

# *I modelli afflussi-deflussi*

AVIMIRI

Gorizia

21 Maggio 2011

Dott. Ing. Ezio TODINI

Presidente

Società Idrologica Italiana



# *Alcuni concetti*

- **IDROLOGIA** e **IDRAULICA** che differenza c'è ?
- Quale è la relazione fondamentale da tener presente in **IDROLOGIA**?
- Cosa sono i **MODELLI IDROLOGICI**?



# *IDROLOGIA e IDRAULICA*

## *che differenza c'è?*

- In **IDRAULICA** i mezzi in (o su) cui si muove l'acqua sono relativamente omogenei: tubi, canali artificiali, ecc.
- In **IDROLOGIA** i mezzi in (o su) cui si muove l'acqua sono altamente disomogenei: suolo, sottosuolo, fiumi, superficie terrestre, ecc.



# *Quale è la relazione fondamentale da tener presente in IDROLOGIA?*

$$E\{g(x)\} \neq g(E\{x\})$$

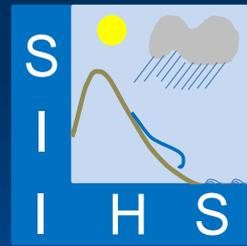
- Il valore atteso di una funzione di certe variabili non coincide necessariamente con la funzione calcolata nel valore atteso delle variabili.
- Il segno di uguaglianza nella relazione precedente vale solo nel caso di **varianza nulla** delle variabili o di **funzioni lineari**, per cui la loro derivata seconda è nulla.

$$E\{g(x)\} \cong g(E\{x\}) + \frac{1}{2} \text{Var}\{x\}^{1/2} \left. \frac{\partial^2 g(x)}{\partial x^2} \right|_{x=E\{x\}}$$



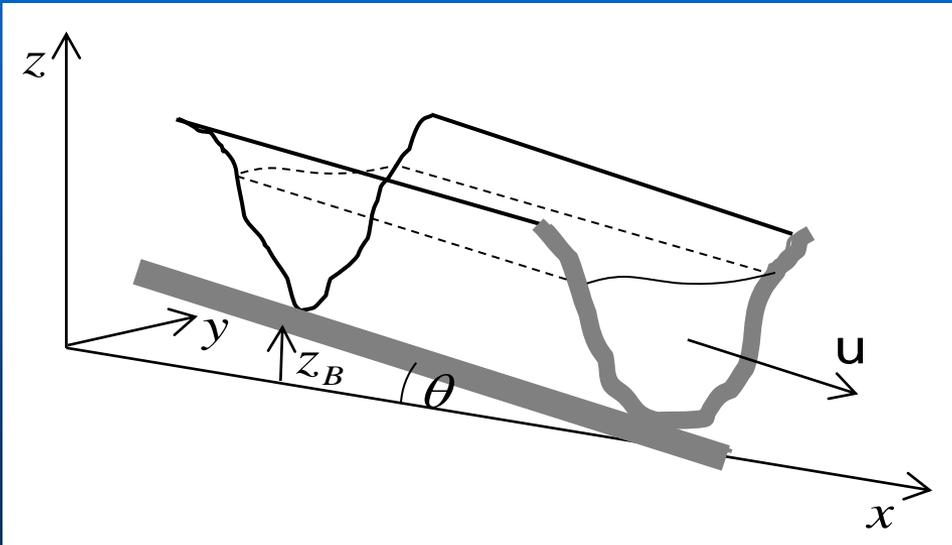
# *Cosa sono i MODELLI IDROLOGICI?*

- A differenza dei modelli idraulici che in genere usano le **equazioni puntuali**, i modelli idrologici integrano nello spazio tali equazioni per rappresentare “**in media**” i fenomeni **su porzioni finite** più o meno grandi del dominio su cui operano.
- Un tipico esempio è il modello a **serbatoio non lineare**, che partendo dalle equazioni di tipo **cinematico lineare** puntuale, integrando nello spazio l'equazione di continuità della massa, giunge ad una nuova equazione ora valida per un **tratto finito di corso d'acqua**.



# *Cosa sono i MODELLI IDROLOGICI?*

$$\begin{cases} \frac{dV}{dt} = I - O \\ O = \frac{\sqrt{S_0}}{n} B y^{5/3} \cong \frac{\sqrt{S_0}}{n B^{2/3} L^{5/3}} V^{5/3} = k V^{5/3} \end{cases}$$



$$\frac{dV}{dt} = I - k V^{5/3}$$

# *Come si distinguono i MODELLI IDROLOGICI?*

- A mio avviso i modelli idrologici, così come per qualunque rappresentazione approssimata della realtà, devono distinguersi in funzione del contenuto di informazioni che uno vi introduce.
- Questo contenuto informativo dipende sia dalla maggiore o minore struttura e importanza delle ipotizzate relazioni matematiche, sia dal dettaglio e dalla precisione dei dati, necessari al modello, che vengono utilizzati per il suo sviluppo.

# *Come si distinguono i MODELLI IDROLOGICI?*

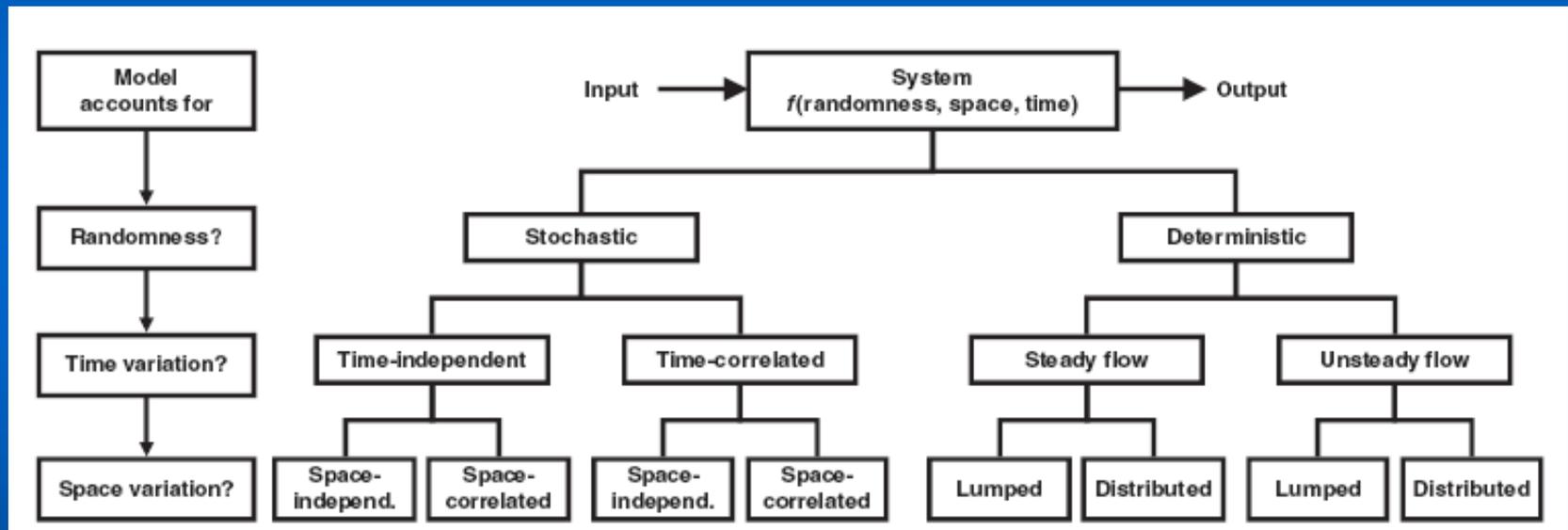
## STRUTTURA

- Data Driven, Concettuali o Fisicamente Basati
- Concentrati o Distribuiti
- Continui nel tempo o ad Evento

## IMPIEGO

- Ricerca
- Progettazione
- Previsione e Gestione

# Come si distinguono i MODELLI IDROLOGICI?



Chow, V. T., Maidment, D. R. & Mays, L. V., 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.



# Come si distinguono i MODELLI IDROLOGICI?

		STRUTTURA			
		Statistici	Concentrati	Distribuiti	Dist/Differ.
PARAMETRI	Parametri sconosciuti				
	Parametri noti				

E. Todini, 1988. **Rainfall-runoff modeling. Past, present and future.** *Jour. of Hydrol.*, 100 (1-3) 341-352.

# La Preistoria

La necessità di una portata di progetto



Esempi:

- Il metodo razionale e la curva area-tempi
- L'idrogramma unitario, la pioggia netta e la separazione degli idrogrammi
- I modelli lineari: il canale lineare, il serbatoio lineare, la cascata di Nash
- **Solo per piccoli bacini impermeabili (ipotesi fondamentale la linearità)**

# Il Medio Evo

## I Modelli Concettuali



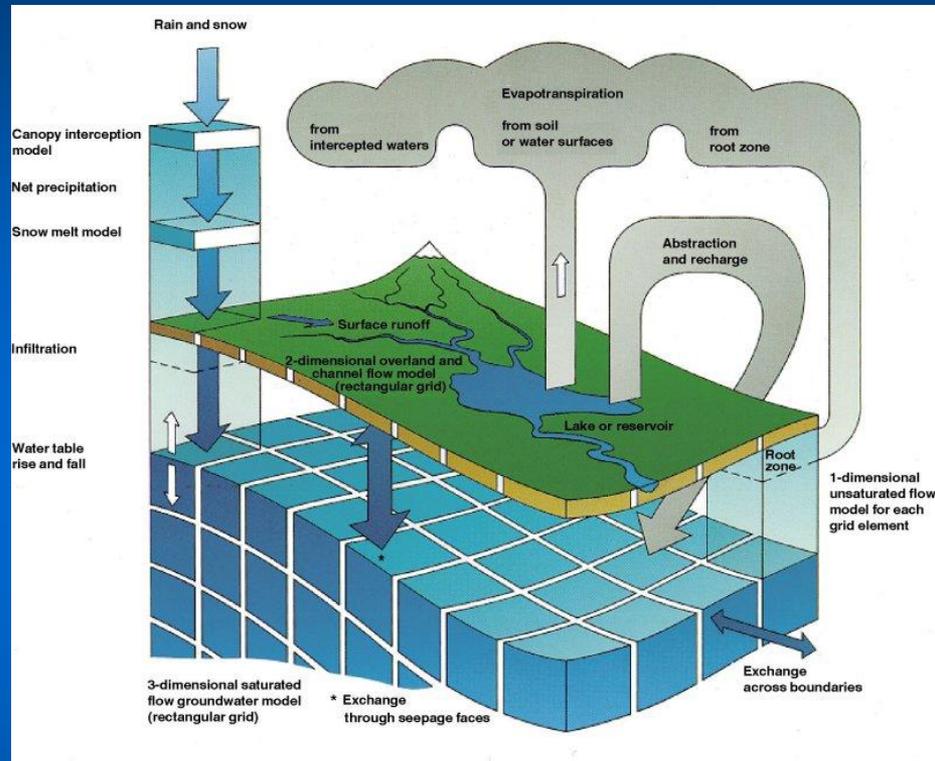
Esempi (WMO Intercomparison, 1976):

- il modello STANFORD
- il modello SACRAMENTO
- il modello Continuous API
- il CLS

**I parametri non hanno in genere un significato fisico**

# L'Illuminismo

## I modelli fisicamente basati



Esempi:

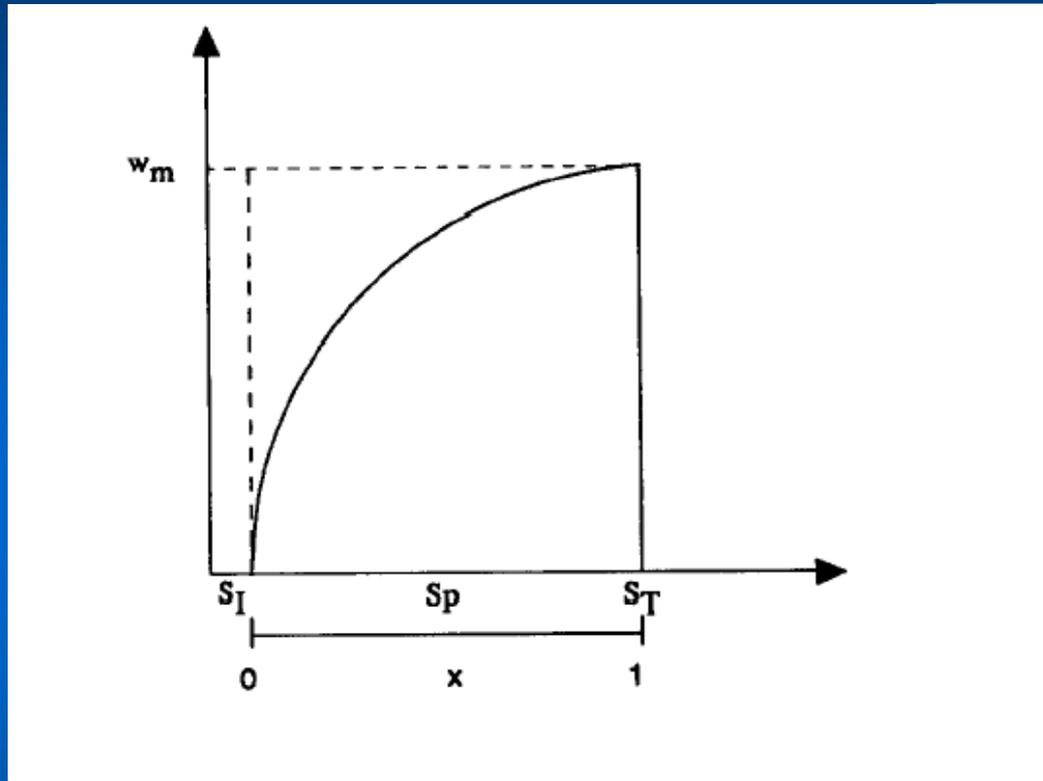
- il modello di R.A. Freeze
- il Système Hydrologique Européen (SHE)
- il modello dell'Institute of Hydrology
- lo SHETRAN ed il MIKE-SHE

**Una pietra miliare: ora tutti i processi fisici sono rappresentati**

**Troppi parametri, troppo complessi, troppo lungo il tempo di calcolo**

# La Belle Epoque

I modelli ad area contribuyente variabile



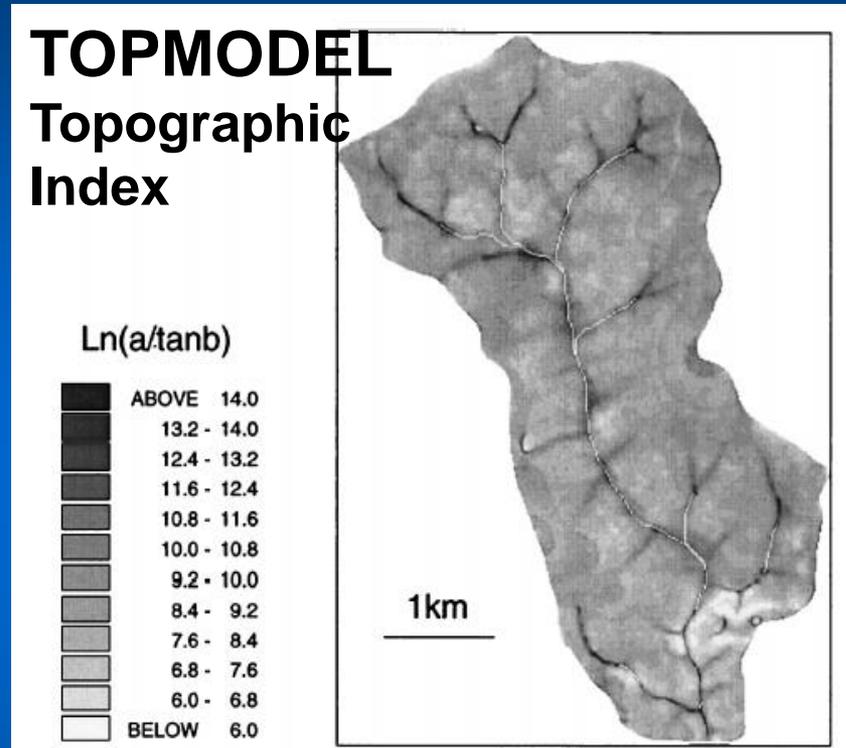
Esempi:

- Il modello Probability Distributed Soil Capacity Model (PDM)
- il modello Xinanjiang
- il modello ARNO
- il modello VIC
- ...

**Pochi parametri ma non direttamente correlabili con grandezze misurabili**

# Il Ventesimo Secolo

I modelli basati sulla topografia



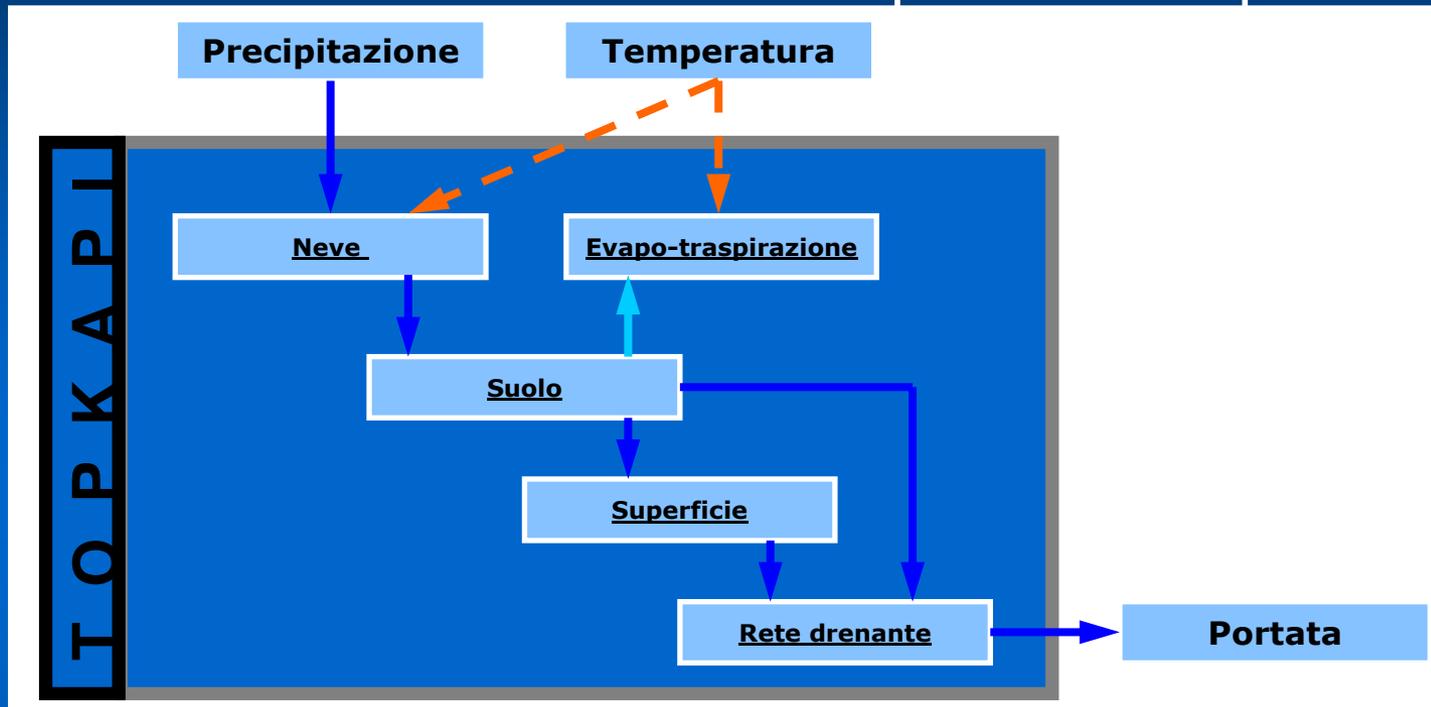
Esempi:

- il modello Soil Conservation Number + Onda Cinematica
- l'Idrogramma Unitario Geomorfologico
- il TOPMODEL
- ...

**Pochi parametri relazionabili con grandezze misurabili  
Ma hanno un vero significato fisico?**

# Il Nuovo Millennio

Nuovi modelli fisicamente basati ma più mirati ai processi



Esempi:

- il modello Representative Elementary Watershed (REW)
- il modello Tracer Aided Catchment Distributed (TAC<sup>D</sup>)
- il TIN-based Real-time Integrated Basin Simulator (tRIBS)
- il TOPographic Kinematic wave APproximation and Integration (TOPKAPI)

- **Rappresentazioni fisicamente basate dei processi fondamentali**

# *I modelli Data Driven*



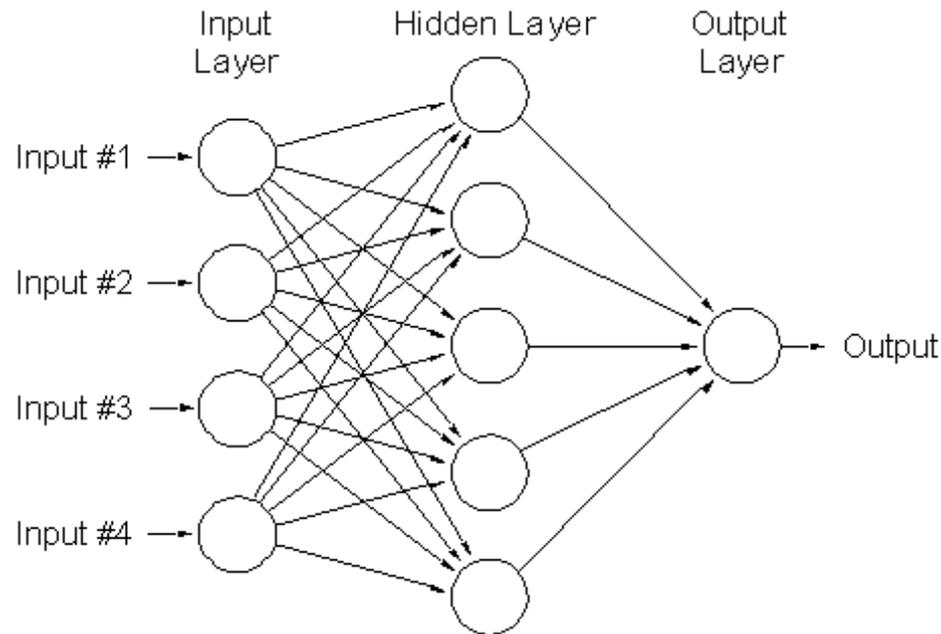
Esempi:

- modelli input-output
- Idrogramma Unitario, Funzioni di trasferimento e modelli ARIMA
- Modelli a reti neurali
- Modelli Meccanistici Basati sui Dati

**Vengono identificate semplici strutture, o loro combinazioni ed i relativi parametri**

# The ANN Models

Wilson & Wilby (2001)



**Pro:**

**Stima non-lineare**

**Facili da implementare ed usare**

**Contro:**

**Non è certa la validità oltre il campo dei dati di calibra.**

**Non è certa l'incorporazione di informazioni a priori**