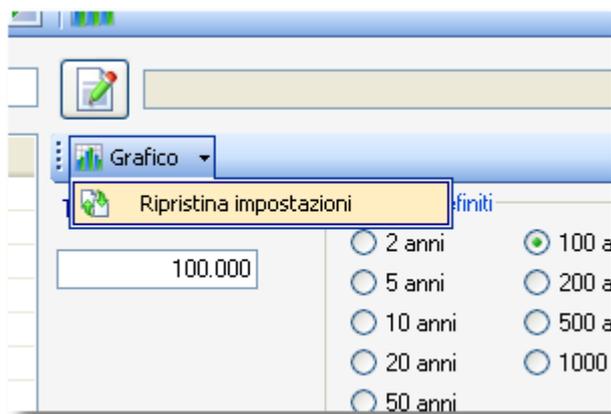
Spostandosi con il puntatore del mouse sull'area del grafico vengono mostrate nella barra di stato le coordinate del cursore. Inoltre viene evidenziata la parte del grafico sulla quale si trova il puntatore permettendone la modifica (che avviene facendo doppio clic col pulsante del mouse o attivando il menu contestuale col pulsante destro dello stesso).

### Impostazioni dei grafici

Le impostazioni relative ai grafici sono salvate nel progetto, per cui se si modifica qualche aspetto del grafico, come per esempio la scala degli assi, la visualizzazione dei titoli e delle etichette, la visualizzazione di griglie e legenda, ecc, tali impostazioni vengono rese persistenti e i grafici vengono ricreati rispettando tali settaggi.

È possibile modificare i settaggi predefiniti mediante il menu *Strumenti/Opzioni*. Le impostazioni che vengono salvate con il progetto sono raccolte sotto il nodo *Grafici/Grafici applicazione*.

Se si desidera reimpostare i settaggi salvati ai valori predefiniti occorre selezionare il menu a discesa *Ripristina impostazioni*, disponibile per tutti i pulsanti di creazione dei grafici.



I settaggi relativi alla formattazione del grafico (ad esempio font, dimensione e colore dei testi) sono invece unici per tutti i grafici. È possibile modificare i settaggi di default mediante il menu *Strumenti/Opzioni* e selezionare successivamente il nodo *Grafici/Impostazioni generali*. Tutti i grafici creati dopo la modifica di tali impostazioni riflettono i settaggi modificati.

### Argomenti correlati

- Modifica delle opzioni dell'applicazione
- Modifica delle proprietà dell'area del grafico

#### 6.1.1 Area del grafico

Questa sezione permette di stabilire se tracciare il titolo del grafico e il tipo di font e il colore da utilizzare. Inoltre permette di stabilire quali griglie di riferimento tracciare e il loro colore.

#### ↓ Accesso alla funzionalità

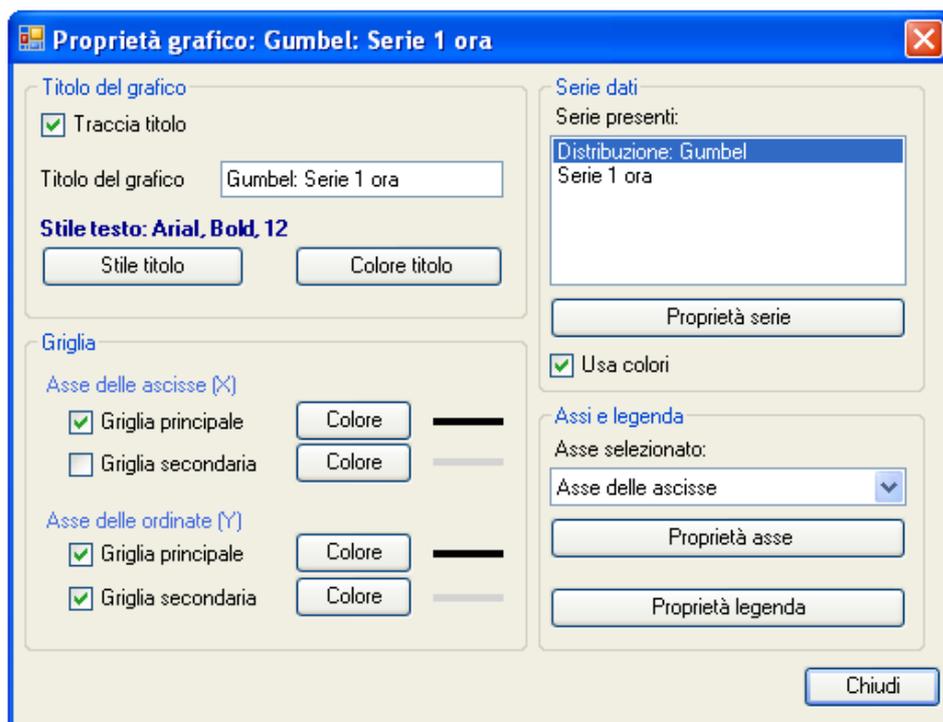
Per accedere alla finestra rappresentata nella successiva figura occorre cliccare sul pulsante *Proprietà grafico* della barra degli strumenti laterale.



## Suggerimento

In alternativa è possibile aprire questa finestra facendo doppio clic con il mouse quando il puntatore evidenzia la cornice estrema dell'area del grafico (evidenziata da un rettangolo di colore rosso).

Oltre a modificare le proprietà dell'area del grafico, attraverso questa finestra si ha accesso agli altri elementi che costituiscono il grafico (Serie, assi e legenda).



## Argomenti correlati

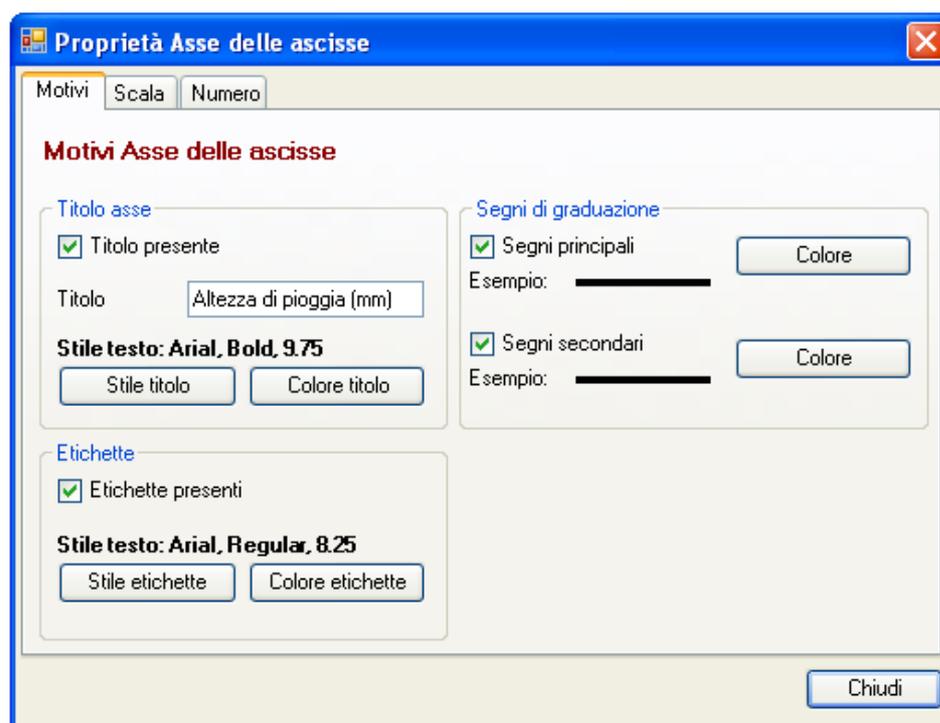
- Modifica delle opzioni dell'applicazione

### 6.1.2 Assi di riferimento

Questa funzionalità relativa alla finestra grafica consente di intervenire sulle diverse proprietà degli assi di riferimento (asse delle ascisse, asse delle ordinate e, se presente, asse delle ordinate secondario).

↓ Accesso alla funzionalità

La modifica delle impostazioni relative agli assi di riferimento dei grafici avviene tramite la finestra rappresentata nella seguente figura.



Tale finestra è richiamabile mediante i tre pulsanti della barra degli strumenti laterale presente nelle finestre che contengono i grafici e che danno accesso, rispettivamente, alle impostazioni dell'asse

delle ascisse, dell'asse dello ordinate e dell'asse delle ordinate secondario, quando disponibile.

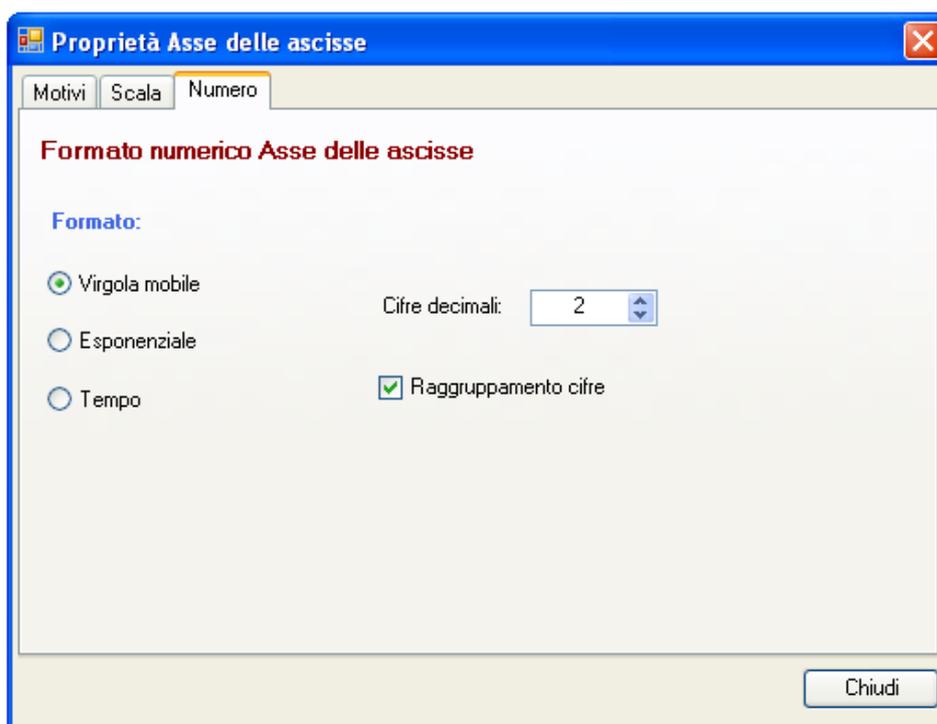
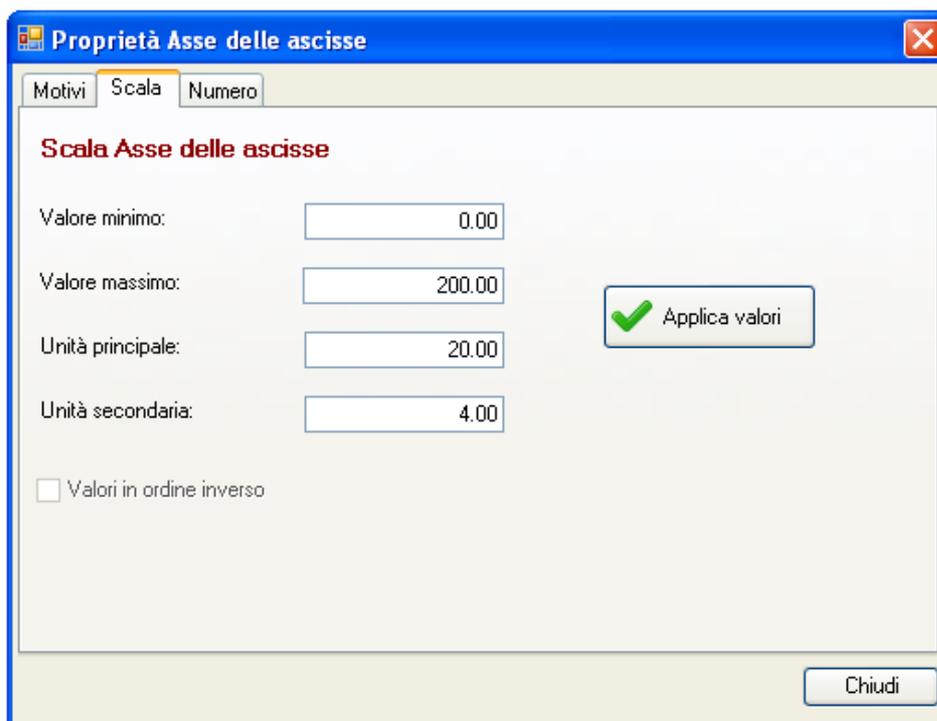


### **Suggerimento**

In alternativa è possibile aprire questa finestra evidenziando l'asse da modificare posizionandosi al di sopra con il puntatore del mouse (l'asse sarà ridisegnato in colore rosso e l'indicazione dell'asse selezionato apparirà nella barra di stato del grafico) e successivamente facendo doppio clic con il pulsante sinistro del mouse o richiamando il menu contestuale con il pulsante destro.

 Modifica delle impostazioni

Nella finestra sono presenti tre schede mediante le quali si ha accesso alle impostazioni relative ai motivi dell'asse selezionato (font e colore del titolo e delle etichette, segni di graduazione, ecc), alle impostazioni di scala dell'asse e, infine, alle impostazioni relative al formato numerico dello stesso, come mostrato nelle due successive immagini.



## Argomenti correlati

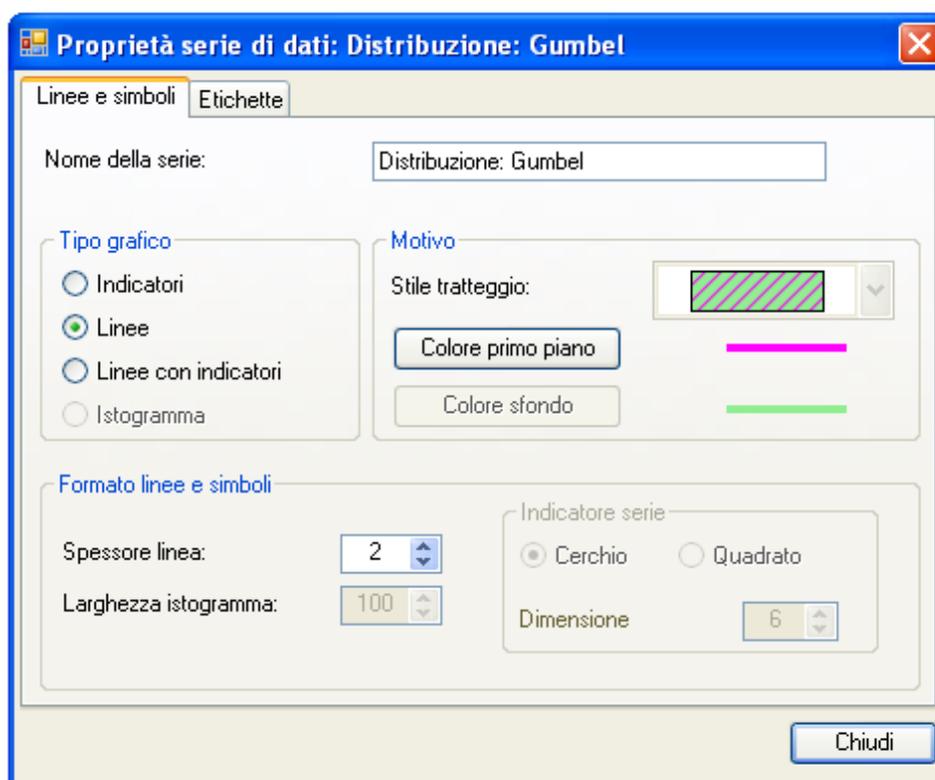
- Modifica delle opzioni dell'applicazione

### 6.1.3 Serie dati

Questa funzionalità permette di modificare le impostazioni relative alle serie di dati rappresentate graficamente.

↓ Accesso alle funzionalità

Le impostazioni relative alle serie di dati rappresentate nel grafico sono modificate accedendo alla finestra riportata nella seguente figura.



L'apertura della finestra avviene mediante il pulsante a discesa posto nella barra degli strumenti laterale presente in tutte le finestre che contengono grafici.



### **Suggerimento**

In alternativa è possibile evidenziare la serie da modificare posizionandosi al di sopra con il puntatore del mouse (la serie sarà ridisegnata in colore rosso e l'indicazione della serie selezionata apparirà nella barra di stato del grafico) e successivamente fare doppio clic con il pulsante sinistro del mouse o richiamare il menu contestuale con il pulsante destro).

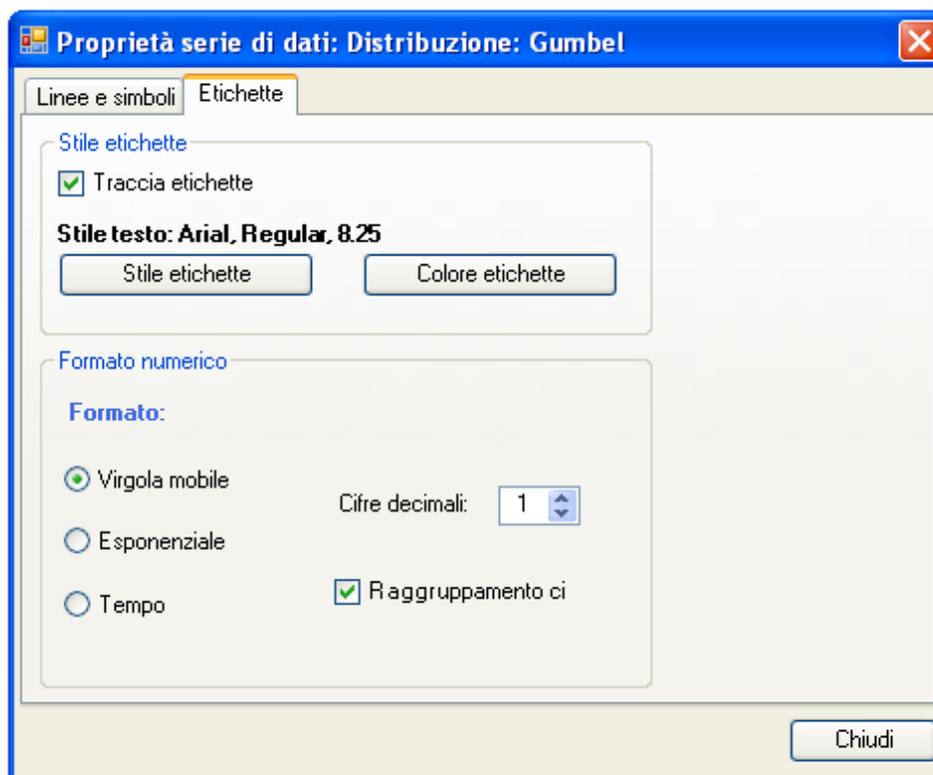
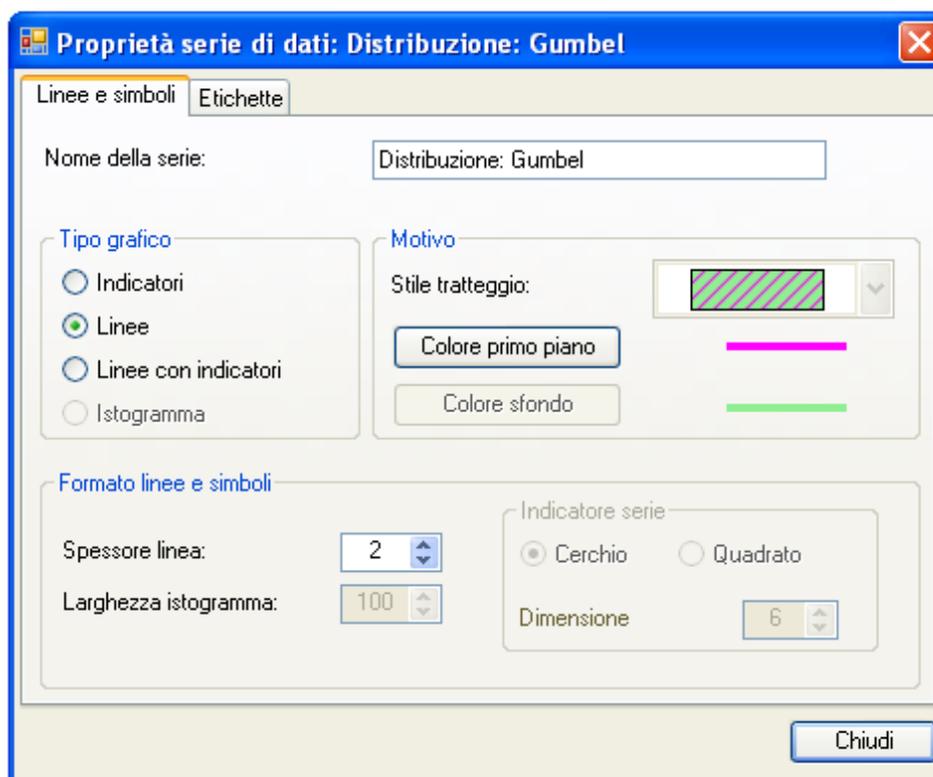
### Modifica delle impostazioni

La finestra per l'editazione delle proprietà della serie selezionata contiene due schede.

Nella prima sono raccolti i controlli che servono per stabilire il formato di linee e/o simboli rappresentanti la serie. Si può stabilire se rappresentare la serie mediante linee, indicatori (cerchio o quadrato) o entrambi. Inoltre si possono assegnare le dimensioni degli indicatori, lo spessore della linea. Per gli istogrammi è definibile il fattore di larghezza che serve ad impostare la dimensione orizzontale dei rettangoli che costituiscono l'istogramma (un valore di 100 indica l'assenza di spazio tra elementi contigui).

La seconda scheda è dedicata alla definizione delle etichette associate ai punti della serie.

Mediante questa finestra si può stabilire se tracciare o meno le etichette dei dati e, in caso positivo, lo stile e il colore del font oltre al formato numerico dei valori dei punti della serie.



### Argomenti correlati

- Modifica delle opzioni dell'applicazione

### 6.1.4 Legenda

Questa funzionalità offre la possibilità di intervenire sulle proprietà della legenda associata ad un dato grafico.

#### ↓ Accesso alle funzionalità

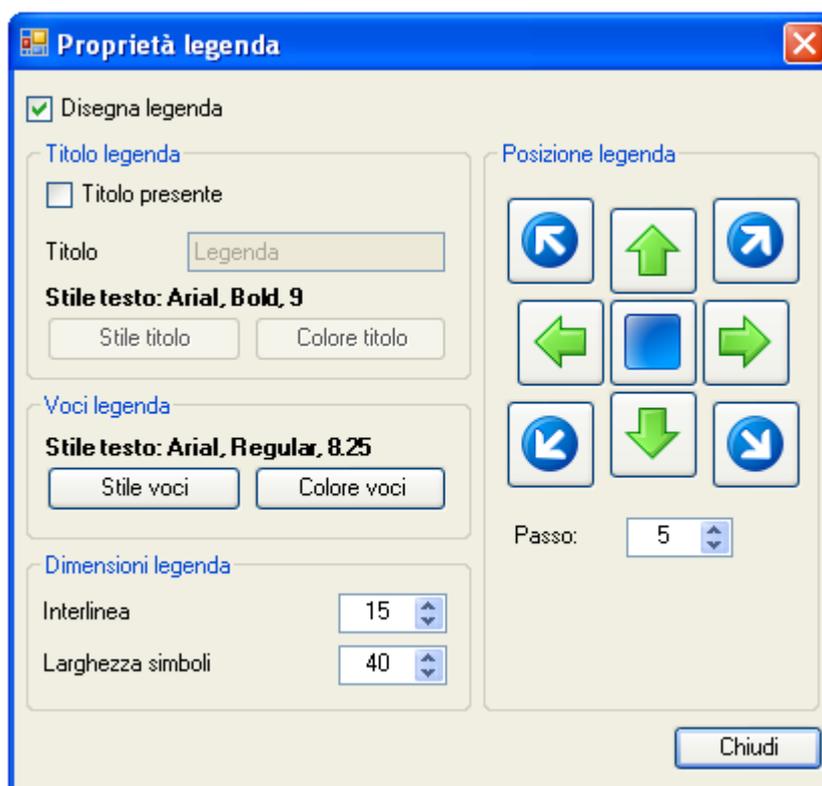
Le impostazioni relative alla legenda del grafico sono editabili attraverso la finestra rappresentata di seguito e raggiungibile dal relativo pulsante presente sulla barra degli strumenti laterale presente in tutte le finestra che contengono grafici.



#### **Suggerimento**

In alternativa è possibile evidenziare la legenda posizionandosi al di sopra con il puntatore del mouse (la cornice della legenda sarà ridisegnata in colore rosso e la corrispondente indicazione comparirà nella barra di stato del grafico) e successivamente

e fare doppio clic con il pulsante sinistro del mouse o richiamare il menu contestuale con il pulsante destro).



### ↓ Modifica delle impostazioni

La sezione di sinistra della finestra permette di stabilire se tracciare o meno la legenda del grafico e, in caso positivo, di impostare lo stile del titolo e delle voci, oltre che il loro colore. È inoltre possibile modificare il valore dell'interlinea tra le voci della legenda e lo spazio da destinare ai simboli che rappresentano le serie riportate nella legenda.

### Posizione della legenda

La sezione di destra consente di impostare la posizione della legenda all'interno dell'area del grafico.

I quattro tasti con le frecce bianche in campo blu permettono di spostare la legenda nei quattro angoli del grafico. Il pulsante con il quadrato blu posiziona la legenda al centro esatto del grafico.

Le frecce verdi permettono di muovere la legenda. Lo spostamento è assegnato mediante il valore riportato nel controllo passo.

Lo spostamento della legenda può essere eseguito direttamente dall'area del grafico, posizionando il puntatore del mouse in prossimità della cornice della legenda e successivamente trascinando e rilasciando la cornice nella posizione desiderata.

### **Argomenti correlati**

- Modifica delle opzioni dell'applicazione

## **6.2 Rapporti**

La generazione dei rapporti è riferita alle singole unità di calcolo create e permette di ottenere file formattati in formato rtf ed editabili con qualsiasi word processor.

### Creazione di un rapporto

La creazione di un rapporto relativo ad un oggetto è possibile a condizione che l'elemento in questione si trovi in uno stato corrispondente ad un'elaborazione compiuta e che non esistano condizioni di errore relative a dati incompleti o errati.

I rapporti sono generati in formato rtf (Rich Text Format) e sono formattati seguendo le impostazioni di default modificabili attraverso il menu *Strumenti/Opzioni*.

Per avviare la creazione di un rapporto, posizionarsi sull'elemento voluto e selezionare la corrispondente voce del menu *File* o cliccare sul pulsante della barra degli strumenti del pannello di

navigazione o sul pulsante della barra degli strumenti della finestra con l'insieme di oggetti cui appartiene l'oggetto in questione.

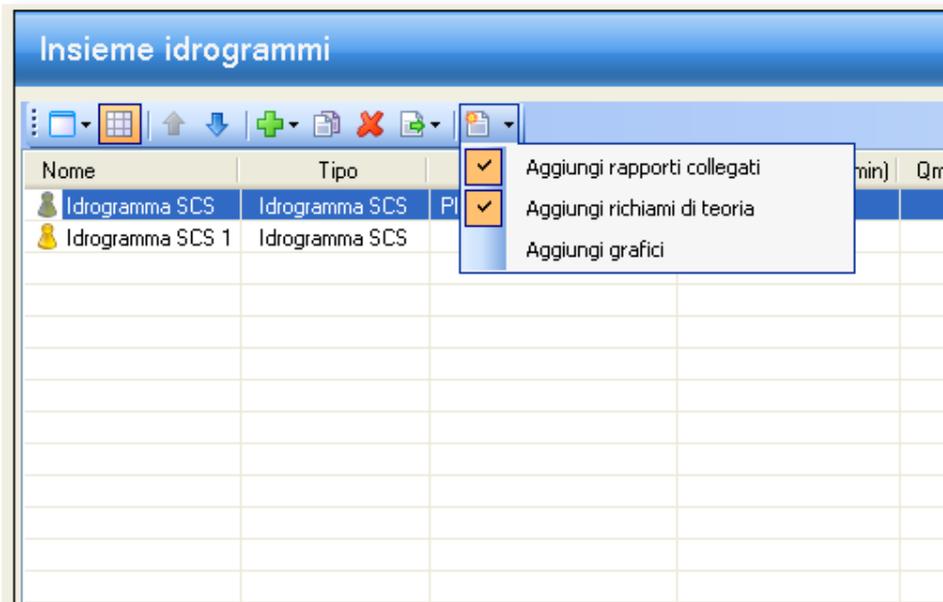


### **Suggerimento**

Si può avviare la generazione di un rapporto posizionandosi sul nodo che lo rappresenta o sulla riga dell'insieme che lo contiene e attivando il menu contestuale con il tasto destro del mouse.

### Opzioni disponibili

I pulsanti delle barre degli strumenti che permettono di lanciare la creazione dei rapporti, hanno un menu a discesa che consente di specificare alcune opzioni relative alla generazione dei rapporti. Nella seguente figura è mostrato il menu con le opzioni disponibili.



1. La prima voce permette di specificare se limitare la creazione del rapporto al solo elemento selezionato o se aggiungere tutti i rapporti dai quali dipende l'elemento corrente.
2. La seconda voce consente di inserire, dove disponibili, i richiami teorici relativi ai modelli utilizzati nei calcoli.
3. Infine, la terza voce permette di specificare se si desidera o meno inserire i grafici nei rapporti generati.

Le scelte fatte vengono conservate e richiamate per le successive generazioni. L'accesso alle medesime opzioni può avvenire tramite il menu *Strumenti/Opzioni*.

### ↓ Visualizzazione

Una volta completata la generazione del rapporto, quest'ultimo viene visualizzato utilizzando il programma predefinito per questo tipo di documenti.

Le seguenti figure mostrano due pagine di esempio di un rapporto.

Rapporto Idogramma: Idogramma SCS

Espressioni delle Curve di crescita

ECEV gamma K-fattore: Scala 1 ora	$f_p(x) = \exp\left[-10,584(20,100)^{-x} - 0,676(4,767)^{-x}\right]$
ECEV gamma K-fattore: Scala 3 ore	$f_p(x) = \exp\left[-0,415(24,996)^{-x} - 0,640(4,513)^{-x}\right]$
ECEV gamma K-fattore: Scala 6 ore	$f_p(x) = \exp\left[-10,241(27,188)^{-x} - 0,666(4,694)^{-x}\right]$
ECEV gamma K-fattore: Scala 12 ore	$f_p(x) = \exp\left[-15,955(42,350)^{-x} - 0,819(5,777)^{-x}\right]$
ECEV gamma K-fattore: Scala 24 ore	$f_p(x) = \exp\left[-20,248(53,757)^{-x} - 0,916(6,458)^{-x}\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche



Tempi di ritorno	Durata				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	25.97	35.99	41.01	51.45	65.55
5 anni	34.80	49.43	56.81	72.01	90.96
10 anni	42.76	60.99	70.30	86.99	107.80
20 anni	51.15	73.23	85.06	102.65	128.65
50 anni	65.44	91.15	109.31	128.06	164.30
100 anni	73.70	106.11	127.07	145.45	177.37
200 anni	84.60	122.05	145.96	166.10	201.95
500 anni	99.71	144.04	172.07	194.80	245.86
1000 anni	111.36	161.00	192.20	216.61	262.06

Fattori di crescita

Tempi di ritorno	Durata				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	0.90	0.90	0.90	0.91	0.92
5 anni	1.31	1.32	1.31	1.27	1.26
10 anni	1.60	1.60	1.61	1.54	1.51
20 anni	1.82	1.85	1.80	1.82	1.77
50 anni	2.38	2.43	2.59	2.23	2.16
100 anni	2.77	2.83	2.78	2.47	2.48
200 anni	3.18	3.26	3.20	2.94	2.92
500 anni	3.74	3.84	3.77	3.44	3.29

Pagina 1

Rapporto Idrogramma: Idrogramma SCS

si ha che la CDF di  $y$  è data da:

$$F_y(y) = \exp \left[ - \exp(-y) - \Lambda_1 \exp \left( - \frac{y}{\theta_1} \right) \right]$$

avendo posto:

$$\theta_1 = \frac{\theta_2}{\theta_3} \quad \text{e} \quad \Lambda_1 = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_3^{\theta_3}}$$

La media della distribuzione TCEV è data dall'espressione:

$$\mu = \theta_1 (\ln \Lambda_1 + \gamma_e) - \theta_1 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_1^j}{j!} \Gamma \left( \frac{j}{\theta_1} \right)$$

con  $\gamma_e = 0,5772$ , costante di Eulero. Con il simbolo  $\Gamma$  si indica la funzione gamma:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} x^{t-1} e^{-t} dt$$

Il coefficiente di variazione teorico dipende da  $\Lambda_1$ ,  $\theta_1$  e  $\theta_2$  ed è quindi indipendente da  $\theta_3$ .

Il coefficiente di asimmetria teorico dipende da  $\theta_1$  e  $\theta_2$  ed è quindi indipendente da  $\Lambda_1$  e  $\theta_3$ .

**Modelli regionali**

Il modello TCEV consente di costruire un modello regionale articolato in una struttura gerarchica.

Infatti si può assumere che esistano delle regioni in cui è costante il solo coefficiente di asimmetria e quindi siano costanti i parametri  $\theta_1$  e  $\theta_2$  e delle sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante pure il coefficiente di variazione e, quindi, il parametro  $\Lambda_1$ .

Più precisamente esiste un primo livello di regionalizzazione che consiste nell'individuare zone omogenee (zo) nelle quali si può assumere che il coefficiente di asimmetria teorico delle serie dei massimi annuali sia costante. I parametri  $\theta_1$  e  $\theta_2$  possono essere stimati utilizzando tutte le serie storiche disponibili nella zona, riducendo in modo consistente l'incertezza della stima.

Al secondo livello di regionalizzazione si individuano delle sottozone omogenee (szo), con estensione minore rispetto alle precedenti, nelle quali oltre al coefficiente di asimmetria risulta costante anche il coefficiente di variazione. In una sottozona risultano quindi costanti i tre parametri  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  e  $\Lambda_1$ .  $\Lambda_1$  può quindi essere stimato in base a tutte le serie storiche ricadenti nella sottozona.

In una sottozona rimane costante la CDF di  $x/\mu$ . Infatti dall'espressione della CDF della TCEV, introducendo i parametri  $\theta_1$  e  $\theta_2$  si ha:

$$F_x(x) = \exp \left[ - \Lambda_1 \exp \left( - \frac{x}{\theta_1} \right) - \Lambda_1 \Lambda_1^{\theta_2} \exp \left( - \frac{x}{\theta_1 \theta_2} \right) \right]$$

poiché si può scrivere:

Pagina 11

### Argomenti correlati

- Modifica delle opzioni dell'applicazione

## 7 Geoapp

### Generale ed Ingegneria, Geotecnica e Geologia

Gli applicativi presenti in Geostru Geoapp sono stati realizzati a supporto del professionista per la soluzione di molteplici casi professionali. Geoapp

comprende oltre 70 applicazioni per: Ingegneria, Geologia, Geofisica, Idrologia e Idraulica.

La maggior parte delle applicazioni sono gratuite, altre necessitano di una sottoscrizione (subscription) mensile o annuale.

*Perchè si consiglia la subscription?*

Perchè una subscription consente di:

- usare applicazioni professionali ovunque e su qualunque dispositivo;
- salvare i file in cloud e sul proprio PC;
- riaprire i file per elaborazioni successive;
- servizi di stampa delle relazioni ed elaborati grafici;
- notifica sull'uscita di nuove applicazioni ed inclusione automatica nel proprio abbonamento;
- disponibilità di versioni sempre aggiornate;
- servizio di assistenza tramite Ticket.

## 7.1 HydroGeo

HydroGeo è l'applicativo di consultazione su mappa, dei dati pluviometrici storici delle varie stazioni presenti sul territorio Italiano. Una volta cliccata la stazione di proprio interesse è possibile visualizzare la serie storica e scaricarla sotto forma di file di testo da importare nel software GeoStru Runoff Lab.

La Geoapp è raggiungibile qui.

**La GeoApp è in costante aggiornamento. Desideri dei determinati dati di una stazione, o più stazioni, di tuo interesse? Manda la richiesta a [info@geostru.eu](mailto:info@geostru.eu)**

## 7.2 Sezione Geoapp

### Generale ed Ingegneria, Geotecnica e Geologia, Idraulica e Idrogeologia

Tra le applicazioni presenti, una vasta gamma può essere utilizzata per Runoff. A tale scopo si consigliano i seguenti applicativi:

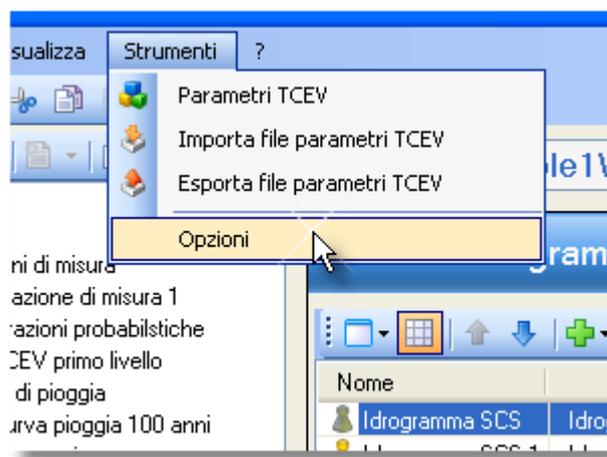
- Curva caratteristica
- Perdite di carico condotte in pressione
- Prove Lugeon
- Stati limite idraulici a lungo termine
- Tempo di corrivazione

## 8 Opzioni

Runoff Lab consente ampie possibilità di personalizzazione. Le modifiche effettuate sono salvate nelle impostazioni dell'applicazione e conservate per gli utilizzi successivi.

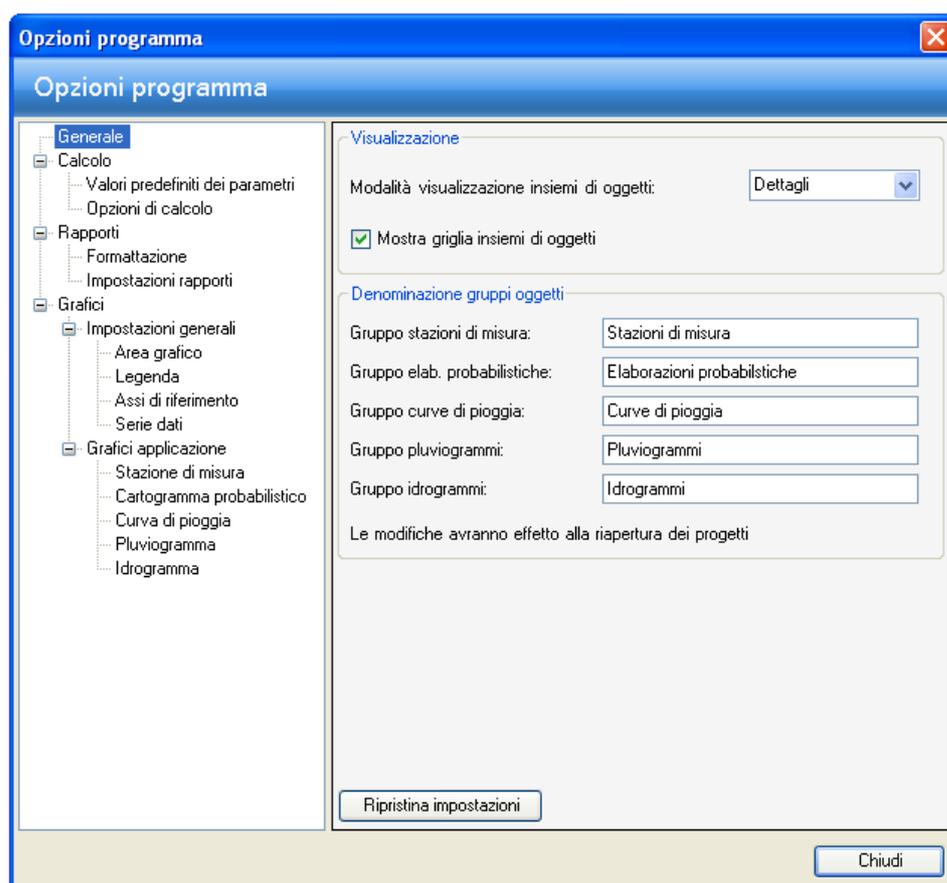
### ↓ Accesso alle opzioni

Le opzioni predefinite sono rese accessibili all'utente tramite la finestra raggiungibile dal menu *Strumenti/Opzioni*.



## Opzioni disponibili

La finestra mostrata nella figura seguente riporta l'elenco di opzioni disponibili.



Le opzioni sono organizzate nella struttura gerarchica mostrata nella figura soprastante.

- Il gruppo *Generale* riporta le impostazioni modificabili dell'interfaccia utente.
- Il gruppo *Calcolo* permette di modificare i valori di default dei parametri utilizzati nei calcoli, nonché l'approssimazione e il numero massimo di iterazioni da utilizzare nei calcoli iterativi.
- Il gruppo *Rapporti* contiene le opzioni relative alla generazione dei rapporti ed alla loro formattazione.

- Il gruppo *Grafici* contiene le impostazioni generali che si applicano a tutti i grafici creati (*Impostazioni generali*) e le opzioni predefinite relative ai valori che vengono salvati all'interno dei progetti (*Grafici applicazione*).

Il pulsante ripristina impostazioni, presente in tutte le schede, consente di ritornare ai valori predefiniti che si hanno al momento dell'installazione dell'applicazione.

## 9 Esempio di utilizzo

“Tratto da Elaborazioni probabilistiche idrologiche con Runoff Lab”

In questo articolo si propone un esempio applicativo di un'analisi idrologica condotta, utilizzando il software **Elaborazioni idrologiche – Runoff Lab** sviluppato da **GeoStru**. L'analisi consiste nel trattare statisticamente i dati storici registrati da alcune stazioni pluviometriche che gravitano nell'area del bacino del Fiume Esaro di Crotona.

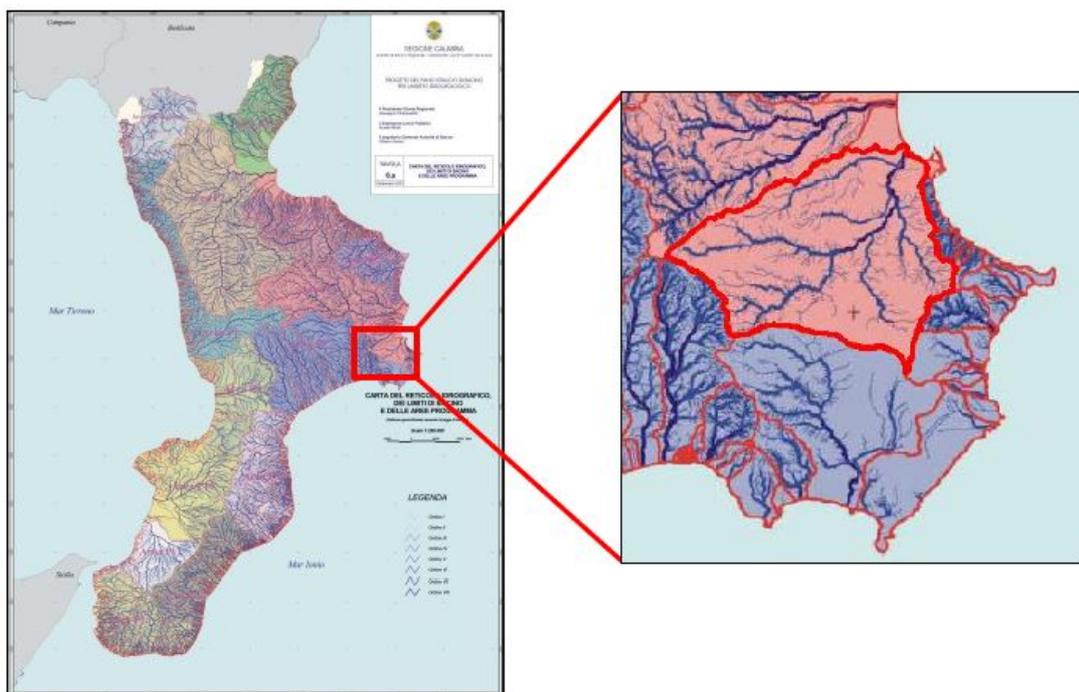


Fig. 1 - Individuazione geografico bacino Fiume Esaro Crotona

## Le stazioni pluviometriche

I dati storici fanno riferimento alle seguenti 7 stazioni pluviometriche (ARPACAL – Centro Funzionali Multirischi)

- Crotone – Crepacuore (Codice: 1660);
- Crotone – Papanice (Codice: 1675);
- San Mauro Marchesato (Codice: 1740);
- Crotone – Salica (Codice: 1695);
- Cutro (Codice: 1670);
- Isola Capo Rizzuto (Codice: 1700);
- Crotone (Codice: 1680).

Dopo aver avviato il programma, sul menù di navigazione gerarchico, posizionato a sinistra rispetto all'area di lavoro (Fig.2), sono presenti gli strumenti necessari per condurre l'analisi idrologica:

- Stazioni di misura;
- Elaborazioni probabilistiche;
- Curve di pioggia;
- Pluviogrammi;
- Idrogrammi.

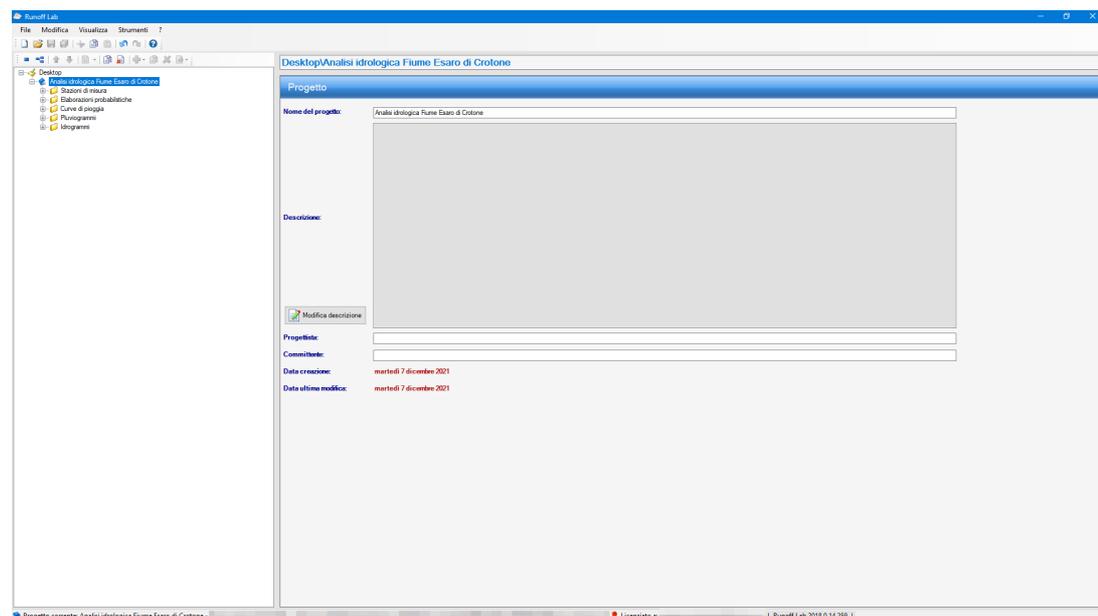
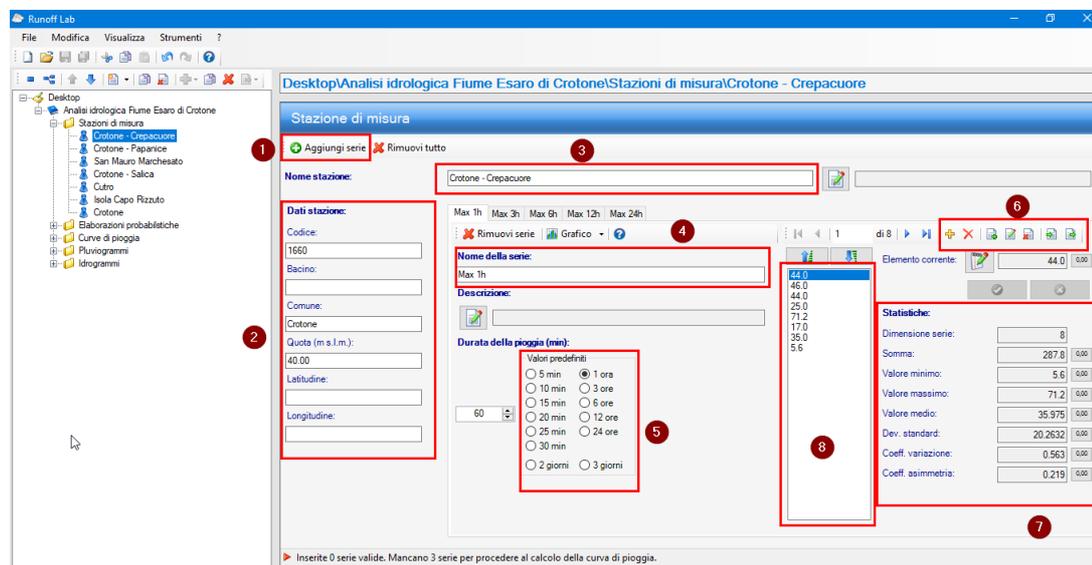


Figura 2 - Interfaccia Runoff Lab

L'analisi è stata condotta utilizzando le altezze massime di precipitazione oraria di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore. Dopo aver creato la stazione di misura, le serie storiche verranno caricate digitando il comando **“Aggiungi serie”** (Fig. 3):



**Figura 3 - Interfaccia menù Stazione pluviometrica**

Nello specifico:

1. Comando per aggiungere una nuova serie di dati;
2. Dati della stazione pluviometrica;
3. Nome della stazione pluviometrica;
4. Nome della serie storica;
5. Durata della pioggia relativa alla serie corrente;
6. Opzioni di inserimento, modifica ed eliminazione dati della serie. In particolare questi comandi consentono l'inserimento di un Gruppo di dati: **comando copia incolla e caricamento da file di testo**;
7. Parametri statistici calcolati in tempo reale in funzione dei dati della serie inseriti;
8. Dati pluviometrici.

Il programma offre altre possibilità, ad esempio la visualizzazione del grafico dell'istogramma delle precipitazioni orarie. In Figura 4 si riporta l'istogramma della serie dei massimi annuali di precipitazione di durata 1 ora.

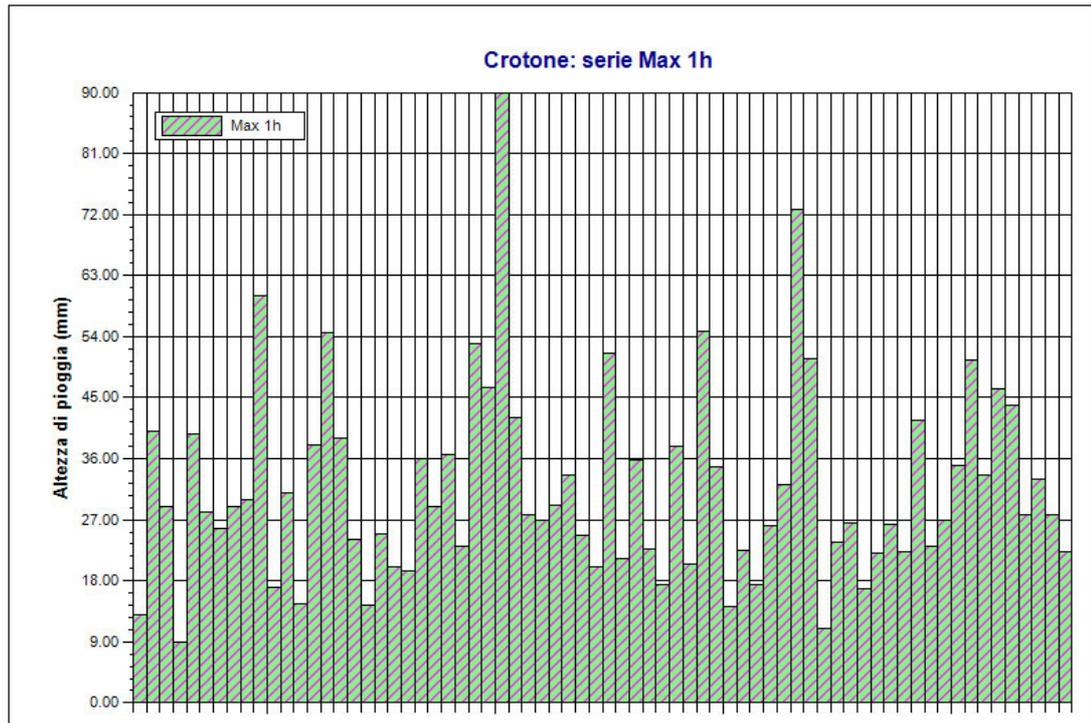


Figura 4 - Istogramma delle piogge Stazione di Crotona

Il grafico è editabile, è possibile modificare: carattere, colori, assi, etichette, font ecc...

Dopo aver inserito i dati della prima stazione, ripetendo i passaggi è possibile inserire tutte le altre.

## Elaborazioni probabilistiche

I dati inseriti possono essere trattati statisticamente utilizzando diverse leggi probabilistiche. Occorre selezionare l'opzione "**Elaborazioni probabilistiche**" e cliccare sul simbolo "+", in alternativa dal tasto destro del mouse selezionare "**Aggiungi elaborazione probabilistica**" (Figura 5):

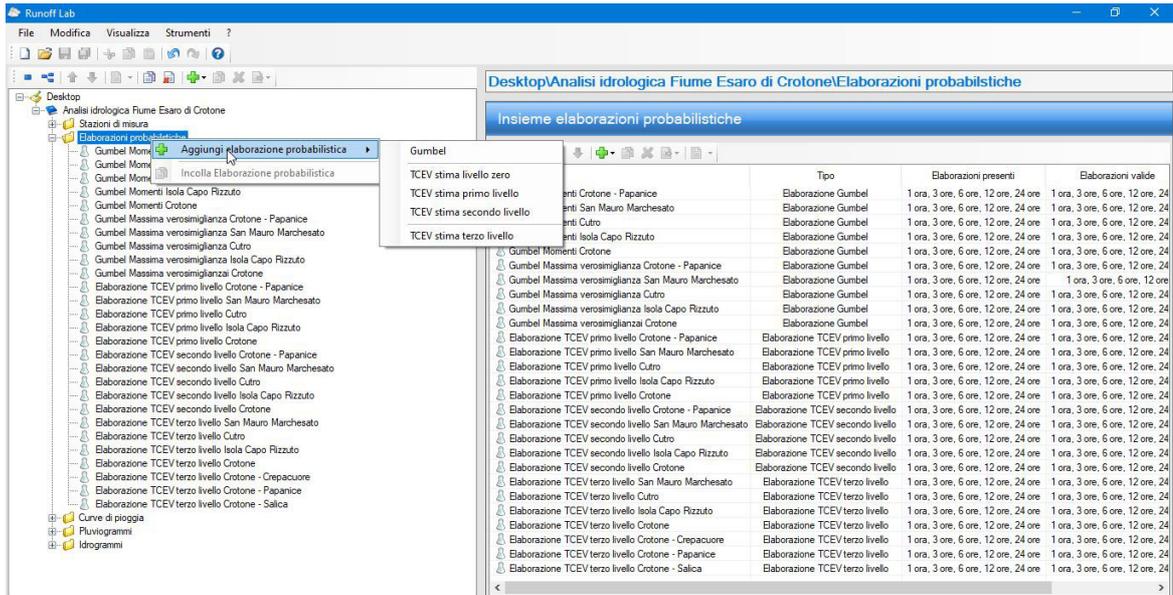


Figura 5 - Aggiunta analisi probabilistica in Runoff Lab

## Modello probabilistico di Gumbel o EV1

La funzione di ripartizione (CDF) della distribuzione di Gumbel, o distribuzione del massimo valore del primo tipo, EV1 (Extreme Value Type-1), ha la seguente espressione:

$$F_X(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}} \quad (1)$$

con  $\alpha > 0$

Mentre la funzione di densità di probabilità (PDF) assume la forma:

$$f_X(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\varepsilon)} e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}} \quad (2)$$

I parametri della funzione si possono stimare utilizzando sia il metodo dei momenti, con il quale le stime di  $\varepsilon$  ed  $\alpha$  si ottengono in funzione della media  $\bar{x}$  e dello scarto quadratico medio  $\sigma_x$  degli  $n$  dati del campione a disposizione attraverso le relazioni:

$$\varepsilon = \bar{x} - \frac{0.577}{\alpha}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1.645}{\sigma_x^2}}$$

(3)

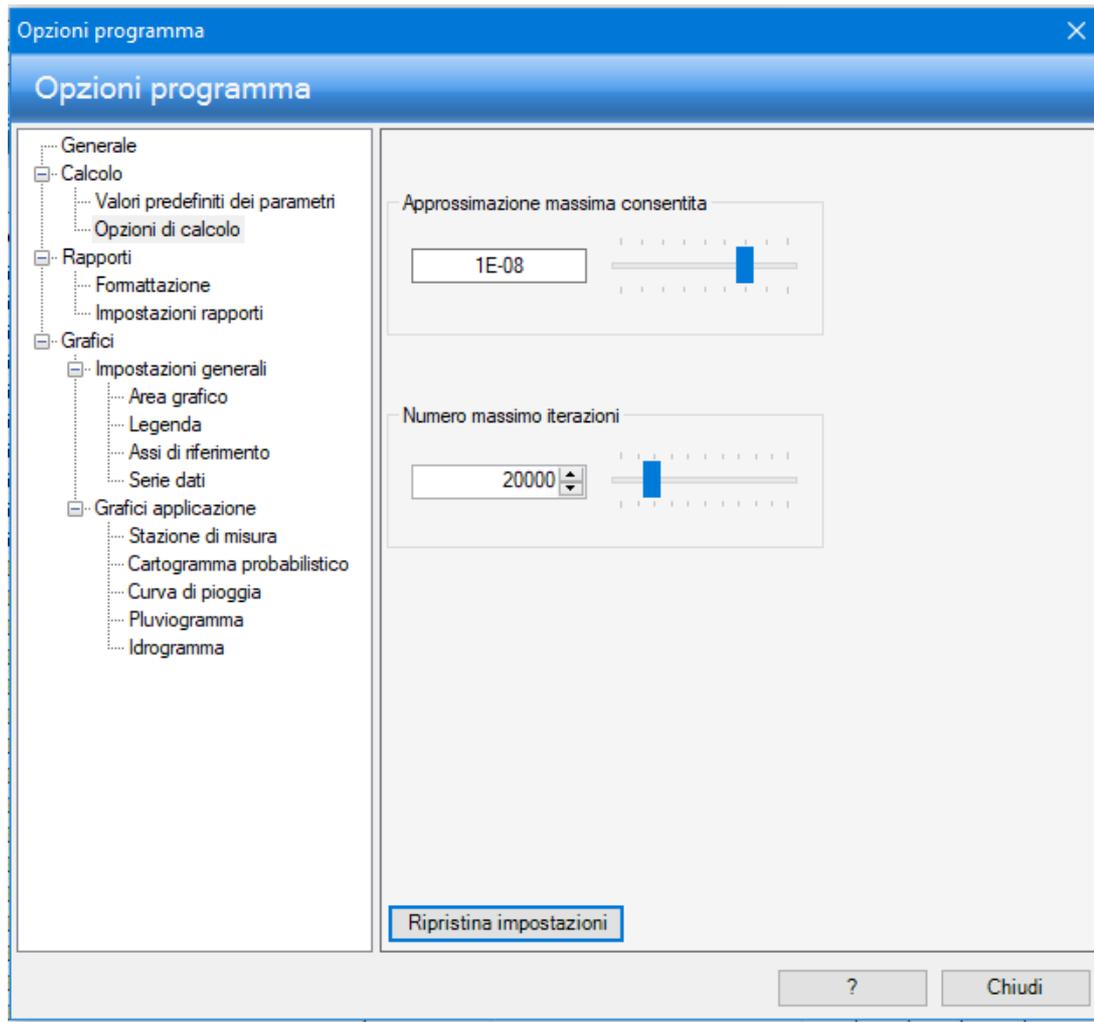
o iterativamente attraverso il metodo della massima verosimiglianza:

$$\frac{1}{\alpha} = \bar{x} - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot e^{-\alpha x_i}}{\sum_{i=1}^n e^{-\alpha x_i}}$$

$$e^{-\alpha \cdot \varepsilon} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n e^{-\alpha x_i}$$

(4)

Operativamente si procede considerando un valore di primo tentativo  $\alpha = \alpha_1$  e lo si sostituisce nel termine a destra della prima espressione, ottenendo, quindi, come soluzione un nuovo valore  $\alpha = \alpha_2$ . Se  $|\alpha_1 - \alpha_2|$  non risulta minore della tolleranza fissata (in GeoStru Elaborazioni idrologiche – Runoff Lab è possibile settare la tolleranza e il numero di iterazioni da **Strumenti>Opzioni>Calcolo>Opzioni di Calcolo** come si vede in Fig.6), allora si procede al calcolo di un nuovo valore  $\alpha_3$  che sia compreso tra  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ .



**Figura 6 - Opzioni di calcolo in Runoff Lab**

Per scegliere il metodo di stima da adottare, dei Momenti o della Massima verosimiglianza, basta selezionarlo sulla finestra di inserimento delle serie pluviometriche, quella di Gumbel è riportata in Figura 7.

Elaborazione Gumbel

Stazione di misura: Crotone

Nome elaborazione: Gumbel Momenti Crotone

Metodo di stima dei parametri:  Momenti  Massima verosimiglianza

Elaborazione probabilistica per la serie: Max 1h, appartenente alla stazione di misura: Crotone

di 70

Calcoli Grafico

Statistiche:

Elemento corrente:	9.0	0.00
Dimensione serie:	70	
Somma:	2211.9	0.00
Valore minimo:	9.0	0.00
Valore massimo:	90.0	0.00
Valore medio:	31.599	0.00
Dev. standard:	14.4590	0.00
Coeff. variazione:	0.458	0.00
Coeff. asimmetria:	1.441	0.00

Durata della pioggia (minuti): 60

Durata della pioggia (ore): 1.000

Elaborazione probabilistica: Gumbel

alfa: 0.08870

epsilon: 25.09201

$$F_x(x) = \exp\left[-\exp\left(-0.089(x - 25.092)\right)\right]$$

Elaborazione utilizzabile per il calcolo della curva di pioggia

Figura 7 - Impostazione metodo Gumbel in Runoff Lab

## Modello probabilistico TCEV

Una migliore interpretazione probabilistica di serie caratterizzate dalla presenza di outliers, si ha con il modello a doppia componente denominato TCEV (acronimo di Two Component Extreme Value), che si rappresenta con una funzione di probabilità cumulata del tipo:

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x/\theta_2)\} \quad (5)$$

Questa distribuzione, in cui si possono distinguere formalmente una componente base (pedice 1), relativa agli eventi normali e più frequenti, ed una componente straordinaria (pedice 2), relativa ad eventi più gravosi e rari, permette di interpretare fisicamente il processo dei massimi annuali tramite due popolazioni distinte. Tale modello ipotizza che i valori estremi delle piogge non provengano tutti dalla stessa popolazione ma da due diverse popolazioni legate a differenti fenomeni meteorologici. I quattro parametri del modello TCEV hanno un chiaro significato fisico dal momento che  $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$  esprimono il numero medio annuo di eventi superiori ad una soglia delle due componenti, e  $\theta_1$  e  $\theta_2$  esprimono il valore medio di tali eventi. L'espressione (5) si può mettere nella forma:

$$F_X(x) = \exp\{-\exp[-\alpha_1(-x - \varepsilon_1)] - \exp[-\alpha_2(x - \varepsilon_2)]\} \quad \text{con } x \geq 0$$

(6)

La funzione di probabilità cumulata (5) è esprimibile ancora in altra forma effettuando la trasformazione di variabili  $\theta^* = \theta_2/\theta_1$  e  $\Lambda^* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta^*}$ . In questo caso, in modo del tutto equivalente, la (5) si può scrivere:

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp[-x/(\theta_* \theta_1)]\} \quad \text{con } x \geq 0$$

(7)

e i quattro parametri che caratterizzano il modello diventano  $\Lambda_*$ ,  $\theta_*$ ,  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$ .

Per la determinazione di  $x_T$  occorre avere in definitiva una stima dei quattro parametri  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_2$ ,  $\theta_1$  e  $\theta_2$  o equivalentemente dei quattro parametri  $\Lambda_*$ ,  $\theta_*$ ,  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$ , con i quali si può ricostruire integralmente la funzione di probabilità cumulata (5) o (7).

La stima dei quattro parametri si può ottenere ricorrendo al metodo dei momenti o al metodo della massima verosimiglianza, vincolando con quest'ultimo metodo i parametri da stimare alla conoscenza di quelli già noti da indagini a livello regionale.

I parametri della TCEV sono 4 ed è quindi elevata l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili, la cui dimensione campionaria è in genere inferiore a 80. Per ridurre l'incertezza si utilizzano tecniche d'analisi regionale che consentono di stimare almeno alcuni dei parametri sulla base di tutte le serie storiche ricadenti all'interno di vaste aree indicate come zone e sottozone omogenee.

Al **1° livello di regionalizzazione** per i due parametri di forma del modello,  $\theta_*$  e  $\Lambda_*$ , si può assumere un valore costante all'interno di ampie zone omogenee. La stima dei valori che tali parametri assumono nella singola zona omogenea risulta pertanto molto affidabile, perché si può ottenere utilizzando tutti i dati delle serie ricadenti all'interno di essa.

Al **2° livello di regionalizzazione**, oltre ai valori costanti dei parametri  $\theta_*$  e  $\Lambda_*$  nelle zone omogenee, all'interno di queste è possibile identificare sottozone omogenee, entro cui si può ritenere costante anche il parametro di scala  $\Lambda_1$ . Anche in questo caso, utilizzando per la stima di  $\Lambda_1$  tutti i dati delle serie ricadenti all'interno della singola sottozona, risulta essere accresciuta l'affidabilità della stima di questo parametro. In totale quindi per questo livello di analisi sono tre i parametri di cui si può assumere a priori un valore regionale.

Al **3° livello di regionalizzazione**, oltre ai tre parametri  $\theta_*$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Lambda_1$  di cui si può assumere un valore regionale, identificato al livello precedente, si persegue in modo regionale anche la stima del quarto parametro che sia  $\theta_1$  o  $\mu$  in relazione all'approccio che si intende adottare.

Per la TCEV si può dimostrare che:

- il coefficiente di variazione teorico dipende da  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$ ,  $\theta_*$  ed è indipendente da  $\theta_1$ ;
- il coefficiente di asimmetria teorico dipende solo da  $\Lambda_*$  e  $\theta_*$  ed è indipendente da  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$ .

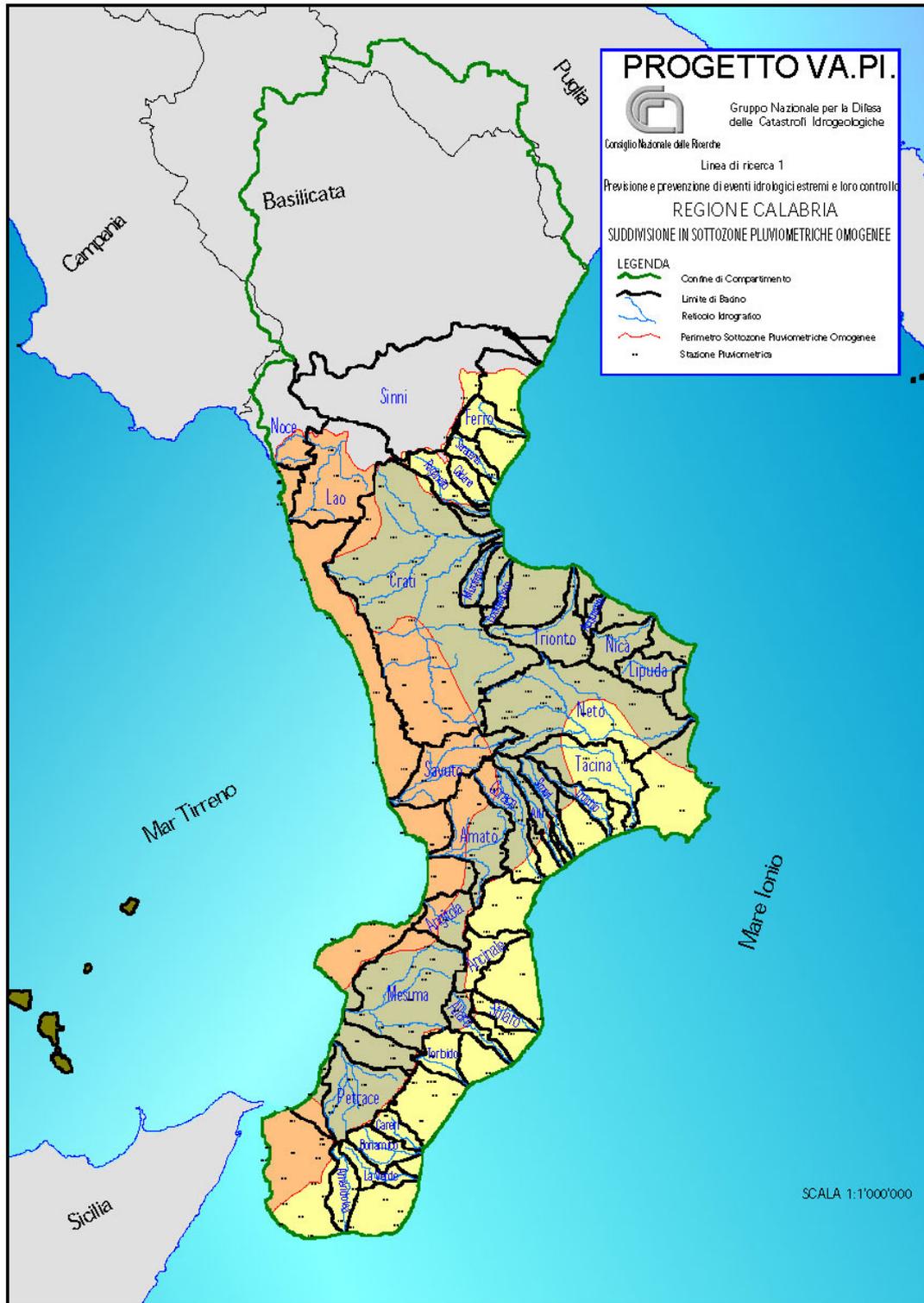
I coefficienti di asimmetria e di variazione, stimati dalle serie storiche dei massimi idrologici e relativi a più stazioni di misura limitrofe, presentano una limitata variabilità spaziale nell'ambito di vaste aree. Ciò consente di ipotizzare l'esistenza di regioni nelle quali si può ammettere che i valori teorici di tali coefficienti siano costanti e siano quindi costanti i parametri dai quali essi dipendono. Si individuano quindi **zone omogenee**, nelle quali si possa ammettere costante il coefficiente di asimmetria e quindi i parametri  $\Lambda_*$  e  $\theta_*$  ad esso legati, e **sottozone omogenee**, nelle quali si possa ammettere costante anche il coefficiente di variazione e quindi il parametro  $\Lambda_1$ .

Esistono 4 livelli di regionalizzazione che differiscono fra loro per il numero di parametri stimati in modo puntuale o regionale. La scelta del livello di regionalizzazione al quale fare riferimento dipende sostanzialmente dalla dimensione campionaria.

Per ottenere la funzione di probabilità cumulata della variabile casuale  $x=ht$  (massimo annuale della pioggia di durata  $t$ ) è necessario stimare i parametri  $\Lambda_*$ ,  $\Lambda_1$ ,  $\theta_*$ ,  $\theta_1$ .

Questa procedura, per brevità, è denominata approccio  $F_x(x)$ , per cui si ricorre al metodo della massima verosimiglianza, vincolando i parametri da stimare a valori già noti da un'indagine a livello regionale; secondo tale indagine si assume che la Calabria possa essere intesa come una zona pluviometrica omogenea, all'interno della quale è lecito considerare costanti alcuni parametri.

In relazione alle precipitazioni (Tab. 1 e Tab. 2), si è dimostrato infatti che i valori di  $\theta_*$  e  $\Lambda_*$  rimangono invariati in tutta la regione, mentre il valore di  $\Lambda_1$  si può supporre costante in ciascuna delle tre sottozone in cui è stata suddivisa la Calabria: **jonica, centrale, tirrenica** (Fig. 8).



**Figura 8 - Suddivisione sottozone pluviometriche omogenee Regione Calabria**

	Piogge giornaliere	Portate
<b>1° LIVELLO</b>		
$\theta_*$	2.154	2.654
$\Lambda_*$	0.418	0.350
<b>2° LIVELLO</b>		
$\Lambda_1$ <i>TIRRENO</i>	48.914	10.147
$\Lambda_1$ <i>CENTRO</i>	22.878	5.519
$\Lambda_1$ <i>IONIO</i>	10.987	3.047
$\eta$ <i>TIRRENO</i>	5.183	3.651
$\eta$ <i>CENTRO</i>	4.423	3.042
$\eta$ <i>IONIO</i>	3.690	2.448

**Tabella 1 - Valori Regione Calabria dei parametri TCEV relativi al 1° e al 2° livello per durate giornaliere**

Durata (ore)	Calabria zona omogenea		$\Lambda_1$ per sottozone omogenee (Calabria)		
	$\Lambda^*$	$\theta^*$ (mm)	tirrenica	centrale	ionica
1	0.1997	2.0735	13.03	12.84	12.26
3	0.2614	2.4100	21.26	17.77	14.02
6	0.2834	2.3103	25.17	18.97	14.17
12	0.2915	2.2148	31.85	17.60	12.91
24	0.3610	1.9420	31.54	13.42	10.26

**Tabella 2 - Valori Regione Calabria dei parametri TCEV relativi al 1° e al 2° livello per durate orarie**

Per scegliere i parametri regionali, occorre accedere al database specifico

selezionando il comando  evidenziato in Fig. 9 per elaborazioni TCEV di primo livello (Figura 10 e Figura 11) e di secondo livello (Figura 12 e Figura 13):

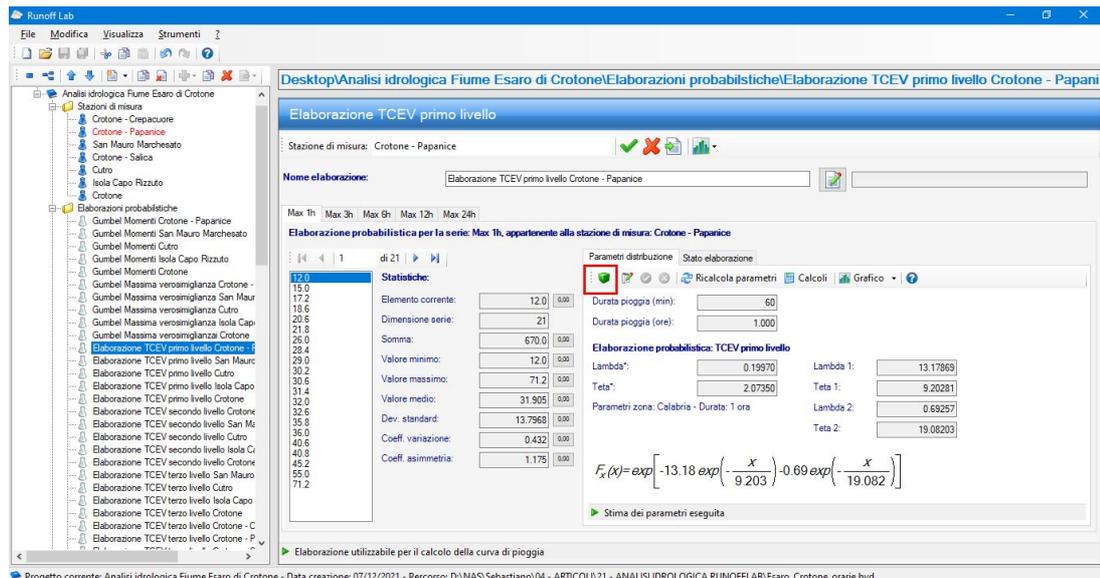


Figura 9 - Impostazione parametri Regionali in GeoStru Runoff Lab

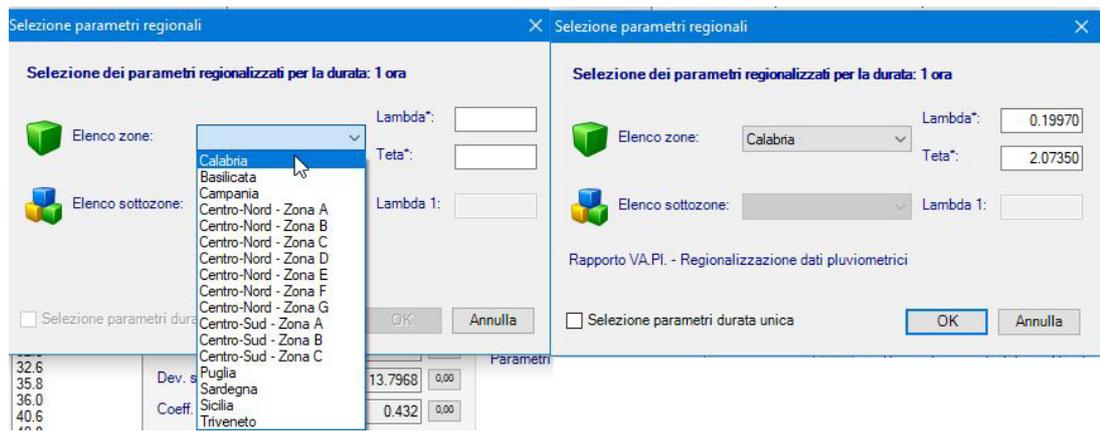


Figura 10 - Valori regionali Calabria parametri piogge orarie TCEV di I livello

Selezione parametri regionali

Selezione dei parametri regionalizzati per la durata: 1 ora

Elenco zone: Calabria Lambda\*: 0.41800  
Teta\*: 2.15400

Elenco sottozone: Lambda 1:

Rapporto VA.PI. - Regionalizzazione dati pluviometrici

Selezione parametri durata unica

OK Annulla

Fig. 11 -Valori regionali Calabria parametri piogge giornaliere TCEV di I livello

Selezione parametri regionali

Selezione dei parametri regionalizzati per la durata: 1 ora

Elenco zone: Calabria Lambda\*: 0.19970  
Teta\*: 2.07350

Elenco sottozone: Jonica Lambda 1: 12.26000

Rapporto VA.PI. - Regionalizzazione dati pluviometrici

Selezione parametri durata unica

OK Annulla

Figura 12 - Valori regionali Calabria parametri piogge orarie TCEV di II livello - sottozona Jonica

**Fig. 13 -Valori regionali Calabria parametri piogge giornaliere TCEV di II livello**

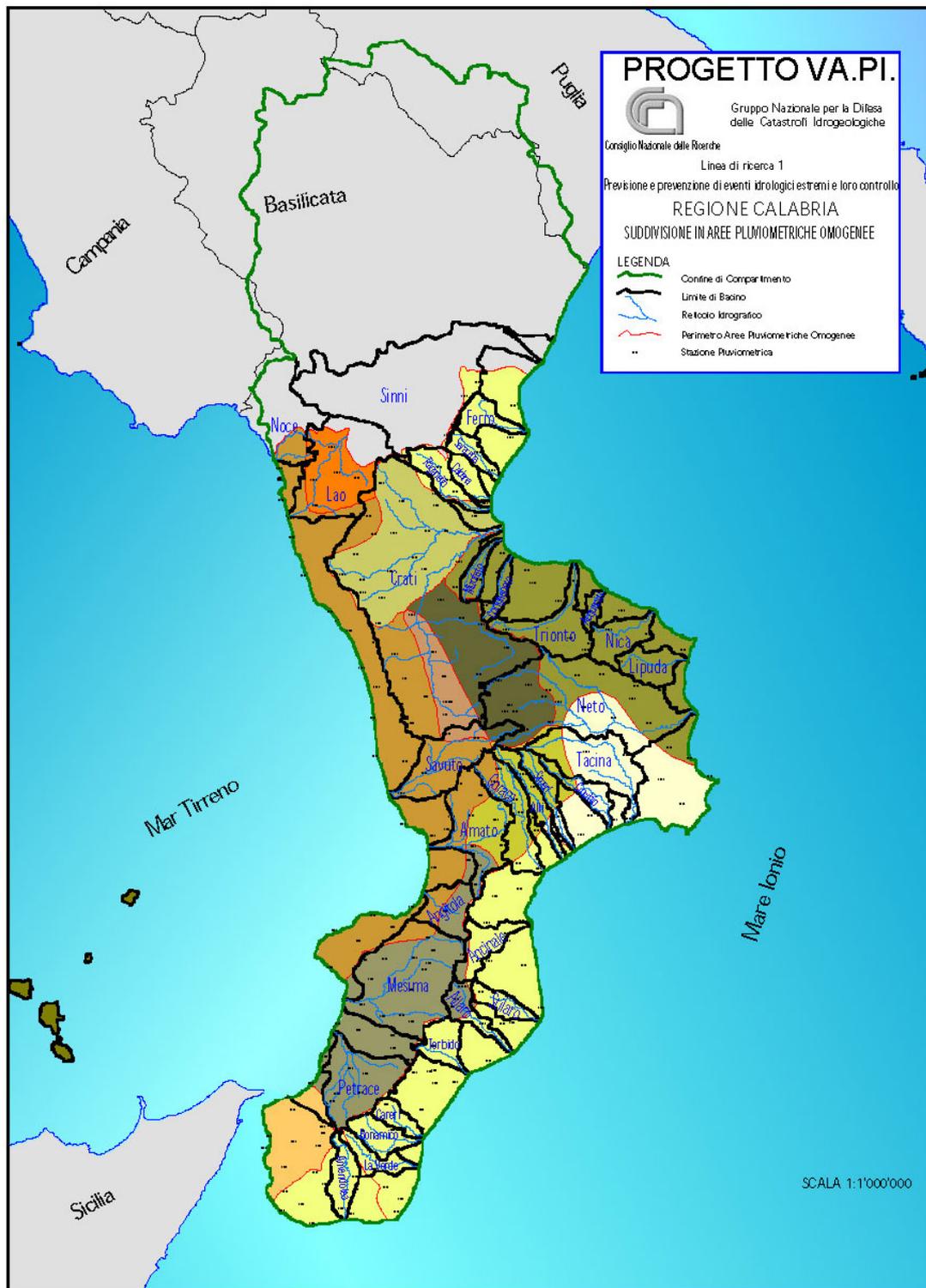
Nel caso in cui le osservazioni campionarie manchino completamente o siano scarse per qualità e dimensione, al 3° livello di analisi regionale si preferisce adottare la curva di crescita e affiancare ai valori regionali di  $\Lambda_*$ ,  $\theta_*$  e  $\Lambda_1$  la stima del valor medio  $\mu$  ottenuta dalle relazioni empiriche identificate per la singola area omogenea:

$$\bar{X}_t = c t^{(d+ay)/\log 24} \quad (8)$$

dove  $y$  è la quota della stazione rispetto al livello del mare, mentre i parametri  $a$ ,  $c$  e  $d$  sono desunti dalla Tabella 3 che suddivide il territorio Regionale in diverse sottozone (Fig. 14):

<b>3° LIVELLO - Piogge giornaliere ed orarie</b>				
Area omogenea	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
T1	0.00014	1.907	27.79	0.521
T2	0.00021	1.683	23.75	0.365
T3	0.00022	1.769	26.61	0.402
T4	0.00028	1.736	16.73	0.367
C1	0.00049	1.690	21.73	0.411
C2	0.00021	1.683	23.75	0.365
C3	0.00016	1.951	31.02	0.517
C4	0.00032	1.840	33.22	0.377
C5	0.00036	1.815	34.99	0.329
I1	0.00026	1.778	24.37	0.449
I2	0.00025	1.922	30.97	0.489
I3	0.00043	1.953	39.58	0.414
I4	0.00027	1.817	34.13	0.342

**Tab. 3 - Valori dei parametri al 3° livello delle piogge estreme per singola area omogenea.**



**Figura 14 - Suddivisione aree pluviometriche omogenee Regione Calabria**

In GeoStru Elaborazioni idrologiche – Runoff Lab, il valore della stima del valore medio è l'unico valore di input richiesto (Fig. 15):

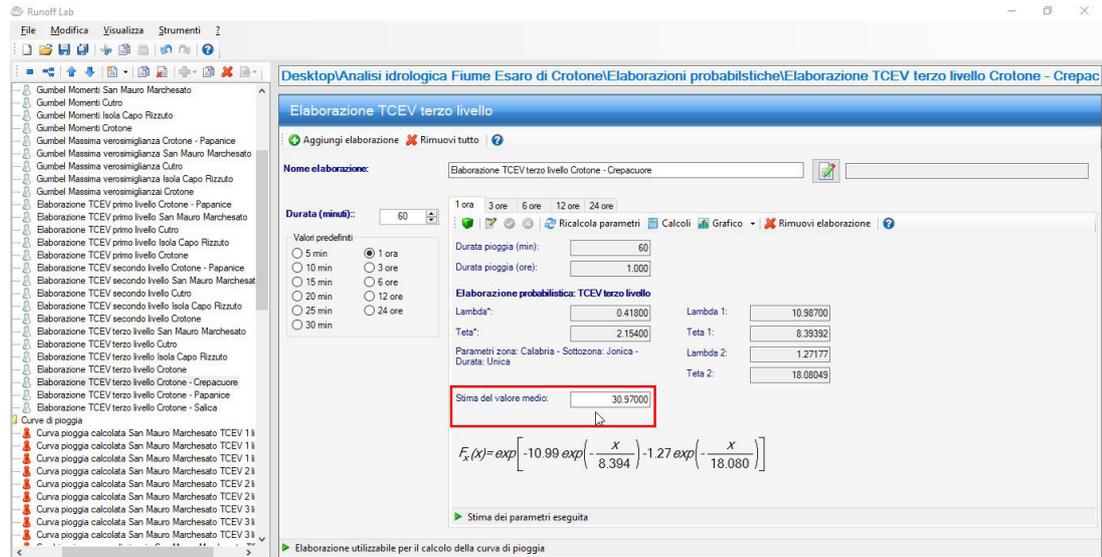
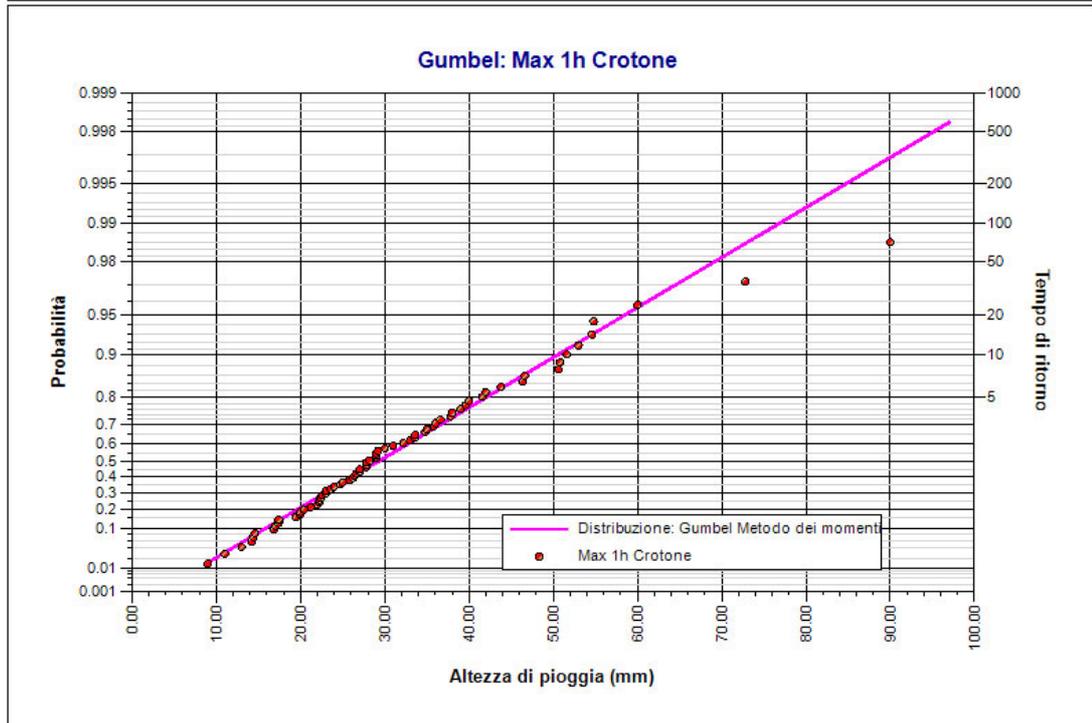
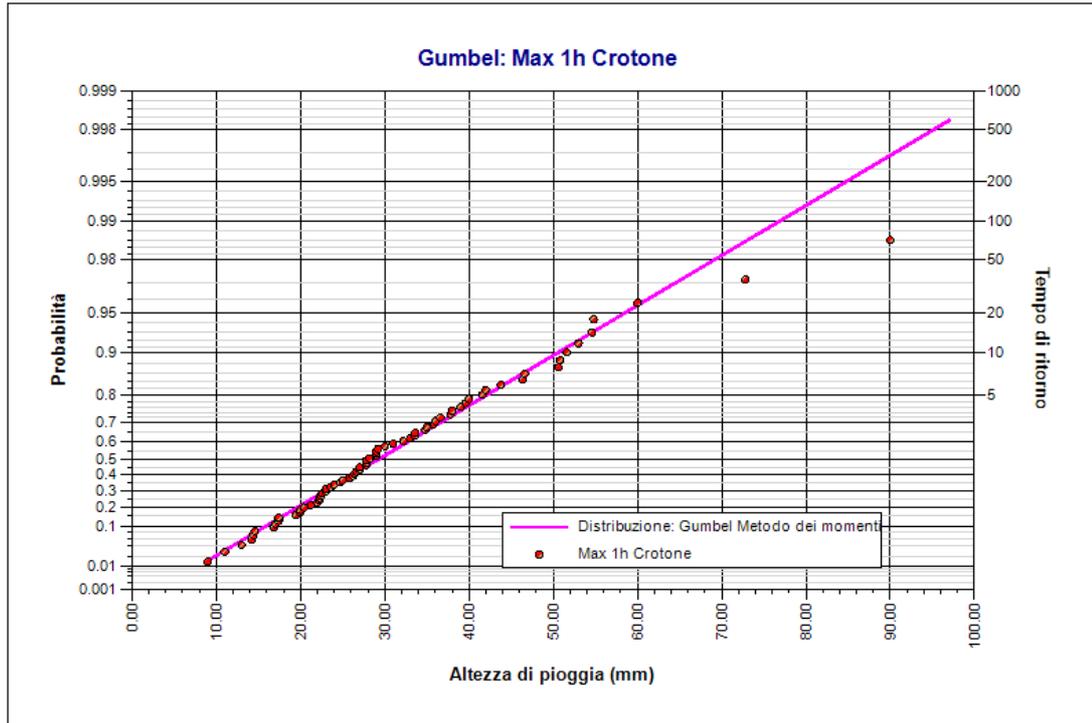


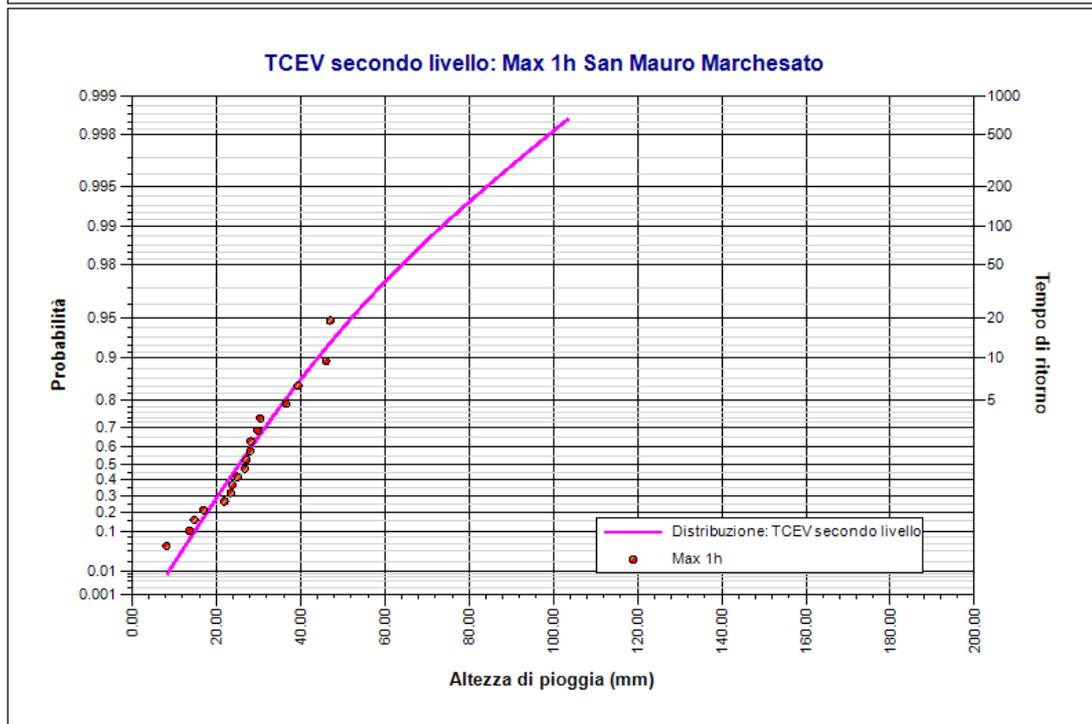
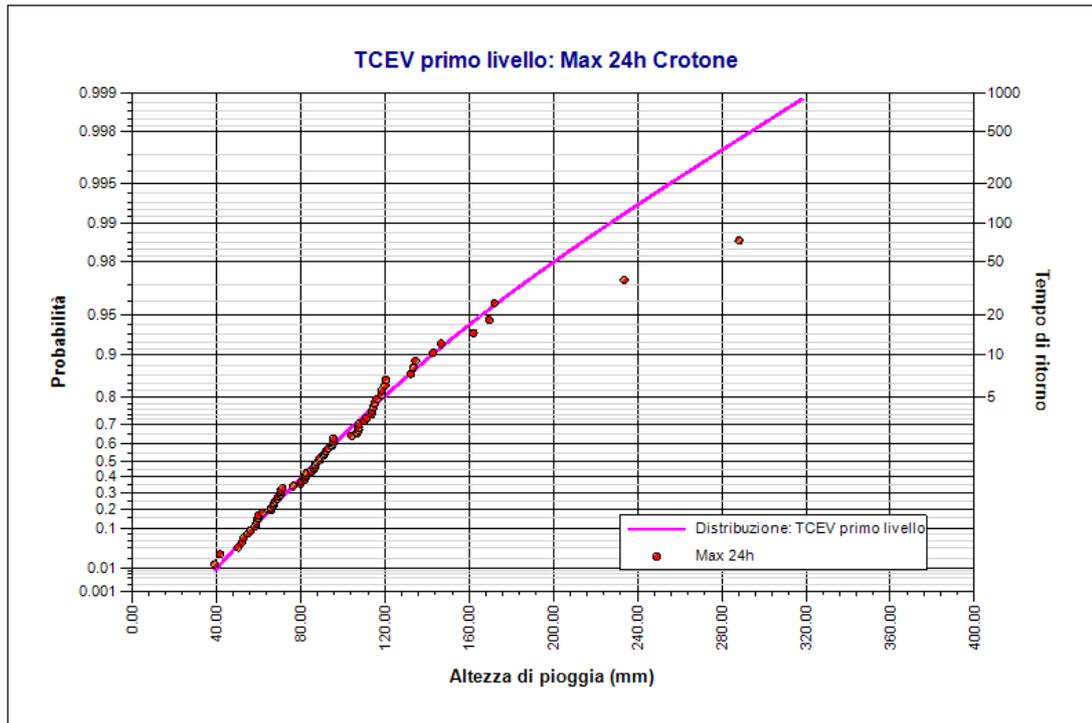
Fig. 15 - Inserimento valore medio in GeoStru Runoff Lab

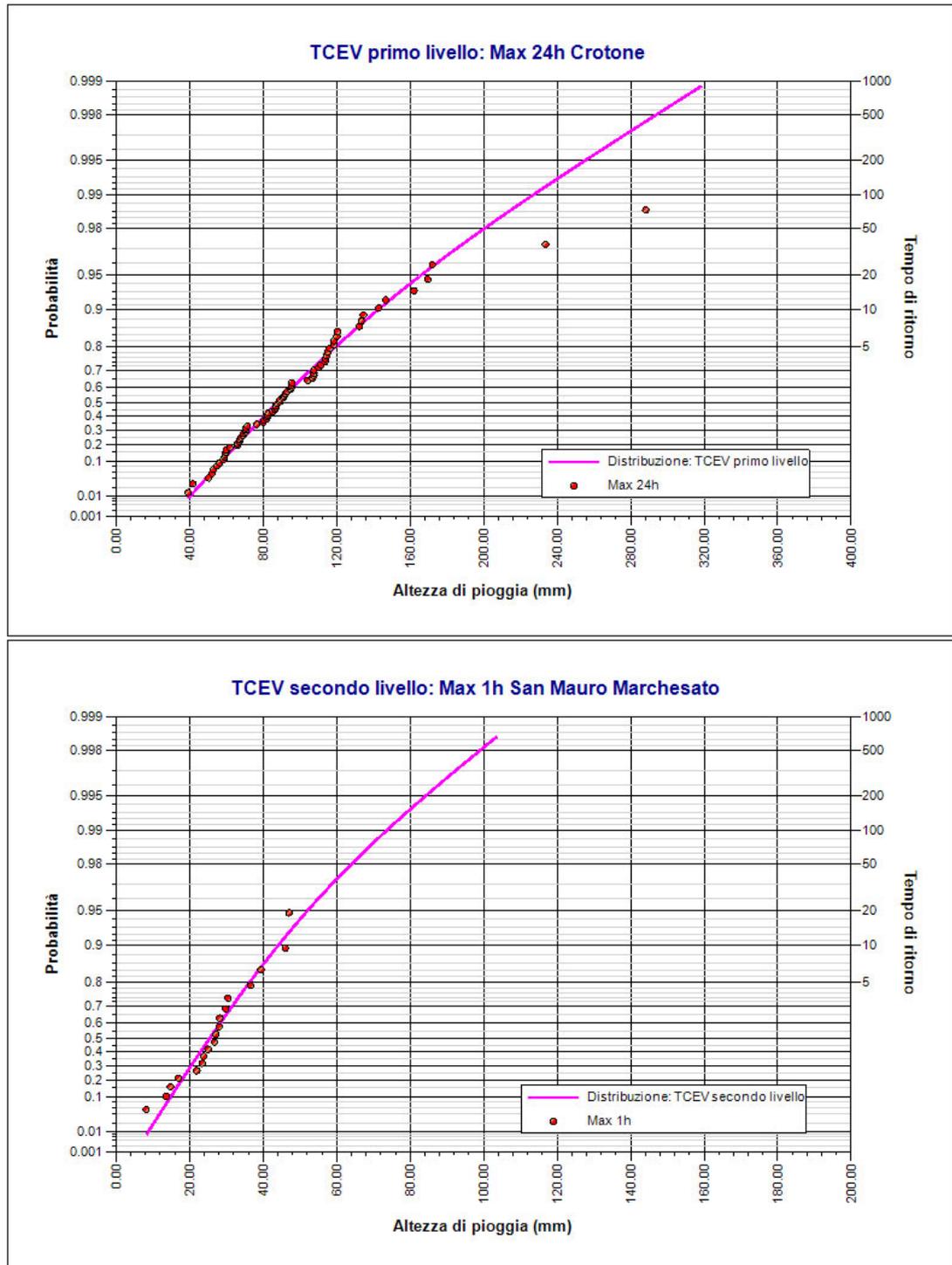
E' possibile quindi, sulla base della numerosità del campione, eseguire l'analisi considerando diversi livelli di regionalizzazione:

- **Livello 0:** prevede la stima puntuale di tutti e 4 i parametri. Tuttavia presenta un'elevata incertezza per le dimensioni usuali delle serie campionarie ed è quindi poco utilizzato;
- **Livello 1:** i parametri  $\theta_*$  e  $\Lambda_*$  vengono stimati con elaborazioni su base regionale, mentre  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$  su base campionaria. Questo livello è adottato quando si dispone di almeno 40÷50 anni di osservazione;
- **Livello 2:** i parametri  $\theta_*$ ,  $\Lambda^*$ ,  $\Lambda_1$  vengono stimati con elaborazioni su base regionale,  $\theta_1$  su base campionaria. Questo livello è adottato quando i dati a disposizione sono circa 20÷30 anni di osservazione;
- **Livello 3:** tutti i parametri vengono stimati con elaborazioni su base regionale (è il caso di totale indisponibilità di campioni).

Nel caso in esame, avendo a disposizione dei dati campionari variabili è stato possibile scegliere di effettuare l'analisi al 1° e il 2° livello di regionalizzazione e al 3° livello di regionalizzazione. Sulle seguenti immagini si riportano alcuni dei risultati, su carta probabilistica, delle elaborazioni eseguite in GeoStru Elaborazioni idrologiche – Runoff Lab.







## 10 Contatti

**GeoStru Software**

**Web:** [www.geostru.com](http://www.geostru.com)  
**E-mail:** [geostru@geostru.com](mailto:geostru@geostru.com)

