

Progetto LIFE⁺ TRUST: uno strumento di supporto all'implementazione della Direttiva Europea 2000/60/CE, metodologie e risultati

LIFE⁺ TRUST project: tool to assist the implementation of the Framework Directive 2000/60/CE, methodology and results

Vincenzo Marsala

Riassunto: Il progetto TRUST è finanziato dalla comunità Europea, attraverso la linea di intervento LIFE⁺.

Il progetto TRUST ha interessato l'acquifero del sistema dell'Alta Pianura Veneto Friulana ed in particolare le misure di mitigazione da attuare per la riduzione dell'impatto dei cambiamenti climatici.

Esso si prefigge di implementare uno strumento che attraverso un modello di bilancio idrico del sistema acquifero dell'area di studio supporta le istituzioni nella definizione di politiche sostenibili di pianificazione e gestione delle risorse idriche sotterranee e delle relative misure da adottare.

Questo articolo passa in rassegna lo sviluppo e l'applicazione di strumenti modellistici per il bilancio delle acque sotterranee si-

mulando il deficit di risorsa idrica. Gli scenari di deficit idrico sono funzione dei cambiamenti climatici e delle piogge ed evapotraspirazione giornaliere attese in futuro così come risultanti dalle simulazioni climatiche (SRES-IPCC scenari A1B e A2) dei modelli dell'area mediterranea per il XX e XXI secolo.

I risultati dei modelli mostrano che una significativa parte del deficit che si creerà potrà essere recuperata attraverso l'utilizzo di tecniche di ricarica controllata e quindi l'attuazione di un approccio tipo "banca dell'acqua" cioè una gestione delle acque sotterranee che prevenga gli affetti futuri dei cambiamenti climatici


Parole chiave: Alta pianura veneto-friulana, Acquifero, Ricarica della falda in condizioni controllate, Gestione delle acque sotterranee.

Keywords: High Veneto and Friuli Region plain, Aquifer, Managed Aquifer Recharge, Groundwater management.

Abstract: *The TRUST project is funded by the European Commission's by the Life+ Programme. The aim of the TRUST project is the identification of the adaption and mitigation measures to counteract the impacts of climate change on the groundwater of the Upper Plain in the Veneto and Friuli region in North-Eastern Italy.*

The TRUST project aims at implementing a water balance modelling tool to support institutions in formulating sustainable water management planning policies and best practices.

This paper reviews the development and application of the tools for the groundwater balance model that simulate the groundwater deficit. Projections on the water deficit as a function of Climate Change have used future precipitation and evapotranspiration patterns derived from climate simulations (SRES-IPCC scenarios A1B and A2) of the Mediterranean region for the 20th and 21st centuries. Model outputs showed that a significant part of future water deficit might be recovered with Managed Aquifer Recharge that will permit the groundwater management preventing the climate change effect.

Vincenzo MARSALA 
SGI Studio Galli Ingegneria
Via della Provvidenza 13 - 35030 Sarmeola di Rubano (PD)
Tel. +39 049 8976 844, Fax +39 049 8976 784
e-mail: vincenzo.marsala@sgi-spa.it - www.sgi-spa.it

Ricevuto: 31 luglio 2014 / Accettato: 27 agosto 2014
Pubblicato online: 30 settembre 2014

© Associazione Acque Sotterranee 2014

Introduzione

Il progetto LIFE TRUST (Tool for regional - scale assessment of groundwater storage improvement in adaptation to climate change, LIFE07 ENV/IT/000475) si focalizza sulla costruzione di una catena di modelli per la modellazione climatica (Gualdi, 2010), idrologica (Ferri, 2010) e idrogeologica (componenti fondamentali della modellazione integrata del bilancio idrico del progetto TRUST) permettendo di verificare l'efficacia dell'uso di tecniche di ricarica della falda in condizioni controllate. Tali strumenti sono un supporto importante per l'implementazione delle direttive comunitarie sulle acque e la pianificazione da parte degli amministratori di interventi di gestione delle acque sotterranee tramite misure di compensazione degli squilibri creati dai cambiamenti climatici.

I cambiamenti climatici si manifestano sia alla scala globale che anche a livello locale tanto che sono oggetto di diverse direttive comunitarie sulla normativa ambientale come la Water Framework Directive (2000/60/EC) e la Groundwater Directive (2006/118/EC). Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle risorse idriche sono attualmente uno dei fattori di maggiore pressione sulle scelte politiche e sulle attività umane rappresentando una sfida globale per il futuro. L'area di studio del progetto TRUST (Fig. 1) si estende per circa 3100 km² nell'alta pianura veneto-friulana, a monte della fascia delle risorgive e a valle dell'ingresso in pianura dei bacini idrografici nazionali del nord-est, ovvero i bacini dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento e Isonzo.

Il progetto LIFE+ TRUST ha permesso utilizzando i dati sperimentali ricavati in tre aree pilota dell'alta pianura veneto friulana, con l'ausilio dei modelli realizzati, di valutare la potenzialità in termini generali della ricarica controllata quale misura compensativa degli effetti dei cambiamenti climatici.

Approccio metodologico

Il punto di partenza del progetto TRUST sono stati i dati meteo climatici di input prodotti dal modello CMCC-Med, al fine di investigare la risposta idrologica dei bacini in seguito alle condizioni climatiche previste per il XXI secolo. Il modello usato da CMCC, Centro euro-mediterraneo per i cambiamenti climatici partner del progetto (Gualdi, 2010), è un modello globale oceano/atmosfera accoppiato con un modello climatico a loro volta accoppiati con un modello ad elevata risoluzione relativo all'area mediterranea. La risoluzione finale planimetrica è pari a 8 km, a partire da una maglia originaria del modello globale che è di 80 km. Le simulazioni si sono concentrate sulla seconda parte del XX secolo (1951-2000) e sulle proiezioni per il XXI secolo (2001-2100; Gualdi, 2010).

Il modello descrive l'effetto dei cambiamenti climatici per diversi scenari in termini di modifica delle temperature e delle piogge all'interno dell'area di studio.

Al fine di analizzare i possibili effetti generati dal clima futuro, le serie temporali di pioggia e temperatura sono state simulate con modello geomorfoclimatico realizzato dell'ente beneficiario del progetto (Autorità di bacino dei fiumi dell'alto Adriatico; Ferri, 2010) e sono stati eseguiti i raffronti tra le simulazioni idrologiche riferite allo stato attuale e quelle future. Si riporta ad esempio il caso del Torrente Astico (Fig. 2), per cui i risultati delle simulazioni mostrano per il futuro (2071-2100) un incremento del deflusso medio mensile in inverno, dovuto ad un generale aumento delle precipitazioni e delle temperature. Il deflusso simulato forzando il modello con le proiezioni climatiche future, se confrontato con quello attuale, evidenzia una leggera diminuzione in termini di volume totale annuo (Fig. 2). Rispetto ai dati storici (1950-1965; Ferri, 2010) trova conferma, ed anzi viene enfatizzata,

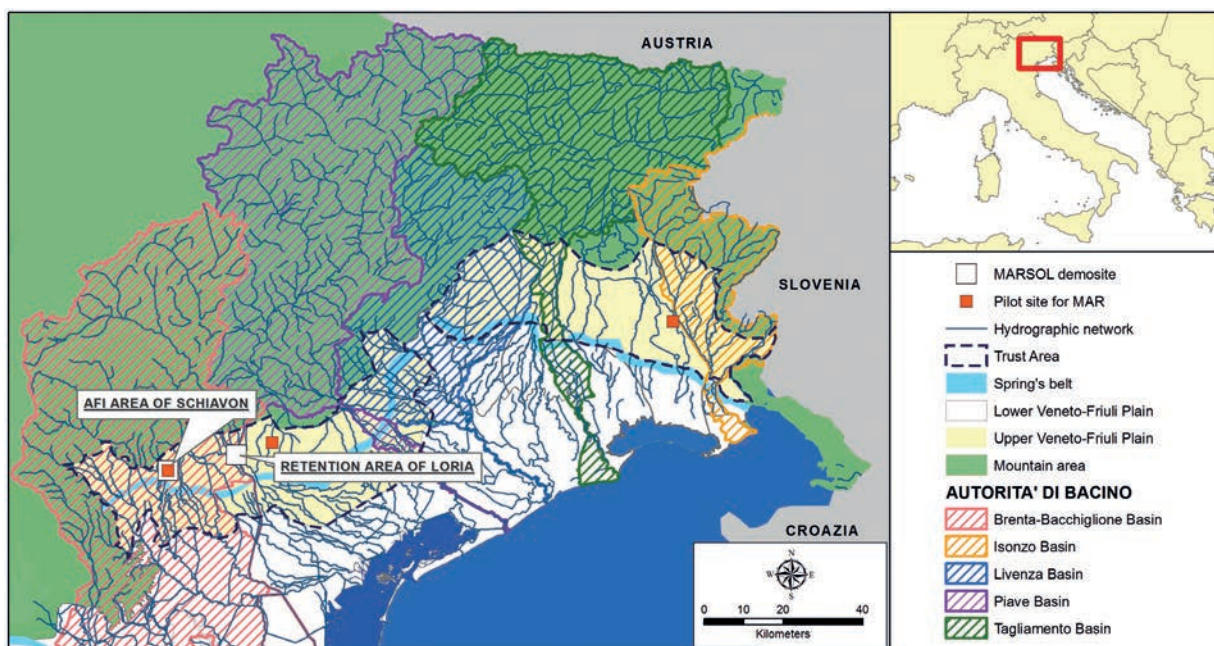


Fig. 1 -Area di studio TRUST.

Fig. 1 - Study area TRUST project.

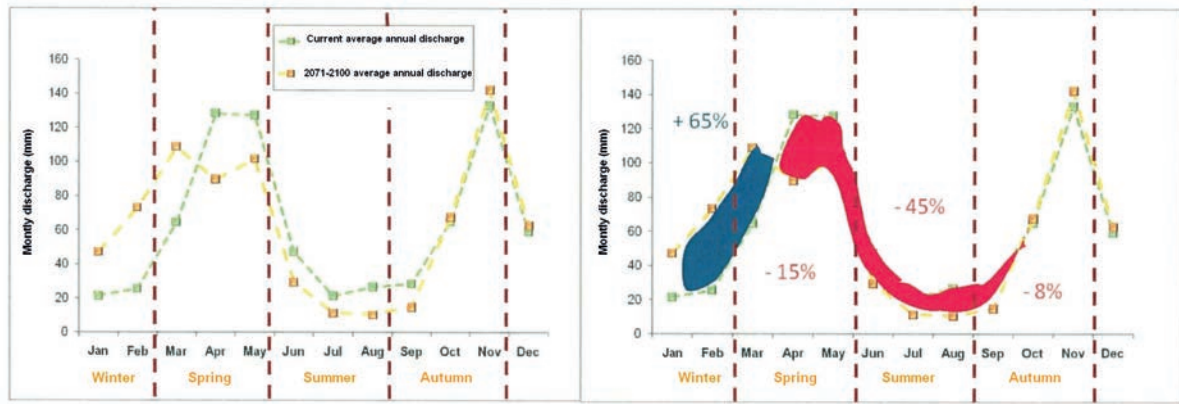


Fig. 2 - Andamento del deflusso mensile del Torrente Astico (bacino chiuso a Pedescala) allo stato attuale e relativo al trentennio 2071-2100.

Fig. 2 - Monthly discharge in the Astico river basin at Pedescala village, in the current situation compared to the period 2071-2100.

una marcata diminuzione nei deflussi nel periodo primaverile – estivo (Aprile-Agosto), tendenza questa già in atto allo stato attuale.

In generale, nei bacini di studio, si evidenzia un anticipo dei processi di scioglimento del manto nevoso ed una conseguente diminuzione dei deflussi nel periodo estivo (Ferri, 2010).

In figura 3 si riporta, sempre nel caso del Torrente Astico, l'andamento del deflusso mensile riferito all'anno medio nella situazione idrologica attuale (verde), e all'anno più siccitoso (rosso) e più piovoso (blu; in termini di volume totale annuo defluito) nel periodo 2071-2100. Si evidenzia la marcata differenza tra il deflusso mensile dell'anno futuro siccitoso e quello riferito allo stato attuale, in particolare nella stagione primaverile (Ferri, 2010).

I risultati del modello idrologico, implementato applicando le proiezioni climatiche corrispondenti allo scenario IPCC A1B, hanno evidenziato un aumento di circa il 60% del deflusso medio invernale, se comparato alla situazione attuale (periodo di riferimento del progetto 2000-2008). Al contrario, durante le stagioni primaverile, estiva ed autunnale, il deflusso simulato sembra diminuire, in particolar modo quello estivo che si abbassa di circa il 40%. Un comportamento simile è emerso anche dall'analisi degli andamenti dei deflussi simulati in corrispondenza dell'anno più piovoso e meno pio-

voso del periodo 2071-2100.

La generale riduzione nei deflussi annuali potrebbe tradursi in un probabile peggioramento dello stato delle acque sotterranee nella regione di studio, che è stato valutato implementando un modello di bilancio idrogeologico alimentato con gli scenari idrologici prodotti.

La catena modellistica elaborata e utilizzata nel progetto TRUST è evidenziata nella seguente figura 4.

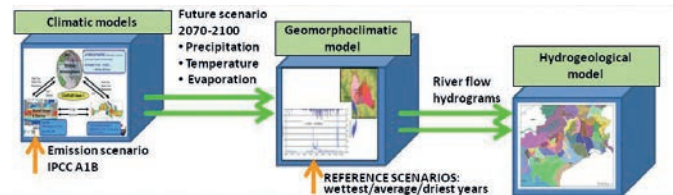


Fig. 4 - Schematizzazione dei modelli per l'analisi del bilancio idrico utilizzati nel progetto TRUST: climatico (CMCC, Gualdi, 2010), idrologico geomorfoclimatico (Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico; Ferri, 2010) e idrogeologico (SGI Studio Galli Spa, oggetto del presente articolo).

Fig. 4 - Model chain scheme to analyze the water balance within the TRUST project: climatic model (CMCC, Gualdi, 2010), Hydrologic and geomorphologic model (Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico; Ferri, 2010) and hydrogeological model (SGI Studio Galli SpA, object of this paper).

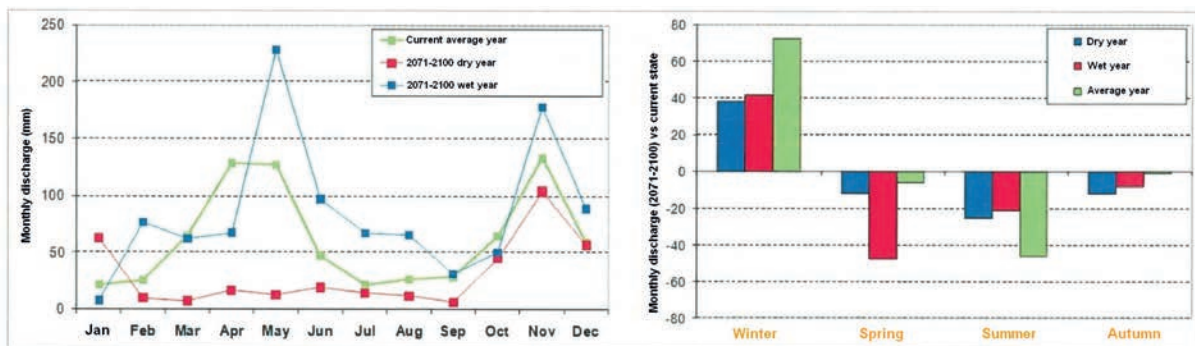
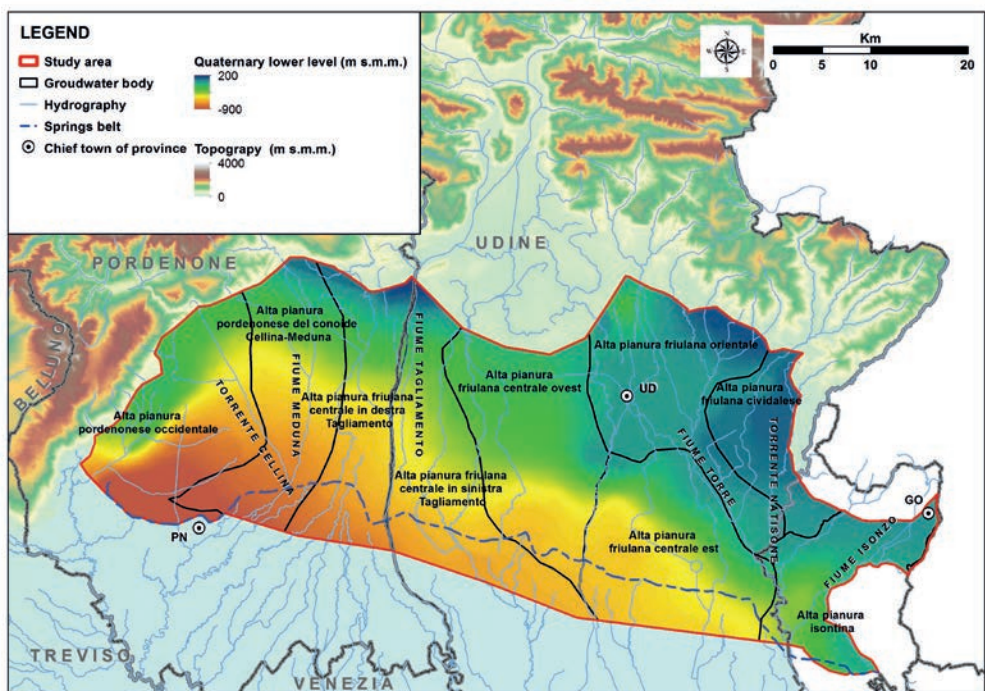


Fig. 3 - Deflusso mensile relativo allo stato attuale, e all'anno più piovoso e meno piovoso (in termini di volume totale annuo defluito) nel periodo 2071-2100; variazioni nel deflusso medio stagionale ottenute con le simulazioni climatiche future (scenario A1B) rispetto allo stato attuale (periodo di riferimento 2000-2008): i valori si riferiscono alle differenze tra le medie stagionali del trentennio 2071-2100 e le medie attuali (Ferri, 2010).

Fig. 3 - Monthly discharge in the current situation, related to the wet and dry year during the period 2071-2100; and variation of the average discharge compared to the current situation (A1B scenario), the values are referred to the difference from the average seasonal river flow in the period 2071-2110 and the current situation (Ferri, 2010).

In particolare il modello di bilancio idrogeologico copre un'area di circa 4000 km² e comprende la zona di ricarica degli acquiferi, caratterizzata nella parte superiore da sedimenti prevalentemente ghiaiosi, che ospita un esteso acquifero non confinato (Fig. 5a e Fig. 5b) e, nella parte inferiore dall'inter-

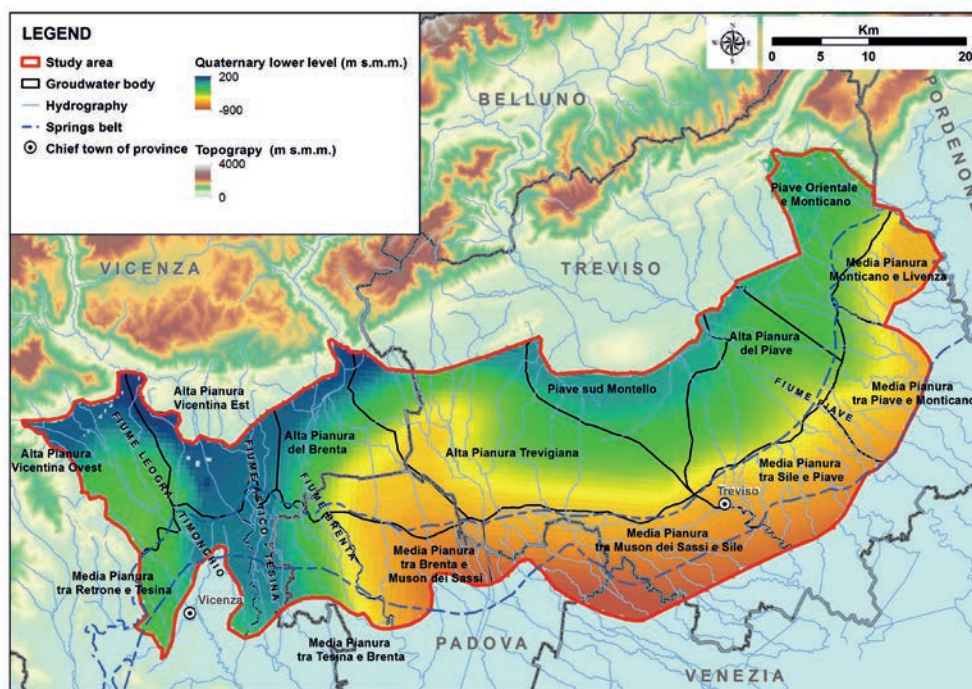
calarsi di litologie a granulometria progressivamente più fine, che ospitano la fascia di transizione delle risorgive, un'area naturalmente originata da affioramenti della falda freatica a causa della presenza di materiali via via meno permeabili anche a scarsa profondità.



a

Fig. 5a - Letto dei depositi quaternari nell'area dell'alta pianura friulana e distribuzione dei corpi idrici sotterranei.

Fig. 5a - Bottom elevation of the Quaternary deposits in high Friuli Region Plain and groundwater bodies.



b

Fig. 5b - Base dei depositi quaternari nell'area dell'alta pianura veneta e distribuzione dei corpi idrici sotterranei.

Fig. 5b - Bottom elevation of the Quaternary deposits in high Veneto Region Plain and groundwater bodies.

I dati di input del modello utilizzano i dati delle campagne di misura previste dal progetto (misure di portata differenziali in alveo, progetti pilota di ricarica in condizioni controllate, ecc.), oltre che gli output degli altri modelli realizzati (climatico e geomorfoclimatico). Il bilancio idrogeologico si avvale della modellazione eseguita tramite i software Mike 11 e Mike SHE sviluppati dal Danish Hydraulic Institute (DHI; 2014) al fine di analizzare le dinamiche di falda e fluviali.

Nell'ambito del progetto LIFE+ TRUST sono state eseguite dai consorzi irrigui su tre aree campione (due nell'alta pianura veneta e 1 nell'alta pianura friulana, si veda la Fig. 1) una serie di campagne con test di ricarica in condizioni controllate che hanno permesso di stimare le portate d'infiltrazione nel sottosuolo in relazione al tipo di area sperimentale ed anche ai sistemi e durata dell'irrigazione. Queste campagne hanno fornito dati essenziali per l'implementazione delle aree di ricarica controllata su vasta scala nel modello di bilancio idrogeologico. Le portate d'infiltrazione ricavate variano da 15 fino a 150 l/s per ettaro, in dipendenza dei tipi di terreno e il valore specifico di infiltrazione media è stato misurato pari a circa 50 l/s/ha.

Le simulazioni del modello fluviale sono state condotte con riferimento al periodo 2000 – 2008 (idrogrammi risultanti dal modello idrologico geomorfoclimatico dell'Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico; Ferri, 2010), ed ai tre scenari idrologici di riferimento del periodo 2071-2100 (anno secco, medio e piovoso). Lo studio del sistema degli acquiferi veneti e friulani è stato eseguito adottando l'approccio di tipo deterministico proposto dal codice di calcolo commerciale Mike SHE che è un sistema di simulazione a parametri distribuiti fisicamente basato.

Tale modello analizza nel suo complesso la variazione dei fattori che influenzano il bilancio idrogeologico, come i processi d'infiltrazione, l'impatto antropico, il deflusso superficiale, gli scambi con falde acquifere adiacenti ecc.

Il dominio di calcolo è definito come una griglia computazionale con celle quadrate di 200 metri. Dal punto di vista altimetrico, la geometria del modello è confinata tra la topografia del terreno, definita mediante un Modello Digitale del Terreno a 30 m, e la parte inferiore del sistema deposizionale permeabile quaternario (Fig. 5a e Fig. 5b).

Una volta implementati i suddetti flussi potenziali in entrata e in uscita (afflussi naturali meteorici efficaci, afflussi naturali da rete idrografica fluviale, afflussi artificiali dovuti alle pratiche irrigue, afflussi artificiali da rete consorziale, afflussi e deflussi naturali sotterranei da altre unità, deflussi naturali di risorgiva, deflussi artificiali per prelievi), sono state completate le simulazioni di flusso idrico sotterraneo per il periodo 2000 – 2008: al limite inferiore del dominio di calcolo si è implementata una condizione al contorno di carico imposto (falda che si raccorda con l'affioramento delle piezometriche in corrispondenza delle linee delle risorgive).

In particolare, durante una prima fase di taratura (Fig. 6) sono stati utilizzati come riferimento i dati ARPAV delle misurazioni dei livelli di falda riorganizzati in un database appositamente realizzato (circa 200 stazioni di misura) e facente

parte del patrimonio documentale dell'Ente beneficiario (Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico; Cisotto, 2007 e Cisotto, 2011).

Una seconda serie di simulazioni, volte ad analizzare il comportamento degli acquiferi nei 3 scenari idrologici attuali e futuri, è stata invece realizzata imponendo lungo il contorno meridionale del dominio una piezometria costante nel tempo, ma variabile nello spazio in funzione della topografia: simulando la migrazione della fascia delle risorgive.

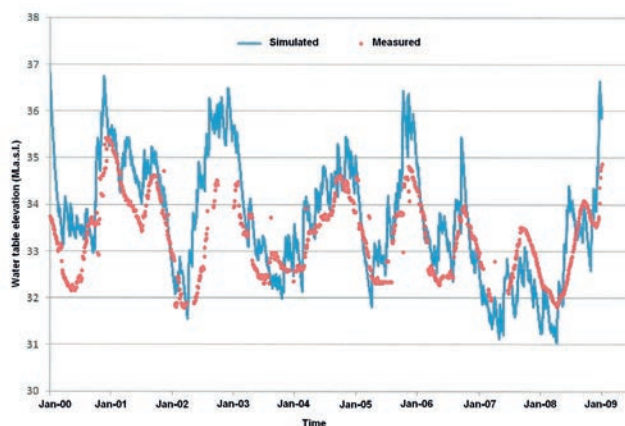


Fig. 6 - Confronto tra livelli freaticometrici simulati e misurati per la validazione del modello di falda.

Fig. 6 - Comparison between the measured and the simulated water table levels using the groundwater flow model.

Il modello idrogeologico di bilancio è stato realizzato considerando un sistema monofalda con caratteristiche litologiche ed idrogeologiche omogenee alla scala del corpo idrico sotterraneo. Occorre evidenziare, infatti, che lo scopo del progetto è quello di rappresentare il bilancio idrogeologico dei corpi idrici sotterranei anche se ciò comporta necessarie approssimazioni e assunzioni della estrema articolazione geologica del sottosuolo.

L'alimentazione totale nel periodo 2000 -2008 risulta mediamente di 110 m³/s per l'area di studio veneta. L'infiltrazione in falda di provenienza zenitale e dalla rete irrigua è stimata in 55 m³/s a cui si aggiungono le dispersioni dei corsi d'acqua, che sono dell'ordine dei 44 m³/s.

Riguardo la Regione Friuli Venezia Giulia, la ricarica annuale della falda è stata stimata in circa 155 m³/s, di cui 90 m³/s provengono dalle dispersioni fluviali e 65 m³/s dalle infiltrazioni superficiali.

Dal punto di vista della disponibilità idrica in falda il periodo maggiormente critico è quello al termine della stagione irrigua. Per l'area di studio veneta nell'anno idrologico medio (Fig. 7a), in futuro si prospetta considerando il periodo che va da inizio anno fino a tutto il periodo irriguo (fine settembre), una riduzione dell'alimentazione della falda che raggiunge 255 Mm³ (-10%), valore che si mantiene sostanzialmente invariato nel bilancio annuale. Analogamente nell'area friulana (Fig. 7b) i futuri squilibri della ricarica della falda nei suddetti periodi sono in riduzione per circa 410 Mm³ (-11%).

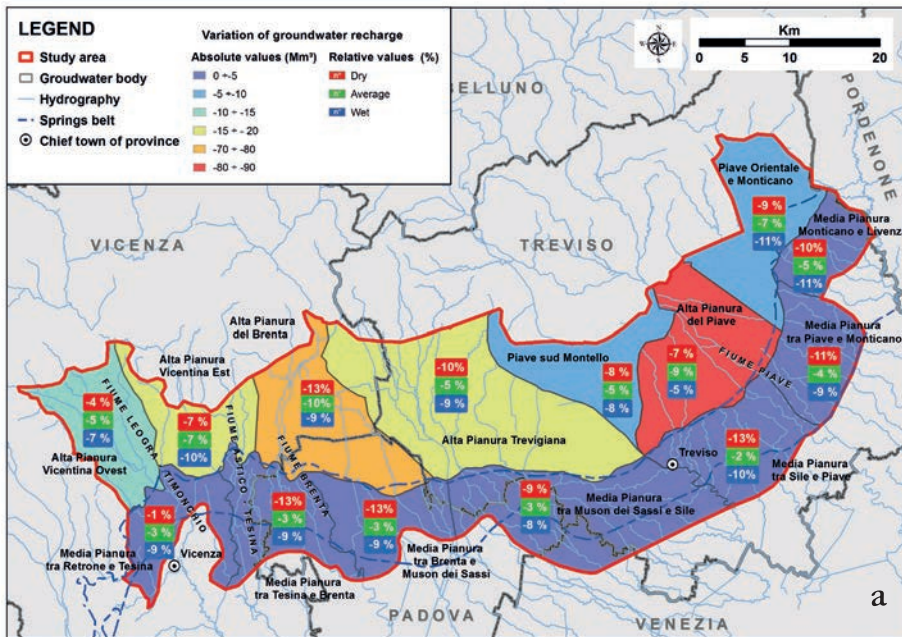


Fig. 7a - Variazione dell'alimentazione della falda per i corpi idrici sotterranei a seguito dei cambiamenti climatici nell'area veneta - anno medio.

Fig. 7a - Groundwater deficit of the water bodies due to the climate change in the Veneto region - average year.

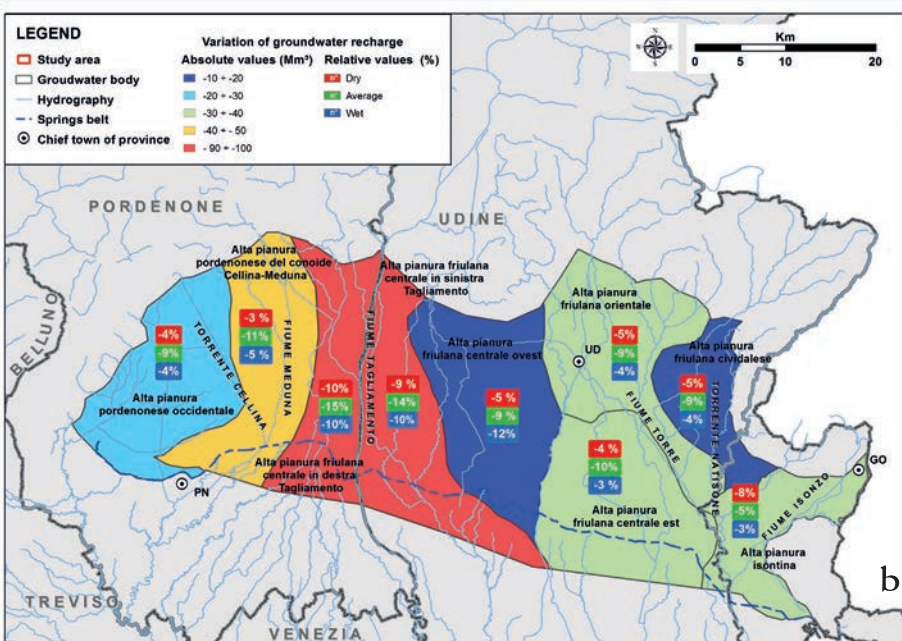


Fig. 7b - Variazione dell'alimentazione della falda per i corpi idrici sotterranei a seguito dei cambiamenti climatici nell'area friulana - anno medio.

Fig. 7b - Groundwater deficit of the water bodies due to the climate change in Friuli region - average year.

Risultati e conclusioni:

Considerando l'esito dei tre progetti pilota di ricarica controllata (MAR) è stato possibile avere una stima dell'infiltrazione realizzabile e quindi valutare tramite modello di bilancio idrogeologico l'efficacia dell'utilizzo diffuso della ricarica controllata eseguita nelle aree disponibili nei territori dei consorzi di bonifica per la gestione delle acque sotterranee quale misura di compensazione degli effetti dei cambiamenti climatici.

Sempre con riferimento alla fase finale del periodo irriguo,

la simulazione delle dinamiche di falda evidenzia che l'alimentazione artificiale della falda con i suddetti volumi d'acqua comporta un recupero di disponibilità idrica pari a circa 50 Mm³ per la zona veneta e 240 Mm³ per l'area friulana. Rispetto al deficit causato dai cambiamenti climatici, tali volumi corrispondono rispettivamente a circa il 25% e il 70%, poiché, secondo quanto è stato valutato dalle sperimentazioni, la potenziale ricarica in Friuli è molto superiore a quella in Veneto.

L'effetto in termini di incremento dell'immagazzinamento in falda è quindi molto importante, analogamente l'incremento delle superfici piezometriche influenzerà positivamente il recupero delle aree di risorgiva anch'esse fortemente impattate dai cambiamenti climatici.

La ricarica controllata rappresenta quindi, una misura valida a supporto dell'implementazione delle Direttive Europee 2000/60/CE e 2006/118/EC garantendo l'immagazzinamento delle acque sotterranee per successivi utilizzi in conseguenza del depauperamento dell'acquifero per effetto dei futuri cam-

biamenti climatici, nonché il ripristino di ambienti pregiati quali le aree di risorgiva.

Uno dei siti utilizzati nell'ambito del progetto LIFE+ TRUST e un altro sito utilizzato attualmente del progetto LIFE+ AQUOR in corso di finalizzazione, verranno utilizzati nel progetto MARSOL (Fig. 1) con l'obiettivo di approfondire le tematiche legate all'evoluzione della qualità delle acque dell'acquifero oltre che agli aspetti quantitativi di dettaglio, e non ultimo la valutazione economica dei costi e dei benefici estendibili a grande scala.

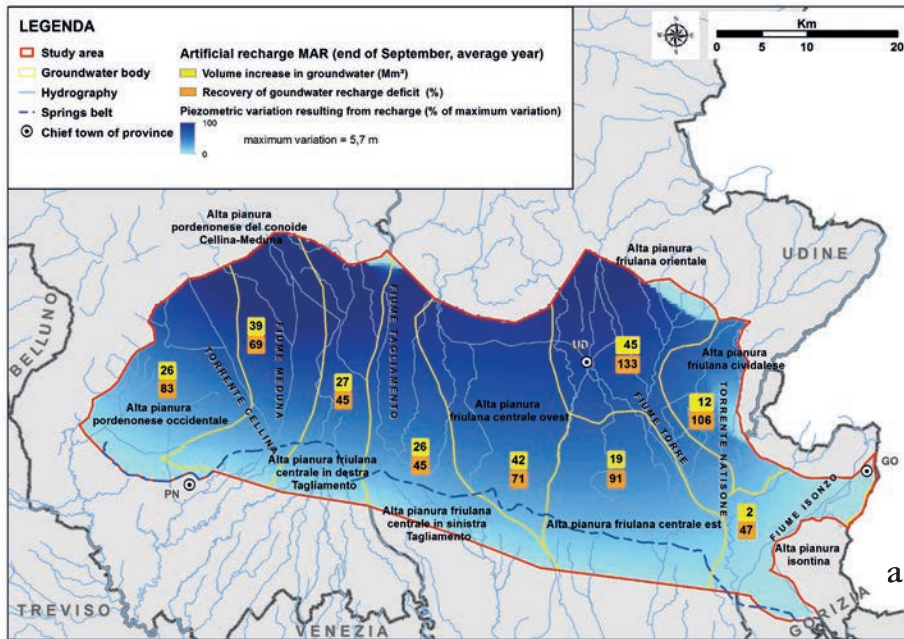


Fig. 8a - Simulated water table variation due to the Managed Aquifer Recharge (MAR) for each groundwater bodies in the high Veneto region plain (the map are referred to the end of September during the average year).

Fig. 8a - Simulated water table variation due to the Managed Aquifer Recharge (MAR) for each groundwater bodies in the high Veneto region plain (the map are referred to the end of September during the average year).

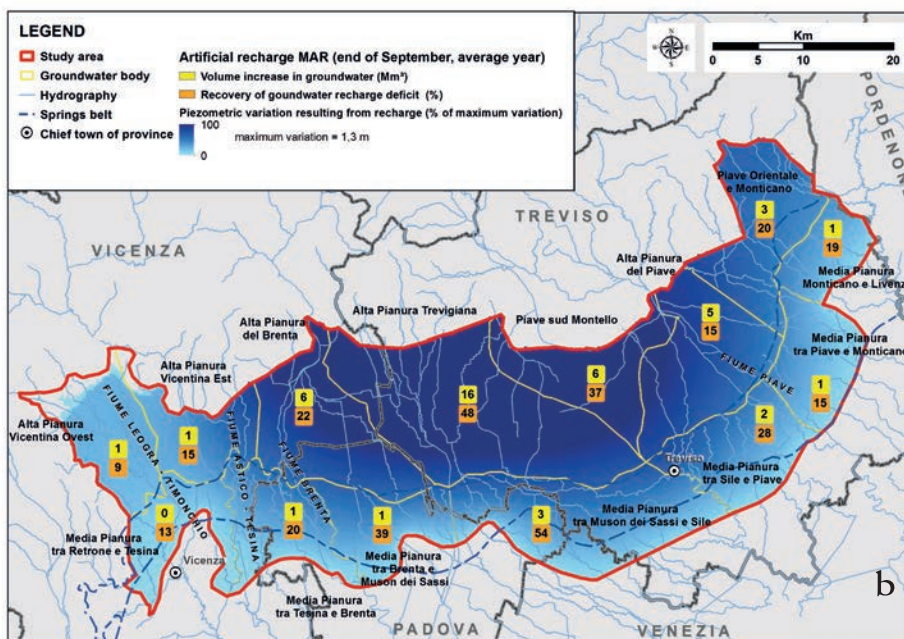


Fig. 8b - Simulated water table variation due to the Managed Aquifer Recharge (MAR) for each groundwater bodies in the high Friuli region plain (the map are referred to the end of September during the average year).

Fig. 8b - Simulated water table variation due to the Managed Aquifer Recharge (MAR) for each groundwater bodies in the high Friuli region plain (the map are referred to the end of September during the average year).

Ringraziamenti: Si ringraziano tutti i colleghi non citati che hanno lavorato al successo del progetto TRUST (in particolare presso la società SGI Studio Galli Ingegneria SpA, il Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici S.c.a.r.l. e l'Autorità dei bacini dell'alto Adriatico) e a tutti quelli che continuano a dedicarsi con passione al progetto FP7 Marsol.

Acknowledgements: *I wish to thank all my colleagues that are not mentioned in this paper but that contributed to the success of the TRUST project, particularly my colleagues at SGI Studio Galli Ingegneria, the CMCC (Centro Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici) and Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico as well as all those that are currently devoting themselves with passion to the MARSOL project under the FP7 programme.*

BIBLIOGRAFIA

- Baruffi F., Bisaglia M., Cappelletto M., Pasini S., Galli A., Marsala V., Scarinci A., Gualdi S., Zandonella A. (2012) - Groundwater storage in adaptation to climate change - Proceedings of the ICE - Water Management, Volume 166, Issue 9, December 2012 pages 488-500; <http://www.icevirtuallibrary.com/content/article/10.1680/wama.11.00096>
- Bisaglia M., Cappelletto M., Pasini S., Cimolino A., Baruffi F., Galli A., Marsala V., Scarinci A., Gualdi S., Bucchignani E., Zandonella A. (2011). Implementazione di un modello per la stima del deficit irriguo estivo in alta pianura veneto-friulana e prima applicazione in adattamento ai cambiamenti climatici (progetto europeo Life+ TRUST) – (Water crop demand Model implementation in the high plain of Veneto and Friuli in adaption to the climate change, Italian Journal of Agrometeorology 16, No.2, 5-14.
- Cisotto A., Rusconi A., Baruffi F. (2007) - Regional Studies of the North Adriatic Basin Authority on the Aquifers of the Veneto - Friuli Plain. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., LXXVI, pp. 117-124.
- Cisotto A., Cimolino A., Casarin R., Baruffi F., Galli A., Marsala V., Panelli C., Pretner A., Scarinci A. (2011) - Characterization of the Veneto High Plain's unsaturated aquifer for the Water Balance Tool of the Life+ Project TRUST (North East Italy), IWA Specialist Groundwater Conference Belgrade 2011
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy.
- Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration
- Danish Hydraulic Institute - Mike SHE (Sistema Idrologico Europeo): <http://www.mikeshe.com/> [ultimo accesso 27 agosto 2014]
- Ferri M., Norbiato D., Monego M., Galli M., Gualdi S., Bucchignani E. & Baruffi F. (2010) - Impact of climate change on hydrological regimes and water resources in TRUST (LIFE+ 2007) project, in Atti dell'International Interdisciplinary Conference on prediction for Hydrology, Ecology, Water Resources Management, Praga 2010
- Gualdi S., Scoccimarro, E., Bellucci, A., Oddo, P., Sanna, A., Fogli, P.G., Vichi, M., Manzini, E. & Navarra, A. (2010) - Regional climate simulation with a global high-resolution coupled model: the Euro-Mediterranean case. Climate Dynamics, submitted.
- Gualdi S., S. Somot, W. May, S. Castellari, M. Déqué, M. Adani, V. Artale, A. Bellucci, J. S. Breitgand, A. Carillo, R. Cornes, A. Dell'Aquila, C. Dubois, D. Efthymiadis, A. Elizalde, L. Gimeno, C. M. Goodess, A. Harzallah, S. O. Krichak, F. G. Kuglitsch, G. C. Leckebusch, B. L'Heveder, L. Li, P. Lionello, J. Luterbacher, A. Mariotti, R. Nieto, K. M. Nissen, P. Oddo, P. Ruti, A. Sanna, G. Sannino, E. Scoccimarro, F. Sevault, M. V. Struglia, A. Toreti, U. Ulbrich and E. Xoplaki (2011). Future Climate Projections in Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean. A. Navarra, L.Tubiana (eds.), Springer, Dordrecht, The Netherlands
- IPCC, 2000. Special Report on Emissions Scenarios (SRES): A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- LIFE AQUOR. <http://www.lifeaquor.org> [ultimo accesso 27 agosto 2014]
- MARSOL. <http://www.marsol.eu/> [ultimo accesso 27 agosto 2014]