



Università degli Studi della Basilicata

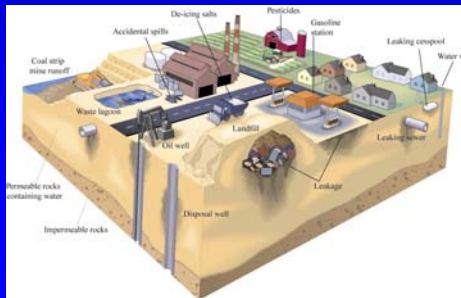
*Geoscienze e Rischi Naturali*

Potenza 4-5 Marzo 2009

**Processi di degrado quantitativo e vulnerabilità all'inquinamento di risorse idriche sotterranee in grandi acquiferi carsici nel bacino del Mediterraneo.**

Francesco Sdao

Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata



**Principali temi di ricerca di idrogeologia applicata agli acquiferi carsici nel bacino del Mediterraneo**

1. definizione dei caratteri idrogeologici e idrodinamici, bilancio idrogeologico e valutazione dei caratteri di vulnerabilità intrinseca all'inquinamento di importanti acquiferi carsici presenti nel bacino centrale ed orientale del Mediterraneo, ed in particolare nell'Appennino lucano e in aree della Grecia.
2. individuazione delle relazioni esistenti fra cambiamenti climatici, a breve e medio termine, e disponibilità di risorse idriche sotterranee in aree peninsulari del bacino del Mediterraneo, in Basilicata (Sorgenti dei Monti di Lauria e dell'alta Val Basento) e in Grecia (Sorgenti della Tessaglia Centrale).
3. Individuazione delle cause del degrado qualitativo (intrusione salina, processi di inquinamento, interazioni acqua-roccia) di risorse idriche sotterranee presenti in significativi acquiferi carbonatici dell'Isola di Creta (bacini dei Fiumi Geropotamos e Keritis)

## Strutture di ricerca e ricercatori coinvolti nelle ricerche

Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata UNIBAS

Francesco SDAO & Stefania Pascale

Dipartimento di Chimica e di Scienze Geologiche UNIBAS

Giovanni Mongelli, Serena Parisi & Michele Paternoster

Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Ferrara

Dimitra Rapti

Department of Natural Resources & Environment, Technological Educational Institute of Crete, Greece.

Pantelis Soupios  
Nikolaos Symantiris  
Despina Kalisperi

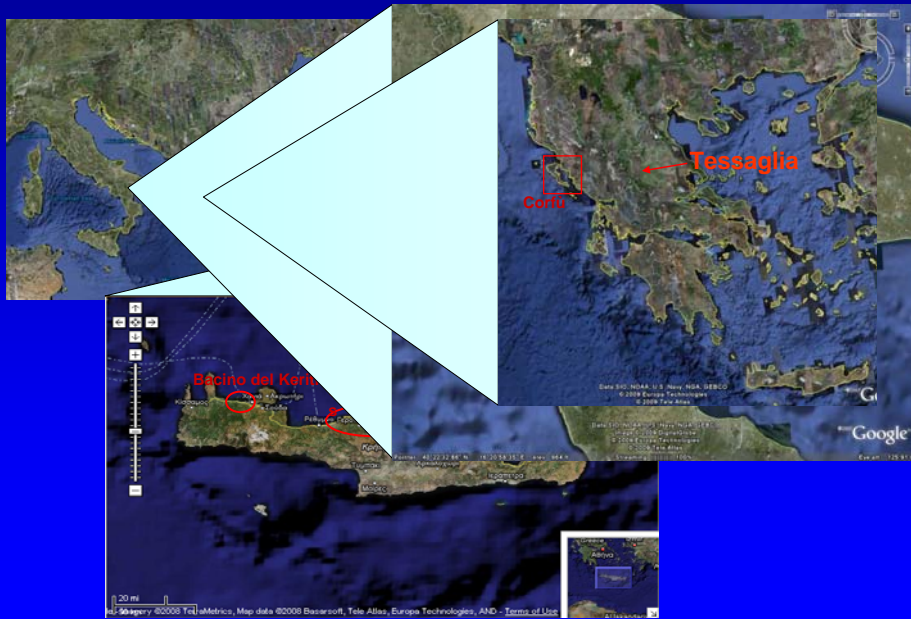
Institute for the Environment, Brunel University, UK

Steve Kershaw

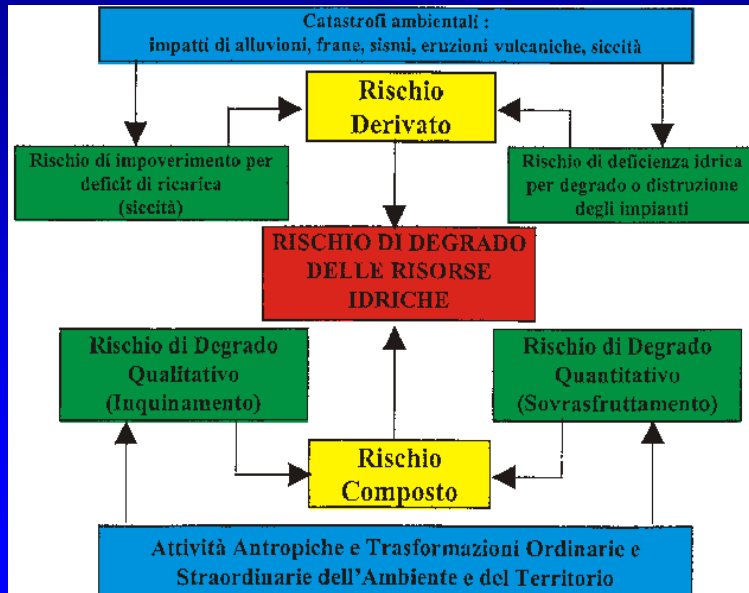
School of Earth & Environmental Sciences, University of Portsmouth, UK

Derek Rust

## Acquiferi carsici studiati nel bacino del Mediterraneo



## Tipi di rischio di degrado delle risorse idriche sotterranee



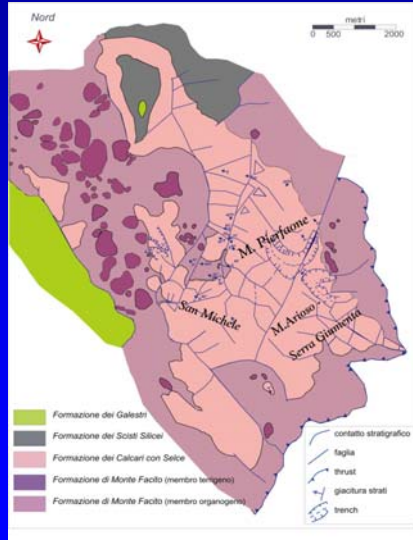
Il **rischio d'inquinamento** degli acquiferi può essere inteso come la probabilità di conseguenze negative sulla collettività dovute al degrado qualitativo delle risorse idriche sotterranee prodotto da un evento inquinante di data intensità e distribuzione spazio-temporale (SDAO, 1999).

### VALUTAZIONE DEL RISCHIO D'INQUINAMENTO DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERANEE CIVITA, 1999

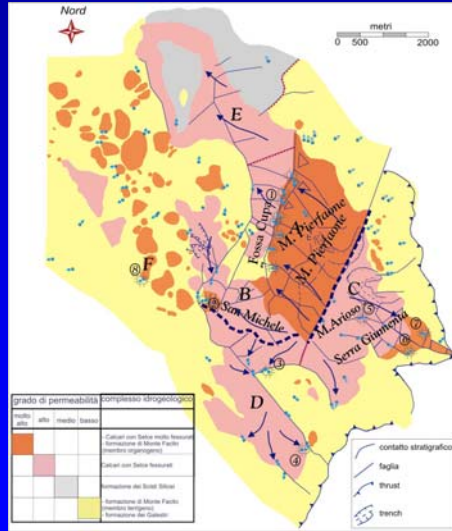


Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi carbonatici dell'alta valle del Fiume Basento in Basilicata – metodo GNDCI, CNR (Sdao & Rapti, 2004).

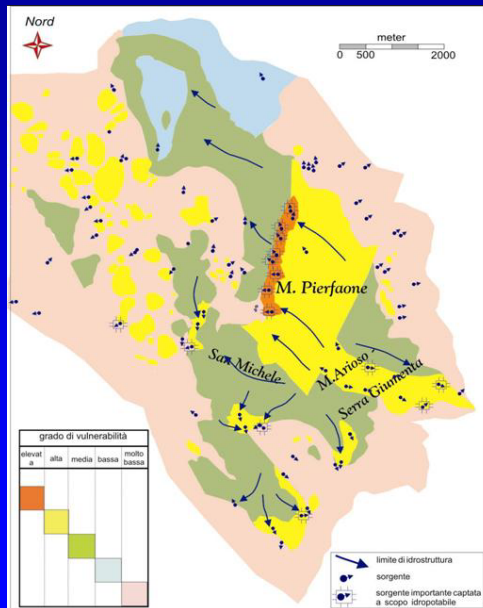
Carta geologica



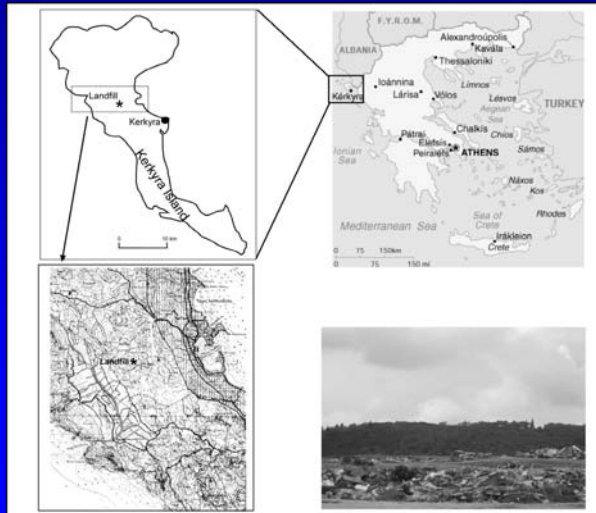
Carta idrogeologica



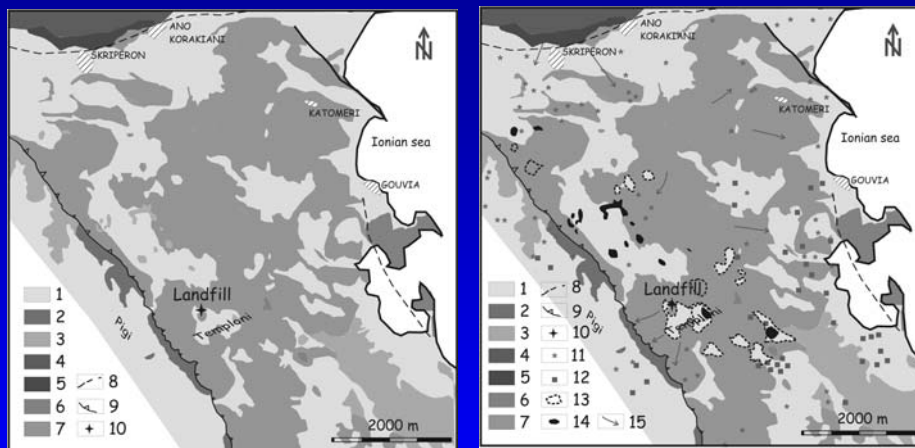
Carta di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi di Monte Pierfaone – Monte Arioso (Metodo GNDCI, CNR – Civita 1990, Sdao 2006)



Vulnerabilità intrinseca all'inquinamento dell'idrostruttura carbonatica di Temploni – Gouvia (isola di Corfù) Sdao et al., 2006



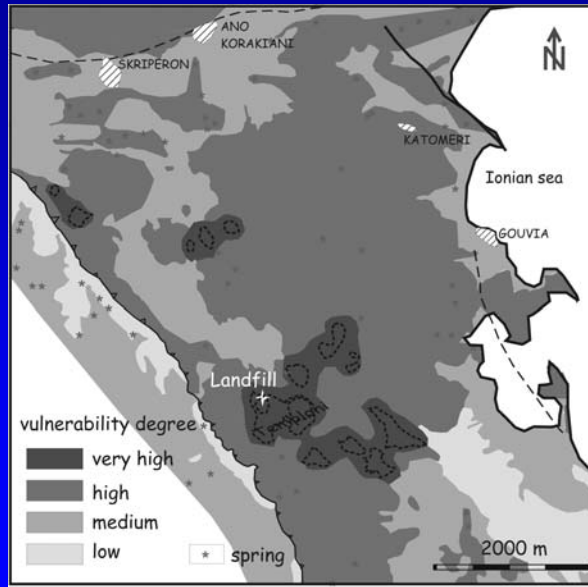
Carte geologica ed idrogeologica



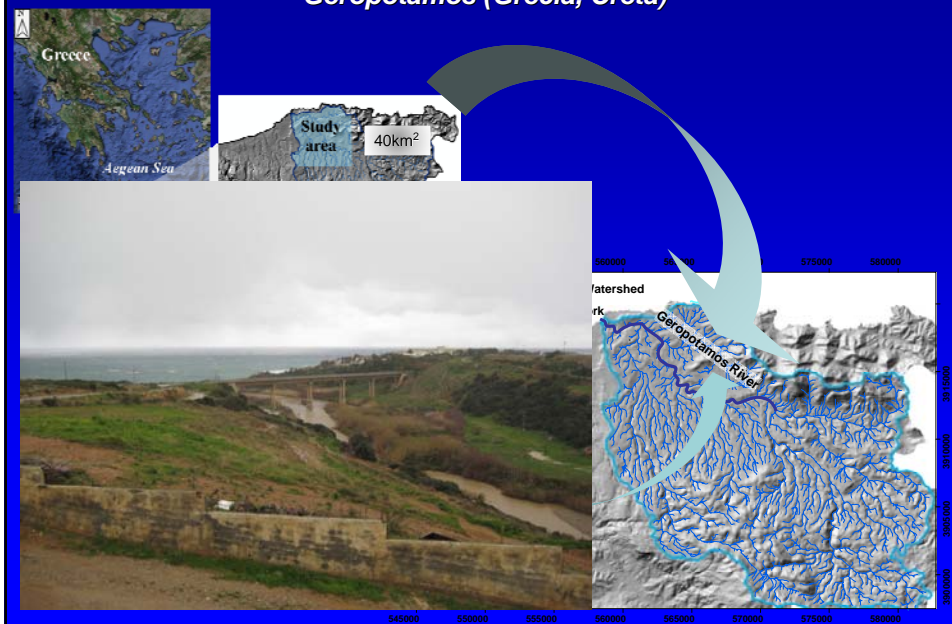
1: Alluvial deposits; 2: marls (Miocene-Pliocene); 3: calcareous breccias (Cretaceous); 4: Vigla Limestones (Jurassic); 5: Posidonia shales (Jurassic); Foustapidima Limestones (Triassic); 7: dolomitic limestones (Triassic), 8: Fault, 9. Overthrust, 10 Landfill, 11: Spring; 12: well; 13: dolines; 14: lake; 15: groundwater flow direction



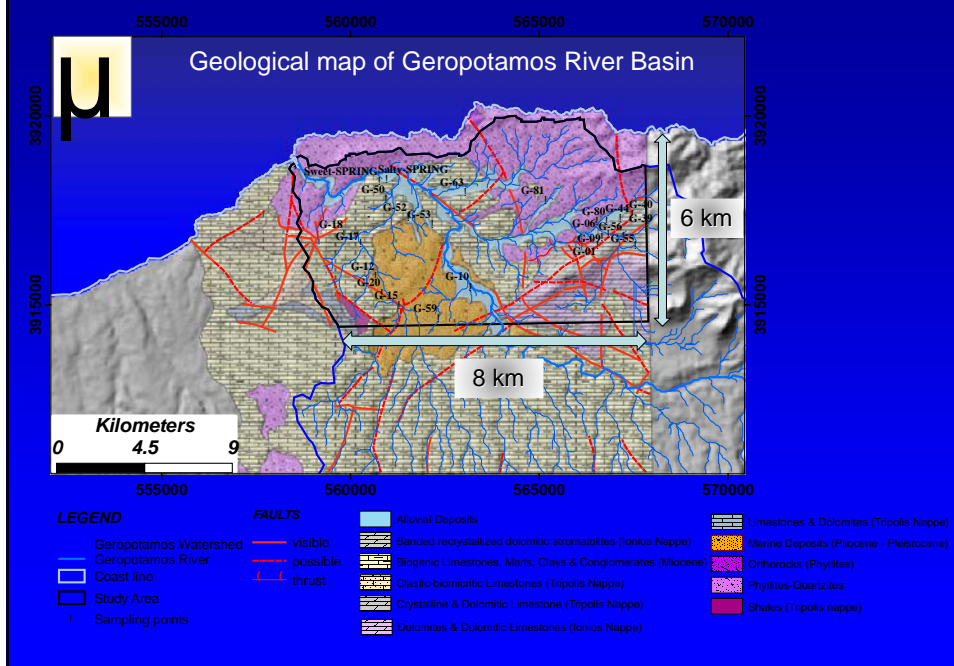
Carta di vulnerabilità intrinseca all'inquinamento



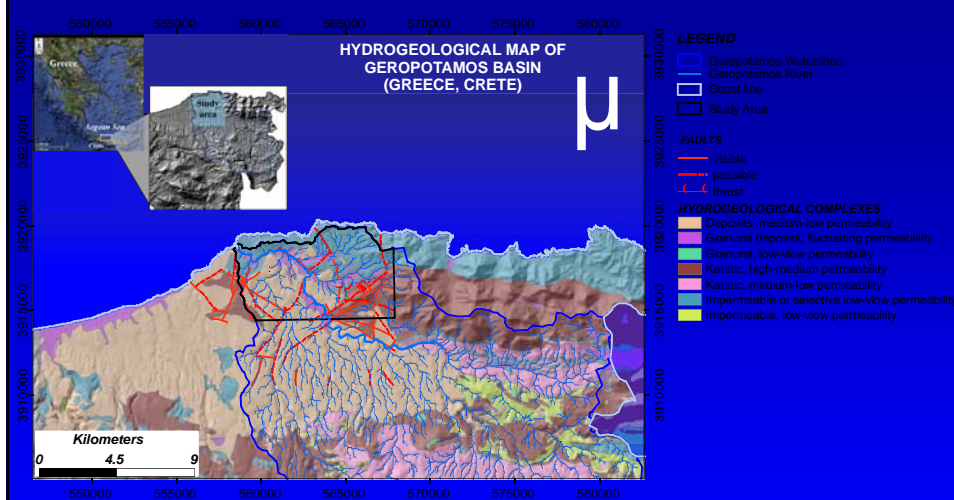
**Caratteri idrogeochimici e processi di salinizzazione delle acque sotterranee degli acquiferi carbonatici e carsici del Bacino del Fiume Geropotamos (Grecia, Creta)**



**CARATTERI GEOLOGICI DEL GEROPOTAMOS RIVER BASIN, GRECIA, CRETA**

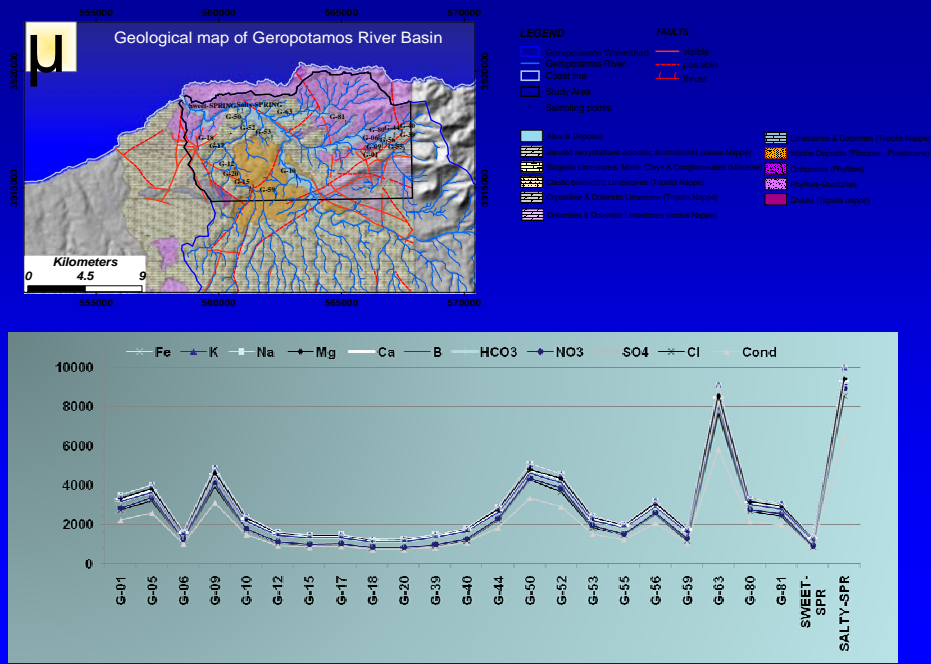


**IDROGEOLOGIA DEL BACINO DEL GEROPOTAMOS – (GRECIA, CRETA)**

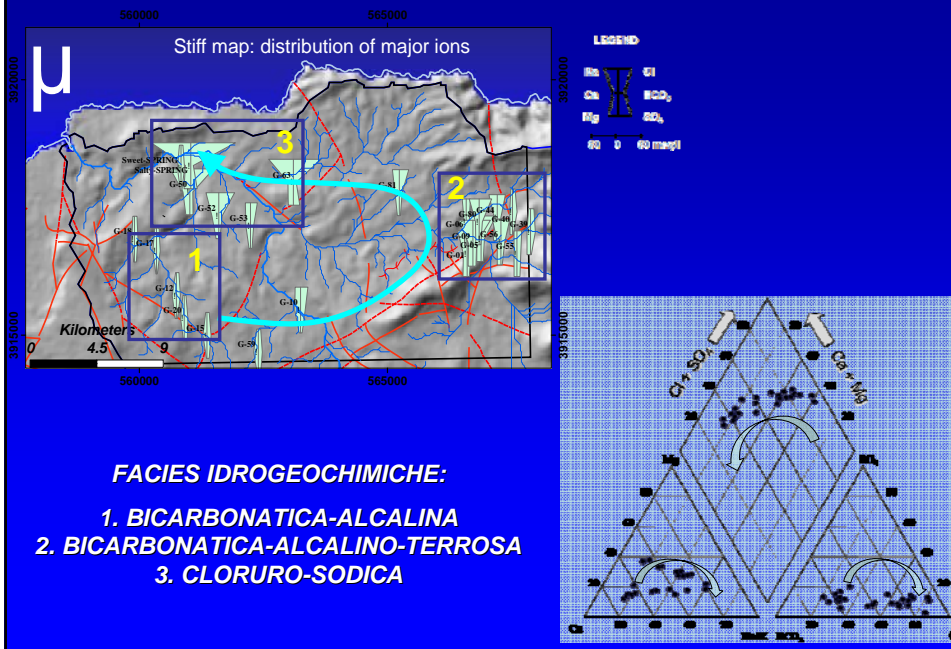


**IN TALE IDROSTRUTTURA CARBONATICA, IN GRAN PARTE MODELLATA NELLE ROCCE CARBONATICHE, FESSURATE E CARSICHE DELLA FORMAZIONE TRIPOLIS E IONIAN NAPPE, DEFLUISCONO ABBONDANTI ACQUE SOTTERRANEE DESTINATE SIA AL CONSUMO POTABILE CHE ALL'AGRICOLTURA.**

## GEOCHIMICA ELEMENTALE DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEL GEROPOTAMOS BASIN



## EVOLUZIONE CARATTERI COMPOSITIVI DELLE ACQUE SOTTERRANEE



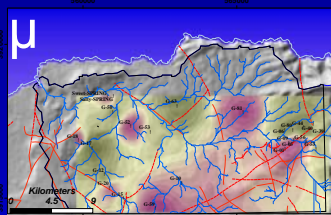


**OPEN PROBLEMS:  
INTRUSIONE SALINA o INTERAZIONE ACQUE CON EVAPORITI MIOCENICHE?**

- L'ELEVATA SALINITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE È DOVUTA ALL'INTERAZIONE DELLE STESSE CON LE EVAPORITI MIOCENICHE O I PROCESSI DI INTRUSIONE MARINA COMPORTANO UN DEGRADO QUALITATIVO DELLE ACQUE?



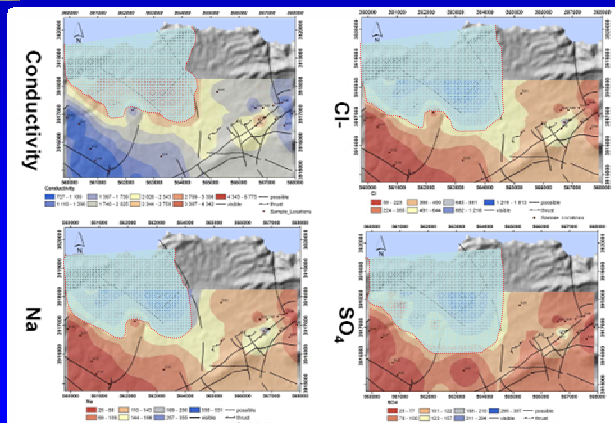
**MAPPE DI DISTRIBUZIONE: pH; CONDUCIBILITÀ ELETTRICA; PRINCIPALI IONI DISCIOLTI**



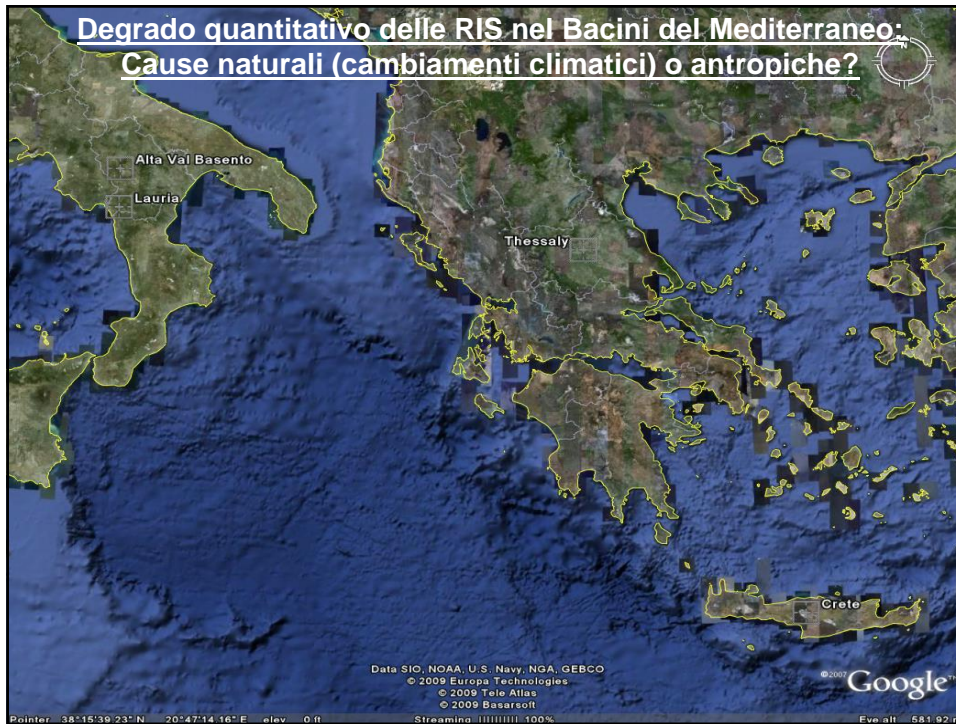
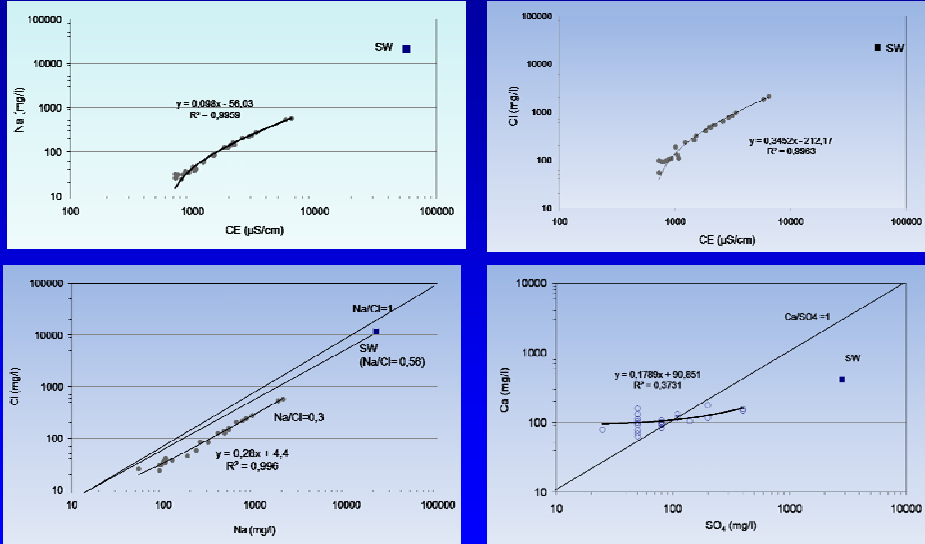
**COME È POSSIBILE NOTARE, I VALORI DI CONDUCIBILITÀ, Cl, Na e SO<sub>4</sub> SONO FORTEMENTE CORRELATI TRA LORO**

➤ I SETTORE PROSSIMI ALL'AREA DI COSTA SONO CARATTERIZZATI DA ELEVATE CONCENTRAZIONI DI IONI DISCIOLTI

➤ LE ACQUE QUINDI PRESENTANO UN ELEVATO DEGRADO QUALITATIVO, PROBABILMENTE DOVUTO AD INGENTI PROCESSI DI INTRUSIONE MARINA



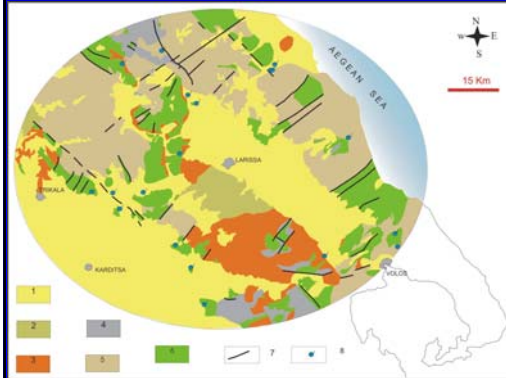
## DATI PRELIMINARI: PERCHÉ INTRUSIONE MARINA E NON INTERAZIONE ACQUE CON EVAPORITI MIOCENICHE?



## Acquiferi carbonatici della Tessaglia orientale

Sorgenti esaminate:

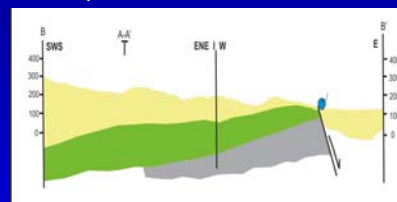
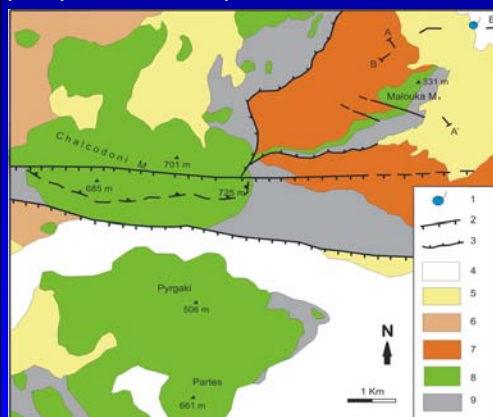
1. Sorgente di Yperia Krini
2. Sorgente di Mati Tirnavou
3. Sorgente di Voula



**Schematic hydro-lithological map:** 1) Holocene alluvial deposits; 2) Late Pleistocene alluvial deposits; 3) Paleocene flysch and marls of the Pelagonian zone; 4) ophiolites; 5) crystalline metamorphic basement; 6) limestones; 7) fault; 8) karstic spring.

## Sorgente di Yperia Krini

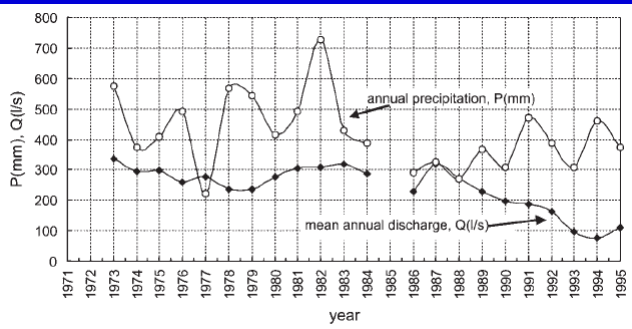
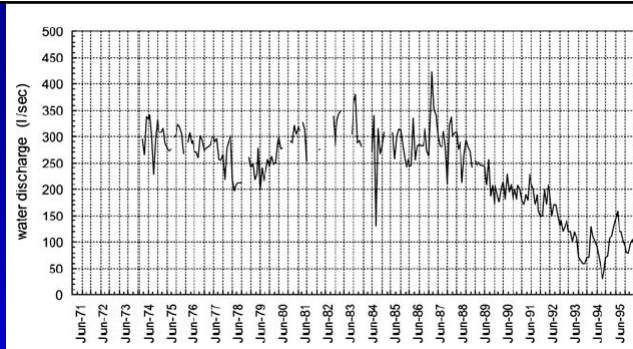
La sorgente di Yperia Krini, già attiva nel periodo ellenistico, dal 1989 ha subito un drammatico decremento delle portate, legato sia a cambiamenti nel regime delle precipitazioni sia, soprattutto al sovrasfruttamento dell'acquifero.



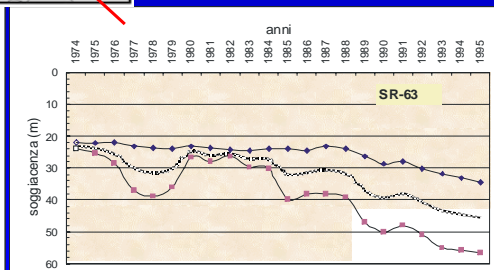
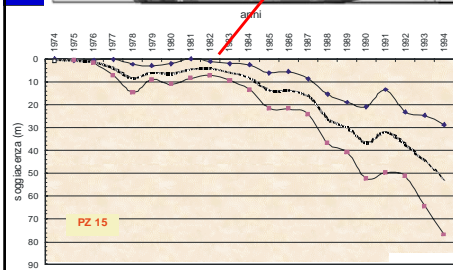
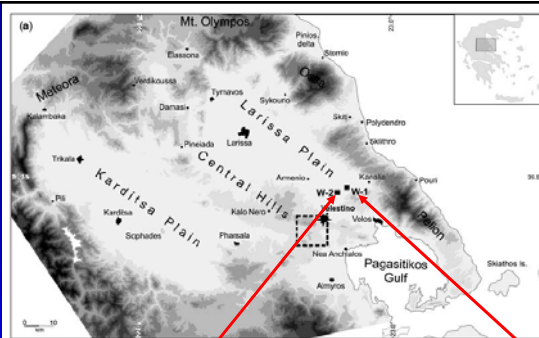
**Schematic geological and structural map of the broader study area.** 1) Yperia Krini source; 2) normal faults; 3) thrusts; 4) Holocene alluvial deposits; 5) Late Pleistocene Red Beds; 6) Pliocene fluvio-lacustrine deposits; 7) Cretaceous terrigenous sediments; 8) Cretaceous limestones; 9) ophiolitic rocks.



Portate idriche sorgente  
(1973 – 1995)



Confronto fra portate sorgente Yperia Krini e piogge medie annue

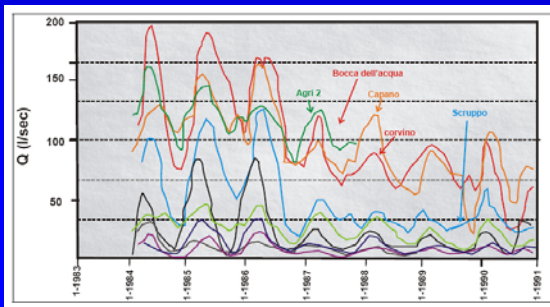


Soggiacenza dell'acquifero carbonatico negli anni 1974 - 1995 in due pozzi limitrofi alla sorgente.

## Degrado quantitativo delle RIS in Basilicata e cambiamenti climatici a medio – breve termine

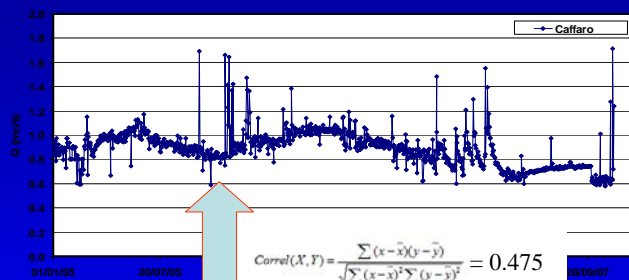
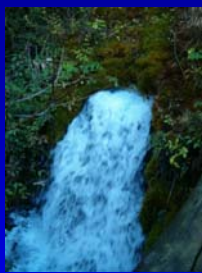
Nome acquifero	Nome sorgente	portata media(l/s) 1937	Portata Media (l/s) 1987
Monte Sirino	Sirino	131	70
Monte Sirino	Timpa di Felci	274	85
Monte Sirino	Bramafarina	19,7	2
Monte Sirino	Chiotto	45,0	5,0
Monte Sirino	(Sorgituro di) Niella	94,1	52
Monte Sirino	Petina Piana	17,6	8,7

Acquifero del Monte Sirino : 1937 e nel 1987.



Variazioni delle portate idriche delle principali sorgenti dell'Alta Valle del Fiume Agri nel periodo 1983 - 1991 (Rapti & Sdao, 2004).

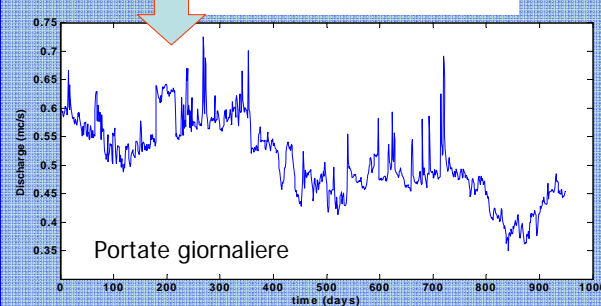
## Monti di Lauria: sorgente Caffaro Mandarinino



$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} = 0.475$$

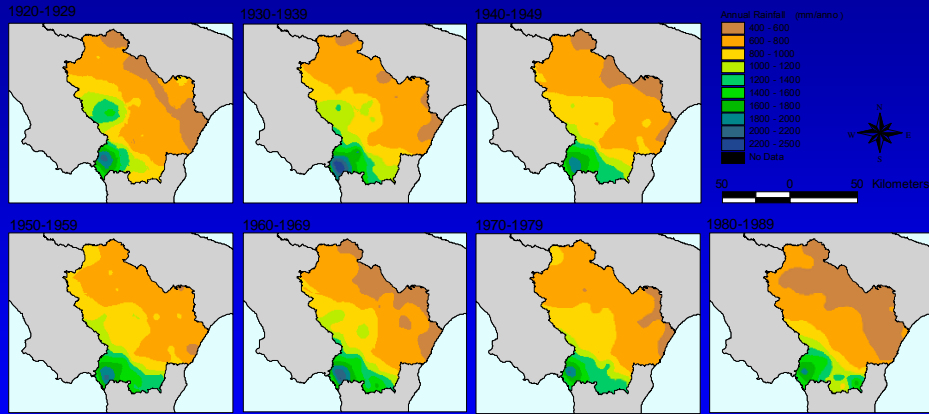
Q=0.5089 mc/s  
 Q=0.383 (-0.125) mc/s  
 SD=0.067 mc/s  
 CV=0.174

Monitoring starting the 3th of April 2005

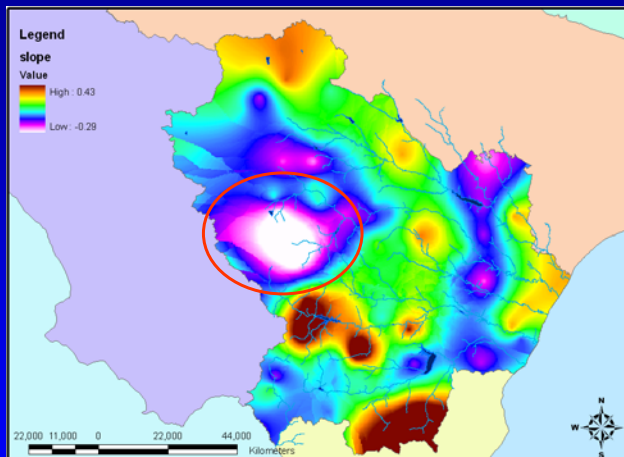




## Precipitazione media annuale (mm/anno) 1920 - 1989



## Variazioni delle piogge nel periodo 1920 -1990

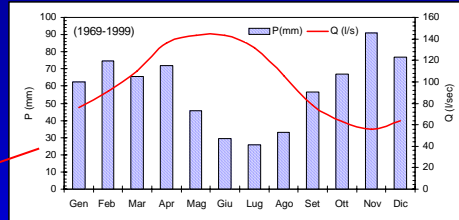
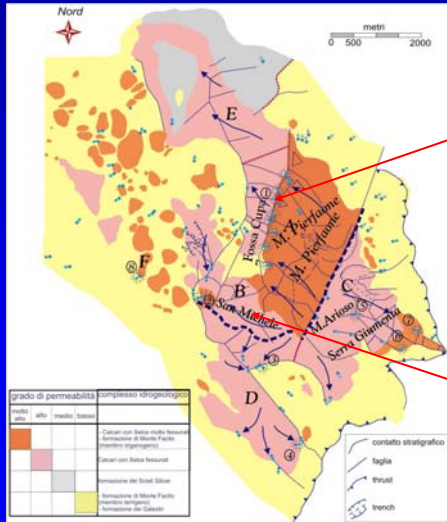


Variazioni delle  
piogge annuali

$$\frac{\bar{Y}_{1950-90} - \bar{Y}_{1920-50}}{\bar{Y}_{1950-20}}$$

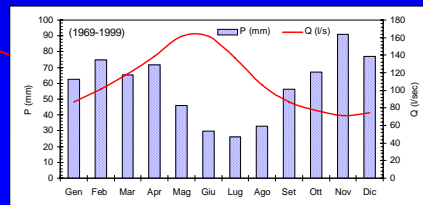
La riduzione maggiore di piogge si ha nella parte centrale e centro-settentrionale della Basilicata, con particolare riferimento all'alta Val Basento.

## Alta Val Basento: diminuzione delle portate delle sorgenti di Fossa Cupa e di San Michele e cambiamenti climatici

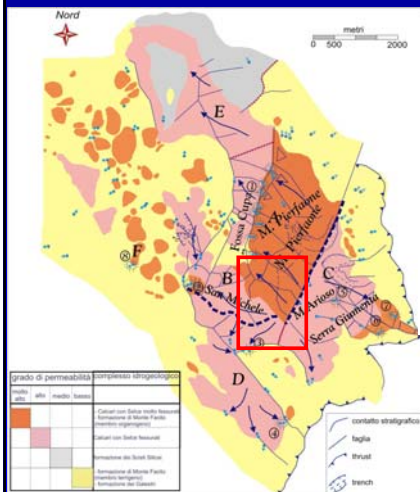


Sorgenti Fossa Cupa

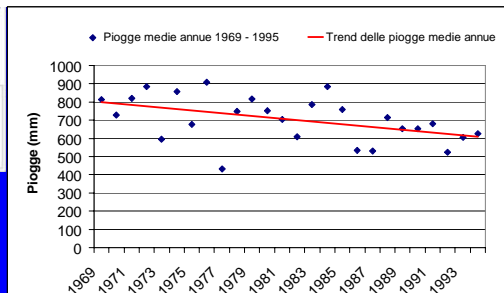
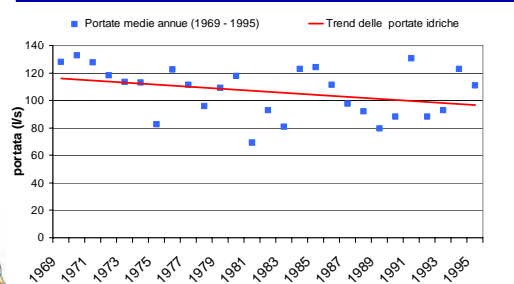
Sorgente San Michele



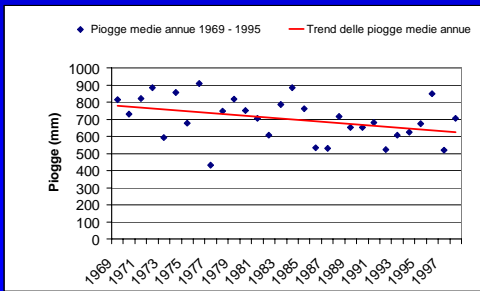
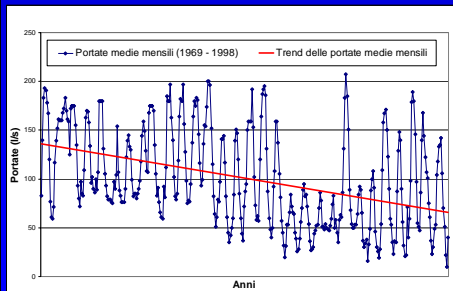
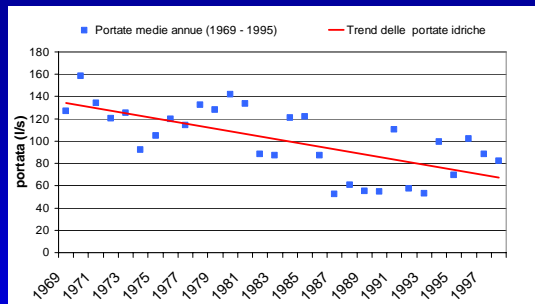
## Riduzioni delle portate idriche / variazioni climatiche (1969 - 1995)



**Sorgenti Fossa Cupa**



## Fronte sorgentizio di San Michele



## CONCLUSIONI

Nel 1995, Serageldin (vice presidente banca mondiale) ebbe a dire

**“ se le guerre del XX secolo sono state combattute per il petrolio, quelle del XXI secolo avranno come oggetto del contendere l'acqua.**



1. Nel 1998, 28 paesi erano afflitti da problemi idrici e/o da scarsità d'acqua, nel 2025, secondo le previsioni i paesi saranno ben 56.
2. Nel 1998, il numero di persone che soffrivano la sete è dell'ordine di 131 milioni, nel 2025 probabilmente saranno 817 milioni.

Acque, siete voi a darci  
la forza della vita.  
Aiutateci a trovare nutrimento,  
Così che ci tocchi grande gioia.....  
...Per il nostro benessere, che le dee siano un aiuto per noi,  
Siano le acque per noi bevanda...  
... a Agni, pieno di umori  
vieni ad inondarmi con il tuo splendore.

Acque di vita , antico inno del Rig Veda

**Grazie**