

# REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS

Volumen 31, número 3, diciembre 2014

<http://www.rmccg.unam.mx>



---

## Imagen de la portada:

Trazas de fisión espontánea en un apatito detrítico extraído de una arenisca de la Formación Todos Santos, Estado de Chiapas, México. Estos defectos lineales, que tienen direcciones aleatorias, se forman por la fisión espontánea del uranio natural presente en los apatitos como un elemento traza. El ataque químico necesario para poder observar las trazas de fisión espontánea del  $^{238}\text{U}$  se realizó con 5.5N  $\text{HNO}_3$  a 21 °C durante 20 segundos. Autores de la fotomicrografía: Fanis Abdullin y Jesús Solé.

*Spontaneous fission tracks in a detrital apatite crystal from the Todos Santos Formation sandstone, the State of Chiapas, Mexico. These linear damages, which show random directions, were formed in apatite by the spontaneous fission of trace amounts of natural uranium. Polished apatite was etched in 5.5N  $\text{HNO}_3$  at 21 °C for 20 s to reveal  $^{238}\text{U}$  spontaneous fission tracks. Photomicrograph by Fanis Abdullin and Jesús Solé.*

---

---

## Edición Técnica

Editores técnicos: Ma. Teresa Orozco Esquivel  
J. Jesús Silva Corona

Revisores: Juan Carlos García y Barragán  
Marina Vega González

Asistencia editorial: Aurora Marina Asprón Ramírez

---

La **Revista Mexicana de Ciencias Geológicas** es una publicación compartida del Instituto de Geología, el Centro de Geociencias y la Facultad de Ingeniería de la UNAM, la Sociedad Geológica Mexicana, el Instituto Nacional de Geoquímica (INAGEQ), y la Sociedad Mexicana de Paleontología. La Revista Mexicana de Ciencias Geológicas publica artículos de investigación originales en todas las disciplinas de las Ciencias de la Tierra, con énfasis en trabajos sobre Iberoamérica. La RMCG publica *Artículos*, *Comunicaciones Cortas* y *Comentarios y Respuestas*, según lo establecido en las normas editoriales publicadas en la página: <<http://www.rmccg.unam.mx/normas.htm>>. Las contribuciones pueden estar redactadas en español o en inglés.

**Revista Mexicana de Ciencias Geológicas** is a joint publication of Instituto de Geología, Centro de Geociencias, and the Facultad de Ingeniería of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Sociedad Geológica Mexicana, Instituto Nacional de Geoquímica (INAGEQ), and Sociedad Mexicana de Paleontología. It publishes original research papers dealing with any discipline of the Earth Sciences, with emphasis on studies of the Iberoamerican region. The Revista Mexicana de Ciencias Geológicas publishes *Articles*, *Short Communications* and *Comments and Replies*, in accordance to the guidelines for contributors published in the web page: <<http://www.rmccg.unam.mx/guidelines.htm>>. Contributions can be written in Spanish or in English.

Esta revista está indexada en Science Citation Index, Current Contents/Physical, Chemical & Earth Sciences, Zoological Record, Scopus, SCIELO, Conacyt, Dialnet, Chemical Abstracts, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Geoscience e-Journals, Georef, Geomex, Redalyc, Periódica, Latindex, e-Revistas, Geoscience Documentation y Actualidad Iberoamericana.

---

REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS, Año 13, No. 39, septiembre - diciembre 2014. Publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F., Tel. (55)5622 6329, a través del Centro de Geociencias, Blvd. Juriquilla 3001, Col. Juriquilla, C.P. 76230, Querétaro, Qro., Tel. (442)238 1104. [www.rmccg.unam.mx](http://www.rmccg.unam.mx)

Editor responsable: Luca Ferrari Pedraglio, [rmccg@geociencias.unam.mx](mailto:rmccg@geociencias.unam.mx)

Reserva del Derecho al Uso Exclusivo No. 04-2008-071013082300-203. ISSN: 1026-8774. Certificado de Licitud de Título No. 10176, Certificado de Licitud de Contenido No. 7128, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Solar, Servicios Editoriales, S. A. de C.V., Calle 2 número 21, San Pedro de los Pinos, 03800 México, D.F. Este número se terminó de imprimir el 1 de diciembre de 2014, con un tiraje de 35 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

D. R. © 2002 Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Nacional Autónoma de México.

---

# REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS



<http://www.rmcg.unam.mx>

Indexada en Science Citation Index Expanded, Current Contents/Physical, Chemical & Earth Sciences, Zoological Record, Scopus, SCIELO, Conacyt, Georef, Geomex, Redalyc, Periódica, Latindex y Actualidad Iberoamericana.

## EDITORES EN JEFE

### Luca Ferrari

Centro de Geociencias,  
UNAM-Campus Juriquilla  
Apdo. Postal 1-742, 76001 Querétaro, Qro.  
[luca@geociencias.unam.mx](mailto:luca@geociencias.unam.mx)

### Thierry Calmus

Estación Regional del Noroeste, Instituto de  
Geología, UNAM-Campus Unison  
Apdo. Postal 1039, 83000 Hermosillo, Son.  
[tcalmus@unam.mx](mailto:tcalmus@unam.mx)

## EDITORES CIENTÍFICOS

### Arturo Martín Barajas

Departamento de Geología, CICESE  
[amartin@cicese.mx](mailto:amartin@cicese.mx)

### Peter Birkle

EXPEC Advanced Research Center, Saudi ARAMCO  
[peter.birkle@aramco.com](mailto:peter.birkle@aramco.com)

### Avto Gogichaishvili

Instituto de Geofísica, UNAM-Campus Morelia  
[avto@geofisica.unam.mx](mailto:avto@geofisica.unam.mx)

### Christopher Gomez

Department of Geography, University of Canterbury  
[christopher.gomez@canterbury.ac.nz](mailto:christopher.gomez@canterbury.ac.nz)

### Timothy F. Lawton

Dept. Geological Sciences, New Mexico State University  
[tlawton@nmsu.edu](mailto:tlawton@nmsu.edu)

### Thomas M. Lehman

Department of Geosciences, Texas Tech University  
[tom.lehman@ttu.edu](mailto:tom.lehman@ttu.edu)

### José Luis Macías

Instituto de Geofísica, UNAM Campus Morelia  
[macias@geofisica.unam.mx](mailto:macias@geofisica.unam.mx)

### Angel F. Nieto Samaniego

Centro de Geociencias, UNAM-Campus Juriquilla  
[afns@geociencias.unam.mx](mailto:afns@geociencias.unam.mx)

### Edgar R. Santoyo Gutiérrez

Centro de Investigación en Energía  
[esg@cie.unam.mx](mailto:esg@cie.unam.mx)

### Luigi Solari

Centro de Geociencias, UNAM-Campus Juriquilla  
[solari@unam.mx](mailto:solari@unam.mx)

### Francisco Vega Vera

Instituto de Geología, UNAM  
[vegver@unam.mx](mailto:vegver@unam.mx)

### Alfredo Eduardo Zurita

Centro de Ecología Aplicada del Litoral,  
Universidad Nacional del Nordeste  
[azurita@cecoal.com.ar](mailto:azurita@cecoal.com.ar)

## COMITÉ EDITORIAL

### Susana A. Alaniz Álvarez

Centro de Geociencias,  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Ray Cas

School of Geosciences  
Monash University

### Peter Robert Cobbold

Géosciences-Rennes  
CNRS, Université de Rennes

### Emilio Custodio

Departamento de Ingeniería del Terreno  
Universidad Politécnica de Cataluña

### Carlos M. González León

Instituto de Geología,  
Estación Regional del Noroeste,  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Chris Henry

Nevada Bureau of Mines and Geology  
University of Nevada

### Francisco Hervé

Departamento de Geología  
Universidad de Chile

### Randall Marrett

Department of Geological Sciences  
University of Texas at Austin

### Eustoquio Molina

Departamento de Ciencias de la Tierra  
Universidad de Zaragoza

### Jonathan Patchett

Department of Geosciences  
University of Arizona

### Ma. del Carmen Perrilliat Montoya

Instituto de Geología  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Víctor A. Ramos

Laboratorio de Tectónica Andina  
Universidad de Buenos Aires

### Joann M. Stock

Seismological Laboratory  
California Institute of Technology

### Jaime Urrutia Fucugauchi

Instituto de Geofísica  
Universidad Nacional Autónoma de México

## CONTENIDO

### ARTÍCULOS REGULARES

- Miocene faulting in the southwestern Sierra Madre Occidental, Nayarit, Mexico: kinematics and segmentation during the initial rifting of the southern Gulf of California  
*Fallamiento miocénico en el suroeste de la Sierra Madre Occidental, Nayarit, México: cinemática y segmentación durante el rifting inicial de la porción sur del Golfo de California*  
**Jose Duque-Trujillo, Luca Ferrari, Gianluca Norini, and Margarita López-Martínez** ..... 283
- Procedencia como herramienta para la subdivisión estratigráfica del Mesozoico temprano en el noreste de México  
*Provenance as a tool for the stratigraphic subdivision of the early Mesozoic in northeast Mexico*  
**José Rafael Barboza-Gudiño, Yam Zul Ernesto Ocampo-Díaz, Aurora Zavala-Monsiváis y Rubén A. López-Doncel** ..... 303
- Structural deformation in central Cuba and implications for the petroleum system: new insights from 3D inversion of gravity data  
*Deformación estructural en Cuba central e implicaciones para el sistema petrolero: nuevo modelo a partir de la inversión 3D de datos gravimétricos*  
**José Alberto Batista-Rodríguez, Marco Antonio Pérez-Flores, Jesús Blanco-Moreno, and Luis Fernando Camacho-Ortegón** .... 325
- Caracterización estratigráfica, paleoambiental y biocronológica de la Formación La Deheza (Carbonífero Superior-Pérmico inferior), San Juan, Argentina  
*Stratigraphic, paleoenvironmental and biochronological analysis of La Deheza Formation (Upper Carboniferous-lower Permian), San Juan, Argentina*  
**Gustavo Alejandro Correa y Pedro Raúl Gutiérrez** ..... 340
- Primer registro de *Cuvieronius* (Proboscidea: Gomphotheriidae) en el Pleistoceno del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, sur de México, algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México  
*First record of Cuvieronius (Proboscidea: Gomphotheriidae) from the Pleistocene of the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, southern Mexico, some considerations on the taxonomy and geographic distribution in Mexico*  
**Eduardo Jiménez-Hidalgo y Lidia Aracely Pérez-Cruz** ..... 354
- Porosity evolution in tight gas sands of the Upper Triassic Xujiahe Formation, western Sichuan basin, China  
*Evolución de la porosidad en las areniscas gasíferas de baja permeabilidad de la Formación Xujiahe del Triásico Superior, porción occidental de la cuenca de Sichuan, China*  
**Dongxia Chen, Xiongqi Pang, Liang Xiong, Lei Wang, and Mingxian Xie** ..... 361

(continúa al reverso)

ISSN 1026-8774



## CONTENIDO (cont.)

### SECCIÓN ESPECIAL / SPECIAL SECTION

#### 50±1σ años de Geocronología en México

#### 50±1σ años de Geocronología en México. Preface

*Peter Schaaf* ..... 376

#### Early Mesoproterozoic (>1.4 Ga) ages from granulite basement inliers of SE Mexico and their implications on the Oaxaquia concept – Evidence from U-Pb and Lu-Hf isotopes on zircon

*Edades del Mesoproterozoico temprano (>1.4 Ga) en ventanas de basamento granulítico del SE de México y sus implicaciones para el concepto de Oaxaquia - Evidencia de isótopos de U-Pb y Lu-Hf en zircón*

*Bodo Weber and Carlos H. Schulze* ..... 377

#### Datación mediante trazas de fisión y análisis multielemental con LA-ICP-MS del fluorapatito de Cerro de Mercado (Durango, México)

*Fission track dating and multielemental analysis by LA-ICP-MS of fluorapatite from Cerro de Mercado (Durango, Mexico)*

*Fanis Abdullin, Jesús Solé y Luigi Solari* ..... 395

### ARTÍCULO REGULAR

#### The alluvial sequence of Santa Cruz Nuevo, Mexico: Paleoenvironmental interpretation of fossil vertebrates and pedosediments from marine isotope stage 3

*La secuencia aluvial de Santa Cruz Nuevo, México: Interpretación paleoecológica de vertebrados fósiles y pedosedimentos de la etapa isotópica marina 3*

*Rosa E. Tovar, Sergey Sedov, Marisol Montellano-Ballesteros, and Elizabeth Solleiro* ..... 407

### FE DE ERRATAS

#### Fe de Erratas a Profundidad de la base de la fuente magnética y estructura térmica del Golfo de México

*Erratum to Depth of the base of the magnetic source and thermal structure of the Gulf of Mexico*

*Joel Rosales-Rodríguez, William Lee Bandy y Elena Centeno-García* ..... 420