



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# Modelación geoestadística de medios geológicos naturalmente fracturados

Tesis Doctoral

Autor

**Pablo Romanazzi**

Director

**Eduardo Cassiraga**

Mayo de 2017

# Modelación geoestadística de medios geológicos naturalmente fracturados

Tesis Doctoral

<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción de la/s enmienda/s</b>	<b>Edición</b>	<b>Revisión</b>
A	17/05/2017	Texto completo – versión de emisión	PGR	EFC
B				
C				
D				

## RESUMEN

---

En esta tesis se aborda el estudio del estado transitorio del flujo en acuíferos con doble porosidad. En el marco teórico delimitado por la consideración de un medio saturado, naturalmente fracturado y en una sola fase fluida, se profundiza la recopilación de antecedentes en el uso de las herramientas de la geoestadística que permiten representar adecuadamente las diferentes características porosas del acuífero, así como también la incorporación de la función de transferencia de flujo matriz-fractura en las ecuaciones que gobiernan este tipo de escurrimientos.

En una etapa posterior, se desarrolló una nueva metodología por combinación de estas dos cualidades distintivas del sistema complejo bajo estudio: por un lado, la necesidad de partir de una simulación estocástica de la red de fracturas que permitiera el manejo de la incertidumbre que siempre rodea a su constitución y, por otro, a la estimación de los coeficientes de la función de transferencia de flujo matriz-fisura, aprovechando que se cuenta con la posibilidad de conocer la geometría y de la superficies de interface, fruto del análisis estadístico del ensamble de realizaciones logradas.

Para verificar su funcionamiento, la metodología desarrollada fue puesta a prueba en algunos casos sintéticos orientados a la interpretación de ensayos de bombeo en régimen variable. Además, se aplicó dicha metodología a la interpretación de las características hidrodinámicas de un acuífero cretácico confinado del Distrito uranífero Cerro Solo, en la provincia de Chubut, Argentina.

A partir de las aplicaciones mencionadas, se discuten los resultados obtenidos por comparación con los ejemplos tomados de la literatura en el tema, mediante el contraste con soluciones analíticas desarrolladas para casos particulares de acuíferos con doble porosidad y con la re-interpretación de la evolución temporal de las depresiones observadas en el acuífero ensayado.

En las conclusiones se destaca la importancia de la consideración de la doble porosidad en las ecuaciones de flujo, alentando a su aplicación concreta en la práctica de interpretación de los ensayos de bombeo con la metodología presentada en esta tesis.

## ABSTRACT

---

This dissertation cope with unsteady state flow in a dual porosity aquifer. In our theoretical mainframe, a naturally fractured porous media saturated by a monophasic fluid (i.e. water at normal temperature and pressure conditions) was considered. Therefore, a practical review has been oriented to the following topics: first of all, geostatistical tools used to simulate aquifer parameters, specially, its double porosity; later, the incorporation of matrix-fracture transfer functions inside the governing system equations for those complex aquifers.

Afterwards, a methodology was implemented with the aim to simulate both singular characteristics mentioned before; indeed, the stochastic representation for the always uncertain fracture network and the estimation of the matrix-fracture transfer function coefficients.

To check its performance, this new methodology was then applied to a series of synthetic cases available in the literature. Also it was then tested in a real field project. This last test was carried out in a cretaceous confined aquifer within the limits of a future uranium mine district at Cerro Solo, Province of Chubut, Argentina.

Finally, a discussion is included about the comparison of the different outcomes against the registered results examples, the analytical solutions for a simplified double porosity model and the normal pumping test interpretation done for the real case problem.

Conclusions mainly emphasize the importance to include the dual porosity equations when the analysis have to consider a suspicious aquifer with this nature.

## RESUM

---

En aquesta tesi s'aborda l'estudi de l'estat transitori del flux en aqüífers amb doble porositat. En el marc teòric delimitat per la consideració d'un mitjà saturat, naturalment fracturat i en una sola fase fluida, s'aprofundeix la recopilació d'antecedents en l'ús de les eines de la geoestadística que permeten representar adequadament les diferents característiques poroses de l'aqüífer així com també la incorporació de la funció de transferència de flux matriu-fractura en les equacions que governen aquest tipus de escurrimientos.

En una etapa posterior, es va desenvolupar una nova metodologia per combinació d'aquestes dues qualitats distintives del sistema complex baix estudi: d'una banda, la necessitat de partir d'una simulació estocàstica de la xarxa de fractures que permetera el maneig de la incertesa que sempre envolta a la seua constitució i, per un altre, a l'estimació dels coeficients de la funció de transferència de flux matriu-fissura, aprofitant que es compta amb la possibilitat de conèixer la geometria i de la superfícies de interface, fruit de l'anàlisi estadística de l'assemble de realitzacions assolides.

Per a verificar el seu funcionament, la metodologia desenvolupada va ser posada a prova en alguns casos sintètics orientats a la interpretació d'assajos de bombament en règim variable. A més, es va aplicar aquesta metodologia a la interpretació de les característiques hidrodinàmiques d'un aqüífer cretàic confinat del "Distrito uranídero Cerro Solo", en la província de Chubut, Argentina.

A partir de les aplicacions esmentades, es discuteixen els resultats obtinguts per comparació amb els exemples presos de la literatura en el tema, mitjançant el contrast amb solucions analítiques desenvolupades per a casos particulars d'aqüífers amb doble porositat i amb la re-interpretació de l'evolució temporal de les depressions observades en l'aqüífer assajat.

En les conclusions es destaca la importància de la consideració de la doble porositat en les equacions de flux, encoratjant a la seua aplicació concreta en la pràctica d'interpretació dels assajos de bombament amb la metodologia presentada en aquesta tesi.