

A sepia-toned photograph of a rocky coastline. The foreground shows the turbulent, white-capped waves of the sea crashing against a dark, craggy rock formation. The sky is a pale, hazy blue, and the overall scene conveys a sense of natural power and ruggedness. The text "La ricerca idrogeologica in Lombardia" is overlaid in red at the bottom center of the image.

La ricerca idrogeologica in Lombardia

anni 60-70 **PROBLEMI DI CARENZA IDRICA PER SOVRASFRUTTAMENTO**

anni 80-90 **NECESSITA' DI PROTEGGERE LE CAPTAZIONI , DI CORRETTA GESTIONE DELLE RISORSE E DI INTERVENTI SULLE AREE INQUINATE URBANE**

La ricerca è impostata in prevalenza sulle prospezioni idrogeologiche -> cartografie di dettaglio, identificazione delle unità idrostratigrafiche -> **idrogeologia della Pianura Padana(1975-76)**

Soluzioni basate su relazioni analitiche e analisi piezometriche , primi modelli matematici essenzialmente idrologici - > **Zone di rispetto dei pozzi , barriere idrauliche (1985-88)**

Utilizzo crescente di supporto geofisico e idrochimica



Archivi dati idrogeologici presso università e alcune amministrazioni pubbliche

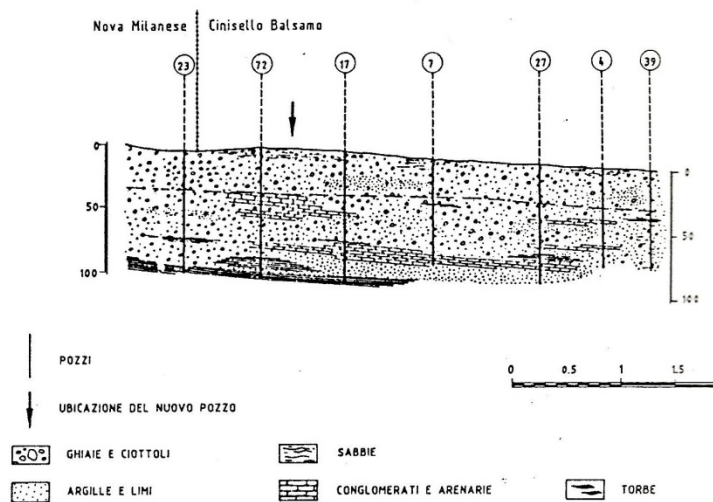
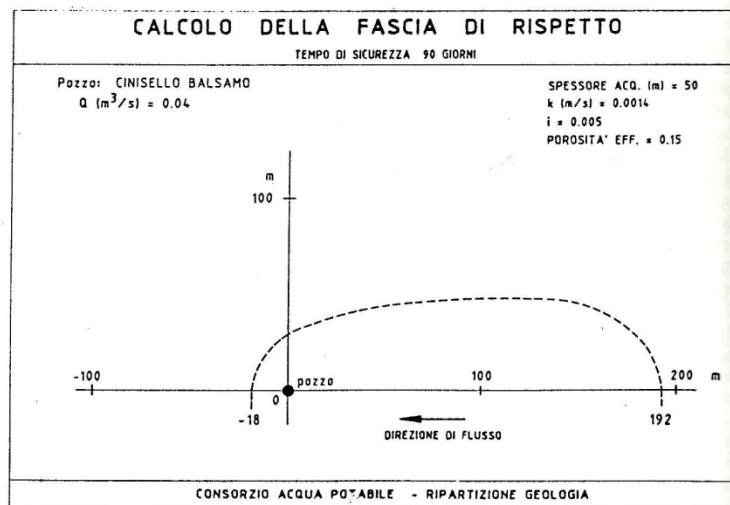


Figura 8.10



Dalla metà degli anni 90 progetti per GRANDI BONIFICHE dei siti industriali E ADEGUAMENTO DEI PROGETTI ALLA TUTELA AMBIENTALE

La collaborazione con ricercatori di **discipline affini** (chimica organica, microbiologia, idrogeologia isotopica, idraulica sotterranea, ingegneria ambientale, GIS, statistica) allarga il campo di interesse e di conoscenze , favorite dai contatti con l'estero.

Collaborazione con ricercatori e i docenti di ingegneria e di geotecnica per produzione di prime ricerche in comune (es. Cancelli :rapporti **acque sotterranee e frane**)

Progressivo aumento della consistenza di **archivi informatici** di dati interdisciplinari (es. TANGRAM di Un.Milano Bicocca), elaborati tramite **GIS** e selezionati in base a criteri oggettivi .

Modelli matematici adeguati alle esigenze dell'idrogeologia:primi modelli regionali destinati alla gestione delle risorse idriche .

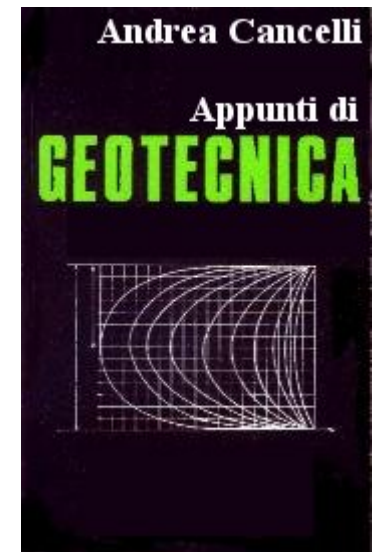
Piani regionali di tutela delle acque



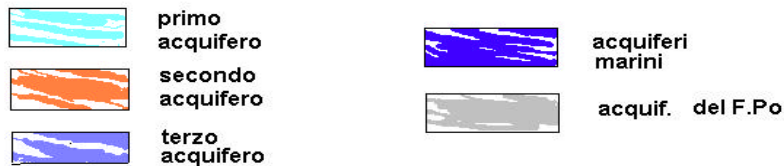
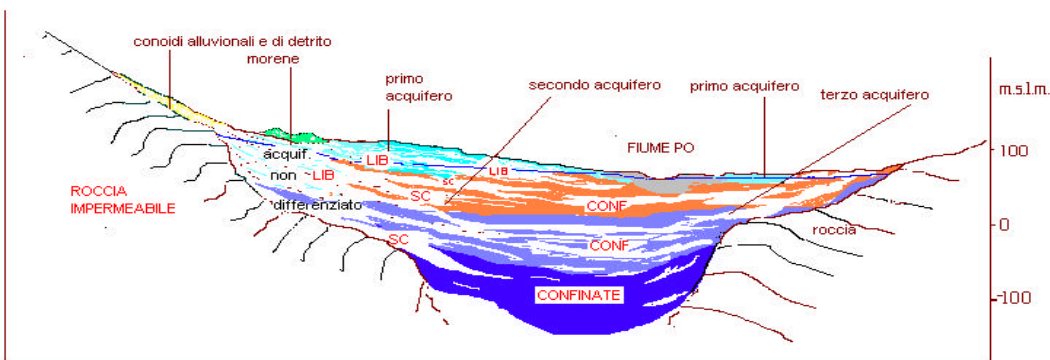
1992



1995



1997



Modello idrogeologico per lo studio delle aree in carenza idrica (1992-1995)

Dal 2000 a oggi miglioramento delle tecniche di acquisizione dei dati e di verifica dei risultati
 La modellazione viene supportata da programmi idonei a migliorare la precisione dei risultati e la coerenza con il modello concettuale idrogeologico

Scelta dei dati da archivi informatici

Integrazione dei dati

Modello concettuale semiquantitativo da modello numerico o analitico, sua valutazione

Selezione del codice di calcolo

GIS per la georeferenziazione e la cartografia ragionata dei dati

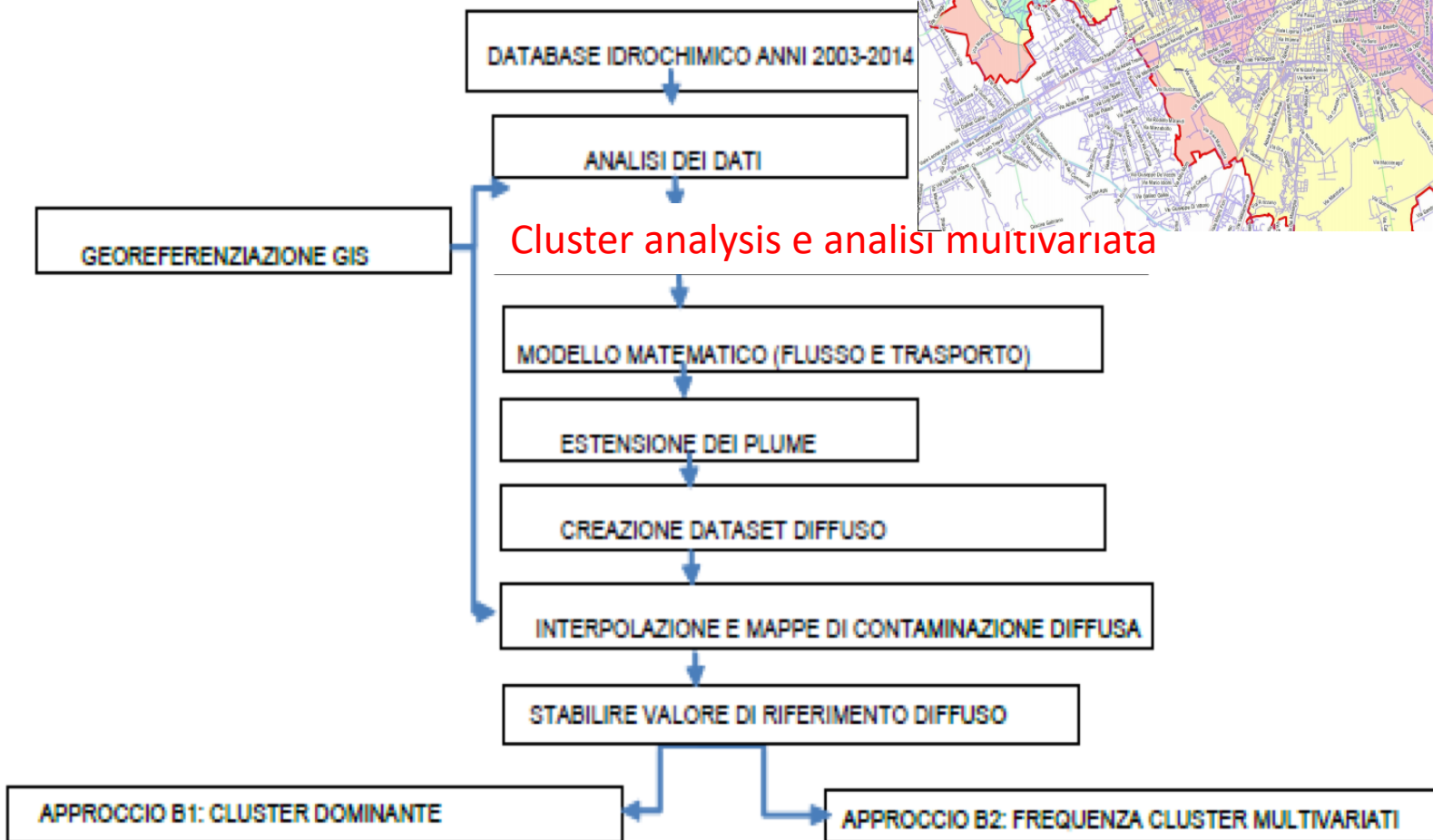
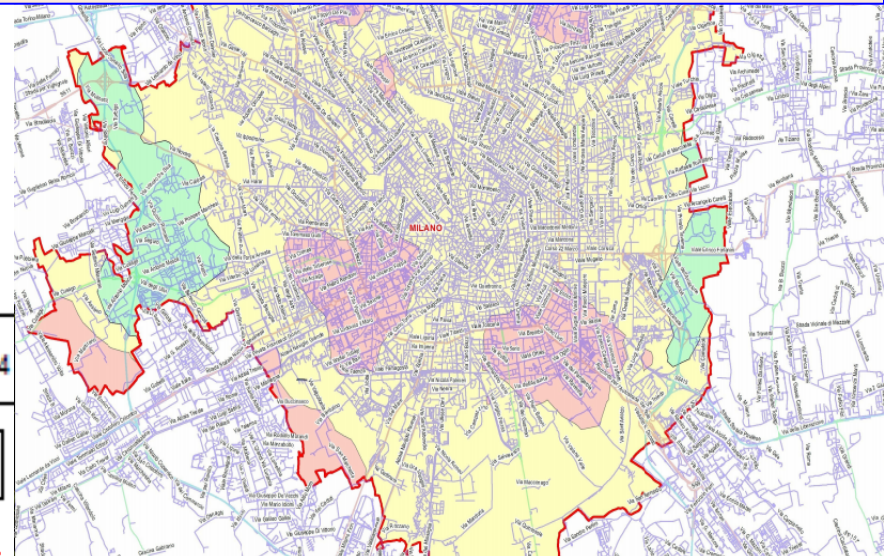
Modellazione, calibrazione e stima dell'incertezza associata (PEST)

Stima della probabilità di corrispondenza con la realtà delle soluzioni previste (es. con null - space Monte Carlo)

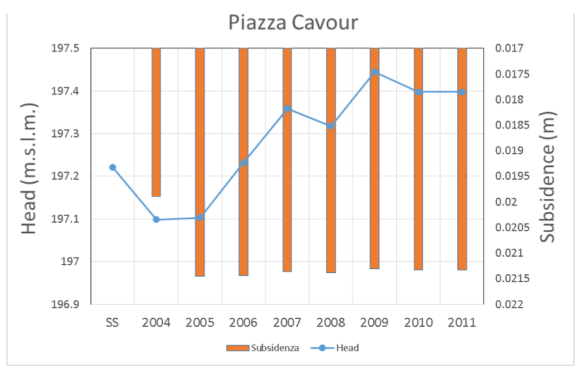
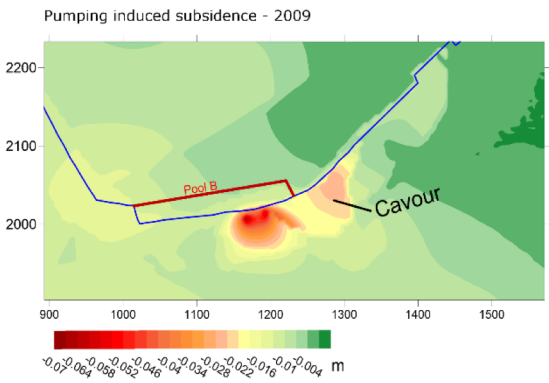
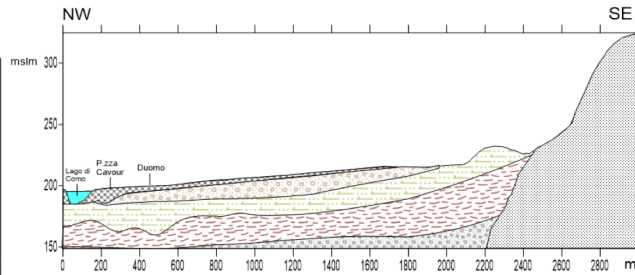
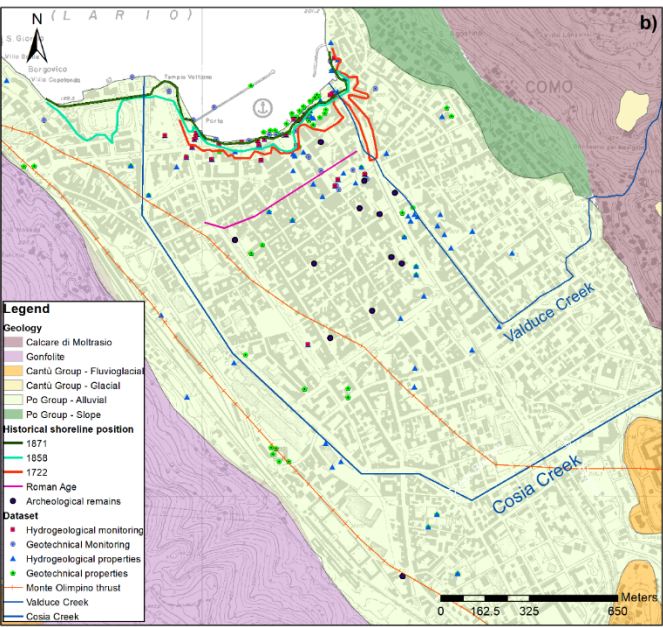
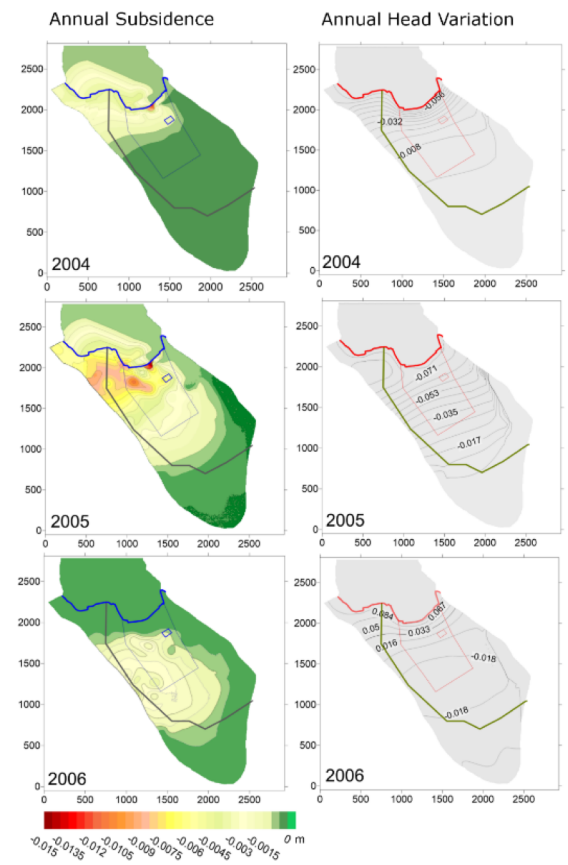
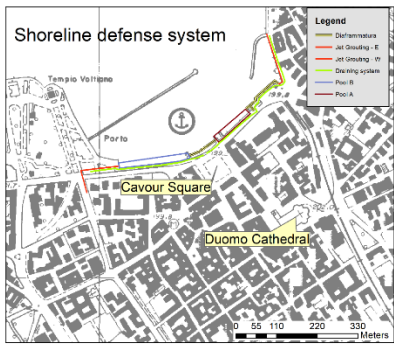
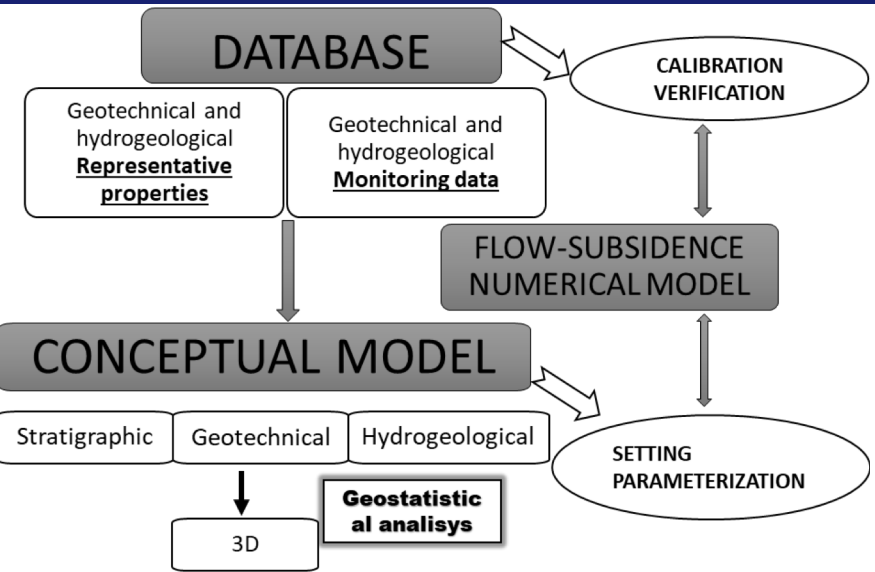
Previsioni e Controlli a lungo termine

Progetti sul **censimento e caratterizzazione degli inquinamenti concentrati e diffusi**: **PLUMES-I** (2013-14, ARPA - R.Lombardia) e **PLUMES-II** (2014-16, ARPA-R.Lombardia)

delimitazione delle contaminazioni diffuse allegato al DDR 5590/2017

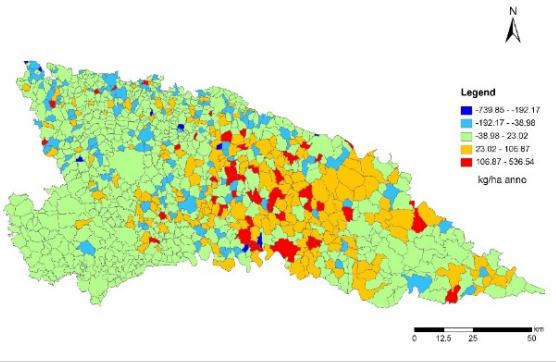


Modellazione di flusso e subsidenza (esempio Area di Como)

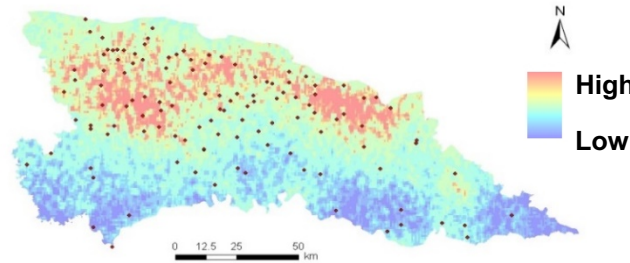


Vulnerabilità acquiferi

Variation of livestock manure (2002 - 2010)

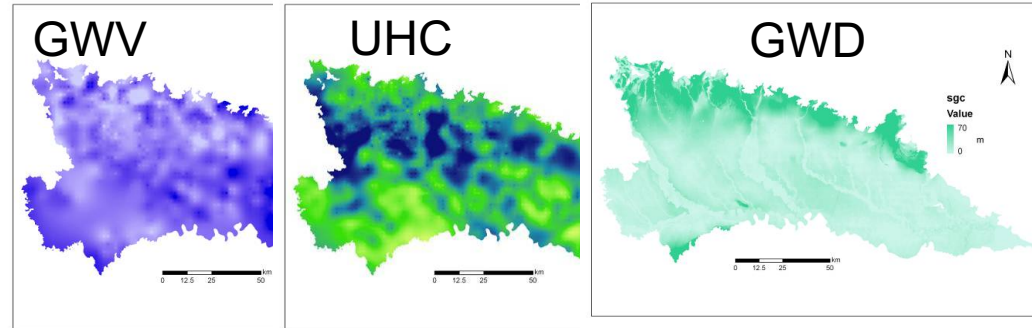
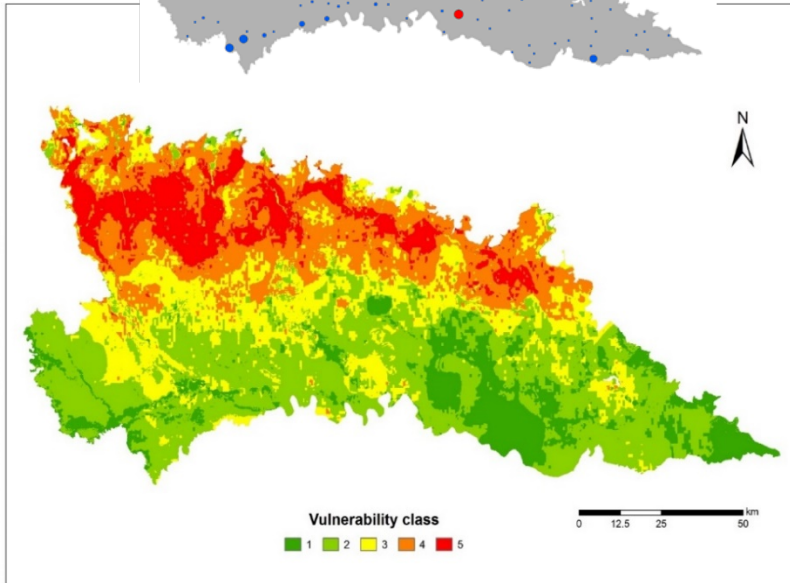
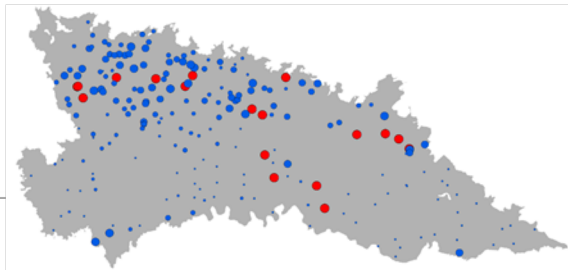


Variazione urbana (dati satellitari)



- Variazione fonti potenziali (civili, agricole)
- Fattori naturali (Soggiacenza, Velocità falda, K zona vadosa, Capacità protettiva suoli)
- Monitoraggio (qualità e tendenze in atto)

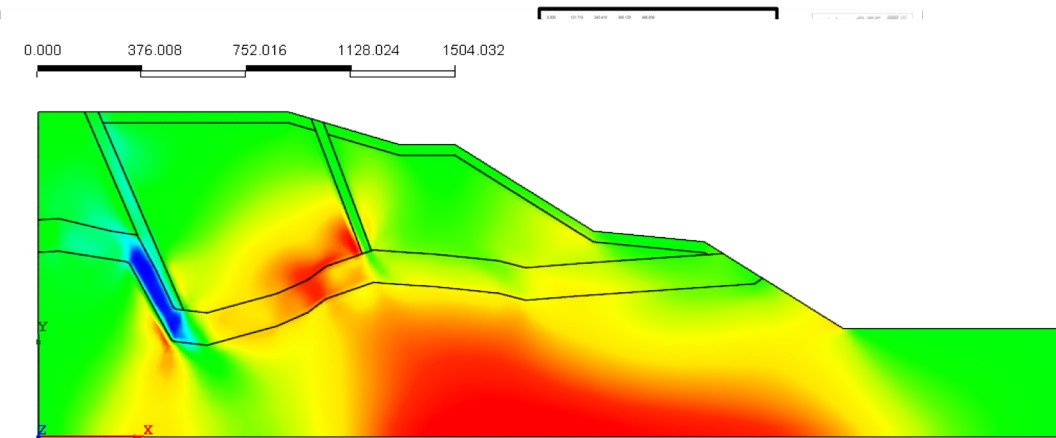
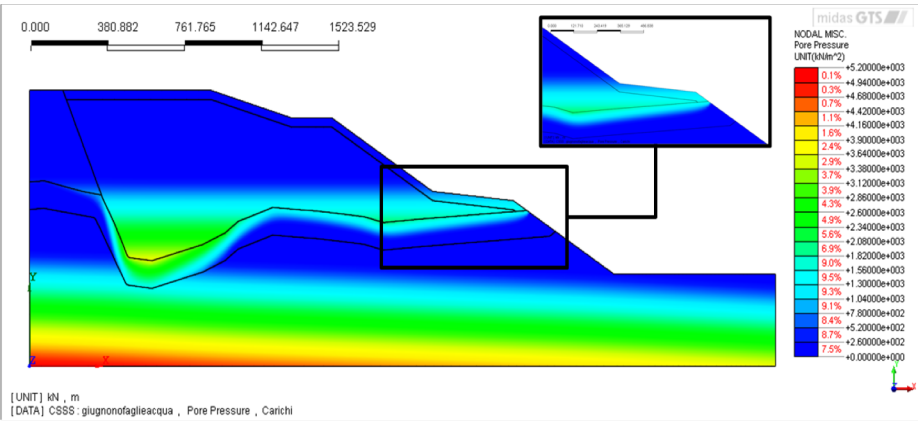
Rete di monitoraggio



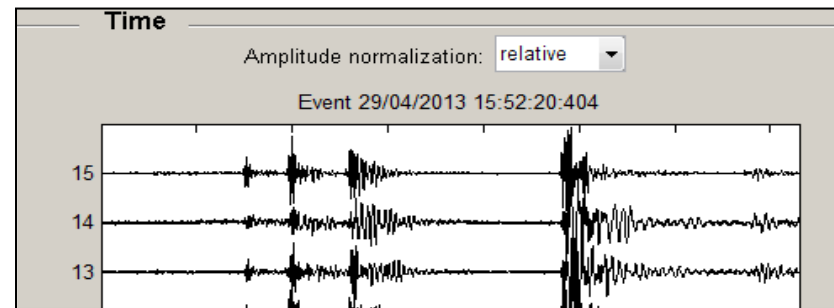
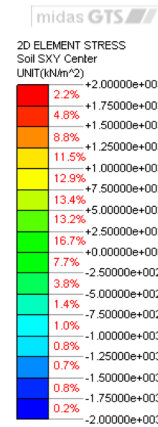
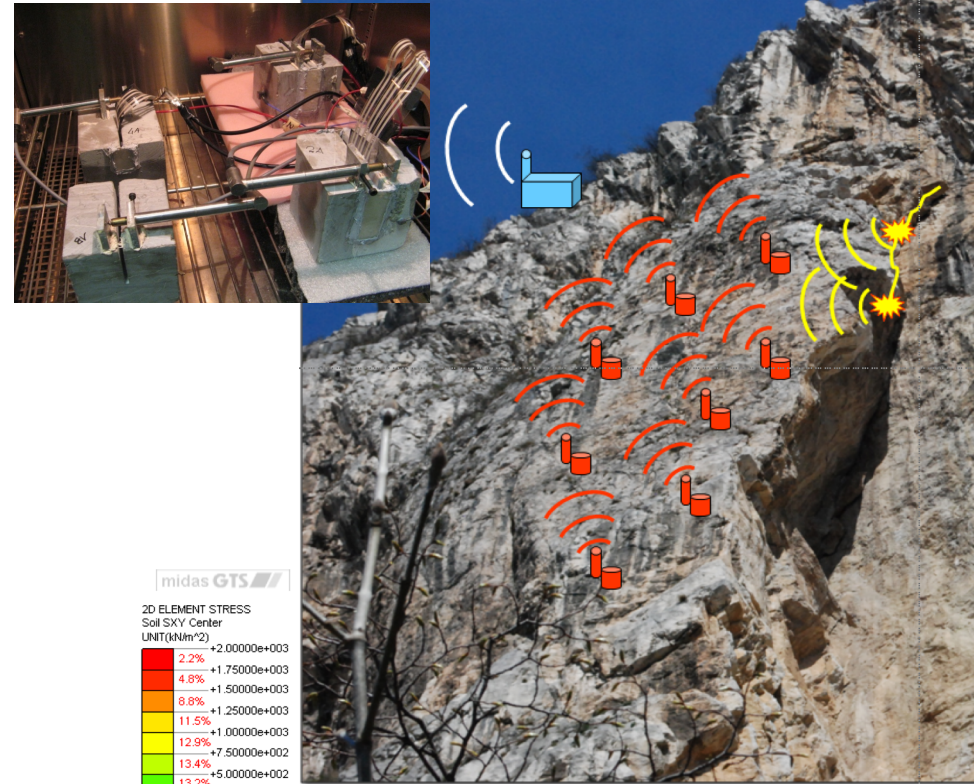
Vulnerabilità tempo dipendente

Identificazione delle aree dove la combinazione di fattori naturali ed antropici comporta un diverso degrado della qualità delle acque sotterranee

Azione delle acque sotterranee nel favorire le deformazioni lungo faglia



Rete di sensori microsismici per la rilevazione dei crolli in parete



Progetto RISCMASS per il rischio di frana con sviluppi sulle frane profonde

Laura Scesi
Paola Gattinoni

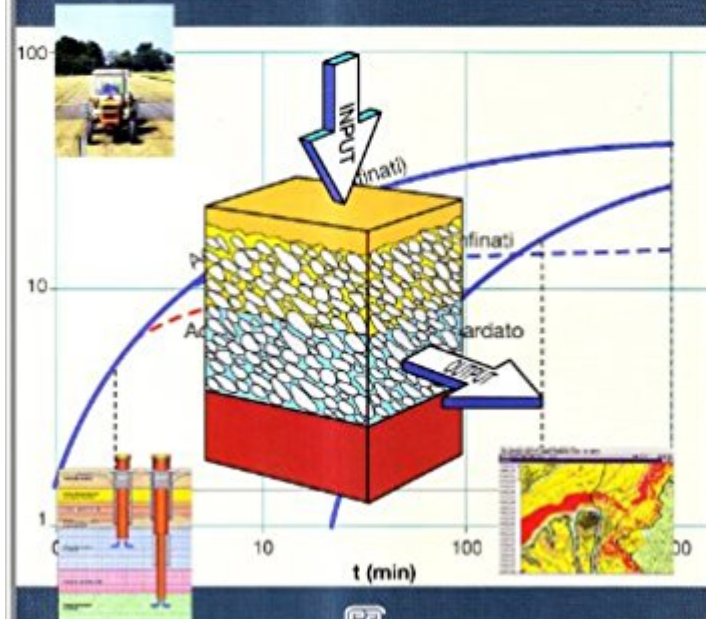
LA CIRCOLAZIONE IDRICA NEGLI AMMASSI ROCCIOSI



CASA EDITRICE AMBROSIANA

Massimo Civita

Idrogeologia applicata e ambientale

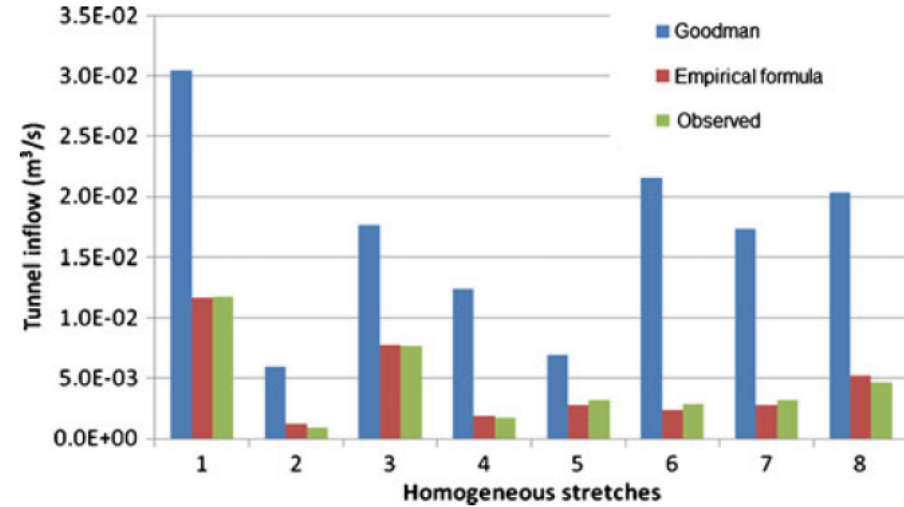
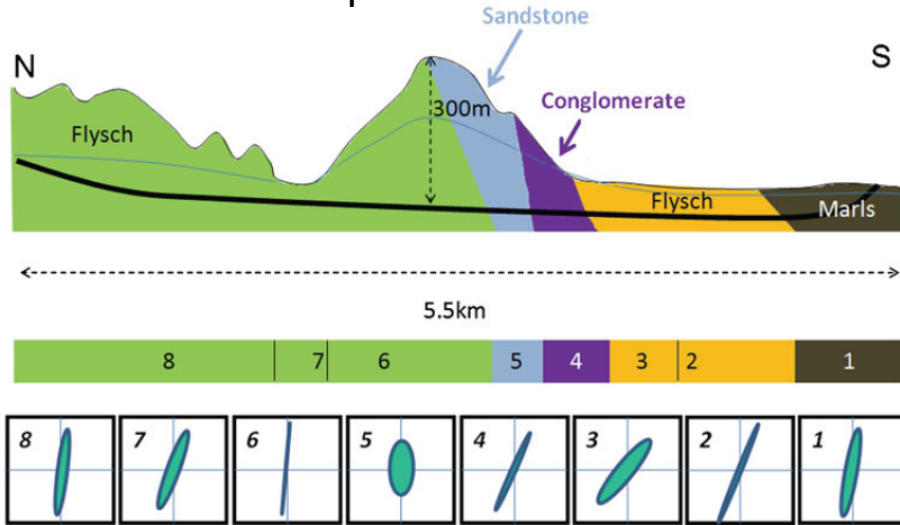


CASA EDITRICE AMBROSIANA

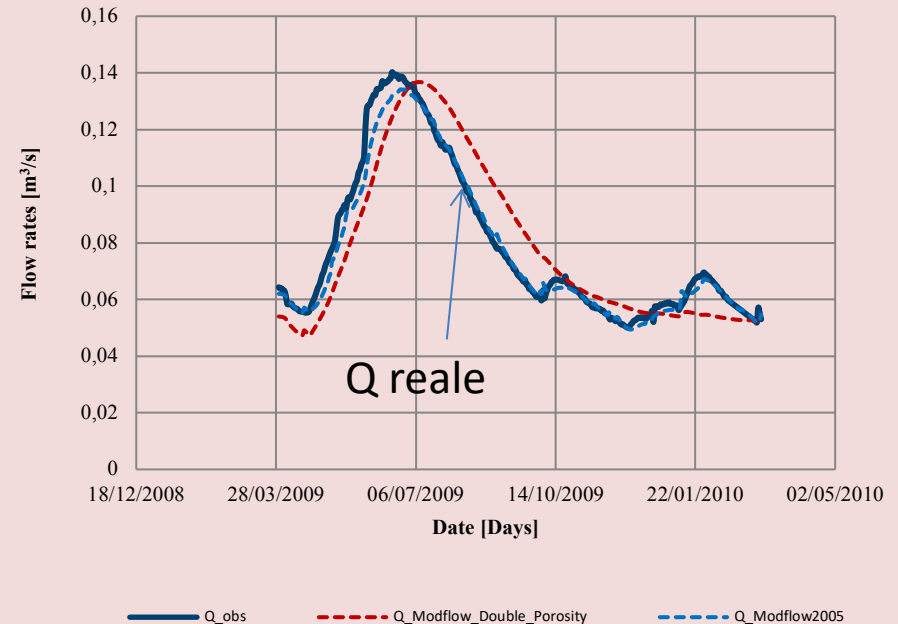
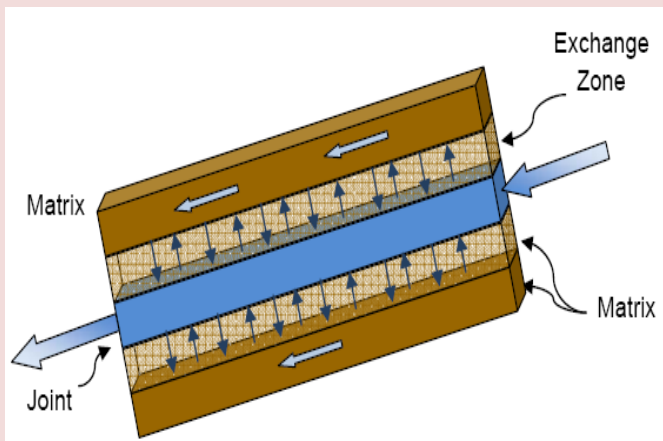
Afflussi in galleria

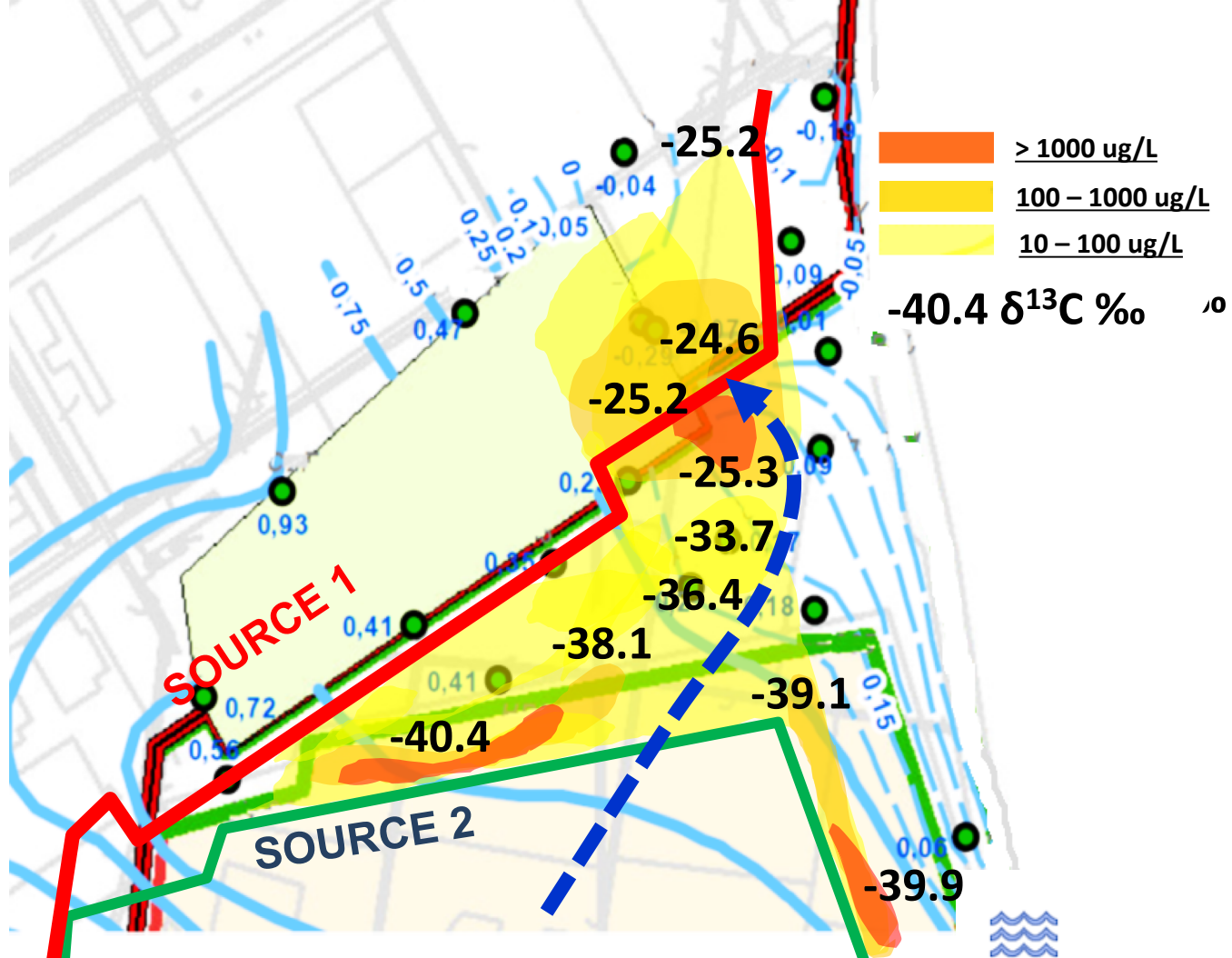
$$Q = p^n a Q_G^b$$

Q (m³ /s) è la portata (**verde** nella figura) in galleria, Q_G (m³ /s) è quella (**azzurra**) calcolata tramite la relazione di Goodman, a e b sono coefficienti empirici adimensionali. In **rosso** quella derivante dalla **correzione**



Doppia permeabilità in roccia





Il **fingerprinting isotopico** è una delle tecniche sulle quali sia il Politecnico sia l'Università contano maggiormente per una più completa acquisizione di dati sulle fonti e sull'evoluzione degli inquinamenti.

Il Politecnico ha sperimentato queste tecniche in progetti tuttora in corso: **FINGERPRINTING** (2013-16, ENISyndial), **MIAMI** (2016-18, ENI-Corporate)

Applicazione delle conoscenze idrogeologiche alla geotermia a bassa entalpia con modelli accoppiati di flusso e trasporto di calore per determinare la più idonea estensione del plume termico

Constant inlet pipe temperature:

Time: $t = 17$ days

Plume length = distance
where

$$T_g(t_0) - T_g(t_{17}) > 0.1^\circ\text{C}$$

Layer 3 (-10 m from surface):

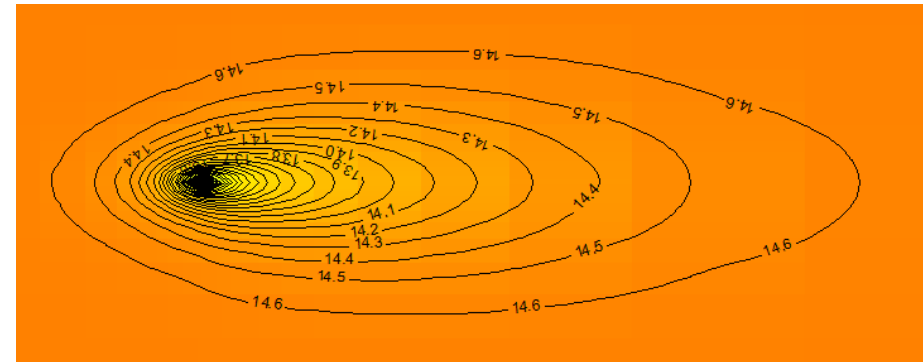
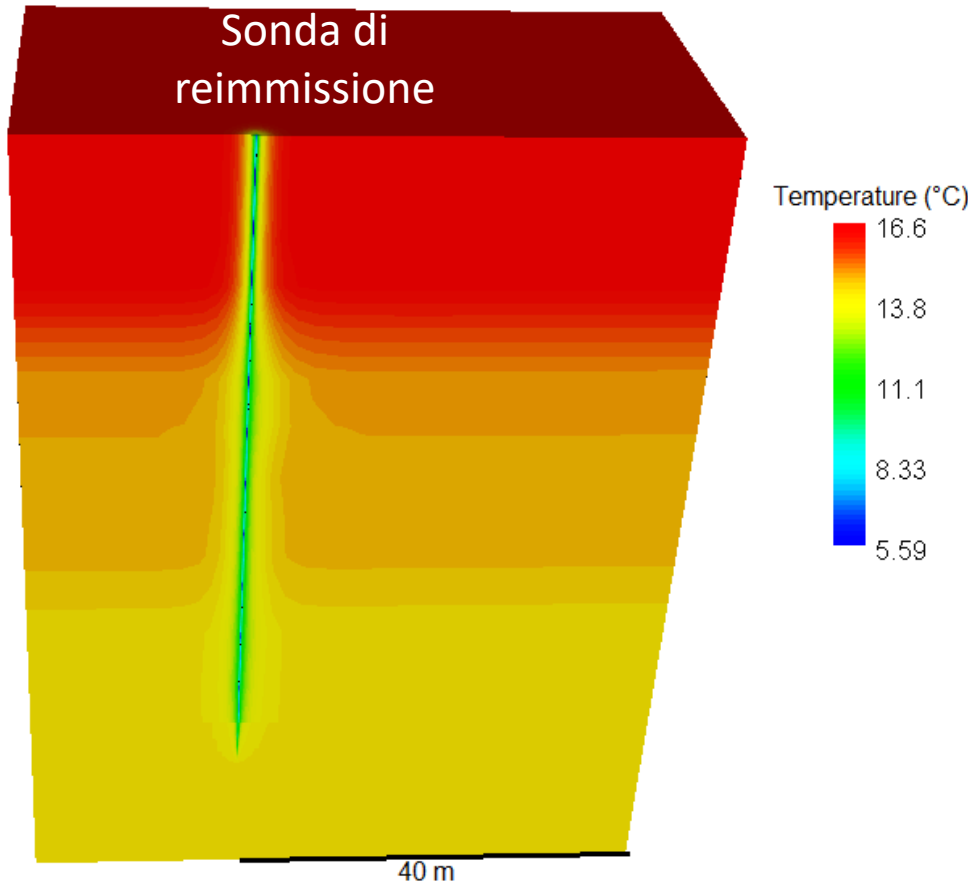
Thermal plume length from well = 3.7 m

Layer 6 (-25 m from surface):

Thermal plume length from well = 4.7 m

Layer 10 (-40 m from surface):

Thermal plume length from well = 3.4 m



Layer 14 (-55 m from surface):

Thermal plume length from well = 3.0 m

Progetti sulla gestione delle risorse idriche a livello sovracomunale

MODCAP (2016-17, CAP Holding) per la realizzazione di un modello finalizzato alla gestione dei prelievi idrici pubblici

progetti europei:

trasporto di massa :**INCORE** (1999-2003),
JOINT (2003-2005)

gestione della contaminazione in falda alla scala delle Functional Urban Areas.

Progetto interreg **AMIIGA** (2016-2019)
Integrated Approach to Management of Groundwater quality in functional Urban Areas-AMIIGA