



Resumen de la Tesina de Máster.

Master Oficial en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

Título: UN ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS PERFORACIONES EN PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS

Alumno/a: Amanda Del Pilar Mejía **E-mail** pime130@hotmail.com Fajardo

Director/a: Eduardo Cassiraga

Codirector/es:

Resumen: **Castellano** (máximo 2000 caracteres)

Este trabajo tiene como objetivo aprender y comprender como la migración de un soluto en un medio poroso saturado se ve afectada tanto por los parámetros físicos del sistema como por la existencia y estado de perforaciones. Para ello se procede a modelar numéricamente el flujo de agua subterránea y el transporte de masa en un medio sintético en tres dimensiones.

El flujo de agua subterránea se simuló por medio del código MODFLOW y el transporte de masa por medio de MT3D. Se diseñaron cuatro escenarios, tres de los cuales están integrados por dos acuíferos separados por un acuitardo. El cuarto trata con un único acuífero.

Un aspecto importante con el que trata este trabajo es la manera de incluir en el modelo una perforación. Por ello, se realizan ejercicios en los que se representa un pozo utilizando la vía clásica seguida por MODFLOW, y a su vez otro camino que consiste en asignar a las celdas correspondientes al pozo un valor de conductividad hidráulica vertical muy alto. En todos los casos simulados en los que se comparan estas aproximaciones, se observa que la cantidad de soluto que se mueve de un acuífero al otro es mucho menor con la primera. Esto se debe a que cuando se adopta la segunda aproximación, los pozos abandonados constituyen vías preferenciales para el movimiento del soluto. No tener en cuenta esta posibilidad podría crear una falsa idea del estado químico del acuífero.

Siguiendo la línea anterior, se realiza un ejercicio de sensibilidad del flujo de soluto al tamaño de celda del pozo. Se verifica que éste último no parece influenciar la cantidad de soluto que se mueve de un acuífero al otro. También se estudia el papel que un acuitardo separando dos acuíferos puede tener. Se demuestra que aun cuando la conductividad del acuitardo es alta, existe un flujo de soluto importante a través de los pozos abandonados.

Otro resultado importante que queda plasmado en este trabajo es que la concentración medida en las perforaciones constituye sólo un indicador de contaminación puntual, mas no de todo el acuífero. Esto se debe al menos a

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL MÁSTER



dos cuestiones. Por un lado un mapa interpolado es el resultado de aplicar un algoritmo matemático con arreglo a algún criterio considerado óptimo. En cambio, un mapa simulado es el resultado de la solución de alguna o algunas ecuaciones en derivadas parciales físicamente basadas. Por otro lado, y como se puede apreciar en este trabajo, la concentración de un soluto puede cambiar rápidamente según las condiciones hidrodinámicas del sistema. Por ejemplo, se observó que aún después de varios días de iniciado un bombeo, existen cambios en la distribución del soluto en el sistema.

Por último, se llevan a cabo algunos ejercicios que permiten ver el efecto de un diseño adecuado de los pozos, tanto los abandonados como los activos. En el caso de un pozo abandonado que se clausura, este se representa asignándole las propiedades del medio que lo rodea. Si el pozo es uno activo y parte de la zona de admisión de agua se encuentra en un acuífero contaminado, se procede a representarlo asignándole una permeabilidad horizontal muy baja.

Todos los resultados derivados de este trabajo ponen de manifiesto la importancia de integrar en el proceso de modelado de sistemas acuíferos con problemas de contaminación, el estado de las perforaciones existentes, tanto las activas como las posiblemente abandonadas.

Inglés (máximo 2000 caracteres)

The aims to this study is learn and understand how the migration of a solute in a saturated porous medium is affected both by the physical parameters of the system and the existence and state of boreholes. For this we will do a numerical modeling of groundwater flow and mass transport in a synthetic medium in three dimensions.

The groundwater flow was simulated using the MODFLOW code and mass transport through MT3D. We designed four scenarios, three of which are composed of two aquifers separated by an aquitard. The fourth deals with a single aquifer.

An important aspect to consider here is how to include a borehole in the model. One option for represent the boreholes is using the classical pathway followed by MODFLOW, and other assign to the corresponding cells of the borehole a very high vertical hydraulic conductivity value. In all simulated cases in which these approaches are compared, the amount of solute that moves from one aquifer to another is much lower in first option. Therefore when adopting the second approach, abandoned wells are preferential pathways for movement of the solute. Not considering this possibility could create a false idea of the chemical state of the aquifer.

Following the above scheme is realized an exercise of sensitivity of the flow of solute to the cell size of the borehole. It is verified that the latter does not seem to influence the amount of solute that moves from one aquifer to another. Also we studied the role that an aquitard may have separating two aquifers. We evidence that even when is high the conductivity of the aquitard, there is a significant solute flow through abandoned wells.

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL MÁSTER



Another important result is reflected in this work is that the concentration value measured in the boreholes is only an indicator of contamination at one point but not the entire aquifer. This is because at least two issues. On the one hand an interpolated map is the result of applying a mathematical algorithm according to some criterion considered optimal. Instead, a simulated map is the result of solve one or more partial differential equations. On the other hand, as shown in this study, the concentration of a solute can change quickly according to the hydrodynamic conditions of the system. For example, we observed that even after several days of start of pumping, there are changes in the distribution of the solute in the system.

Finally, we carried out some exercises that let you see the effect of a correct design of the wells, both abandoned as active. In the case of sealing an abandoned well, this is represented by assigning the properties of the surrounding environment. If the boreholes are active and have screen in contact with a contaminated zone, it proceeds to represent the sealing of a screen zone by assigning a very low permeability horizontal.

All results from this study show the importance of integrating in the modeling of aquifer systems with pollution problems, the state of existing boreholes, and both active as possibly abandoned.

Valenciano (máximo 2000 caracteres)

Este treball té com a objectiu aprendre i comprendre com la migració d'un solut en un mitjà porós saturat es veu afectada tant pels paràmetres físics del sistema com per l'existència i estat de perforacions. Per a això es procedix a modelar numèricament el flux d'aigua subterrània i el transport de massa en un mitjà sintètic en tres dimensions.

El flux d'aigua subterrània es va simular per mitjà del codi MODFLOW i el transport de massa per mitjà de MT3D. Es van dissenyar quatre escenaris, tres dels quals estan integrats per dos aqüífers separats per un aqüítard. El quart tracta amb un únic aqüífer.

Un aspecte important amb què tracta este treball és la manera d'incloure en el model una perforació. Per això, es realitzen exercicis en què es representa un pou utilitzant la via clàssica seguida per MODFLOW, i al seu torn un altre camí que consistix a assignar a les cel·les corresponents al pou un valor de conductivitat hidràulica vertical molt alt. En tots els casos simulats en els que es comparen estes aproximacions, s'observa que la quantitat de solut que es mou d'un aqüífer a l'altre és molt menor amb la primera. Açò es deu al fet que quan s'adopta la segona aproximació, els pous abandonats constitueixen vies preferencials per al moviment del solut. No tindre en compte esta possibilitat podria crear una falsa idea de l'estat químic de l'aqüífer.

Seguint la línia anterior, es realitza un exercici de sensibilitat del flux de solut a la grandària de cel·la del pou. Es verifica que este últim no pareix influenciar la quantitat de solut que es mou d'un aqüífer a l'altre. També s'estudia el paper que un acuitardo separant dos aqüífers pot tindre. Es demostra que encara que la conductivitat de l'acuitardo és alta, hi ha un flux de solut important a través dels pous abandonats.

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL MÁSTER



Un altre resultat important que queda reflexat en este treball és que la concentració mesurada en les perforacions constituïx només un indicador de contaminació puntual, però no de tot l'aquífer. Açò es deu almenys a dos qüestions. Per un costat un mapa interpolat és el resultat d'aplicar un algoritme matemàtic d'acord amb algun criteri considerat òptim. En canvi, un mapa simulat és el resultat de la solució d'alguna o algunes equacions en derivades parcials físicament basades. D'altra banda, i com es pot apreciar en este treball, la concentració d'un solut pot canviar ràpidament segons les condicions hidrodinàmiques del sistema. Per exemple, es va observar que encara després de diversos dies d'haverse iniciat un bombament, existeixen canvis en la distribució del solut en el sistema.

Finalment, es duen a terme alguns exercicis que permeten veure l'efecte d'un disseny adequat dels pous, tant els abandonats com els actius. En el cas d'un pou abandonat que es clausura, este es representa assignant-li les propietats del medi que l'envolta. Si el pou és un actiu i part de la zona d'admissió d'aigua es troba en un aquífer contaminat, es procedix a representar-ho assignant-li una permeabilitat horitzontal molt baixa.

Tots els resultats derivats d'este treball posen de manifest la importància d'integrar en el procés de modelatge de sistemes aquífers amb problemes de contaminació, l'estat de les perforacions existents, tant les actives com les possiblement abandonades.

**Palabras clave
(máximo 5):**

perforaciones / contaminación / acuífero / modelación / nitrato

Fecha: 30 de Noviembre de 2010

El/La Alumno/a

Fdo: Amanda del Pilar Mejía
Fajardo

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL MÁSTER