



FREEWAT
Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management
EU HORIZON 2020 Project



Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

 **ict4water.eu**

Il plugin FREEWAT per QGIS per la gestione delle risorse idriche superficiali e sotterranee

FOSS4G - 2017

Genova 8 – 9 Febbraio 2017



EIP Water Online Market Place
Matchmaking for water Innovation
MAR Solutions - Managed Aquifer
Recharge Strategies and Actions
(AG128)



Matteo Ghetta
Istituto di Scienze della Vita
Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa
matteo.ghetta@gmail.com



Massimiliano Cannata
Institute of Earth Sciences, Scuola
Universitaria Professionale della Svizzera
Italiana
massimiliano.cannata@supsi.ch

... il ciclo dell'acqua... un fragile equilibrio!

Nel bilancio idrico si inseriscono i prelievi per gli usi irrigui, industriali e idropotabili ... e i cambiamenti climatici!

Questi utilizzi possono essere causa di due fenomeni principali:

- sovrasfruttamento della risorsa idrica;
- deperimento della qualità della risorsa.

“Il problema del governo delle risorse idriche deve essere assunto come centrale nell’agenda delle istituzioni locali, del governo regionale e di quello nazionale ...”

(Una strategia per l’approvvigionamento idrico in Toscana, CISPEL 2008)

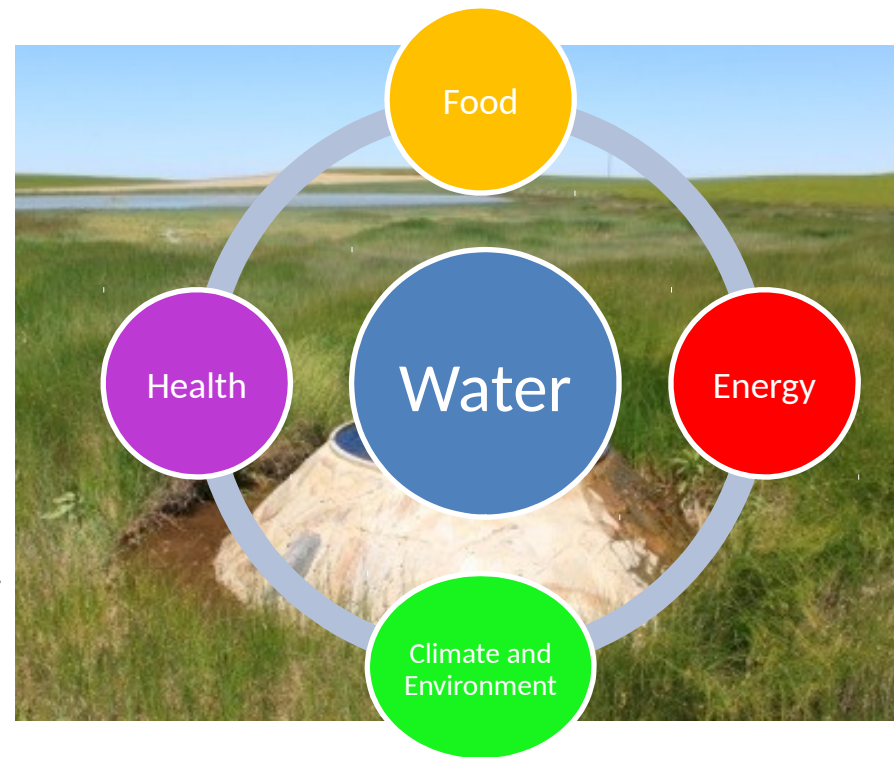
RUOLI E COMPITI

Pianificazione
Gestione

STRUMENTI ADEGUATI

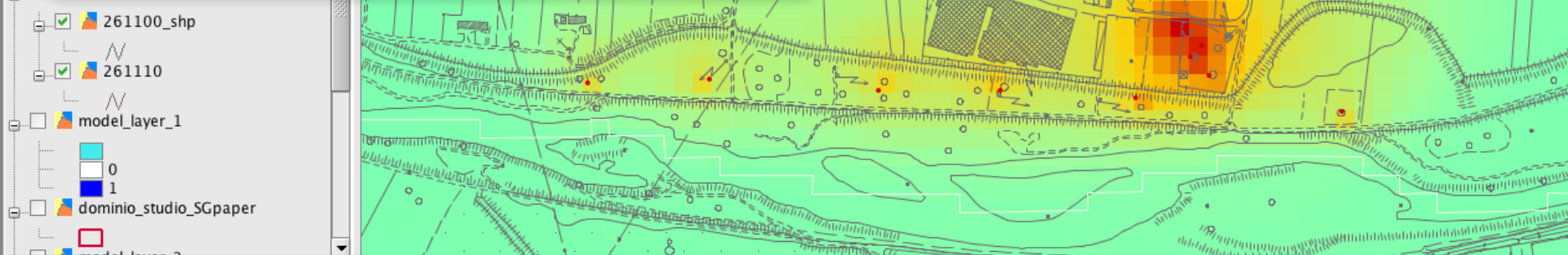
Strumenti normativi
Strumenti economico-finanziari

Strumenti tecnici



Domande...

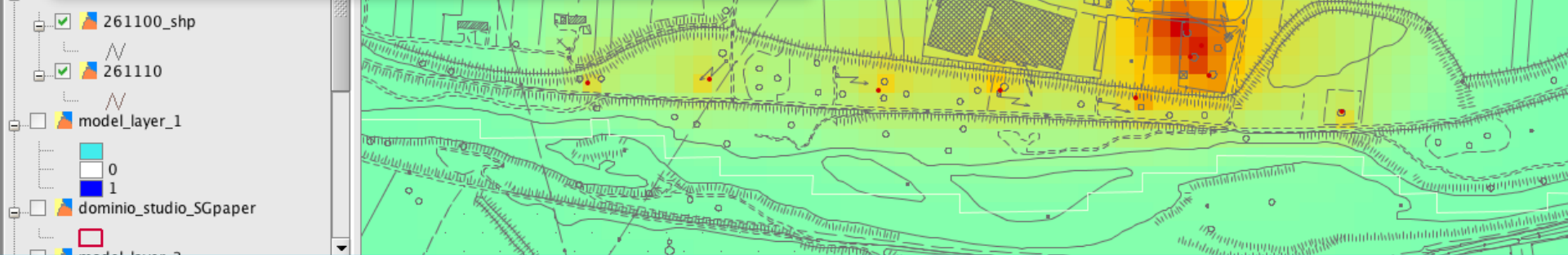
- Abbiamo gli strumenti appropriati per affrontare le sfide poste dalla necessità di pianificare e gestire gli usi dell'acqua?
- È sufficiente acquisire dati?
- Siamo in grado di sfruttare pienamente i dati a disposizione per la gestione della risorsa idrica?



...e risposte

Le **Direttive EU sull'Acqua** (GWD, WFD, ...) incentivano l'utilizzo di codici di simulazione per i seguenti scopi:

- implementazione e validazione di modelli concettuali;
- supporto delle attività di gestione della risorsa idrica;
- valutazione dello stato della risorsa idrica;
- simulazione di scenari sull'evoluzione della risorsa idrica.



...e risposte

Integrazione tra Geographic Information System (GIS) e strumenti modellistici

- Immagazzinamento, analisi e rappresentazione dei dati geografici
- Generazione di scenari di simulazione e linee guida per supportare le attività di gestione della risorsa idrica

Il progetto FREEWAT

(Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management)

FREEWAT è un progetto ICT HORIZON 2020 per migliorare la pianificazione e la gestione della risorsa idrica

RISULTATI ATTESI

Ambiente di simulazione open source e di pubblico dominio integrato in GIS per promuovere la gestione della risorsa idrica facilitando e rafforzando l'applicazione della Direttive Quadro sull'Acqua (GWD, WFD, ...).

Impatto atteso → Supportare la produzione di decisioni e politiche scientificamente rigorose basate su:

- dati e strumenti di analisi innovativi;
- l'inclusione dell'approccio partecipato non solo nella fase di discussione dei piani, ma anche in quella tecnica di preparazione.

FREEWAT Consortium

Partners



Coordination: Rudy Rossetto - r.rossetto@sssup.it

Institute of Life Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna (Italy)

Coordinatore del progetto:
Rudy Rossetto
Scuola Superiore Sant'Anna



DURATA PROGETTO: 30 mesi – Aprile 2015 – Settembre 2017

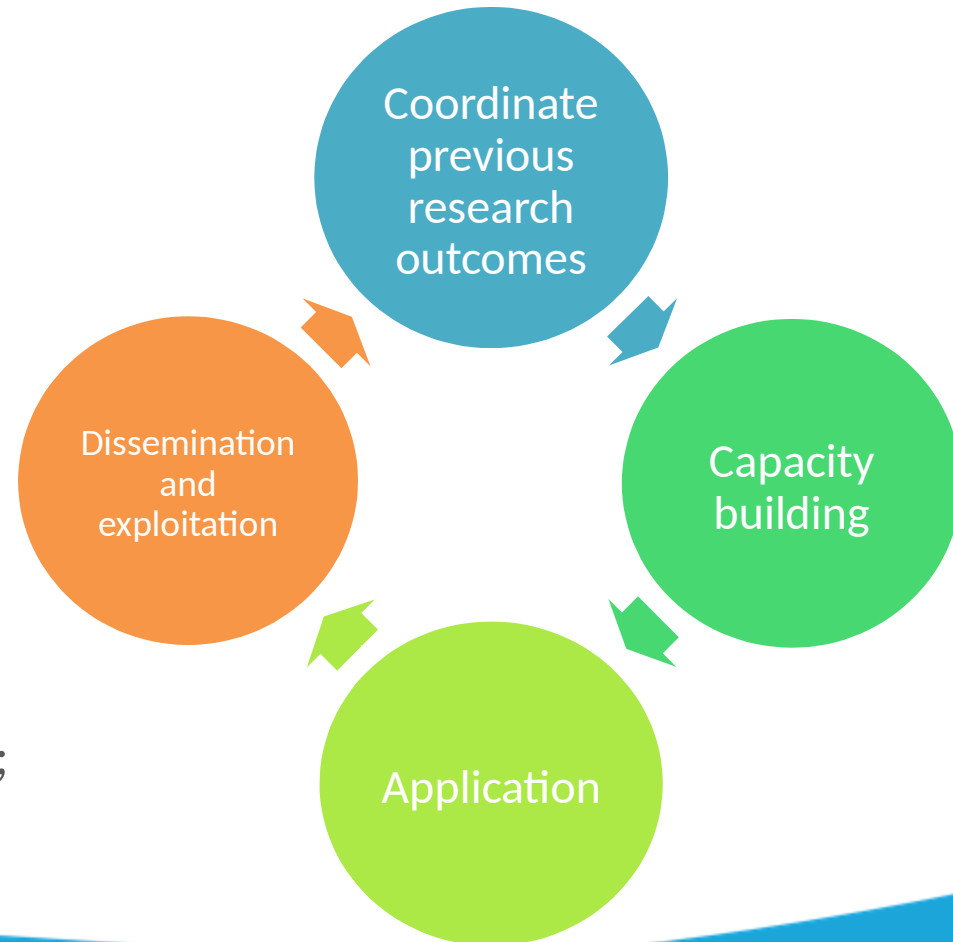
FREEWAT economia circolare

SVILUPPO SOFTWARE e CAPACITY BUILDING

- Sviluppo della piattaforma (WP2)
- Training the trainers (WP3)

APPROCCIO FREEWAT (WP4/5/6)

- **Postulare il problema**
- Raccogliere i dati;
- Discutere i dati con i principali attori;
- Applicare FREEWAT;
- Includere gli stakeholder nelle varie fasi di applicazione della piattaforma;
- Produrre politiche!



FREEWAT capacity building/1

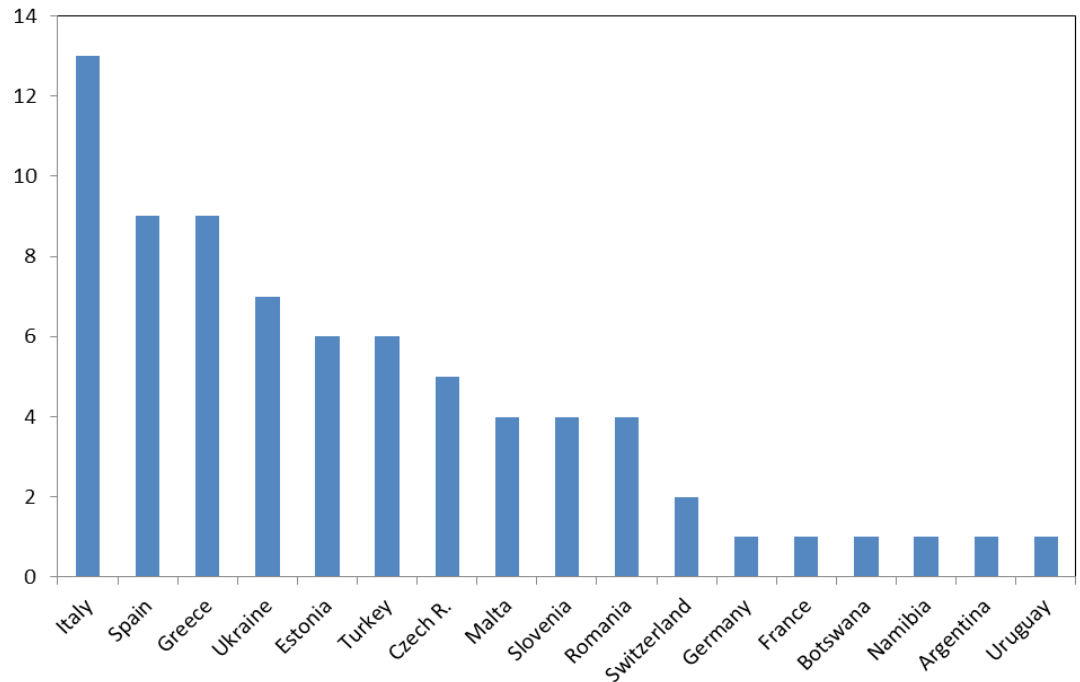
- Ampio coinvolgimento dei principali attori (più di 200 stakeholders coinvolti a scala EU e oltre)

- Web social

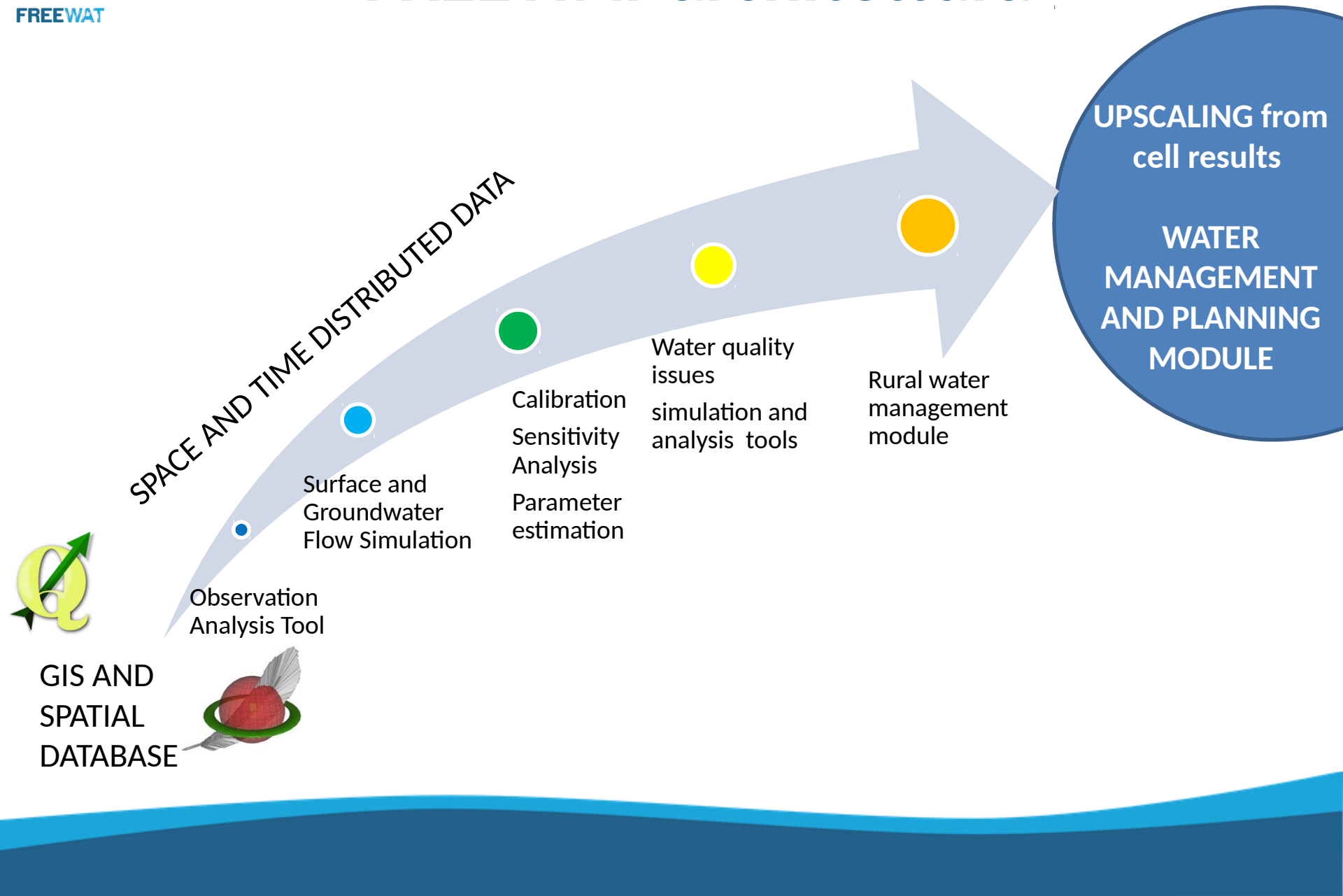
gruppo linkedin: 400 followers EU H2020 FREEWAT

twitter: 300 followers @h2020freewat

Chart 1. Number of replying entities by country

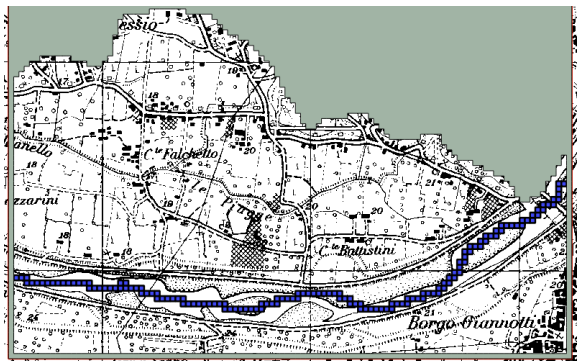
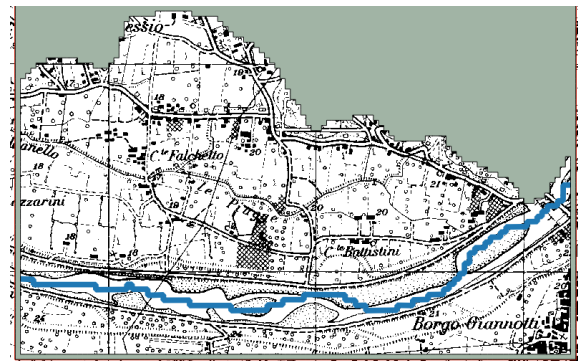
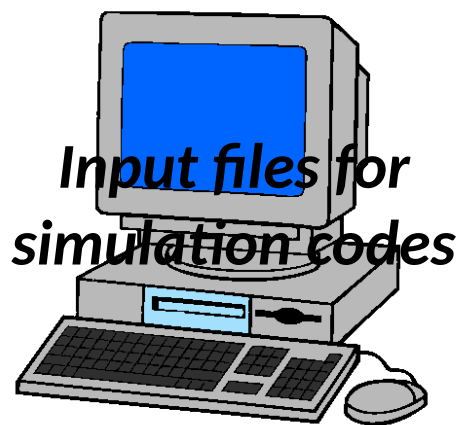
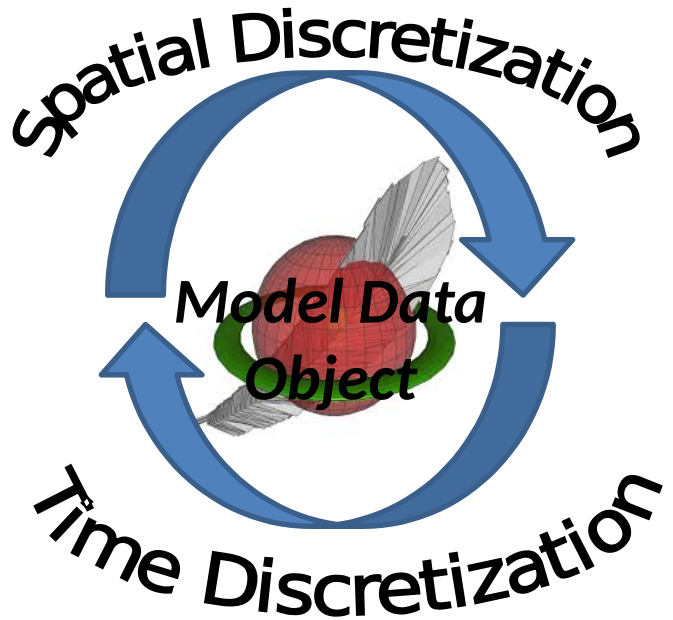


FREEWAT architettura





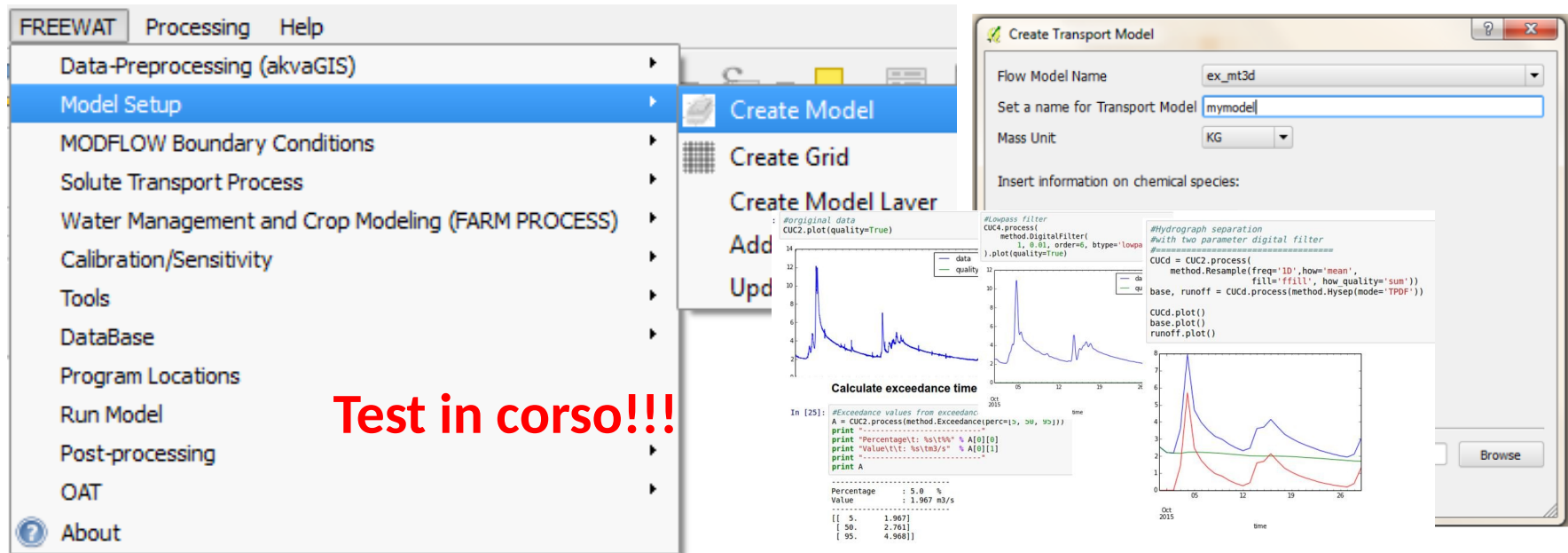
FREEWAT workflow



144	0
144	0 # stress period 0
1	111 42 15.061885 774275.625000 14.163678
1	111 43 15.052369 750074.375000 14.157731
1	111 44 15.043800 750074.375000 14.152375
1	111 45 15.033587 750074.375000 14.145992
1	111 46 15.017941 750074.375000 14.136213
1	111 47 15.001994 750074.375000 14.126246
1	111 48 14.990830 750074.375000 14.119269
1	111 49 14.979279 802237.687500 14.112049
1	111 68 14.703537 796734.000000 13.939711
1	111 69 14.693874 750099.125000 13.933672
1	111 70 14.685371 750099.125000 13.928357
1	111 71 14.670216 750099.125000 13.918884
1	111 72 14.654372 750099.125000 13.908983
1	111 73 14.643209 750099.125000 13.902005
1	111 74 14.631448 830238.062500 13.894654
1	110 34 15.162616 789981.312500 14.226635
1	110 35 15.153017 750000.000000 14.220635
1	110 36 15.144702 750000.000000 14.215439
1	110 37 15.134602 750000.000000 14.209126
1	110 38 15.118601 750000.000000 14.199125
1	110 39 15.102263 750000.000000 14.188914
1	110 40 15.091101 750000.000000 14.181938
1	110 41 15.079938 750000.000000 14.174961
1	110 42 15.071060 712146.937500 14.169413

Cos'è FREEWAT oggi?

Un ambiente di simulazione integrato in QGIS!!!



The screenshot displays the FREEWAT application window with a menu bar (FREEWAT, Processing, Help) and a sidebar menu. The 'Model Setup' option is highlighted. A 'Create Transport Model' dialog box is open, showing fields for 'Flow Model Name' (ex_mt3d), 'Set a name for Transport Model' (mymodel), and 'Mass Unit' (KG). Below these fields, there is a section for 'Insert information on chemical species:' containing Python code for model configuration. To the right, a 'Hydrograph separation' plot is visible, showing two curves (blue and red) over time. A 'Calculate exceedance time' plot is also shown, displaying a single blue curve. A red text overlay 'Test in corso!!!' is positioned over the lower part of the interface.

FREEWAT history:

- ✓ versione alpha (Dicembre 2015)
- ✓ versione beta (Gennaio 2016)
- ✓ versione di training (Maggio 2016)
- ✓ versione 0.1 (Luglio 2016)
- ✓ versione 0.2 (Settembre 2016)
- ✓ versione 0.3 (Gennaio 2017)

Caratteristiche open source del progetto

iniziativa "ad includendum" - varie istituzioni di ricerca, sviluppatori privati, ecc. possono contribuire allo sviluppo della piattaforma



FREEWAT Manuali Utente

De Filippis, G., Ghetta, M., Rossetto, R. FREEWAT User Manual, Volume 1 - Groundwater modeling using MODFLOW-OWHM (One Water Hydrologic Flow Model). January 31st, 2017

Borsi, I. FREEWAT User Manual, Volume 2 - Heat and Solute Transport in Subsurface Water Flow. January 31st, 2017

De Filippis, G., Rossetto, R., Borsi, I. FREEWAT User Manual, Volume 3 - Water management and crop-growth modeling. January 31st, 2017

Serrano, A., Criollo, R., Velasco, V., Riera, C., Vázquez-Suñé, E. FREEWAT User Manual, Volume 4 - AkvaGIS (Hydrochemical Analysis Tools and Hydrogeological Analysis Tools). January 31st, 2017

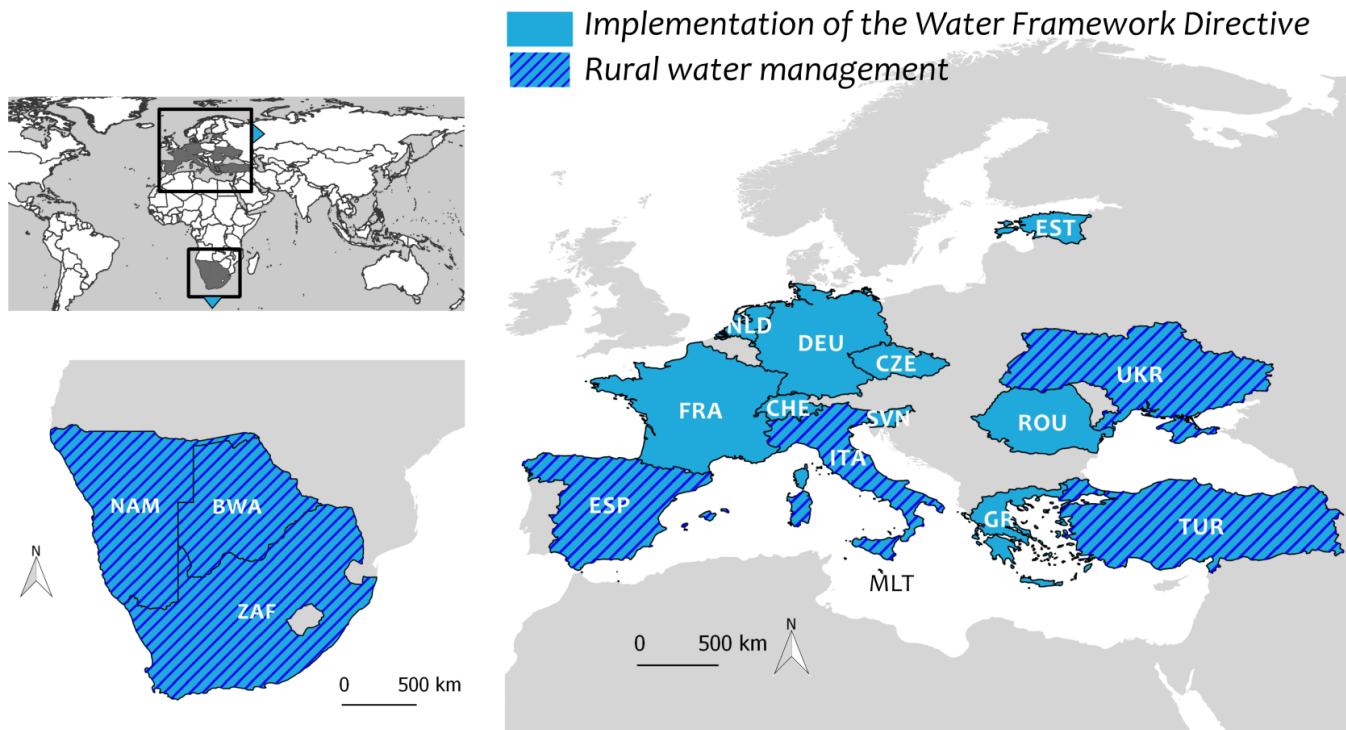
Cannata, M., Neumann, J., Cardoso, M. FREEWAT User Manual, Volume 5 - Observation Analysis Tool. January 31st, 2017

Foglia, L., Toegl, A., Mehl, S. FREEWAT User Manual, Volume 6 - MODFLOW OBServation process. January 31st, 2017

FREEWAT casi di studio

14 casi di studio:

- 8 per l'applicazione di WFD, GWD, ecc. (Paesi EU) più 1 caso di studio in Svizzera
- 5 dedicati alla gestione della risorsa in ambiente rurale: 2 EU, Turchia, Ucraina, Africa (attraverso il coinvolgimento di UNESCO)





AkvaGIS (pre-processing)/1

QGIS 2.8.3-Wien

Proyecto Edición Ver Capa Configuración Complementos Vectorial Ráster Base de datos Web FREEWAT Procesos Ayuda

QGIS 2.8.3-Wien

Proyecto Edición Ver Capa Configuración Complementos Vectorial Ráster Base de datos Web FREEWAT Procesos Ayuda

Explorador (2)

- Inicio
- Favoritos
- C:/
- MSSQL
- Oracle
- PostGIS
- SpatialLite
- poligonoPaste2.sqlite
- hydrogeologicalunitsappareance
- points
- OWS
- WCS
- WFS
- WMS

Capas

- ListHydrochemicalParametersCode
- ListCampaignType
- HydrogeologicalUnitsAppareance
- HydroGeology
- Wells
- HydrogeologicalPointsObservations
- HydrogeologicalPointsMeasurements
- ListHydrogeologicalParametersCode
- WellsHydrogeologicalUnit
- HydrogeologicalUnits
- ListHydroUnitType
- Normatives
- HydrochemicalNormativeParameters
- ListUnitOfMeasurements
- Processes
- Acuifero1
- mgc250my20f00r01.tif
- ResponsibleParties
- Citations
- ListStatusCode

Data-Preprocessing (akvaGIS)

- Model Setup
- MODFLOW Boundary Conditions
- Solute Transport Process
- Water Management and Crop Modeling (FARM PROCESS)
- Calibration/Sensitivity
- Tools
- DataBase
- Program Locations
- Run Model
- Post-processing
- OAT
- About

- Create AkvaGIS Database
- Open AkvaGIS Database
- Close AkvaGIS Database
- Manage Hydrochemical Data
- Hydrochemical Spatial Query
- Piper Plot
- SAR Plot
- SBD Plot
- Stiff Plot
- Time Plot
- Ionic Balance Report
- Chemical Parameter Map
- Parameter Normative Map
- Stiff Diagram Map
- EasyQuim Export
- ExcelMix Export
- StatQuimet Export
- Hydrogeological Spatial Query
- Hydrogeological Parameter Map
- Hydrogeological Units Map

gestione del database

analisi dati idrochimici

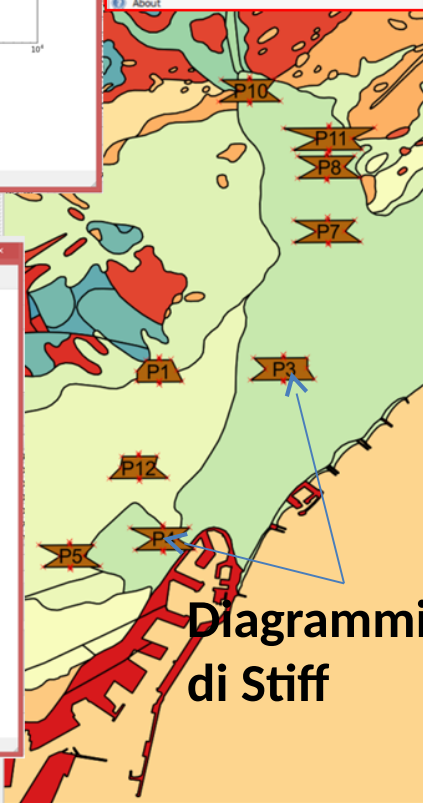
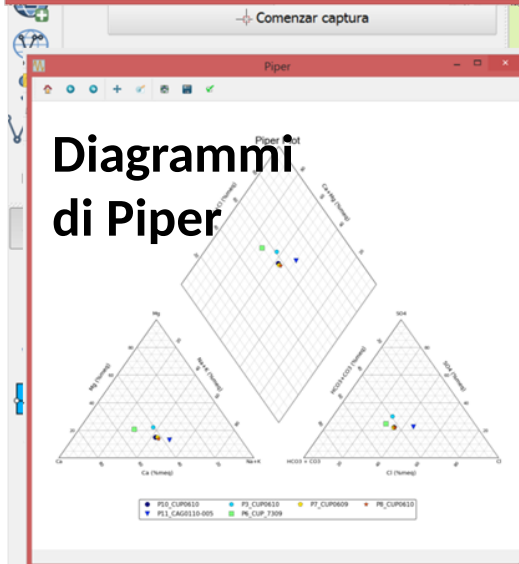
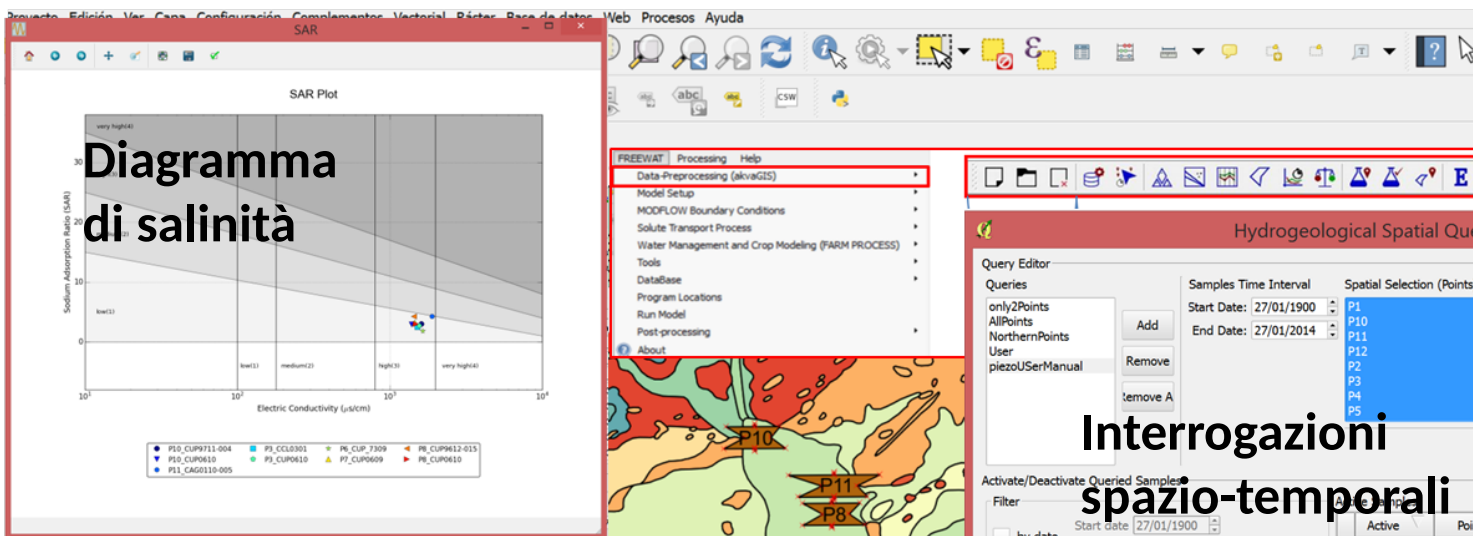
analisi dati idrogeologici

Gestione database. Gestione dei dati hydrogeologici in un database Spatialite

Analisi idrochimica. Interrogazioni spazio-temporali, diagrammi idrochimici, plot di evoluzione temporale, ...

Analisi idrogeologica. Interrogazioni spazio-temporali, mappe tematiche, ...

AkvaGIS (pre-processing)/2



Interrogazioni spazio-temporali

Hydrogeological Spatial Query

Query Editor

Queries: only2Points, AllPoints, NorthernPoints, User, piezoUserManual

Buttons: Add, Remove, remove A

Samples Time Interval: Start Date: 27/01/1900, End Date: 27/01/2014

Spatial Selection (Points): P1, P10, P11, P12, P2, P3, P4, P5

Run Query

Activate/Deactivate Queried Samples

Filter	Start date	End date	Active	Point	Observation	Date
by date	27/01/1900	27/01/2014				
by points						
				P11	headObservation_P11	2005-08-01 00:...
				P10	headObservation_P10	2003-08-01 00:...

Mappe tematiche (es. mappe piezometriche)

Hydrogeological Unit Selection

Unit: lower aquifer of the Llobregat Delta

Description: test aquiclude

Type: aquifer

Type Description: It is a wet underground layer of water-bearing permeable rock or unconsolidated materials (gravel, sand, silt, or clay) from which groundwater can be usefully extracted by water well.

Details:

Observations:

Create Map Cerrar

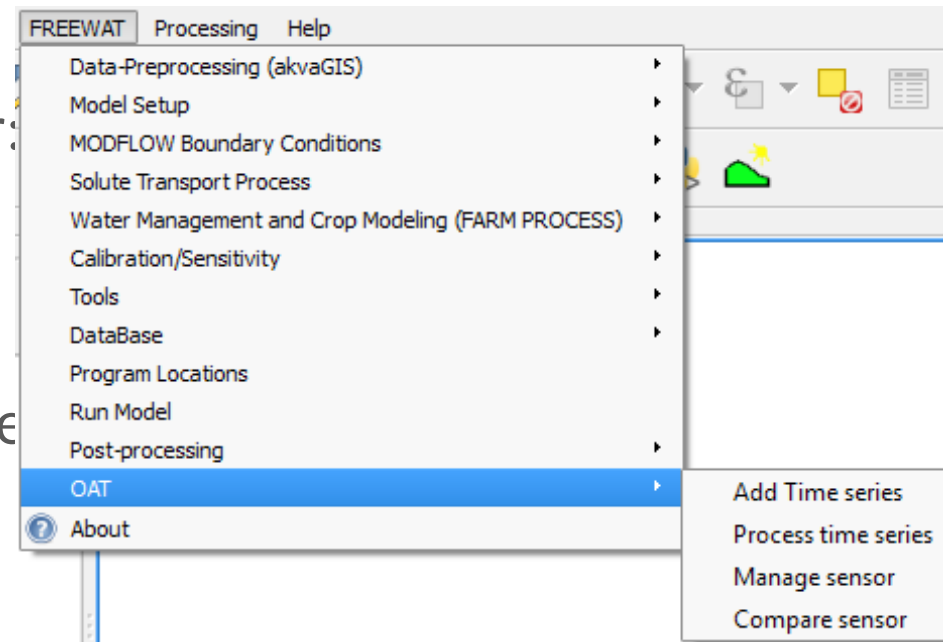
Observation Analysis Tool

OAT:

- Import delle serie temporali da sensori (da server o da file)
- Gestione e modifica di dati e metadati
- Esecuzione di varie operazioni con i dati (es. ricampionamento)
- Visualizzazione e confronto di dati

Importanza di questi strumenti per:

- capire il sistema da modellare
per supportare la **preparazione
dei dati di input del modello**
- verificare i risultati del modello e
supportare la **calibrazione**

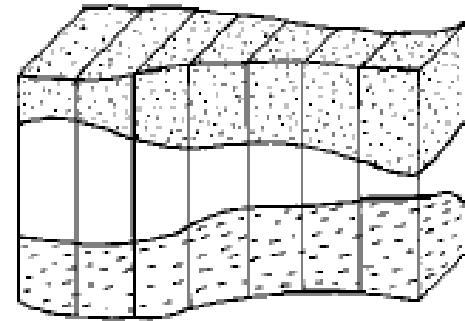
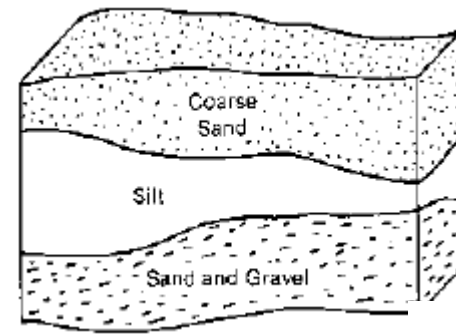


Simulazione del flusso delle acque sotterranee con MODFLOW-2005/1

MODFLOW è un codice di simulazione 3D alle differenze finite sviluppato dall'U.S. Geological Survey.

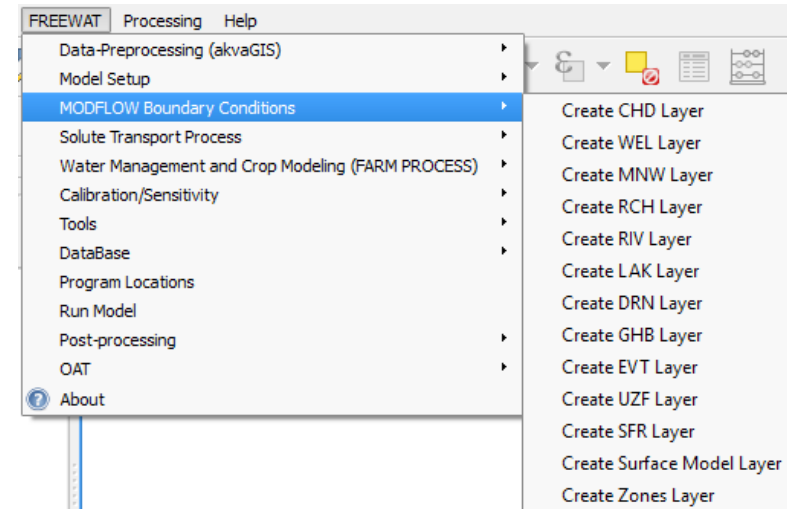
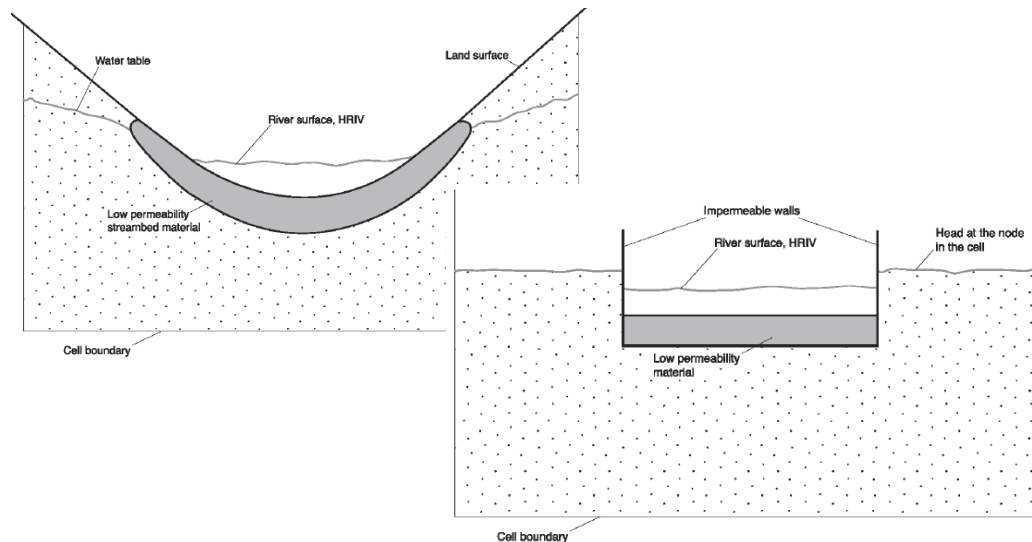
MODFLOW:

- Flusso nella zona satura
- Densità costante
- Mezzi porosi eterogenei e anisotropi
- Flusso stazionario o transitorio
- Blocchi con spessori variabili



Simulazione del flusso delle acque sotterranee con MODFLOW-2005/2

- Condizioni al contorno e termini di ricarica/estrazione:
 - carico idraulico imposto (CHD)
 - flusso imposto (WEL, RCH)
 - flusso dipendente dal carico idraulico (RIV, SFR, LAK, GHB, DRN, EVT, MNW)

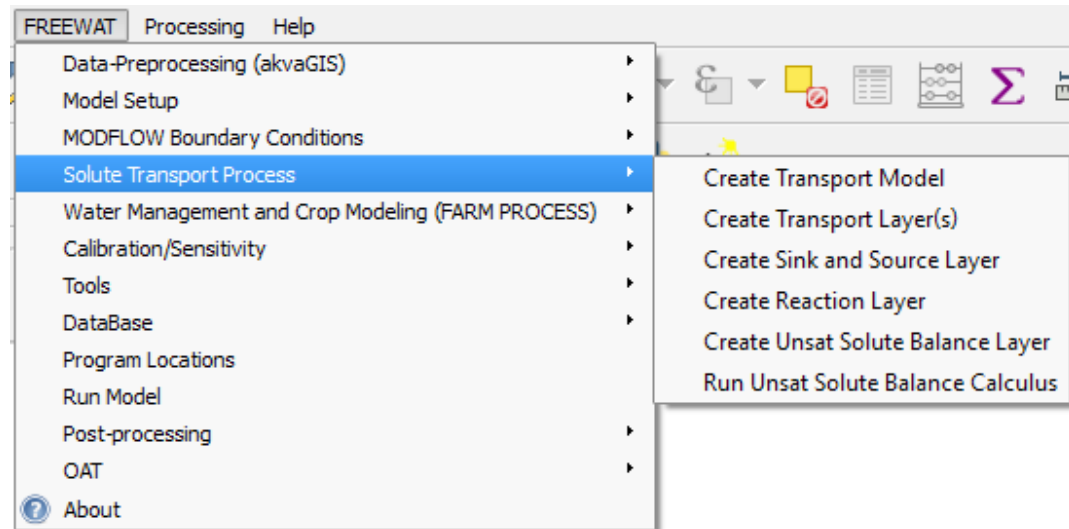


Simulazione del trasporto di soluti con MT3DMS (e SEAWAT)

MT3DMS e SEAWAT sono codici accoppiati con MODFLOW per la simulazione del trasporto di soluti (advezione, diffusione molecolare, dispersione, adsorbimento) per una o più specie.

MT3DMS vs SEAWAT:

- Strategia di accoppiamento con MODFLOW;
- SEAWAT può simulare flussi densità e/o viscosità dipendenti (es. intrusione salina).



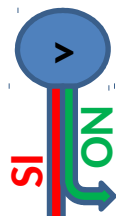
Possono essere applicati per simulare il trasporto di calore (sistemi geotermici a bassa entalpia).

II FARM PROCESS (FMP)/1

- Integrato in MODFLOW- One-Water Hydrologic Flow Model (MODFLOW-OWHM)
- Modello idrologico che permette di stimare ed integrare le varie componenti legate alla richiesta e all'approvvigionamento idrico per specifiche regioni del modello. Il bilancio che si ottiene integra quello del flusso delle acque superficiali e sotterranee
- Le varie regioni del modello sono chiamate “farm”, per le quali la richiesta idrica è soddisfatta congiuntamente da risorse idriche superficiali e sotterranee

II FARM PROCESS (FMP)/2

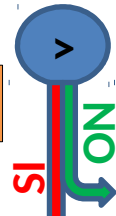
Richiesta idrica



Precipitazioni e
assorbimento radicale

Domanda soddisfatta

Richiesta irrigua



Acque superficiali

Domanda soddisfatta

Richiesta urbana



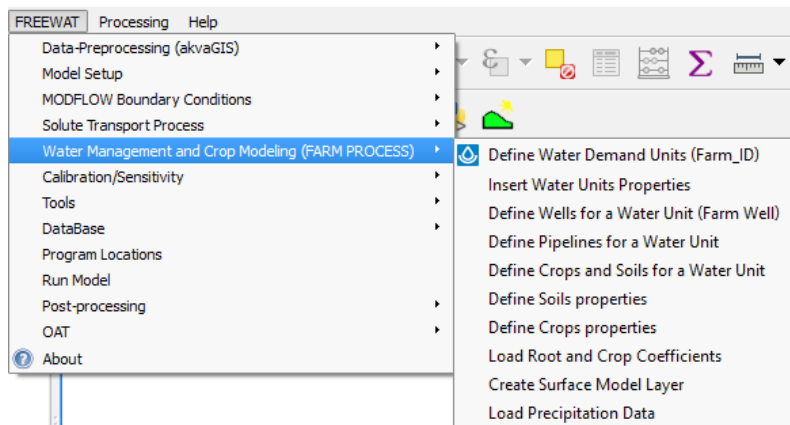
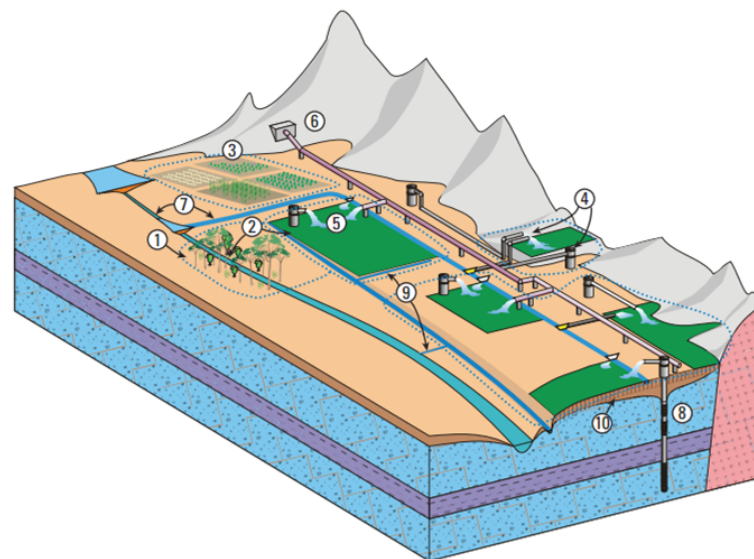
Max capacità del
pozzo

Domanda soddisfatta

Estrazione
acque
sotterranee

Deficit idrico

(Ottimizzazione)



Analisi di sensitività e calibrazione con UCODE_2014

Come il mio modello si rapporta al mondo reale?

Analisi di sensitività

- Quanto sono importanti le osservazioni per la stima dei parametri?
- Sono necessarie nuove osservazioni per la stima dei parametri?

- Quali valori dei parametri producono il miglior fit rispetto alle osservazioni?

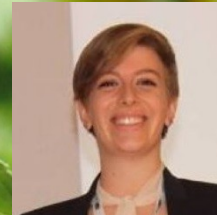
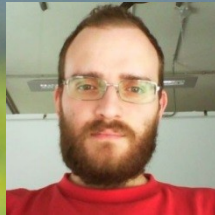
Calibrazione

**Utilizzo del modello per connettere quantitativamente
Osservazioni-Parametri**



FREEWAT

Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management
EU HORIZON 2020 Project



Grazie per l'attenzione!

www.freewat.eu



This presentation has fortunately received funding from FP7 MARSOL, H2020 FREEWAT, SWIM IMPROWARE, LIFE REWAT, MED E2STORMED, etc