

Università degli Studi di Napoli "Federico II"



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

**Corso di Laurea in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

Tesi di Laurea

**Modellistica di previsione delle disponibilità idriche.
Un caso di studio: le sorgenti del Serino.**

Relatori:

Ch.mo Prof. Maurizio Giugni

Ch.mo Prof. Francesco De Paola

Candidato:

Luigi Brucculeri

Matr. 518/618

Anno Accademico 2014/15

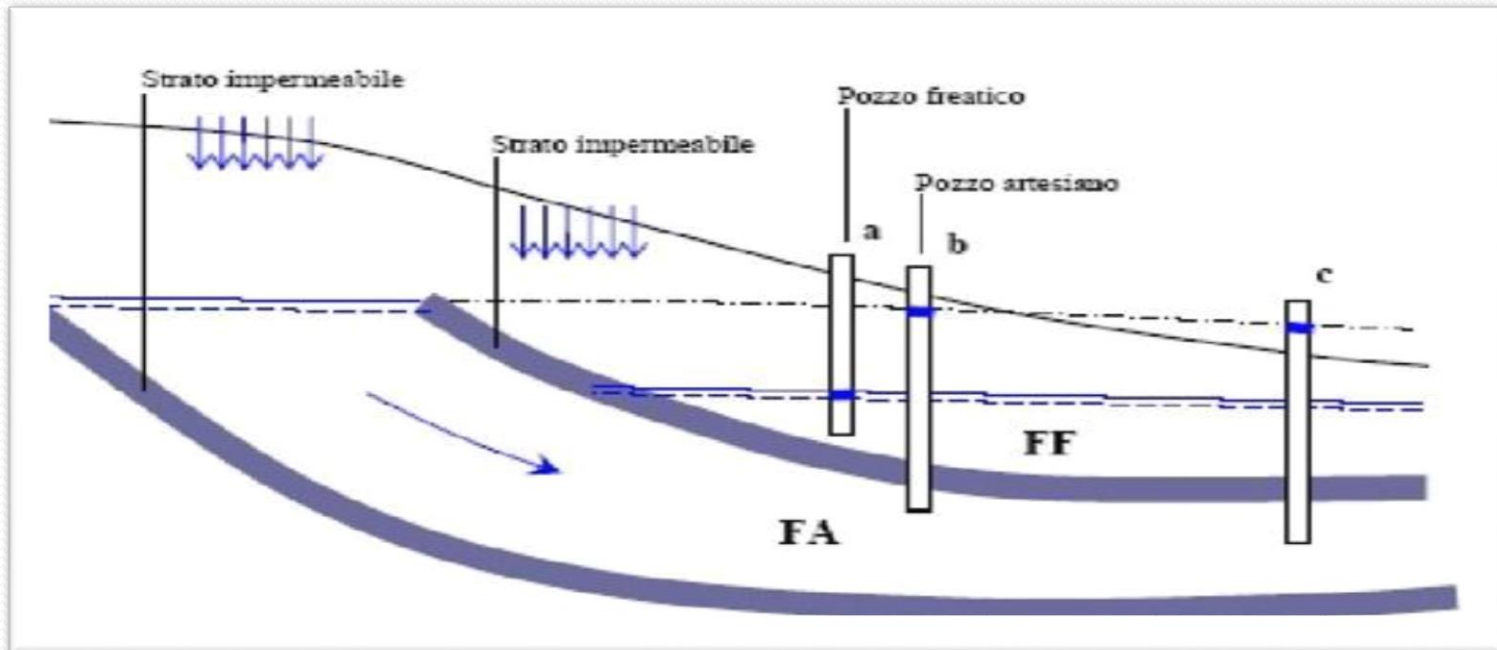
Obiettivo del lavoro

Implementazione di un modello di studio per la stima della portata delle sorgenti del Serino

Definizioni introduttive

- Si definisce **SORGENTE** la scaturigine in cui la superficie libera di una falda viene a contatto con la superficie del suolo, sgorgando spontaneamente in superficie
- Per **FALDA IDRICA** si intende l'acqua gravifica che fluisce in un acquifero.

A seconda della geomorfologia, la falda si definisce freatica se è delimitata inferiormente da uno strato impermeabile oppure artesiana se è compresa tra due strati impermeabili



SORGENTI DEL SERINO

Insieme a quelle di Cassano Irpino, rappresentano le scaturigini più importanti, alimentando i due sistemi acquedottistici principali dell'Italia Meridionale: l'Acquedotto di Napoli e quello Pugliese.

Nella zona di Serino sono presenti 3 grossi nuclei sorgentizi:

- Acquaro e Pelosi a quota 380 m. slmm, dette SORGENTI ALTE;
- Urciuoli a quota 330 m. slmm detta SORGENTE BASSA.

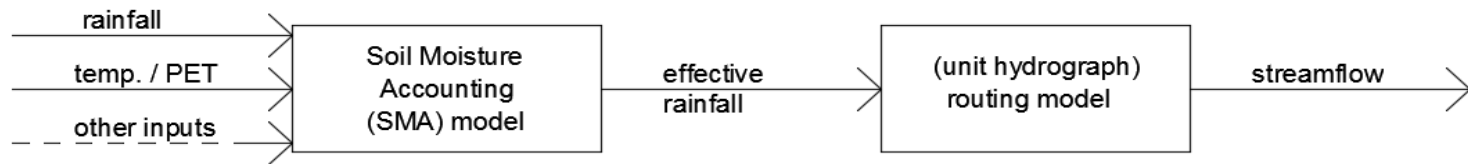


Le acque delle sorgenti alte (Acquaro e Pelosi) vengono convogliate mediante collettori e, dopo essere state indirizzate in una prima camera di raccolta, vengono successivamente immesse nella grande vasca di confluenza delle sorgenti Urciuoli, dalla quale vengono poi convogliate mediante un canale a pelo libero.

Recentemente ABC Napoli ha messo in esercizio un collettore a pressione, al fine di rendere più affidabile l'approvvigionamento.

Cos' è Hydromad?

È un software molto utile per la modellazione idrologica di tipo distribuito e l'analisi dei dati associati. Esso consente il calcolo del deflusso nei bacini idrografici mediante l'analisi delle serie storiche di precipitazione e temperatura o, in alternativa a questa, dell'evapotraspirazione.



Il software opera in 2 fasi:

- Nella prima fase, a partire dai dati di input, viene determinata l'umidità del suolo (SMA) e, di conseguenza, la precipitazione netta
- Nella seconda fase, le precipitazioni vengono convertite in deflusso superficiale (runoff)

TARATURA

Serve a garantire l'attendibilità nella fase previsionale

Si effettua per tentativi, con riferimento a diversi modelli di trasformazione afflussi-deflussi, scegliendo tra tutti quello che fornisce maggiore attendibilità

sorgenti alte

	rel.bias	r.squared	r.sq.sqrt	r.sq.log
f10	7.352741e-18	0.5283295	0.4753787	0.4575812
f11	-1.162277e-16	0.7021803	0.7491005	0.7576283

Hydromad model with "dbm" SMA and "powuh" routing

sorgenti basse

	rel.bias	r.squared	r.sq.sqrt	r.sq.log
f10	5.014369e-17	0.6290902	0.6456300	0.6490171
f11	1.659631e-17	0.5809637	0.5852443	0.5867985

Hydromad model with "runoffratio" SMA and "powuh" routing

1° fase

I DBM (Data Base Mechanistic) sono modelli stocastici per cui l'output è costituito dalla somma di due termini: il primo di tipo deterministico che esprime la relazione fra variabili di ingresso e uscita (temperature/piogge e portate), mentre il secondo rappresenta un “disturbo stocastico” e, quindi, l'errore del modello.

Nel modello Runoff Ratio viene stimato il coefficiente di afflusso K, che consente di valutare le perdite idrologiche e, quindi, caratterizzare la pioggia netta, che sarà successivamente trasformata in deflusso superficiale.

$$\text{Net rainfall [mm]} = K \times \text{Rainfall depth [mm]}$$

2° fase

Nel POWUH Model, la forma esponenziale dell'idrogramma unitario è:

$$H = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{t}{a}\right)^{\frac{b}{c}}\right]^c}$$

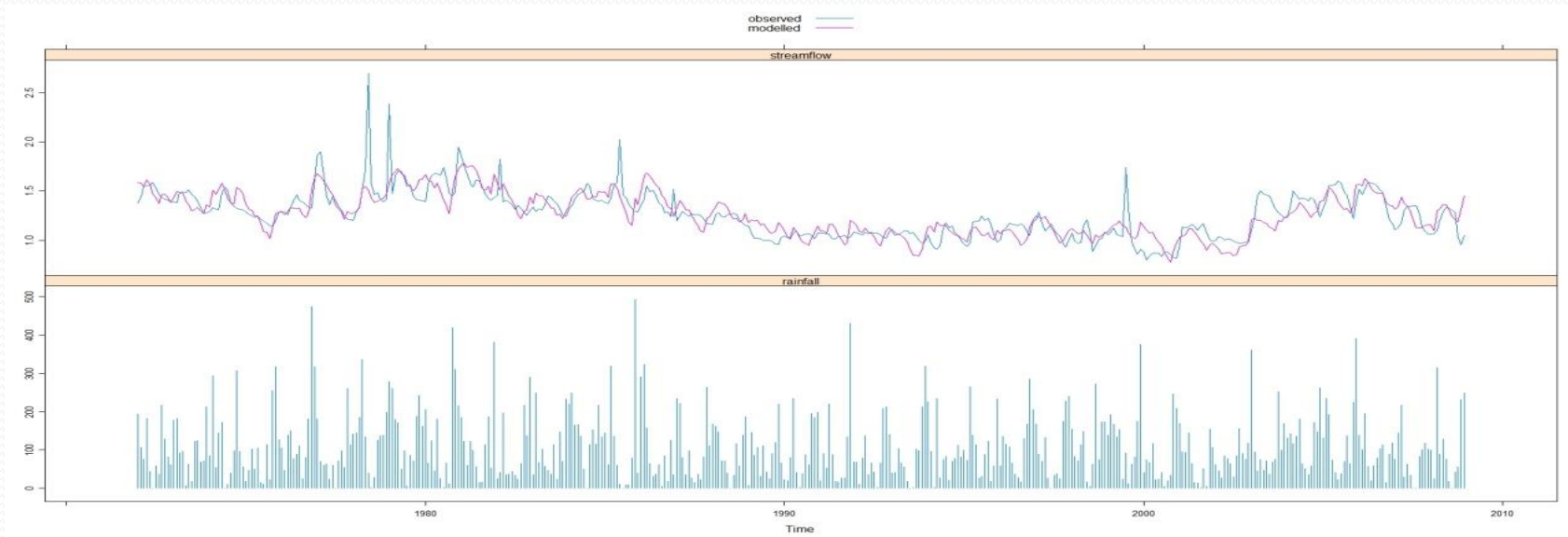
dove:

- H è la frazione di picco del deflusso superficiale
- t è il tempo di picco
- a,b,c sono parametri (da calibrare opportunamente)

RISULTATI

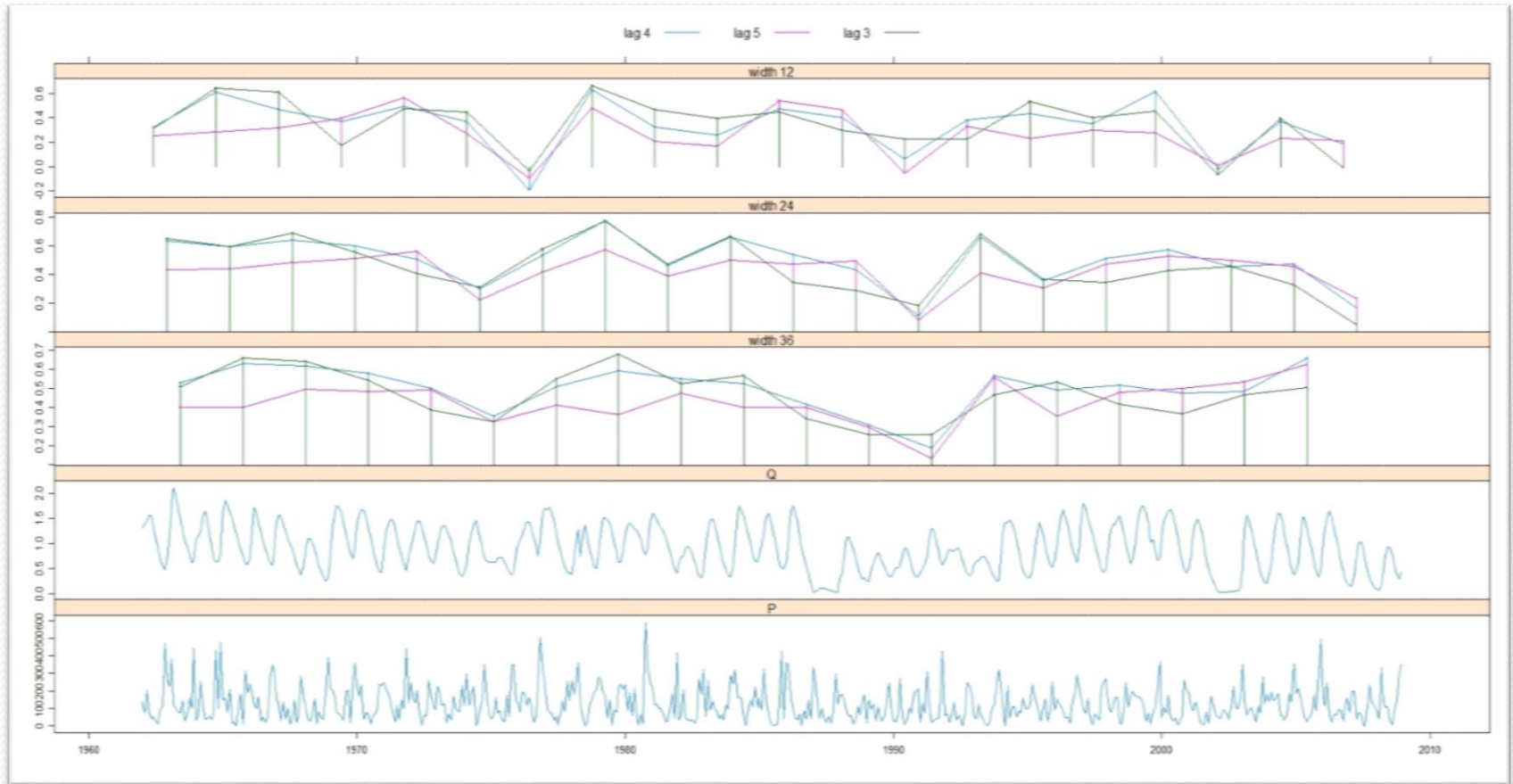
- Diagramma di confronto tra portata monitorata e portata stimata dal modello
- Diagramma di cross-correlazione
- Previsione a lungo termine (LTF)

Sorgenti alte

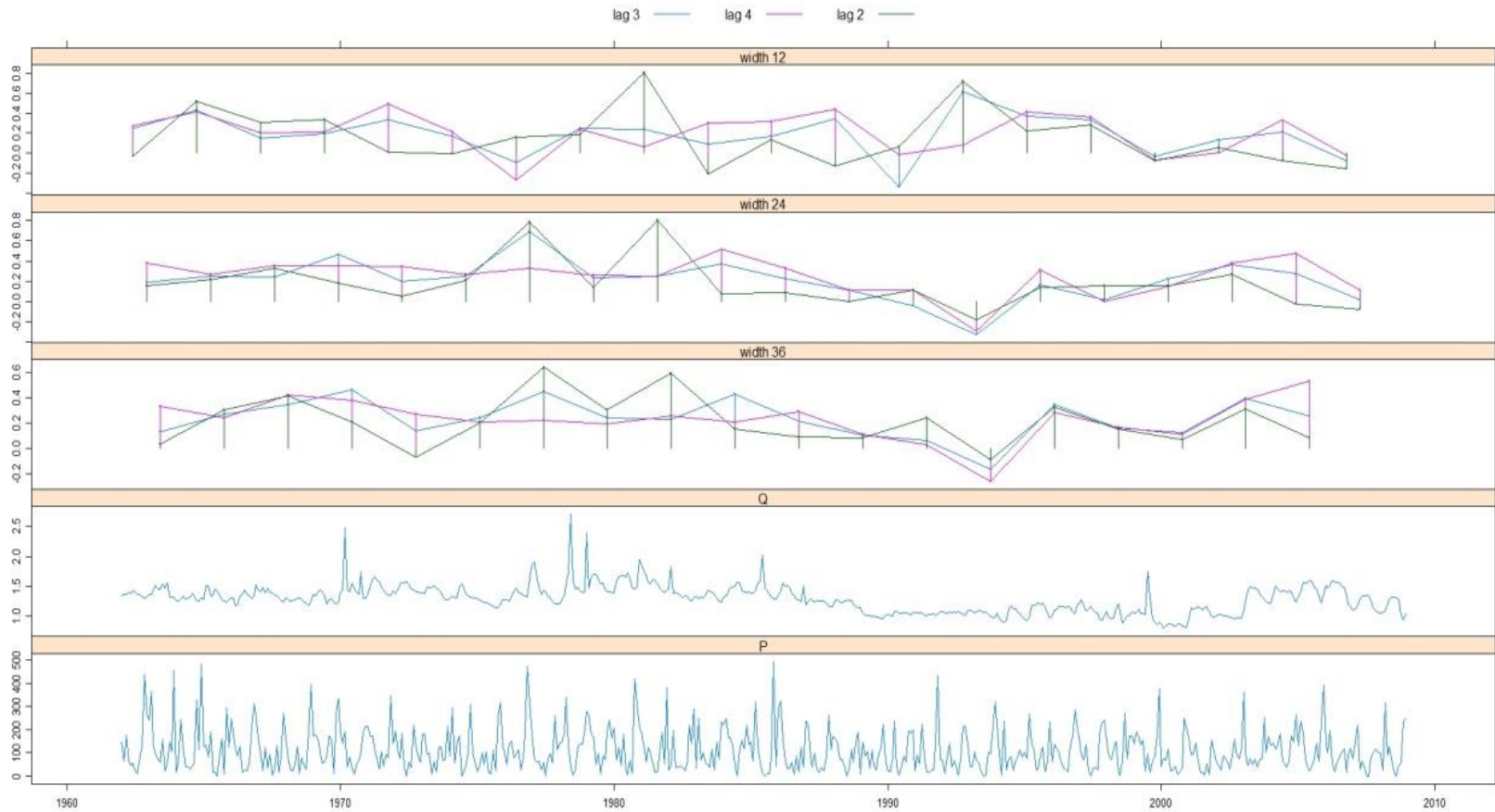


Sorgenti basse

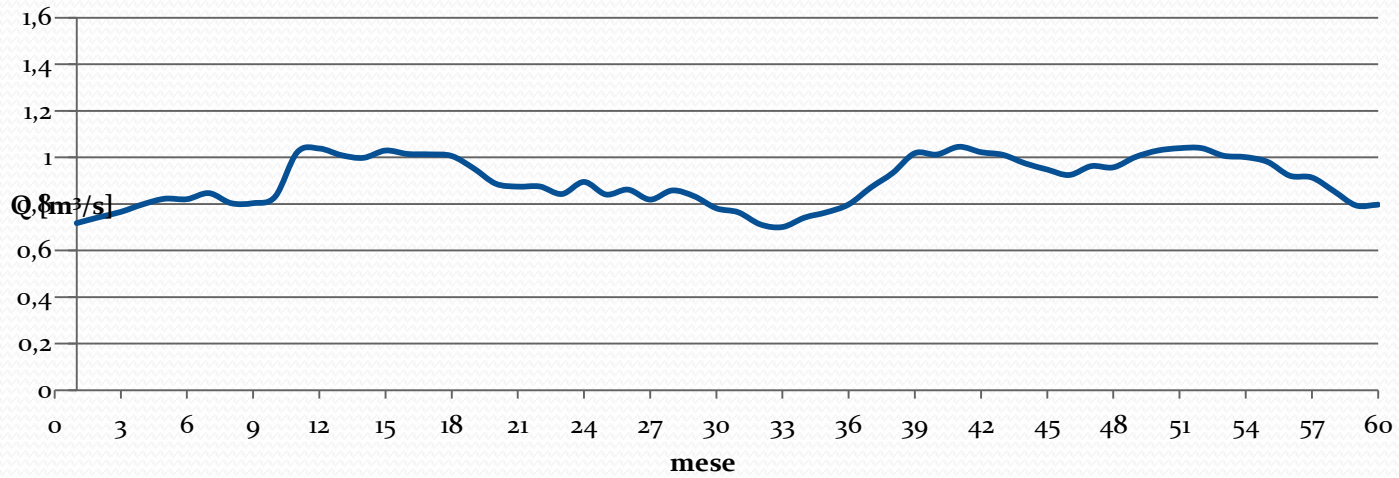
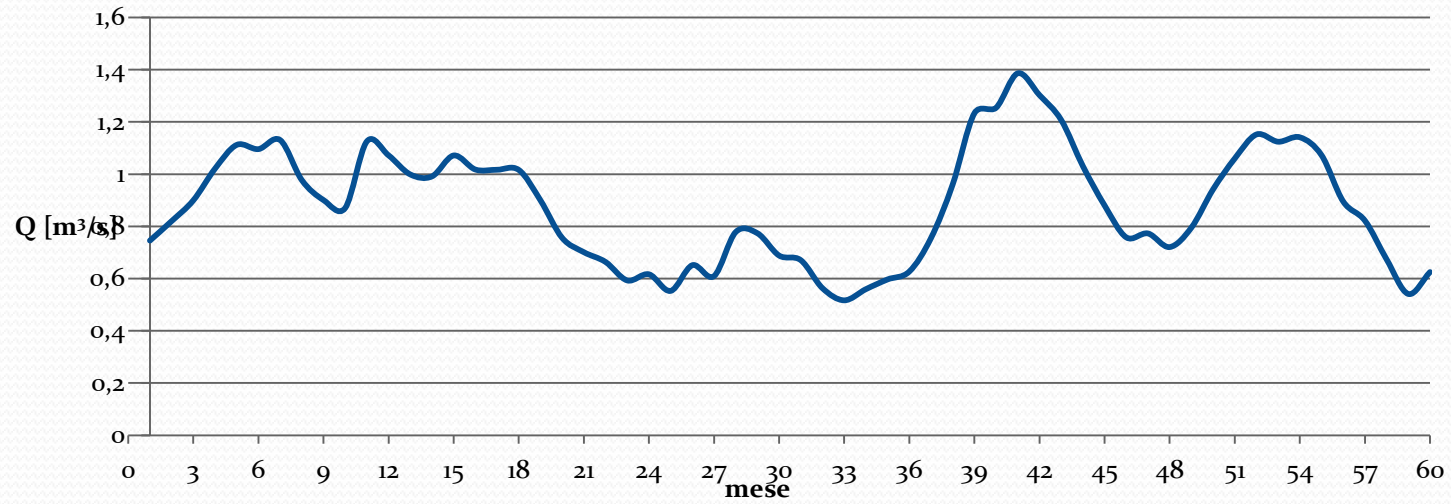
CROSS-CORRELAZIONE (sorgenti alte)



CROSS-CORRELAZIONE (sorgenti basse)



LTF



STF

Per le previsioni a breve termine si è utilizzato il pacchetto FORECAST che contiene un modello lineare autoregressivo (AR), ossia un modello di rappresentazione di un processo stocastico, utilizzando una trasformazione di tipo Box-Cox.

Il modello autoregressivo specifica che la variabile in uscita dipende linearmente dai valori delle uscite precedenti.

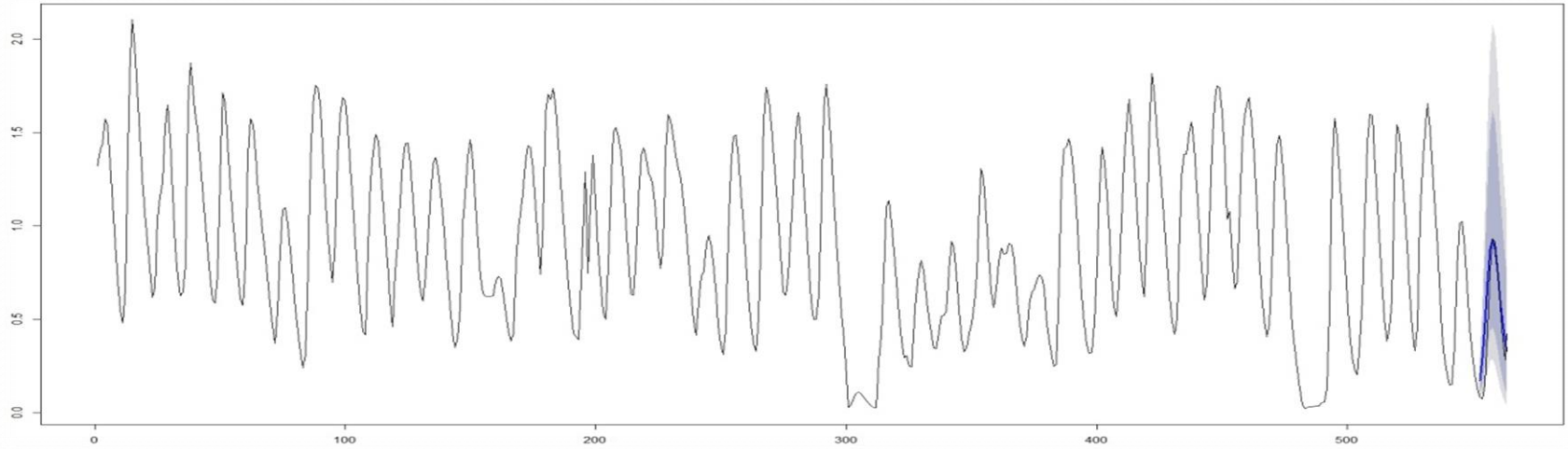
Matematicamente il modello presenta la forma seguente:

$$z_t = \phi_1 \cdot z_{t-1} + \phi_2 \cdot z_{t-2} + \dots + \phi_p \cdot z_{t-p} + \varepsilon_t$$

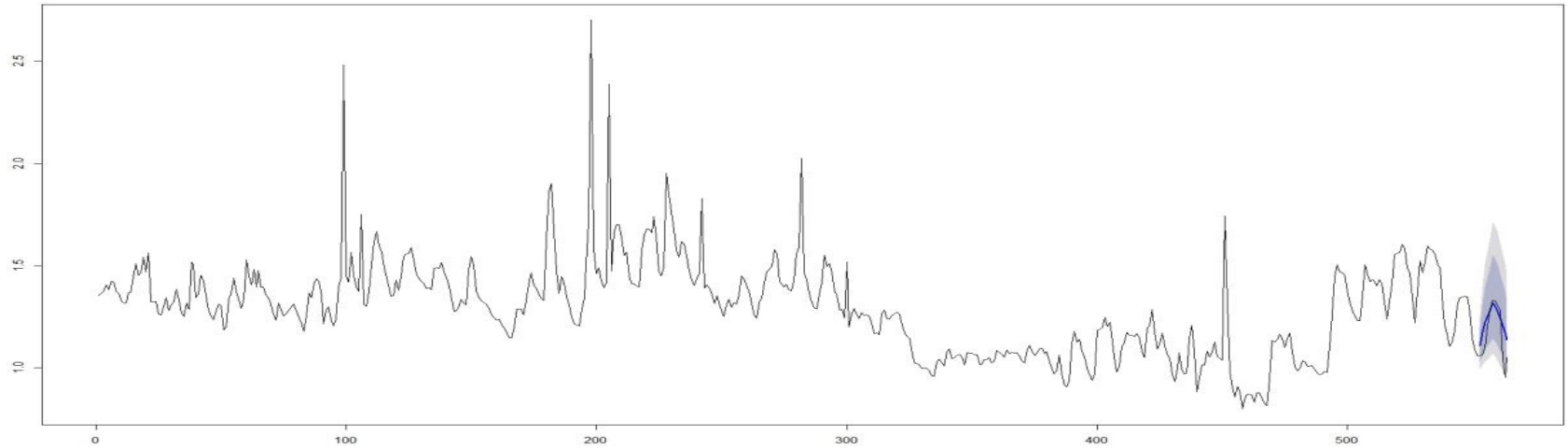
in cui i parametri $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ costituiscono i coefficienti della regressione lineare della variabile casuale rispetto ai suoi valori precedenti ed ε_t rappresenta l'errore.

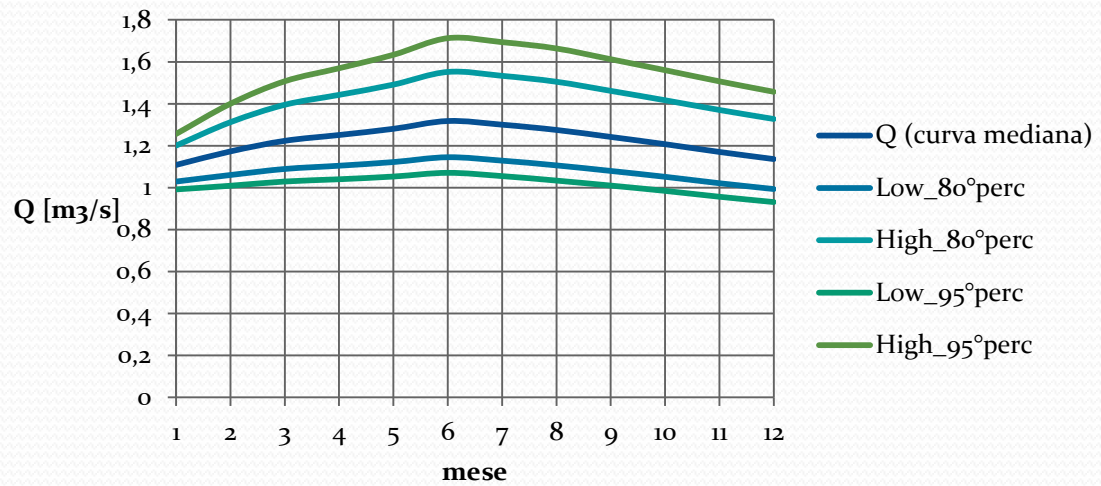
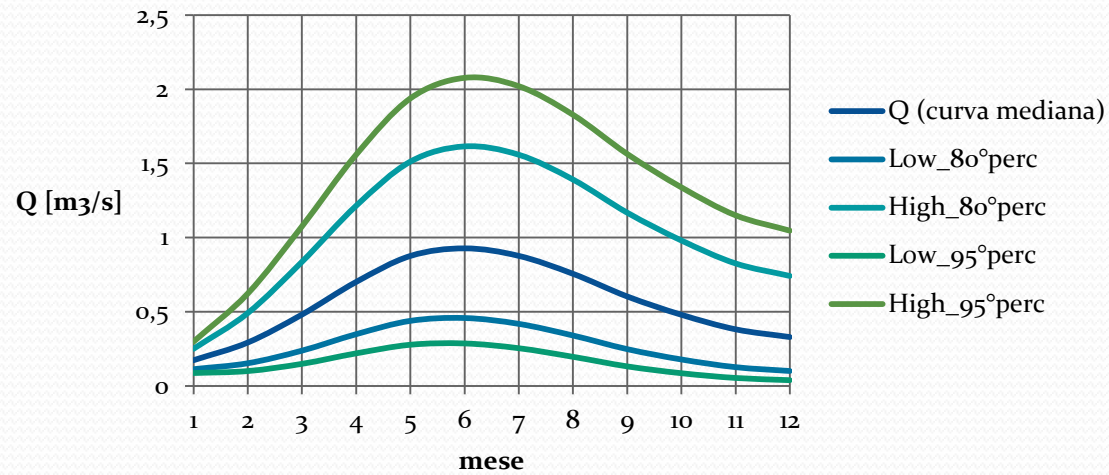
STF

Forecasts from AR(25)



Forecasts from AR(27)





Considerazioni conclusive

È stato possibile verificare, come si evince dai risultati ottenuti, che il modello di studio utilizzato ha fornito un errore accettabile nella stima delle portate. L'affidabilità del modello è risultata quindi decisamente soddisfacente.

Il risultato ottenuto è legato ovviamente all'ampia dimensione del campione di dati a disposizione (precipitazioni, temperature, portate) per le sorgenti del Serino.

Le calcolazioni effettuate hanno in definitiva messo in evidenza le potenzialità del modello, sia in termini di previsione a breve termine (sulla scorta di un campione di dati anche di modeste dimensioni) sia per la "ricostruzione" di serie storiche idrologiche caratterizzate da carenze di dati.

Grazie per
l'attenzione