Simulazione e sistemi idroinformatici per la gestione della risorsa idrica

Conferenza nazionale AMFM GIS

Roma 26/09/2013

Iacopo Borsi

Rudy Rossetto

Claudio Schifani

SID & GRID

Unione europea
Fondo sociale europeo

REGIONE TOSCANA

POR FSE
2007-2013
Fondo Sociale Europeo
Programma Operativo
Regione Toscana

MINISTERO DEL LAVORO, DELLA SALUTE E DELLE POLITICHE SOCIALI
Direzione Generale per le Politiche per l'Orientamento e la Formazione

"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)

Gestione della disponibilità naturale della risorsa idrica

Vs.

Crescita domanda antropica
Cambiamenti climatici in atto
Mantenimento agro/eco-sistemi

SID & GRID

REGIONE TOSCANA

Obiettivo di SID&GRID

Sviluppare e rendere operativo
un Sistema di Supporto alle Decisioni
basato su software libero e di pubblico dominio
per la gestione e la pianificazione condivisa della risorsa idrica
utilizzabile da Enti pubblici e Imprese che utilizzano la risorsa

La modellistica numerica permette di effettuare analisi sulle forzanti che governano i sistemi idrologici e costituisce pertanto un valido strumento per affrontare rigorosamente le problematiche relative allo sfruttamento della risorsa idrica

Gli strumenti GIS trattano dati con un linguaggio condiviso proveniente dalla cartografia e usano un'interfaccia intuitiva; inoltre sono capaci di gestire grandi quantità di dati, di effettuare elaborazioni complesse e di accedere efficacemente a Internet con numerosi servizi

Progetto **SID&GRID**

Simulazione e sistemi **ID**roinformatici per la **G**estione delle **R**isorse **ID**riche

POR FSE 2007-2013

Durata: Aprile 2010 -- Marzo 2013

Partner:

Dip. di Matematica, Università di Firenze

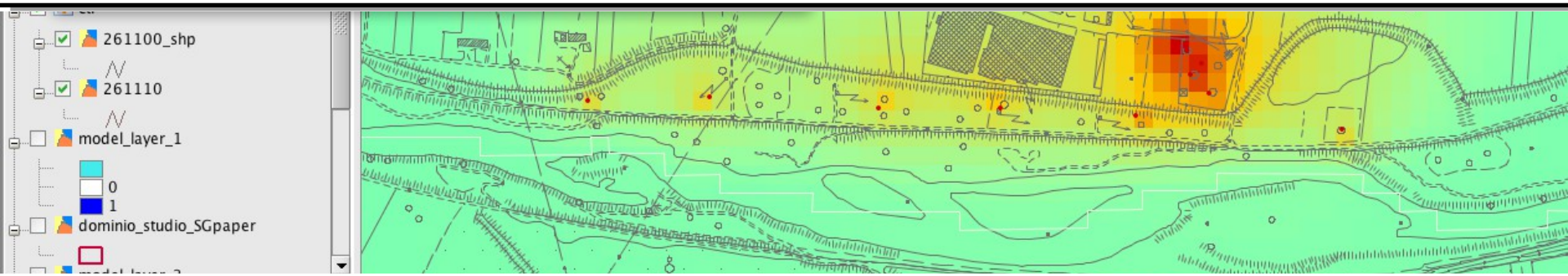
Land Lab, Scuola Superiore S.Anna, Pisa

CNR-ISTI, KDD Lab, Pisa

Ingegnerie Toscane S.r.l.

Autorità di Bacino del Fiume Serchio (Lucca)

Georisorse Studio Associato, Pisa

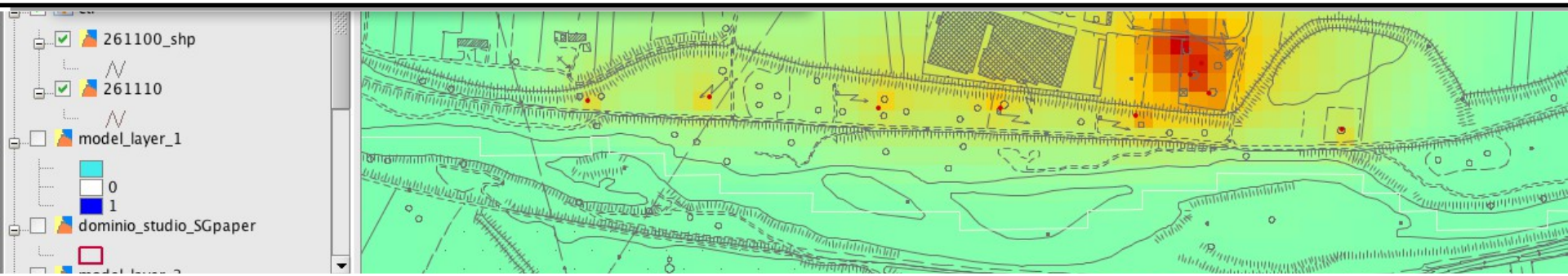


GIS & Modellistica numerica idrologica …

la sinergia tra le due tecnologie valorizza i dati derivanti dal monitoraggio e, permettendo di effettuare **analisi** sulle variabili idrologiche, costituisce un valido **strumento** per affrontare le problematiche relative alla gestione e sfruttamento della risorsa idrica.

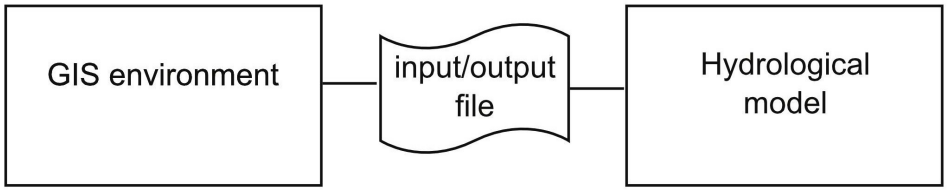
SID & GRID

REGIONE TOSCANA



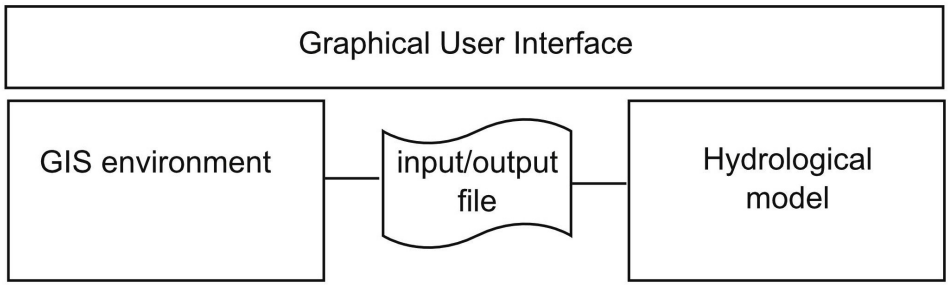
L'integrazione tra i Sistemi Informativi Territoriali e la modellistica numerica (non solo idrogeologica) è un tema in continua evoluzione nel campo della ricerca scientifica

Questione di approcci e linguaggi



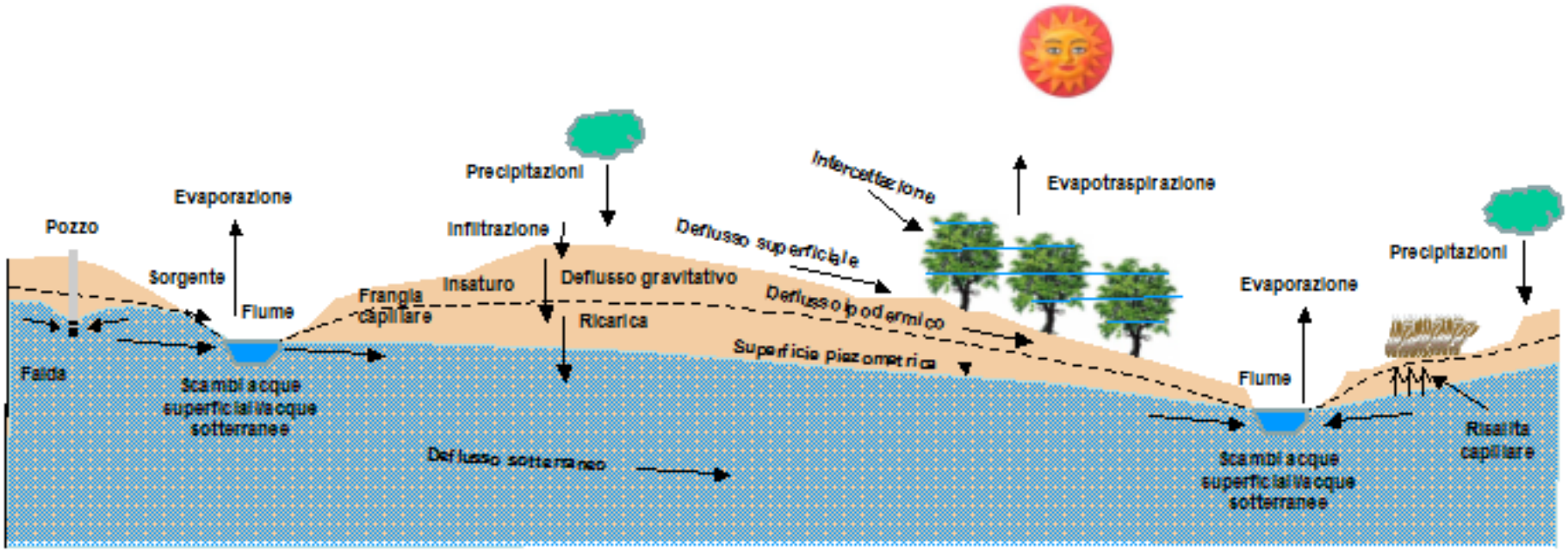
Accoppiamento leggero

Accoppiamento stretto



SOLUZIONE in SID&GRID

Il modello idrologico in SID&GRID



OGNI PROCESSO PUÒ ESSERE DESCRITTO CON UN CODICE

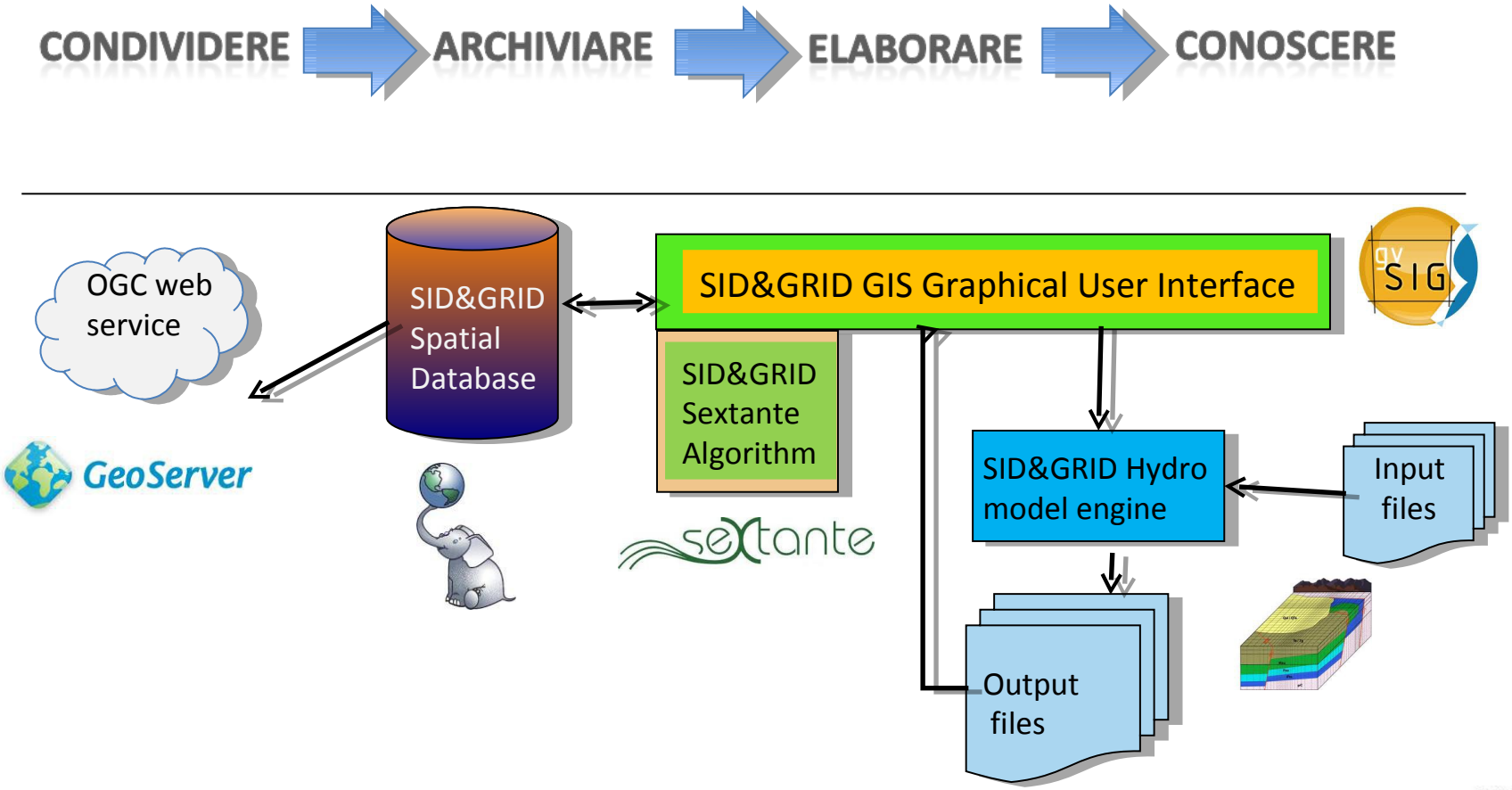
IL MODELLO IDROLOGICO È IL SISTEMA DEI VARI CODICI ACCOPPIATI

N.B. La potenzialità di rappresentare tutto il ciclo idrologico **non preclude** la possibilità di utilizzare lo strumento per investigare solo alcuni aspetti specifici

SID & GRID

REGIONE TOSCANA

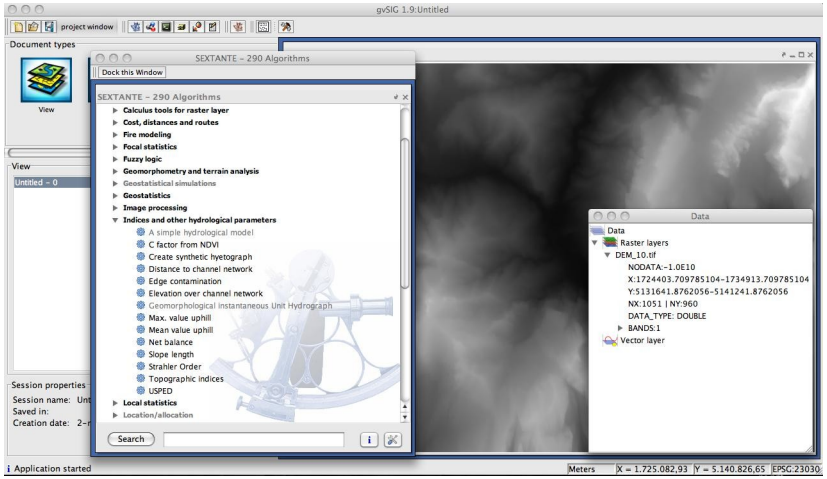
Architettura basata sul metodo dell'accoppiamento stretto



SID & GRID

REGIONE TOSCANA

La piattaforma GIS open source e la componente numerica del modello



Ambiente di sviluppo **Java**, **BeanShell** e **Jython** per nuove estensioni e tool necessari per l'elaborazione dei dati geografici in SID&GRID

La Geolibreria di **SEXTANTE** GIS offre oltre 300 algoritmi di analisi spaziale ed è in grado di interfacciarsi anche con GRASS, Saga GIS e con R

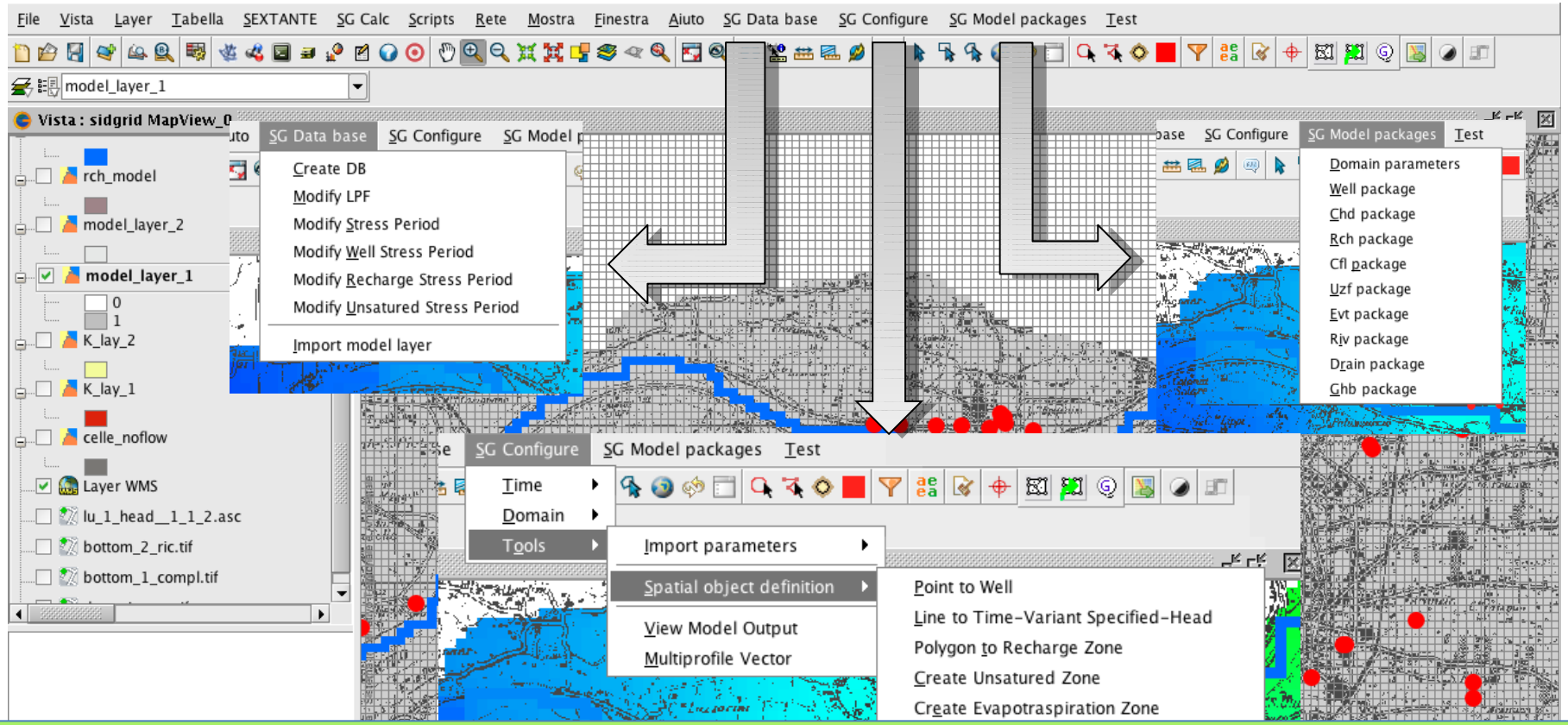
Codice basato su MODFLOW 2005 dell'USGS
-Sorgenti liberamente scaricabili e modificabili
-Modello a differenze finite
-Input costituiti da file ASCII

SEXTANTE
(Sistema Extremeño de Análisis Territorial)

SID & GRID

REGIONE TOSCANA

…un *User Control Panel* per l'intero processo di modellazione



L'utente può **definire** un nuovo scenario di modellazione, **creare** e **gestire** il database, usare specifici algoritmi per **creare** i Model Data Object, **scrivere** I files di input per il solutore numerico, **eseguire** la simulazione, **analizzare** e **visualizzare** in mappa i risultati

SID & GRID

REGIONE TOSCANA

Operatività attuale

SID&GRID permette, attraverso l'effettuazione di simulazioni in ambiente GIS, la conoscenza della distribuzione delle quantità di acqua nel territorio per periodi predefiniti. È quindi possibile:

- pianificare la distribuzione e l'utilizzo della risorsa idrica (definizione dei massimi prelievi sopportabili; previsione e risoluzione di problemi di sovrasfruttamento degli acquiferi; allocazione e eventuale ri-allocazione della risorsa)
- valutare gli impatti sul ciclo idrogeologico causati da cambiamenti climatici e/o trasformazioni urbane e territoriali a supporto delle azioni di governo del territorio
- valutare gli impatti causati da nuovi invasi (dighe) sul bilancio idrico
- valutare gli impatti associati agli emungimenti da campi pozzi idropotabili e/o industriali
- pianificare e gestire l'irrigazione

Formazione per l'utenza

Da Marzo 2011 si è tenuto un **percorso di formazione** in ***GIS e Modellistica per la gestione della risorsa idrica*** rivolto a circa **50 tecnici** di

Regione Toscana (Tutela e gestione delle risorse idriche, Servizio Idrologico, URTAT PI-PT-FI-LI-GR-MS-LU),

Province (FI, PI, LU, MS, PO, AR, GR),

ARPAT,

LAMMA,

Autorità di Bacino (Arno, Serchio, Ombrone),

Gestori (Acque SpA, ASA SpA, GAIA SpA).

6 cicli formativi

LE GEOSCIENZE PER LA SOCIETÀ
Geoitalia 2013
IX Forum Italiano di Scienze della Terra
Pisa, 16-18 settembre 2013

Applying the SID&GRID modeling environment for simulating groundwater flow in aquifers: case studies.

[1]Rossetto, R., [2]Borsi, I., [3]Schifani, C., [4]Agnelli, A., [5]Baldini, E., [6]Benucci, C., [8]Cempini, N., [7]Consumi, F., [5]Del Seppia, D., [9]Di Grazia, A., [5]Franceschini, F., [10]Mazzanti, G., [5]Menichetti, S, [11]Menonna, V., [6]Muti, A., [11]Nannucci, M.S., [6]Ravenna, C., [4]Sodini, M.

[5]ARPAT, [6]ASA spa, [7]AdB Arno, [9]AdB Serchio, [4]Georisorse, [8]Ingegnerie Toscane srl, [3]ISTI CNR, [10]Provincia di Lucca, [11]Regione Toscana, [1]Institute of Life Sciences - Scuola Superiore Sant'Anna, [2]Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Matematica e Informatica

E mail: r.rossetto@sssup.it

During the last decade regulations and recommendations have been issued on the need for the implementation of innovative technologies to manage the water resource. Several kind of hydrological variables are nowadays monitored, but still widespread semi-quantitative or analytical approaches reduce the content of information that might be derived from such data. Physically-based and distributed hydrological modeling may constitute a comprehensive and dynamic tool as: i) it assimilates the available data in a single picture; ii) it may be improved as new data are gathered; iii) it provides information in space and time to water managers; iv) it allows the evaluations of several kind of impacts by means of scenario simulations.

GIS's being able to store, manage/analyse and visualise large spatial datasets are perfect candidates for advancing and facilitating the widespread use of modeling environments. However, the integration between GIS and hydrological modelling is at present mainly achieved through files exchanges between the two systems. Such procedure increases model setup and analysis time and cause data isolation, data integrity problems and broken data flows between models and the pre- and post-processing environment.
The above-mentioned background motivates the need for developing coupled GIS and hydrological modelling environment, as the SID&GRID tight-coupled GIS hydrological model (Fig. 1), based on open source and public domain codes, in order to pre-process data, to run simulations and to analyse results.

A series of case studies were developed by authorities and companies involved in the SID&GRID project. ARPAT and Regione Toscana tested the code functionalities developing a model for a contaminated site and benchmarking it against a commercial one (Fig. 2). Ingegnerie Toscane srl, along with Georisorse, implemented a groundwater flow model for the Empoli alluvial plain (Fig. 3). ASA spa converted an existing groundwater flow model, also developed in a commercial GUI, of a coastal plain in the Province of Livorno (Fig. 4). Autorità di Bacino del Fiume Serchio, Autorità di Bacino del Fiume Arno and Provincia di Lucca collaborated with the scientific partners of the project (Scuola Superiore Sant'Anna, Università degli Studi di Firenze and ISTI-CNR) to implement a groundwater flow model of the Lucca plain (Fig. 5).

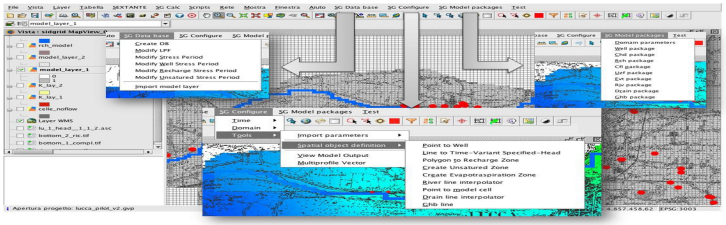


Fig. 1. Sid&Grid control panel.

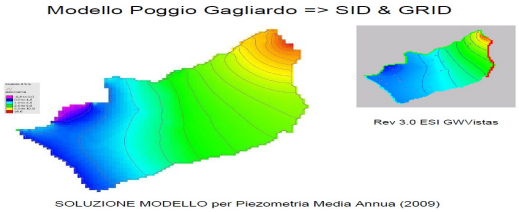


Fig. 2. Sid&Grid vs. commercial one simulation results.

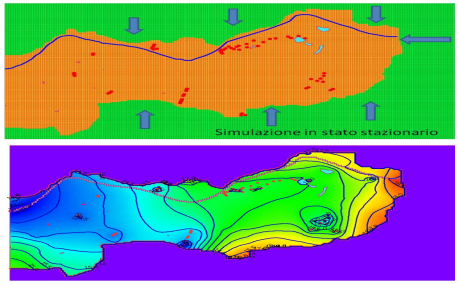


Fig. 3. Empoli aquifer steady state groundwater flow.

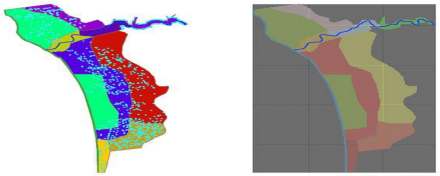


Fig. 4. Polygon import for assigning hydraulic properties to the model.

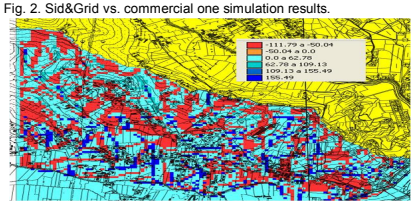


Fig. 5. Simulated run-off on Lucca hills during a storm event.

Results of the above-mentioned case studies demonstrate the reliability and flexibility of such modelling environment and the possibility to use it among governing authorities, agencies, water utilities as a common framework for the management of the groundwater resource.

The code is now freely available along with a dedicated manual and tutorials at the web page:
http://sidgrid.isti.cnr.it

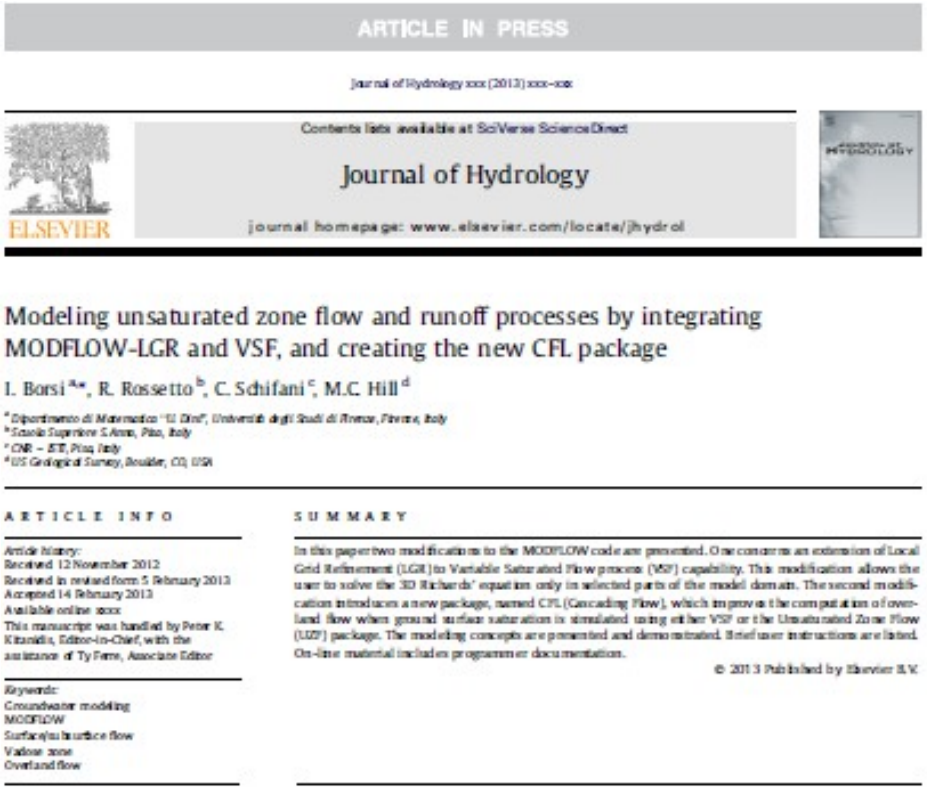
Collaborazioni internazionali

USGS (U.S. Geological Survey) – sviluppatori di MODFLOW: Hill, Mehl, Niswonger, Thoms, ...

International Group for Models Intercomparison (USA, Italia, ecc.) e in particolare gli sviluppatori di CATHY:

Putti (Padova), Orlandini (Modena), Paniconi (Québec), Sulis (Bonn)

I. Borsi, R. Rossetto, C. Schifani and M. Hill, Modeling unsaturated zone flow and runoff processes by integrating MODFLOW-LGR and VSF, and creating the new CFL Package, *Journal of Hydrology* (2013), in press.



ARTICLE IN PRESS

Journal of Hydrology xxx (2013) xxx–xxx

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol

ELSEVIER

Modeling unsaturated zone flow and runoff processes by integrating MODFLOW-LGR and VSF, and creating the new CFL package

I. Borsi [a,*], R. Rossetto [b], C. Schifani [c], M.C. Hill [d]

[a] Dipartimento di Matematica "U. Dini", Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy
[b] Scuola Superiore S.Anna, Pisa, Italy
[c] CNR – IST, Pisa, Italy
[d] US Geological Survey, Boulder, CO, USA

ARTICLE INFO

Article history:
Received 12 November 2012
Received in revised form 5 February 2013
Accepted 14 February 2013
Available online xxxx
This manuscript was handled by Peter K. Kitanidis, Editor-in-Chief, with the assistance of Ty Ferre, Associate Editor

Keywords:
Groundwater modeling
MODFLOW
Surface/subsurface flow
Vadose zone
Overland flow

SUMMARY

In this paper two modifications to the MODFLOW code are presented. One concerns an extension of Local Grid Refinement (LGR) to Variable Saturated Flow process (VSF) capability. This modification allows the user to solve the 3D Richards' equation only in selected parts of the model domain. The second modification introduces a new package, named CFL (Cascading Flow), which improves the computation of overland flow when ground surface saturation is simulated using either VSF or the Unsaturated Zone Flow (UZF) package. The modeling concepts are presented and demonstrated. Brief user instructions are listed. On-line material includes programmer documentation.

© 2013 Published by Elsevier B.V.

Pubblicazioni: 7 pubblicazioni su riviste nazionali e internazionali (pubblicate, in corso di pubblicazione e in preparazione).

Potenziali sviluppi (valorizzazione della ricerca)

Il software SID&GRID può essere **potenziato** per affrontare ulteriori rilevanti tematiche territoriali/ambientali:

1. Definizione delle **aree di rispetto** e **salvaguardia campi pozzi idropotabili**
2. Gestione e prevenzione dell'**intrusione salina**
3. Simulazione del trasporto di **sostanze contaminanti/inquinanti** in falda e nelle acque superficiali
4. Accoppiamento con altri codici per la simulazione della crescita colturale
5. Simulazioni via web…

SID & GRID

REGIONE TOSCANA

THANKS FOR YOUR ATTENTION!

FREE download at:

http://sidgrid.isti.cnr.it

Join Linkedin SID&GRID – Gruppo Utenti