

# Evaluación hidroquímica preliminar de un sistema acuífero de un sector costero del estado Miranda – avance

**Silva Soraya**

Centro de Oceanología y Estudios Antárticos  
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas - (IVIC)  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Diaz Ricardina**

Escuela de Ingeniería Geológica  
Universidad de los Andes - (ULA)  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**DeCarli Fernando**

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH),  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Suarez Paula**

Laboratorio de Microbiología Acuática  
Universidad Simón Bolívar - (USB),  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Jegat Herve**

Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación  
Ambiental y Territorial (CIDIAT)  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Prado Lenis**

Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación  
Ambiental y Territorial (CIDIAT)  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Barros Haydn**

Laboratorio de Física Nuclear  
Universidad Simón Bolívar - (USB),  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Sivira Daniel**

Escuela de Ingeniería Geológica  
Universidad de los Andes - (ULA)  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Ojeda Jackson**

Centro de Oceanología y Estudios Antárticos  
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas - (IVIC)  
ssilval@ivic.gob.ve  
Venezuela

**Fecha de recepción: 26-02-2014 Fecha de aceptación: 15-03-2014**

## Resumen

El agua subterránea era considerada un recurso protegido contra la contaminación; no obstante, ha sido demostrado que los acuíferos pueden ser afectados por actividades antrópicas y por procesos provocados por el cambio climático y global. La protección de los mismos es esencial para poder lograr el desarrollo sustentable de la sociedad. Bajo esa inquietud surge esta investigación con el objetivo principal de caracterizar hidrogeoquímicamente un sistema acuífero en una zona costera del esta-

do Miranda, para evaluar su posible contaminación salina o de otra fuente, y generar información científica para la gestión y el manejo integral y sustentable de ese recurso. Este es un proyecto en desarrollo, por lo que en este artículo se presentan los avances alcanzados hasta la fecha, que incluyen resultados sobre talleres y reuniones de trabajo con las comunidades organizadas de “Oso Cotiza” y “Santa Ana Valle Seco”; además de programas de concientización sobre la importancia de este valioso recurso. Se ha conciliado la participación de expertos en aguas subterráneas de

diferentes instituciones venezolanas. Así mismo, se ha iniciado el inventario de los pozos de agua en la zona en estudio, por lo que se planea coleccionar muestras de agua tanto en periodo de lluvia como en periodo de sequía. Se han seleccionado diez (10) pozos y dos (2) arroyos a ser evaluados. Igualmente, son presentados resultados preliminares sobre parámetros fisicoquímicos como pH.

**Palabras clave:** Evaluación hidroquímica; sistema acuífero; cambio climático; desarrollo sustentable

## Preliminary hydrochemical evaluation of a aquifer system of a coastal sector of the state Miranda - progress

### Abstract

Groundwater was considered a protected resource against pollution, however, it has been demonstrated that aquifers can be affected by anthropogenic activities and by processes caused by climate and global change. The protection of them is essential to achieve the sustainable development of society. Under this concern arises this research with the main objective of characterizing hydrogeochemically an aquifer system in a coastal area of Miranda State, to evaluate its possible salt contamina-

tion or from another source, and to generate scientific information for the management and the integral and sustainable management of that resource. This is a project under development, so this article presents the progress made to date, which includes results on workshops and working meetings with the organized communities of "Oso Cotiza" and "Santa Ana Valle Seco"; as well as awareness programs about the importance of this valuable resource. The participation of groundwater experts from different Venezuelan institutions has been reconciled. Likewi-

se, the inventory of water wells in the study area has begun, so it is planned to collect water samples in both the rainy and drought periods. Ten (10) wells and two (2) streams to be evaluated have been selected. Likewise, preliminary results are presented on physicochemical parameters such as pH, electrical conductivity, temperature, total dissolved solids (TDS), alkalinity, chlorides.

**Keywords:** Hydrochemical evaluation; aquifer system; climate change; sustainable development

## Introducción

Las áreas costeras son, en general, lugares en donde la población se establece y desarrolla actividades de relevancia, favorecidas por su actividad productiva de manera importante. Esto es a favor de las posibilidades de comunicación por vía marítima, el aprovechamiento de los recursos naturales del mar, en especial los pesqueros, y por el clima apropiado y atractivo turístico que presentan los paisajes costeros. Esta potencialidad de desarrollo que presentan estas zonas costeras impulsan el crecimiento de ciudades y centros poblados, lo cual conlleva a la demanda de servicios y necesidades básicas, entre las que se destaca el aprovisionamiento de agua potable, donde el aprovechamiento del agua subterránea puede resultar de suma importancia.

La necesidad de agua ha causado un incremento en el uso de las aguas subterráneas en áreas sensibles como los ambientes costeros, donde los acuíferos pueden sufrir de intrusión salina, lo que en consecuencia resulta en el deterioro de su calidad. Todo esto conlleva a la necesidad de conocer los mecanismos que determinan las características de calidad de las aguas de estos acuíferos, que permita poder llevar a cabo la explotación sustentable de este recurso [Silva-Filho *et al.*, (2009)].

El territorio venezolano está irrigado con innumerables fuentes

de agua que lo califican como país privilegiado en recursos hídricos. Sin embargo, el patrón de crecimiento poblacional, el proceso de urbanización, la pérdida de calidad de los cuerpos de agua, los riesgos naturales, y la deficiente gestión y conservación del recurso, inciden en la multiplicación de los factores que contribuyen con el deterioro de estas fuentes. Para ello es necesario adoptar medidas concertadas que impulsen el principio de una gestión integrada de estos recursos, que afronte situaciones como el consumo excesivo de agua, los conflictos de uso, el deterioro de los ecosistemas acuáticos y biodiversidad conexas y la creciente amenaza de peligros naturales. De igual manera, el incremento del nivel del mar debido a los cambios climáticos, favorecen las posibilidades de contaminación marina en acuíferos costeros. Por lo tanto, se hace cada día más importante y necesaria la información sobre los impactos regionales y locales del cambio climático sobre los procesos hidrológicos [IPCC, (2001); Ranjan *et al.*, (2007)].

De acuerdo a las acciones pendientes en el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas (2007), del Ministerio para el Poder Popular del Ambiente, una de las acciones pendientes es la elaboración de proyectos que permitan la solución de aspectos como, recuperación de cuencas degradadas y gestión del agua en zonas de especial interés

ambiental, entre otros. Por la tanto, este proyecto respondería a esta necesidad del Plan Nacional de Gestión de este recurso.

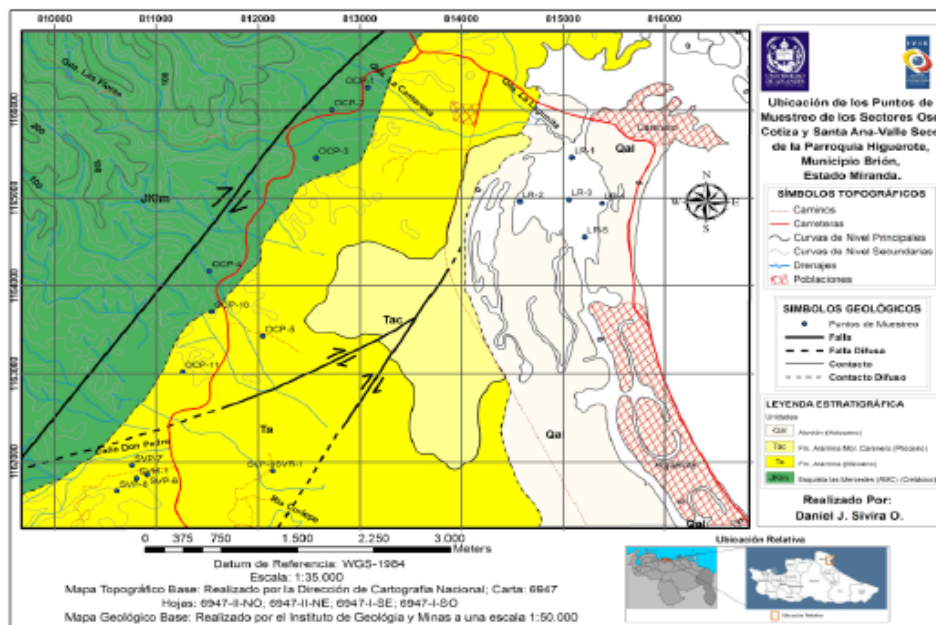
Este proyecto en desarrollo, iniciado muy recientemente, tiene como objetivo general caracterizar hidro-geoquímicamente el sistema acuífero de una zona costera del estado Miranda, específicamente en las comunidades de Oso Cotiza y Santa Ana Valle Seco, para generar información sobre su calidad a través del uso de diferentes herramientas y la colaboración inter-institucional, para contribuir al mejor uso y manejo del recurso hídrico en nuestras zonas costeras.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del área de estudio

El sistema acuífero en estudio se encuentra ubicado entre los sectores Oso Cotiza y Santa Ana-Valle Seco, específicamente al Oeste de la localidad de Carenero, pertenecientes a la parroquia Higuerote, Municipio Brion (Figura 1). Una primera fase de este proyecto consistió en recopilar la información existente sobre aguas subterráneas en esta zona costera para contribuir a su actualización.

Figura 1. Ubicación del área de estudio



### Conciliar la participación de diferentes instituciones relacionadas al recurso hídrico

La participación se ha logrado a través de conversaciones y reuniones con personal de instituciones como INAMEH, CIDIAT, ULA, USB, UCV, entre otros, con amplia experiencia en el recurso hídrico en nuestro país.

### Programas de concientización

Se llevan a cabo a través de reuniones, talleres y mesas de trabajo con los habitantes de las comunidades, tratando temas relacionados a la importancia de las aguas subterráneas y cómo proteger este valioso recurso hídrico.

### Inventario de pozos de agua

Se efectuó una salida de reconocimiento del área para inventariar los pozos de agua activos en la zona de estudio, georreferenciando su posición.

### Muestreo y análisis

Se están efectuando muestreos de agua en época de lluvia, sequía e intermedio de pozos y manantiales, al igual que de agua de lluvia. Para coleccionar agua de lluvia se está utilizando la metodología recomendada por Araguas (2006).

Se determinan los niveles de los pozos y los parámetros fisicoquímicos in situ, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, salinidad y temperatura con el uso de una sonda multiparamétrica YSI Modelo

600XL.

Se determinan valores de cloruros, alcalinidad (Gran, 1952) e iones mayoritarios, por métodos analíticos standards (Standard Methods, 1995).

Se determinan los valores de elementos metálicos mayoritarios y trazas a través de Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total (TXRF), S2 PICOFOX de Bruker AXS, en el Laboratorio de Física Nuclear de la USB.

3.5.5. Se llevan a cabo análisis de los isótopos estables oxígeno ( $^{18}\text{O}$ ) y deuterio ( $^2\text{H}$ ) a través de Espectrometría Laser para Aguas, Modelo DLT-100, en el CIDIAT.

Se efectúan análisis de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) a través de Contador de Centelleo Líquido Packard Tri-Carb,

en la Unidad de Tecnología Nuclear del IVIC.

3.5.7. Se hacen análisis microbiológicos para determinar coliformes totales a través de la metodología del Numero Más Probable (NMP) en el Laboratorio de Microbiología Acuática de la USB.

## Resultados y Discusión

### Resultados preliminares

Considerando que este es un proyecto en desarrollo se presenta a continuación los resultados más relevantes obtenidos hasta la fecha.

Se concilió la participación en este estudio de expertos en aguas subterráneas de nuestro país, Dr.

Herve Jegat, del CIDIAT, quien ha participado en algunas salidas de campo y en todo momento está brindando asesoría técnica. De igual manera, están colaborando en este proyecto, personal de la Oficina de Aguas Subterráneas del INAMEH, destacando el MSc. Fernando Decarli, MSc. Manuel Figuera, MSc. Shirley Fernández y Germán Zerpa, quienes están participando en muestreos y colección de información sobre los pozos de agua y han llevado a cabo un primer Sondeo Eléctrico Vertical en la zona de estudio. También se concilio la participación de la Profesora Ricardina Díaz, quien también está colaborando en el desarrollo de este proyecto y ha participado en actividades de campo. De igual manera, el Dr. Haydn Barros de la USB también está colaborando en

este proyecto brindando asesoría técnica y apoyo en análisis, al igual que el personal del Instituto de Ciencias de la Tierra de la UCV.

Se ha iniciado con éxito la campaña de concientización dirigida a los pobladores de las comunidades costeras de Higuerote, quienes usan el recurso hídrico subterráneo. En todo momento estas comunidades han sido muy receptivas y han colaborado en el desarrollo de este proyecto, así mismo muy interesadas en adquirir conocimientos relacionados a las aguas subterráneas.

Se efectuó el reconocimiento del área e inventario de los pozos y manantiales en la zona de estudio, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Pozos y sitios de muestreo inventariados en la zona de estudio

SITIOS	PROPIETARIO	SITIO	COORD UTM (19)		CONDUCT. ELÉCT. (µS/cm)	pH	NIVEL (m)		TIPO
			NORTE (m)	ESTE (m)			Estático	Dinámico	
OCP1	Jairo Molina	Fundo La Abuela	813 136	11661 79	1540	6,58		17,9	C
OCP2	Ismelia Varolache	Fundo Mi Futuro	812 728	11660 01	1075	6,41	3,2		C
OCP3	Crisanto Echavarría	Fundo Ama Dulce	812 584	11654 45	1162	6,58	*		A
OCP4	Jose De Lima	Restaurant Doña Eva	811 525	11641 70	1885	6,42	5,3		C
OCP5	Ana M. Roid	Finca la Gordia	812 054	11634 24	804	6,53	-	-	M
SVP6	Consuelo de Reyes	Parcela / casa	810 914	11618 49	370	6,93	1		C
SVP7	Marcelino Arredondo	Parcela / casa	810 765	11619 66	999	6,46	1,51		C
SVP8	Humberto Vega	Parcela / casa	810 602	11617 09	976	6,54	2,9		C
SVM1	Manantial	Qda Valle Seco	810 810	11618 14	804	6,53	-	-	M
SVP9	Manuel Doscal	Parque Aventura	812 142	11619 00	442	6,56	0,3		C
OCP10	Hernando Lóñez	Fundo El Milagro	811 522	11634 96	1413	6,82	-0,08		C
OCP11	David Reyes	Parcela / Casa	811 260	11630 25	1240	6,59	-	-	C

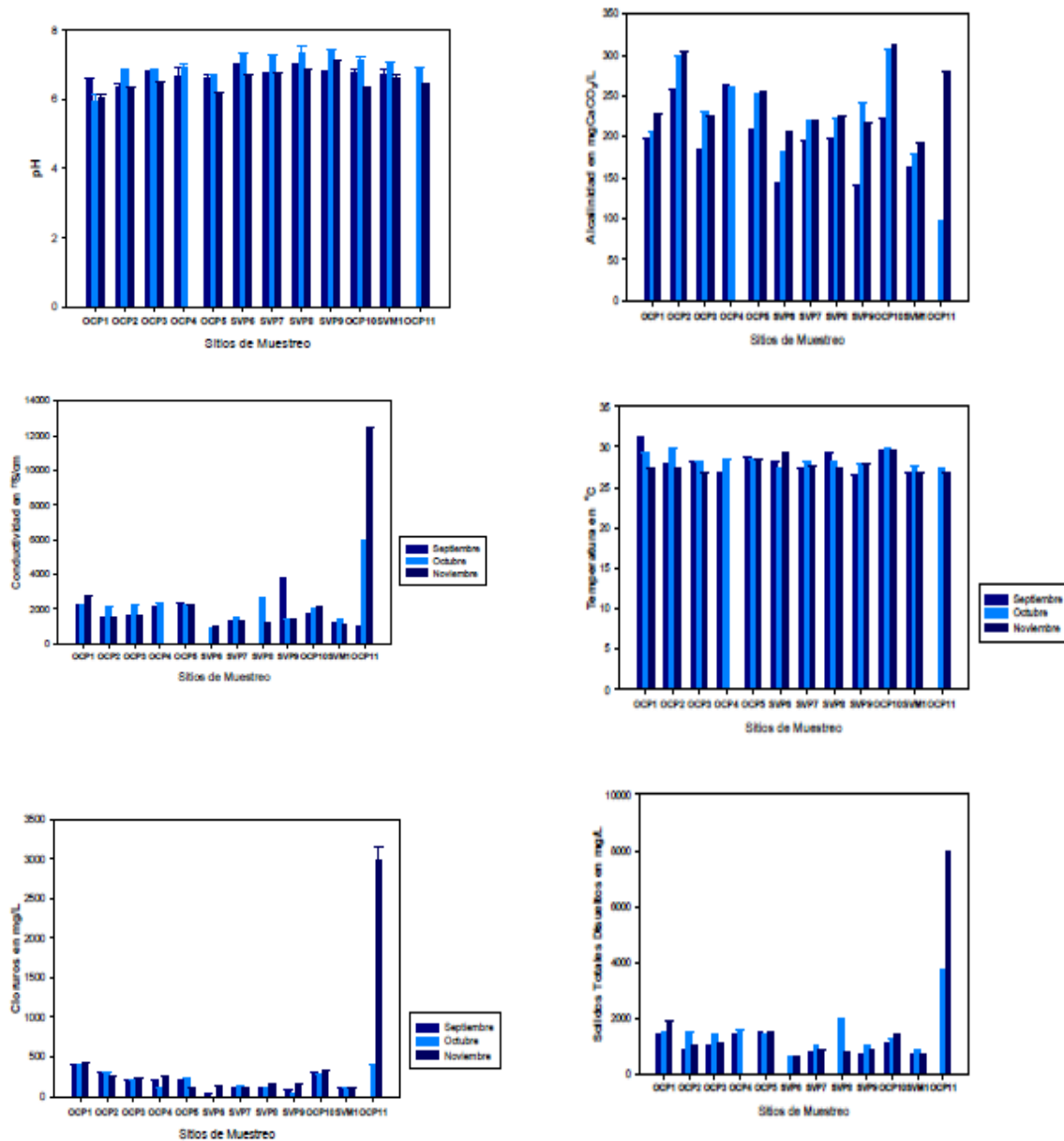
C: aljibe, A: pozos perforados, M: manantial

Se efectuaron muestreos preliminares y dichas muestras de agua están siendo analizadas actualmente en los laboratorios específicos. Los resultados que se generen se compararan con los valores máximos permisibles del Decreto 883 (1995) sobre la clasificación y control de la calidad

de los cuerpos de agua. Resultados preliminares de parámetros fisicoquímicos se presentan en la Figura 2. Estos resultados parecen indicar que existe una variación espacial en parámetros como conductividad, sólidos totales disueltos y cloruros, indicado especialmente por las concentracio-

nes elevadas observadas en el sitio OCP11, el cual es un sector utilizado para agricultura y cría de animales. La integración del resto de la información que se obtenga de los análisis químicos y biológicos permitirá discutir mejor estos resultados.

Figura 2. Parámetros Fisicoquímicos en los diferentes sitios de muestreo





## Conclusiones

Los resultados preliminares obtenidos hasta ahora parecen evidenciar la existencia de variación temporal en algunas de estas variables, lo que apunta a la necesidad de integrar la información del resto de los análisis para llegar a conclusiones definitivas en este sentido. Sin embargo, en otros aspectos se puede concluir que, a través del establecimiento de la alianza estratégica interinstitucional, se han podido aunar esfuerzos en la ejecución exitosa de este proyecto y contribuir a la generación de redes de investigación y construcción de capacidades en temas relacionados a las aguas subterráneas. A través de los programas de concientización, talleres y mesas de trabajo las comunidades organizadas manejan información importante relacionada al recurso hídrico y sobretodo como pueden contribuir a mantener la calidad de ese recurso.

## Agradecimiento

A todo el personal del Centro de Oceanología y Estudios Antárticos del IVIC.

Al personal del Instituto de Ciencias de la Tierra de la UCV.

A Bárbara Ordoñez de la Fundación Ecológica Brión, ECOBRION.

A Manuel Figuera y Shirley Fernández del INAMEH.

Al personal del CIDIAT.

A los pobladores de las comunidades de Oso Cotiza y Santa Ana Valle Seco, Higuero, estado Miranda.

En memoria del Profesor Armando Ramírez.

Al FONACIT por el financiamiento de este proyecto

## Referencias Bibliográficas

- Araguas, L. (2006). The Global Network of Isotopes in Precipitation (GNIP). IAEA, Section of Isotope Hydrology, Water Resources Program, in: Meeting on Establishment of National Networks for Monitoring Isotope contents in precipitation, Vienna, 8 – 10 November.
- Gran, G. (1952). Determination of the equivalence point in potentiometric titration: *Analyst*. 77(N 920): 661-671.
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contributions of Working group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, Noguer M, van der Linden PJ, Dai X, Maskell K, Johnson CA (Eds.) Cambridge University Press, Crambridge, UK.
- Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. (1995). *Gaceta Oficial N° 5021*. Poder Legislativo de Venezuela.
- Ranjan, P.; Kundell, J.; Golubiewski, N. (2007). Effect of climate change and land use change on saltwater intrusion. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington DC: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment).
- Silva-Filho, EV.; Sobral, RG.; Emblanch, C.; Blavoux, B.; Sella, SM.; Daniel, M.; Simler, R.; Wasserman. (2009). Groundwater chemical characterization of a Rio de Janeiro coastal aquifer, SE-Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 27: 100-108.
- Standard Methods for the Examination of Water And Wastewater. (1995). Edited by A.Greenberg, L. Clescerl, A. Eaton. Washington D.C.
- Vitalis. (2006). *Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Venezuela*. Compilado y Editado por Ahzaid Cañizalez, Silvana Peñuela, Diego Díaz Martín, María Elisa Febres.