

**FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS**

AÑO DE ELABORACIÓN: 2016

TÍTULO: ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS DEL COMPLEJO ACUÍFERO CUATERNARIO, REGISTRADOS DENTRO DE POZOS PROFUNDOS, POR LA CAR, ENTRE 1998 Y 2007, EN LA SABANA DE BOGOTÁ

AUTOR (ES):

MEJÍA RAMÍREZ MARÍA VICTORIA y RAMÍREZ GÜINA EHIDA JULIET

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

JORGE ALBERTO VALERO FANDIÑO

PÁGINAS: **TABLAS:** **CUADROS:** **FIGURAS:** **ANEXOS:**

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO
2. MARCO DE REFERENCIA
3. METODOLOGÍA
4. ANÁLISIS DE RECURSO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

ANEXO

DESCRIPCIÓN:

Estudios periódicos de las variaciones de los niveles piezométricos de los acuíferos y sus flujos del agua subterránea, son de vital importancia para contribuir con el desarrollo de proyectos que regulen y preserven este recurso hídrico. En la Sabana de Bogotá, cerca del 80%, de las captaciones, se abastecen de agua subterránea, del Complejo Acuífero Cuaternario. (CAR, 2005).

Para el análisis, en este estudio, se aplicaron métodos y herramientas de geoestadística, determinando las técnicas más apropiadas para modelar las superficies piezométricas. Se realizaron estadísticas espaciales, mediante software, Arcgis y Surfer para obtener diferentes tipos de modelos 3D, a partir de las curvas de isopiezas, año a año (desde 1998 a 2007). Se evaluaron cualitativa y cuantitativamente las variaciones del nivel regional del agua subterránea, así mismo, se determinaron las direcciones predominantes de los flujos correspondientes al acuífero cuaternario, en el área de estudio.

Como resultado, fue posible establecer que existen variaciones anuales en los niveles piezométricos de la Sabana de Bogotá del orden de una o dos decenas de metros por año, y una gran variación acumulada mayor a la citada en estudios anteriores; y por otra parte, que el área, declarada legalmente como crítica, por la CAR en agosto de 2016, la encontramos afectada en una mayor extensión, hacia el sector suroccidental, que incluye parte de los municipios de Facatativá y el Rosal.

PALABRAS CLAVES:

NIVEL PIEZOMÉTRICO, ACUÍFEROS, NIVEL ESTÁTICO, ABATIMIENTO, INFILTRACIÓN.

METODOLOGÍA:

Para el análisis, en este estudio, se aplicaron métodos y herramientas de geoestadística, determinando las técnicas más apropiadas para modelar las superficies piezométricas. Se realizaron estadísticas espaciales, mediante software, Arcgis y Surfer para obtener diferentes tipos de modelos 3D, a partir de las curvas de isopiezas, año a año (desde 1998 a 2007). Se evaluaron cualitativa y cuantitativamente las variaciones del nivel regional del agua subterránea, así mismo, se determinaron las direcciones predominantes de los flujos correspondientes al acuífero cuaternario, en el área de estudio.

CONCLUSIONES:

- Como resultado de la estadística espacial, mediante software Argis10.2, y Surfer 8, se pudo establecer que si se presentan importantes variaciones de los niveles piezométricos de pozos profundos ubicados dentro del área de estudio, entre 1998 y 2007. Estas variaciones de niveles piezométricos reportadas en estudios hidrogeológicos locales antes de 1996, correspondían para los acuíferos cuaternarios a tasas menores de 1 m/año y para los acuíferos del Cretácicos entre 3 y 4 m/año, y para el 2008, de acuerdo con el Plan de Manejo publicado por la CAR, correspondían a abatimientos de los niveles piezómetros del acuífero cuaternario entre 5 y 25 m/año. En este trabajo se identificaron variaciones de 18 a 30 m/año. Sin embargo, al comparar las variaciones de niveles piezométricos del cuaternario entre 2007 y 1998, se encontraron variaciones del orden de 60 metros.
- Existen unas variaciones muy importantes de los niveles piezométricos, del acuífero cuaternario, estos son tanto de tipo negativo (descensos), como positivo (ascensos). En el plazo más largo de 1998 a 2007, son mayores los efectos negativos, es decir, descensos del orden de 60 metros, en comparación con ascensos, del orden solo de 40 metros, evidencian un desequilibrio significativo, en los efectos en las variaciones de estos niveles piezométricos.
- La extracción del agua subterránea en la Sabana de Bogotá, está generando un importante impacto, sobre los niveles piezométricos y sobre las direcciones de flujo del agua subterránea, que a corto plazo presentan un relativo equilibrio, pero que a largo plazo el impacto podría estar relacionado con descensos no recuperables del recurso, o con pérdidas que el sistema de recarga no alcanzaría a compensar.
- Se identificaron unos sectores críticos, en el extremo suroeste del área de estudio, correspondiente a los municipios de Facatativá y el Rosal, que no se encuentran incluidos dentro de las zonas críticas definidas por la Corporación Autónoma Regional, mediante su reciente Resolución 1724, emitida el 12 de agosto de 2016.
- Se encontró que las mayores variaciones de estos niveles piezométricos se presentaron a partir del año 1999, sin embargo, no de manera homogénea en todos los pozos, e incluso en algunos pozos se presentó una situación constante.

- Al seleccionar los once (11) pozos con mayor caudal de explotación del año 2007, se encontró, que solo los pozos 227-IIB-720 y 227-IID-084 ubicados en Tenjo, se encuentran dentro de la zona crítica definidas por la CAR, en agosto de 2016.
- El análisis estadístico desarrollado por medio de diagramas de caja y bigotes y Water Resource permitió descartar la presencia de datos atípicos. Además, al realizar la prueba de bondad de ajuste, se pudo verificar que estos datos de niveles piezométricos registrados en el inventario de la CAR, no se ajustan a una distribución Normal.
- Los programas gráficos utilizados permitieron modelar las direcciones de los flujos de aguas subterráneas de las unidades hidrogeológicas cuaternarias, las cuales también presentan variaciones anuales, debido a los elevados caudales de explotación de algunos pozos y a las posibles zonas de recarga tanto de tipo externo como interno.
- El número total de captaciones de aguas subterráneas, que existen en la Sabana de Bogotá, registrados a 2005 ante la Autoridad Ambiental competente, son 5265, de las cuales 3821, corresponden a pozos profundos, es decir, el 73%; 912 (17%) son aljibes y 532 (10%) son manantiales.

FUENTES:

- Alvarez, A. (1997). Gestión del Agua Subterránea en la Sabana de Bogotá. En *Revista Geología Colombiana* (págs. 81-101). Santafé de Bogotá.
- Bermudes, O., & Velandia, F. (2002). *Modelo Hidrogeológico conceptual de la Sabana de Bogotá*. Bogotá.
- CAR. (2005). Censo de usuarios de aguas subterráneas - Sabana de Bogotá. *Censo de usuarios de aguas subterráneas - Sabana de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR. (2008). *Plan de Manejo Ambiental de agua subterránea en la Sabana de Bogotá y Zona Crítica*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

- Custodio, E., & Llamas, M. (1998). *Hidrología Subterránea*. Barcelona.
- DAMA. (1999). *Elaboración del Modelo Hidrogeológico para los acuíferos de Santafé de Bogotá D.C.* Bogotá: HIDROGEOCOL-PNUD/COL/96/023.
- EAAB-JICA. (2000). *El estudio de desarrollo Sostenible de los recursos hídricos de la Sabana de Bogotá en la República de Colombia*. Bogotá: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá .
- IDEAM. (2015). *Solicitud de información*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>
- INGEOMINAS. (2005). *Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá*. Bogotá.
- Lobo-Guerrero, A. (1992). *Geología e Hidrología de Santafé de Bogotá y su Sabana*. Sociedad Colombiana de Ingenieros. Bogotá.
- MAVDT-OPS. (2001). *Perforación Manual de pozos profundos de pequeño diámetro*. Guía RAS-007, 58.
- Pabón, J., & Torres, G. (2006). Efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en la Sabana de Bogotá. En *Meteorología Colombiana* (págs. 86-99). Bogotá, D.C - Colombia: ISSN 0124-6984.
- Robles, E., & Alvarez, A. (1993). *Hidrogeología de la Sabana de Bogotá*, IV Simposio Colombiano de Hidrogeología y III Conferencia Latinoamericana de Hidrogeología Urbana. Bogotá: Ingenominas.
- Serieys, N. (2004). *Impacto de Recarga Artificial sobre la Calidad del Agua en Acuíferos Sensibles de la Sabana de Bogotá*. Bogotá: Universidad de los Andes Ingeniería Civil y Ambiental.
- Shiklomanov, I. (1999). Manual del agua subterránea. En C. M. J, *World water resources at the beginning of the 21st century* (pág. 121). Montevideo, Uruguay.
- Tuinhof, A., & Foster, S. (2002-2006). *Gestión Sustentable del Agua Subterránea*. Obtenido de Banco Mundial: www.worldbank.org/gwmate

Van Der Hammen, T. (1957). La estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental de Colombia. 189-203.

Van der Hammen, T. (2003). Estratigrafía e Historia del Neógeno y Cuaternario de la cuenca alta del río Bogotá: una evaluación después de completar el mapeo. En IGAC, *Análisis Geográficos* (págs. 101-122). Bogotá: Ingeominas.

Wikipedia. (19 de 10 de 2016). *Área metropolitana de Bogotá*. Recuperado el 03 de noviembre de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_metropolitana_de_Bogot%C3%A1

LISTA DE ANEXOS:

Apendice

Apendice 1. Estadística de datos del inventario

Apendice 2. Interpolaciones – IDW-Surfer 8

Apendice 3. Cálculo de las variaciones piezométricas (diferencia anual)

Anexos

Anexo 1. Caracterización de unidades geológica

Anexo 2. Marco hidrogeológico

Anexo 3. Inventario de puntos red de monitoreo de la car – cuaternario