



PROGRAMMA SHORT-TERM MOBILITY - Anno 2015

Il Programma speciale per la promozione della collaborazione internazionale tra CNR ed istituti di ricerca stranieri, attraverso lo strumento della mobilità di breve durata di studiosi e ricercatori italiani e stranieri, ha consentito all'Istituto di Ricerca Sulle Acque, Unità Operativa di Supporto di Bari, di proseguire la collaborazione con l'U.S. Geological Survey di Menlo Park in California nell'ambito del progetto dal titolo "**Development and application of the quasi-steady centrifuge method to investigate unsaturated transport processes**". L'obiettivo di tale progetto è stato quello di mettere a punto una metodologia sperimentale che consentisse di esplorare le condizioni per le quali si passa da flusso diffuso a flusso preferenziale in campioni sottoposti a campo centrifugo.

Tale attività si inserisce nell'ambito di una collaborazione, che ha avuto inizio nel 2003 e si è consolidata negli anni, con il gruppo dell'USGS che opera nell'ambito del Unsaturated-Zone Flow Project. Pertanto, la sottoscritta dott.ssa Caputo ha trascorso un periodo di 21 giorni, a partire dal 12 giugno 2015, presso il laboratorio di Menlo Park (CA) dell'USGS, coordinato dal dott. John R. Nimmo, per avviare solo alcune delle attività di sperimentazione e di modellizzazione di un programma di ricerca molto ampio e ambizioso, descritto di seguito.

Introduzione

Frequentemente l'acqua nella zona vadosa si muove non solo in maniera diffusa, attraverso una rete di piccoli pori, ma fluisce, molto più rapidamente, attraverso vie preferenziali che sono rappresentate dai vuoti creati dalle radici o da animali, da fratture, da giunti di strato, da faglie, da contatti litostratigrafie ecc. Tali flussi preferenziali hanno un forte impatto sui processi di trasporto dei contaminanti nel sottosuolo poiché si tratta di flussi molto veloci rispetto a quelli che si verificano nella matrice. Pertanto, la componente di flusso preferenziale del moto dell'acqua nella zona insatura ha un grande impatto sugli ecosistemi, sull'agricoltura, e sulle risorse idriche poiché condiziona il partizionamento dell'acqua tra la zona vadosa e l'acquifero e quindi la rapidità di

alimentazione di ciascuno delle due componenti del sistema idrico sotterraneo. La valutazione di questo impatto necessita una migliore comprensione e quindi quantificazione per poter ottimizzare le pratiche da adottare nella gestione della risorsa idrica, soprattutto nel caso di sistemi soggetti a siccità

In particolare predire dove arriva l'acqua, con quale velocità e seguendo quali percorsi preferenziali ha una importanza cruciale principalmente per:

- la *ricarica dell'acquifero* in quanto i flussi preferenziali possono trasportare un maggiore quantità di acqua che raggiunge la fada;
- il *trasporto dei contaminanti* poiché predire il tempo di arrivo dei flussi d'acqua e la quantità di contaminante trasportato in un determinato tempo influenza notevolmente la dinamica delle reazioni chimiche;
- l'*effetto dei cambiamenti climatici sulla qualità e disponibilità dell'acqua* legata alla ripartizione quantitativa dei flussi preferenziali e diffusi, che determinano, rispettivamente, una ricarica episodica o continua, in relazione all'intensità degli eventi piovosi, alla loro frequenza e alla loro durata.

Nell'ambito di questa problematica si è inserita l'attività di ricerca svolta dalla sottoscritta che ha riguardato, concretamente, la pianificazione in dettaglio di attività sperimentali, sia in laboratorio a scala di campione che a scala di campo, al fine di verificare gli aspetti teorici, validare nuovi approcci di modellistica predittiva e formulare relazioni tra le caratteristiche idrogeologiche sito specifiche e i processi che regolano la qualità e disponibilità delle acque sotterranee.

Attività

Le attività di ricerca per il raggiungimento dell'obiettivo del progetto hanno previsto test sperimentali in laboratorio, test di campo e sviluppo di nuovi approcci modellistici. Alcuni di queste attività, dettagliate di seguito, sono state avviate durante il periodo trascorso nel laboratorio di Menlo Park e attualmente, stanno continuando parallelamente, sia in Italia presso il laboratorio dell'IRSA-CNR che negli Stati Uniti presso il laboratorio USGS.

Schematicamente, le attività sperimentali di laboratorio consistono in:

- test sperimentali finalizzati al miglioramento e standardizzazione del Quasi-Steady Centrifuge (QSC) method per la misura della proprietà idrauliche e per lo studio del flusso preferenziale a scala di campione;
- test finalizzati alla determinazione della funzione di calibrazione della resistività elettrica vs. il contenuto di acqua, specifica per campioni di roccia, a supporto delle misure di campo eseguite utilizzando la tecnica di tomografia di resistività elettrica (ERT);
- impiego di grandi blocchi di roccia, calcareniti e/o calcari fratturati, da sottoporre a pioggia artificiale e monitorare mediante ERT al fine di comprendere le condizioni che innescano flussi preferenziali.

Per quanto riguarda le attività di campo, invece, si specifica che saranno sviluppate tutte in Italia e consisteranno nel monitorare, utilizzando ERT con elevate frequenze di acquisizione, le oscillazioni del livello di falda in relazioni alle precipitazioni al fine di visualizzare la distribuzione del contenuto di acqua nella zona vadosa e misurare il flusso risultante da eventi piovosi naturali o artificiali. Tale attività sperimentale sarà condotta in un'area test di almeno 5 mq da individuare in una cava o, comunque, in aree con formazioni lapidee carbonatiche affioranti.

In riferimento agli aspetti teorici e modellistici le attività, di seguito schematizzate, sono state già avviate negli Stati Uniti durante il periodo trascorso nell'ambito del programma STM 2015 e sono attualmente in sviluppo in entrambi i laboratori. Nello specifico esse consistono in:

- sviluppare metodi per migliorare la valutazione quantitativa dei dati sperimentali di campo e di laboratorio utilizzando teorie tradizionali e innovative;
- utilizzare i risultati delle misure effettuate in laboratorio, utilizzando il metodo QSC, per determinare le soglie di contenuto di acqua e di velocità di flusso oltre le quali si genera il flusso preferenziale;
- sviluppare metodi migliori per determinare i parametri caratteristici del Source-Responsive (SR) model (Nimmo, 2010, doi:10.2136/vzj2009.0085) al fine di facilitare la predizione del insorgenza di flusso preferenziale sia nelle calcareniti che nei calcari fratturati;
- applicare il modello SR a dati idrologici relativi a siti pugliesi per stabilire la capacità del modello di predire il flusso preferenziale e la ricarica della falda nei suddetti siti;

- allo stesso modo, applicare l'Episodic Master Recession (EMR) model (Nimmo et al., 2014, doi: 10.1111/gwat.12177) ai dati idrologici per predire processi di ricarica episodica (di breve durata ma di elevato volume) della falda.

Conclusioni

Il soggiorno scientifico della dott.ssa Caputo presso l'USGS, nell'ambito del programma *Short-Term Mobility – anno 2015*, ha consentito di dare continuità alle attività di collaborazione scientifica già avviate formalizzando un accordo di collaborazione con l'obiettivo di promuovere e rafforzare così la cooperazione scientifica internazionale tra l'IRSA e l' USGS.

Nell'ambito di tale accordo e al rientro dagli Stati Uniti è stata redatta e sottoposta una proposta congiunta di progetto nell'ambito della Call For Joint Research Proposals Italy - USA del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale.

Bari, 4 settembre 2015

Fruitore

Dott.ssa M. C. Caputo

