

## Integrazione del codice MODFLOW (USGS) in QGIS:

il modulo per la simulazione del flusso delle acque sotterranee nell'ambiente  
di simulazione FREEWAT

21 Aprile 2106

Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa

## Integrazione tra modelli numerici e sistemi informativi territoriali

Rudy Rossetto (Scuola Superiore Sant'Anna)  
[r.rossetto@sssup.it](mailto:r.rossetto@sssup.it)



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

## IN ESTREMA SINTESI: bilancio idrico

In questo bilancio 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;
- deterioramento 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)**

# Governo dell'acqua

## RUOLI E COMPITI

Chi pianifica  
Chi gestisce

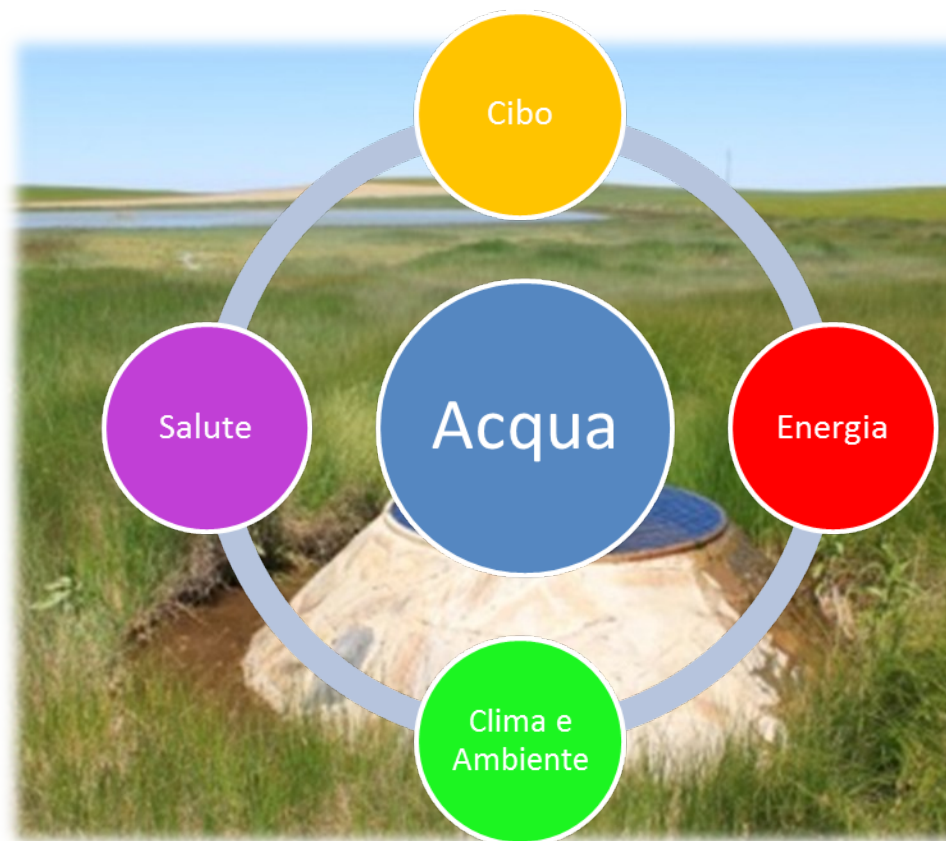
## STRUMENTI ADEGUATI

Strumenti normativi  
Strumenti economico-finanziari

**Strumenti tecnici**

Con quali interventi sul territorio

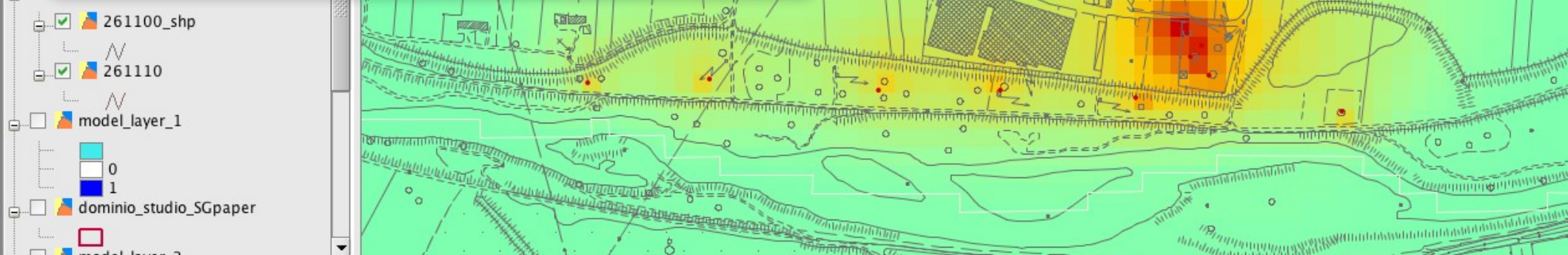
ACQUA AL CENTRO DI UN NESSO



Abbiamo gli strumenti appropriati per affrontare le sfide poste dalla necessità di pianificare e gestire gli usi dell'acqua?

E' sufficiente acquisire dati?

*Possono le banche dati geografiche essere pienamente utilizzate per la gestione della risorsa idrica?*

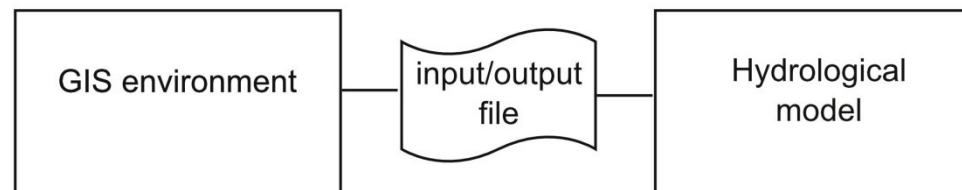
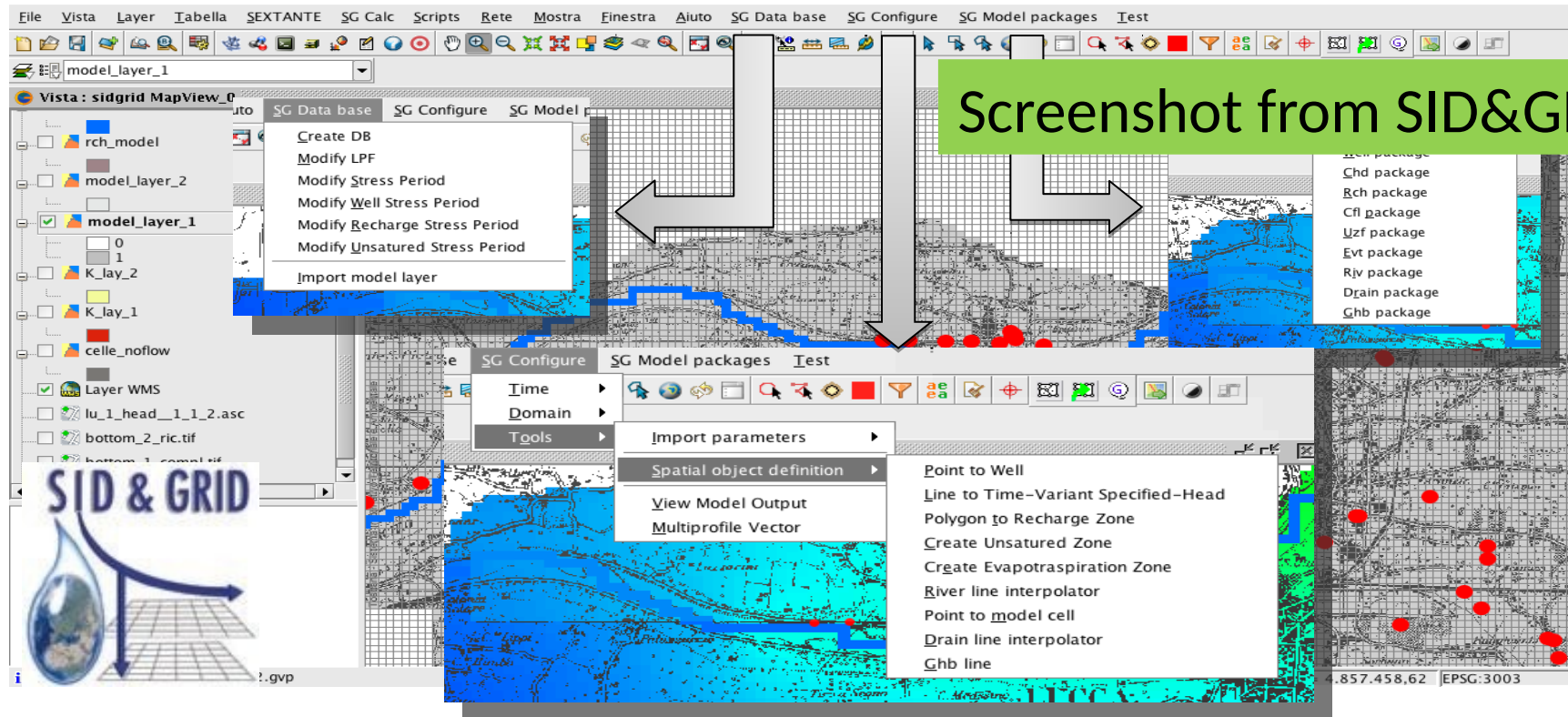


# SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI & ambienti di simulazione

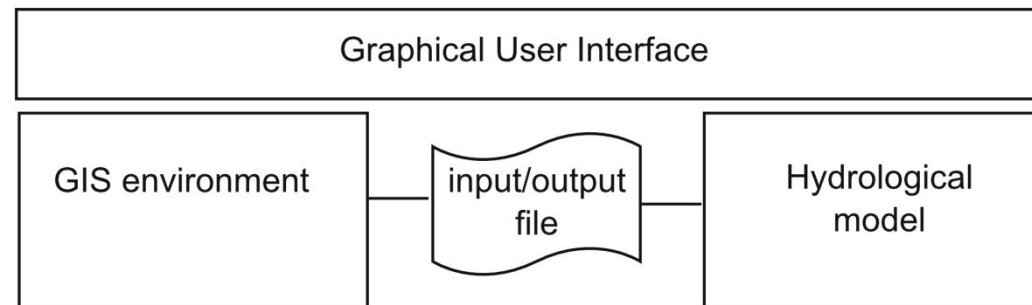
L'integrazione tra i Sistemi Informativi Territoriali e la modellistica numerica è un tema in continua evoluzione nel campo della ricerca scientifica

|                | Reference | Hydrologic cycle | Open source | Free/Commercial | GUI                      | GIS coupling | GIS sw               |
|----------------|-----------|------------------|-------------|-----------------|--------------------------|--------------|----------------------|
| MIKE SHE       |           | whole            | no          | Commercial      | Dedicated                | Loose        | x                    |
| SWAT           |           | whole            | NA          | Free            | GIS integrated           | Tight        | ESRI/MapWindow       |
| PARFLOW        |           | whole            | yes         | Free            | No GUI                   | no coupling  | x                    |
| GSFLOW         |           | whole            | yes         | Free            | GIS integrated           | Loose        | ARGUS one            |
| CATHY          |           | whole            | no          | NA              | No GUI                   | no coupling  | x                    |
| HYDROGEOSPHERE |           | whole            | NA          | NA              | Dedicated                | Loose        | x                    |
| MODFLOW        |           | groundwater only | yes         | Free            | Dedicated/GIS integrated | Loose/Tight  | ESRI/Grass/ARGUS One |
| FEFLOW         |           | groundwater only | no          | Commercial      | Dedicated/GIS integrated | Loose/Tight  | ESRI                 |
| PIHM           |           | whole            | yes         | Free            | GIS integrated           | Tight        | Quantum GIS          |
| PAWS           |           | whole            | NA          | NA              | GIS integrated           | Loose        | x                    |

# SID&GRID?



*Accoppiamento  
leggero*



*Accoppiamento  
stretto*



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

Un ambiente di simulazione open source e di pubblico dominio integrato in GIS per promuovere la gestione della risorsa facilitando e rafforzando l'applicazione delle direttive sull'acqua

## IMPATTO→

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.



# Motivazioni

1. Necessità di strumenti free e open per l'analisi degli utilizzi congiunti di acque sotterranee e superficiali;
2. Utilizzare il contenuto informativo fornito dalle banche dati georafiche e dai dati provenienti dal monitoraggio imposto ad es dalla WFD;
3. Formare gli staff tecnici in enti pubblici e società private all'utilizzo di tecnologie digitali innovative per la gestione della risorsa.

## Open source characteristics of the project→

initiative "*ad includendum*" - further research institutions, private developers etc. may contribute to the project development

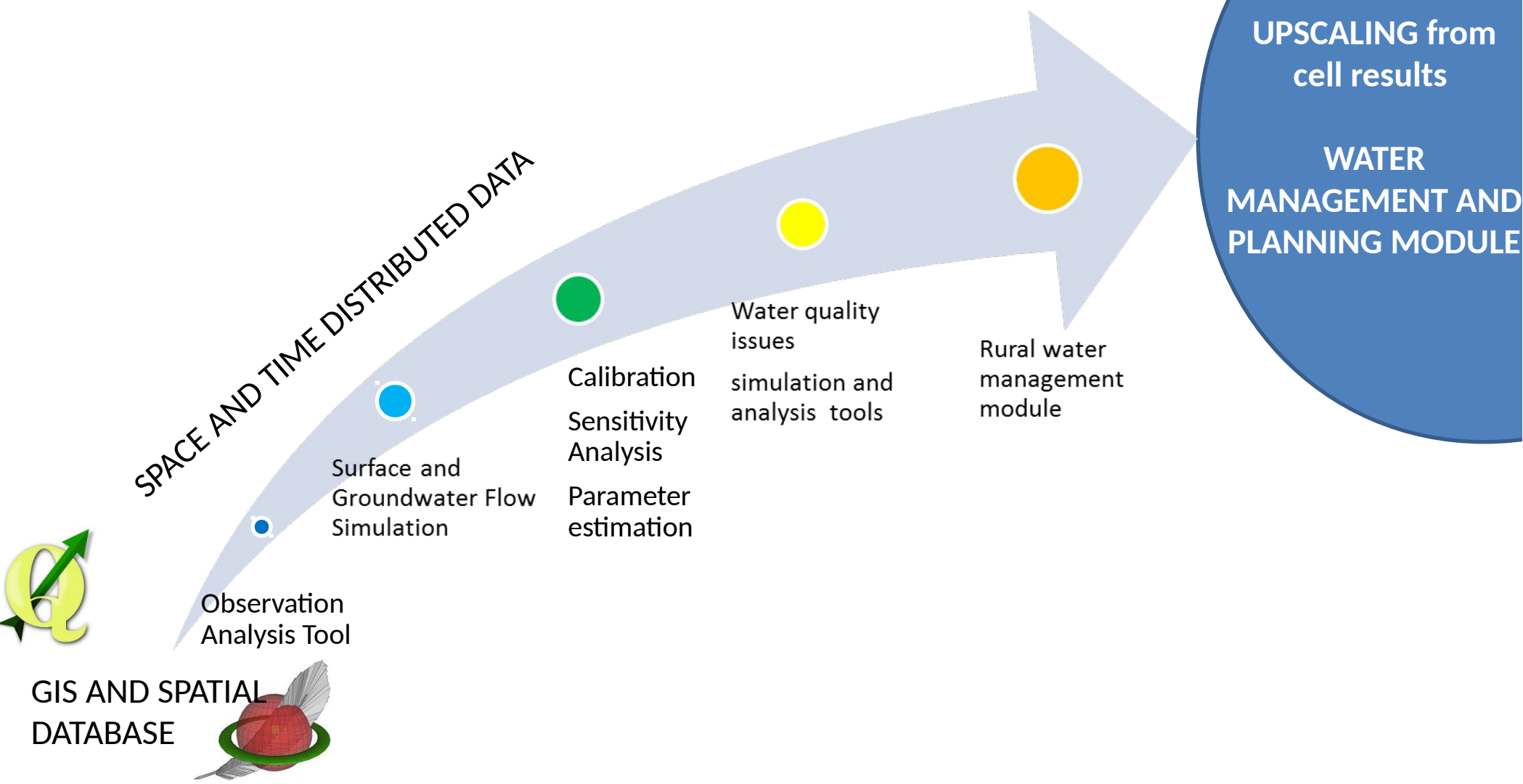
# CHE COSA SI PUO' FARE CON FREEWAT?

La **EU Water Framework Directive** riconosce come rilevanti le attività di simulazione ai fini:

- Del test di ipotesi su modelli concettuali;
- Validare scenari ai fini della formazione dei piani di bacino;
- Valutazione e previsione dello stato della risorsa idrica;
- Valutazione dell'efficacia e gestione di attività di bonifica di siti contaminati;



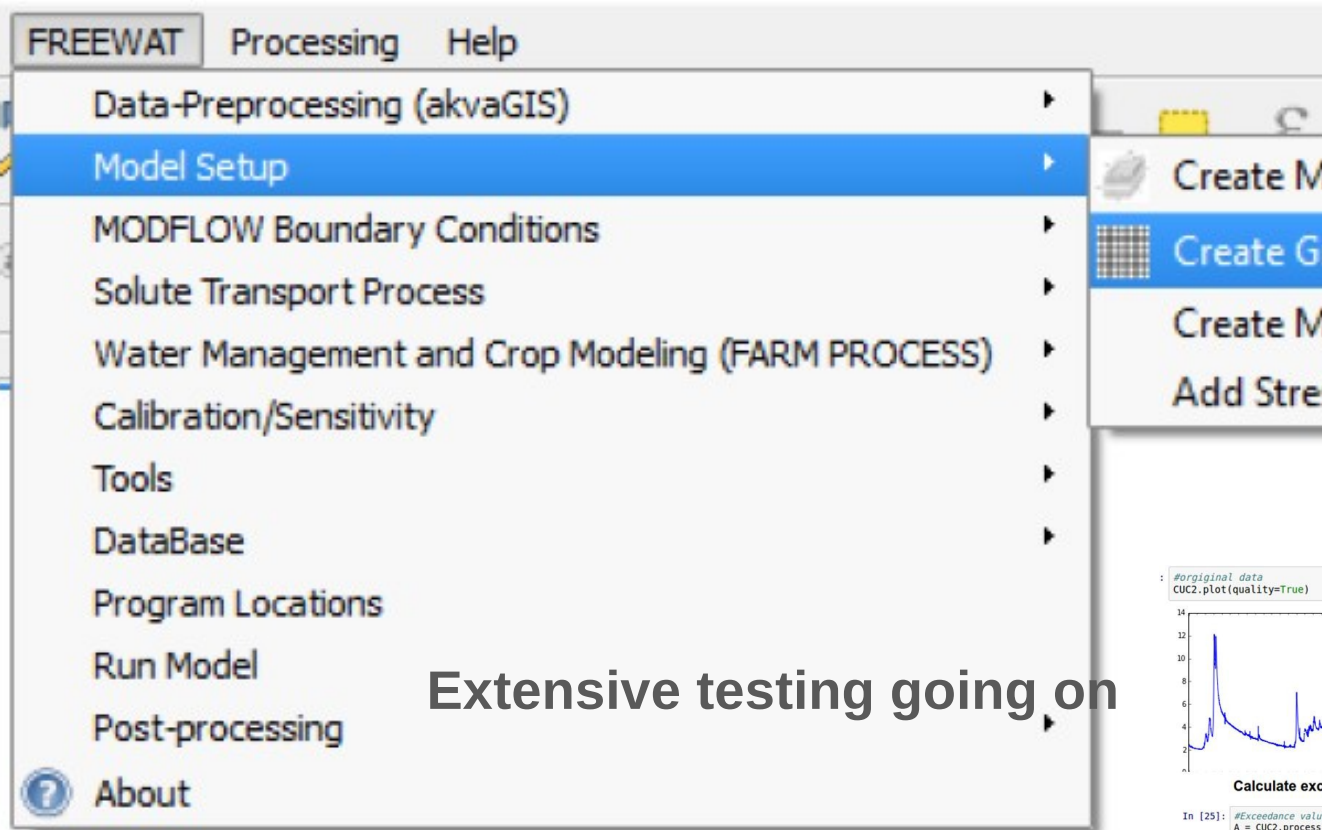
# FREEWAT architettura



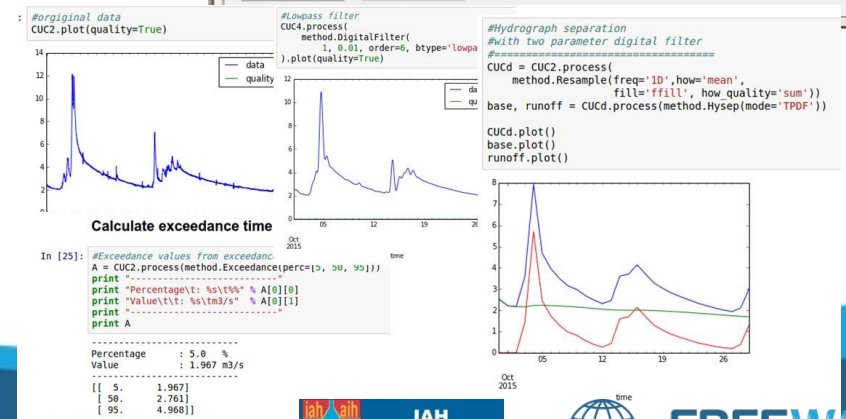
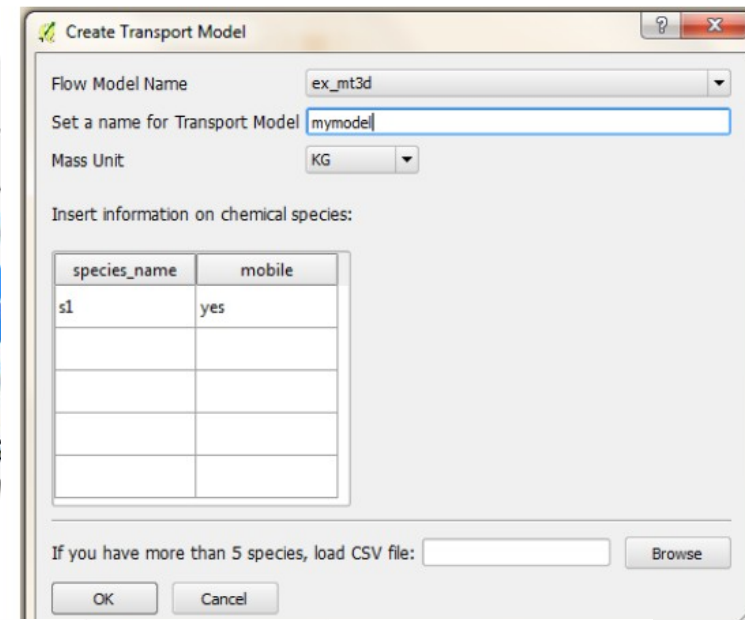


# CHE COS'E' FREEWAT OGGI?

## Un'ambiente di simulazione integrato in QGIS nella sua beta age!!!



Extensive testing going on





# FREEWAT USER MANUAL

## **Volume 1**

**Groundwater modeling using MODFLOW-OWHM  
(One Water Hydrologic Flow Model)**

**by Giovanna De Filippis<sup>(1)</sup>, Matteo Ghetta<sup>(1)</sup>,  
Rudy Rossetto<sup>(1)</sup>**

## **Volume 2**

**Heat and Solute Transport in Subsurface Water Flow  
by Iacopo Borsi<sup>(1)</sup>**

## **Volume 3**

**Water management and crop-growth mod  
by Giovanna De Filippis<sup>(1)</sup> and Rudy Rossetto<sup>(1)</sup>**

**Release Beta 1.0  
V.α.1**

## **Volume 5**

**Observation Analysis Tool**

**by Massimiliano Cannata<sup>(1)</sup>**

**Release Beta 1.0  
V.α.1**

## **Volume 4**

**AkvaGIS (Hydrochemical Analysis Tools and  
Hydrogeological Analysis Tools)**

**by Alejandro Serrano<sup>(1)</sup>, Rotman Criollo<sup>(1)</sup> and  
Violeta Velasco<sup>(1)</sup>**

**Release Beta 1.0  
V.α.1**

## **Volume 6**

**MODFLOW OBServation process**

**by Laura Foglia<sup>(1)</sup> and Steffen Mehl<sup>(2)</sup>**

**Release Beta 1.0  
V.α.1**



# FREEWAT Consortium



## Partners



Coordination: Rudy Rossetto - [r.rossetto@sssup.it](mailto:r.rossetto@sssup.it)

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

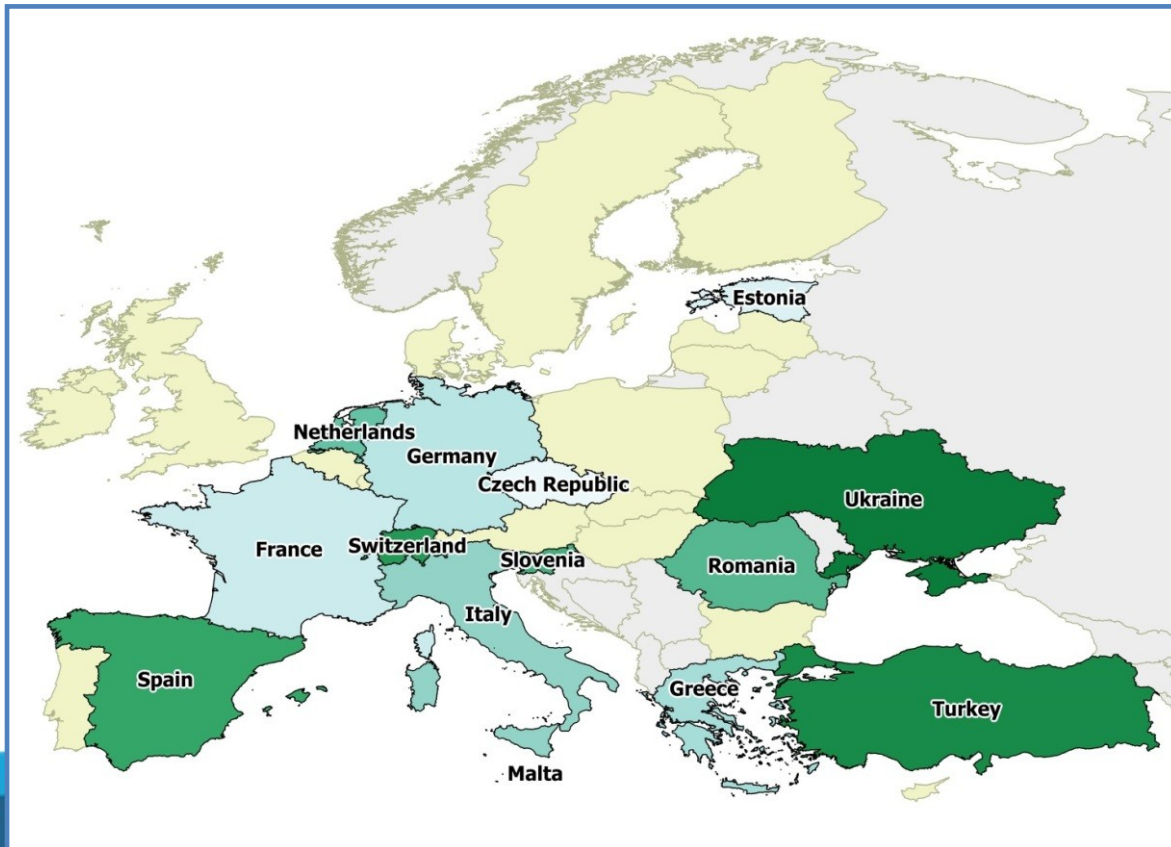




# FREEWAT casi di studio

14 casi di studio:

- 8 dedicati all'applicazione della WFD, GWD (in EU) più 1 caso per l'analisi di questioni su corpi idrici transfrontalieri (CH)
- 5 dedicati alla gestione dell'acqua negli ambienti rurali 2 in EUs, Turkey, Ukraine, e Africa (attraverso UNESCO)





# EU LIFE REWAT 2015 -2019

sustainable WATER management in the lower Cornia valley through demand REduction, aquifer REcharge and river REstoration

Coordinatore:  
Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa



Partners:

Regione TOSCANA  
Acropoli di Populonia -  
Necropoli di San Cerbone



Scuola Superiore Sant'Anna – Istituto di Scienze della Vita



ASA spa



Area Naturale Protetta di  
Interesse Locale Sterpaia

Parchi Val di Cornia

Google

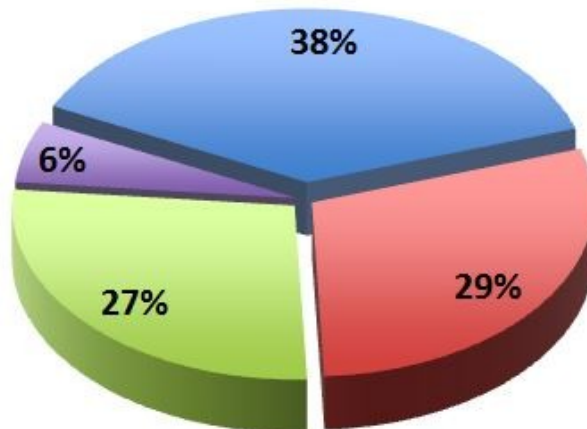


# FREEWAT CAPACITY BUILDING

- Ampio coinvolgimento di stakeholders (più di 200 stakeholders coinvolti)
- Web social and professional networks  
(linkedin group circa 340 followers –  
twitter: 200 followers @h2020freewat)

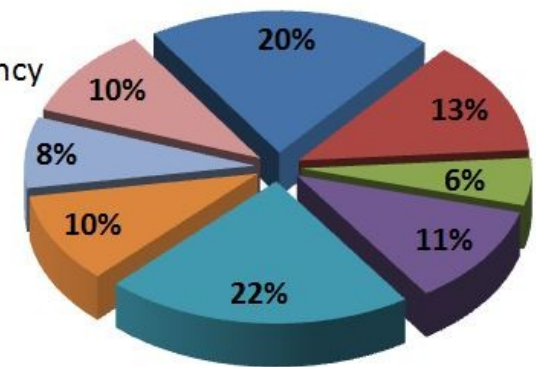
**Area of interest**

■ Water quality  
 ■ Water policies  
 ■ Contaminated site remediation  
 ■ Other



■ Research  
 ■ River basin authority  
 ■ Environmental protection agency  
 ■ Water utility  
 ■ National authorities  
 ■ Local authorities  
 ■ Geoenvironmental company  
 ■ Other

**Type of Institution**







# FREEWAT vs. piattaforme commerciali di simulazione

- Unisce le capacità degli strumenti GIS di geo-processing e post-processing per l'analisi dei dati spaziali a quella del software per la simulazione
- Offre la possibilità a enti pubblici di costruire rappresentazioni altamente informative dinamiche e aggiornabili dei sistemi idrologici dove andare ad archiviare i dati ed effettuare analisi
- Non ci sono costi di licenze (\$\$\$ può essere invece utilizzato per ulteriore sviluppo di applicazioni su misura)



# WATER FOOD ENERGY NEXUS GROUP

@Institute of Life Sciences

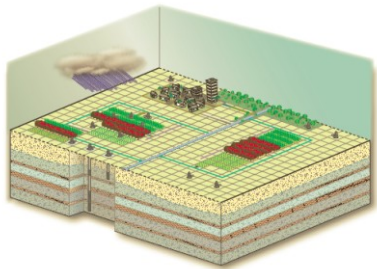
concepire metodologie innovative per la gestione sostenibile della risorsa idrica  
sviluppando sia ricerca di base sia applicata con attenzione al trasferimento  
tecnologico



- *Gestione sostenibile e tutela quali-quantitativa dell'acqua (focus su ambienti rurali e mediterranei)*



- *Esplorare le funzionalità dei servizi agro-ecosistemici collegati all'acqua (impianti di ricarica delle falde – impianti di fitodepurazione di larga scala)*



- *Sviluppo e applicazione di strumenti ICT innovativi per la gestione e la governance dell'acqua*



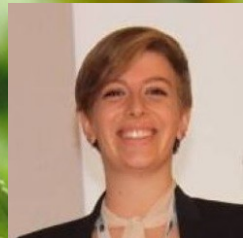


# FREEWAT

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



# Thank you for your attention!



This presentation has fortunately received funding from EU FP7 MARSOL, EU H2020 FREEWAT, EU LIFE REWAT, and of course REGIONE TOSCANA ☺ ☺ ☺