

**POSSIBILI METODOLOGIE PER USO DI MODELLI MATEMATICI
IN ACQUIFERI FRATTURATI: L'ESEMPIO DEI MONTI LEPINI (APPENNINO CENTRALE)
(Abstract)**

La realizzazione di un quadro evolutivo del sistema ambientale, basato su raccolta e sintesi di dati sperimentali, è divenuta esigenza sempre più pressante, sia per una rappresentazione delle complesse interazioni tra le diverse componenti ambientali, sia per una valutazione dei benefici possibili e degli impatti determinati dall'azione antropica di impiego delle risorse naturali. In questo ambito, uno strumento conoscitivo del territorio e dell'ambiente è fornito dai modelli matematici di simulazione, con il notevole vantaggio di poter ipotizzare a priori le conseguenze di interventi futuri, tramite appositi modelli previsionali.

Nel campo delle acque e più in particolare dell'idrogeologia, l'uso di questi strumenti informatici ha avuto una rapida diffusione, in gran parte per lo studio di acquiferi alluvionali porosi. L'applicazione di questi stessi modelli di simulazione a mezzi fratturati, quali gli estesi acquiferi carbonatici dell'Appennino centrale, presenta maggiori problemi, relativi sia alle procedure di sviluppo del modello stesso connesse alla eterogeneità dell'acquifero, sia alla qualità e quantità di dati territoriali disponibili, che rendono molto difficoltoso un approccio di tipo classico alla simulazione matematico-numerica.

La ricerca qui esposta, realizzata nell'ambito del Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma "La Sapienza", ha avuto come obiettivo la verifica della possibilità di realizzare simulazioni matematiche del flusso idrico sotterraneo in strutture idrogeologiche regionali dell'Appennino carbonatico laziale-abruzzese.

Premessa indispensabile all'allestimento di un modello matematico è la fondatezza del modello concettuale di riferimento che viene trasposto in termini numerici, che deve necessariamente essere basato su una lunga e indispensabile fase di raccolta dati sperimentali e sulla loro successiva elaborazione.

Le simulazioni numeriche proposte, realizzate tramite l'uso di un apposito programma di simulazione numerica (NEWSAM), sono relative alla struttura carbonatica dei monti Lepini, nel Lazio meridionale, sulla base di un modello concettuale di riferimento realizzato in precedenza da altri Autori. Nel caso dei monti Lepini, come in molti altri acquiferi carbonatici dell'Appennino centrale, sono sufficientemente note l'estensione, i limiti idrogeologici e strutturali, la ricarica media e le portate erogate dalle principali sorgenti dell'acquifero; mancano

invece indicazioni attendibili sull'andamento della superficie piezometrica, sull'effettivo percorso dell'acqua nel sottosuolo, condizionato dai parametri idrodinamici dell'acquifero, e sulla variabilità stagionale delle risorse disponibili.

L'approccio metodologico alla simulazione numerica è basato su due considerazioni essenziali:

- la peculiare situazione idrogeologica, caratterizzata da un regime di portata stabile delle sorgenti, condizionato in modo limitato dal circuito carsico e dalla tettonica esistente, ha permesso di utilizzare modelli di simulazione realizzati per mezzi porosi, semplificando la struttura che viene considerata un "mezzo poroso equivalente";
- la quasi assoluta mancanza di indicazioni sui parametri idrodinamici propri dell'acquifero, i cui valori sono poco significativi in un acquifero fratturato, ma risultano indispensabili per l'impiego di modelli matematici, ha reso obbligata la scelta metodologica del cosiddetto "metodo inverso" per la soluzione delle equazioni del flusso; secondo tale approccio, sono stati utilizzati i dati in uscita dal modello per confronto diretto con i dati raccolti sul terreno, al fine di tarare per approssimazioni successive il modello proposto, sino ad ottenere una convergenza tra simulazione e dati di campagna.

Queste considerazioni pongono ovviamente dei limiti ben precisi alla rappresentatività del modello:

- la scala di indagine del modello (Volume Elementare Rappresentativo) deve essere dell'ordine delle centinaia di metri, in modo da prendere in esame una rete di fratture che si può assumere come omogeneamente distribuita; i risultati ottenuti, pertanto, possono essere considerati validi alla stessa scala e mai con dettaglio maggiore;
- il campo di distribuzione della trasmissività e in particolare dei livelli piezometrici deve essere considerato puramente indicativo; una rappresentazione accurata è possibile soltanto dove il modello è realizzato con maggiore dettaglio, come ad esempio in corrispondenza delle sorgenti; i valori ottenuti per i parametri idrodinamici esprimono comunque soltanto il *range* più probabile rispetto ai valori reali.

Sulla base di queste caratteristiche e limiti, sono state allestite diverse simulazioni numeriche, a partire da differenti modelli concettuali, basati su ipotesi di circolazione dedotte dall'assetto geologico-strutturale e idrogeologico della dorsale dei Monti Lepini, alla luce dei risultati conseguiti negli studi più recenti.

Nei tre diversi modelli proposti sono stati simulati gli effetti sul deflusso sotterraneo della presenza di limiti di permeabilità costituiti da faglie, di un reticolo carsico

(*) Dipartimento Scienze Ambientali - Università de L'Aquila.

co sepolto o ancora di un mezzo sufficientemente isotropo a grande scala.

Le soluzioni ottenute rappresentano differenti interpretazioni possibili, ugualmente rappresentative della realtà di terreno, in accordo con i limiti e le possibilità offerti dall'uso di modelli di simulazione matematica in idrogeologia.

Come ultima considerazione, vale la pena sottolineare quindi la possibilità di allestire modelli rappresentativi della realtà territoriale, sulla base di diverse ipotesi di circolazione, comunque fondate su dati raccolti sul terreno; ciò dimostra sia le possibilità sia i rischi connessi ad un uso dei modelli matematici, che come tali forniscono sempre risultati numerici.

La reale rappresentatività di soluzioni ottenute con queste metodologie è quindi profondamente dipendente dalla quantità e dalla qualità dei dati territoriali di partenza, presupposto indispensabile per un corretto impiego dei modelli matematici.