



V SIMPOSIO INTERNACIONAL AGUAS CONTINENTALES DE LAS AMÉRICAS





V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS



Los Flujos gravitacionales para comprender el ciclo hidrológico

Marcos Adrián Ortega Guerrero PhD
Instituto de Geociencias,
Universidad Nacional Autónoma de México

V Simposio Internacional de Aguas Continentales de las Américas.

Amenazas antrópicas a los recursos hídricos: soluciones basadas en la ciencia y la comunidad



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Objetivo:

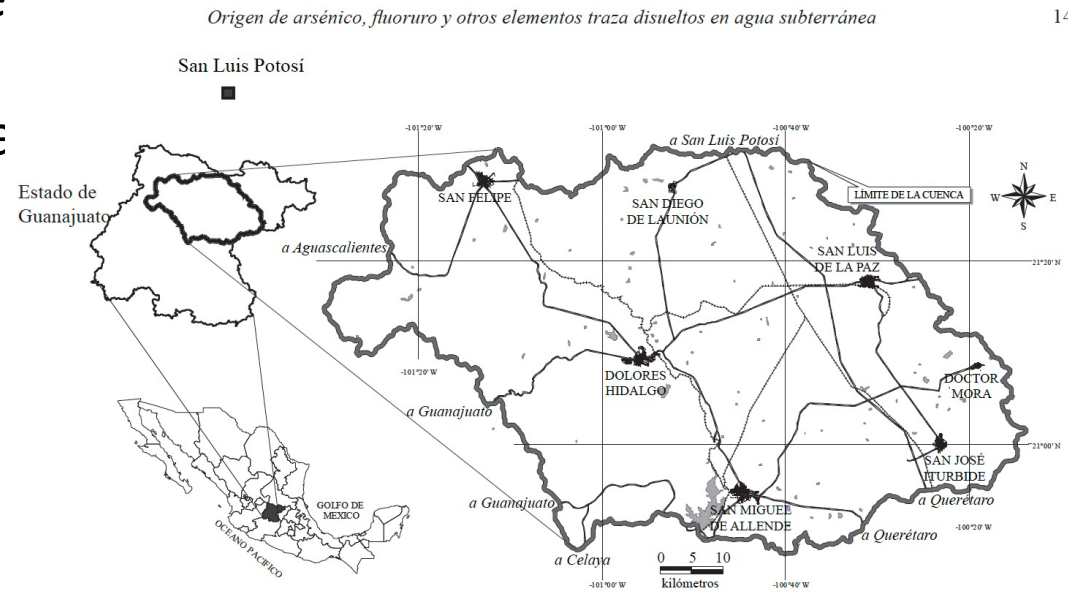
Se presenta un caso de estudio de amenazas antrópicas a los recursos hídricos y soluciones basadas en la ciencia y la comunidad.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Antecedentes

- Entre 1998 y 2002, se llevaron a cabo estudios científicos para conocer la situación del agua en una cuenca en el Centro de México, con una extensión de 7,000 km² y una población cercana a 500,000 habitantes, a solicitud de la sociedad.



Antecedentes

Las investigaciones rompieron con varios paradigmas del funcionamiento del agua subterránea en la cuenca, entre ellos que:

- 1) la extracción supera la capacidad segura del acuífero,
- 2) con un incremento progresivo de elementos tóxicos a la salud y al ambiente; y
- 3) donde prácticamente el agua joven ya se agotó y en la actualidad es entre 10,000 y 35,000 años.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Antecedentes

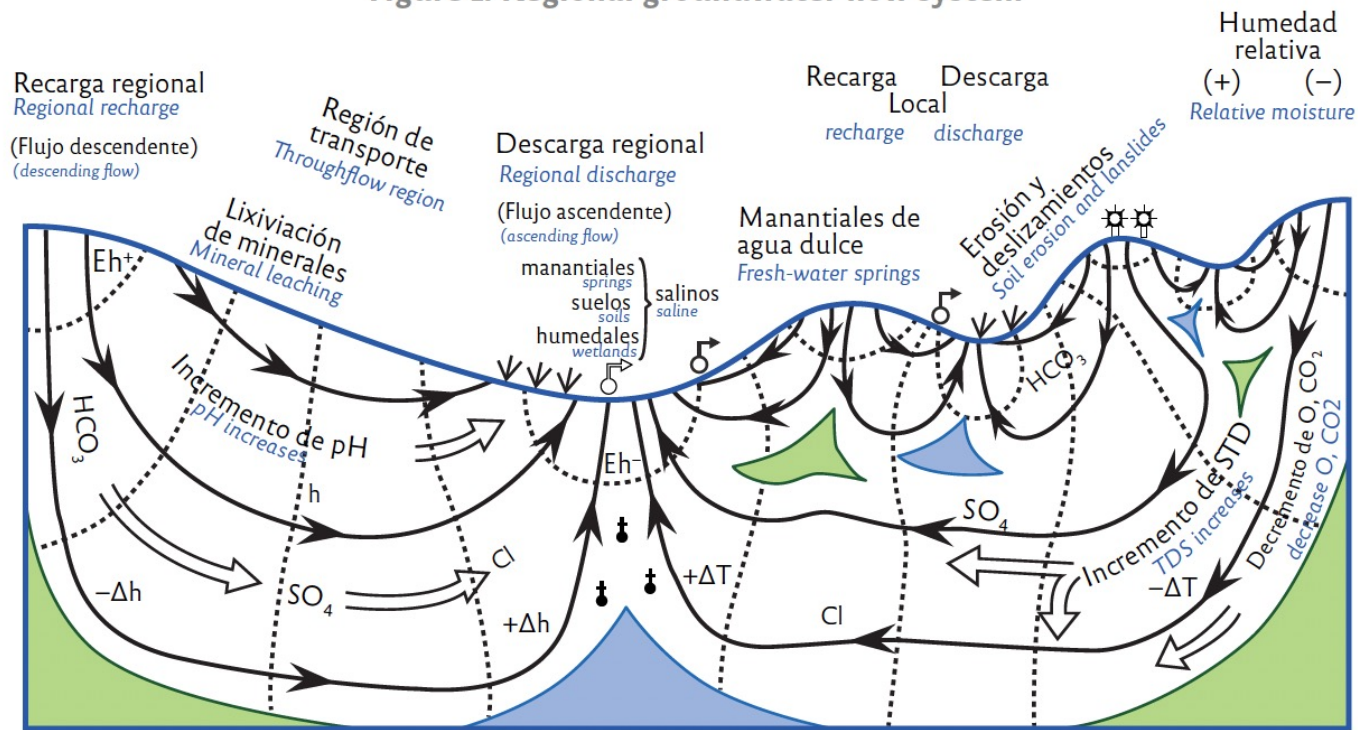
- Desde el año 2000 a la fecha, se ha implementado una estrategia urgente para mitigar los impactos negativos en la salud y el medio ambiente, a través de los Sistemas Gravitacionales de Flujo como un nuevo paradigma de gestión de las aguas subterráneas en esta cuenca. La presentación desarrollará los logros de estos avances.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

¿Qué son los Sistemas Gravitacionales?

Figura 1. Sistema de flujo regional de agua subterránea
Figure 1. Regional groundwater flow system



EXPLICACIÓN / EXPLANATION

Linea equipotencial	Line of equal hydraulic head
Linea de flujo	Flow line
Manantial: frío, termal	Spring: cold, warm
Freatofitas	Phreatophytes
Xerofitas	Xerophytes
Condiciones redox:	Redox conditions:
Eh ⁺	oxidación oxidizing
Eh ⁻	reducción reducing
Trazas de minerales	Mineral (metallic, evaporite, hydrocarbon) traces above accumulations
Cargas hidráulicas:	Hydraulic heads:
-Δh	subhidrostática subhydrostatic
h	hidrostática hydrostatic
+Δh	superhidrostática superhydrostatic
Trampa hidráulica: convergencia y acumulación de materia y calor transportado	Hydraulic trap: convergence and accumulation of transported matter and heat
Zona con flujo nulo: aumento de los STD	Quasi-stagnant zone: increased STD
Temperatura geotérmica y anomalía de gradiente: positivo, negativo	Geothermal temperature and gradient anomaly: positive, negative
+ΔT, -ΔT	

Presencia, distribución, hidrogeoquímica y origen de arsénico, fluoruro y otros elementos traza disueltos en agua subterránea, a escala de cuenca hidrológica tributaria de Lerma-Chapala, México

M. Adrián Ortega-Guerrero

Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Blvd. Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Qro., México.
*maog@servidor.unam.mx

Origen de arsénico, fluoruro y

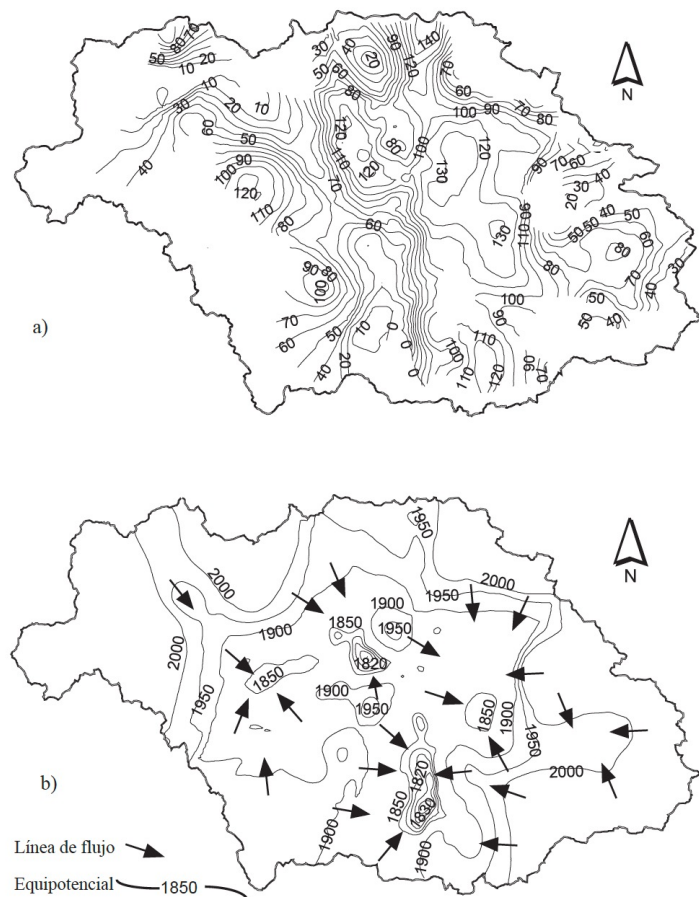


Figura 4. a: Profundidad al nivel estático. b: Distribución de carga hidráulica y líneas preferenciales de flujo de agua subterránea.

Article

Numerical Analysis of the Groundwater Flow System and Heat Transport for Sustainable Water Management in a Regional Semi-Arid Basin in Central Mexico

Marcos Adrián Ortega Guerrero

Centro de Geociencias, Campus Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla No. 3001, Santiago de Querétaro 76230, Mexico; maog@geociencias.unam.mx

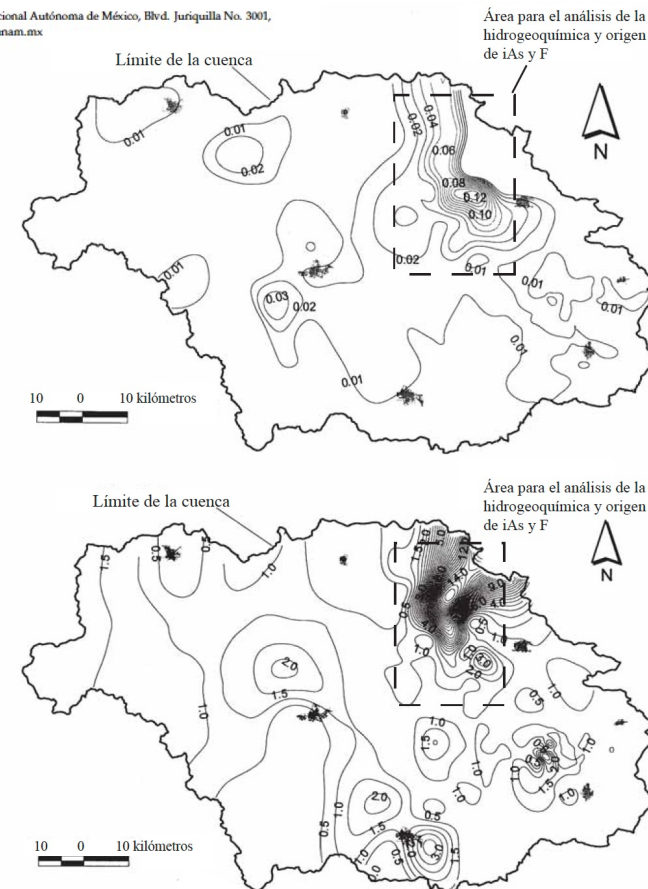
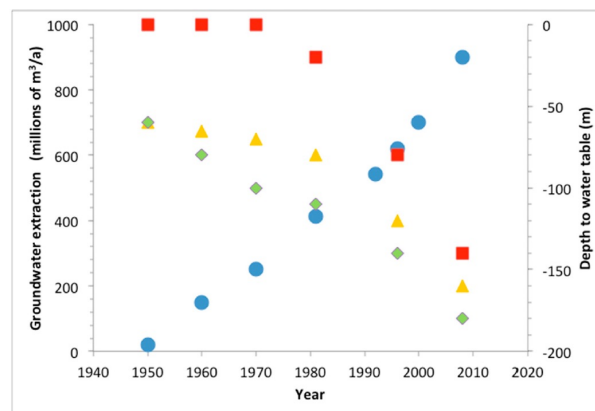
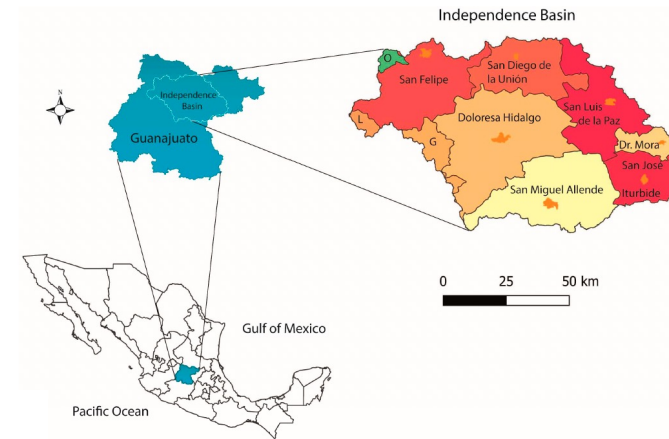
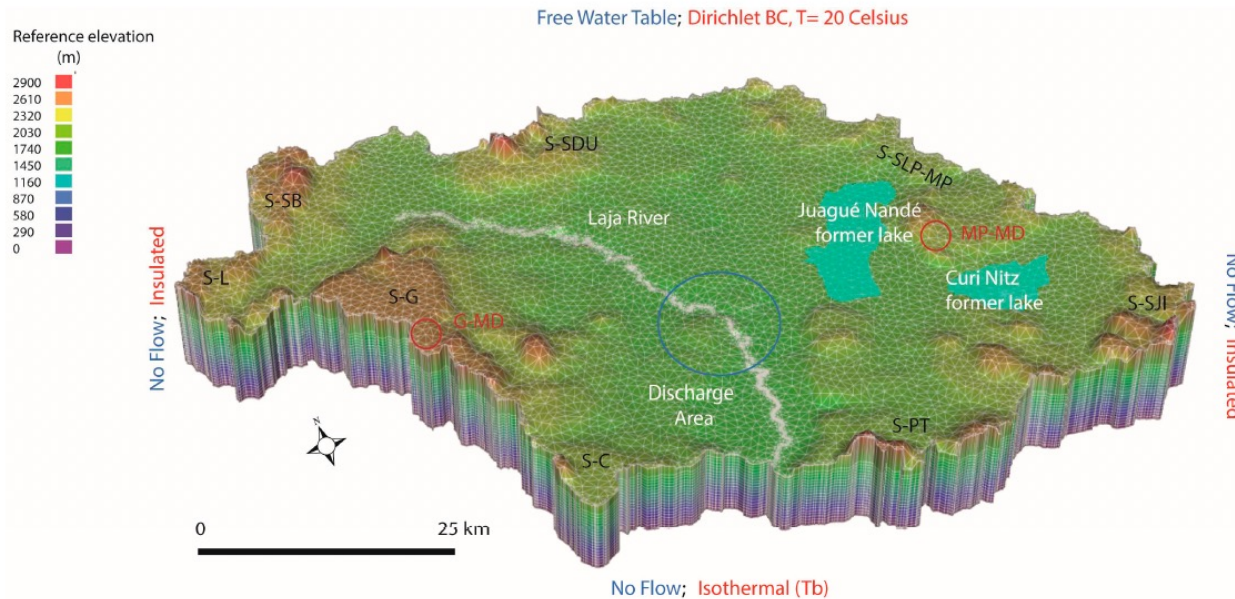


Figura 6. a: Concentración de iAs disueltos en agua subterránea de la cuenca de la Independencia (mg/L). Se seleccionaron 33 muestras del área con mayores concentraciones de iAs y F para un análisis más detallado de su origen e hidrogeoquímica. b: Concentración de fluoruros en el agua subterránea de la CI (mg/L).

La Cuenca de la Independencia



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Logros de 2000 a la fecha

- Desde el año 2000, se ha implementado una estrategia urgente para mitigar los impactos negativos en la salud y el medio ambiente, tanto cualitativos como cuantitativos. Esta estrategia se diseñó para cambiar el paradigma de la gestión de las aguas subterráneas en esta cuenca, en el estado de Guanajuato y en todo el país. Hasta la fecha, se han logrado avances:



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

- En 2003, se realizó un estudio cualitativo sobre el impacto en la salud infantil. Se ha estudiado el impacto cuantitativo del fluoruro en el agua potable en la cuenca [51,52] confirmando la causa que es el consumo de agua.

51. de la Fuente-Hernández, J.; Aguilar-Díaz, F.C.; Cintra-Viveiro, C.A. *Fluorosis Dental y Factores Asociados en Estudiantes Residentes de Comunidades del Estado de Guanajuato*; Universidad Nacional Autónoma de México, Entreciencias, diálogos en la Sociedad del Conocimiento: Mexico City, Mexico, 2016; Volume 4, Available online: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457647810005> (accessed on 3 February 2022).
52. Farías, P.; Estevez-García, J.A.; Onofre-Pardo, E.N.; Pérez-Humara, M.L.; Rojas-Lima, E.; Álamo-Hernández, U.; Rocha-Amador, D.O. Fluoride Exposure through Different Drinking Water Sources in a Contaminated Basin in Guanajuato, Mexico: A Deterministic Human Health Risk Assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 11490. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

En 2011 se inauguró una extensión de la Universidad Nacional ENES-León, en Guanajuato, para capacitar a profesionales en odontología, administración agronómica y fisioterapia para abordar algunos aspectos de estos problemas, pero los programas que se ofrecen no incluyen aguas subterráneas ni especialidades médicas.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Reuniones técnicas con instituciones de gobierno y privadas

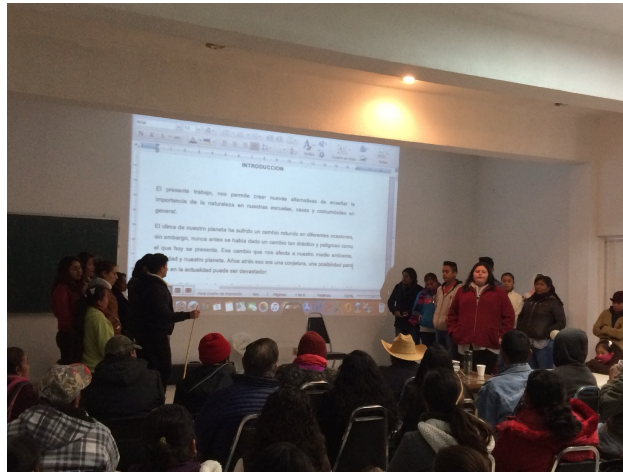
- Desde el año 2000, hemos mantenido diversas reuniones de trabajo con administradores de agua, incluyendo la Comisión Nacional del Agua (CNA, ahora CONAGUA), la Comisión Estatal del Agua (CEASG) y Organismos Operadores Municipales. Además, nos hemos reunido con representantes de organizaciones agropecuarias, organizaciones civiles y la sociedad en general de la cuenca.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Diplomados

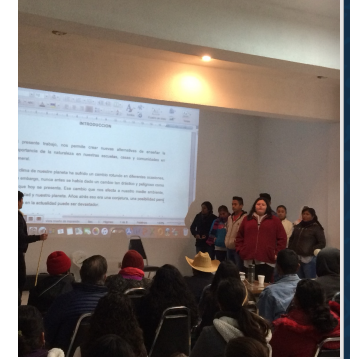
- Se generaron diplomados prácticos y diversos materiales de divulgación contruidos con la comunidad, para transferir todos los resultados a diversos sectores sociales y de toma de decisiones.



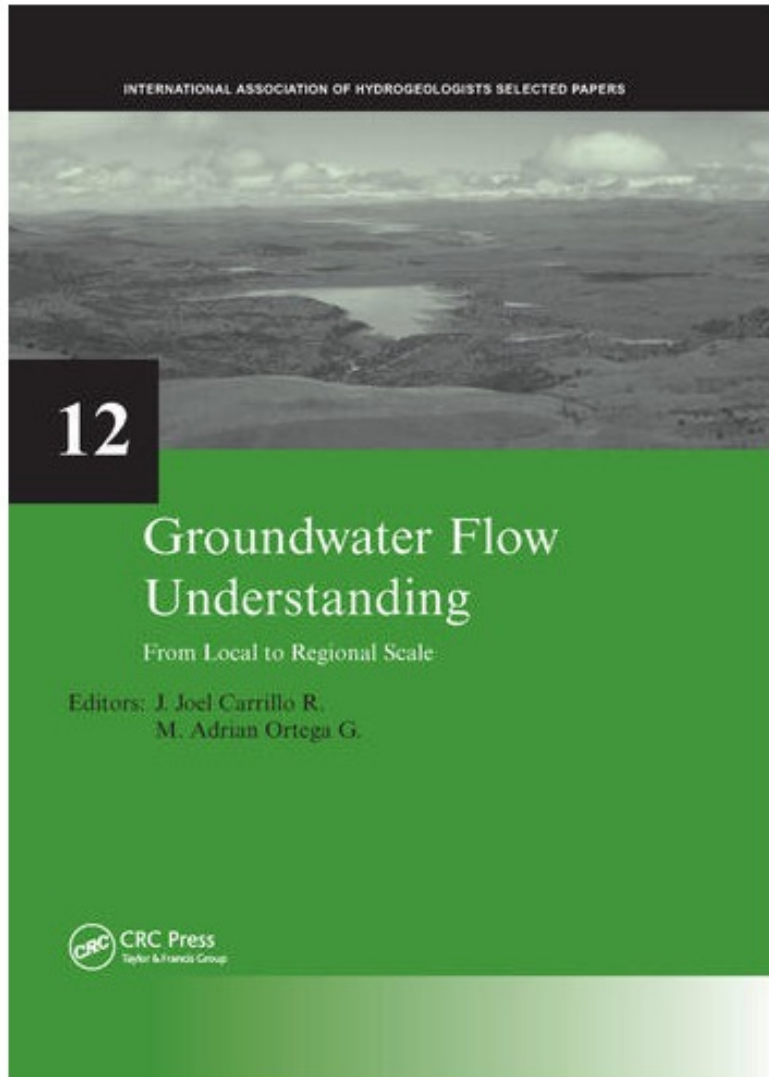
V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Diplomados Prácticos

- Se han diseñado y ofrecido cursos sobre la naturaleza de las aguas subterráneas (de 120 horas cada uno) a funcionarios gubernamentales, académicos, tomadores de decisiones y público en general para presentar los resultados de nuestra investigación de forma integral (2000, 2002, 2009-2010, 2017).
- Los dos últimos cursos se ofrecieron de forma gratuita debido a las condiciones de pobreza en las que viven muchas comunidades.



Congresos Internacionales



- El tema central del XXXIII Congreso Internacional de Hidrogeólogos (2004) fue “Comprensión del Flujo Regional de Aguas Subterráneas”.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Reuniones en el Senado de la República



Mesas de Trabajo en el Senado de la República, entre 2004 y 2008, para presentar la problemática de las aguas subterráneas en la CI y en otras partes del país, e insistir en la necesidad de reducir el bombeo y modificar los criterios de administración de las aguas subterráneas [53].

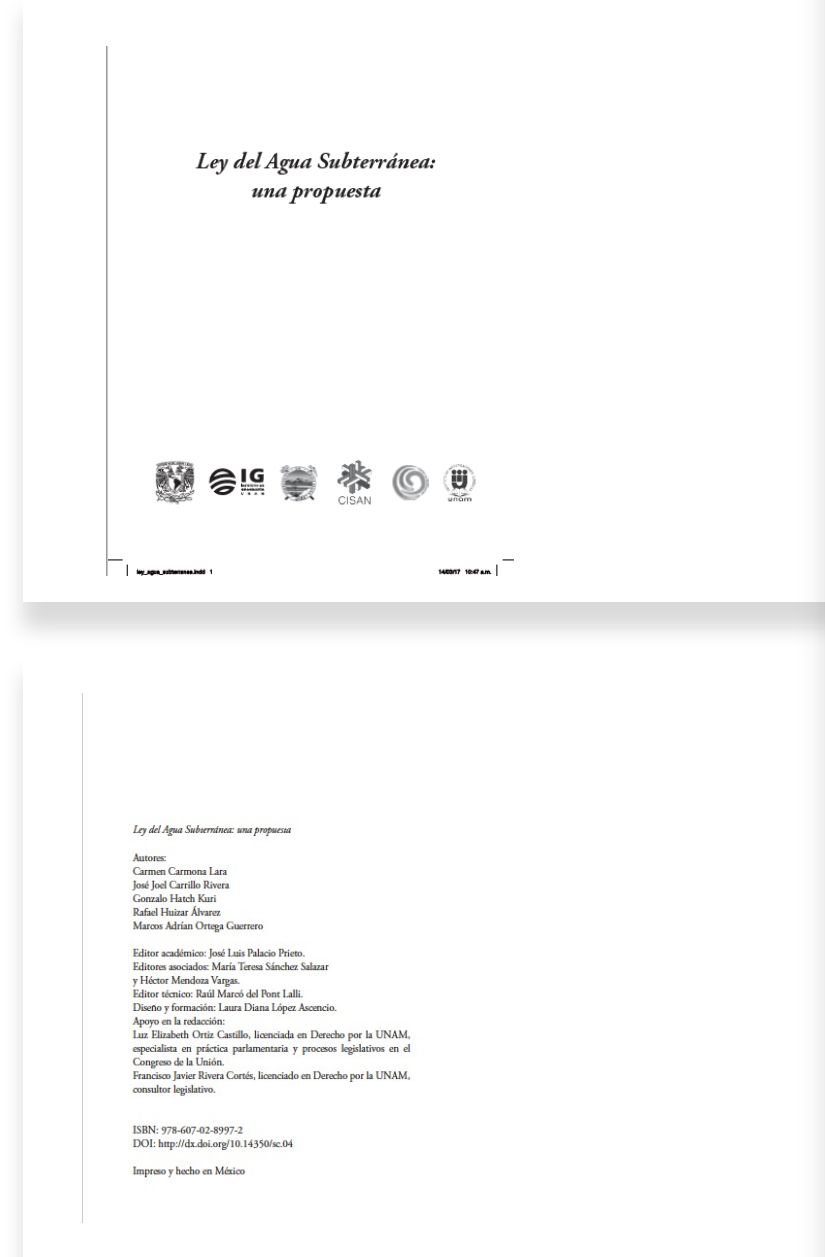
Youtube: The Age of Water



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Propuesta de una Ley de Aguas Subterráneas

- Entre 2015 y 2017, un equipo académico presentó la Propuesta de Ley de Aguas Subterráneas, que postula los Sistemas de Flujo Gravitacional de Aguas Subterráneas Tothiano-Freezeano (SSGG) como base para la administración del agua en México [54].



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Seminarios virtuales sobre los SGFAS para el CONACYT

- En 2020, se organizó una serie de siete seminarios virtuales sobre sistemas de agua y agua de gran caudal para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con la participación de numerosos profesionales en este campo y numerosos grupos sociales.
- En el primer número de la revista de divulgación Ciencia y Humanidades de 2021, se publicó un número especial sobre agua que destacó la importancia del enfoque SGFS [55].



**GOBIERNO DE MÉXICO****CONACYT**
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Web CONACYT**Octubre-Di**

PROGRAMA

PRONACES AGUA Y CUENCAS

Horario: 11:00 a 13:00 horas
Transmisión en Conacyt México por YouTube y Facebook LIVE

Estándares y criterios científicos para el conocimiento y gestión del agua subterránea en México

En el agua subterránea en México se ha debilitado al no adaptarse a nuevos parámetros en cuenta la naturaleza y complejidad de los sistemas de flujo de agua subterráneos, los conflictos sociales en el país y efectos nocivos a la salud y al ambiente. La acción crítica alcanzada y la necesidad de buscar y lograr la sustentabilidad del agua acotada, el Programa Nacional Estratégico "Conocimiento y gestión en el agua, para el bien común y la justicia ambiental" del CONACYT organiza el seminario para conocer los estándares y criterios científicos que permitan mejorar la gestión del agua subterránea, la formación de investigadores y cuadros profesionales, y los conocimientos sobre la cultura del agua subterránea en nuestro país.

El seminario:
El interior del Conacyt nuevos estándares y criterios científicos para la investigación sustentable y difusión adecuada de procesos del agua subterránea en México. La colaboración internacional del funcionamiento de los Sistemas Gravitacionales de la Tierra (SGFT) y Tothiano-Freezeanos (SGFAS-TF).

En General
Dr. Ortega Guerrero, Centro de Geociencias, UNAM.

Proyecto Nacional de investigación e incidencia

- En 2020, se autorizó un proyecto de investigación integral para la comprensión y restauración de sistemas de caudal, financiado a través de los Programas Estratégicos Nacionales del CONACYT (PRONACE-CONACYT). Lamentablemente, la pandemia de COVID-19 provocó su cancelación, principalmente porque participantes clave enfermaron y sufrieron efectos secundarios que les impidieron continuar con el trabajo.

Alternativas productivas y de conservación en adaptación al cambio climático

- También se han propuesto alternativas productivas y de conservación destinadas a reducir la extracción y promover la adaptación al cambio climático en la cuenca [16].



REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS

v. 34, núm. 2, 201

Análisis de la dinámica del agua en la zona no saturada en un suelo sujeto a prácticas de conservación: implicaciones en la gestión de acuíferos y adaptación al cambio climático

Ramón Aguilar-García¹ y M. Adrián Ortega-Guerrero^{2,*}

¹ Campo Experimental Norte de Guanajuato, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, km 67 carretera Querétaro-San Luis Potosí, n-a, San Luis de la Paz, Guanajuato, México.

² Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus UNAM Juriquilla, Blvd. Juriquilla no. 3001, C.P. 76230, Querétaro, Qro., México.

* maog@geociencias.unam.mx



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Trabajo futuro



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

El trabajo futuro se centrará en la gestión estratégica del agua en la Cuenca de la Independencia para mejorar la salud de la población y fomentar la explotación ambiental sostenible y el desarrollo económico futuro.

El establecimiento de escenarios para prevenir, controlar y mitigar los impactos negativos en la salud y el medio ambiente debe considerar el efecto combinado de la respuesta del flujo de agua subterránea a la temperatura, dado que el conocimiento de los sistemas de flujo gravitacional de agua subterránea, desde la escala local hasta la de cuenca, ha avanzado.

Agradecimientos



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

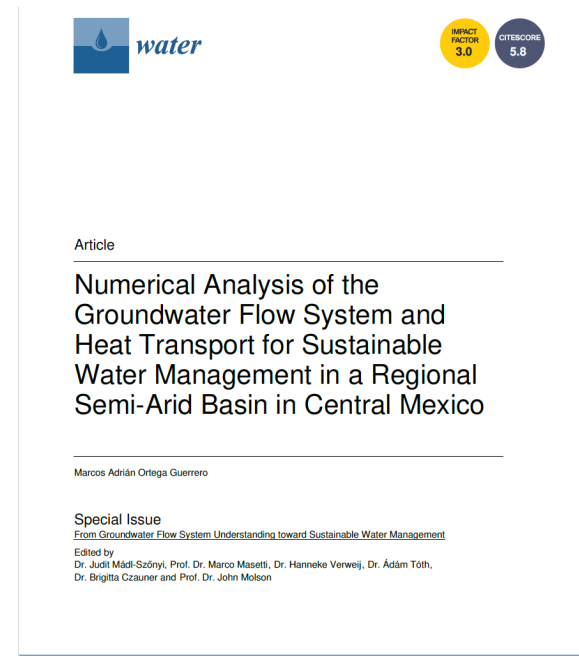
M.C. Ramón Aguilar
(CENGUA-Instituto
Nacional de
Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias)

Graciela Martínez,
Mercedes Páramo, CEDESA
(Centro para el Desarrollo
Agropecuario), Dolores
Hidalgo.

Organizaciones Civiles,
Habitantes de la CI.

¡Gracias!

Referencias en:



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS



V SIMPOSIO INTERNACIONAL AGUAS CONTINENTALES DE LAS AMÉRICAS



Autoridad
para el Manejo Sustentable
de la Cuenca del Lago
de Atitlán y su Entorno



CENTRO
DE ESTUDIOS ATITLÁN - CEA -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES



simposio.atitlan@gmail.com



<https://simposioatitlan.org.gt/>



Encuentranos
en Facebook