

Acque sotterranee e cambiamenti climatici

Francesco La Vigna

ROMA CAPITALE - Dip. Tutela ambientale
Uff. Geologia ed Idrogeologia Ambientale - Roma
francesco.lavigna@comune.roma.it

A poche settimane dalla conferenza sul clima COP21 di Parigi, è doveroso affrontare questo argomento così importante, le cui implicazioni probabilmente influenzeranno il futuro dell'umanità.

Il contenuto di questa rubrica «Frontiere» deriva dal recente workshop «Groundwater and Climate Change» tenutosi nell'ambito del 42° Congresso Internazionale IAH «AQUA2015 - Hydrogeology back to the future!» tenutosi a Roma dal 13 al 18 settembre 2015. Gran parte del testo seguente è stato estratto e riorganizzato a partire dalla documentazione che è stata distribuita durante tale evento (UNESCO 2008, 2015).

Le acque sotterranee costituiscono una parte essenziale del ciclo idrologico e una risorsa di altissimo valore. Oltre 1,5 miliardi di persone in tutto il mondo attingono alle acque sotterranee come risorsa primaria idropotabile (Clarke et al 1996). Le acque sotterranee sono inoltre importanti per gli usi agricoli, industriali, per i corsi d'acqua, i laghi, le aree umide e gli ecosistemi di molti paesi ed assumono notevole importanza relativamente alla disponibilità dell'approvvigionamento idropotabile, che favoriscono durante periodi di maggiore esigenza, quali i periodi siccitosi e quando le risorse idriche superficiali sono vicine ai limiti di sostenibilità. Tuttavia, come è possibile immaginare, le risorse idriche sotterranee globali possono essere minacciate dalle attività antropiche, per via ad esempio del sovrasfruttamento (Custodio 2002) e dei fenomeni di contaminazione, e dalle incerte conseguenze dei cambiamenti climatici. Si è inoltre valutato se gli effetti di quest'ultimi, sui corpi d'acqua superficiali e gli ecosistemi associati (La Vigna 2015) siano causati dall'attività antropica o dai fattori naturali. Invece si conosce ben poco riguardo a come le acque sotterranee (anche quelle presenti nella zona vadosa) possano rispondere al cambiamento climatico e quindi incidere sulla disponibilità attuale e la futura sostenibilità delle risorse idriche sotterranee (Green et al 2007). Di conseguenza, urge la necessità di affrontare e valutare l'atteso effetto accoppiato di interferenze antropiche e cambiamenti climatici sulle risorse idriche sotterranee a livello globale.

Le pratiche di gestione che influenzano le acque sotterranee in modo considerevole includono il pompaggio attraverso pozzi per usi irrigui agricoli, il prelievo tramite pozzi per gli approvvigionamenti degli agglomerati urbani e per gli usi industriali, i prelievi dai corsi d'acqua superficiali durante i periodi siccitosi, l'abbassamento dei livelli di falda per lo sviluppo di infrastrutture o per attività mineraria, la ricarica degli acquiferi in condizioni controllate (erroneamente descritta spesso come ricarica «artificiale» degli acquiferi), l'irrigazione con acqua trattata o di qualità variabile ed infine la diffusione in falda di svariate forme di contaminanti.

Come conseguenza allo sviluppo e alla crescita della popola-

zione globale, la domanda di acqua pulita sta salendo enormemente e di conseguenza, le pressioni antropiche sulle risorse idriche superficiali e sotterranee stanno incrementandosi, in particolare nelle regioni aride e semi-aride del pianeta, dove la fornitura di acqua di buona qualità è tutt'altro che scontata, e nei paesi in forte sviluppo. Basti pensare ad esempio a vaste zone della Cina dove negli ultimi decenni si è assistito ad un radicale cambiamento di costumi legato allo sviluppo; milioni di persone che precedentemente vivevano in contesti per lo più rurali, e dove l'approvvigionamento idrico era effettuato con tecniche abbastanza rudimentali (e quindi meno impattanti), si sono spostate a vivere per convenienza o per necessità, nelle enormi megalopoli, facendo impennare di fatto l'idroesigenza a parità (o quasi) di popolazione.

I cambiamenti climatici non faranno altro che esasperare queste pressioni antropiche interferendo di fatto sulla frequenza e sul regime della ricarica degli acquiferi in funzione del cambio di uso del suolo, e delle caratteristiche dei suoli e delle precipitazioni stesse. Ad esempio, nelle zone d'ombra rispetto alle precipitazioni, collocate subito al di sotto delle alte catene montuose, la diminuzione delle coperture nevose e il ritiro dei ghiacciai altererà profondamente lo scorrimento superficiale e la ricarica degli acquiferi alluvionali che costituiscono spesso una risorsa insostituibile per l'irrigazione delle zone agricole di queste aree. Effetti indiretti dei cambiamenti climatici includono l'espansione delle colture di bio-carburanti che possono determinare ulteriori riduzioni nella ricarica e un maggiore rischio di contaminazione degli acquiferi dovuto all'intenso utilizzo di fertilizzanti chimici per aumentare la produzione. Alcuni ipotetici effetti su determinati fattori connessi alle acque sotterranee sono sintetizzati in tabella 1.

Le acque sotterranee sono state gestite in modo sommario nel passato, per via anche dei pochi investimenti nella ricerca scientifica, a tal punto che lo sfruttamento intensivo ha di fatto «stressato» le risorse. Per una corretta gestione delle risorse idriche sotterranee deve essere attentamente valutata la loro vulnerabilità sia nel presente che nell'ottica del cambiamento climatico. I fattori che devono essere presi in considerazione nelle valutazioni di vulnerabilità e di rischio includono la siccità, i prelievi, la pressione di elementi chimici dovuti al differente tipo di uso suolo, e ovviamente l'assetto idrogeologico locale. Inoltre, la funzione naturale delle acque sotterranee relativamente all'alimentazione dei corsi d'acqua e al mantenimento degli ecosistemi deve essere meglio studiato e salvaguardato (Struckmeier et al. 2004). Le attuali pratiche di gestione sono determinate da politiche a livello locale, nazionale e internazionale, e le decisioni politiche sono spesso fatte con obiettivi a lungo termine per incrementare la sostenibilità economica e/o ambientale. In alcuni casi i «termini» stanno per scadere... basti pensare, ad esempio, alle

Tab. 1 - Esempi di fattori provocati dai cambiamenti climatici e loro relativi effetti sulle acque sotterranee (UNESCO IHP 2015).

FACTOR	EXPECTED EFFECT
Hydroclimatic Systems	
Reduced rainfall and prolonged drought periods	Reduced transport of surface contaminants to groundwater, but increased contaminant concentrations in residual waters ¹⁸
Increased groundwater temperatures	Increased reaction rates of biogeochemical processes ³
Reduced permafrost and increased frequency of high intensity rainfall events	Accelerated mobilisation of pollutants to groundwater ¹⁹
Agricultural Systems	
Smart water saving techniques reducing the quantities of surface waters used for irrigation practices	Decreased recharge of fresh waters to groundwater resources
Increased fertilizer application to crops, due to increased nutrient leaching from soils	Increased risk of contamination in rural areas
Increased pesticide applications to crops due to augmented weeds and insects with rising temperatures	Increased risk of contamination in rural areas
Socio-economic Systems	
Predicted migration of populations away from high risk areas ²⁰	Increased risk of contamination in urban areas
Coastal Systems	
Sea-level rise	Sea-water intrusion and degradation of coastal groundwater ²¹

politiche europee che obbligano gli stati membri a raggiungere un «buono stato» di qualità delle risorse idriche entro il 2016 (siamo pronti?).

Per rispondere all'incertezza relativa alla stima della disponibilità di acque sotterranee rispetto ai cambiamenti climatici, l'UNESCO-IHP (*International Hydrological Program*) ha avviato il progetto GRAPHIC (*Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change*) che ha lo scopo di valutare le risorse idriche sotterranee in relazione alle pressioni indotte dall'Umanità e dai cambiamenti climatici in atto. Questo progetto è stato ideato con la convinzione che le risorse idriche sotterranee, per loro natura, possono non avere risposte linearmente corrispondenti alle condizioni atmosferiche associate ai cambiamenti climatici e/o alle condizioni sulla superficie terrestre associate all'attività antropica. Di conseguenza questo progetto considera le interazioni secondo sistemi complessi. Il GRAPHIC agisce quindi nell'ambito di un approccio multidisciplinare mettendo assieme ed integrando gli aspetti fisici, chimici, biologici con quelli legati al sistema antropico quali la gestione delle risorse, le politiche di governo e le considerazioni economiche.

Una particolare attività del GRAPHIC consiste nell'analisi sistematica dei soggetti interessati e delle politiche relative alle acque sotterranee. Un quadro generale per determinare questa analisi e quindi per studiare le interazioni tra gestione delle risorse e scelte politiche, che possono condurre ad una corretta governance delle risorse idriche sotterranee, è riportato in figura 1. Gli obiettivi di sviluppo fissano il quadro politico, mentre il coinvolgimento delle parti interessate porta ad opzioni politiche che dovrebbero ridurre gli effetti dello sviluppo in relazione agli obiettivi prefissati. In questo scenario, la gestione integrata e sostenibile delle risorse idriche sotterranee deve essere raggiunta attraverso l'acquisizione e l'interpretazione di dati relativi alle stesse risorse. Questa è una sfida, soprattutto in aree con risorse limitate, e il progetto si adopera per incrementare la capacità istituzionale, in questi luoghi, di

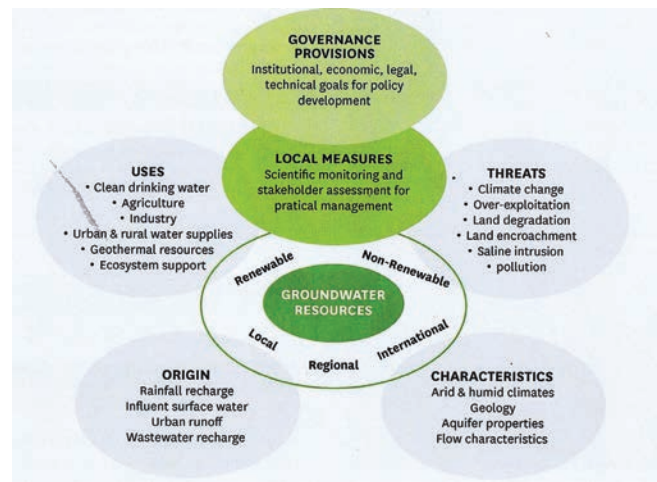


Fig. 1 - Interconnessioni tra origine, caratteristiche, usi delle risorse idriche sotterranee e le rispettive minacce, assieme alle opportunità di cambiamento offerte dalla loro corretta gestione (UNESCO IHP 2015).

ampliare i livelli di conoscenza relativi alle risorse esistenti, in modo tale da implementare misure innovative per prevenire ulteriori deterioramenti delle risorse idriche sotterranee.

La chiave dunque risiede, come sempre del resto in idrogeologia, nella possibilità di conoscere i sistemi e le loro dinamiche, monitorarli e analizzare i dati per proiettare scenari futuri, ovviamente anche con l'ausilio di sofisticati sistemi di simulazione.

La speranza è che, dati alla mano, si possa arrivare ad una coscienza solidale al fine di scongiurare in tutti i modi una crisi idrica globale, così come ha anche ribadito il Pontefice nella sua enciclica "Laudato sii" (Bergoglio 2015), che porterebbe nel futuro a conflitti internazionali dovuti alla mancanza e al depauperamento delle risorse idriche sotterranee. Solo grazie alla maggiore capacità di custodire e condividere le acque del pianeta potrà dipendere il futuro dell'umanità.

BIBLIOGRAFIA

- Bergoglio J. (2015) Lettera Enciclica "Laudato Si'" del Santo Padre Francesco sulla Cura della Casa Comune. Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano
- Clarke R., Lawrence A., Foster A. (1996) Groundwater. A threatened resource. United Nations Environment Programme. Environment Library No.15, Nairobi, Kenya
- Custodio, E., 2002, Aquifer overexploitation: What does it mean? Hydrogeology Journal 10(2):254-277
- Green T.R., Taniguchi M., Kooi H. (2007) Potential Impacts of Climate Change and human Activity on Subsurface Water Resources. Vadose Zone J, 6(3), 531-532
- La Vigna F. (2015) GDE Groundwater Dependent Ecosystems (gli ecosistemi dipendenti dalle acque sotterranee).
- Stuckmeier W.F., Gilbrich W.H., Richts A., Zaepke M. (2004) WHYMAP and the Groundwater Resources Map of the World at the scale of 1: 50.000.000 (Special Edition for the 32nd International Geological Congress, Florence, Italy, August 2004). German Federal Institute for Geosciences and natural Resources (BGR) and UNESCO, Paris
- UNESCO IHP (2015) GRAPHIC. Groundwater and Climate Change. Mitigating the Global Groundwater Crisis and Adapting to Climate Change. Position Paper and Call to Action. International Hydrological Program, Division of Water Sciences
- UNESCO IHP (2008) Groundwater Resources Assessment under the Pressure of Humanity and Climate Change. GRAPHIC. A framework document. GRAPHIC Series n.2