Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

2016
Volumen 68 Número 3

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

ISSN 1405-3322

Cuarta Época (2005-actualidad)

Entidad de edición: *Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*.

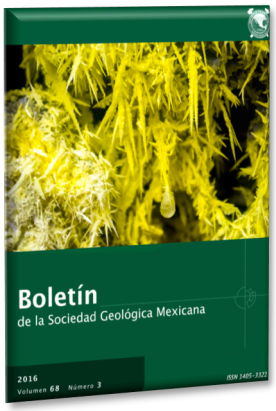
Revista geológica incluida en / **A geological journal included in**: *Science Citation Index-Expanded • Web of Science • Current Contents / Physical, Chemical and Earth Sciences • ISI Alerting Service • SciELO Citation Index • Scopus • Scientific Electronic Library Online (SciELO) • Índice Mexicano de Revistas Científicas (IMRC) • EBSCOhost • Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC) • JSTOR • Ulrich's • GeoRef • Latindex • SCImago • Periódica • Directory of Open Access Journals (DOAJ) • Dialnet • Zoological Record • UPCommons • Open J-Gate • Geoscience e-Journals*

DEFINICIÓN DE LA REVISTA

El *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* es una revista científica con arbitraje estricto publicada cuatrimestralmente, y de carácter electrónico de acceso abierto y gratuito. En éste se publican artículos y notas cortas o técnicas que tienen como principal propósito contribuir a la comprensión de la geología de México, sus áreas vecinas, y de áreas geológicamente similares en cualquier lugar de la corteza terrestre. Por un lado, México es tierra de volcanes, sismos, recursos minerales y energéticos (petróleo, gas y geotermia); por otro lado, presenta precarios recursos hidrológicos, problemas ambientales y riesgos geológicos de diversa índole. Así, tales tópicos son de alto interés para nuestros lectores, el *Boletín*, nuestra Sociedad, y la sociedad en general. Sin embargo, la Geología no se rige en base a fronteras artificiales y, por consiguiente, el *Boletín* está abierto a cualquier área geográfica y a cualquier disciplina relacionada con las Ciencias de la Tierra.

Las lenguas de trabajo del *Boletín* son el español y el inglés, favoreciéndose la publicación de trabajos con temáticas de alcance local a semi-regional, con una orientación preferencial hacia temas de Ciencia Aplicada, de corte técnico, o dedicados a nuevas metodologías o a sus mejoras. Sin embargo, ello no excluye la publicación de trabajos de Ciencia Básica o con orientaciones temáticas de otros tipos, pues el *Boletín* es una revista generalista e inclusiva.

El *Boletín* ha sido publicado desde 1904, por lo que es una de las revistas científicas más antiguas actualmente activas en México y su contenido, desde el primer ejemplar, está enteramente disponible en línea.



En portada: Cristales esqueléticos de azufre nativo formados por desublimación a partir de emanaciones de vapores ácidos en el campo geotérmico de Los Azufres, Michoacán.
Foto: Dunia Figueroa Guanche.

Front page: Skeletal native sulfur crystals formed by deposition from acid vapor vents at the Los Azufres geothermal field, Michoacán.
Picture: Dunia Figueroa Guanche.

EDITOR EN JEFE — *EDITOR-IN-CHIEF*

Antoni **Camprubí** — Instituto de Geología, UNAM (México)

EDITORES ASOCIADOS — *ASSOCIATED EDITORS*

Susana A. **Alaniz Álvarez** — Centro de Geociencias, UNAM (México)
Juan P. **Bernal Uruchurtu** — Centro de Geociencias, UNAM (México)
Carles **Canet** — Instituto de Geofísica, UNAM (México)
Edgardo **Cañón Tapia** — Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)
Elena **Centeno García** — Instituto de Geología, UNAM (México)
Gabriel **Chávez Cabello** — Universidad Autónoma de Nuevo León (México)
M. Carmen **Gutiérrez Castorena** — Colegio de Postgraduados (México)
Beatriz **Ortega Guerrero** — Instituto de Geofísica, UNAM (México)
Sergio R. **Rodríguez Elizarrarás** — Instituto de Geología, UNAM (México)
Evgueni **Shumilin** — CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional (México)
Francisco J. **Vega** — Instituto de Geología, UNAM (México)

COMITÉ EDITORIAL — *EDITORIAL ADVISORY BOARD*

Federico **Agnolin** — Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Argentina)
Ali **Bahrami** — University of Isfahan (Irán)
J. Rafael **Barboza Gudiño** — Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México)
Hermann D. **Bermúdez Aguirre** — Paleoexplorer S.A.S. (Colombia)
Idael F. **Blanco Quintero** — Universidad de los Andes (Colombia)
Lauro **Bucio Galindo** — Instituto de Física, UNAM (México)
Cathy J. **Busby** — University of California, Santa Barbara (E.U.A.)
Laura **Calvillo Canadell** — Instituto de Biología, UNAM (México)
Ignasi **Casanova** — Universitat Politècnica de Catalunya (España)
Juan **Contreras Pérez** — Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)
Fidel **Costa** — Nanyang Technological University (Singapur)
Elisa **Fitz Díaz** — Instituto de Geología, UNAM (México)
Antonio **García-Casco** — Universidad de Granada (España)
Avto **Gogichaishvili** — Instituto de Geofísica, UNAM (México)
John W.M. **Jagt** — Natuurhistorisch Museum Maastricht (Holanda)
José M. **González Jiménez** — Universidad de Chile (Chile)
Graciela **Herrera Zamarrón** — Instituto de Geofísica, UNAM (México)
Pavel V. **Krasilnikov** — Lomonosov Moscow State University (Rusia)
Denis **Legrand** — Instituto de Geofísica, UNAM (México)
Margarita **López Martínez** — Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)
Elena **Lounejeva** — University of Tasmania (Australia)
Luis **Martínez** — Université de Strasbourg (Francia)
María **Martínez Cruz** — Universidad Nacional de Costa Rica (Costa Rica)
Juan C. **Montalvo Arrieta** — Universidad Autónoma de Nuevo León (México)
Andrés **Pardo Trujillo** — Universidad de Caldas (Colombia)
Renée J. **Pérez** — GeoChemical Research and Engineering, Inc. (Canadá)
Rosalva **Pérez Gutiérrez** — Universidad Autónoma de Guerrero (México)
Eugene **Perry** — Northern Illinois University (E.U.A.)
Laura P. **Perucca** — Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Noé **Piedad Sánchez** — Universidad Autónoma de Coahuila (México)
Gabriela **Pineda-Salgado** — Universidad Nacional de La Plata (Argentina)
Joaquín A. **Proenza** — Universitat de Barcelona (España)
Francisco M. **Romero** — Instituto de Geología, UNAM (México)
Ángel **Ruiz Angulo** — Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM (México)
Ramon **Salas** — Universitat de Barcelona (España)
Gilberto **Silva Romo** — Facultad de Ingeniería, UNAM (México)
Carlos A. **Vargas Jiménez** — Universidad Nacional de Colombia (Colombia)

EDICIÓN TÉCNICA Y PÁGINA WEB — *TECHNICAL EDITION AND WEBSITE*

Laura L. **Martínez García**, Sandra **Ramos Amézquita**, Denise V. **Hernández Villalva**, Gerardo **Zenteno**, León F. **Álvarez Sánchez**

Tom **Musselman**, Barbara **Martiny**, Myrna L. **Martínez Robles**, Aldo **Ramos Rosique**, Renée **Pérez**, César F. **Aguilar Ramírez**, Amoneeta **Beckstein**, Elizabeth **Chávez**, Miguel **Cruz Pérez**, Griselda **Guerrero Márquez**, Óscar F. **Hernández Monzón**, Alexia **Molina Garduño**, Berenice **Peláez Pavón**

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

Volumen 68, número 3 (2016) | *Volume 68, issue 3 (2016)*

CONTENIDO ***CONTENT***

iii ***Editorial: El Boletín en 2016***
Antoni **Camprubí**

ARTÍCULOS REGULARES ***REGULAR ARTICLES***

377 ***Unidades geomorfológicas de la cuenca del Río Grande de Comitán, Lagos de Montebello, Chiapas, México***
Geomorphologic units of the Río Grande de Comitán basin, Montebello Lakes, Chiapas, Mexico
Lucy **Mora**, Roberto **Bonifaz**, Rafael **López-Martínez**

395 ***Caracterización geoquímica de las manifestaciones termales intermareales de Bahía Concepción en la Península de Baja California***
Geochemical characterization of intertidal thermal manifestations at Concepción Bay in the Baja California Peninsula
María Luisa **Leal Acosta**, Rosa María **Prol-Ledesma**

409 ***Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México***
Diagnosis and analysis of factors that affect the vulnerability of supply springs of potable water to Mexico City, Mexico
Óscar **Escolero**, Stefanie **Kralisch**, Sandra E. **Martínez**, Maria **Perevochtchikova**

429 ***Cambrian stratigraphy of San José de Gracia, Sonora, México: El Gavilán Formation, a new middle Cambrian lithostratigraphic unit of open shelf environment***
Estratigrafía del Cámbrico de San José de Gracia, Sonora, México: Formación El Gavilán, una nueva unidad litoestratigráfica de ambiente de plataforma abierta del Cámbrico medio
Francisco **Cuen-Romero**, José Eduardo **Valdez-Holguin**, Blanca Estela **Buitrón**, Rogelio **Monreal-Saavedra**, Frederick **Sundberg**, Alejandra **Montijo-González**, Ismael **Minjarez Sosa**

443 ***Geoquímica del magmatismo mesozoico asociado al margen continental pasivo en el occidente y centro de Cuba***
Geochemistry of the Mesozoic magmatism associated with the passive continental margin in western and central Cuba
Esther María **Cruz-Gámez**, Fernando **Velasco Tapia**, Antonio **García-Casco**, Ana Ibis **Despaine Díaz**, José Francisco **Lastra Rivero**, Dámaso **Cáceres Govea**

477 ***Mid-early late Albian foraminiferal assemblage from the El Abra Formation in the El Madroño locality, eastern Valles–San Luis Potosí Platform, Mexico: Paleoenvironmental and paleobiogeographical significance***
Asociación de foraminíferos del Albiano medio a tardío de la Formación El Abra en la localidad de El Madroño, oriente de la Plataforma Valles–San Luis Potosí, México: relevancia paleoambiental y paleobiogeográfica
Lourdes **Omaña**, Gloria **Alencaster**, Blanca Estela **Buitrón**

497 ***Mamíferos fósiles del Pleistoceno tardío (Rancholabreano) de San Mateo Huexoyucán, Tlaxcala, México***
Late Pleistocene (Rancholabrean) fossil mammals of San Mateo Huexoyucán, Tlaxcala, Mexico
Miguel **Sánchez Salinas**, Eduardo **Jiménez Hidalgo**, Carlos **Castañeda Posadas**

515 ***Late Jurassic aptychi from the La Caja Formation of northeastern Mexico***
Ápticos del Jurásico tardío de la Formación La Caja del noreste de México
Patrick **Zell**, Wolfgang **Stinnesbeck**, Seija **Beckmann**

537 ***Paleoecología y cronoestratigrafía de las diatomeas del Miembro Los Indios en la Mesa La Misión, del Mioceno de Baja California, México***
Paleoecology and chronostratigraphy of diatoms of the Los Indios Member at Mesa La Misión, Miocene of Baja California, Mexico
Fernando Manuel **Salinas-Márquez**, Juan Gabriel **Flores-Trujillo**, Javier **Helenes**, Miguel Agustín **Téllez-Duarte**, Francisco Javier **Aranda-Manteca**

553 ***Neural networks for defining spatial variation of rock properties in sparsely instrumented media***
Redes neuronales para definir la variación espacial de las propiedades de rocas en medios escasamente instrumentalizados
Silvia Raquel **García Benítez**, Jorge Antonio **López Molina**, Valentín **Castellanos Pedroza**

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

Volumen 68, número 3 (2016) | ***Volume 68, issue 3 (2016)***

CONTENIDO (continuación) ***CONTENT (continued)***

571 ***Primer registro de la Familia Albanerpetontidae (Lissamphibia) en la formación El Gallo (Campaniano, Cretácico Superior), Baja California, México***
First record of the Albanerpetontidae family (Lissamphibia) in the El Gallo formation (Campanian, Upper Cretaceous), Baja California, Mexico
Paulo R. **Romo de Vivar Martínez**, Marisol **Montellano Ballesteros**, Dalia **García Alcántara**

581 ***Indicadores geomorfológicos para evaluar la vulnerabilidad por inundación ante el ascenso del nivel del mar debido al cambio climático en la costa de Tabasco y Campeche, México***
Geomorphological indicators to assess vulnerability to flooding from the rise of sea level due climate change on the coast of Tabasco and Campeche, Mexico
Rodimiro **Ramos Reyes**, Joel **Zavala Cruz**, Lilia María **Gama Campillo**, Daniel **Pech Pool**, Mario Arturo **Ortiz Pérez**

599 ***Hydrothermal vents and prebiotic chemistry: A review***
Manantiales hidrotermales y química prebiótica: una revisión
María **Colín-García**, Alejandro **Heredia**, Guadalupe **Cordero**, Antoni **Camprubí**, Alicia **Negrón-Mendoza**, Fernando **Ortega-Gutiérrez**, Hugo **Beraldi**, Sergio **Ramos-Bernal**

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

DATOS DE LA REVISTA Y DEL PRESENTE NÚMERO

Título: **Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana**

ISSN (revista impresa): **1405-3322**

ISSN (revista electrónica): **En trámite**

Número de reserva de derechos al uso exclusivo del título: **04-2012-121911085000-203**

Tipo de publicación: **Periódica**

Periodicidad: **Cuatrimestral**

Número de publicación: **Volumen 68 Número 3**

Fecha de publicación: **Diciembre de 2016**

Año de inicio de la publicación: **1904**

Materia de la publicación: **550 (Ciencias de la Tierra)**

Editada por: **Sociedad Geológica Mexicana e Instituto de Geología de la UNAM**

Domicilio: **Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria,
04360 Coyoacán, Cd.Mx. (México)**

Tiraje: **No aplica**

Tipo de impresión: **No aplica**

Gramaje: **No aplica**

Tipo de papel: **No aplica**

DR © Sociedad Geológica Mexicana

Hecho en México

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

DECLARATORIAS

Declaratoria de Acceso Abierto

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana se compromete a proveer acceso abierto auténtico e inmediato a sus contenidos para la labor académica. Todo el material publicado por el BSGM está libremente disponible de inmediato a partir de su fecha de publicación. No existe cargo alguno a los autores antes de la publicación ni en ningún otro momento, ni cargo alguno a los lectores para descargar el material publicado en el BSGM para fines académicos. Por lo tanto, el funcionamiento del BSGM bajo los modelos de acceso abierto Oro o Verde, sino que el acceso a sus contenidos es libre en todo momento y sin restricciones. Para tal fin, el BSGM depende del apoyo financiero proporcionado por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, la buena voluntad de todo su equipo editorial y comité editorial, y el apoyo contínuo de su padrón de revisores expertos.

Creative Commons Licence CC-BY-NC-ND

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana se adhiere a, y sigue las líneas de la organización Creative Commons.

Usted está en libertad de:

- Compartir— copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- El tenedor de la licencia no puede revocar estas libertad en tanto usted siga los términos de la licencia.

Bajo los siguientes términos:

- Atribución — Usted debe dar el crédito apropiado, proveer un vínculo a la licencia, e indicar si se hicieron cambios. Lo puede hacer en cualquier manera razonable, pero no en cualquier forma que sugiera que el tenedor de la licencia avale a usted o el uso que hace.
- No-Comercial — Usted no puede usar el material para propósitos comerciales.
- Sin Derivados — Si usted hace un remix, transforma, o reconstruye el material, entonces usted no puede distribuir el material modificado.
- Sin restricciones adicionales— Usted no puede aplicar términos legales medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier otra cosa que la licencia permite.

Avisos:

- Usted no tiene que cumplir con la licencia para elementos del material de dominio público o donde su uso está permitido por una excepción o limitación aplicable.
- No se dan garantías. Es posible que la licencia no le proporcione todos los permisos necesarios para su uso previsto. Por ejemplo, otros derechos como la publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar el uso del material.

Sobre derechos de autor (copyright) y de publicación

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana permite a todos los autores mantener los derechos de autor sobre el material incluido en sus contribuciones (a menos que existan demandas legítimas de terceros) y retener los derechos de publicación, sin restricciones. Sólo se requiere que los autores citen de forma convencional la fuente original de dicho material como parte del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.

Open Access Statement

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana is committed to real and immediate open access for academic work. All of theBSGM's published material is free to access immediately from the date of publication. There are no author charges prior to publication or at any other time, and no charge for any reader to download theBSGM's published material for their own scholarly use. The BSGM does not, therefore, operate either a Gold or Green model of open access, but is free to all at any time with no restrictions. To facilitate this the BSGM depends upon the financial underwriting provided by the Instituto de Geología of the Universidad Nacional Autónoma de México, the goodwill of its editorial team and advisory board, and the continuing support of its network of peer reviewers.

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana adheres to and follows the Creative Commons lines.

You are free to:

- Share — copy and redistribute the material in any medium or format
- The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Under the following terms:

- Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
- Non-Commercial — You may not use the material for commercial purposes.
- NoDerivatives — If you remix, transform, or build upon the material, you may not distribute the modified material.
- No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Notices:

- You do not have to comply with the license for elements of the material in the public domain or where your use is permitted by an applicable exception or limitation.
- No warranties are given. The license may not give you all of the permissions necessary for your intended use. For example, other rights such as publicity, privacy, or moral rights may limit how you use the material.

Concerning copyright and publishing rights

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana allows all authors to hold the copyright of the material included in their contributions (provided that no rightful claims can be raised by a third party) and to retain publishing rights, without restrictions. The authors are only required to cite in a conventional manner the original source of such material within the Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

Sociedad Geológica Mexicana

Consejo directivo nacional

Bienio 2016-2017

Presidente	**Raúl Cruz Ríos** Servicio Geológico Mexicano
Vicepresidente	**Víctor Orozco González** Comisión Federal de Electricidad
Vicepresidente de Geología del Petróleo	**Juan Rogelio Román Ramos** Petróleos Mexicanos
Vicepresidente de Educación	**René Alejandro Téllez Flores** Instituto Mexicano del Petróleo
Vicepresidente de Geotecnia	**José María Chávez Aguirre** Universidad Nacional Autónoma de México
Vicepresidente de Geología Ambiental	**Jaime Buitrago** ExxonMobil Exploracion y Produccion Mexico
Vicepresidente de Geología Minera	**José Luis Hidalgo Hernando** Gobierno del Estado de México
Vicepresidente de Geohidrología	**Roberto Aurelio Sención Aceves** Comisión Nacional del Agua
Vicepresidente de Geotermia	**Cecilia Lorenzo Pulido** Comisión Federal de Electricidad
Vicepresidente de Almacenamiento de CO_2	**Jazmín Mota Nieto** Secretaría de Energía
Vicepresidente de Enlace Institucional	**Rigoberto Ruiz Barragán** COMESA Exploración
Vicepresidente de Geología Médica	**José Luis Lee Moreno** Servicio Geológico Mexicano
Secretario	**Enrique Espinosa Arámburo** Servicio Geológico Mexicano
Subsecretario	**Jesús Mendoza Ruíz** Schlumberger
Tesorero	**Iván Alor Ortiz** Petróleos Mexicanos
Subtesorero	**Sandra Ortega Lucach** Instituto Mexicano del Petróleo
Editor	**Francisco J. Vega Vera** Universidad Nacional Autónoma de México
Co-Editor	**Antoni Camprubí i Cano** Universidad Nacional Autónoma de México
Comité de Eventos Técnicos, Científicos y Culturales	**José de Jesús Rodríguez Salinas** Servicio Geológico Mexicano
	Bernardo Martell Andrade Universidad Nacional Autónoma de México

Boletín
de la Sociedad Geológica Mexicana

http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm

La tabla de contenido y el texto completo de los números publicados desde 1904 hasta la fecha del *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* se pueden consultar en la página web
http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm