



Title: Aplicación metodológica para la estimación de la recarga potencial por precipitación en la zona centro del departamento del Valle del Cauca.

Pub: *Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail: María Fernanda Jaramillo Llorente and Héctor Fabio Aristizábal Rodríguez. 5. (Annual 2006): p39(5). (2436 words)

Texto Completo: COPYRIGHT 2006 Universidad del Valle

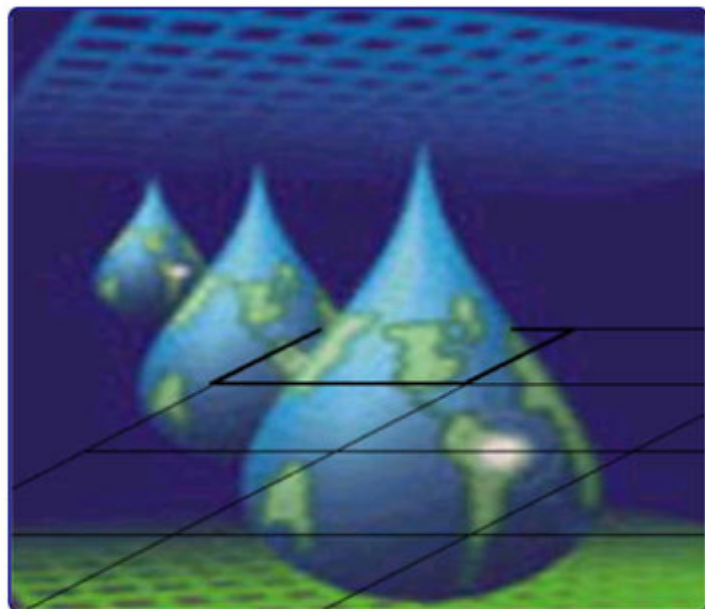
[ILUSTRACIÓN OMITIR]

RESUMEN

Este trabajo presenta la aplicación de un modelo iterativo basado en un balance hídrico, propuesto por Bradbury (et al, 2000) y desarrollado por Vélez (et al, 2005). El objetivo del modelo es estimar la recarga potencial por precipitación en una representación digital del área de estudio dividida en celdas de tamaño arbitrario, aplicando en cada una de estas celdas la ecuación de balance hídrico, de acuerdo con la división en zona de ladera y zona plana para cada cuenca. Además realiza la evaluación para diferentes regímenes hidrológicos, como años

Niño, Niña y normal. Se estimó la recarga potencial producida por la precipitación en la zona centro del departamento del Valle del Cauca, que comprende las cuencas de los ríos Tuluá, Riofrío, Mediacanoa, Piedras, Guadalajara y la quebrada e San Pedro, con un área de 2071 [km.sup.2] y precipitaciones que varían desde 900 hasta 1400 mm en la zona plana, incrementándose hasta 2500 mm en zona de ladera (CVC, 2001-2003).

De acuerdo con la modelación realizada para el área de estudio, se encontró que la zona de ladera aporta el 62% de la recarga total que llega al acuífero, debido a sus características litológicas, como son, la permeabilidad, la granulometría, el fracturamiento y posición topográfica. El contacto entre los abanicos aluviales y los sedimentos terciarios (formación La Paila) presenta mayor recarga. La zona plana, por su parte, aporta el 38% restante, debido a que pertenece a la terraza aluvial de los ríos Tuluá y Cauca, la cual se caracteriza por la presencia de gravas y arenas, principalmente.



PALABRAS CLAVES

Balance hídrico, Recarga, Valle del Cauca

ABSTRACT

This work presents the application of an iterative model based on a water balance proposed by Bradbury (et al, 2000) and developed by Vélez (et al, 2005). The aim of the model is to estimate potential recharge in a digital representation of the area of study divided in cells of arbitrary size, applying in each of these cells the equation of water balance, according to the division on hillside zone and flat zone for every basin. In addition, an evaluation for different hydrological rates is made considering years of El Niño, La Niña and normal years. The potential recharge produced by the rainfall in the central zone of the department of the Valley of the Cauca was estimated. This zone includes the basins of the rivers Tulúa, Riofrío, Mediacanoa, Stones, Guadalajara and San Pedro's gully, with an area of 2071 [km.sup.2] and rainfalls that change from the 900 to 1400 mm in the flat zone and increasing up to 2500 mm in hillside zone (C.V.C., 2001-2003). According to the modeling made for the area of study, it was found that the hillside zone contributes with 62 % of total recharge that comes to the aquifer, due to its lithologic characteristics such as permeability, grain, fracturing and topographic position. In the contact between alluvial the alluvial ranges and tertiary sediments there are major recharges. The flat zone contributes with the remaining 38% because it belongs to the alluvial terrace of the rivers Tulua and Cauca. This zone is characterized by the presence of gravel and sand mainly.

KEYWORDS

Water balance, Recharge, State of Valle del Cauca

1. INTRODUCCIÓN

El agua subterránea es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable en la planta y prácticamente la única en zonas donde hay déficit de aguas superficiales. Posee un gran número de ventajas, como una excelente calidad natural, pues en general es libre de patógenos, de color y de turbiedad y puede ser consumida directamente, sin tratamiento o después de realizarse un tratamiento sencillo (Vélez et al., 2005).

La recuperación de las aguas subterráneas puede ser rápida en acuíferos libres, con niveles freáticos altos, pero su explotación debe ser, en teoría, inferior a la recarga, y por ello es necesario conocer la cantidad de

precipitación que llega a formar parte de la reserva subterránea.

Cuantificar la variación espacio-temporal de la recarga del agua subterránea es indispensable para el manejo óptimo del recurso. Diferentes autores (Bradbury et al., 2000; Balek, 1988; Scanlon et al., 2002; De Vries y Simmers, 2002) han definido la recarga como la entrada de agua hacia la zona saturada, donde se vuelve parte de las reservas subterráneas. Esta entrada puede producirse por flujo descendente debido a la fuerza de gravedad o por un flujo horizontal debido a las diferentes condiciones hidráulicas de la capa que constituye el perfil de suelo (Balek, 1988).

La recarga puede darse naturalmente debido a la precipitación directa o indirecta a las aguas superficiales, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos. También puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, las fugas de redes de abastecimiento o las infiltraciones de embalses y depósitos. En general, la recarga por lluvia es la más significativa (Custodio, 1997).

Uno de los métodos más utilizados para estimar la recarga es el balance hídrico, el cual consiste en la aplicación del principio de conservación de la masa a una cierta región de volumen conocido y definida por unas determinadas condiciones de frontera, durante cierto período de tiempo.

Para estimar la recarga se aplicó el modelo propuesto por Bradbury et al., (2000) aplicado por Vélez et al., (2005) en el departamento de Antioquia. Este modelo fue aplicado posteriormente para la zona sur del departamento del Valle del Cauca en las cuencas de los ríos Jamundí, Bolo, Desbaratado, Cali y Meléndez (CVC, 2005). El modelo se basa en la realización de un balance hídrico.

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El método se fundamenta en la aplicación de un balance hídrico sobre una malla digital con celdas de tamaño arbitrario que representan el área de estudio; cada celda posee información sobre las características del terreno y las variables hidrometeorológicas. La recarga se obtiene como:

$$R = P - ESD - ETP - [\text{DELTA}]S \quad (1)$$

donde: R es la recarga, en milímetros; P es la precipitación media, en milímetros, la cual ingresa al modelo en resolución diaria y se considera uniforme en el área de estudio, ETO es la evapotranspiración, estimada con el método del tanque evaporímetro, que relaciona la evaporación del agua desde una superficie libre (EV, mm) con la evapotranspiración potencial (ET0, mm), (CVC, 2002); ESD es la escorrentía superficial, estimada con el método de Curva Número (CN) del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. En esta aplicación se utilizó el ajuste realizado por Martínez y Díaz-Granados (1998) para los valores de Curva Número de cuencas hidrográficas colombianas; y [DELTA] S representa la humedad en la zona vadosa, obtenida como el producto entre la capacidad de campo (contenido de humedad por unidad suelo) y la profundidad media de raíces, (Vélez et al., 2005), se obtuvo con la ayuda de un sistema de información geográfica, realizando superposición de mapas.

[FIGURA 1 OMITIR]



Figura. 1 Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio comprende las cuencas de los ríos Tuluá, Guadalajara, Mediacanoa, Riofrío, San Pedro y Piedras, que ocupan aproximadamente 2069 [km.sup.2] (ver Figura 1). La discretización del modelo se hizo en dos grandes zonas de cada cuenca, aplicado en forma individual, tanto para la zona productora (ladera) como para la zona consumidora (plana), con el fin de incluir la variabilidad climática, edáfica y geológica de las cuencas, y diferenciar los aportes realizados al acuífero por cada zona, abarcando tanto la margen derecha como la izquierda del río Cauca, hasta la divisoria de aguas de las cordilleras Central y Occidental. La zona de estudio va desde los 900 hasta 3500 m.s.n.m, con precipitaciones desde 1000 mm/año hasta los 2500 mm/año.

3. APLICACIÓN DEL MÉTODO Y RESULTADOS

La información necesaria de los suelos (uso, propiedades físicas) fue tomada de los estudios general y semidetallado de suelos (IGAC-CVC, 1980; CVC, 1997). La información climática fue consultada de la base de datos de la CVC. De la misma forma, la topografía y en general la cartografía fue proporcionada por el grupo de sistemas de información ambiental de la CVC, a escala 1:50000.

Para ejecutar el modelo se requiere de una serie de mapas digitales que deben ser procesados por un Sistema de Información Geográfico (SIG), por lo cual es necesario contar con información básica sobre: modelo digital del terreno, mapa de suelos, mapa de uso actual del suelo o mapa de cobertura, registros de precipitación diaria registros de evapotranspiración potencial mensual.

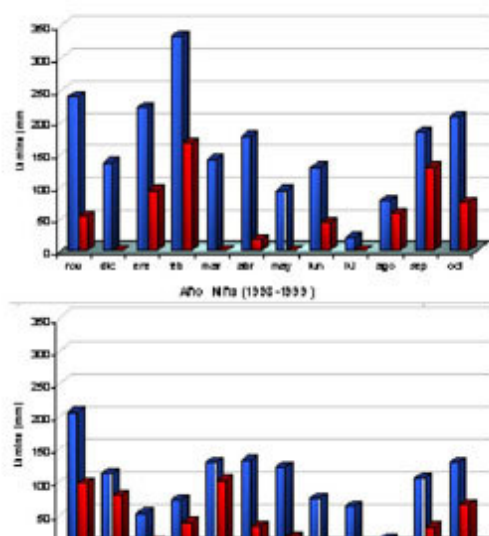
Para incluir la permeabilidad de las rocas fracturadas de las zonas de mayor altitud de las cuencas y las zonas de páramo, dada la falta de información al respecto, se plantearon escenarios de escorrentía. Esto se logró variando los valores de curva número correspondientes a la zona, con el fin de generar mayor o menor escorrentía.

Dado que los factores climáticos se toman como uniformes en el área, al aplicar el método la variación en la recarga es determinada por la heterogeneidad de los parámetros topografía y suelo. Para hallar un valor único de recarga en cada zona (ladera y plana) se ponderó la recarga en el total del área.

[FIGURA 2 OMITIR]

El cálculo de la recarga se hizo para diferentes años con el fin de incluir diferencias climáticas y observar la representatividad que tienen en la variable evaluada, tal como se presenta en la Figura 2. Por ello se consideró un período de estudio desde noviembre de 1996 hasta octubre de 2003.

Para obtener el valor de la recarga potencial se hizo a la salida de cada zona (ladera o plana) de la cuenca un balance hídrico, extrayendo de la precipitación cada uno de los componentes del balance y comparando la escorrentía con el caudal, habiendo separado el caudal base en la estación correspondiente a la salida de la zona.



Con este análisis se encontró que el modelo de recarga utilizado entrega como resultado el valor de la recarga y la escorrentía subsuperficial interesados, por lo cual es necesario hacer un balance para separar estas magnitudes. Se realizó un balance en puntos de control y obtenido el valor de la recarga para cada cuenca se encontró que la zona de ladera aporta aproximadamente el 62% de la recarga total al acuífero y la zona plana aporta el 38% restante.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo aplicado en este estudio permitió estimar la recarga en la zona de estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos deben considerarse como valores de referencia debido a la falta de validaciones del modelo en campo.

Siendo la precipitación el parámetro de mayor importancia dentro del modelo de estimación de la recarga, un análisis más distribuido de ésta, desde el punto de vista espacial (isoyetas), permitirá mejorar los resultados debido a que los polígonos de Thiessen son un método geométrico y no tiene en cuenta la ubicación de los puntos en el espacio. Una mejor distribución de las estaciones permitirá, en el caso específico de la aplicación de este modelo, obtener una serie única de precipitación y evaporación más ajustadas.

La principal ventaja del modelo utilizado es que presenta el resultado de recarga como un valor por celdas, no como un valor puntual en el área de estudio, lo cual permite obtener mapas de recarga en un periodo de tiempo determinado. La desventaja de estos mapas es su dificultad para ser leídos, los resultados deben ser procesados por un sistema de información geográfico, mediante una herramienta que permita convertir matrices de formato ASCII a formato raster, haciendo de esto un proceso dispendioso.

Para mayor exactitud del modelo es conveniente incorporar a la red de estaciones hidroclimatológicas de la CVC, estaciones con registro de precipitación, evaporación y caudal. Es claro que no es posible que el modelo aplicado o cualquier otro modelo efectuar una fiel representación del fenómeno, por lo cual tampoco es posible obtener un resultado que se pueda considerar como exacto y esto depende en un alto grado de la

calidad de los parámetros de entrada del modelo.

Para obtener resultados de recarga en las zonas consideradas como microclimas se requieren estaciones que representen el comportamiento del clima en el sector y dividir el área de estudio teniendo en cuenta la zonificación climática o zonas de vida.

Además de unificar las escalas temporales con las cuales trabaja el modelo, es necesario unificar las escalas cartográficas, de manera específica para la zona de ladera. Los suelos, por ejemplo, se encuentran a nivel de asociación; se esperaría que se unificara la escala con la zona plana; la cual se encuentra a nivel de consociación. Con esto se pueden detallar los análisis y a futuro lograr un balance hídrico ajustado, que permita planificar mejor el uso del recurso.

* Recibido : Noviembre 15 2006 * Aceptado : Febrero 2 2007

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bradbury, K., Dripps, W., Hankley, c., Anderson, M. y Potter, k. (2000). Refinement of two methods for estimation of groundwater recharge rates. Wisconsin: University of Wisconsin, 84 pp.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (1997). Subdirección de patrimonio ambiental. Grupo de Suelos. Estudio general de suelos, zona andina. Cali, Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1980). Subdirección Agrológica; Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Estudio semidetallado de suelos del valle geográfico del Cauca. Bogotá, Colombia.

Martínez, T. J., y Díaz-Granados, O. M., (1998). Memorias. tomo I. XIII Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Sociedad Colombiana de Ingenieros, Asociación de Ingenieros del Valle, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 516 Pags.

Samper, C.J. (1997). Métodos de evaluación de la recarga por la lluvia por balance de agua: utilización, calibración y errores. La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica. Textos del Seminario celebrado en Las Palmas de Gran Canaria. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, pp. 41-79.

Vélez, O. M., Botero, V., Salazar, V. J., y Gómez, J. (2005). Estimación de la recarga en una región colombiana mediante un modelo iterativo. Ingeniería Hidráulica de México, vol xx (2) pp 61-77.

María Fernanda Jaramillo Llorente, Ing.

Ingeniero Agrícola

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

Cali, Colombia.

Héctor Fabio Aristizábal Rodríguez, M.Sc.

Profesional especializado

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

Cali, Colombia.

Citación De la Fuente

Jaramillo Llorente, María Fernanda, and Héctor Fabio Aristizábal Rodríguez. "Aplicacion metodologica para la estimacion de la recarga potencial por precipitacion en la zona centro del departamento del Valle del Cauca." *Ingeniería de Recursos Naturales* 5 (2006): 39+. *Informe Académico*. Web. 24 Sept. 2010.

Document URL

<http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A182273968&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0>

Número de Documento:A182273968

- [Contact Us](#)
- [Copyright](#)
- [Terms of use](#)
- [Privacy policy](#)