

# Il monitoraggio dei deflussi superficiali e sotterranei e del trasporto solido nei corsi d'acqua quale strumento di valutazione preliminare degli indicatori di invarianza idraulica.

**Geol. Donato Sollitto, PhD**

*Distretto Idrografico  
dell'Appennino Meridionale*

*Autorita' di Bacino della Puglia*

*Segreteria Tecnica Operativa*



## Caso di studio

### ***Monitoraggio dei deflussi idrici superficiali e sotterranei e del trasporto solido.***

**P.O. FESR Puglia 2007 – 2013**, prevedendo l'attuazione dell'Azione 2.3.6. «*Miglioramento del sistema dell'informazione, del monitoraggio e del controllo nel settore della difesa del suolo*»

**Attività:** *Analisi dei processi di desertificazione della Puglia: Cause, effetti, mitigazione e lotta alla siccità.*

**Progetto:** *Realizzazione di una stazione di misura sul Torrente Carapellotto per la predisposizione delle attività di monitoraggio quali-quantitativo dei deflussi superficiali e sotterranei.*

Pagano S.G., Sollitto D., Colucci M., Prato D., Milillo F., Gentile F. (2017) – Realizzazione di una stazione di misura in continuo della portata, del trasporto solido in sospensione e dei livelli piezometrici nel bacino del T. Carapellotto. Risultati del primo anno di attività. Quaderni di Idronomia Montana, v. 35.

Pagano S.G., Sollitto D., Colucci M., Prato D., Milillo F., Gentile F. (2017) – *Setting up of an experimental station for the continuous monitoring of water discharge, suspended sediment transport and groundwater levels in a mediterranean catchment and results of the first year of activity.* Submitted to Environmental Monitoring Assessment.

**P.O.R. Puglia 2014 – 2020**, prevedendo l'attuazione dell'Azione 5,1 «**INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E DI EROSIONE COSTIERA**»

**Attività:** **INTEGRAZIONE E SVILUPPO SISTEMI DI PREVENZIONE, MULTIRISCHIO ANCHE ATTRAVERSO MECCANISMI E RETI DIGITALI INTEROPERABILI DI ALLERTA PRECOCE.**

**Progetto:** **STRUMENTI OPERATIVI PER COMBATTERE GLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO E DELLA DESERTIFICAZIONE.**

## Consumo di suolo e invarianza idraulica e idrologica

L'aumento del **consumo di suolo** si manifesta attraverso:

- Maggiore artificializzazione
- Perdita di suolo
- Erosione del paese rurale
- Maggiore vulnerabilità al cambiamento climatico
- Aumento delle criticità idrauliche in ambito urbano e periurbano

### INVARIANZA

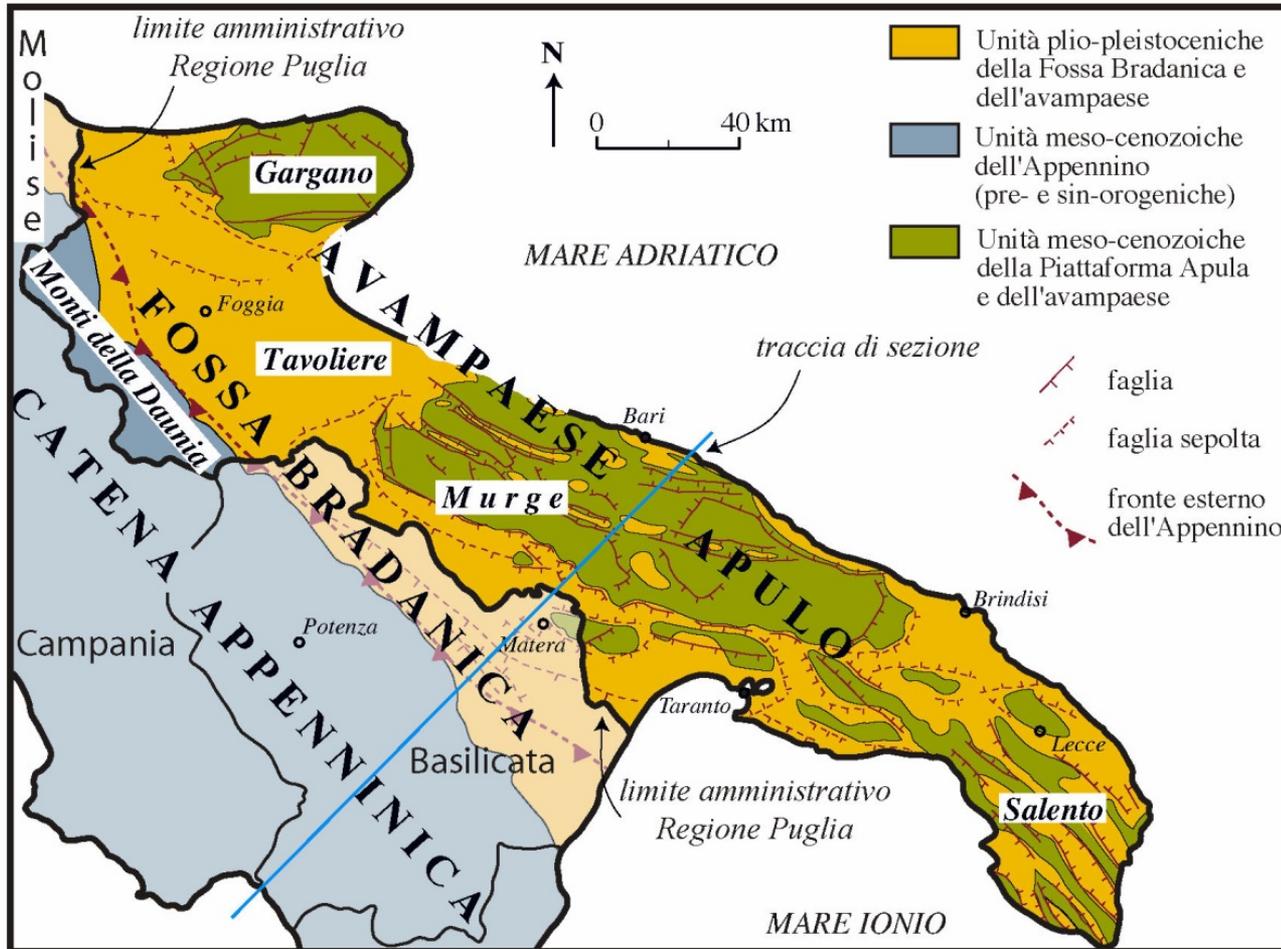
#### **IDROLOGICA**

I volumi di piena risultanti dal drenaggio di un'area devono rimanere costanti prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo dell'area medesima

#### **IDRAULICA**

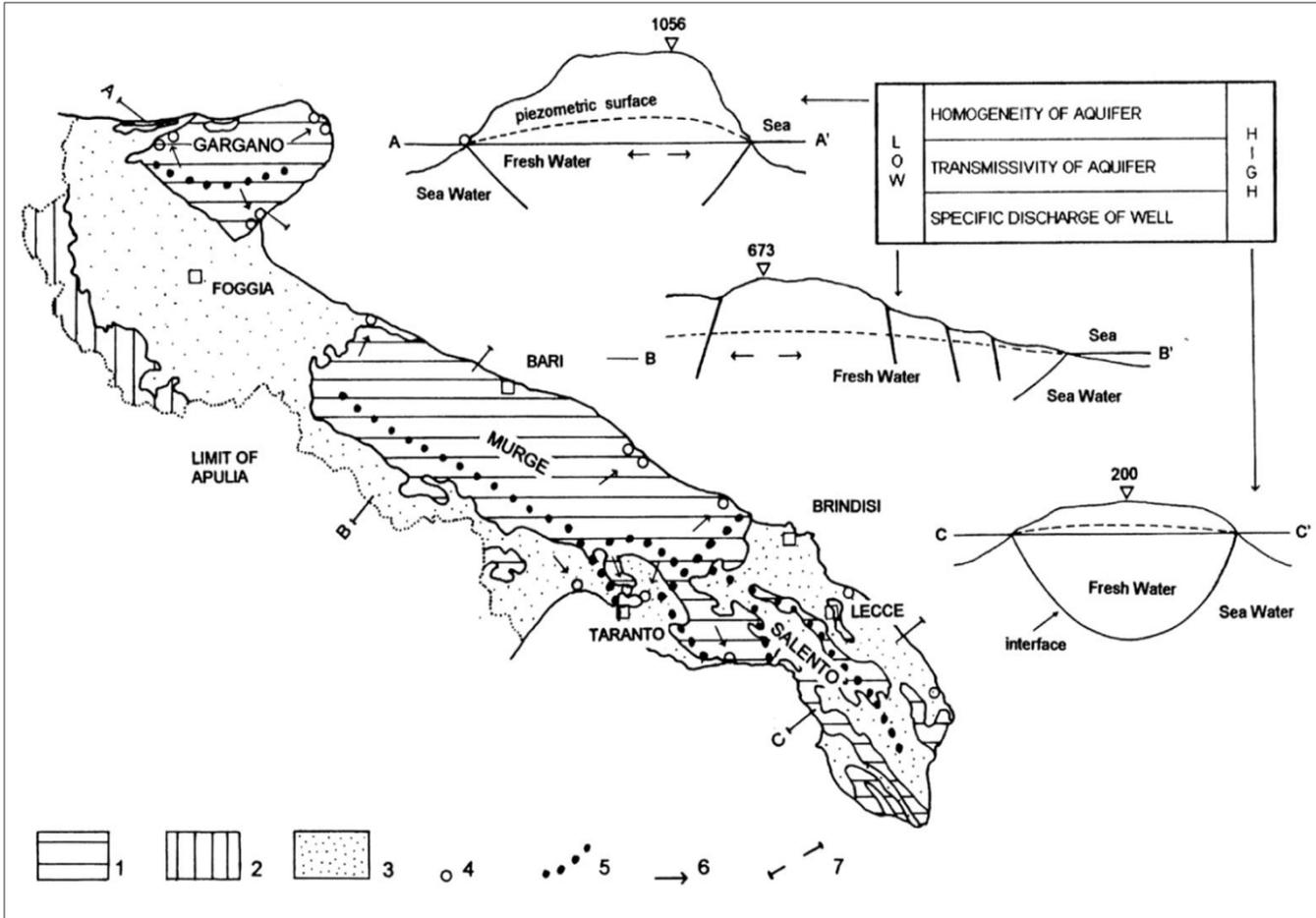
I picchi di portata risultanti dal drenaggio di un'area devono rimanere costanti prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo dell'area medesima

# Inquadramento geologico e strutturale della Puglia



Carta geologica schematica della Puglia (da Pieri et al., 1997, mod.)

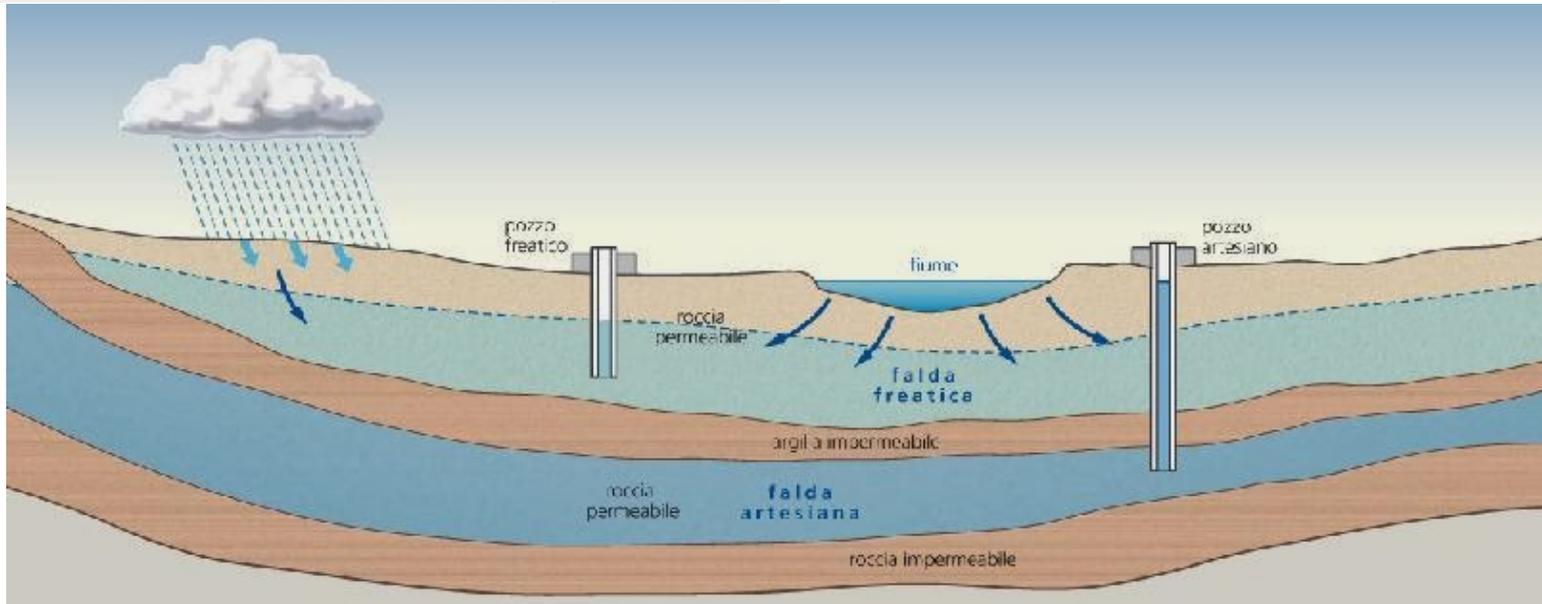
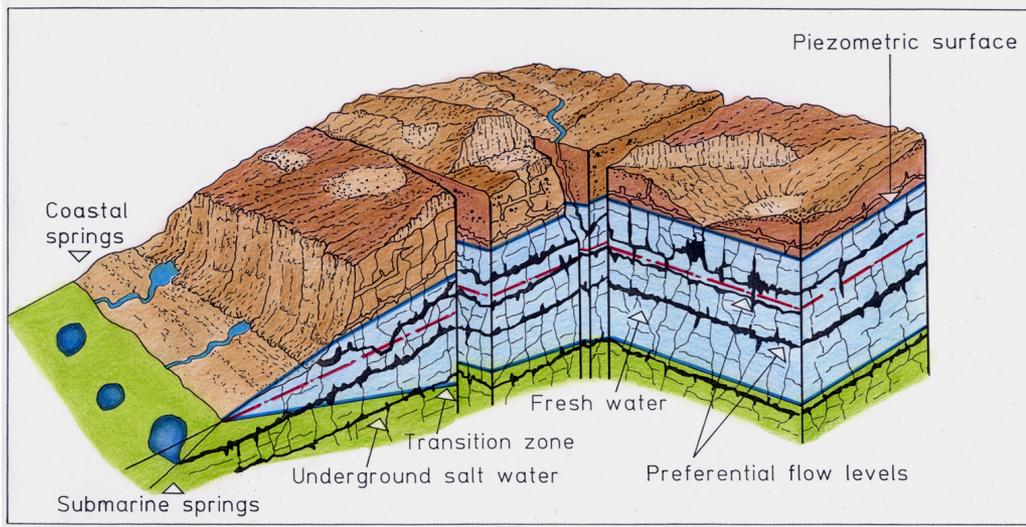
# Lineamenti idrogeologici della Puglia



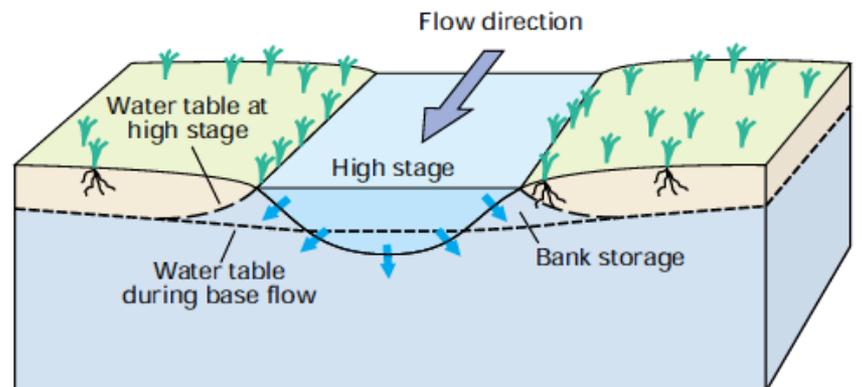
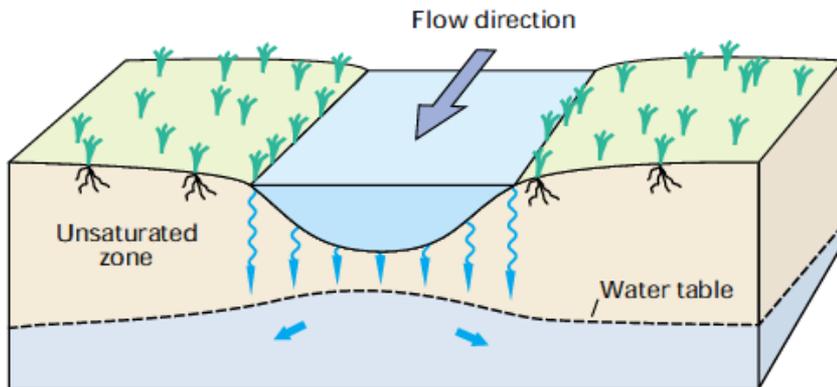
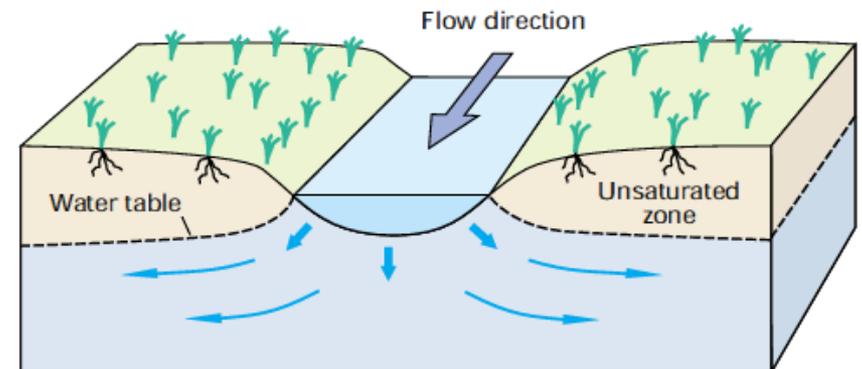
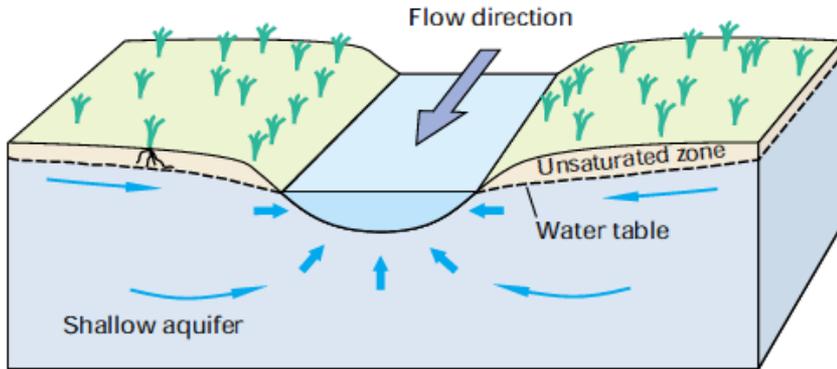
- 1) *Rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche;*
- 2) *Unità alloctone della Catena Appenninica;*
- 3) *Sedimenti plio-pleistocenici dell'Avanfossa;*
- 4) *principali sorgenti costiere;*
- 5) *spartiacque idrogeologico;*
- 6) *direzione del flusso idrico sotterraneo;*
- 7) *traccia delle sezioni*

Schema idrogeologico della Puglia (da Maggiore e Pagliarulo, 2003)

# Meccanismi di infiltrazione delle acque superficiali in differenti contesti geologici

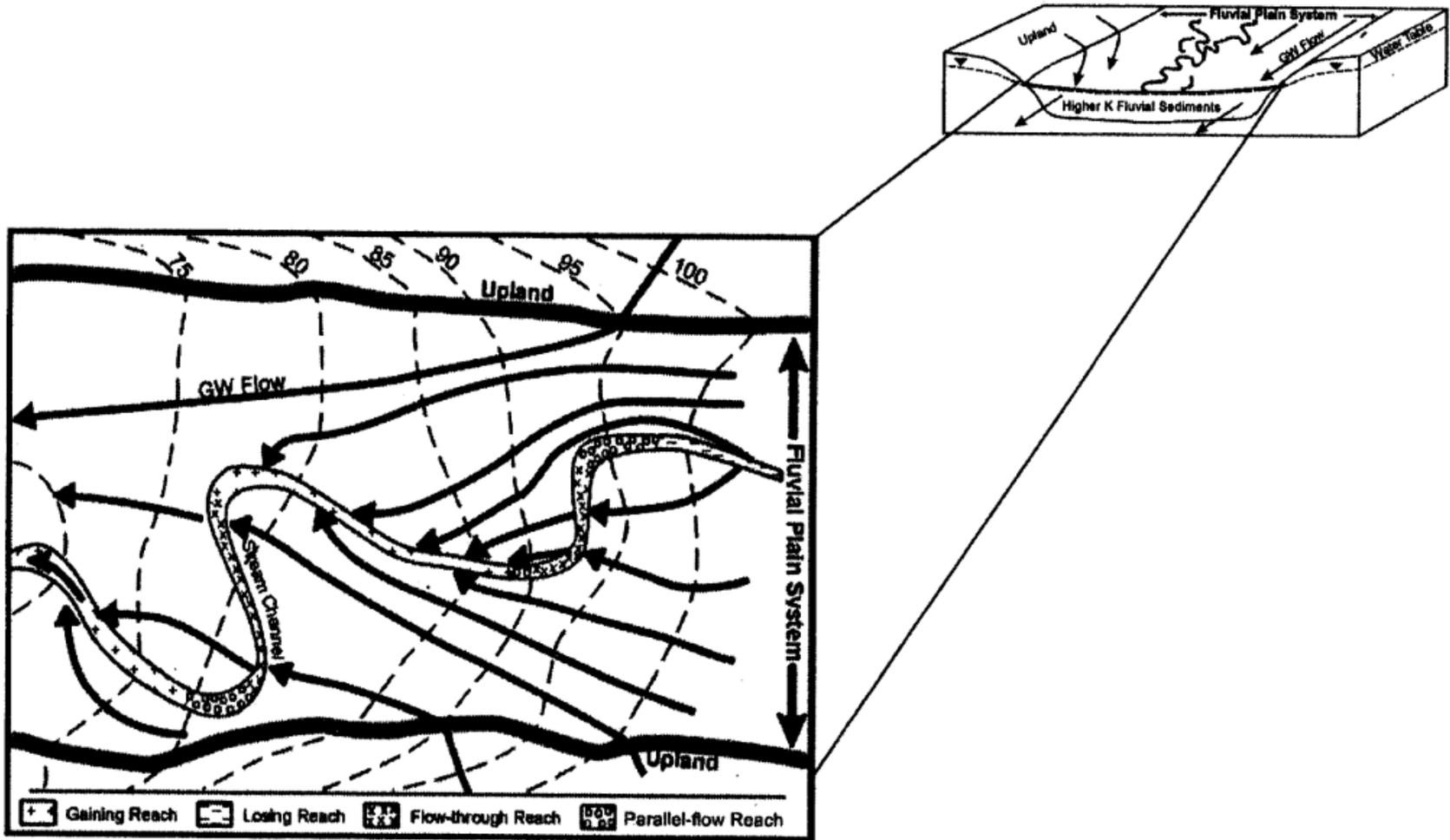


## Meccanismi di connessione idraulica tra corsi d'acqua e acquiferi alluvionali



Winter, T.C., Harvey, J.W., Franke, O. L., Alley, W.M., (1998). *Groundwater and surface water: A single resource*. Circular 1139, U.S. Geological Survey, Denver

# Meccanismi di connessione idraulica tra corsi d'acqua e acquiferi alluvionali



Woessner, W. W. 2000. *Stream and fluvial plain ground water interactions: rescaling hydrogeologic thought*. Ground Water (38), pp. 423–429.

# Metodi di studio delle connessioni idrauliche tra acque superficiali e sotterranee

## Stato dell'arte



Australian Government

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry  
 Bureau of Rural Sciences  
 National Landcare Programme

## An Overview of Tools for Assessing Groundwater-Surface Water Connectivity

Ross Brodie, Baskaran Sundaram,  
 Robyn Tottenham, Stephen Hostetler and  
 Tim Ransley

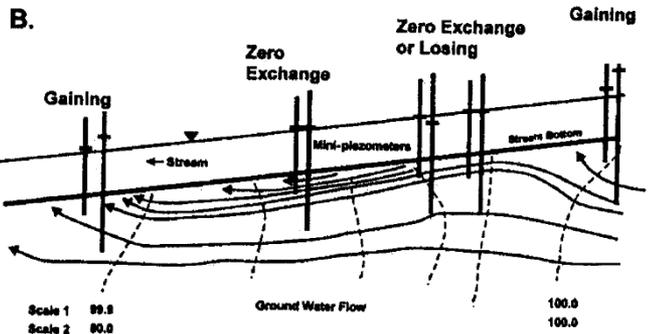
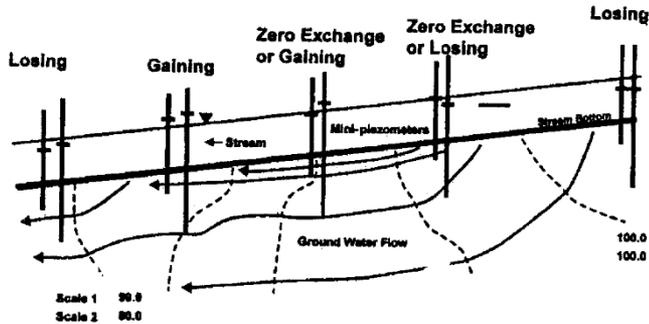
- (i) *Seepage Measurement*, the direct measurement of water flow at the surface water-groundwater interface using seepage meters or similar devices;
- (ii) *Field Observations*, where an initial reconnaissance can highlight hotspots where groundwater is interacting with surface water features;
- (iii) *Ecological Indicators*, mapping of specific vegetation communities or biota that indicate groundwater discharge to surface water features;
- (iv) *Hydrogeological Mapping*, to define the hydrogeology surrounding a surface water feature including specific geological features such as faults, facies changes or river morphology that can control groundwater flow;
- (v) *Geophysics and Remote Sensing*, the use of geophysical and remote sensing technologies such as airborne electromagnetics (AEM), radiometrics, seismic waves, electrical charge, or satellite imagery;
- (vi) *Hydrographic Analysis*, the use of techniques such as recession analysis or baseflow separation to analyse the monitoring record of water levels or flows;
- (vii) *Hydrometric Analysis*, investigating the hydraulic gradient between groundwater and surface water systems and the hydraulic conductivity of the intervening aquifer and bed material;
- (viii) *Hydrochemistry and Environmental Tracers*, the interpretation of the chemical constituents of water such as major ions, isotopes, radon and chlorofluorocarbon (CFC);
- (ix) *Artificial Tracers*, the monitoring of the movement of an introduced tracer such as a fluorescent dye;
- (x) *Temperature Studies*, the use of time series monitoring of temperature in both the surface water and groundwater systems;
- (xi) *Water Budgets*, approaches such as river reach water balances;
- (xii) *Modelling*, the use of analytical or numerical modelling techniques based on governing mathematical equations to predict water movement.

# Metodi di studio delle connessioni idrauliche tra acque superficiali e sotterranee

## Metodi idrometrici

$$Q = A \frac{dh}{dl} K$$

A.



## Analisi delle perturbazioni sullo stato termico delle acque sotterranee

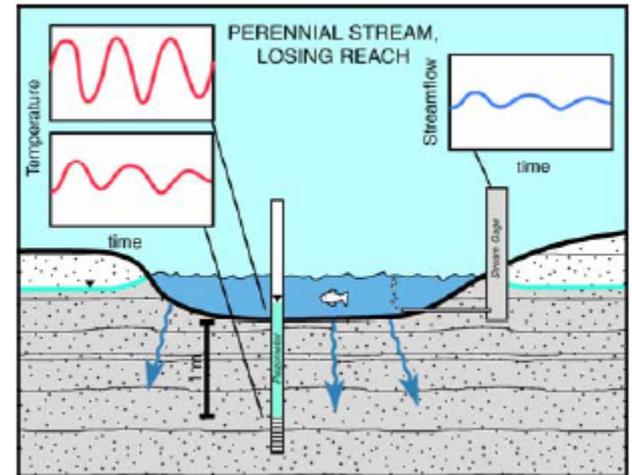
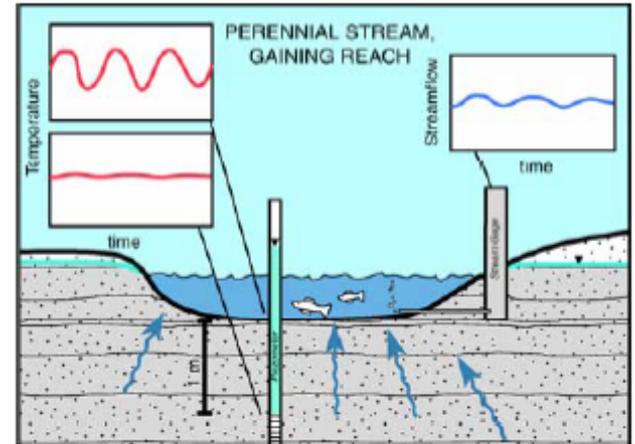
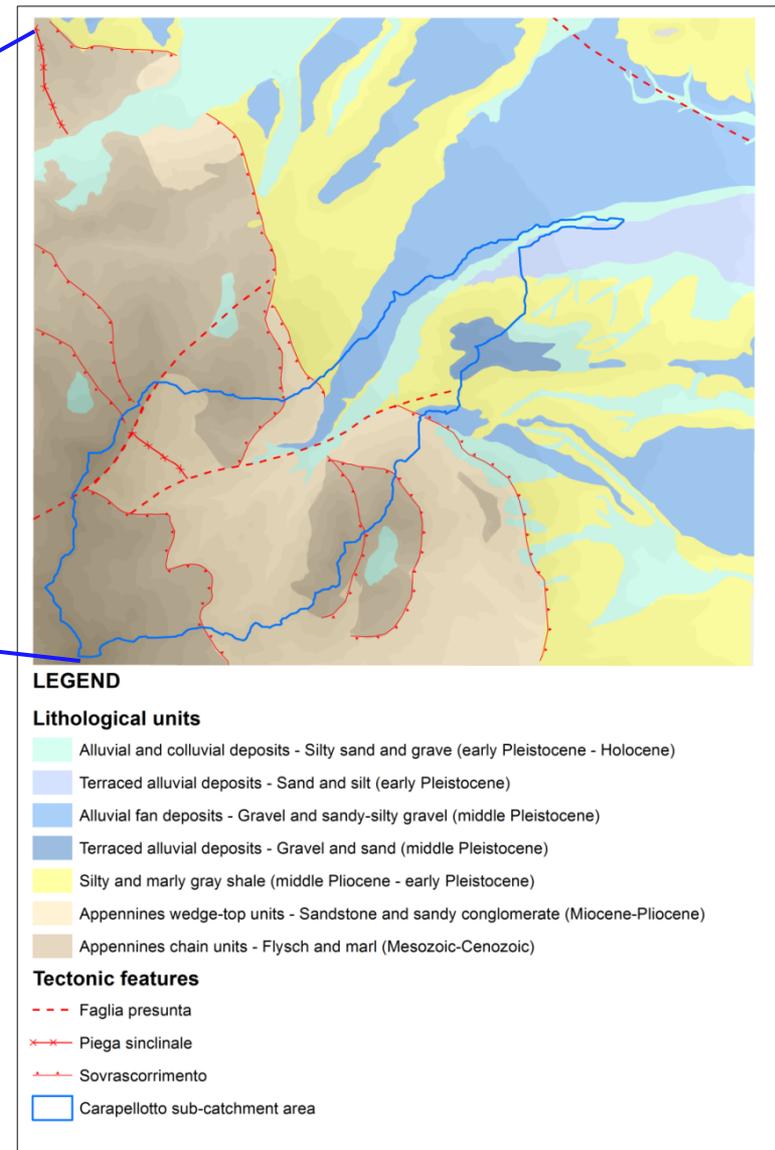
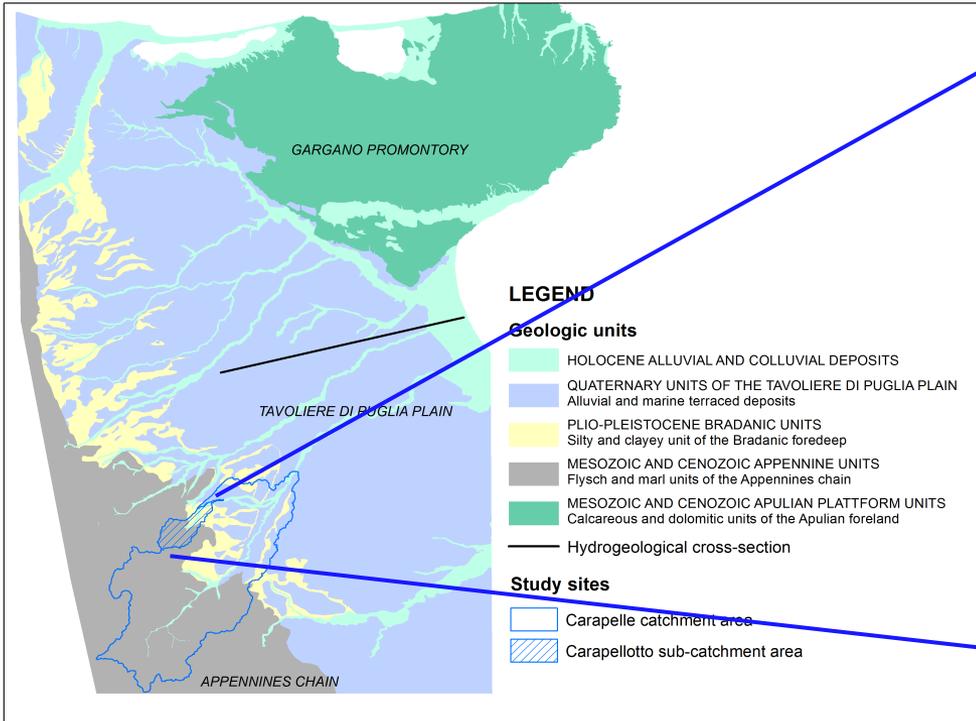


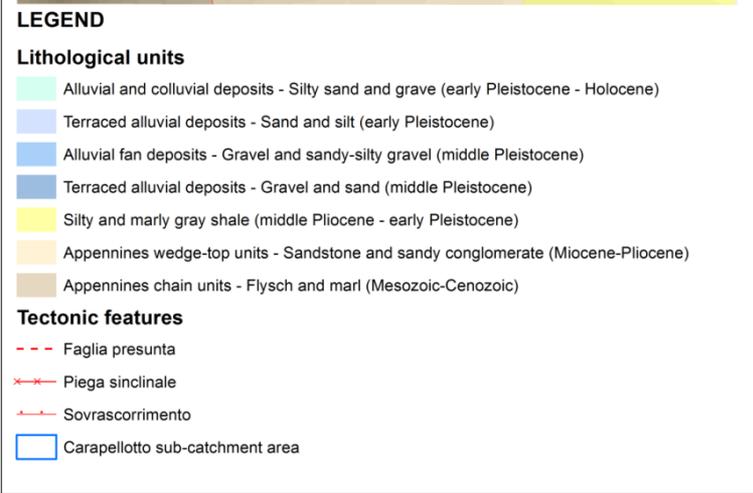
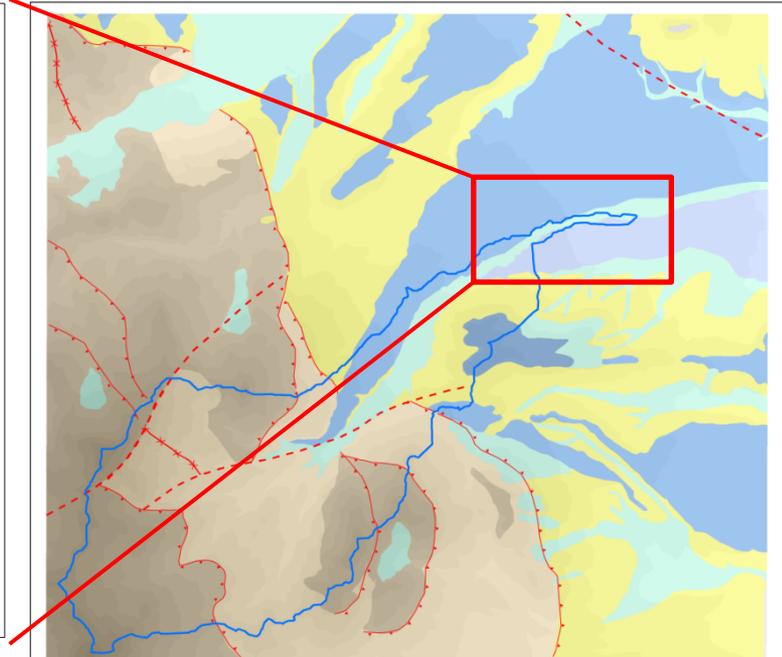
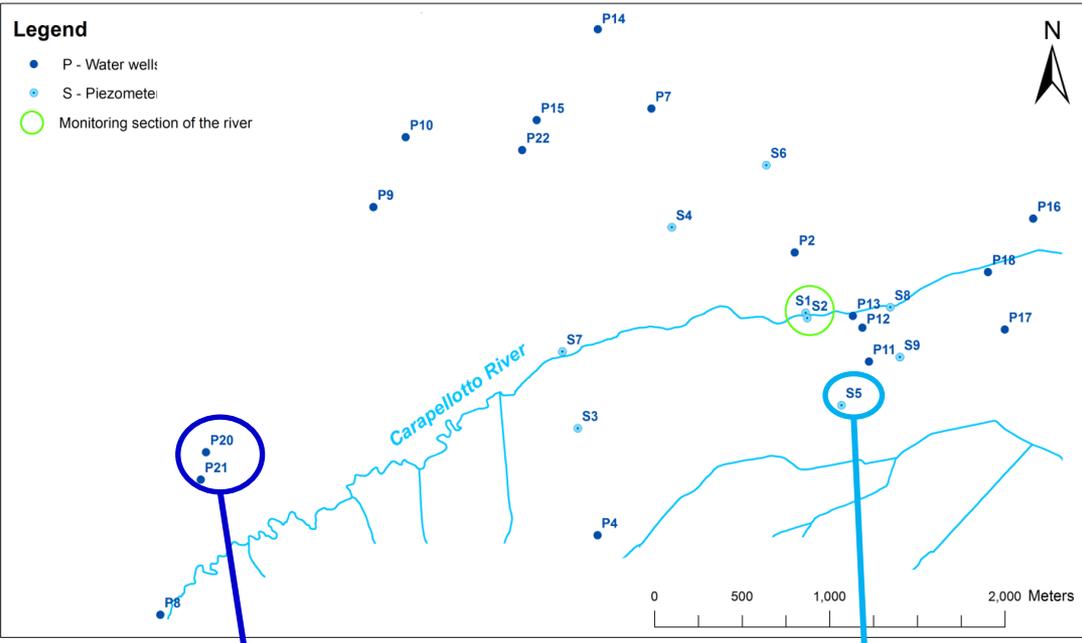
Figure 5. Cross sections within the stream channel parallel to the channel slope. Section A represents a losing channel reach within which local exchange of hyporheic water occurs. Section B represents a gaining channel reach within which flow of surface water into the channel sediments occurs. Scale values indicate such exchanges can occur at a multiple of scales. Vertical lines indicate the position of opened mini-piezometers and horizontal bars show the water level in the tube.

Woessner, W. W. 2000. *Stream and fluvial plain ground water interactions: rescaling hydrogeologic thought*. **Ground Water** (38), pp. 423–429.

# Inquadramento geologico e idrogeologico dell'area di studio



# La rete di monitoraggio delle acque sotterranee



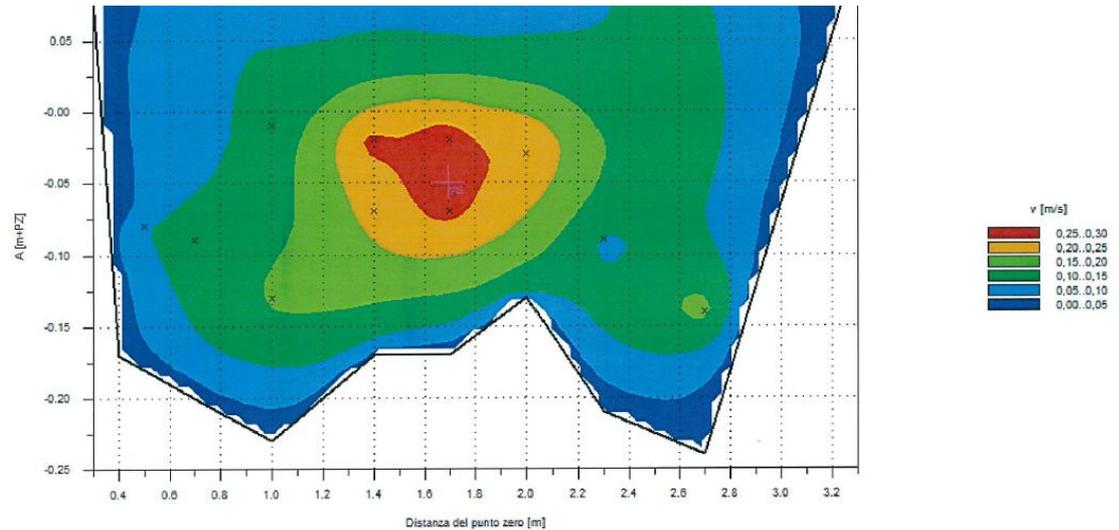
## La sezione di monitoraggio dei deflussi superficiali e del trasporto solido



- a) Datalogger delle misure di livello e di velocità;
- b) Campionatore automatico di acqua per le misure di torbidità;
- c) Sensore ottico per le misure automatiche della torbidità;

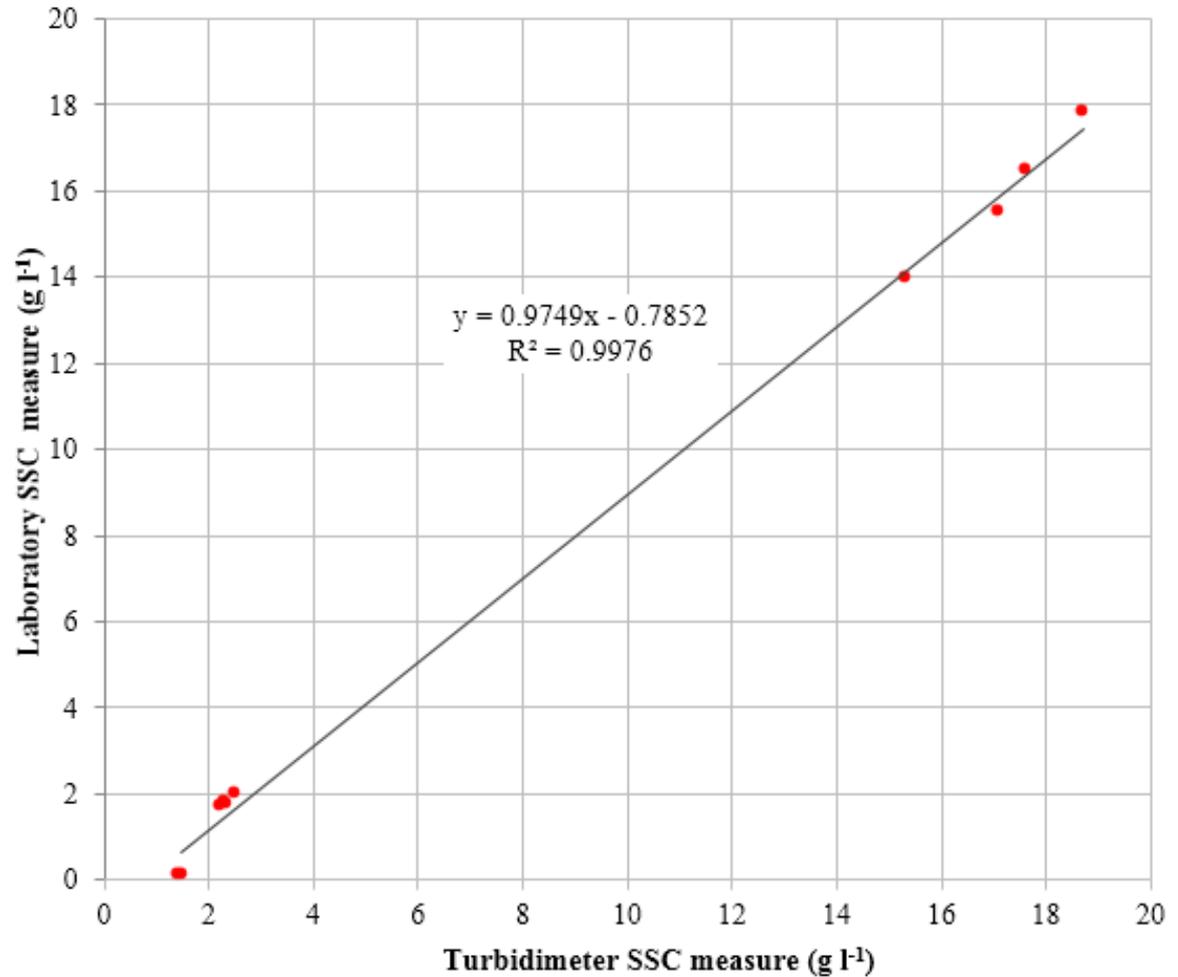
- d) Sensore di livello idrometrico ad ultrasuoni;
- e) Sensore radar doppler della velocità di corrente superficiale;
- f) Sistema di galleggiamento solido con sonda torbidimetrica e estremità terminale del tubo del campionatore

# La sezione di monitoraggio dei deflussi superficiali e del trasporto solido

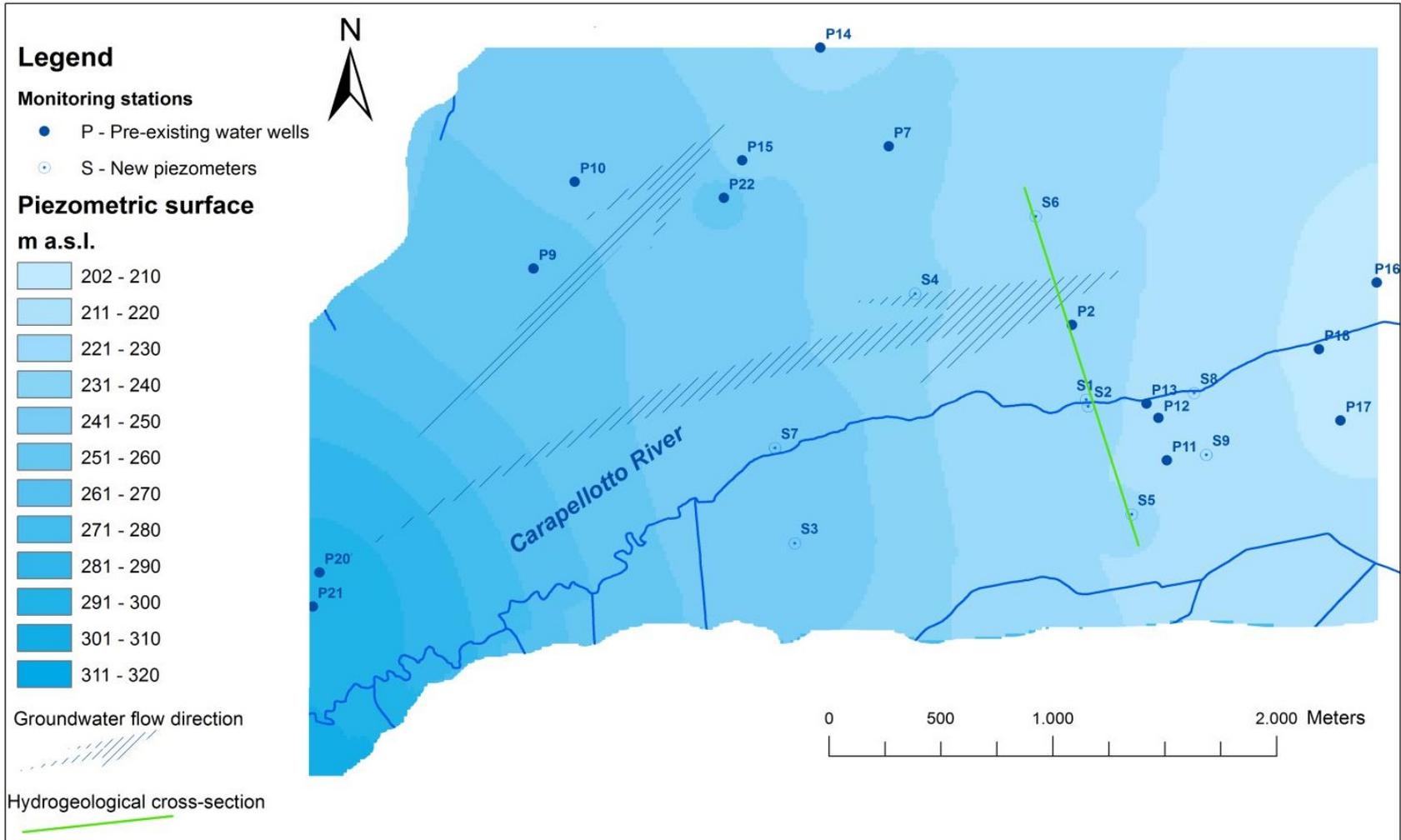


## La sezione di monitoraggio dei deflussi superficiali e del trasporto solido

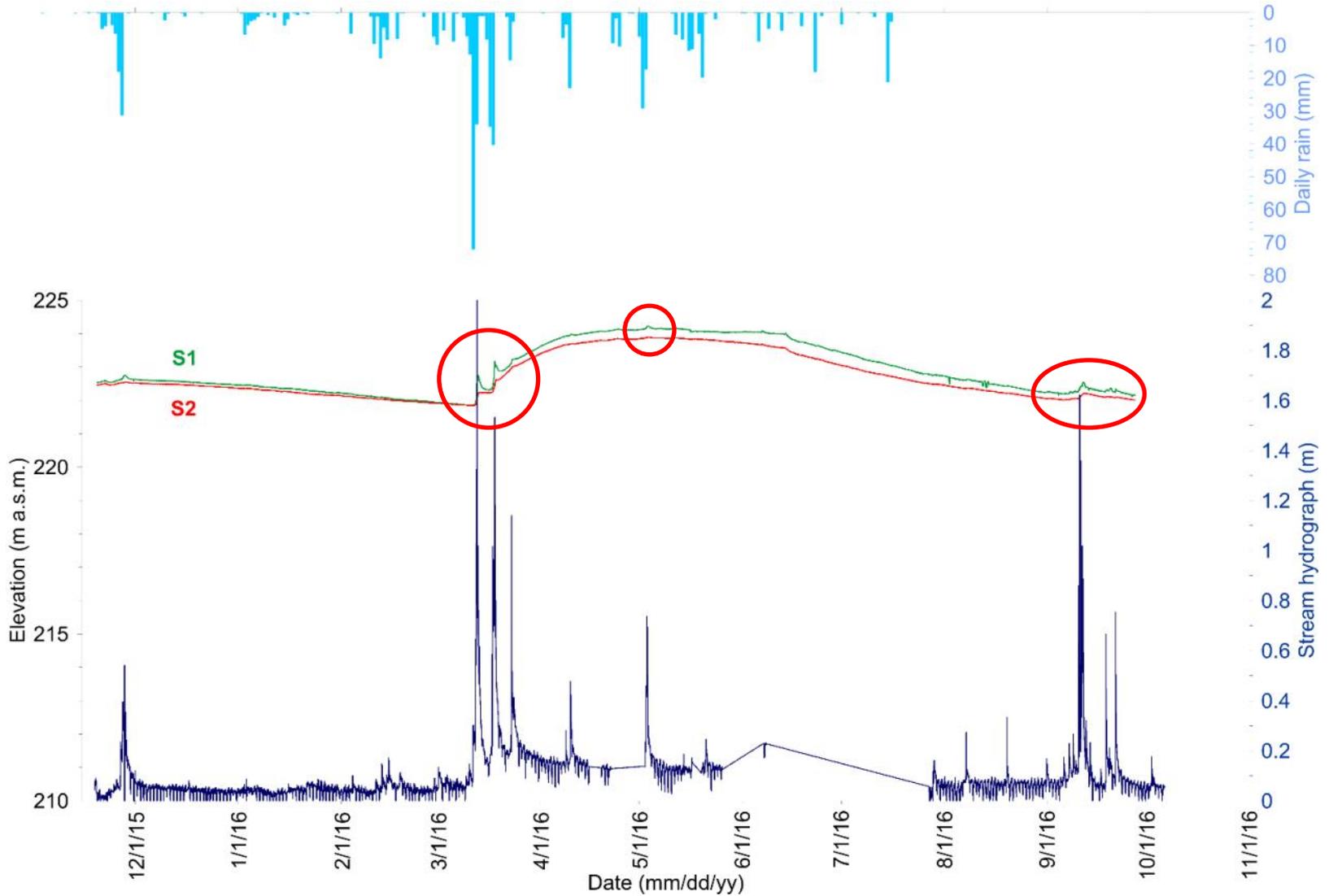
Optical SSC (g l <sup>-1</sup> )	Gravimetric SSC (g l <sup>-1</sup> )
1.45	0.12
1.49	0.13
2.20	1.68
2.32	1.81
2.36	1.75
2.49	1.94
15.36	13.94
17.09	15.52
17.64	16.50
18.71	17.84



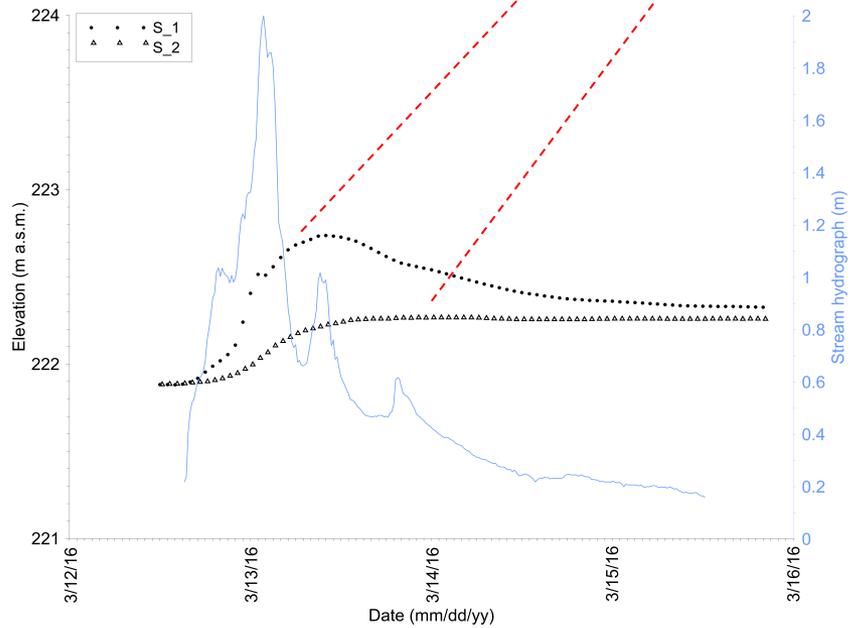
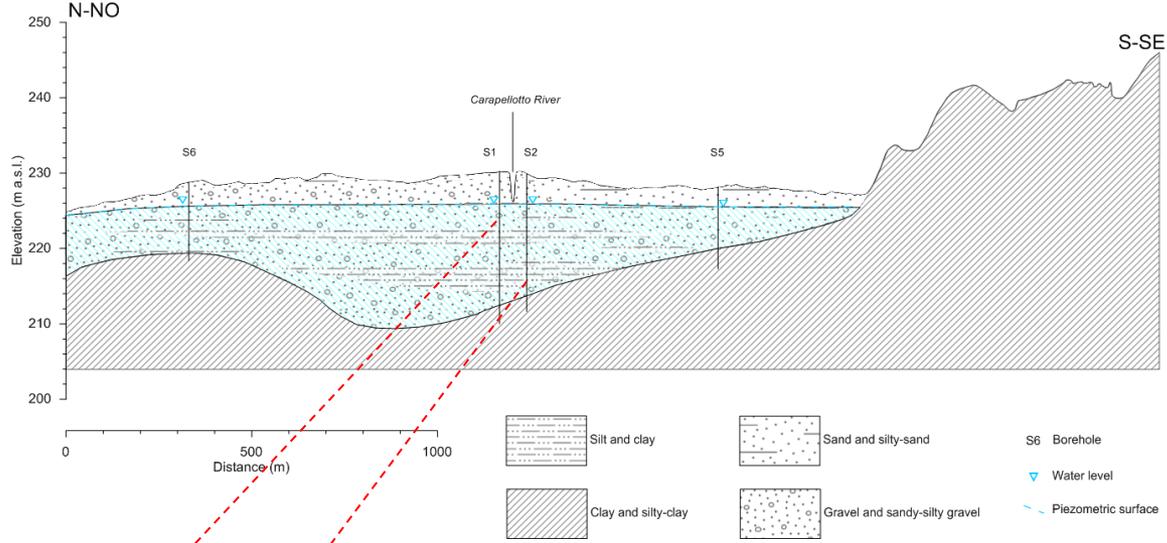
# Risultati del primo anno di monitoraggio



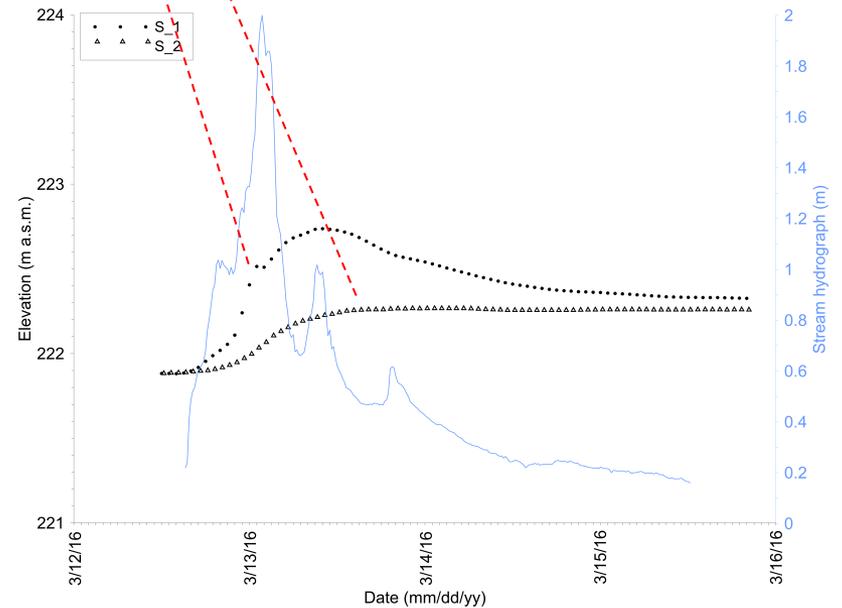
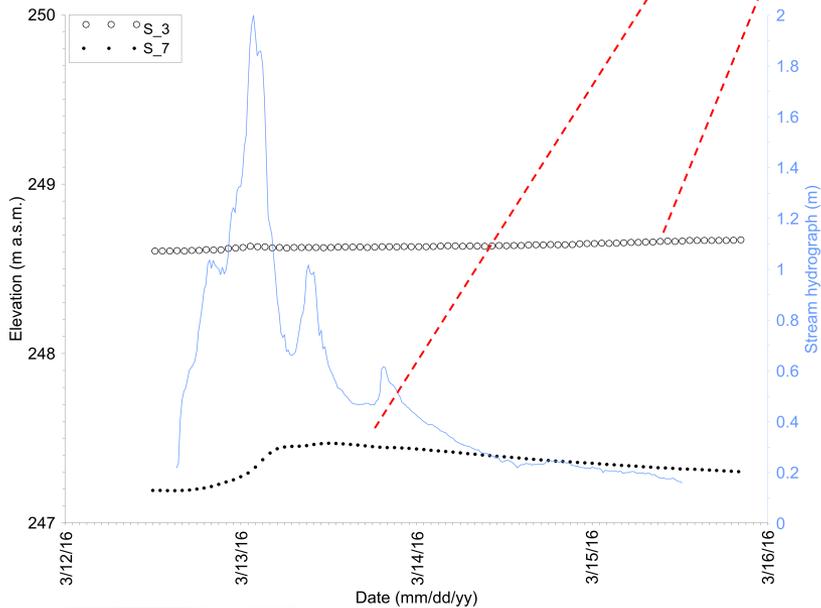
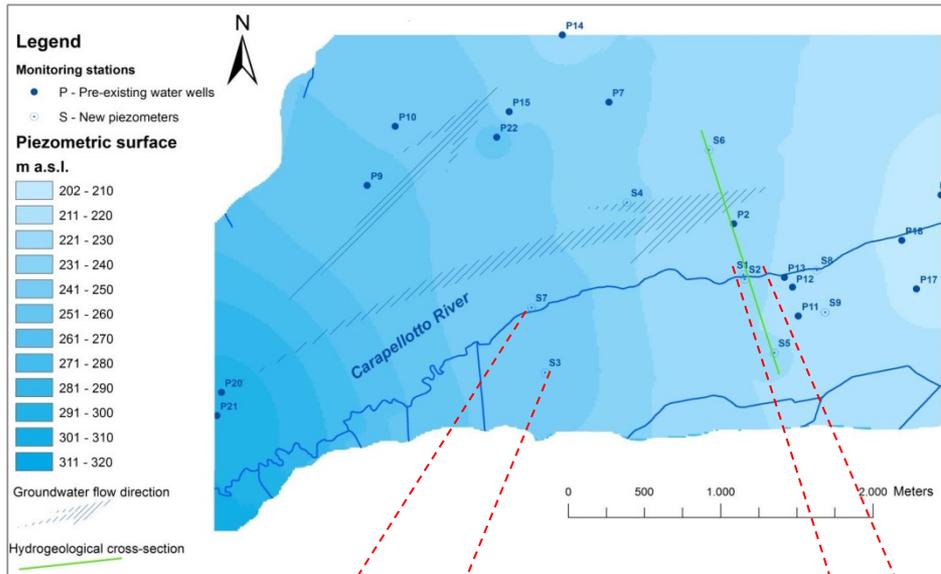
# Risultati del primo anno di monitoraggio



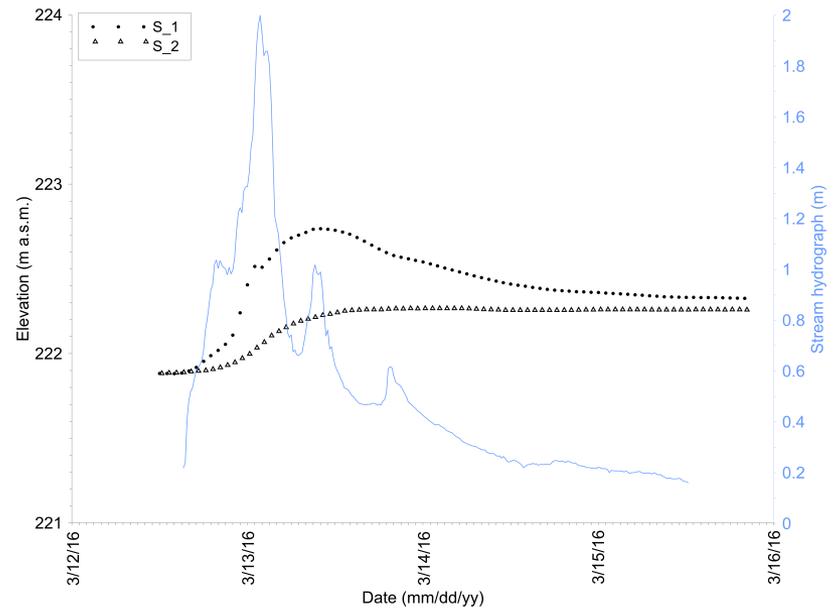
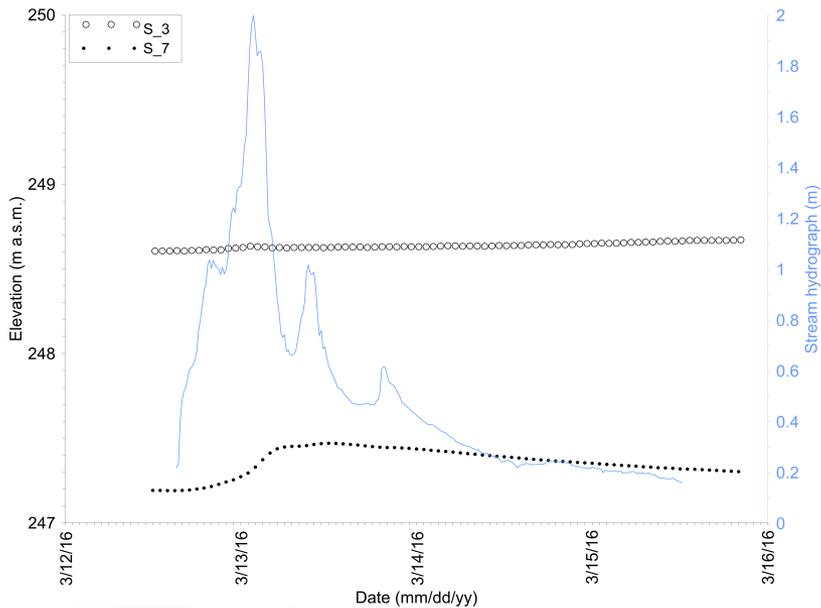
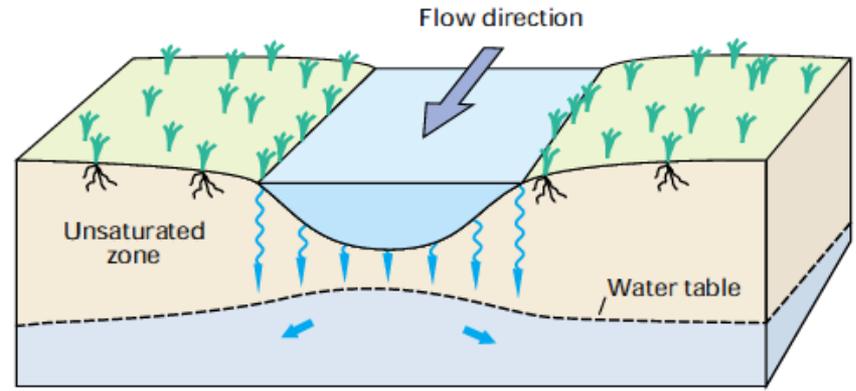
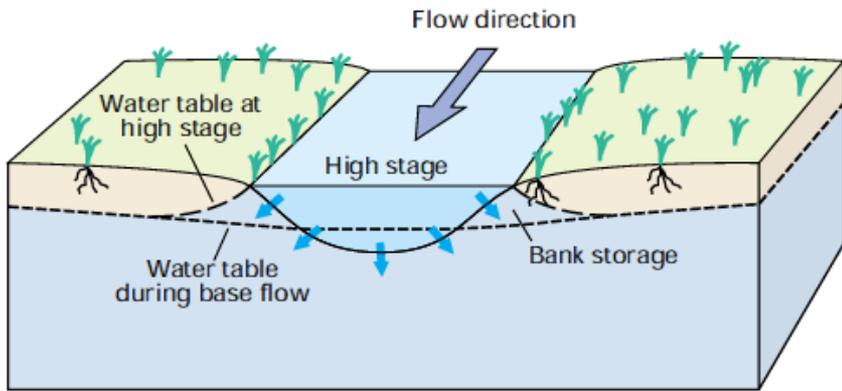
# Risultati del primo anno di monitoraggio



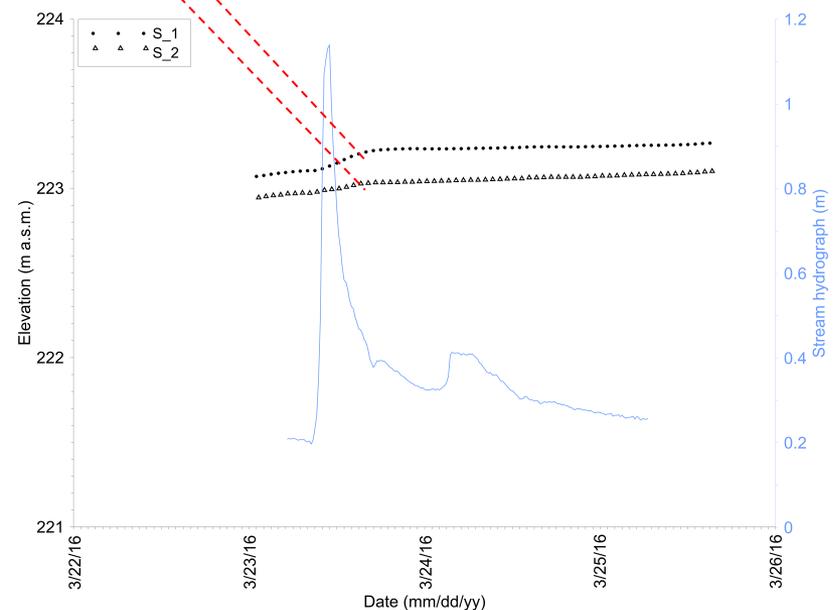
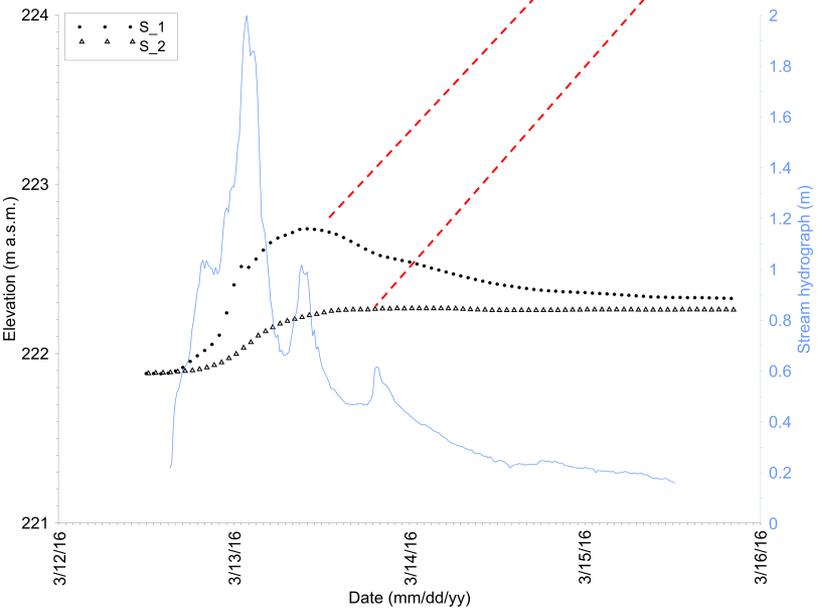
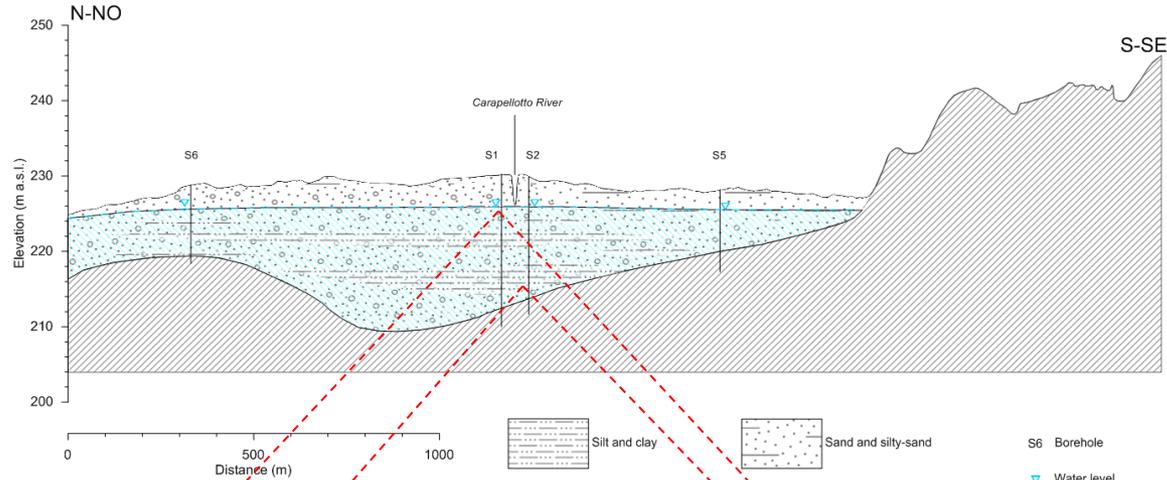
# Risultati del primo anno di monitoraggio



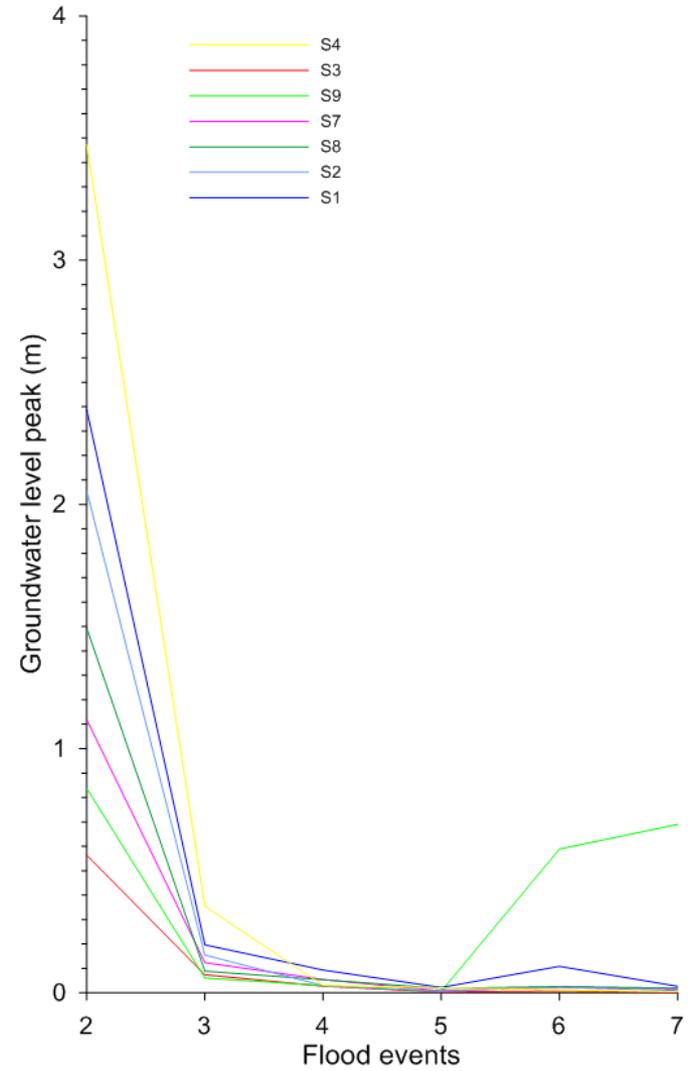
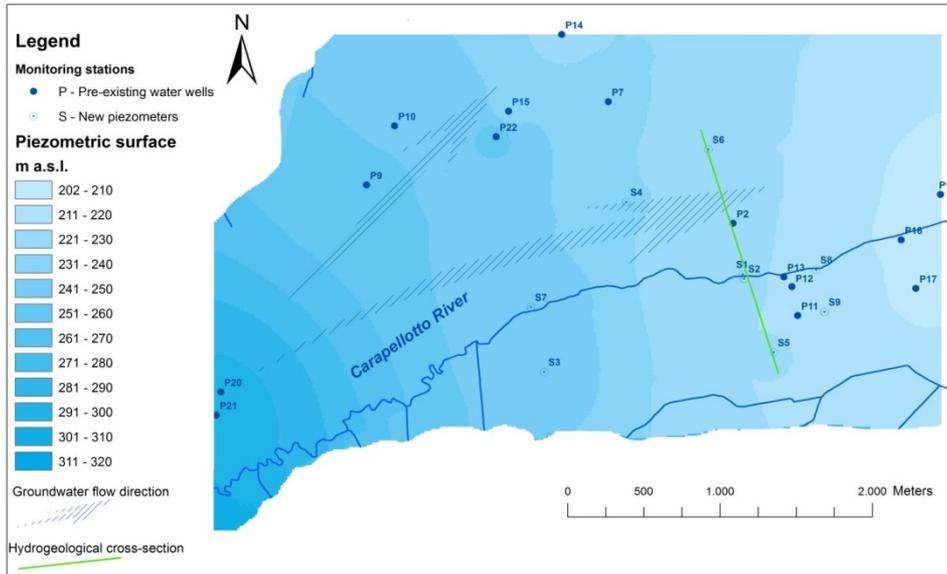
# Risultati del primo anno di monitoraggio



# Risultati del primo anno di monitoraggio

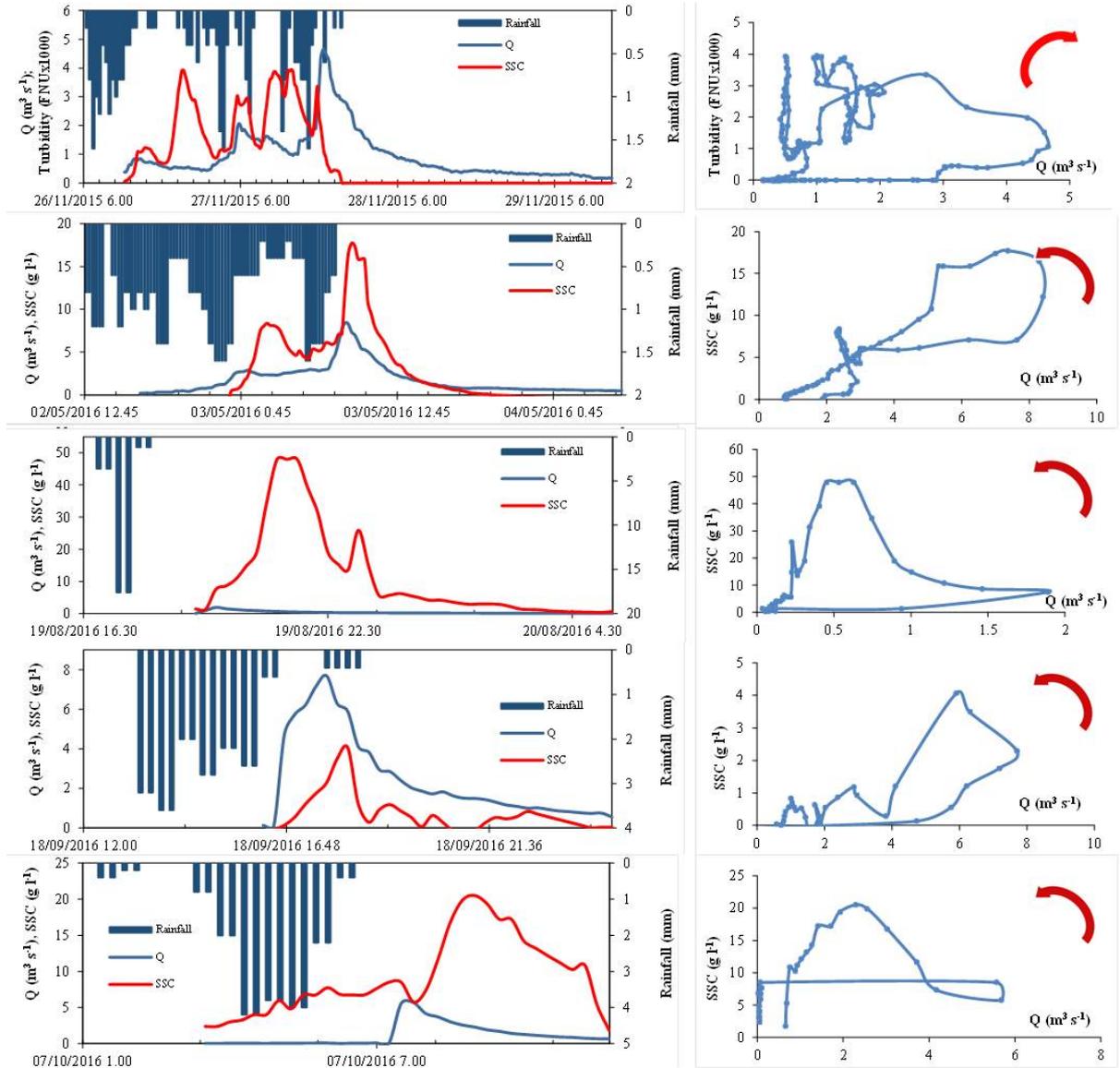


# Risultati del primo anno di monitoraggio



## Risultati del primo anno di monitoraggio

- In termini assoluti il trasporto solido misurato in molti degli eventi meteorici monitorati è piuttosto elevato e costituisce un'aliquota importante del trasporto solido rilevato nel bacino del F. Carapelle, di cui il T. Carapellotto è tributario.
- I picchi di trasporto solido non sempre sono correlabili con i picchi della portata liquida, ma piuttosto con la disponibilità di sedimento nelle aree circostanti alla sezione di misura.
- Tale circostanza è in questo caso correlabile con la contingenza di condizioni di suolo non coltivato e pesantemente lavorato.



## Considerazioni conclusive

- In occasione di eventi di piena si verificano trasferimenti di portata liquida verso la falda superficiale attraverso gli argini e i depositi di alveo, riferibili a meccanismi di immagazzinamento noti nella letteratura scientifica come “bank storage” (Winter et al., 1998).
- L’entità di questi rapporti tra acque superficiali e sotterranee è strettamente dipendente dall’assetto idro-stratigrafico e dalle caratteristiche idrogeologiche della zona iporeica, ossia della porzione di sottosuolo in cui hanno luogo le interazioni tra acque superficiali e acque sotterranee .
- Tali processi possono influire nella stima delle portate di piena e nella gestione degli eventi alluvionali, per cui la loro definizione, anche in termini quantitativi, costituisce un elemento di studio importante.
- La conoscenza di questi processi e la loro quantificazione può consentire un valido supporto nella definizione dei deflussi di base del corso d’acqua, quale ulteriore indicatore di «**invarianza idraulica**» in contesti geologici e idrogeologici di natura alluvionale.
- Con riferimento al monitoraggio del trasporto solido si può rilevare che, pur in presenza di eventi meteorici di intensità moderata, si rilevano importanti contributi di perdita di suolo per erosione correlabili con le diverse modalità di gestione del suolo in ambito agricolo.
- L’analisi degli indicatori dei fenomeni di scambio idrologico e di trasporto solido consente di valutare diversi scenari di gestione del territorio e le connesse azioni di mitigazione a contrasto del «**consumo di suolo**».

# Grazie per l'attenzione

**Geol. Donato Sollitto, PhD**

*Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale*

*Autorita' di Bacino della Puglia*

*[donato.sollitto@adb.puglia.it](mailto:donato.sollitto@adb.puglia.it)*