



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Actas

de la

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

de la

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Linares



FCT

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA®



LIBRO DE RESÚMENES DEL
**3 ENCUENTRO NACIONAL INTERUNIVERSITARIO
 EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

**SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
 CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO**

EDITORES:

*J.A. RAMÍREZ FERNÁNDEZ, R.W. MEDELLÍN GRIMALDO, E.Y. ESTRADA HERNÁNDEZ,
 D.G. RUIZ GARZA, J.A. COBOS ROBLEDO, O.M. ROMERO DE LA CRUZ, L. MOLINA
 ESPINOSA*

LINARES, N.L., MÉXICO

10
 Dic. 2025

DR. MED. SANTOS GUZMÁN LÓPEZ

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DR. JAIME ARTURO CASTILLO ELIZONDO

SECRETARIO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DR. JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ ROJAS

SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DR. CARLOS GILBERTO AGUILAR MADERA

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

LOS EDITORES

DR. JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ

ROY WILLIAM MEDELLÍN GRIMALDO

EDGAR YARED ESTRADA HERNÁNDEZ

DAELI GEORGINA RUIZ GARZA

JUAN ÁNGEL COBOS ROBLEDO

DR. OSCAR MARIO ROMERO DE LA CRUZ

DR. LÁZARO MOLINA ESPINOSA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

EX - HACIENDA DE GUADALUPE

67700 LINARES, N.L.

MÉXICO

[HTTP://FCT.UANL.MX/](http://fct.uanl.mx/)

EL CONTENIDO DE LAS CONTRIBUCIONES ES RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE SUS
RESPECTIVOS ARTÍCULOS.

ISSN 0186-8950

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

DICIEMBRE DE 2025

ACTAS

**de la Facultad de Ciencias de la Tierra,
Universidad Autónoma de Nuevo León**

Volumen N° 10

*J.A. RAMÍREZ FERNÁNDEZ, R.W. MEDELLÍN GRIMALDO,
E.Y. ESTRADA HERNÁNDEZ, D.G. RUIZ GARZA, J.A. COBOS ROBLEDO,
O.M. ROMERO DE LA CRUZ, L. MOLINA ESPINOSA
(Eds.)*

**LIBRO DE RESÚMENES DEL
3 ENCUENTRO NACIONAL INTERUNIVERSITARIO
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

**SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO**

Actas Fac. Ciencias de la Tierra U.A.N.L., Linares

*83 p. + 12 fig. + 1 tab.
Diciembre 2025, Linares/México*

DEDICATORIA

El volumen 10 de la revista Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra está dedicado a los estudiantes de diversas instituciones del país que participaron en el Tercer Encuentro Nacional Interuniversitario en Ciencias de la Tierra, realizado en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Tierra y la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León en el mes de octubre de 2025.

Asimismo, se reconoce la destacada participación de los capítulos estudiantiles de la Sociedad Geológica Mexicana, quienes, mediante esta iniciativa, han demostrado un firme compromiso por fortalecer lazos de amistad y colaboración académica que, sin duda, perdurarán a lo largo de la vida profesional de los futuros egresados.

De manera especial se agradece el apoyo brindado por las autoridades universitarias, cuya disposición y facilidades fueron fundamentales para el desarrollo exitoso del encuentro.

LOS EDITORES

PRESENTACIÓN

Con motivo del 3 Encuentro Nacional Interuniversitario de Ciencias de la Tierra celebrado en nuestra Facultad en 2025, se presenta con mucho entusiasmo el Volumen 10 de la revista Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra. En esta ocasión, se presenta información relacionada con investigación realizada por profesores, alumnos y exalumnos de nuestra Facultad, y trabajos en colaboración y propios de investigadores y estudiantes de otras instituciones nacionales.

Entre los deberes que tiene la Facultad de Ciencias de la Tierra con la sociedad, se encuentra la generación y difusión de conocimiento relacionado con las geociencias, y es por ello que en el presente volumen se resume la información de 38 contribuciones. La variedad de tópicos presentados es una muestra de la investigación disciplinar y multidisciplinar que se realiza en nuestra Facultad.

Esperando que sea de interés y utilidad para los lectores en general, y en particular aquellos interesados en las geociencias, se manejan temas tales como: evolución geológica del Noreste de México, topografía moderna, exploración geofísica, estudios interdisciplinarios entre paleontología, estratigrafía, petrología y geocronología, así como también temas de hidrogeología, arqueología, estudios de meteoritos, riesgos geológicos, geotecnia y contaminación ambiental. Finalmente, se presentan temas muy relevantes relacionados con la preservación de nuestro entorno, abordados a través de tópicos de economía circular y de fuentes de energía renovables.

Felicito a todos los participantes involucrados en generar el presente volumen. Sus esfuerzos coadyuvan a posicionar a la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León como un actor relevante en investigación científica en las geociencias.

DR. CARLOS GILBERTO AGUILAR MADERA

DIRECTOR

PRÓLOGO DE LOS EDITORES

Todo comenzó con la intención de fortalecer los vínculos entre estudiantes de Ciencias de la Tierra de las distintas instituciones educativas de México. La mejor manera de lograrlo fue mediante la creación de capítulos estudiantiles de la Sociedad Geológica Mexicana, la asociación científica del ramo más importante del país, fundada en 1904.

En esta ocasión, la Universidad Autónoma de Nuevo León fue sede del **3 Encuentro Nacional Interuniversitario en Ciencias de la Tierra**, celebrado bajo el lema “*Donde las montañas convergen: Conocimiento, Innovación y Futuro*”. El evento, realizado del 17 al 24 de octubre de 2025 en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Tierra y de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, fue organizado por los capítulos estudiantiles del Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma del Estado de México y la propia Universidad Autónoma de Nuevo León.

Entre los principales objetivos del encuentro destacaron:

- Mostrar las aplicaciones de las Ciencias de la Tierra en diversas áreas de desarrollo en México.
- Vincular al sector gubernamental y privado para fomentar el intercambio de información con estudiantes y egresados.
- Crear un espacio de intercambio académico y profesional que reuniera a expertos, académicos, estudiantes y representantes de organizaciones nacionales e internacionales.

Se abordaron múltiples perspectivas que reflejan la riqueza y complejidad del conocimiento geológico y su impacto en la sociedad. La evolución geológica y tectónica del Noreste de México abrió el diálogo, mostrando cómo los procesos que moldearon esta región siguen siendo clave para comprender su presente y futuro. A la par, la topografía moderna, apoyada en sistemas de información geográfica y drones, evidenció cómo la tecnología permite cartografiar con precisión y generar modelos tridimensionales que facilitan la investigación y la planificación territorial.

La exploración geofísica se presentó como herramienta esencial para descubrir recursos y entender la estructura interna de la Tierra, complementada por los avances en paleontología, que

revelan la historia de la vida y su relación con los cambios ambientales. Estos estudios se enlazaron con los tópicos de estratigrafía, fundamentales para reconstruir ambientes antiguos, y con la petrología y geocronología, que permiten caracterizar y fechar y rocas, aportando un marco temporal a los procesos geológicos.

La hidrogeología ocupó un lugar central al destacar la importancia del agua subterránea en regiones áridas y su gestión sostenible. En paralelo, se discutieron los riesgos geológicos, que requieren estrategias de prevención y mitigación. Las geociencias aplicadas a la construcción y la geotecnia mostraron cómo el conocimiento del subsuelo es vital para obras seguras y duraderas, mientras que los tópicos de contaminación ambiental recordaron la urgencia de atender los impactos humanos sobre el entorno.

El congreso también abrió espacio a la economía circular y el desarrollo sostenible, proponiendo modelos que integren eficiencia y responsabilidad ambiental. En este marco, la minería moderna e inclusiva fue presentada como un sector que busca equilibrar productividad con respeto social y ecológico. La discusión se amplió hacia las nuevas fuentes de energía, desde renovables hasta innovaciones tecnológicas, y la seguridad en instalaciones, indispensable para proteger tanto a las personas como al medio ambiente.

La interdisciplinariedad se hizo evidente en los aportes de la geociencia a la arqueología, donde el estudio de los materiales ayuda a preservar el patrimonio cultural. El estudio de meteoritos fascinó a los asistentes al conectar la Tierra con procesos cósmicos, ampliando la visión del origen de los materiales que nos rodean. Finalmente, se resaltó la importancia de la divulgación de las Ciencias de la Tierra, como puente entre especialistas y sociedad, y se cerró con foros de discusión que fomentaron el intercambio de ideas, la construcción de redes y la generación de proyectos futuros.

La magnitud de este esfuerzo conjunto se vio reflejada en la realización de 2 excursiones técnicas, 20 ponencias magistrales, 16 presentaciones de investigación, 9 cursos cortos y 5 exposiciones de carteles. Asimismo, el programa se fortaleció con 2 foros de discusión —enfocados en minería y divulgación científica—, un concurso de conocimientos interuniversitario y 3 actividades de integración social. La convocatoria logró reunir a alumnos de la UANL, UNAM, IPN, UAT, UAEMex, UAC, UDEM y el Instituto Tecnológico de Madero, contando con la valiosa colaboración de los capítulos estudiantiles de la SPE, SEG y AMGE. De igual forma, se destacó la

participación de investigadores y profesionales del Colegio de Topógrafos de Costa Rica, así como representantes de organismos gremiales y gubernamentales como CIMMGM, CAMIMEX, WIM México, el Comité de Jóvenes Ingenieros de la UMAI y FIFOMI, sumándose al respaldo de empresas del sector privado como Geoprospect, Vermondrill y Geofisa.

El éxito del evento motivó al ofrecimiento de desarrollar el 4 Encuentro Nacional Interuniversitario en Ciencias de la Tierra de la Sociedad Geológica Mexicana que se llevará a cabo en la Universidad Autónoma del Carmen, Campeche, en el próximo mes de octubre de 2026.

¡Allá nos veremos!

**LA EXCELENCIA POR PRINCIPIO
LA EDUCACIÓN COMO INSTRUMENTO**

ÍNDICE

PROGRAMA GENERAL.....	i-x
GUÍAS DE EXCURSIÓN.....	1
Ramírez-Fernández, J.A.: <i>Magmatismo Alcalino de la Sierra de San Carlos-Cruillas, Tamaulipas: Geología y paisajismo</i>	2
Jenchen, U.: <i>Pangea – pisando el viejo continente</i>	9
CHARLAS MAGISTRALES.....	16
Ramírez Fernández, J.A., Jenchen, U., Montalvo Arrieta, J.C., Salinas Jasso, J.A., Velasco Tapia, F., Navarro de León, I., Rodríguez Saavedra, P., Pichardo Barrón, Y., Pola Simuta, C., Aguilar Pérez, J., Alva Niño. E: <i>Noreste de México: 1,000 millones de años en perspectiva</i>	17
Linares Linares F.A., Moreno Saucedo R.: <i>La importancia de implementar registros geofísicos de verticalidad para pozos profundos de agua</i>	18
Hernández López, J.C.: <i>Del aire a los datos: explorando la tierra con drones</i>	19
Dávalos-Elizondo, M.G., Cervantes de la Cruz, K.E., Ortega Gutiérrez, F.: <i>La mineralogía del interior de la tierra: ¿qué nos cuentan los meteoritos?</i>	21
Mendoza Rangel, J.M.: <i>De la tierra a la infraestructura: geología, sostenibilidad y economía circular en la industria de la construcción</i>	23
Salinas Jasso, J.A.: <i>Peligros geológicos en México: evaluación de causas y riesgos asociados</i>	24
Chacón Baca, E., Romero de la Cruz, O.M., Chávez Cabello, G.: <i>Microbialitas recientes como análogos de biosignaturas: los trombolitos de Cuatro Ciénegas, Coahuila</i>	24
Molina Espinosa, L.: <i>Detección de emisiones de metano en el sector de hidrocarburos</i>	25
Ramírez Peña, C.F.: <i>Acortamiento tectónico del eoceno tardío-oligoceno temprano en el noreste de cinturón de pliegues y cabalgaduras mexicano: sedimentación, deformación y magmatismo</i>	26
Valencia Flores, L.A., García Solares, S.M., Guzmán Vega, M.A.: <i>El hidrógeno blanco, potencial fuente de energía limpia en México</i>	27
Antonio-Durán, Y.D. , Robledo-Solano, L.A. ² , Araujo-Alvarado, M.I., Reyes-Ayala, JD, Sánchez, U., Parra, D.: <i>Sierragrafia: cartografía artística de la Sierra Madre Oriental en el área metropolitana de Monterrey</i>	29

CURSOS CORTOS.....30

Matías Pérez, V.: *Curso de petrofísica básica: entendiendo la porosidad y permeabilidad de las rocas*.....31

Romero De La Cruz, O.M.: *Fortalecimiento de anomalías de métodos potenciales de prospección*.....32

Garza Montalvo, E.G., Ibarra Martínez, S.E.: *Topografía moderna con GNSS y dron: fundamentos, aplicaciones y práctica*.....36

Jenchen, U.: *Estratigrafía de secuencias para fugitivos: Una introducción a los fundamentos de la estratigrafía secuencial*.....38

Velasco Tapia, F.: *Esquemas metodológicos aplicados a petrología ígnea – yacimientos metálicos: caso estudio de magmatismo y depósitos de skarn (eoceno) en el área de Concepción del Oro, Zacatecas*.....44

Torres Sánchez, D.: *Microanálisis de rocas volcánicas*.....50

PONENCIAS TÉCNICAS.....53

Torres-Sánchez, D., Carrasco-Núñez, G, Lucci, F., Cavazos-Alvarez, J.A., Bardelli, L., Giordano, G.: *Evolución del vulcanismo de la cuenca Serdán-oriental, México*.....54

García Romero, A.F., Salazar Castillo, R.O., López Peña, L.A.: *Simulación combinada de flujo de espuma y transporte de surfactante en medios porosos*.....55

Flores García, K.A., Israde Alcántara, I, Cejudo Ruíz, R., Goguichaisvili, A.: *Evolución paleoambiental y registro magnético de los sitios arqueológicos del epiclásico del borde sur del lago de Cuitzeo*.....56

Martínez López C., Ramos Arias M.A., Martínez Cruz I.M., Jacobo Albarrán J., Macías Romo, C., Camacho Pérez Angélica A., Aguilera Cabrera. V. F.: *Geocronología U-Pb e isotopía Lu-Hf en zircones de plutones del Paleozoico tardío en el área de Altotonga, Veracruz*.....57

Gómez Calderón, D.A., Corona Chávez. P., Hernández Bernal, M. d. S., Paz Moreno, F.A.: *Petrología y geoquímica del vulcanismo de tipo shoshonítico y calciocalino en el graben del Cahulote, sureste del campo volcánico Michoacán-Guanajuato, México*.....58

Pérez Zaragoza, S.d.J., Chako Tchamabe, B., Olmos Navarrete, L.R.: *Evaluación microtextural de cenizas juveniles para la distinción de episodios eruptivos en el volcán La Constitución (Michoacán-Guanajuato)*.....59

Sánchez Magaña, T., González Arqueros, M.L.: *Retención/movilización de contaminantes en función de las propiedades del suelo en Los Azufres*.....60

Gómez Calderón, D.A., Corona Chávez, P.: <i>Análisis morfotectónico del enjambre sísmico 2019–2025 en la región volcánica de Parícutin, México</i>	62
Yadira Zulema Antonio-Durán*, Juan Alonso Ramírez-Fernández, Jorge Alán Salinas-Jasso, Juan Carlos Montalvo-Arrieta: <i>Análisis geológico integral del corredor Linares-Burgos, NE de México</i>	63
Salas-Sandoval, H.O., Estrada-Carmona, J., Peña-Alonso, T.A., Ramírez-Fernández, J.A., Loza-Aguirre, I., Corbo-Camargo, F., Weber, B.: <i>Caracterización geoquímica, petrográfica e isotópica de los cuerpos intrusivos del sector sur de la provincia Alcalina Oriental Mexicana: Otontepec–Álamo, Veracruz</i>	64
Dionisio González, O.J., Salazar Castillo, R.O., Castorena Cortés, G.T., Roldán Carrillo, T.G.: <i>Extrapolación a escala de campo de procesos LSW y LSSF</i>	65
Ramírez Corcino, J.M., Pérez Gutiérrez, R.: <i>Procesos de ladera: susceptibilidad y vulnerabilidad en Chilpancingo de los Bravo, Guerrero</i>	67
Aguilar González, J.D., Delgado Carrillo, X.A., Flores Leocadio, J., Morales Carvajal, E., Rojas Enríquez, J.: <i>Hidrología y problemáticas del agua en Santa Ana Mayorazgo, Ocotlán, estado de México, importancia del bosque de agua</i>	68
Pedraza Andaverde, A., Salinas Jasso, J.A.: <i>Impacto de incendios forestales en la activación de movimientos en masa. Casos de estudio en Iturbide, N.L., Noreste de México</i>	69
Segura Alanís, L.: <i>La influencia de polimorfos de carbono en la formación de rocas en el espacio</i>	70
Herrera Urrutia, D.E., Villarreal Uribe, H., Bauza Ortiz, J.A.: <i>Distribución de tipos de roca con redes bayesianas a partir de los resultados de la inversión sísmica simultánea en sísmica de alta resolución en un yacimiento de la formación Tamabra</i>	72
CARTELES	76
Escobar Chapid, E., Segura Alanis, L.: <i>Interacción paleogeográfica entre México y Colombia durante Pangea</i>	77
Gloria Cruz, C.A., Hernández Sánchez, J.C.: <i>Viabilidad del fracking en México como nueva técnica de recuperación de hidrocarburos en el país</i>	79
Cortez De La Cruz, P.A., Valenzuela Gutiérrez, V., Farrera Salazar, D., Estrada Oviedo, J.J., Andaverde Guevara, B.J.: <i>Benny Obregón González, Jorge Alberto Briones Carrillo: Simulación numérica del flujo de partículas en medios porosos a partir de micrografías de lutitas de la Cuenca de Sabinas</i>	82
Ruiz Ramos, R., Romo Castillo, S., Acevedo González, J.E., Escobar Hernández, L., Briones Carrillo, J.A.: <i>Simulación de flujo bifásico para estimar parámetros petrofísicos de rocas sedimentarias mediante modelos de red de poros</i>	83

PROGRAMA GENERAL



Lunes 20 de octubre

08:00 - Comienza el registro al evento en la entrada principal de la Facultad de Ciencias de la Tierra

08:20 - Inauguración del evento
09:00

09:00 - Coffe Break
09:30

09:30 - **NORESTE DE MÉXICO: 1.000 MILLONES DE AÑOS EN PERSPECTIVA**
10:00 Ponente: Dr. Juan Alonso Ramírez Fernández

10:00 - **LA IMPORTANCIA DE IMPLEMENTAR REGISTROS GEOFÍSICOS PARA POZOS DE AGUA PROFUNDOS**
10:20 Ponente: Ing. Francisco Alejandro Linares Linares e Ing. Rodolfo Moreno Saucedá - Geoprospect

10:20 - **DEL AIRE A LOS DATOS: EXPLORANDO LA TIERRA CON DRONES**
10:40 Ponente: Ing. José Carlos Hernández López - Geoprospect

10:40 - PAUSA
11:00

11:00 - **LA MINERALOGÍA DEL INTERIOR DE LA TIERRA: ¿QUÉ NOS CUENTAN LOS METEORITOS?**
11:30 Ponente: Dra. María Guadalupe Dávalos Elizondo

11:30- **DE LA TIERRA A LA INFRAESTRUCTURA: GEOLOGÍA, SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**
12:00 Ponente: Dr. José Manuel Mendoza Rangel

12:00- CONVIVIO
13:00

Aud. de Posgrado

PONENCIAS

Aud. de Posgrado

PONENCIAS



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO



13:00 - CONVIVIO

14:00

14:00 - PETROFÍSICA BÁSICA: ENTENDIENDO LA POROSIDAD Y LA
17:00 PERMEABILIDAD DE LAS ROCAS
Instructor: Dr. Víctor Matías Pérez

IPA4

14:00 - FORTALECIMIENTO DE ANOMALÍAS DE MÉTODOS POTENCIALES
17:00 DE PROSPECCIÓN - PT1
Instructor: Dr. Oscar Mario Romero de la Cruz

Aula
Electrónica

14:00 - TOPOGRAFÍA MODERNA CON GNSS Y DRONES: FUNDAMENTOS,
17:00 APLICACIONES Y PRÁCTICA - PT1
Instructores: Ing. Eugenio Garza e Ing. Sergio E. Ibarra Martínez

IPA2

14:00 - ANÁLISIS MULTICRITERIO EN SIG: APLICACIONES Y CASOS
17:00 PRÁCTICOS EN GEOCIENCIAS - PT1
Instructor: Dr. Jorge Alán Salinas Jasso

Centro de
Cómputo

14:00 - ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS PARA FUGITIVOS: UNA
18:00 INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS DE LA ESTRATIGRAFÍA
SECUENCIAL - PT1
Instructor: Dr. Uwe Jenchen

A1-A2

14:00 - ESQUEMAS METODOLÓGICOS APLICADOS A LA PETROLOGÍA
15:30 ÍGNEA - YACIMIENTOS METÁLICOS - PT1
Instructor: Dr. Fernando Velasco Tapia

AG

16:00 - MICROANÁLISIS DE ROCAS VOLCÁNICAS - PT1
17:30 Instructor: Dr. Darío Torres Sánchez

Lab.
Mineralogía

C
U
R
S
O
S



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO

Martes 21 de octubre

08:00 - Registro

08:30 - Coffe Break
09:00

Curso **SIGNATARIO**
 (SPPTR) Vermondrill
 Instructor: Ing. Sandro
 Vélez Montejo
 08:30 -
 13:00

A4

09:00 - LA SIERRA MADRE ORIENTAL: ESTRATIGRAFÍA, ESTILOS
 09:30 ESTRUCTURALES, EDAD Y CINEMÁTICA DE LA DEFORMACIÓN
 Ponente: Dr. Gabriel Chávez Cabello

09:30 - PELIGROS GEOLÓGICOS EN MÉXICO: EVALUACIÓN DE CAUSAS Y
 10:00 RIESGOS ASOCIADOS
 Ponente: Dr. Jorge Alán Salinas Jasso

10:00 - MICROBIALITAS RECIENTES COMO ANÁLOGOS DE BIOSIGNATURAS: LOS
 10:30 TROMBOLITOS DE CUATRO CIÉNEGAS, COAHUILA
 Ponente: Dra. Elizabeth Chacón Baca

10:30 - EXPOSICIÓN DE CARTELES
 11:00

11:00 - DETECCIÓN DE EMISIONES DE METANO EN EL SECTOR DE
 11:30 HIDROCARBUROS
 Ponente: Dr. Lázaro Molina Espinoza

11:30 - ACORTAMIENTO TECTÓNICO DEL EOCENO TARDÍO-OLIGOCENO
 12:00 TEMPRANO EN EL CINTURÓN DE PLIEGUES Y CABALGADURAS DEL
 NORESTE MEXICANO: SEDIMENTACIÓN, DEFORMACIÓN Y
 MAGMATISMO
 Ponente: Dr. César Francisco Ramírez Peña

12:00 - NEOTECTÓNICA DEL NORTE DE MÉXICO
 12:30 Ponente: Dr. Juan Carlos Montalvo Arrieta

Aud. de
Posgrado

Exp. IPAS

Aud. de
Posgrado

PONENCIAS

PONENCIAS



ENCUENTRO NACIONAL INTERUNIVERSITARIO

EN CIENCIAS DE LA TIERRA



12:30 - PAUSA

13:00

13:00 - 3er Copa Interuniversitaria en Conocimientos - Semifinal

14:00

Aud. de Posgrado

14:00 - PALEONTOLOGÍA DE RUDISTAS

17:00 Instructor: Dr. Javier Aguilar Pérez

Lab. Paleontología

14:00 - FORTALECIMIENTO DE ANOMALÍAS DE MÉTODOS POTENCIALES

17:00 DE PROSPECCIÓN - PT2

Instructor: Dr. Oscar Mario Romero de la Cruz

Aula Electrónica

14:00 - TOPOGRAFÍA MODERNA CON GNSS Y DRONES: FUNDAMENTOS,

17:00 APLICACIONES Y PRÁCTICA - PT2

Instructores: Ing. Eugenio Garza e Ing. Sergio E. Ibarra Martínez

IPA2

14:00 - ANÁLISIS MULTICRITERIO EN SIG: APLICACIONES Y CASOS

17:00 PRÁCTICOS EN GEOCIENCIAS - PT2

Instructor: Dr. Jorge Alán Salinas Jasso

Centro de Cómputo

14:00 - ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS PARA FUGITIVOS: UNA

17:00 INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS DE LA ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL - PT2

Instructor: Dr. Uwe Jenchen

A1-A2

14:00 - MICROANÁLISIS DE ROCAS VOLCÁNICAS - PT2

15:30 Instructor: Dr. Darío Torres Sánchez

Lab. Mineralogía

15:30 - ESQUEMAS METODOLÓGICOS APLICADOS A LA PETROLOGÍA

17:00 ÍGNEA - YACIMIENTOS METÁLICOS - PT2

Instructor: Dr. Fernando Velasco Tapia

AG

C U R S O S



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO

Miércoles 22 de octubre

09:00-14:00	Registro
10:00 - 10:30	Inaguración
11:00 - 12:00	MUJERES WIM MÉXICO "LA EVOLUCIÓN DE LAS MUJERES EN LA MINERÍA" Ponente: Mtra. Ma. Teresa Garza Treviño
12:00-14:00	FORO DE DEBATE; VISIÓN DE LA MINERÍA Y EL USO DE LOS RECURSOS MINERALES Ponentes: Mtro. Ángel Diego, Lic. Karen Flores, Ing. Raúl García, Mtra. Teresa Garza y Mtro. Efraín Alva
14:00 - 15:00	COMIDA
15:00-16:00	EL HIDRÓGENO BLANCO, POTENCIAL FUENTE DE ENERGÍA LIMPIA EN MÉXICO Ponente: M. en C. Luis Ángel Valencia Flores
16:00-17:00	ELIMINATORIAS COPA INTERUNIVERSITARIA (RONDA 2)

Auditorio 1

PONENCIAS

11:30-12:30	LAS METEORITAS DEL PALACIO DE MINERÍA, PATRIMONIO PÉTREO DE MÉXICO Ponente: Ing. Juan Carlos Cruz Ocampo
15:30-16:30	SIERRAGRAFÍA: CARTOGRAFÍA ARTÍSTICA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY Ponente: M. en C. Yadira Zulema Antonio Durán

Aud. 2

PONENCIAS





Miércoles 22 de octubre

10:30- "EVOLUCIÓN DEL VULCANISMO DE LA CUENCA SERDÁN-ORIENTAL, MÉXICO"

11:00 Ponente: Dario Torres Sánchez

11:30- "SIMULACIÓN COMBINADA DE FLUJO DE ESPUMA Y TRANSPORTE DE SURFACTANTE EN MEDIOS POROSOS"

12:00 Ponente: Alan F. García Romero

12:30- EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL Y REGISTRO MAGNÉTICO DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DEL EPICLÁSICO DEL BORDE SUR DEL LAGO DE CUITZEO

13:00 Ponente: Karla Astrid Flores García

13:00- PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA DEL VULCANISMO DE TIPO SHOSHONÍTICO Y CALCIALCALINO EN EL GRABEN DEL CAHULOTE, SURESTE DEL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN GUANAJUATO, MÉXICO.

13:30 Ponente: Daniel Alberto Gómez Calderón

13:30- EVALUACIÓN MICROTTEXTURAL DE CENIZAS JUVENILES PARA LA DISTINCIÓN DE EPISODIOS ERUPTIVOS EN EL VOLCÁN LA CONSTITUCIÓN (MICHOACÁN-GUANAJUATO)

14:00 Ponente: Sebastian de Jesus Pérez Zaragoza

14:00 COMIDA

15:00- RETENCIÓN/MOVILIZACIÓN DE CONTAMINANTES EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN LOS AZUFRES

15:30 Ponente: Sánchez Magaña Tzeltzín

16:00- ANÁLISIS MORFOTECTÓNICO DEL ENJAMBRE SÍSMICO 2019-2025 EN LA REGIÓN VOLCÁNICA DE PARÍCUTIN, MÉXICO

16:30 Ponente: Daniel Alberto Gómez Calderón

Salón AF02

PONENCIAS TÉCNICAS



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO



Miércoles 22 de octubre

11:30- DE LA TIERRA A LA INFRAESTRUCTURA: GEOLOGÍA, SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.
12:30 Ponente: Gidecon

12:30- "LOS SIETE PILARES DE LA ENERGIA CIRCULAR"
12:45 Ponente: Gidecon

12:45- VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES
13:00 Ponente: Gidecon

13:00- LA IMPORTANCIA DE LA MULTIDISCIPLINARIEDAD EN LA ECONOMIA CIRCULAR.
13:15 Ponente: Gidecon

13:15- LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE RUMBO AL 2030
13:30 Ponente: Gidecon

Facultad
de
Ingeniería
Civil

C.U. UANL

P O N E N C I A S



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO



Jueves 23 de octubre

9:00 REGISTRO

9:00- REUNIÓN DE CAPITULOS ESTUDIANTILES

11:00 JOVENES UMAI

BIBLIOTECA

10:00- GEOLOGÍA DE NUEVO LEÓN Y SUS GEORRECURSOS

10:50 Ponente: Dr. Juan Alonso Ramírez Fernández

11:00 - GEOFÍSICA APLICADA A LA GEOTECNIA

11:50 IPonente: ng. Emily Abigal Balderas González

12:00- FORO DE HIDROLOGÍA
14:00

14:00 COMIDA
15:00

14:00- EJERCICIO PROFESIONAL DE LA INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y SISTEMA CATASTRAL DE COSTA RICA.

15:00 Ponente: Ing. José Mario Murillo Fonseca Colegio de Topógrafos de Costa Rica

16:30 FINAL COPA INTERUNIVERSITARIA (ESIA TICOMAN IPN, UNAM , UANL)

Sala LANCE

PONENCIAS

12:00- ANÁLISIS GEOLÓGICO INTEGRAL DEL CORREDOR LINARES-BURGOS, NE DE MÉXICO
12:30 Ponente: Ing. Antonio-Durán, Y. Z.

12:30- CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA, PETROGRÁFICA E ISOTÓPICA DE LOS CUERPOS INTRUSIVOS DEL SECTOR SUR DE LA PROVINCIA ALCALINA ORIENTAL MEXICANA: OTONTEPEC-ÁLAMO, VERACRUZ.
13:00 Ponente::Hugo Obed Salas Sandoval

13:00- Extraplación a escala de campo de procesos LSW y LSSF"
13:30 Ponente: Alan Fernando García Romero

13:30- Procesos de ladera: Susceptibilidad y Vulnerabilidad en Chilpancingo de los Bravo, Guerrero
14:00 Ponente: José Manuel Ramírez Corcino

Biblioteca Edificio CICFIM



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO

Jueves 23 de octubre

14:00- 15:00 **COMIDA**

15:00- 15:30 **Geocronología U-Pb e isotopía LU-HF en zircons de plutones del Paleozoico tardío en el área de Altotonga Veracruz**
Ponente: Cecilia Martínez.

15:30- 16:00 **Hidrología y problemáticas del agua en Santa Ana Mayorazgo, Oztolotepec, Estado de México: Importancia del bosque de agua**
Ponente: Xochitl Atzin Delgado Carrillo

13:30- 14:00 **Caracterización mineralógica y geoquímica de "piedras verdes" (jade) procedentes del cenote sagrado de chichen Itzá, Yucatán**
Ponente: López Hickethier, J. N

Biblioteca
Edificio
CICFIM

13:00- 16:00 **CURSO "Elaboración de mapas y columnas estratigráficas con Qgis y Estrater"**
Ponente: Ing. Emily Abigail Balderas González

Salon AF01

9:00- 14:00 **CURSO "RIG PASS"**
Ponente: Ing. Sandro Velez (Velmondriil)

Salon AF02

10:00- 12:00 **VISITAS GUIADAS A LABORATORIOS ESPECIALIZADOS EN CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MICROESTRUCTURAL DE MATERIALES, VALORALIZACIÓN DE RESIDUOS Y OTRAS TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES-**

INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL, C.U. UANL.





Viernes 24 de octubre

- 10:00- SEGURIDAD INDUSTRIAL OPERATIVA, PARA INSTALACIONES PETROLERAS TERRESTRES PLATAFORMAS MARINAS Y PROCESOS DE REFINACIÓN
11:00 PONENTE: ING SANDRO VÉLEZ MONTEJO
- 11:00 HIDROLOGÍA Y PROBLEMÁTICAS DEL AGUA EN SANTA ANA MAYORAZGO
11:30 PONENTE: AGUILAR GONZÁLEZ JESÚS DANIEL
- 11:30- LA BIODIVERSIDAD BAJO NUESTROS PIES
12:00 PONENTE: BIOL. MARIELA CECILIA FERNÁNDEZ
- 12:00- LIMPACTO DE INCENDIOS FORESTALES EN LA ACTIVACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA. CASOS DE ESTUDIO EN ITURBIDE, N.L, NORESTE DE MÉXICO.
12:30 PONENTE: AELLY PEDRAZA ANDAVERDE
- 12:30- LA INFLUENCIA DE POLIMORFOS DE CARBONO EN LA FORMACIÓN DE ROCAS EN EL ESPACIO
13:00 PONENTE: LILITH SEGURA ALANIS
- 13:00- DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE ROCA CON REDES BAYESIANAS A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE LA INVERSIÓN SÍSMICA SIMULTÁNEA EN SÍSMICA DE ALTA RESOLUCIÓN EN UN YACIMIENTO DE LA FORMACIÓN TAMABRA
13:30 PONENTE: DANIEL EDUARDO HERRERA URRUTIA
- 13:30- ENCUENTRO CON DIVULGADORES CIENTÍFICOS
15:00
- 15:00 CLAUSURA Y PREMIACIÓN.

SALA
EXPOSICIÓN
LANCE



SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
CAPÍTULO INTERUNIVERSITARIO

GUÍAS DE EXCURSIÓN

MAGMATISMO ALCALINO DE LA SIERRA DE SAN CARLOS-CRUILLAS, TAMAULIPAS: GEOLOGÍA Y PAISAJISMO

JUAN ALONSO RAMÍREZ-FERNÁNDEZ

*Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.
juan.ramirezfn@uanl.edu.mx*

RESUMEN

La Sierra de San Carlos-Cruillas está formada por rocas sedimentarias del Mesozoico, levantadas y plegadas, y posteriormente emplazadas por cuerpos alcalinos plutónicos, subvolcánicos y volcánicos del Cenozoico. Destacan monzodioritas, gabros, sienitas, sienitas nefelínicas, lamprófidos alcalinos, basanitas, fonotefritas y basaltos alcalinos. En los bordes de los cuerpos ígneos se formaron mármoles y skarns, con mineralizaciones limitadas de Cu, Fe y Ag, que fueron aprovechadas en el pasado. Esta región representa una pieza importante para entender la geodinámica del NE de México durante los últimos 40 millones de años. Además, es un complejo clave para entender una de las provincias más emblemáticas de nuestro país, la Provincia Alcalina Oriental de México. La afortunada mezcla de una geología excepcional, los paisajes impresionantes, una rica historia minera y su riqueza ecológica, hacen de la Sierra de San Carlos Cruillas una joya de la Geología de México.

INTRODUCCIÓN

En las culminaciones norte y sur del Anticlinorio de Tamaulipas, amplio pliegue laramídico orientado norte a sur, se ubican la Sierra de San Carlos-Cruillas y la Sierra de Tamaulipas respectivamente. Estas se conforman por rocas calcáreo-arcillosas del Cretácico Inferior al Superior, intrusionadas durante en el Cenozoico por cuerpos plutónicos y bordeados por campos subvolcánicos y volcánicos.

Durante gran parte de la era Mesozoica esta región estuvo sumergida bajo las aguas del ancestral Golfo de México, formándose la secuencia sedimentaria de la SSCC. Estas se depositaron sobre un basamento granítico permo-triásico, descrito como el Arco de Tamaulipas (Coombs et al., 2020).

Durante el Cretácico Superior y principios del Paleógeno ocurrió el evento laramídico que formó la Sierra Madre Oriental (Fitz-Díaz et al., 2018), a la par de la Sierra de San Carlos-Cruillas. A partir del Eoceno (~40 Ma) se emplazaron cuerpos magmáticos alcalinos que conformaron el

complejo ígneo de la Sierra de San Carlos-Cruillas. Esta actividad culminó en el Pleistoceno (~0.5 Ma) con la emisión limitada de lavas. Asociados a estos cuerpos magmáticos se generaron yacimientos minerales metálicos en las regiones de San José y de San Nicolás, que motivaron el desarrollo histórico y económico de la región.

ROCAS MAGMÁTICAS Y METAMÓRFICAS DE LA SSCC

El complejo ígneo de la SSCC pertenece a la Provincia Alcalina Oriental Mexicana (PAOM; Fig. 1) descrita por primera vez por Demant y Robin (1975). Sus cuerpos ígneos presentan un carácter geoquímico predominantemente alcalino y edades que varían desde el Eoceno hasta el Pleistoceno (Bloomfield y Céspedes-Dávila, 1973; Viera-Décida et al., 2009; Poliquin, 2009).

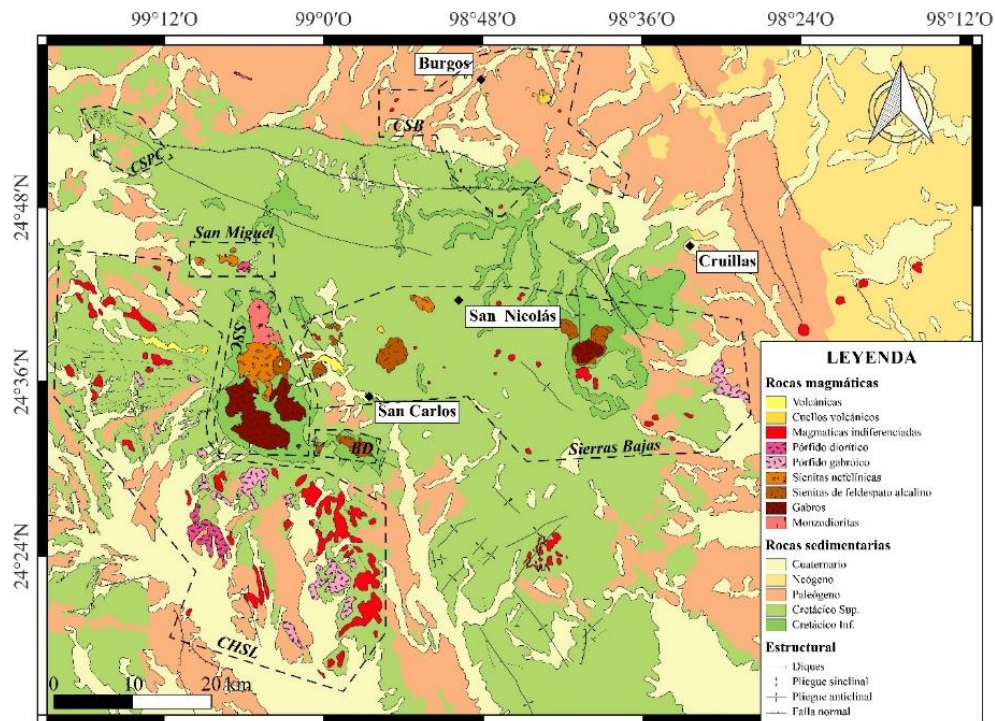


Fig. 1. Mapa geológico de la SSCC (Modificado de Leal-Cuellar et al., 2023). Debido a la distribución de algunas de las formaciones sedimentarias, estas se organizaron de acuerdo con la edad: Cretácico Inf. engloba a la Fm. Tamaulipas Inferior y la Fm. Otates; Cretácico Sup. abarca a la Fm. Tamaulipas Superior, Fm. Cuesta del Cura, Fm. Agua Nueva, Fm. San Felipe y Fm. Méndez; Paleógeno este engloba a la Fm. Midway, Fm. Wilcox, Fm. Carrizo, Fm. Big Ford, Fm. Pico Clay, Fm. Yegua, Fm. Jackson, Fm. Vicksburg y la Fm. Frío; Neógeno engloba a la Fm. Catahoula, Fm. Oakville, Fm. Providencia y Fm. Reynosa (SGM, 2004; Eguiluz de Antuñano, 2011).

La actividad magmática de la SSCC se divide en seis sectores (**Fig. 1**): (a) Sierra de San Carlos o Sierra Chiquita, (b) Sierras Bajas, (c) Complejo Hipabisal San Lázaro (d) Bufa del Diente, (e) Campo Subvolcánico de Burgos y (f) San Miguel ([Leal-Cuellar, 2020](#); [Elizondo-Pacheco et al., 2022](#)). Se emplazaron plutones en el Eoceno (~ 40 Ma) de monzodioritas con firma de arco continental, en el Oligoceno gabros y sienitas de feldespato alcalino/nefelínicas de intraplaca ([Bloomfield y Cepeda-Dávila, 1975](#); [Iriondo et al., 2003](#); [Viera-Decida et al., 2009](#); [Poliquin, 2009](#); [Leal-Cuellar et al., 2023](#)).

Diferentes tipos de diques y sills se emplazaron en las rocas plutónicas y sedimentarias encajonantes, formando pórfidos gabróticos, pórfidos dioríticos, pórfidos sieníticos, pórfidos de sienita nefelínica y lamprófidos alcalinos ([Elizondo-Pacheco y Ramírez-Fernández, 2017](#); [Elizondo-Pacheco, 2017, 2019](#); [Elizondo-Pacheco et al., 2022](#)). En la parte septentrional de la SSCC, alrededor de Burgos, se localizan diversos cuellos volcánicos basálticos (**Fig. 1**). La mayoría de estos cuellos son portadores de xenolitos peridotíticos del manto. La etapa final del magmatismo de la SSCC está representada por derrames de basaltos y fonotefritas ([Nick, 1988](#); [Rodríguez-Saavedra, 2003](#); [Treviño-Cázares et al., 2005](#)).

Las rocas sedimentarias al ser intrusionadas por pulsos magmáticos a altas temperaturas, reaccionaron formando rocas metamórficas y en ocasiones, cuerpos mineralizados de interés económico. Se generaron skarns de Fe y Cu, con bajas concentraciones de Au, Ag, Zn y Mo ([Poliquin, 2009](#); [Mendoza-Vargas, 2010](#)).

MODELO GENÉTICO DE LA PAOM

Recientemente, [Elizondo-Pacheco et al. \(2022\)](#) y [Leal-Cuellar et al. \(2023\)](#) y [Leal-Cuellar \(2024\)](#) (**Fig. 2**) conjugaron un modelo geotectónico para explicar la coexistencia de rocas alcalinas tipo arco y tipo intraplaca continental en la Sierra de San Carlos-Cruillas. Este modelo parte de la hipótesis de que el tránsito y el hundimiento progresivo de una meseta oceánica, denominada Conjugada de Hess, por debajo del noreste de México durante el Cenozoico (p. ej. [Liu et al., 2010](#); [Wang et al., 2017](#)) derivó en su completa eclogitización aumentando así su densidad, desencadenando una fragmentación inicial y su subsecuente desprendimiento del resto de la Placa Farallón subducida bajo Norteamérica. Durante esta etapa inicial, se tuvo un ascenso astenosférico a lo largo de la zona de rompimiento perturbando así el estado termal de esta región del manto. El proceso de fusión parcial del manto involucró dos fuentes metasomatizadas, primero a una fuente

litosférica previamente modificada por procesos de subducción antiguos que dio origen a los magmas con características tipo arco de la SSCC, seguido por una fuente astenosférica enriquecida en LREE y HFSE ligeramente afectada por un metasomatismo carbonatítico que dio origen al resto de las rocas con características geoquímicas de intraplaca continental (tipo OIB).

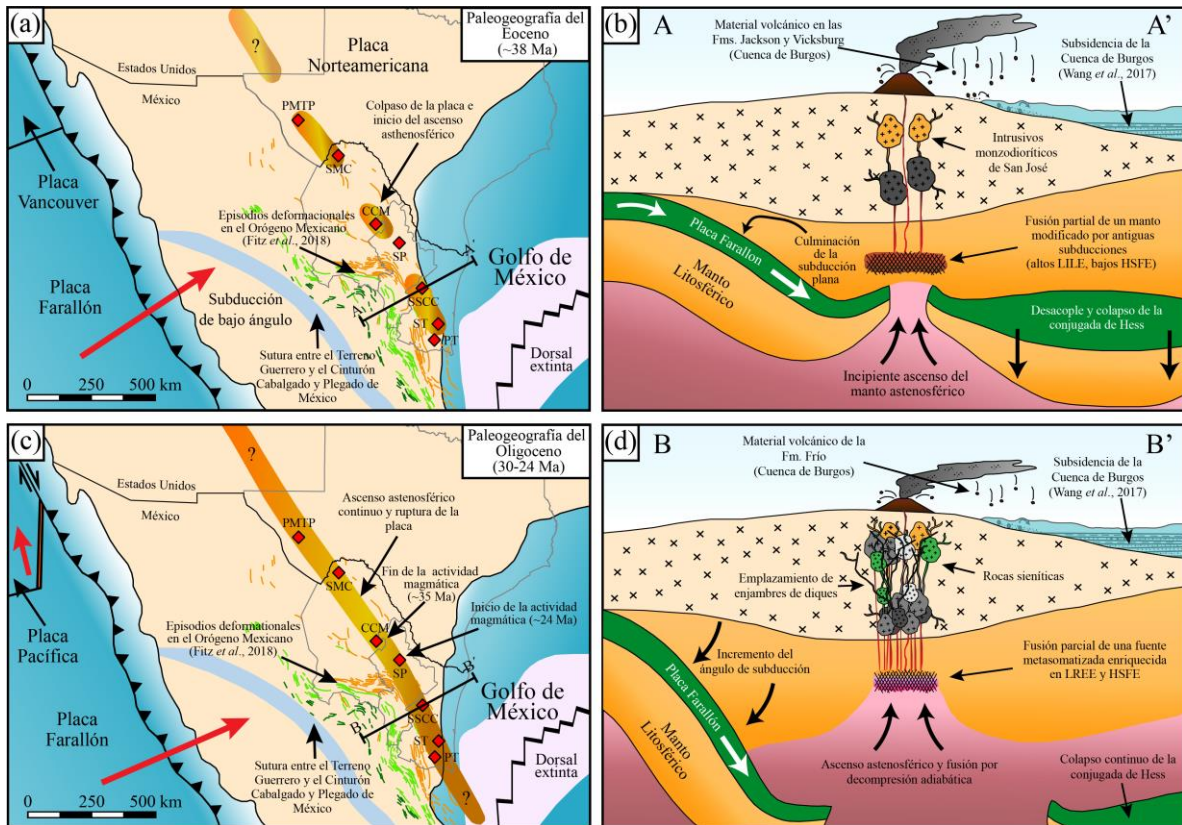


Fig. 2. Modelo esquemático para la generación del magmatismo con diferentes firmas geoquímicas, por [Elizondo-Pacheco et al. \(2022\)](#) (a) Procesos del Eoceno, con la ruptura y desacople de la conjugada de Hess, y la fusión parcial de un sector del manto modificado previamente por antiguas subducciones. (b) Procesos en el Oligoceno, con el ascenso astenosféricos y fusión de una fuente metasomatizada. PMTP: Provincia Magmática de Trans-Pecos, SMC: Sierra Maderas del Carmen, CCM: Cinturón Candela-Monclova, SP: Sierra de Picachos, SSCC: Sierra de San Carlos-Cruillas, ST: Sierra de Tamaulipas, PT: Planicie de Tampico.

RUTA DE LA EXCURSIÓN

18 DE OCTUBRE DE 2025

Partida de Linares, a las 07:00 hrs. desde la Plaza Juárez. Tomaremos la carretera interestatal Linares – Burgos a lo largo de 68 km, hasta llegar a la comunidad de El Mulato. En

esta intersección tomaremos al sur durante 43 km, hasta la cabecera municipal de San Carlos (14R 505584E, 2718804N). A partir de este poblado tomaremos el camino de terracería que lleva al **Cerro del Diente** (14R 503524E, 2712536N). El desnivel es de cerca de 800 m, los cuales haremos parcialmente a pie y en pick up 4x4. Este elemento es un intrusivo de sienitas de feldespato alcalino con cuarzo, bordeado por calizas del Cretácico de las Formaciones Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura. Observaremos las rocas encajonantes, su levantamiento, efectos del metamorfismo de contacto y el cuerpo ígneo.

La hora máxima de descenso a San Carlos será a las 18:00 hrs.

19 DE OCTUBRE DE 2025

Saldremos de San Carlos a las 08:30 hrs. hacia Carricitos. Tomaremos la carretera hacia el Mulato, y a aprox. A 3.7 km doblamos hacia el poniente en dirección a **Carricitos** (14 R502940E, 2720351N) por un camino de terracería. Después de 6 km dejaremos los vehículos para acercarnos al contacto de rocas sieníticas con margas y lutitas de la Fm. Agua Nueva, en donde se desarrollaron corneanas muy competentes (14R 496326E, 2720290N). Caminaremos unos cientos de metros a lo largo del cañón para encontrar gabros con fuertes variaciones texturales. Partiremos al siguiente afloramiento a las 12:00 hrs. Regresaremos por la misma terracería y carretera hasta llegar a la comunidad de **El Mulato**.

A menos de 1 km al norte se ubica uno de los afloramientos más importante del límite K-Pg (14R 504933 E, 2754082N). Ahí podremos observar el límite entre las Formaciones Méndez y Velasco, en donde se alojan las capas de areniscas asociadas el tsunami provocado por el impacto del meteorito en Yucatán hace 66 Ma.

La hora máxima de regreso a Linares será a las 19:00 hrs.

REFERENCIAS

- Bloomfield, K., y Cepeda-Davila, L. (1973): Oligocene alkaline igneous activity in NE Mexico. Geological Magazine. Vol. 110, 551 – 555.
- Coombs, H. E., Kerr, A. C., Pindell, J., Buchs, D., Weber, B., y Solari, L. (2021): Petrogenesis of the crystalline basement along the western Gulf of Mexico: Postcollisional magmatism during the formation of Pangea.

- Demant, A. y Robin, C. (1975): Las fases del vulcanismo en México: una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. *Revista del Instituto de Geología UNAM*. No. 1, 70 – 83.
- Eguiluz de Antuñano, S. (2011): Laramide Deformation in the Burgos Basin, Northeastern Mexico. In Kennanm L., Pindell, J,M y Rosen, N.C., *The Paleogene of the Gulf of Mexico and Caribbean Basins: Processes, Events and Petroleum Systems*. SEPM Society for Sedimentary Geology.
- Elizondo-Pacheco, L.A. (2017): Magmatismo hipabisal periférico de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Tesis de Licenciatura, 79 pp.
- Elizondo-Pacheco, L.A. y Ramírez-Fernández, J.A. (2017): Petrología del magmatismo hipabisal periférico de la Sierra de San Carlos. *Ciencia UANL*. Vol. 20, 27 – 36.
- Elizondo-Pacheco, L.A. (2019): Análisis petrológico de las rocas subvolcánicas de la sierra de San Carlos, Tamaulipas. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Tesis de Maestría, 183 pp.
- Elizondo-Pacheco, L. A., Ramírez-Fernández, J. A., De Ignacio, C., González-Guzmán, R., Rodríguez-Saavedra, P., Leal-Cuellar, V. A., Velasco-Tapia, F., y Montalvo-Arrieta, J. C. (2022): Generation of arc-like and OIB-like magmas triggered by slab detachment in the eastern Mexican alkaline province: petrological evidence from the Cenozoic sierra de San Carlos-Cruillas complex, Tamaulipas. *Journal of Petrology*, 63(5), egac027.
- Fitz-Díaz, E., Lawton, T.F., Juárez-Arriaga, E. y Chávez-Cabello, G. (2018): The Cretaceous-Paleogene Mexican orogen: Structure, basin development, magmatism and tectonics. *Earth Science Reviews*. Vol. 183, 56 – 84.
- Iriondo, E., Kunk, M.J., Winick, J.A. y Consejo De Recursos Mienrales (2003): *40Ar/39Ar dating Studies of Minerals and Rocks in various areas in Mexico: USGS/CRM Scientific Collaboration (Part I)*. United States Geological Survey. Open-File Report 03-020
- Leal-Cuellar, V.A. (2020): Caracterización Petrológica del Complejo Gabróico Rincón Murillo de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra. 156 pp.
- Leal Cuéllar, V.A. (2024): Implicaciones geotectónicas a escala regional del magmatismo alcalino de la Sierra de San Carlos-Cruillas, NE de México. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra. 160 pp.

- Leal-Cuellar V.A., Ramírez-Fernández, J.A., González-Guzmán, R., Velasco-Tapia, F., Solari, L., Elizondo-Pacheco, L.A., Montalvo-Arrieta, J.C., Rivera-García, J.J., Weber, B. (2023): Metasomatized mantle under the Eastern Mexican Alkaline Province: evidence from the Oligocene Rincón Murillo Gabbro, Sierra de San Carlos-Cruillas, NE México. *International Geology Review*. 1-28.
- Liu, L., Gurnis, M., Seton, M., Saleeby, J., Müller, R.D. y Jackson, J.M. (2010): The role of oceanic plateau subduction in the Laramide orogeny. *Nature Geoscience*. Vol. 3, No. 5, 353 – 357.
- Mendoza Vargas A. (2010): Relaciones entre el magmatismo terciario y la mineralización en el área de San José, sierra de San Carlos - Cruillas, Tamaulipas, México. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Tesis de Licenciatura, 126 p.
- Nick, K., (1988): Mineralogische, geochemische und petrographische Untersuchungen in der Sierra de San Carlos (Mexiko). Universidad de Karlsruhe, Tesis Doctoral. 167 pp.
- Poliquin, M.J. (2009): Geology, Geochemistry and age of intrusion-related mineralisation in eastern Mexico. Universidad de Exter, Tesis Doctoral, 408 pp.
- Rodríguez-Saavedra, P. (2003): Petrografía y Geoquímica de las Rocas Magmáticas de la Sierra de San Carlos. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Tesis de Licenciatura. 134 p.
- SGM (Servicio Geológico Mexicano) (2004): Carta Geológico-Minera Linares G14-11, escala 1:250,000. Hoja y reporte 102 pp.
- Treviño-Cázares, A., Ramírez-Fernández, J.A., Velasco-Tapia, F. y Rodríguez-Saavedra, P. (2005): Mantle Xenoliths and Their Host Magmas in the Eastern Alkaline Province, Northeast Mexico. *International Geology Review*. Vol. 47, 1260 – 1286.
- Viera-Décida, F., Ramírez-Fernández, J.A., Velasco-Tapia, F. y Orozco-Esquivel, M.T. (2009): Relaciones Petrogenéticas del Magmatismo en la Provincia Alcalina Oriental Mexicana. *Ciencia UANL*. Vol. XII, 42 – 49.
- Wang, H., Gurnis, M. y Skogseid, J. (2017): Rapid Cenozoic subsidence in the Gulf of Mexico resulting from Hess rise conjugate subduction. *Geophysical Research Letters*. Vol. 44, 10930 – 10938.

PANGEA – PISANDO EL VIEJO CONTINENTE

UWE JENCHEN

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.

uwe.jenchen@gmail.com

RESUMEN

Las secuencias pre-salinas en el Golfo de México forman un área de interés económico todavía poco accesible. Por otro lado sistemas sedimentarios pre-salinos (Pre-Sal) en el NE de México documentan de forma única el desarrollo estratigráfico y paleogeográfico de México directamente antes y durante la apertura del Golfo de México. En dos días se visitarán tres áreas de afloramientos tanto en los Altos de Galeana y Aramberri como en el Valle de Huizachal (Anticlinorio Huizachal-Peregrina) donde afloran unidades sedimentarias del Triásico tardío y del Jurásico Temprano y Medio. Objetivo de la excursión es una introducción a la sedimentación de los viejos continentes, la interacción de los sedimentos con sus áreas fuentes y el vulcanismo contemporáneo. Se intenta colocar la información existente en un modelo paleogeográfico integral del borde Occidental del Golfo de México. La excursión está diseñada para todos niveles académicos de los participantes, y se desarrollará también según de la dinámica durante el transcurso. La excursión es accesible para todas las edades y condiciones físicas. Duración: dos días. Requisitos adicionales: Alegría y ganas de aprender algo nuevo y romper con viejos esquemas.

ABSTRACT

The pre-salt sequences in the Gulf of Mexico form an area of economic interest that is still poorly understood. Furthermore, pre-salt (Pre-Salt) sedimentary systems in northeastern Mexico uniquely document the stratigraphic and paleogeographic development of Mexico immediately before and during the opening of the Gulf of Mexico. Over two days, three outcrop areas will be visited, both in the Galeana and Aramberri Heights and in the Huizachal Valley (Huizachal-Peregrina Anticlinorium), where Late Triassic, Early and Middle Jurassic sedimentary units outcrop. The objective of the excursion is an introduction to the sedimentation of the ancient continents, the interaction of sediments with their source areas, and contemporary volcanism. The objective is to integrate the existing information into a comprehensive paleogeographic model of the western edge of the Gulf of Mexico. The excursion is designed for all academic levels of participants and will also be tailored to the dynamics of the activity. The excursion is accessible to all ages and physical

abilities. Duration: two days. Additional requirements: Joy and a desire to learn something new and break away from old patterns.

PALABRAS CLAVE

NE de México; apertura del Golfo de México; Pangea; sedimentación continental; Triásico; Jurásico, Paleogeografía

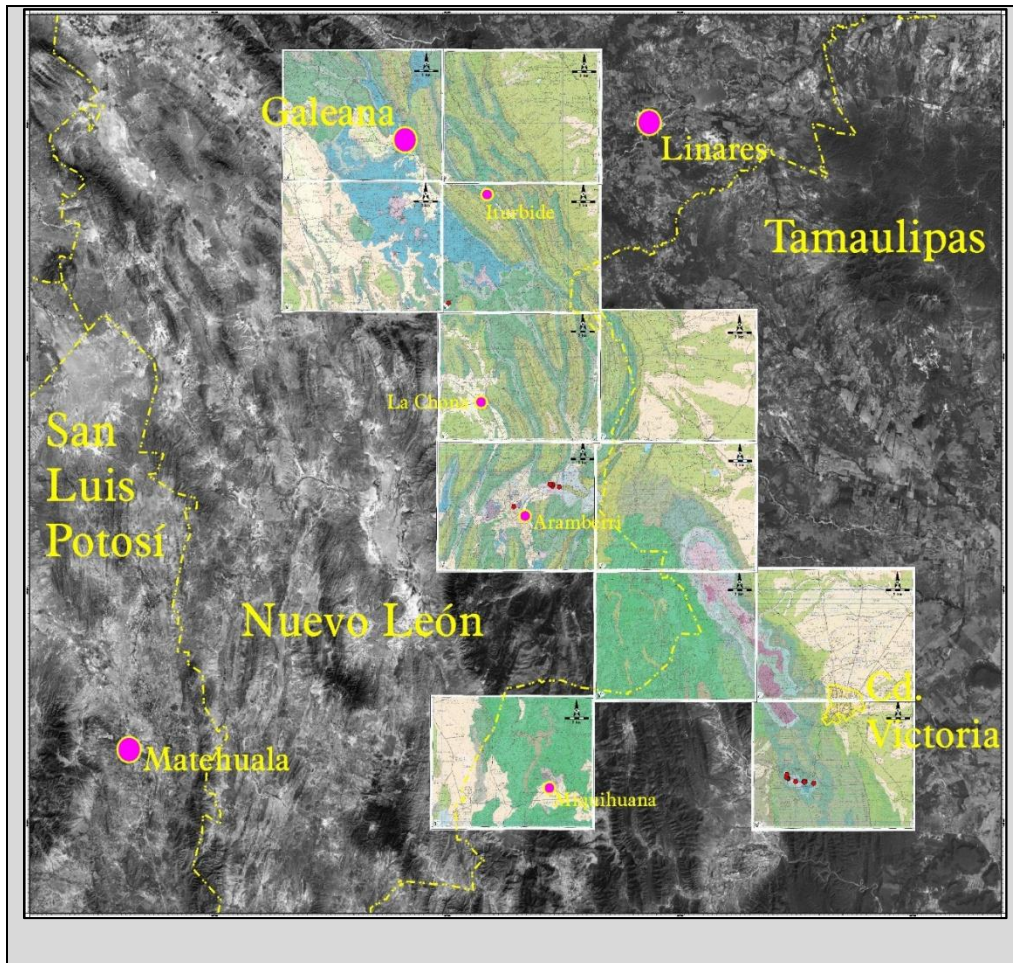


Fig. 1: Mosaico de las cartas geológicas en el área del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina y en los Altos de Aramberri y Galeana.

PUNTOS POR VISITAR

Tabla 1: Puntos a visitar.

Punto	Localidad	Unidades Estratigráficas	Latitud	Longitud
Día 1: Alto de Aramberri				
1.	Lomas de San Marcos I	Fm. El Alamar	24.69484°N	100.09581°W
2.	Lomas de San Marcos II	fms. El Alamar, La Joya, Minas Viejas	24.69609°N	100.10020°W
Día 1: Alto de Galeana				
3.	La Virgen	Complejo Granjeno-Acatlán, Fm. Novillo	24.12134°N	99.85457°W
4.	Cerro de la Cruz I	Provincia Nazas	24.16045°N	99.76139°W
5.	Cerro de la Cruz II	fms. La Boca, Novillo, Olvido	24.16328°N	99.76086°W
Día 2: Valle de Huizachal				
6.	La Joya Verde I	Fm. La Boca (Mbro. Agua de las Minas)	23.58970°N	99.22895°W
7.	La Joya Verde II	Basolto, Fm. La Boca (Mbro. Agua de las Minas)	23.58897°N	99.22783°W
8.	La Joya Verde III	Fm. La Joya	23.58805°N	99.22323°W
9.	Cantera	Fm. La Boca (Mbro. Juan Capitán)	23.58577°N	99.23006°W
10.	Ej. Huizachal	Riolitas, Fm. La Boca (Mbro. Juan Capitán)	23.59053°N	99.24384°W
11.	Carretera Rumbo Nuevo	Fm. La Joya	23.59492°N	99.26123°W
12.	Carretera Rumbo Nuevo	Fm. Novillo	23.59570°N	99.26231°W
13.	Carretera Rumbo Nuevo	Fm. Olvido	23.59621°N	99.26309°W
14.	Carretera Rumbo Nuevo	Fm. Olvido	23.59737°N	99.26491°W
15.	Carretera Rumbo Nuevo	Fm. Olvido	23.59853°N	99.26589°W
16.	Desvío del Falso Tunel	¿Fm. Olvido?	23.60312°N	99.26442°W

MARCO GEOLÓGICO

Después del cierre del Océano Rheico y la orogénesis Ouachita-Marathon-Sonora, asociada con la formación del supercontinente Pangea (Permo-Triásico), la sedimentación estuvo controlada en gran parte por la apertura del Golfo de México ([Goldhammer, 1999](#)). Esta dispersión se dio en dos etapas principales las cuales son: (1) la etapa de rift que trajo consigo extensión sin-rift, adelgazamiento cortical, desarrollo de altos y cuencas estructurales, contracción temprana post-rift e inversión de la cuenca, además subsidencia por sedimentos dentro la cuenca, (2) la etapa de drifting caracterizada por el desarrollo de un margen pasivo ([Michalzik, 1988](#)). Vulcanismo como

el de la Provincia de Nazas está asociado a este movimiento (Cruz-Gómez et al., 2017; Martini & Ortega-Gutiérrez, 2018; Busby & Centeno-García, 2022).

Durante la primera etapa se formaron altos o *horst* (Bloque Burro-Salado, Bloque de Coahuila, Archipiélago de Tamaulipas, y la Plataforma Valles-San Luis Potosí) y cuencas o *graben* (Cuenca Sabinas y Fosa de Monterrey (Goldhammer, 1999). Primeras transgresiones de agua marina somera hacia el continente (Dickinson & Lawton, 2001) desde el Paleo-Pacífico, generaron ambientes complejos de sabkhas y lagunas culminando en el Oxfordiano Inferior (Goldhammer, 1999).

Sin embargo, las estructuras tectónicas formadas jugaron un papel importante para la sedimentación, debido a que funcionaron zonas de aporte-erosión por parte de los altos estructurales (*horst*), mientras que, las zonas de captación-depósito fueron dadas por parte de las cuencas sedimentarias (*graben*). (Mickalzik, 1988; Barboza-Gudiño et al., 2010; Goldhammer 1999).

La paleogeografía y las unidades litológicas que se depositaron durante este periodo, son en general acumulaciones de rocas volcánicas y capas de lechos rojos (*red beds*) asociadas a los sistemas de *graben*, como la Formación El Alamar (Triásico Tardío, Barboza-Gudiño et al., 2010), Formación La Boca con edades del Pleinsbachiano Medio y Calloviano (Ruiz-Urueña et al., 2024). La Formación La Joya, sobreyace discordantemente sobre la Formación La Boca con una edad del Bathoniano Superior-Calloviano (Goldhammer, 1999) aflorando en las localidades del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, en los altos Miquihuana, Aramberri, y Galeana. Consisten de unidades siliciclásticas continentales a marginal marina, que incluyen capas de areniscas, conglomerados, brechas, compuestos por clastos con una fuente de rocas volcánicas y metamórficas. Discordante a esta formación se depositaron sedimentos evaporíticos (fms. Minas Viejas, Novillo y Olvido) y juntos marcan el relleno de cuencas tipo rift restringida y el comienzo de un margen pasivo con una oceanización o transgresión marina somera para el Calloviano (Goldhammer 1999).

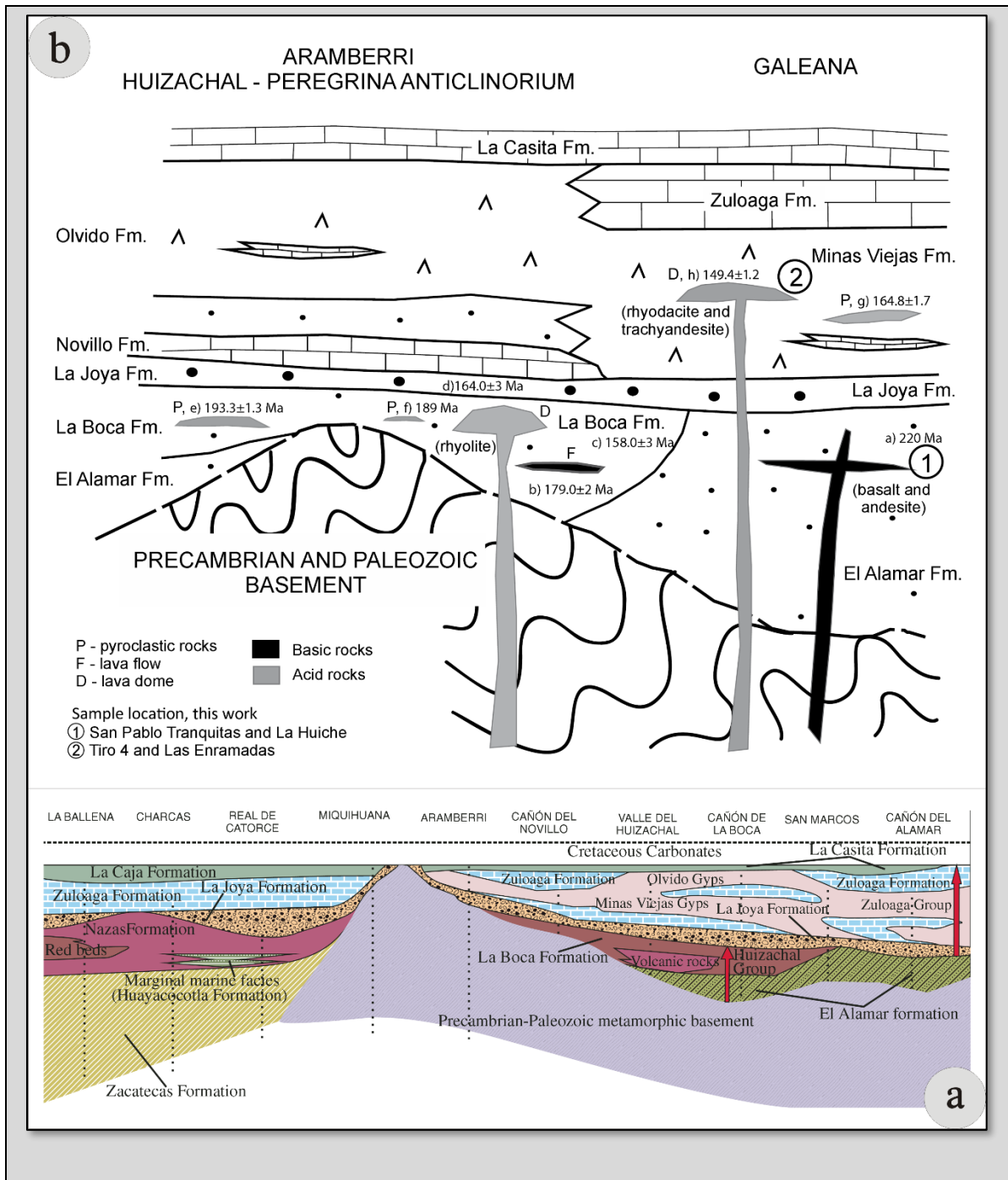


Fig. 2: Comparación de secciones representando los rasgos morfológicos, distribución de facies y vulcanismos sin-sedimentario en el área de trabajo (a) Barboza Gudiño et al., (2010) y b) Cruz-Gómez et al., (2017).

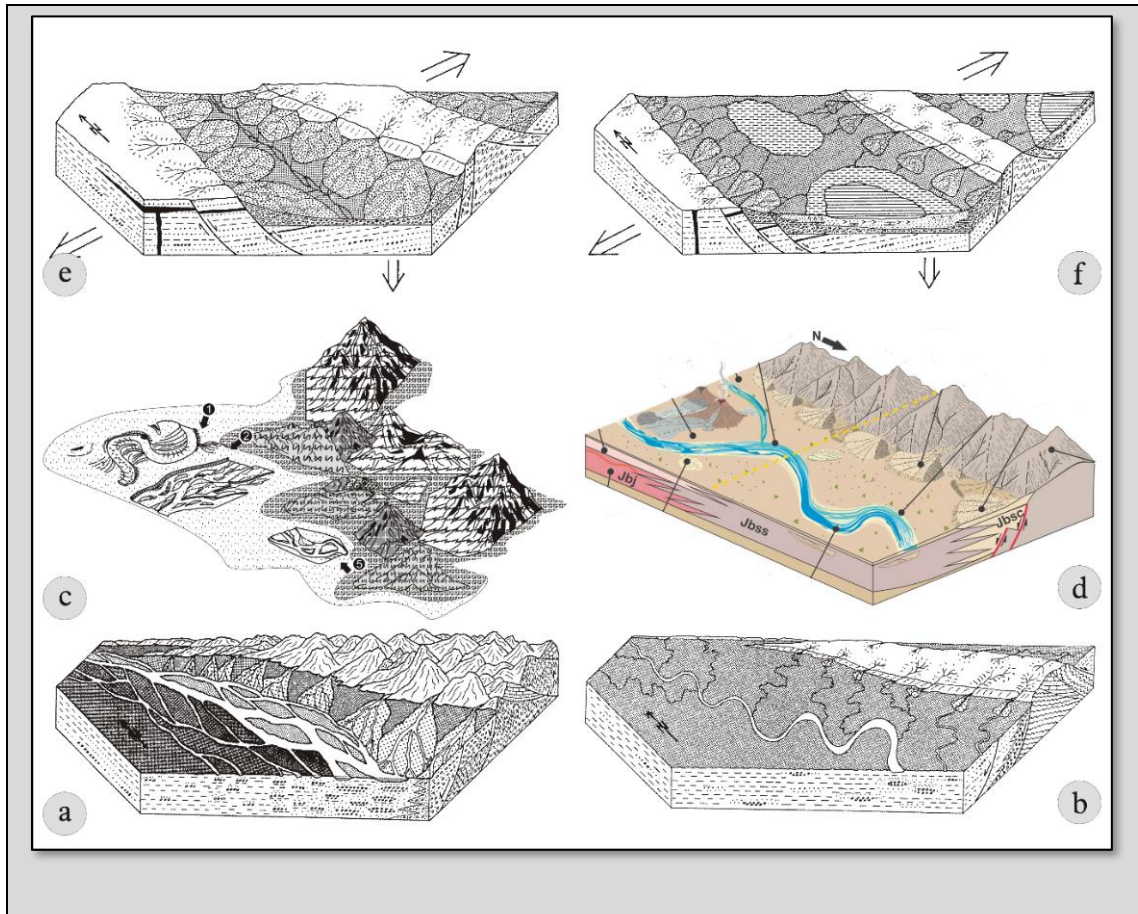


Fig. 3: Reconstrucciones de ambientes de sedimentación. a,b): Triásico Tardío (Fm. El Alamar) en el Área de Galeana según Michalzik (1988); c) Jurásico Temprano (Fm. La Boca) para el Área del Anticlinorio Huizachal-Peregrina (Rubio-Cisneros, 2012); d) Miembros de la Fm. La Boca en el Área de Huizachal Peregrina (Ruiz-Urueña et al., 2024) y d,e): Jurásico-Temprno/Medio (Fm. La Joya) en el Área de Galeana según Michalzik (1988).

REFERENCIAS

- Barboza-Gudiño, J.R., Zavala-Monsiváis, A., Venegas-Rodríguez, G. & Barajas-Nigoche, L.D. (2010). Late Triassic stratigraphy and facies from northeastern Mexico: Tectonic setting and provenance. *Geosphere*, **6** (5): 621-640. <https://doi.org/10.1130/GES00545.1>
- Busby, C.J. & Centeno-García, E. (2022): The “Nazas Arc” is a continental rift province: Implications for Mesozoic tectonic reconstructions of the southwest Cordillera, U.S. and Mexico. *Geosphere*, **18** (2): 647-669. <https://doi.org/10.1130/GES02443.1>
- Cruz-Gámez, E.M., Velasco-Tapia, F., Ramírez-Fernández, J.A., Jenchen, U., Rodríguez-Saavedra, P., Rodríguez-Díaz, A.A. & Iriondo, A. (2017). Volcanic sequence in Late Triassic

- Jurassic siliciclastic and evaporitic rocks from Galeana, NE Mexico. *Geologica Acta*, **15** (2): 89-106. <https://doi.org/10.1344/GeologicaActa2017.15.2.2>
- Dickinson, W.R. & Lawton, T.F. (2001). Carboniferous to Cretaceous assembly and fragmentation of Mexico. *GSA Bulletin*, **113**: 1142-1160.
- Goldhammer, R.K. (1999). Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico. En: Bartolini, C., Wilson, J.L. & Lawton, T.F. (eds.). Mesozoic Sedimentary and Tectonic History of North-Central Mexico. *GSA Special Paper*, **340**: 1-58. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2340-X.1>
- Martini, M. & Ortega-Gutiérrez, F. (2018). Tectono-stratigraphic evolution of eastern Mexico during the break-up of Pangea: A review. *Earth-Science Reviews*, **183**: 38-55. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.06.013>
- Michalzik, D. (1988). Trias bis tiefste Unter-Kreide der nordöstlichen Sierra Madre Oriental, Mexiko – Fazielle Entwicklung eines passiven Kontinentalrandes. *Ph.D. Thesis, Technische Hochschule Darmstadt, BRD*: 247 p.; Darmstadt.
- Rubio-Cisneros, I.I. (2012). Provenance analysis of El Alamar, La Boca and La Joya formations, northeastern Mexico (Upper Triassic–Middle Jurassic). – *Tesis para potener el Doctor en Ciencias con Especialidad en Geociencias, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra*: 217 p.; Linares Nuevo León.
- Ruiz-Urueña, J.E., Martini, M., Zepeda-Martínez, M., Ramírez-Fernández, J.A. & Lawton, T.F. (2024). Heterogeneous provenance and intracontinental rift evidence in the early–middle Jurassic La Boca formation in the Huizachal-Peregrina Anticlinorium, Mexico. *International Geology Review*: **2429141**: 1-23. <https://doi.org/10.1080/00206814.2024.2429141>

CHARLAS MAGISTRALES

NORESTE DE MÉXICO: 1,000 MILLONES DE AÑOS EN PERSPECTIVA

JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ¹, UWE JENCHEN, JUAN CARLOS MONTALVO ARRIETA, JORGE ALÁN SALINAS JASSO, FERNANDO VELASCO TAPIA, IGNACIO NAVARRO DE LEÓN, PEDRO RODRÍGUEZ SAAVEDRA, YOLANDA PICHARDO BARRÓN, COSME POLA SÍMUTA, JAVIER AGUILAR PÉREZ, EFRAÍN ALVA NIÑO

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra

67700 Linares, Nuevo León

Cuerpo Académico CA269 Cuencas Sedimentarias de México

¹juan.ramirezfn@uanl.edu.mx

La mayor parte de las rocas aflorantes en el noreste de México corresponden a secuencias sedimentarias marinas depositadas durante el Mesozoico. La morfología regional está dominada por los pliegues de la Sierra Madre Oriental, acompañados por serranías menores y una extensa planicie costera. De manera más localizada, también afloran cuerpos plutónicos de edad cenozoica. En una visión simplificada, los principales eventos geológicos de la región pueden agruparse en tres etapas: (i) el desarrollo de una cuenca oceánica, (ii) la deformación laramídica al final del Mesozoico e inicios del Cenozoico y (iii) la ocurrencia de pulsos magmáticos durante el Cenozoico. No obstante, el análisis detallado de afloramientos puntuales ha permitido proponer hipótesis que sugieren una evolución geológica considerablemente más extensa y compleja.

Durante el Neoproterozoico se desarrollaron arcos insulares y continentales que, posteriormente, conformaron Oaxaquia, un microcontinente metamorfozado en facies granulita hace aproximadamente 1 Ga, en el contexto de la formación de Rodinia. Ya en posición perigondwánica, se generaron arcos continentales, cuñas de acreción y cuencas de retroarco, que fueron incorporados durante el cierre del océano Réico. Este proceso culminó a finales del Paleozoico con la conformación del supercontinente Pangea.

A comienzos del Mesozoico, la fragmentación de Pangea dio origen, en una primera etapa, a depósitos continentales y vulcanismo asociado, seguidos posteriormente por sedimentación marina. En este marco tectónico se estableció un margen pasivo, favorecido por la migración del Bloque de Yucatán. Hacia finales del Cretácico se inició la compresión laramídica, vinculada con la subducción de la Placa Farallón, el arribo de la Conjugada de Hess y la colisión del Terreno Guerrero. De manera coetánea, se desarrollaron cuencas de antepaís activas hasta el Eoceno,

mientras continuaba la sedimentación en el margen del Golfo de México. Este registro incluye la preservación de estratos correspondientes al límite Cretácico–Paleógeno.

El magmatismo cenozoico postlaramídico exhibe contrastes geoquímicos que pueden explicarse por el paso de la Conjugada de Hess bajo el continente norteamericano, evento que favoreció la generación tanto de magmas de arco como de intraplaca.

En la actualidad, la región se encuentra sujeta a un régimen tectónico parcialmente extensional, acompañado por la reactivación de fallas heredadas, tanto laramídicas como de estructuras profundas del basamento.

LA IMPORTANCIA DE IMPLEMENTAR REGISTROS GEOFÍSICOS DE VERTICALIDAD PARA POZOS PROFUNDOS DE AGUA

FRANCISCO ALEJANDRO LINARES LINARES, RODOLFO MORENO SAUCEDA

Geoprospect

Linares, N.L.

Geopros98@gmail.com

La implementación de registros geofísicos de verticalidad en pozos profundos de agua es una práctica esencial para garantizar la correcta alineación del sondeo y prevenir problemas durante la perforación y el equipamiento. Mediante el uso de inclinómetros, como el modelo 3DA Geomative, es posible medir con precisión los ángulos de inclinación y azimut a distintas profundidades, lo que permite definir la trayectoria real del pozo y su posible desviación respecto al eje vertical.

El estudio presentado toma como referencia el Pozo 5, donde se documentaron dos versiones del proyecto. En la primera perforación se registró un atascamiento de herramienta a 178 metros por falta de control de desviación, mientras que, en la segunda versión, pese a realizarse el registro de verticalidad hasta los 375 metros, se detectó una desviación crítica de 19.95°, excediendo ampliamente los límites establecidos por la CONAGUA (1.5° máximo permitido en la cámara de bombeo). Estos resultados reflejan la influencia de factores geológicos, como el buzamiento de los estratos hacia el noreste, además del efecto del peso de la barrena y el uso inadecuado de estabilizadores.

Con base en las normas técnicas nacionales y referencias internacionales (ISO/API), se recomienda implementar registros de desviación cada 100 metros, así como el uso de herramientas de perforación direccional y sistemas de monitoreo en tiempo real (MWD/LWD). Asimismo, el análisis previo de la geología local permite anticipar zonas de riesgo, reducir desviaciones y asegurar una trayectoria controlada hasta la profundidad objetivo.

En conclusión, los registros de verticalidad constituyen un elemento clave para la integridad estructural y operativa de los pozos profundos de agua. Su aplicación no solo evita el atrapamiento de herramientas y las fallas en la instalación de la bomba, sino que también ofrece información valiosa sobre la interacción entre la geología y la mecánica de perforación, promoviendo diseños más seguros, eficientes y conformes con la normativa vigente.

REFERENCIAS

CONAGUA (2019). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Pozos Profundos. SEMARNAT, México.

Geomative Inc. (2021). User Manual: Geomative Borehole Inclinator System (G-BIS). Shenzhen, China.

DEL AIRE A LOS DATOS: EXPLORANDO LA TIERRA CON DRONES

JOSÉ CARLOS HERNÁNDEZ LÓPEZ

Geoprospect

Linares, N.L.

Geopros98@gmail.com

Los drones se han convertido en herramientas esenciales para el estudio del territorio gracias a su precisión, rapidez y bajo costo. Su uso permite obtener información geoespacial detallada para distintas aplicaciones en la minería, la geología y el medio ambiente.

PRINCIPALES APLICACIONES

NDVI y Monitoreo de Vegetación: Mediante cámaras multiespectrales se calcula el índice NDVI, que mide la salud y cobertura vegetal. Se usa en agricultura, restauración ecológica y manejo forestal para detectar estrés hídrico o productividad.

Magnetometría Aérea: Con magnetómetros de alta sensibilidad (como el GSMP-35 de GEM Systems), los drones miden variaciones del campo magnético terrestre, revelando estructuras del subsuelo útiles en exploración minera y geología estructural.

Análisis Espectral en Geología: A través de cámaras multispectrales o hiperspectrales se identifican minerales por sus firmas espectrales, lo que permite mapear alteraciones y zonas de interés geológico (Meyer et al., 2022).

Topografía con Drones: Mediante cámaras RGB o Lidar se generan modelos digitales del terreno y ortomosaicos con alta precisión, mejorados con puntos de control (GCPs).

INTEGRACIÓN Y BENEFICIOS

La combinación de estos estudios permite una interpretación geológica integral, optimizando tiempo, costos y calidad de datos. Aunque existen limitaciones como la autonomía de vuelo o la influencia del clima, el futuro apunta al uso de inteligencia artificial y sensores avanzados.

REFERENCIAS

John M. Meyer, Raymond F. Kokaly, Elizabeth Holley, ‘Hyperspectral remote sensing of white mica: A review of imaging and point-based spectrometer studies for mineral resources, with spectrometer design considerations’, *Remote Sensing of Environment*, Volume 275, 2022,113000, ISSN 0034-4257,<https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113000>

GDAL-SOFTWARE-SUITE. Geospatial data abstraction library. <https://gdal.org/en/latest>, 2013.

SIA “SPH Engineering”, ‘UgCS’, Letonia. <https://www.sphengineering.com/flightplanning/ugcs>

Pix4D. PIX4Dmapper. <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetrysoftware>

LA MINERALOGÍA DEL INTERIOR DE LA TIERRA:

¿QUÉ NOS CUENTAN LOS METEORITOS?

MARÍA GUADALUPE DÁVALOS-ELIZONDO¹, KARINA E. CERVANTES DE LA CRUZ¹,
FERNANDO ORTEGA GUTIÉRREZ²

¹ *Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra*

² *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología*
luthien83@gmail.com

La Tierra es un planeta dinámico y para entender los procesos petrogenéticos que suceden en su interior, además de conocer su estructura física y su composición se requieren diversos estudios en distintas ramas de las geociencias: métodos geofísicos, estudios geoquímicos y petrológicos, entre otros.

Particularmente, estudiar la mineralogía de los meteoritos y de los xenolitos del manto son una ventana al pasado que nos permite comprender de primera mano la evolución de nuestro planeta. La meteorítica, tuvo su origen a mediados del siglo XIX, y es la disciplina científica encargada del estudio de los meteoritos y sus fenómenos asociados. Los meteoritos son objetos naturales sólidos, que se pueden clasificar en pétreos, metálicos o mixtos.

Los meteoritos pétreos se componen en su mayoría de minerales silicatados y óxidos, siendo casi equivalente a las fases que observamos en las peridotitas del manto. Los meteoritos metálicos predominantemente están formados por aleaciones de Fe-Ni (Fig.1), y en algunas ocasiones pueden observarse fosfuros, sulfuros, carburos, óxidos y silicatos (Mason, 1962; Rubin, 1997; Dávalos-Elizondo, 2006). Los meteoritos mixtos se agrupan dependiendo de la relación que presenten los silicatos con la parte metálica de dicho material (Sánchez-Rubio et al., 2001). El proceso que explica mejor el origen y la formación de los meteoritos metálicos es la cristalización fraccionada de un líquido metálico para la formación de un núcleo planetario, mientras que los meteoritos mixtos serían parecidos al límite entre el núcleo y un manto silicatado (Dávalos-Elizondo, 2006).

El presente trabajo pretende proporcionar a detalle las generalidades y la caracterización de las fases minerales que podemos encontrar en los meteoritos metálicos y como sus asociaciones nos permite inferir posibles similitudes con lo que esperaríamos encontrar en el núcleo terrestre.

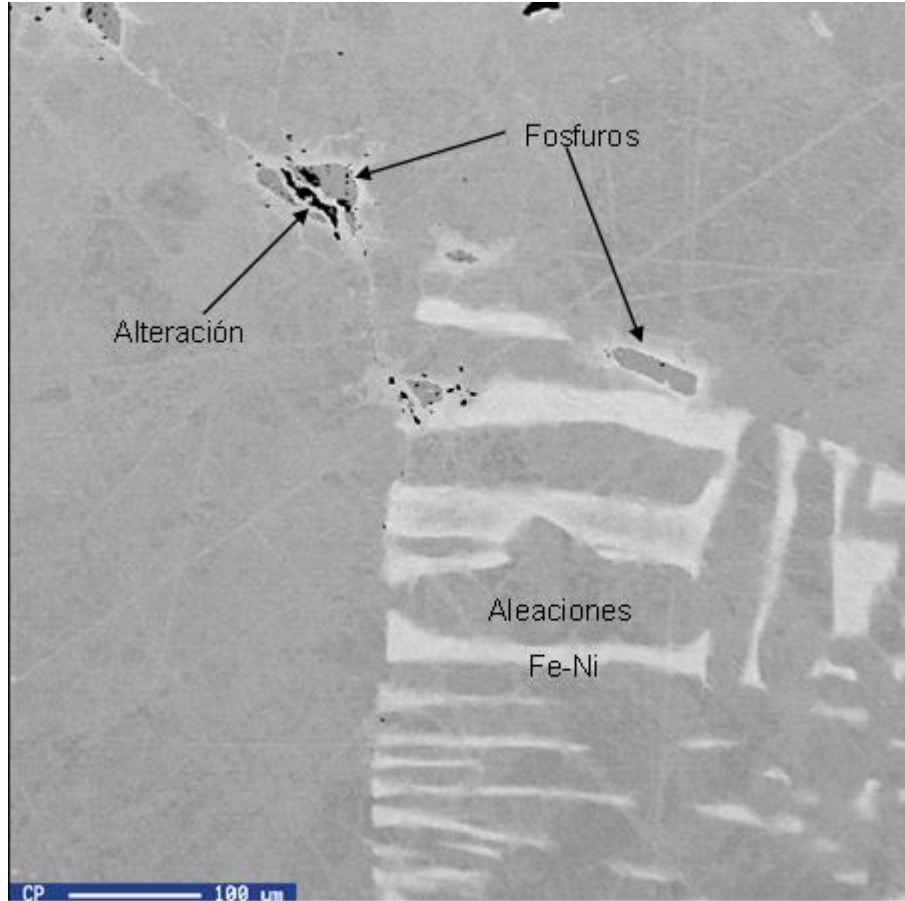


Figura 1: Minerales de Fe-Ni con algunos fosfuros irregulares que presentan alteración a fosfatos. Meteorito Charcas. Imagen composicional de microsonda electrónica.

REFERENCIAS

- Dávalos Elizondo, M.G. (2006): Una revisión sobre la naturaleza y el origen de las meteoritas metálicas y estudio preliminar de una meteorita metálica mexicana. – Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L.
- Mason, B. 1962. Meteorites. John Wiley and Sons. New York, USA. 274 pp.
- Rubin, A. E. 1997. Mineralogy of meteorite groups. Meteoritics. Vol. 32. 231 – 247 pp.
- Sánchez-Rubio, G., Rubinovich-Kogan, R., Lozano-Santa Cruz, R., Medina-Malagón, S., Flores Gutiérrez, D. 2001. Las Meteoritas de México. UNAM. México. 83 pp

DE LA TIERRA A LA INFRAESTRUCTURA: GEOLOGÍA, SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

JOSÉ MANUAL MENDOZA RANGEL

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

San Nicolás de los Garza, N.L.

jose.mendozarn@uanl.edu.mx

De acuerdo con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), en México se generan alrededor de 17,000 toneladas de residuos de la construcción diariamente. De éstos, 39% es material de excavación, 25% es concreto, 24% es escombros, y 12% otros desechos. Asimismo, la CMIC informa que, sólo el 4% de estos residuos son aprovechados nuevamente (3% reciclaje y 1% reúso). Por otro lado, el Instituto de Vivienda de Nuevo León señala que las causas a los problemas de la vivienda son: a) Los bajos ingresos, que dificultan el ahorro para comprar o mantener una casa; b) La vivienda provisional o asentamientos irregulares, de personas en pobreza sin acceso al mercado formal de vivienda; c) Procesos de autoconstrucción deficiente por la falta de soluciones habitacionales inmediatas para la subsistencia que acentúa el impacto ambiental. No obstante, existen tecnologías emergentes que están revolucionando la industria de la construcción como la impresión 3D, lo cual es debido a que este proceso automatizado permite una reducción significativa del consumo de materiales y residuos de construcción, la mano de obra, tiempos y costos, así como de las emisiones de CO₂ hasta en un 50%-90%; lo anterior es considerando el uso de tintas cementantes elaboradas con base en cemento Portland, por lo que el uso de materias primas circulares conllevan un impacto aún mayor en los beneficios de estas tecnologías.

En esta presentación, se platicará del aprovechamiento optimizado de Residuos Industriales, Residuos de la Construcción y Demolición (RCD), de Tierra (RIT) para desarrollar materiales de construcción circulares como tintas cementantes para impresión en 3D, aplicables en la construcción de Vivienda Digna, Asequible y Sostenible (ViDAS), que contribuya a resolver simultáneamente el problema ecológico y, por ende del cambio climático, de los residuos y el problema de vivienda para la población más vulnerable.

PELIGROS GEOLÓGICOS EN MÉXICO: EVALUACIÓN DE CAUSAS Y RIESGOS ASOCIADOS

JORGE ALÁN SALINAS JASSO

Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León

Linares, N.L.

jorge.salinasjs@uanl.edu.mx

Fenómenos naturales como movimientos en masa, sismicidad, vulcanismo y ciclones tropicales resultan peligrosos cuando interrumpen de manera directa - o indirecta - el desarrollo óptimo de la sociedad y el medio ambiente. El estudio de las causas y características de procesos de naturaleza geológica e hidrometeorológica constituye un importante paso en la evaluación del riesgo, con el fin primordial de prevenir daños relacionados con la ocurrencia de dichos eventos. En este sentido, las Ciencias de la Tierra aportan el conocimiento de fondo para estudiar las condiciones que propician y detonan fenómenos naturales y su interacción con la población, lo cual permite definir estrategias adecuadas para prevenir y en su caso mitigar el riesgo asociado. Se presentará el estado general del conocimiento del estudio de peligros naturales en México, así como áreas de oportunidad para futuros profesionistas en Geociencias.

MICROBIALITAS RECIENTES COMO ANÁLOGOS DE BIOSIGNATURAS: LOS TROMBOLITOS DE CUATRO CIÉNEGAS, COAHUILA

ELIZABETH CHACÓN BACA, OSCAR MARIO ROMERO DE LA CRUZ,

GABRIEL CHÁVEZ CABELLO

Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León,

Linares, N.L.

elizabeth.chaconbc@uanl.edu.mx

Hoy en día, las biosignaturas microbianas revisten una gran vigencia científica tanto en la exploración de diversas superficies extraterrestres como en la búsqueda de las evidencias paleontológicas más antiguas de vida en la Tierra. Dentro de este contexto, el geoparque de Cuatro Ciénegas constituye un análogo moderno de ambientes precámbricos donde se encuentran

carbonatos microbianos recientes que proporcionan información sobre los procesos biogeoquímicos que se infieren para la vida en el planeta del Arqueano.

En este trabajo se presenta la sedimentología de los trombolitos del río Mezquites y sus microestructuras asociadas, destacando el papel de cianobacterias endolíticas en la generación de las texturas microbianas peloidales. Aunque históricamente ha sido muy debatible cuál es la naturaleza de las interacciones bióticas y/o abióticas durante la generación de texturas microbianas en microbialitas, a través de la cartografía geológica, análisis petrográfico, microscopía de barrido y análisis biogeoquímicos, fue posible explorar el papel de cianobacterias endolíticas en la generación de las texturas trombolíticas, y al mismo tiempo, se propone una hipótesis plausible para explicar la generación de peloides y las microestructuras observadas en estos trombolitos. La importancia astrobiológica de Cuatro Ciénegas también se discute a nivel de la exploración espacial que actualmente se lleva a cabo en el cráter del Noaquiano Gustav Gale ubicado en el hemisferio norte de Marte. Los resultados también muestran la asociación entre cianobacterias, diatomeas penadas, algas verdes y otros protistas en ciertas zonas de la matriz extracelular.

DETECCIÓN DE EMISIONES DE METANO EN EL SECTOR DE HIDROCARBUROS

LÁZARO MOLINA ESPINOSA

*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León,
Linares, N.L.
lazaromolinasp@uanl.edu.mx*

La sustentabilidad busca equilibrar el desarrollo humano con la conservación ambiental, enfrentando retos como el cambio climático. Este último es causado principalmente por gases de efecto invernadero (GEI). Entre estos, el metano (CH₄) destaca como uno de los más potentes a corto plazo, aunque persiste menos tiempo en la atmósfera. Así, el combate a las emisiones de metano es un objetivo clave de acciones inmediatas para mitigar el calentamiento global. En este curso se analizan las principales fuentes antropogénicas de metano y la manera en que la reducción de emisiones de metano ofrece beneficios tangibles contra el cambio climático.

Para mitigar las emisiones de metano, se emplean tecnologías satelitales para detectar 'superemisores' mediante espectrometría infrarroja (IR). Estos datos se complementan con mediciones en tierra (sensores y cámaras IR) y modelos computacionales, generando información para guiar políticas públicas.

En consecuencia, la gestión de emisiones de CH₄ a través de detección avanzada y estrategias focalizadas es una de las formas más efectivas de mitigar el cambio climático a corto plazo, mientras se avanza hacia sistemas energéticos y agrícolas sostenibles. La sustentabilidad en este ámbito depende de integrar ciencia, política y acción colectiva para lograr un impacto duradero.

ACORTAMIENTO TECTÓNICO DEL EOCENO TARDÍO-OLIGOCENO TEMPRANO EN EL NORESTE DE CINTURÓN DE PLIEGUES Y CABALGADURAS MEXICANO: SEDIMENTACIÓN, DEFORMACIÓN Y MAGMATISMO

CÉSAR FRANCISCO RAMÍREZ PEÑA

*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León,
Linares, N.L.
cesar.franciscopn@uanl.edu.mx*

El Sector Transversal de Parras, en el noreste del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano, conserva pliegues de despegue con orientación WNW–ESE, formados sobre un décollement regional generado durante la orogenia Mexicana del Cretácico–Paleógeno. En su parte sur, estos pliegues fueron cortados por fallas inversas de alto ángulo con orientación NW–SE, que definen el levantamiento de San Julián. Las rocas del décollement afloran en los bloques de techo de las fallas inversas de alto ángulo y conforman la parte nuclear del levantamiento. Los datos termocronológicos sugieren una historia compleja de enfriamiento para estas rocas, que inicia con su cristalización a los ~180 Ma (U–Pb en circón), un metamorfismo en facies de esquistos verdes a los 78 Ma (⁴⁰Ar/³⁹Ar en muscovita) y un enfriamiento rápido (~35 °C/Ma) por exhumación entre los 35 y 30 Ma (U–Th[Sm]/He en circones y apatitos). Los detritos generados por la erosión del décollement y su cobertura plegada rellenaron cuencas sinorogénicas al norte del levantamiento de San Julián, donde se acumuló la Formación Ahuichila (Eoceno–Oligoceno).

La evidencia de plegamiento de arrastre en esta unidad, así como datos geocronológicos U–Pb en circones de tobas intercaladas dentro de la misma, confirman el levantamiento tectónico a finales del Eoceno e inicios del Oligoceno (35–32 Ma). Además, un par de edades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ obtenidas en pseudotaquilita colectada en una de las fallas inversas de alto ángulo, junto con datos reportados para el magmatismo sinorogénico en la región de Concepción del Oro (intrusivos de 44 a 32 Ma), fortalecen la hipótesis que plantea que el fallamiento, levantamiento y plegamiento del décollement en la región corresponden a un pulso contraccional fuera de secuencia, activo entre 35 y 30 Ma. Este pulso postdata el acortamiento principal (~80–65 Ma) y marca la fase final de deformación de la orogenia Mexicana del Cretácico–Paleógeno en el noreste de México.

EL HIDRÓGENO BLANCO, POTENCIAL FUENTE DE ENERGÍA LIMPIA EN MÉXICO

LUIS ÁNGEL VALENCIA FLORES^{1,2}, SELENE MONTSERRAT GARCÍA SOLARES^{1,3},
MARIO ALBERTO GUZMÁN VEGA⁴

¹*Instituto Politécnico Nacional, Centro Mexicano para la Producción más Limpia, Av. Acueducto S/N, Ticoman, Gustavo A. Madero, 07340 Ciudad de México. lvalenciaf@ipn.mx*

²*Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, Calz. Ticomán 55, La Laguna Ticoman, Gustavo A. Madero, 07340 Ciudad de México.*

³*Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio Nacional de Desarrollo y Aseguramiento de la Calidad de Biocombustibles (LaNDACBio), Ciudad de México 07340*

⁴*Instituto Colombiano del Petróleo y Energías de la Transición, Vicepresidencia de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ecopetrol, Colombia.*

Los autores agradecen a los proyectos SIP: 20253518 y SIP: 20254500 del Instituto Politécnico Nacional. El autor Luis Ángel Valencia Flores agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnologías e Innovación (SECIHTI) por la beca de doctorado otorgada.

El hidrógeno blanco (geológico o natural) existe, desafiando el consenso científico previo que lo consideraba ausente en estado libre. Su presencia ha sido identificada en numerosos ambientes geológicos a nivel global, desde hallazgos pioneros en la Unión Soviética en los años 50 hasta descubrimientos recientes en campos hidrotermales. Un hito importante fue el descubrimiento en

Malí, en 2015, derivado de una acumulación natural rica y pura (>98%) que actualmente se utiliza para la generación local de electricidad sin emisiones de CO₂. Los mecanismos principales postulados para la generación de hidrógeno blanco son la serpentización, la radiólisis y la alta madurez orgánica. A diferencia de los combustibles fósiles, el hidrógeno blanco aparece como una fuente energética renovable que presenta una carga constante a escala humana. Sus acumulaciones en la naturaleza, aunque similares a las del petróleo, carecen de un “entrapamiento” efectivo y tiende a escaparse hacia la superficie terrestre, con emanaciones superficiales que podrían ser encontradas mediante técnicas convencionales de exploración.

La búsqueda de este recurso energético esta canalizada hacia la identificación de patrones circulares presentes en la naturaleza, muy característicos por su geometría y su carencia de vegetación llamados comunmente “círculos de hadas”, así como la inferencia de posibles escenarios de manifestación y acumulación. Se espera que el hidrógeno blanco este acompañado de un costo muy bajo de producción, así como de una huella de carbono insignificante al momento de generar energía, sin embargo, todavía no existen yacimientos comerciales, más allá del que se descubrió en Malí. En todo el mundo, la incógnita se centra en la ubicación de estas acumulaciones naturales, así como la cantidad de hidrógeno que estas puedan ofrecer para que su flujo sea suficiente en la producción comercial. México, debido a su gran diversidad geológica y de recursos energéticos, es un candidato ideal para la exploración de este prometedor combustible limpio.

REFERENCIAS

- Carrillo Ramirez, Alejandra, et al. "Natural H₂ Emissions in Colombian Ophiolites: First Findings." *Geosciences* 13.12 (2023): 358.
- Maiga, Omar, et al. "Characterization of the spontaneously recharging natural hydrogen reservoirs of Bourakebougou in Mali." *Scientific Reports* 13.1 (2023): 11876.
- McCollom, Thomas M., and Wolfgang Bach. "Thermodynamic constraints on hydrogen generation during serpentinization of ultramafic rocks." *Geochimica et Cosmochimica Acta* 73.3 (2009): 856-875.
- Moretti, Isabelle, et al. "The H₆⁺ potential of the Colombian coals in natural conditions." *International Journal of Hydrogen Energy* 77 (2024): 1443-1456.

Moore, E. M., and Frederick John Vine. "The Troodos Massif, Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences* 268.1192 (1971): 443-467.

SIERRAGRAFÍA: CARTOGRAFÍA ARTÍSTICA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

YADIRA ZULEMA ANTONIO-DURÁN*¹², L.A. ROBLEDO-SOLANO², M.I. ARAUJO-ALVARADO²,
J.D. REYES-AYALA², U. SÁNCHEZ², D. PARRA²

Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L.¹.

Laboratorio Cultural Ciudadano de Nuevo León (LabNL)²

*yadiraaduran@uanl.edu.mx **

Palabras claves: Cartografía, Sierra Madre Oriental, Geomorfología, Patrimonio, Identidad.

El proyecto ciudadano Sierragrafía busca visibilizar la creación artística inspirada en la Sierra Madre Oriental, que bordea el área metropolitana de Monterrey y constituye un referente geográfico y cultural de la región. A través de un mapa-mural colectivo, se geolocalizan obras plásticas, literarias, musicales, audiovisuales y de otras disciplinas, vinculándolas directamente con los cerros que les dieron origen.

Desde la perspectiva de las ciencias de la Tierra, este prototipo vincula de manera innovadora la cartografía, geomorfología y patrimonio biocultural con expresiones artísticas locales. Además del mapa-mural digital, se desarrollaron recursos como pósters divulgativos, impresiones 3D de cerros y una experiencia inmersiva con proyección y video mapping, que permiten acercar a la comunidad al paisaje geológico mediante herramientas interactivas y multisensoriales.

En su conjunto, Sierragrafía ha forjado un puente entre territorio y cultura, explorando cómo el relieve y la geología de la Sierra Madre Oriental inspiran y moldean la producción cultural de Monterrey, al tiempo que fomenta la valoración social del entorno natural.

CURSOS CORTOS

CURSO DE PETROFÍSICA BÁSICA: ENTENDIENDO LA POROSIDAD Y PERMEABILIDAD DE LAS ROCAS

VÍCTOR MATÍAS PÉREZ

Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L.

victor.matiaspr@uanl.edu.mx

RESUMEN

Este curso ofrece una introducción integral a los principios fundamentales de la petrofísica, centrándose en la importancia que tiene la comprensión de los conceptos de porosidad y permeabilidad en la evaluación de formaciones geológicas en el contexto de exploración y producción de hidrocarburos. Los participantes aprenderán a: 1) Comprender las propiedades físicas clave de las rocas: porosidad, permeabilidad y saturación de fluidos, 2) Conocer los principios de los registros geofísicos de pozo para analizar formaciones; 3) Comprender los principios de las técnicas de modelado petrofísico para identificar zonas productivas; 4) Comprender la importancia de la toma, visualización y análisis de datos reales en estudios de caso para tomar decisiones técnicas más efectivas en exploración y perforación.

TEMARIO (DURACIÓN: 3 HORAS)

1. Introducción a la Petrofísica

- Concepto y objetivos de la petrofísica
- Importancia en la industria del petróleo y gas
- Relación con otras disciplinas: geología, geofísica e ingeniería de yacimientos

2. Propiedades Físicas de las Rocas

- Porosidad: tipos, métodos de medición
- Permeabilidad: concepto, unidades y factores que la afectan
- Saturación de fluidos: agua, petróleo y gas

3. Métodos de Evaluación Petrofísica

- Núcleos de perforación

- Registros geofísicos y su relación con la permeabilidad y la porosidad (well logging): eléctricos, sínicos, radiactivos

4. Introducción a la Interpretación de Datos y Aplicaciones Prácticas

- Identificación de litologías
- Cálculo de porosidad efectiva
- Estimación de saturación de hidrocarburos

5. Introducción al Modelado Petrofísico

- Modelado Geocelular e interpretación petrofísica
- Validación y calibración con datos reales

FORTALECIMIENTO DE ANOMALÍAS DE MÉTODOS POTENCIALES DE PROSPECCIÓN

OSCAR MARIO ROMERO DE LA CRUZ

Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L.

oscar.romerodlcr@uanl.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de señales geofísicas contempla un amplio y variado rango de aplicaciones, particularmente los datos derivados de métodos potenciales de exploración tales como gravimétricos y magnéticos. Estos datos, con frecuencia están destinados a someterse a la aplicación de herramientas de procesamiento con el objetivo de fortalecer o enfatizar características relevantes que aporten información de parámetros geométricos o de las propiedades físicas del objeto bajo prospección.

En este curso se pretende describir algunas de las herramientas más utilizadas en el procesamiento de datos de métodos potenciales. Herramientas que fortalecen la señal de interés o las que pueden eliminar señales no deseadas, con el fin de evidenciar características relevantes que determinan una mayor certidumbre en la ubicación del objeto bajo la superficie.

OBJETIVO

Presentar diferentes técnicas de procesamiento que fortalecen las anomalías gravimétricas y magnéticas, con la pretensión de lograr una mejor interpretación en la prospección de estructuras geológicas bajo la superficie.

CONTENIDO

1. Introducción a los métodos potenciales de exploración
2. Separación regional-residual
3. Dominio frecuencia número de onda
4. Continuación de campo
5. Reducción al polo
6. Derivada Tilt

1. INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS POTENCIALES DE EXPLORACIÓN

De acuerdo al contenido antes descrito, el curso arranca con una breve descripción de las anomalías derivadas de una perturbación de campo gravitacional y/o magnético. Se atienden las causas que lo provocan desde las propiedades físicas de las rocas, en este caso la densidad y la susceptibilidad magnética, con especial atención a los parámetros geométricos de las estructuras geológicas que se pretenden encontrar bajo la superficie de la Tierra, tales parámetros se relacionan con la geometría del cuerpo/estructura, siendo su espesor, profundidad, inclinación, entre otros, que repercuten en la manifestación de las anomalías.

2. SEPARACIÓN REGIONAL-RESIDUAL

Respecto a la estrategia de la separación regional-residual, se establece el concepto de manejo de escalas, las cuales se manifiestan en la interpretación de las anomalías. Se consideran estas escalas de tipo regional y local. El tipo regional se manifiesta como aquel efecto que ejercen las estructuras geológicas de gran tamaño alrededor y/o por debajo de la zona de medición, y son provocados por regiones montañosas cerca del área de medición o simplemente por un basamento que ejerce un gran efecto en las mediciones. La de tipo local es aquella que se identifica por ser de escala pequeña, principalmente tienen relevancia en los enfoques de exploración local, suelen identificarse bajo el concepto de anomalía residual. Esta parte del curso tiene como objetivo identificar estos efectos con un ejercicio de separación entre ellos.

3. DOMINIO FRECUENCIA-NÚMERO DE ONDA

En el tercer punto de este curso, se introduce el concepto del dominio frecuencia-número de onda mediante la aplicación de la Transformada de Fourier. La pretensión del uso de esta herramienta es dar a conocer cómo el tamaño de las estructuras geológicas o de los cuerpos a prospectar, se pueden identificar en el dominio de la frecuencia-número de onda, con un análisis y clasificación de las longitudes de onda de las anomalías provocadas. El análisis de esta distribución de longitudes de onda, sentará el criterio para la selección y aplicación de filtros de acuerdo a la banda de longitudes de onda que se quiere aislar, fortalecer, o suprimir.

4. CONTINUACIÓN DE CAMPO

Las metodologías de continuación de campos potenciales pueden utilizarse para la separación regional-residual y pueden ser aplicados en el dominio frecuencia-número de onda, contemplado en el punto anterior. Debido a la continuidad de los campos potenciales, es posible determinar cómo estos campos se observan a diferentes posicionamientos de la fuente anómala. Se puede proyectar una anomalía gravimétrica o magnética a diferentes niveles de altura. La principal variante de metodología para lograr este objetivo, es la continuación de campo hacia arriba. Cada vez que se proyecta el campo hacia una mayor altura, se encarga de disminuir los efectos locales o someros hasta suprimirlos, quedando fortalecida la anomalía causada por efectos regionales.

5. REDUCCIÓN AL POLO (RTP)

Otra de las metodologías de procesamiento, es la técnica de reducción al polo (RTP), esta estrategia, realiza una transformación de una anomalía magnética de tipo asimétrica, para convertirla a una forma simétrica, permitiendo entonces una mejor localización y delimitación de las fronteras del cuerpo que provoca la anomalía. El método transforma los datos que representan un dipolo magnético, llevándolos del dominio espacial al dominio frecuencia-número de onda mediante Transformada de Fourier, donde se multiplica por la función de filtro (equivalente a la convolución en el dominio espacial) para corregir la orientación del cuerpo y su dirección de magnetización. Después de aplicar la función de filtro, se regresa al dominio espacial utilizando la Transformada Inversa de Fourier, obteniendo como resultado la transformación de la anomalía con un carácter de monopolo magnético.

6. DERIVADA TILT

La estrategia de derivada *tilt* es aplicada con un objetivo similar al de Reducción al Polo, en la manera de delimitar de las fronteras de un cuerpo. Cuando fuentes someras producen fuertes amplitudes en sus gradientes tanto vertical como horizontal, estos son difícil de visualizar por sus valores contrastantes, entonces se recurre a utilizar cocientes de derivadas, los cuales producen valores de similar amplitud. La técnica involucra el cociente de los cambios del campo (gravitacional o magnético) respecto a la elevación (gradiente vertical) dividido entre el módulo de los cambios horizontales (direcciones Norte-Sur y Este-Oeste), lo que trigonométricamente resulta como la función tangente, que tiene por objetivo atenuar las altas amplitudes generadas por fuertes contrastes de las propiedades físicas (densidad, susceptibilidad, magnetización). La derivada *tilt* trata de delinear las fronteras superiores de la fuente, dando así una disminución de la incertidumbre en la extensión lateral del cuerpo bajo la superficie.

REFERENCIAS

- Burger, H.R., Sheehan, A.F., and Jones, C.H. (2006), Introduction to Applied Geophysics, Exploring the Shallow Subsurface. W.W. Norton and Company Inc. ISBN: 978-0-393-92637-8.
- Dentith, M. and Mudge, S.T. (2014), Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-80951-1
- Lowrie, W. and Fichtner, A. (2020), Fundamentals of Geophysics, 3rd ed. Cambridge University Press. ISBN: 978-1-108-49273-7.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E. (1990), Applied Geophysics, 2nd ed. Cambridge University Press. ISBN: 0-521-33938-3.

TOPOGRAFIA MODERNA CON GNSS Y DRON: FUNDAMENTOS, APLICACIONES Y PRÁCTICA

EUGENIO GUADALUPE GARZA MONTALVO¹, SERGIO EDUARDO IBARRA MARTÍNEZ²

1 Geoprospect, Linares, N.L.

geopro98@gmail.com

2 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.

La topografía moderna ha sido revolucionada por la combinación de los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS) y los drones (VANT). Esta sinergia ha permitido la recopilación de datos topográficos de manera más **rápida, segura y eficiente** que los métodos tradicionales, logrando generar modelos 2D y 3D de alta precisión.

El GNSS (que incluye sistemas como el GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou) es una tecnología que utiliza una red de satélites para determinar la posición exacta de un punto en la superficie terrestre. En topografía, se utiliza un receptor GNSS para obtener coordenadas de un punto, permitiendo un **georreferenciamiento** preciso.

- **Tipos de medición:** Se utilizan principalmente dos métodos: el **estático**, que implica una observación prolongada para obtener una precisión milimétrica, ideal para establecer redes de control; y el **cinemático en tiempo real (RTK)**, que usa una estación base fija para corregir las señales del receptor móvil, logrando una precisión centimétrica al instante.
- **Ventajas:** Ofrece una alta precisión, reduce la necesidad de puntos de control físicos y es muy eficiente en áreas grandes.
- **Desventajas:** La señal puede verse afectada por obstáculos como edificios altos o árboles, y en algunos casos el costo del equipo puede ser elevado.

Los drones equipados con cámaras de alta resolución, sensores LiDAR o multiespectrales, se han convertido en una herramienta clave para la topografía. Su capacidad para volar a baja altitud permite capturar datos detallados del terreno desde el aire. La técnica principal utilizada es la **fotogrametría**, que consiste en crear modelos 3D a partir de miles de fotografías superpuestas.

- **Proceso:** El dron vuela sobre un área predefinida, capturando imágenes. Estas imágenes, junto con los datos de geolocalización, se procesan con un software especializado para generar productos topográficos como **ortomosaicos**, **modelos digitales de terreno (MDT)**, **modelos digitales de superficie (MDS)**, y **nubes de puntos**.
- **Ventajas:** Mayor rapidez en la toma de datos, reducción de costos y personal, acceso a zonas peligrosas o inaccesibles, y la obtención de información visual muy detallada.
- **Desventajas:** Limitaciones por condiciones climáticas (viento, lluvia), restricciones legales de vuelo en ciertas zonas, y la duración limitada de la batería.

LA FUSIÓN DE GNSS Y DRONES

- La verdadera revolución ocurre al combinar ambas tecnologías. Los drones modernos incorporan **receptores GNSS RTK o PPK**, lo que les permite obtener una precisión topográfica (centimétrica) sin la necesidad de establecer una gran cantidad de puntos de control en tierra. El GNSS proporciona la precisión de georreferenciación, mientras que el dron brinda la capacidad de mapeo aéreo de grandes áreas de forma automatizada.
- Esta integración mejora la **eficiencia y la seguridad** de los proyectos topográficos, ya que se minimiza la exposición del personal en campo y se aceleran los plazos de entrega. Es una solución ideal para una amplia gama de aplicaciones, desde la planificación urbana y la construcción de infraestructuras hasta la minería y la agricultura de precisión.

CONTENIDO

Módulo 1: Fundamentos y Conceptos Generales

Módulo 2: Equipos GNSS y Métodos de Levantamiento

Módulo 3: Operación en Campo con GNSS

Módulo 4: Procesamiento y Análisis de Datos GNSS

Módulo 5: Drones en Topografía

Módulo 6: Vuelos y GCPs

Módulo 7: Fotogrametría

Módulo 8: Aplicaciones

ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS PARA FUGITIVOS: UNA INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS DE LA ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL

UWE JENCHEN

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.

uwe.jenchen@gmail.com

RESUMEN

El curso "Estratigrafía Secuencial para Fugitivos: una introducción a los Fundamentos de la Estratigrafía Secuencial" es una introducción a los principios básicos de la estratigrafía secuencial. Está dirigido principalmente a estudiantes que ya conocen la estratigrafía secuencial, pero que desean una visión general completa de los aspectos básicos y las aplicaciones de esta corriente de pensamiento.

ABSTRACT

The course "Sequence Stratigraphy for Runaways: An Introduction to the Basics of Sequence Stratigraphy" is an introduction to the basic principles of sequence stratigraphy. It is primarily aimed at students who may have already heard something about sequence stratigraphy but would like a comprehensive overview of the basic aspects and applications of this school of thought.

PALABRAS CLAVE

Estratigrafía de secuencia; modelo Slug; stacking pattern; hiatos vs. secciones condensados; análisis de cuencas; evolución del NE de México

INTRODUCCIÓN

La estratigrafía secuencial es un método geocientífico para la correlación estratigráfica de rocas sedimentarias. La correlación se basa en cambios abruptos en las facies sedimentarias o planos de estratificación distintivos, cada uno de los cuales refleja inversiones en la dinámica de sedimentación dentro de las secuencias sedimentarias comparadas (Kendall, 2014). Tradicionalmente, la estratigrafía secuencial examina principalmente los márgenes continentales pasivos y los mares epicontinentales. Dado que los sedimentos o facies sedimentarias específicas que se presentan uno al lado del otro (en secuencia lateral) en un momento dado también se presentan uno sobre el otro (en secuencia vertical) a lo largo del tiempo geológico (regla de facies

de Walther), las tendencias de sedimentación o los movimientos del nivel relativo del mar (regresivos o transgresivos) en el pasado geológico pueden determinarse en cualquier perfil vertical. Estas tendencias exhiben patrones cíclicos que forman el marco básico de la estratigrafía secuencial.

Contenido

En este curso se abordarán los siguientes temas clave: 1) ¿Quién utiliza la estratigrafía secuencial? 2) ¿Qué distingue a la estratigrafía secuencial de otras técnicas? 3) Tipos de fluctuaciones del nivel del mar y subsidencia. 4) Facies y la regla de facies de Walter. 5) Ciclos, secuencias y parasecuencias y sus orígenes. 6) ¿Difiere la estratigrafía secuencial en secuencias clásticas o carbonatadas? 7) Modelo de slug de Vial. 8) Tractos de sistema y cómo reconocerlos. 9) Límites de secuencia. 10) Discontinuidades. 11) Hiato de sistema vs. secciones condensadas. 12) Interpretaciones de la estratigrafía secuencial en perfiles sísmicos 2D y registros de pozos. 13) La evolución del Noreste de México desde la perspectiva de la estratigrafía secuencial.

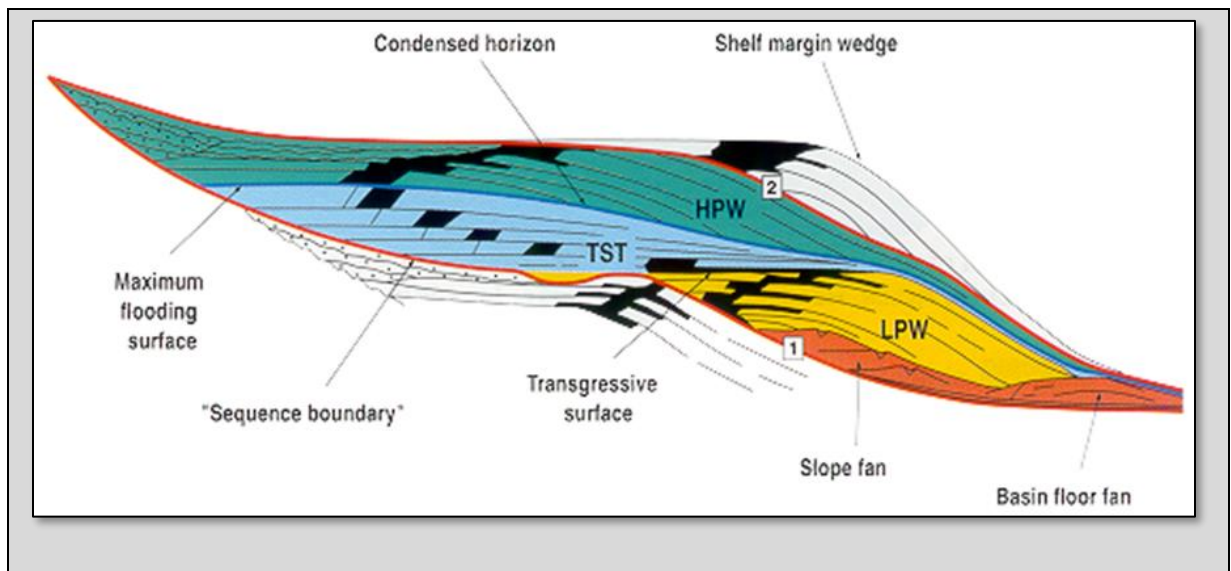


Fig. 4: Modelo *slug* con los patrones de apilamiento correspondientes (según [Vial et al., 1977](#); de [Homewood et al., 2000](#)).

¿TODO DEPENDE DEL MODELO SLUG (VAIL ET AL., 1977)?

Las reflexiones sísmicas se producen en las interfaces que separan medios con diferentes propiedades acústicas. Tradicionalmente, estas interfaces se interpretaban como límites litológicos. Sin embargo, en 1977, Vail (Vail et al. 1977) reconoció que estas reflexiones eran, en realidad, paralelas a las superficies de estratificación y, por lo tanto, a superficies equivalentes en el tiempo. La discontinuación de las reflexiones indica la desaparición de las superficies de estratificación. El modelo *slug*, según Vail et al. (1977), es, por lo tanto, el resumen de las observaciones sobre la geometría y las discordancias de los cuerpos sedimentarios en un margen continental pasivo. Se compone de "superficies" individuales, patrones de apilamiento y trectos de sistemas formados por secuencias de transgresiones y regresiones. 1) El *Lowstand Systems Tract (LST)* representa un nivel del mar relativo generalmente bajo, pero de lento ascenso. El patrón de apilamiento es la *Lowstand Prograding Wedge (LPW)* progradacional-gradacional. Los depósitos correspondientes se encuentran predominantemente en las zonas del interior de la cuenca. El límite del muro colgante es la *Transgressive Surface*, caracterizada por la deposición de conjuntos de parasecuencias retrogradacionales. 2) El *Transgressive Systems Tract (TST)* representa un nivel del mar relativo de rápido ascenso con patrones de apilamiento retrogradacional. Los depósitos correspondientes se encuentran en toda la cuenca. El límite del muro colgante es la *Maximum Flooding Surface (MFS)*, una superficie estratificada caracterizada por los efectos de una sedimentación insuficiente. 3) El Tracto de *Highstand Systems Tract (HST)* representa un nivel del mar relativo generalmente alto, pero con ascenso lento o estancamiento, representado por patrones de apilamiento gradacional-progradacional.

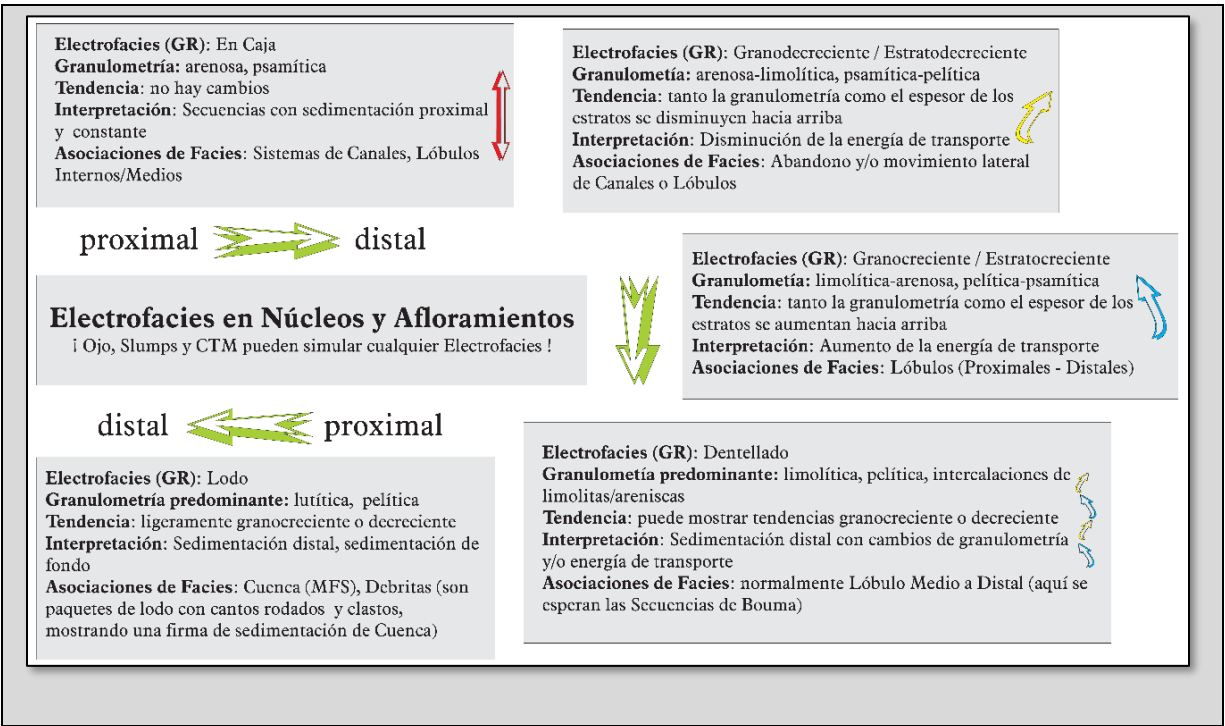


Fig. 5: Tipos de electrofacies (gamma-ray logs) en sistemas turbidíticos (Jenchen et al., 2014),

Los depósitos correspondientes se encuentran en toda la cuenca. El límite del muro colgante es la **Sequence Boundary (SB)**, que siempre se caracteriza por un pronunciado contraste de facies hacia una facies mucho más alejada del mar, por donde las facies suprayacentes y subyacentes están separadas por un espacio de capa o, en áreas hacia la cuenca, el límite se forma como una llamada **Correlative Conformity**. 4) El **Falling Stage Systems Tract (FSST)** representa un nivel del mar en caída con patrones de apilamiento progradacional ("**downstepping**"): los depósitos correspondientes ocurren exclusivamente en áreas hacia la cuenca o pueden estar completamente ausentes. 5) Todas las **Flooding Surfaces** son las llamadas superficies isócronas, lo que significa que se formaron al mismo tiempo y, por lo tanto, se pueden usar para la correlación estratigráfica, incluso si la secuencia sedimentaria en la que ocurren tiene una estructura litológica diferente en diferentes ubicaciones dentro de la cuenca sedimentaria.

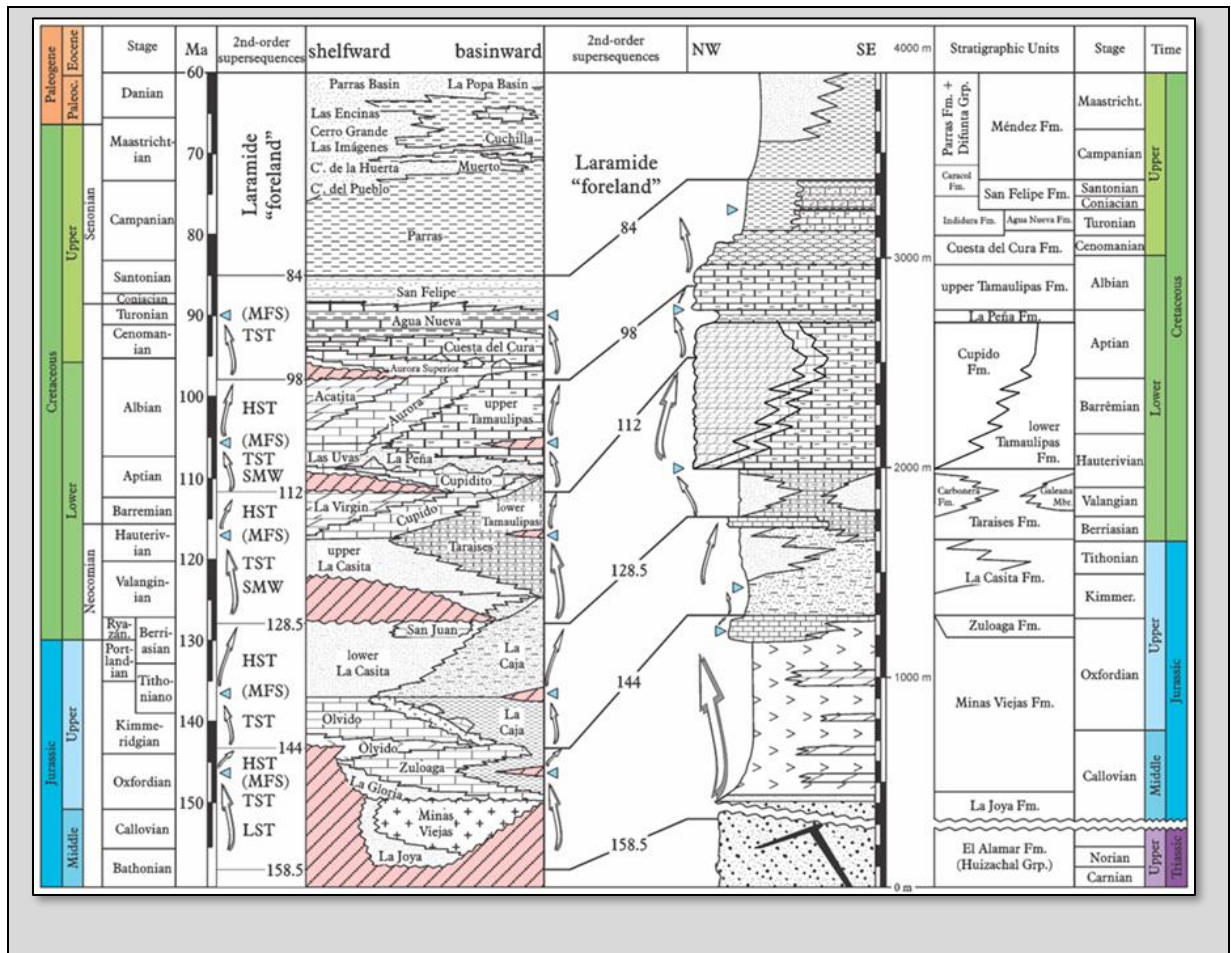


Fig. 6: Comparación de las tablas estratigráficas en el NE de México (Jenchen, 2023).

Un hiato (del latín: *hiatus*, "abertura", "hendidura") es una brecha geológica entre estratos y, por lo tanto, un período de tiempo no registrado por las rocas sedimentarias correspondientes. Esta brecha temporal se debe a la erosión de estratos previamente depositados o a la no sedimentación (omisión). En estratigrafía, el término "hiato" está estrechamente vinculado al de "discordancia". Sin embargo, las discordancias caracterizan la relación geométrica entre estratos, mientras que el término "hiato" se aplica únicamente al intervalo temporal (faltante). **Secciones condensadas:** En la estratigrafía secuencial, las secciones compactadas son capas delgadas que se extienden a lo largo de un largo período de tiempo. Se asocian con zonas de máxima inmersión, representadas por intervalos sedimentarios depositados durante la máxima transgresión marina. Desempeñan un papel fundamental en la identificación de tramos de sistemas para predecir cambios en las facies deposicionales y las variaciones litológicas asociadas.

En las sísmica, el objetivo de la estratigrafía de secuencias es obtener una imagen geológica coherente a partir del mapa de reflexiones sísmicas procesadas, lo que permite la creación de mapas estructurales que reflejan la variación de la profundidad espacial de capas geológicas específicas. Esto implica el mapeo de discordancias, que generalmente describen cualquier interrupción en la historia geológica sedimentaria. Una discontinuidad en las reflexiones indica la desaparición de las superficies de estratificación. Por lo tanto, se han detectado en los perfiles sísmicos características deposicionales de *onlap*, *downlap*, y *toplap*-, así como otras características observadas en afloramientos superficiales.

El registro de rayos gamma (*gamma-ray log*) es un método para medir la radiación gamma natural y caracterizar rocas o sedimentos en pozos. Los diferentes tipos de roca emiten diferentes cantidades y espectros de radiación gamma natural. Este método es muy útil para detectar e interpretar cambios en el tamaño de grano relacionados con la secuencia en los paquetes de roca, como *cilíndricos*, de *embudo*, de *campana*, *simétricos* y *dentellados* (Fig. 2).

La evolución del NE de México en el Mesozoico está en grandes rasgos influida por cambios eustáticos del nivel marino. Eso se refleja en la distribución de facies y la geometría de los ambientes deposicionales. En 30 Mapas peleogeográficas se puede evaluar los alcances y límites de la estratigrafía de secuencias en el análisis de las cuencas en esta región (Fig. 3).

REFERENCIAS

- Homewood, P.W., Mauriaud, P. & Lafont, F. (2000). Best practices in sequence stratigraphy. For explorationists and reservoir engineers. *Mémoire*, **25**: 80 p.; Pau, France (Elf EP-Editions).
- Jenchen, U. (2023). No stable coastline in the Monterrey Trough during Late Jurassic to Early Cretaceous! – Comment on Ocampo-Díaz et al. (2022): doi: 10.1016/j.jsames.2022.103759. *Journal of South American Earth Sciences*, **124 (104251)**: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104251>
- Kendall, C.G.S.C. (2014). Sequence Stratigraphy. *Encyclopedia of Marine Geosciences*, **2014**: 1-11. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6644-0_178-1

Vail, P.R., Mitchum, R.M.Jr. & Thompson, S.III (1977). Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part four: global cycles of relative changes of sea level. *AAPG Memoir*, **26**, 83-98.

ESQUEMAS METODOLÓGICOS APLICADOS A PETROLOGÍA ÍGNEA – YACIMIENTOS METÁLICOS: CASO ESTUDIO DE MAGMATISMO Y DEPÓSITOS DE SKARN (EOCENO) EN EL ÁREA DE CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS

FERNANDO VELASCO TAPIA

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares N.L.

fernando.velascotp@uanl.edu.mx

1. OBJETIVO

A través de un caso estudio en el NE de México, se describen esquemas metodológicos generales aplicables al análisis de complejos ígneos y yacimientos metálicos asociados. Se proponen modelos conceptuales que explican sus génesis sustentados por la interpretación integral de información mineralógica, geoquímica, isotópica y geocronológica.

2. ÍNDICE Y CONTENIDO DE MÓDULOS

2.1 Modelo petrológico de magmatismo eocénico de Concepción del Oro

La petrología ígnea tiene como propósito el explicar, considerando el marco geológico-tectónico, el origen y la evolución del magmatismo. Como un caso estudio en la región NE de México, se reportan: (a) los resultados de la caracterización mineralógica, geoquímica, isotópica Sr-Nd y geocronológica de U-Pb en circones de los plutones expuestos en el área de Concepción del Oro, Zacatecas (Figura 1a) y (b) el modelo conceptual generado a partir del análisis integral de la información (Figura 1b).

El emplazamiento ocurrió durante el Eoceno (41.8 a 42.6 Ma) durante el periodo de deformación y cabalgamiento del Cretácico-Paleógeno. Las rocas, principalmente de composición granodiorítica exhiben características geoquímicas típicas de magmatismo tipo I, calco-alcalino de alto K y con relaciones Mg/Fe relativamente altas. Los patrones normalizados a condrita de REE

se encuentran enriquecidos en ligeros ($[La/Yb]_N = 5.9-19.2$) e incluyen anomalías negativas de Eu pequeñas a moderadas ($[Eu/Eu^*]_N = 0.63-0.94$). Los patrones multi-elementos normalizados a manto primordial se caracterizan por enriquecimientos en LILE (Rb, Ba, Sr) y empobrecidos en HFSE (Nb, Ta, Ti y P).

De esta forma, la geoquímica de rocas y circón indica la generación en un ambiente post-colisional con una huella de arco magmático heredada. La termometría de saturación de circón y de Ti en circón indica el enfriamiento de líquidos evolucionados y relativamente fríos ($\sim 700^\circ\text{C}$). De acuerdo con las relaciones isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{t=40} = 0.704583 - 0.707783$ y $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{t=40} = 0.512478 - 0.512702$, edades modelo $\text{TDM}_{\text{Nd}} = 0.62$ a 1.03 Ga, y las relaciones de elementos altamente incompatibles, los magmas deberían haberse derivado por fusión parcial de una corteza inferior juvenil mezclada con corteza continental más antigua, experimentando una intensa cristalización fraccionada. La fusión parcial ocurrió debido a la acumulación de magmas máficos en la base de corteza (*underplating*) durante el final de un ciclo orogénico.

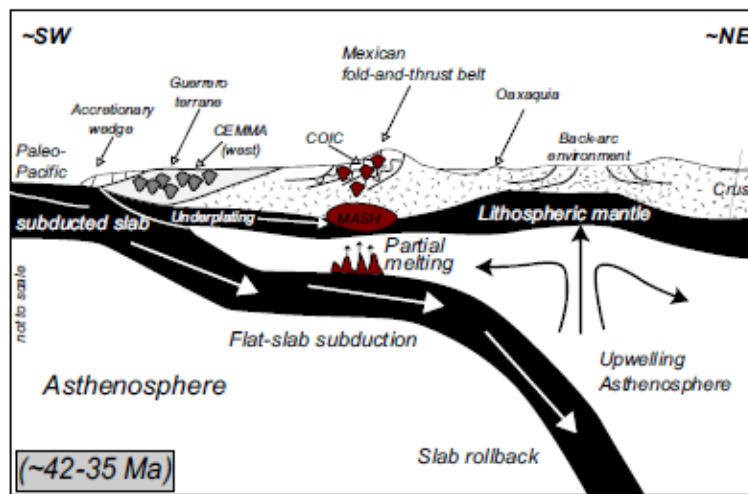
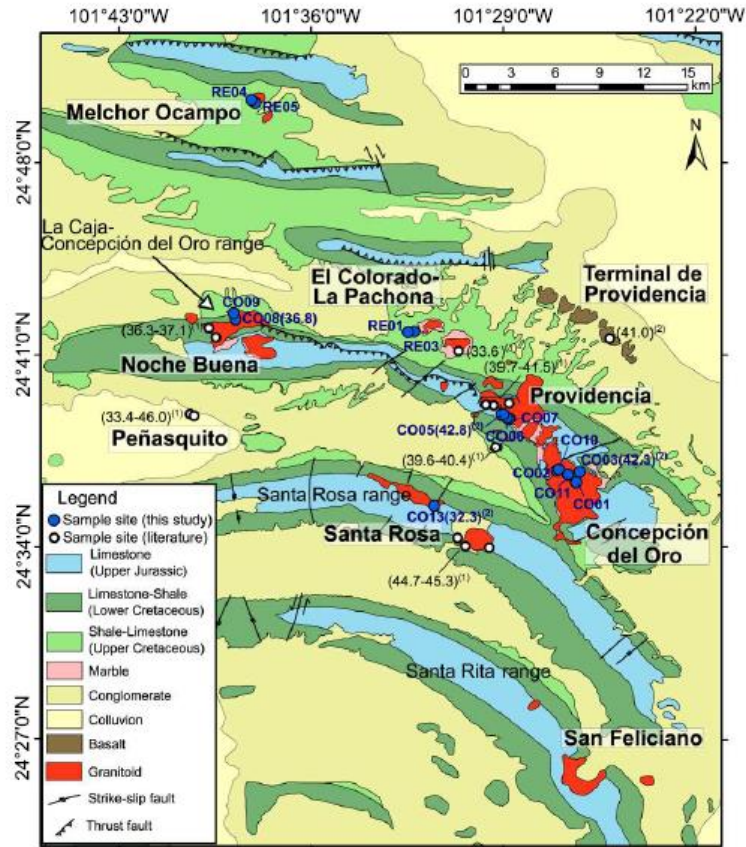


Fig. 1. (a) Mapa geológico general para la región de Concepción del Oro Zacatecas. Se incluye la distribución de muestras que cuentan con información mineralógica, geoquímica y geocronológica; (b) Modelo conceptual que explica el origen del Complejo Ígneo de Concepción del Oro (COIC) por fusión parcial de corteza continental asociado a un fenómeno de *underplating* (González-Guzmán et al. 2023).

2.2 Modelo paragenético del skarn de Fe-Cu en el Distrito Concepción del Oro-Mazapil

Por otra parte, un fenómeno asociado al magmatismo es el desarrollo de yacimientos metálicos. En este contexto, se presenta el estudio detallado de los sistemas de skarn de Fe-Cu del Distrito Minero de Concepción del Oro-Mazapil (Figura 2a-c). Su origen estaría relacionado a la interacción del magmatismo eocénico (granodiorita-monzodiorita) con unidades calcáreo-arcillosas del Cretácico inferior a medio. Se propone un modelo paragenético sustentado en la interpretación de información mineralógica, geoquímica, de isótopos estables y/o de inclusiones fluidas (Figura 2d) de las litologías involucradas.

Un arreglo mineral andradita > grosularia + diópsido + wollastonita + vesuvianita + cuarzo e información de inclusiones fluidas sugieren una etapa prógrada con una temperatura general de homogeneización de 373 – 514°C y salinidad de 10.5 – 61.7% NaCl equiv. La mineralización Fe-Cu ocurrió durante la etapa retrógrada (temperatura de homogeneización = 201 – 321°C; salinidad = 4.0 – 10.9% NaCl equiv). El arreglo de minerales en esta etapa incluye magnetita + hematita + pirita + calcopirita + bornita, acompañada por cantidades menores de esfalerita, tetraedrita, hessita, sulfosales de Bi, covelina, goethita y óxidos de Mn. Las mediciones U-Pb sugieren edades de emplazamiento para los intrusivos entre 41.1 y 45.1 Ma. Por su parte, la datación K-Ar de una anita sugiere que la formación del yacimiento de hierro inició ~41.3 Ma. La composición química de los óxidos de hierro indica que el proceso de interacción fluido magmático-roca encajonante jugó un papel importante durante su precipitación.

Las relaciones de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ en magnetita y de $\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$ en sulfuros revelaron que los fluidos formadores del yacimiento provienen de una fuente magmática. Sin embargo, las relaciones $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ en calcita sugieren una interacción adicional con agua meteórica. La composición de cloritas hidrotermales (etapa retrograda) ha sido de utilidad para seguir la evolución de los fluidos hidrotermales y representa una vector de exploración. Geotermómetros de clorita y esfalerita han revelado una etapa retrógrada para el depósito polimetálico de 208 a 263°C para Sol y Luna, 208 a 234°C para Aranzazú, y de 181 a 215°C para Cata Arroyo. El cierre del sistema mineral Concepción del Oro-Mazapil estuvo marcado por un evento hidrotermal de baja temperatura (temperatura de homogeneización = 120 – 242°C) y baja salinidad (1.7 – 6.2% NaCl equiv). El modelo paragenético propuesto permite una mayor comprensión sobre el origen del sistema de skarn Concepción del Oro-Mazapil, siendo información valiosa para futuras actividades de exploración/explotación.

REFERENCIAS

- González-Guzmán, R., Velasco-Tapia, F., Weber, B., Schaaf, P., Sosa-Valdés, R., Solari, L. (2023) Magmatic source, petrogenesis, and tectonic setting of the Concepción del Oro Igneous Complex: a geochemical and isotopic (Rb–Sr and Sm–Nd) study of a late complex of the Cretaceous–Eocene Mexican Magmatic Arc. *International Journal of Earth Sciences*, 112, 1413-1434. <https://doi.org/10.1007/s00531-023-02312-7>
- Ramos-Prado, L.M., Velasco-Tapia, F., Rodríguez-Díaz, A.A., Ramírez-Fernández, J.A., Canet-Miquel, C., González-Guzmán, R., Castillejo-Carreón, J.C., De Ignacio, C., Fuentes-Guzmán, E., Linares, C. (2025) Mineralogy, geochemistry, geochronology, and fluid inclusion constraints of the Concepción del Oro-Mazapil Fe-Cu skarns, central Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 151, Article 105268, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2024.105268>

MICROANÁLISIS DE ROCAS VOLCÁNICAS

DARÍO TORRES SÁNCHEZ

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geociencias, Juriquilla, Qro.

dtorressan@geociencias.unam.mx

CONTEXTO

Las rocas volcánicas constituyen una parte esencial de la corteza terrestre y contienen valiosa información sobre los procesos magmáticos y tectónicos. Es por esto, que el estudiar este tipo de rocas brindan información invaluable para la comprensión de la formación de nuestro planeta a través del tiempo. En petrología de rocas volcánicas, generalmente examinamos los resultados de experimentos naturales y tenemos que abordar el problema inverso de lo que sucedió con el material inicial hasta producir a la roca que observamos en superficie. Para poder lograr esto utilizamos distintas herramientas cuantitativas, en donde, una de estas herramientas son los análisis y modelados de materiales que se encuentran a microescala, como lo son los minerales.

El análisis a microescala (también conocido como *microanálisis*) es definida como la identificación química y cuantitativa de pequeñas partículas, o de pequeñas áreas de un material. En sí, el microanálisis de rocas volcánicas permite el reconstruir la historia evolutiva y comprender su génesis. Este taller se encuentra orientado para estudiantes de licenciatura y/o posgrado de geociencias interesados en la caracterización detallada de materiales volcánicos y sistemas magmáticos.

OBJETIVO Y APRENDIZAJE ESPERADO

El objetivo principal de este curso es el de brindar un panorama acerca del microanálisis de rocas volcánicas, su importancia y aplicación en casos reales, así como también, mostrar herramientas útiles para el manejo de datos e información de minerales presentes en rocas volcánicas.

PÚBLICO AL QUE SE DIRIGE

El público objetivo de este curso son estudiantes de licenciatura y/o posgrados interesados en el aprendizaje del manejo de datos de microanálisis y su aplicación en las interpretaciones petrogenéticas de rocas volcánicas.

MATERIALES DE TRABAJO QUE SE ENTREGARÁN A LOS PARTICIPANTES

Los materiales que se brindarán a los participantes serían:

- Diapositivas vistas durante el taller (PDF)
- Hoja de cálculo con material y prácticas (Hoja Excel)
- Constancia de participación (PDF)

MÉTODO DIDÁCTICO UTILIZADO

El método didáctico de enseñanza para este curso/taller se enfoca en clases teóricas-prácticas, las cuales se concentran en conceptos básicos dentro del microanálisis de rocas volcánicas, como también, en el planteamiento de ejercicios prácticos reales que apoyen al participante al momento de desarrollar alguna investigación que necesite estas habilidades y/o herramientas.

CONTENIDO

- Lección 1.- Introducción a las rocas volcánicas: clasificación, texturas y estructuras
 - Objetivo específico: marcar conceptos básicos e importantes dentro del microanálisis de rocas volcánicas
- Lección 2.- Introducción a métodos analíticos geoquímicos (XRF, ICP-MS, EPMA)
 - Objetivo específico: brindar un acercamiento a los tipos de análisis y preparación de muestra para la obtención de datos geoquímicos útiles para el desarrollo de un microanálisis.
- Lección 3.- Diagramas geoquímicos de rocas volcánicas

- Objetivo específico: presentar los principales diagramas de clasificación, modelado y caracterización para rocas volcánicas, desde roca total hasta minerales formadores de rocas.
- Lección 4.- Geotermómetros (olivinos, piroxenos, plagioclasas)
 - Objetivo específico: introducir al participante de los distintos tipos de geotermómetros utilizados en análisis de rocas volcánicas.
- Lección 5.- Geobarómetros (piroxenos, plagioclasas)
 - Objetivo específico: introducir al participante de los distintos tipos de geobarómetros utilizados en análisis de rocas volcánicas.
- Lección 6. – Herramientas para el manejo de datos
 - Objetivo específico: brindar herramientas digitales apropiadas para el manejo, análisis e interpretación de datos cuantitativos obtenidos por microanálisis.
- Lección 7.- Aplicación en la petrogénesis de rocas volcánicas
 - Objetivo específico: brindar el panorama y ejemplos reales de estudios en donde se aplicó microanálisis de rocas volcánicas.
- Lección 8.- Práctica
 - Objetivo específico: se elaborará ejercicios con información de casos de estudio reales.

PONENCIAS TÉCNICAS

EVOLUCIÓN DEL VULCANISMO DE LA CUENCA SERDÁN-ORIENTAL, MÉXICO

DARÍO TORRES-SÁNCHEZ^A(*), GERARDO CARRASCO-NÚÑEZ^A, FEDERICO LUCCI^B, JAIME ALBERTO CAVAZOS-ALVAREZ^A, LOREZO BARDELLI^C, GUIDO GIORDANO^D

^aInstituto de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Juriquilla, Querétaro

^bDipartimento di Scienze Della Terra e Geoambientali, Università Degli Studi di Bari “Aldo Moro”, Bari, Italia

^cInstituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO, UNSa-CONICET, Salta, Argentina.

^dDipartimento di Scienze, Sezione di Geologia, Università degli Studi Roma, Roma, Italy.

dtorressan@geociencias.unam.mx*

Palabras claves: petrogénesis, geoquímica, isótopos, Cuenca Serdán-Oriental, Faja Volcánica Trans-Mexicana, México.

La Cuenca Serdán-Oriental (CSO) se ubica en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. Esta zona alberga formaciones volcánicas Cuaternarias aisladas y agrupadas que incluyen conos, *maares*, anillos de toba, domos y flujos de lava. La CSO muestra una distintiva tendencia composicional que incluye composiciones máficas, intermedias y félsicas. La CSO se ha estudiado desde una perspectiva centrada en la dinámica eruptiva, la geocronología, la geoquímica y la caracterización geológica. Sin embargo, la evolución y los procesos magmáticos dominantes han sido discutidos escasamente. Por lo tanto, con base en nueva información isotópica, química mineral y una compilación de información geoquímica publicada, en el presente estudio discutimos la evolución y los procesos magmáticos que dominan la generación de rocas volcánicas de la CSO. El modelo propuesto en este trabajo recomienda un escenario donde las rocas volcánicas de la CSO se relacionan con diversas profundidades de estancamiento en un sistema multicapa parcialmente interconectado, que abarca reservorios profundos que alimentan progresivamente lotes de magma a condiciones de corteza media-inferior (profundidades ~ 12-26 km). La evolución de estos magmas se encuentran controlados por procesos de fusión parcial de una fuente enriquecida que experimenta cristalización fraccionada con temperaturas que oscilan entre 1101 - 1249 °C. Este modelo proporciona un nuevo enfoque para la exploración y el análisis del sistema de tuberías y la interacción cortical en la corteza terrestre y sus alrededores.

SIMULACIÓN COMBINADA DE FLUJO DE ESPUMA Y TRANSPORTE DE SURFACTANTE EN MEDIOS POROSOS

ALAN F. GARCÍA ROMERO, RODRIGO O. SALAZAR CASTILLO, LUIS A. LÓPEZ PEÑA

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería

Instituto Mexicano del Petróleo

Para incrementar la producción de aceite, se inyecta gas (CH₄, CO₂, N₂, etc.) en los yacimientos, después de la producción primaria donde el aceite es producido por la presión inicial del yacimiento (Lake et al., 2015).

La inyección de espuma se usa para mejorar la eficiencia de barrido del gas inyectado y recuperar aceite adicional. También, las espumas pueden aplicarse a la remediación de suelos y pueden ayudar en la captura de dióxido de carbono en el subsuelo (Du et al., 2022).

El flujo de espumas es un fenómeno multifásico y no lineal (Akinyele y Stephen, 2022). La reología de una espuma depende del tamaño de burbuja. El rol del transporte de surfactante en el flujo de espuma bajo baro-difusión no ha sido estudiado rigurosamente.

Para simular experimentos de desplazamiento en núcleos, se desarrolló un simulador de flujo bifásico y transporte de surfactante, donde la discretización se basó en el método del volumen finito. En condiciones de distribución uniforme de surfactante y sin baro-difusión se reproducen los resultados encontrados por métodos analíticos.

Se modela un escenario en el cual, tras la propagación inicial de la espuma en la dirección del flujo de inyección, se favorece la formación de un nuevo frente de espuma que se desplaza en sentido opuesto al flujo inyectado.

También se observa que el coeficiente de baro-difusión impacta la velocidad de propagación del frente de generación de espuma. Hipotetizamos que una caracterización adecuada de un surfactante incluiría el estudio de su baro-difusión.

REFERENCIAS

Akinyele, O., & Stephen, K. D. (2022). Numerical effects on the simulation of surfactant flooding for enhanced oil recovery. *Comp. Geo.*, 26(4), 865-881.

Du, L., Lu, T., & Li, B. (2022). CO₂ capture and sequestration in porous media with SiO₂ aerogel nanoparticle-stabilized foams. *Fuel*, 324, 124661.

Lake, L. W., Johns, R., Rossen, B., & Pope, G. A. (2014). *Fundamentals of enhanced oil recovery* (Vol. 1, p. 1). Richardson, TX: SPE.

EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL Y REGISTRO MAGNÉTICO DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DEL EPICLÁSICO DEL BORDE SUR DEL LAGO DE CUITZEO

KARLA ASTRID FLORES GARCÍA, ISABEL ISRADE ALCÁNTARA, RUBÉN CEJUDO RUÍZ,

AVTO GOGUICHAISVILI.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

El Lago de Cuitzeo se sitúa culturalmente en la frontera del territorio Tarasco, siendo una ruta por donde transitaban influencias culturales y comerciales entre el altiplano mexicano, el bajío Guanajuato, Querétaro, entre otros. El objetivo del estudio fue establecer el contexto ambiental y arqueológico de este sitio mediante técnicas arqueomagnéticas, paleoambientales y de magnetismo ambiental a un perfil al borde sur de 270 cm de sedimentos levantados del nivel actual del lago. En este perfil se observaron tres unidades: el primero de 270-190 cm constituidos por limos e intercalaciones de arcillas de color café a café rojizo con una datación de C-14 en la base de (530-608 d.C) en la parte central de la unidad se encontraron restos óseos humanos de los cuales uno fue datado C-14 y presentó una edad de (640-710 d.C), hacia la cima se encontraron vestigios arqueológicos que presentaron una datación arqueomagnética con intervalos de (655-805 d.C). La unidad dos (190-100 cm) su base presenta una discordancia erosiva cubierta por un depósito masivo de carbón, que incluye numerosos tiestos de cerámica prehispánica y que obtuvieron un fechamiento con un intervalo de (635-810 d.C) además de una segunda datación de C-14 con una edad de (656-775d.C) y en la parte central de la unidad presenta un depósito de ceniza seguido por limos y limos arenosos con concreciones rojizas que indican retrabajamiento. La tercera unidad (90-0 cm) consiste en limos finos que son cubiertos por intercalaciones de depósitos volcánicos de ceniza hacia la cima. Los estudios realizados de parámetros magnéticos presentaron valores χ_{df} asociados a periodos de lluvias y estiaje, valores altos del S-300 asociados a algún evento volcánico

y valores bajos a intemperismo. Valores altos de xdf y SIRM sugieren procesos de formación de suelo. El registro de diatomeas (*Rhopadolia gibberula*, *Ephitemia adnata*, *Denticula valida*), proponen pequeños periodos de sequía e intervalos de lluvias más continuos (*Pseudostaurosira brevistriata*, *Denticula thermalis* y *Pinnularia viridis*) infieren incrementos de concentraciones iónicas por lo que el lago presentó un periodo de aguas dulces a salobres y condiciones de aguas bajas y alcalinas. Las dataciones arqueomagnéticas obtenidas de distintas partes de la columna sugieren que las actividades humanas en el sitio fueron muy continuas durante el Epiclásico.

GEOCRONOLOGIA U-Pb E ISOTOPIA Lu-Hf EN ZIRCONES DE PLUTONES DEL PALEOZOICO TARDIO EN EL AREA DE ALTOTONGA VERACRUZ

CECILIA MARTÍNEZ LÓPEZ ¹, MARIO ALFREDO RAMOS ARIAS ¹, ITZEL MAYRANY MARTÍNEZ CRUZ¹, JORGE JACOBO ALBARRÁN ¹, CONSUELO MACÍAS ROMO², ANGÉLICA ADRIANA CAMACHO PÉREZ ¹, VÍCTOR FABIÁN AGUILERA CABRERA ¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán

² Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología

La mayor parte de los estudios geológicos en el este de México han sido encaminados a la exploración de hidrocarburos en el Golfo de México. No obstante que las rocas metamórficas o plutónicas del basamento han sido poco estudiadas, con escasas descripciones y caracterizaciones. El área de Altotonga, Veracruz, ofrece uno de los pocos afloramientos de rocas plutónicas Paleozoicas, posicionándose entre la zona de contacto de los terrenos estratotectónicos Maya (Bloque de Yucatán) y Sierra Madre (Guachuchil). Se conforma de una *suite* intrusiva de composición diorítica-granodiorítica. Anteriormente se habían obtenido edades K-Ar y Ar-Ar en ~252 Ma y ~268 Ma, respectivamente. El presente estudio arrojó edades U-Pb de zircons individuales para 4 muestras en: Diorita ~264-276 Ma, Granodiorita ~278-280 Ma, Granito ~277-284 Ma y un núcleo de Granitoide en ~247-255 Ma. Adicionalmente, los análisis isotópicos de Hf determinaron rangos de ϵ_{Hf} entre -12.2 y -2.9 y $\text{Hf}^{176}/\text{Hf}^{177}$ en 0.282416 -0.282587. La combinación metodológica de Isotopía U-Pb y Hf resultó en edades modelo que van de los 969 a los 1741 Ma. A la luz de estos nuevos hallazgos, la porción del basamento de las cuencas de Tampico-Misantla y Veracruz tiene una naturaleza o afinidad al Bloque Maya, dado que eventos

tectonotérmicos del Pérmico (~281-258 Ma) y el Triásico temprano (~251 Ma) son correlacionables con aquellos descritos en el Complejo plutónico y metamórfico de Macizo de Chiapas. Es notable la influencia cortical Meso- y Neoproterozoica como agente contaminante y factor de evolución de magmas. Dado que el emplazamiento de plutones se suscita posterior al acercamiento de Laurencia y Gondwana en el Carbonífero, es más plausible el desarrollo del arco Permo-Triásico en el occidente de Pangea, una vez ya había sido ensamblada.

PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA DEL VULCANISMO DE TIPO SHOSHONÍTICO Y CALCIALCALINO EN EL GRABEN DEL CAHULOTE, SURESTE DEL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN GUANAJUATO, MÉXICO

DANIEL ALBERTO GÓMEZ CALDERÓN¹, PEDRO CORONA CHÁVEZ², MARÍA DEL SOL HERNÁNDEZ BERNAL³, FRANCISCO ABRAHAM PAZ MORENO⁴

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Geofísica.

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra.

³Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia

⁴Universidad de Sonora, Departamento de Geología.

El Graben del Cahulote (GC), localizado en el sureste del Campo Volcánico Michoacán Guanajuato (CVMG), México, se caracteriza por la ocurrencia espacio-temporal de series magmáticas calcialcalinas y shoshoníticas. Con base en nuevos datos geoquímicos y termobarométricos, en este trabajo se discuten las condiciones pre-eruptivas (P-T) y las implicaciones tectónicas de la fuente de magma dentro de un ambiente de arco magmático.

La serie shoshonítica del GC se compone de Cpx+Ol+Fdp±Ox±Amp±Lct, y matriz compuesta de vidrio (>50%)+Fdp (35%)+Ox (<10%) ± Ol/Cpx (<5%) ± Ap (<1%), escasas son los volcanes que presentan una asociación de Phl+Cpx+Ol+Plg+Amp (p.ej. spatter Petembillo). En comparación, los basaltos y andesitas de la serie calcialcalina se componen típicamente de Ol+Cpx+Plg±Opx+Ox(±Amp en lavas bajo Mg). Las shoshonitas varían en contenido de SiO₂ de 50 a 61 wt%, MgO 2–10 wt%, y muestran altos valores de TiO₂ (1–1.5 wt%) y P₂O₅ (0.5–1 wt%). Los elementos traza muestran enriquecimiento en Elementos de Radio Iónico Grande (LILEs) y

Tierras Raras Ligeras (LREE). Las relaciones Y vs. Sr/Y sugieren un ambiente de arco magmático con firmas tipo adakíticas, mientras que la relación Nb/Ta sugiere una tendencia mantélica (~17).

Los perfiles de clinopiroxenos muestran variaciones de Al^(VI), y los cálculos geotermobarométricos sugieren profundidades variables con presiones de 9-15 kbar en los núcleos de los fenocristales y <3 kbar en los microlitos y bordes, con un rango de temperatura de 1139–1350 °C. Los resultados isotópicos de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr y ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd muestran una tendencia similar a las diferentes series magmáticas del CVMG, probablemente relacionadas a una fuente del manto tipo NMEP (Northern Mexican Extensional Province) reportada en xenolitos de Iherzolita. Los datos petrográficos, geoquímicos y termobarométricos sugieren la existencia de reservorios magmáticos a diferentes profundidades, posiblemente generados por procesos de mezcla y recarga magmática. Estos procesos podrían transportar antecristales de sistemas más profundos, perturbando el sistema magmático y permitiendo la formación de bordes máficos en los fenocristales, afectando la evolución magmática del área.

EVALUACIÓN MICROTTEXTURAL DE CENIZAS JUVENILES PARA LA DISTINCIÓN DE EPISODIOS ERUPTIVOS EN EL VOLCÁN LA CONSTITUCIÓN (MICHOACÁN-GUANAJUATO)

SEBASTIAN DE JESUS PÉREZ ZARAGOZA¹, BORIS CHAKO TCHAMABE¹,

LUIS RAFAEL OLMOS NAVARRETE¹

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, INICIT, Morelia,, Michoacán

La distinción entre un volcán de pequeño volumen producto de un único evento eruptivo (monogenético) o de múltiples episodios sucesivos (poligenético), es un tema que ha sido escasamente investigada en la vulcanología. Ante la falta de fundamentación científica sólida, en consecuencia, estos volcanes suelen clasificarse generalmente como monogenéticos. Como alternativa ante esta problemática análisis estratigráfico detallado de los depósitos y de las cenizas juveniles, evaluando propiedades microtexturales como color, tamaño, forma y abundancia de microlitos y vesículas, puede proporcionar información relevante sobre los procesos de cristalización y desgasificación ocurridos en el magma. Bajo esta premisa, la hipótesis central

propone que variaciones en dichos parámetros entre capas indicarían distintos eventos eruptivos. Mientras que, similitudes entre capas indicarían un solo episodio.

En este trabajo, muestras de cenizas de los depósitos del Volcán La Constitución, un cono de escoria ubicado en el campo volcánico Michoacán-Guanajuato, se caracterizaron bajo microscopía espectroscópica evaluando principalmente la variación en el color y la morfología de los fragmentos. Los resultados preliminares revelan diferentes coloraciones entre los fragmentos juveniles, en un patrón que no solo resalta una evolución dinámica compleja del magma en el conducto volcánico, pero que apunta hacia posibles cambios temporales entre las fases eruptivas del volcán.

REFERENCIAS

- D’Oriano, C., Bertagnini, A., Cioni, R., & Pompilio, M. (2014). Identifying recycled ash in basaltic eruptions. *Scientific Reports*, 4. <https://doi.org/10.1038/srep05851>
- Shimano, T., Suzuki, Y., Yasuda, A., Maeno, F., Miwa, T., Nagai, M., Nakada, S., & Nakamura, M. (2024). The color systematics of volcanic ashfall samples in estimating eruption sequences: a case study of the 2017–2018 eruption at Shinmoe-dake, Kirishima volcano, Southwest Japan. *Earth, Planets and Space*, 76(1). <https://doi.org/10.1186/s40623-024-02040-5>.

RETENCIÓN/MOVILIZACIÓN DE CONTAMINANTES EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN LOS AZUFRES

TZELTZIN SÁNCHEZ MAGAÑA¹, M. LOURDES GONZÁLEZ. ARQUEROS²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Morelia, Michoacán

²SECIHTI–Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Morelia, Michoacán

Los suelos tienen la propiedad de retener sustancias mecánicamente o fijarlas por absorción en función de sus propiedades fisicoquímicas, lo cual hace esencial su estudio y monitoreo en zonas con presencia de elementos potencialmente contaminantes. La zona oriente de Michoacán, dentro del Campo Geotérmico los Azufres, presenta una alta incidencia de la enfermedad renal crónica de

etiología no determinada (ERCEND), lo cual sugiere una posible contaminación ambiental. El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas de los suelos y la presencia de elementos potencialmente contaminantes, con el fin de determinar su movilidad o retención dentro del suelo. Bajo un enfoque geopedológico, la metodología consistió en muestreo y descripción de 13 perfiles de suelos, determinando el pH, el porcentaje de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la textura. Asimismo, se aplicaron índices de contaminación. Los resultados mostraron que las propiedades ácidas del suelo y bajos contenidos de materia orgánica promueven la solubilidad y movilidad de los contaminantes a través del perfil. El índice Igeo mostró valores de moderado a fuertemente contaminado para Rb (2.64), S (3.68) y As (2.64). Los índices factor de enriquecimiento factor antrópico mostraron que existe un aumento en las concentraciones en elementos traza y que proviene de fuentes antrópicas. El arsénico fue el único elemento que sobrepasó límites máximos permisibles de acuerdo con las normas NOM-147 y de normas internacionales de CCME-2007, la EPA-EE. UU.-2015 y la UE-2022.

REFERENCIAS

- Volke Sepúlveda, T., Velasco Trejo, J. A., & de la Rosa Pérez, D. A. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: Muestreo y alternativas para su remediación (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología, Ed.; 1st ed., Vol. 1).
- Fernández Ochoa, B. H., Mullisaca Contreras, E., Huanchi Mamani, L. E., Fernández Ochoa, B. H., Mullisaca Contreras, E., & Huanchi Mamani, L. E. (2022). Nivel de contaminación del suelo con arsénico y metales pesados en Tiquillaca (Perú). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(2), 131–138. <https://doi.org/10.18271/RIA.2022.416>.

ANÁLISIS MORFOTECTÓNICO DEL ENJAMBRE SÍSMICO 2019–2025 EN LA REGIÓN VOLCÁNICA DE PARÍCUTIN, MÉXICO

DANIEL ALBERTO GÓMEZ CALDERÓN¹, PEDRO CORONA CHÁVEZ²,

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Geofísica

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra

El Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) localizado en la porción central del Cinturón Volcánico Transmexicano se distingue por concentrar alrededor de 2000 centros eruptivos, principalmente de pequeño a mediano volumen, mayormente asociados a sistemas de fallamiento extensionales y transtensivos desde el Mioceno Tardío al Reciente. En este trabajo se presentan los resultados de un análisis morfoestructural de la Región Volcánica de Parícutin (RVP), la cual recientemente ha sido escenario de múltiples eventos de enjambres sísmicos que exigen un estudio sistemático interdisciplinario para identificar elementos premonitorios de actividad volcánica y tectónica.

Con base en la tipología volcánica y rasgos morfológicos, esta zona se ha sido dividido en dominios morfotectónicos: (1) el sistema de fallas NE–SO Tepalcatepec–Tangancícuaro (SFTT), (2) la Meseta P’urhépecha y (3) la Depresión del Bajo Balsas (NO–SE). La formación de estos está asociada con la evolución espacio-temporal de diferentes sistemas tectónicos extensionales y transtensionales, donde destaca la sobreposición relativamente mimética de dos sistemas principales de fallamiento activo: (i) Cotija–Nueva Italia (SFCN) (NO–SE), que delimita al sur la Meseta P’urhépecha y disloca el volcán Tancítaro; y (ii) el SFTT. Aparentemente, estos sistemas actúan de forma conjugada y su intersección se correlaciona con el vulcanismo holocénico con al menos 15 centros eruptivos documentados, incluyendo Parícutin (1943–1952), Pedregal (470–710), Astillero (620–680) y Metate (1000–1600).

Desde hace casi 30 años la recurrencia, evolución espacio-temporal y valores b de los enjambres sísmicos en la RVP y en particular el enjambre sísmico 2019-2025 sugieren una estrecha relación con un proceso de ascenso de magma que se ha estancado a diferentes niveles corticales. Asimismo, también muestran patrones de origen tectónico o tectonomagmático, en cuanto la actividad se concentra a lo largo del SFCN y muestran un patrón de migración hacia la intersección con estructuras del SFTT. Por otro lado, destaca que las variaciones dinámicas de diferentes

profundidades de los enjambres sísmicos entre 5, 15, 21 y 30 km concuerdan con las condiciones pre-eruptivas estimadas para el volcán Parícutin.

ANÁLISIS GEOLÓGICO INTEGRAL DEL CORREDOR LINARES-BURGOS, NE DE MÉXICO

YADIRA ZULEMA ANTONIO-DURÁN*, JUAN ALONSO RAMÍREZ-FERNÁNDEZ, JORGE ALÁN SALINAS-JASSO, JUAN CARLOS MONTALVO-ARRIETA

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias de la Tierra
*yadiraaduran@uanl.edu.mx**

Palabras claves: Magmatismo, aplitas, diques, geoquímica, Linares.

En este trabajo se presenta el estudio del Complejo geológico-estructural Corredor Linares-Burgos (CLB), el cual se extiende desde Linares, Nuevo León, hasta Burgos, Tamaulipas, en el límite septentrional de la Sierra de San Carlos-Cruillas (SSCC) y al sur de la Cuenca de Burgos (CB), dentro de la Planicie Costera del Golfo de México (PCGM). El CLB se caracteriza por lineamientos de diques, fracturas, fallas y cuellos volcánicos con orientación predominante NE-SW.

Se analizó de manera integral el Enjambre de Diques Linares (EDL) mediante estudios de campo, geoespaciales, geofísicos, petrográficos, geoquímicos y geocronológicos. Este enjambre intruye a las formaciones San Felipe (Santoniano-Campaniano) y Méndez (Campaniano-Maastrichtiano). Los diques apliticos del EDL presentan contenidos de SiO₂ entre 55.9 y 74.7% en peso, con composiciones subalcalinas de riolita-dacita y afinidad geoquímica de arco volcánico, con edades del Cretácico Tardío.

La comparación con los diques sieníticos cenozoicos de la SSCC y las tobas cretácicas de la Formación San Felipe indica que las aplitas muestran mayor semejanza geoquímica con estas últimas. Estos resultados constituyen nuevos aportes para la comprensión de la evolución magmática y tectónica de la región.

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA, PETROGRÁFICA E ISOTÓPICA DE LOS CUERPOS INTRUSIVOS DEL SECTOR SUR DE LA PROVINCIA ALCALINA ORIENTAL MEXICANA: OTONTEPEC–ÁLAMO, VERACRUZ

HUGO OBED SALAS-SANDOVAL^{1*}, JULIANA ESTRADA-CARMONA^{2**}, TOMÁS ALEJANDRO PEÑA-ALONSO³, JUAN ALONSO RAMÍREZ-FERNÁNDEZ¹, ISIDRO LOZA-AGUIRRE⁴, FERNANDO CORBO-CAMARGO⁵, BODO WEBER⁶

¹ *Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*

² *Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México*

³ *Facultad de Ingeniería Tampico, Universidad Autónoma de Tamaulipas*

⁴ *Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato*

⁵ *Instituto de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México*

⁶ *División de Ciencias de la Tierra, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*

*hugo.salass@uanl.edu.mx**

*justrada@geociencias.unam.mx***

Palabras clave: PAOM, FVT, Veracruz, rocas alcalinas

En este trabajo se busca evaluar la afinidad tectonomagmática y los procesos de formación de intrusivos máficos que afloran entre Tantoyuca y Álamo, en el norte de Veracruz, mediante estudios petrográficos, geoquímicos e isotópicos. Los gabros analizados están compuestos por plagioclasa, olivino, clinopiroxeno y óxidos Fe-Ti, con ortopiroxeno y hornblenda puntuales. Geoquímicamente, se trata de gabros alcalinos, (2.5–7.7 % Na₂O + K₂O). Los diagramas multielementales muestran enriquecimiento en elementos incompatibles (Th/Nb = 0.07–0.10; Ba/Nb = 2.0–5.7; Ba/Th = 28.6–69.7), sin presentar anomalías positivas en Ba, Pb o Sr. Los patrones de tierras raras se caracterizan por un ligero enriquecimiento en LREE [(La/Sm)_N = 3.6–5.3], HREE relativamente planas [(Er/Lu)_N = 1.3–1.4] y ausencia de anomalía de Eu (Eu/Eu* ≈ 1.0). Las relaciones entre elementos incompatibles e isotópicas sugieren una fuente mantélica sin influencia significativa de componentes de subducción: los valores bajos de Th/Nb y Ba/Nb son típicos de magmas intraplaca, mientras que la relación Ba/Th elevada apunta a un enriquecimiento relativo de Ba respecto a Th, coherente con un aporte mantélico alcalino. Esta interpretación concuerda con las firmas isotópicas obtenidas (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0.7030–0.7034; ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd = 0.5128–0.5129; εNd = +4.0 a +5.9), reforzando la idea de un origen intraplaca para estos gabros. En

conjunto, los datos permiten vincular las rocas de este estudio con las rocas alcalinas de la Sierra de Tamaulipas y San Carlos Cruillas, asociándolas a la evolución magmática de la PAOM y diferenciándolas de la FVT.

EXTRAPOLACIÓN A ESCALA DE CAMPO DE PROCESOS LSW Y LSSF

OMAR JOVANI DIONISIO GONZALEZ¹, RODRIGO ORLANDO SALAZAR CASTILLO²,
GLADYS TERESA CASTORENA CORTÉS², TERESA GUADALUPE ROLDÁN CARRILLO²

¹Instituto Politécnico Nacional, ²Instituto Mexicano del Petróleo

En los yacimientos petroleros, alrededor del 60% del crudo permanece tras la recuperación primaria y secundaria. Por ello, en la etapa terciaria se aplican métodos de Recuperación Mejorada (*EOR*) que consisten en la inyección de fluidos que no se encuentran normalmente en el yacimiento (Lake et al., 2014). Entre los que destacan la inyección de agua de baja salinidad (*LSWF*), que modifica la mojabilidad de la roca; y la inyección de surfactantes (*SF*), que reduce la tensión interfacial; la combinación de ambos efectos puede incrementar la recuperación en un proceso combinado de inyección de agua de baja salinidad adicionada con surfactante (*LSSF*).

Existe evidencia a nivel laboratorio del potencial de recuperación adicional de aceite del proceso combinado de *LSWF* y *LSSF* en rocas estándar; en aceite y salmueras sintéticas (Skauge & Delshad, 2011). Sin embargo, su extrapolación a escala de campo requiere de cálculos adicionales y de herramientas de simulación (Pope, 1980; Salazar Castillo et al., 2020). Es así, que para evaluar el desempeño a escala de campo se desarrollaron dos simuladores. Uno numérico por diferencias finitas, que resuelve el balance de masa y el transporte de surfactante o sal. Y otro basado en la teoría de Buckley-Leverett (Pope, 1980). Se obtuvieron las permeabilidades relativas por medio de un ajuste histórico usando ambos simuladores obteniendo perfiles de producción y saturación similares, en los dos casos.

Con la información obtenida del ajuste histórico fue posible evaluar el potencial de recuperación adicional de aceite a escala de campo de los procesos *LSWF* y *LSSF*; así como la viabilidad de inyección de estos fluidos. Además, se evaluaron otros escenarios considerando diferentes secuencias de inyección como se puede observar en la figura 1. Finalmente, se propuso

un escenario óptimo que permite recuperar la mayor cantidad de aceite y al mismo tiempo disminuir las cantidades de agua de baja salinidad y surfactante, por motivos económicos y ambientales.

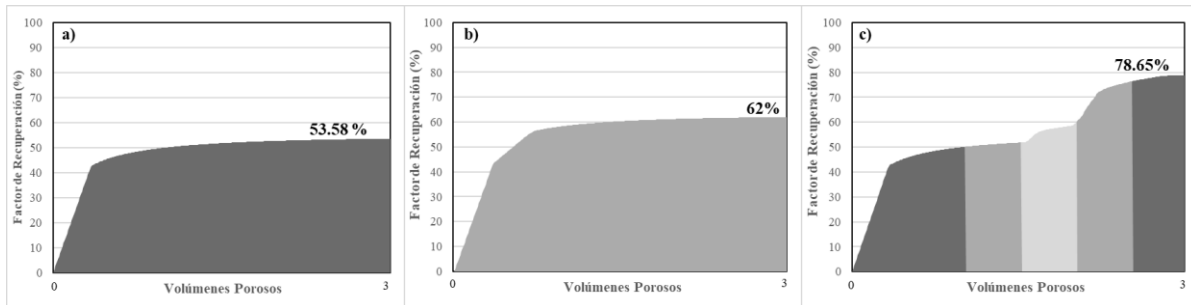


Fig 1. Factor de recuperación a escala de yacimiento obtenido bajo diferentes esquemas de inyección. a) Inyección de 3 volúmenes porosos (PV) de HSW. b) Inyección de 3 PV de LSW. c) Esquema mixto de inyección por baches en la siguiente secuencia: HSW, LSW, LSS, LSW y HSW, donde en cada bache se inyectaron: 1 PV, 0.5 PV, 0.5 PV, 0.5 PV y 0.5 PV; respectivamente.

REFERENCIAS

- Lake, L. A., Johns, Russell, Rossen, Bill, & Pope, Gary A. (2014). Fundamentals of enhanced oil recovery. Society of Petroleum Engineers.
- Pope, G. A. (1980). The Application of Fractional Flow Theory to Enhanced Oil Recovery. Society of Petroleum Engineers Journal, 20(03), 191–205. <https://doi.org/10.2118/7660-PA>
- Salazar Castillo, R. O., Ter Haar, S. F., Ponnens, C. G., Martijn Bos, & Rossen, W. (2020). Fractional-Flow Theory for Non-Newtonian Surfactant-Alternating-Gas Foam Processes. Transport in Porous Media, 131(2), 399–426. <https://doi.org/10.1007/s11242-019-01351-6>
- Skauge, A., & Delshad, M. (2011). Simulation of Combined Low Salinity Brine Injection and Surfactant Flooding. Proceedings of the 73rd EAGE Conference & Exhibition. doi: 10.3997/2214-4609.201404792

PROCESOS DE LADERA: SUSCEPTIBILIDAD Y VULNERABILIDAD EN CHILPANCINGO DE LOS BRAVO, GUERRERO

JOSÉ MANUEL RAMÍREZ CORCINO¹, ROSALVA PÉREZ GUTIÉRREZ²

*¹Doctorado en Geografía y Gestión Territorial, Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales
Acapulco, Gro.*

²Universidad Autónoma de Guerrero, Centro Regional de Educación Superior de la Zona Centro.

¹10007598@uagro.mx, ²rperezg@uagro.mx

Palabras clave: Susceptibilidad, Amenaza, Vulnerabilidad, Procesos de ladera, Riesgo geológico.

La susceptibilidad es un fenómeno que determina la pérdida de balance o estabilidad, cuando ésta se vincula a la geomorfología se aprecia el fenómeno denominado como proceso de ladera, perceptible al suceder la movilización de porciones de material con dirección pendiente a bajo, sobre la propia superficie o, en ocasiones, fuera de la misma hasta encontrar un estado de reposo al pie de la pendiente. Este fenómeno, es parte de la construcción y evolución del relieve, favorecido por factores de modelado intrínsecos y extrínsecos que deconstruyen la superficie, con influencia de las características reológicas del material rocoso y suelo in situ.

La ciudad de Chilpancingo de los Bravo se localiza en la zona económica Centro, del estado de Guerrero. Se asienta sobre un valle exorreico delimitado por elevaciones montañosas, su población en continua expansión converge sobre lomeríos, planicies y cañadas, lo que caracteriza un relieve con variedad de pendientes suaves a pronunciadas, donde se ha identificado actividad relacionada a procesos de laderas.

A partir del análisis e interpretación de imágenes satelitales se estableció el marco geomorfológico enfocado a procesos de ladera, que sumado a un análisis multicriterio dio como resultado la distribución de los distintos grados de susceptibilidad a procesos de ladera. Se cuantificaron cincuenta y cuatro cañadas/barrancas, de las cuales catorce resultaron con susceptibilidad alta. En total se contabilizaron ciento cincuenta y seis laderas, de las cuales, por sus características físicas (por ejemplo, el tipo de roca, el suelo y la pendiente), veinticuatro se consideran de susceptibilidad muy alta por algún proceso de remoción en masa. Actualmente, se tienen identificados por lo menos dieciséis procesos activos que están generando afectaciones

importantes a la población, los cuales fueron desencadenados por eventos sísmicos y/o huracanes, ambos, fenómenos naturales recurrentes en la parte sur de nuestro país.

**HIDROLOGÍA Y PROBLEMÁTICAS DEL AGUA EN SANTA ANA MAYORAZGO,
OTZOLOTEPEC, ESTADO DE MÉXICO
IMPORTANCIA DEL BOSQUE DE AGUA**

JESÚS DANIEL AGUILAR GONZÁLEZ, XOCHITL ATZIN DELGADO CARRILLO, JAHIR FLORES

LEOCADIO, EMMANUEL MORALES CARVAJAL, JESHUA ROJAS ENRÍQUEZ

Licenciatura en Geografía Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

atzindelgado9@gmail.com

Palabras clave: hidrología, erosión, sobreexplotación, conflictos sociales, gestión del agua.

En este trabajo se analizan las condiciones hidrológicas y problemáticas sociales relacionadas con el agua en Santa Ana Mayorazgo, comunidad ubicada al occidente del Valle de Toluca, dentro de la cuenca del río Lerma. El acuífero del Valle de Toluca, del cual depende la región, presenta un fuerte grado de sobreexplotación debido a las demandas urbanas y agrícolas, así como a la transferencia de agua hacia la Ciudad de México, lo que ha ocasionado el descenso de los niveles freáticos y hundimientos diferenciales. A nivel ambiental, la pérdida progresiva de cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo han provocado erosión hídrica, reducción en la recarga del acuífero y procesos incipientes de desertificación, que impactan negativamente en la productividad y en la seguridad hídrica local.

La dimensión social constituye otro factor crítico, ya que la falta de información clara sobre la gestión y disponibilidad del recurso ha generado conflictos internos por el acceso a manantiales y pozos, así como desconfianza hacia proyectos hidráulicos impulsados por las autoridades. Este panorama revela la necesidad de fortalecer la transparencia, la divulgación científica y la cultura del agua en la comunidad.

Finalmente, se propone la integración de métodos tradicionales de hidrología con innovaciones tecnológicas como el uso de drones, fotogrametría y sistemas de información geográfica, herramientas que permiten generar diagnósticos más precisos, prevenir riesgos de inundación y hundimientos, y elaborar mapas comprensibles para la población. Con ello se busca avanzar hacia una gestión hídrica sostenible, equitativa y participativa en Santa Ana Mayorazgo

REFERENCIAS

CHOW, V.T., 1964, *Handbook of Applied Hydrology*: McGraw-Hill, New York, 1418 p.

INEGI, 2020, *Carta de Climas y Altitudes, Municipio de Ocotlán, Estado de México*: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

CONABIO, 2010, *El Bosque de Agua: servicios ambientales y biodiversidad*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONAGUA, 2024, *Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de Toluca, Estado de México*: Comisión Nacional del Agua, México.

GOBIERNO MUNICIPAL DE OTZOLOTEPEC, 2023, *Informe de Cultura del Agua*: Ocotlán, Estado de México.

IMPACTO DE INCENDIOS FORESTALES EN LA ACTIVACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA. CASOS DE ESTUDIO EN ITURBIDE, N.L., NORESTE DE MÉXICO

¹ALELY PEDRAZA ANDAVERDE, ²JORGE ALÁN SALINAS JASSO

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.

¹alely.pedrazandv@uanl.edu.mx, ²jorge.salinasjs@uanl.edu.mx

Los incendios forestales suelen ocurrir por causas naturales, aunque la mayor parte son iniciados por acciones humanas negligentes. Cuando estos fenómenos se presentan en zonas montañosas generan severas consecuencias ambientales y ecológicas. Se ha demostrado que los incendios forestales perturban las condiciones de estabilidad de laderas, principalmente relacionadas con cambios en la vegetación y las propiedades del suelo, lo cual propicia un aumento de zonas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa. La relación espacio-temporal entre ambos

fenómenos ha generado gran interés por evaluar las condiciones de peligro y riesgo asociado en diversos sectores de población y el medio ambiente.

En el presente estudio se evalúa la relación entre un incendio forestal ocurrido al oriente del municipio de Iturbide, Nuevo León en 2021 con inestabilidades de laderas que se han presentado en los últimos años. El incendio se prolongó durante 25 días, cubriendo más de 1500 hectáreas y afectando comunidades locales. Mediante trabajo de campo, revisión de imágenes satelitales, análisis hidrológicos y mecánica de suelos se han identificado y estudiado varios movimientos en masa principalmente deslizamientos y flujos de detritos ocurridos en la zona de mayor impacto del incendio. Se reconoce que la combustión y pérdida de vegetación ha condicionado la inestabilidad de laderas, las cuales han sido desencadenadas por lluvias menores a las propuestas regionalmente como umbrales de precipitación. El estudio forma parte de la evaluación regional del peligro por movimientos en masa en el noreste de México.

LA INFLUENCIA DE POLIMORFOS DE CARBONO EN LA FORMACIÓN DE ROCAS EN EL ESPACIO

LILITH SEGURA ALANIS

El estudio de polimorfos de carbono formados en asteroides es fundamental para comprender la evolución de nuestro Sistema solar primitivo, ya que permite abordar interrogantes sobre el cómo se formó partiendo desde una perspectiva geológica, específicamente en la formación de rocas en el espacio. El propósito de la presente investigación documental es resaltar la importancia de este campo de investigación mediante la recopilación bibliográfica indexada.

En nuestro planeta Tierra, la génesis de las rocas se asocia principalmente a la solidificación de un magma, la compactación de sedimentos o la recristalización de estas bajo ciertas condiciones de temperatura y presiones específicas; posibles por el tectonismo activo, la actividad volcánica y el transporte y acumulación de sedimentos. Sin embargo, estas condiciones no se encuentran en el espacio exterior, pero si ocurren procesos a grandes escalas que permiten su formación.

Los asteroides pueden formarse por cuatro principales procesos: Por la condensación directa de gases ricos en elementos provenientes del disco protoplanetario del Sol, por fusión parcial de un planetesimal, por la eyección de fragmentos de material proveniente de la extinción de una estrella como lo son las supernovas y por el impacto entre asteroides. Estos procesos ocurren en ambientes donde las condiciones de presión, temperatura y composición química varían de manera extrema, generando fases minerales únicas y estructuras atípicas, tales como nanodiamantes presentes en condritas relacionadas con granos presolares que aportan evidencia sobre la formación de Sistema solar primitivo, así como procesos físico-químicos donde se desarrollaron.

Entre los minerales de interés de esta investigación se encuentran los polimorfos del carbono, especialmente el diamante. En la Tierra, los diamantes se forman en el manto profundo bajo altas presiones y temperaturas, asociadas a procesos tectónicos y magmáticos, además de presentar un tamaño macroscópico. En contraste, en el espacio exterior, los diamantes encontrados en meteoritos presentan fracciones nanométricas, denominados nanodiamantes.

Este análisis busca resaltar la importancia del estudio de meteoritos hallados en la Tierra enfocándose en los polimorfos de carbono, mediante la comparación terrestre y extraterrestre de la génesis de rocas como base fundamental para la evolución de Sistema solar primitivo. Además de contribuir con una perspectiva geológica a la astrofísica, que favorezca una comprensión más amplia de la dinámica del Universo.

REFERENCIAS

- Dai, Z. R., Bradley, J. P., Joswiak, D. J., Brownlee, D. E., Hil, H. G. M., & Genge, M. J. (2002). Possible in situ formation of meteoritic nanodiamonds in the early Solar System. *Nature*, 418, 157–159. <https://doi.org/10.1038/nature00897>.
- Huss, G. (2005). Meteoritic Nanodiamonds: Messengers from the Stars. *Elements*, 1(2) <https://doi.org/10.2113/gselements.1.2.97>.
- Miyahara, M., Tomioka, N. & Bindi, L. (2021). Materiales terrestres y extraterrestres naturales y experimentales de alta presión y producidos por choques. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8(59). <https://doi.org/10.1186/s40645-021-00451-6>.

Ferroir, T., Dubrovinsky, L., Goresy, A., Tomioka, N. & Gillet, P. (2010). Polimorfismo del carbono en meteoritos impactados: evidencia de nuevas fases ultraduras naturales. *Earth and Planetary Science Letters*, 290(1), 150-154 <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2009.12.015>.

P.R. Heck, J. Greer, L. Kööp, R. Trappitsch, F. Gyngard, H. Busemann, C. Maden, J.N. Ávila, A.M. Davis, & Wieler, R. (2020). Lifetimes of interstellar dust from cosmic ray exposure ages of presolar silicon carbide, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 117 (4) 1884-1889, <https://doi.org/10.1073/pnas.1904573117>.

DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE ROCA CON REDES BAYESIANAS A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE LA INVERSIÓN SISMICA SIMULTANEA EN SÍSMICA DE ALTA RESOLUCIÓN EN UN YACIMIENTO DE LA FORMACIÓN TAMABRA

DANIEL EDUARDO HERRERA URRUTIA, HUMBERTO VILLARREAL URIBE,

JANDY ADAID BAUZA ORTIZ

Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica

Este trabajo de investigación presenta la implementación de una metodología integral para la caracterización litológica probabilística en un yacimiento de la Formación Tamabra. El núcleo del estudio consiste en la integración de resultados derivados de un proceso de inversión sísmica simultánea de alta resolución con un modelo predictivo basado en redes bayesianas, con el objetivo de estimar la distribución espacial de tipos de roca (litotipos). El yacimiento se enmarca en el contexto geológico del Cretácico Medio de la Cuenca Tampico-Misantla, caracterizado por la depositación de extensas plataformas carbonatadas. La Formación Tamabra, objeto de estudio, representa el componente de talud, constituido predominantemente por material alóctono (detritos de *apron*) derivado de la plataforma arrecifal y lagunar circundante.

La metodología se desarrolló en varias etapas críticas:

1. Acondicionamiento de Datos Sísmicos: Se procesaron los *gathers* de sísmica de alta resolución para optimizar la relación señal-ruido, corregir efectos geométricos y aplanar eventos, garantizando la calidad del dato para procesos posteriores.

2. Inversión Sísmica de Alta Resolución: Se aplicó una técnica de Inversión *Sparse-Layer*, combinada con una expansión del ancho de banda espectral. Este enfoque permitió superar las limitaciones de resolución de la sísmica convencional, posibilitando la identificación de capas delgadas y la obtención de volúmenes elásticos de alta fidelidad: Impedancia P (Ip), Impedancia S (Is) y la relación Vp/Vs.
3. Clasificación Litológica Probabilística: La discriminación de litotipos se fundamentó en relaciones petrofísicas clave. Utilizando la ecuación empírica de Winland (Kolodzie, 1980), que relaciona porosidad, permeabilidad y radio de garganta de poro, se estableció un criterio robusto para definir las clases de roca en función de su calidad (potencial de flujo). Posteriormente, estos criterios se integraron en un modelo de redes bayesianas que tomó como *dato de entrada* los volúmenes elásticos de Impedancia P y la Relación de Poisson. Este modelo probabilístico permitió calcular un cubo de litofacies donde se identificaron y mapearon dos litotipos principales: un Litotipo 1, asociado a la mejor calidad de roca, y un Litotipo 2, de calidad media.

REFERENCIAS

- Alzaga Ruiz, H., Lopez, M., Roure, F., & Séranne, M. (2008). Interactions between the Laramide Foreland and the passive margin of the Gulf of Mexico: Tectonics and sedimentation in the Golden Lane area, Veracruz State, Mexico. *ELSEVIER*, 951-973.
- Avseth, P., Mukerji, T., & Mavko, G. (2005). *Quantitative Seismic Interpretation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barclay, F., Camaro Alfaro, J., Cooke, A., Cooke, D., Salter, D., Godfrey, R., . . . Roberts, R. (2008). Inversión sísmica: Lectura entre líneas. *Olfield Review, Schuemberger*, 44-65.
- Barnette, A., & Illing, L. V. (1956). *The Tamabra limestone of the Poza Rica oilfield, Veracruz, Mexico*. México: 20th International Geological Congress.
- Campbell, J. M. ((s.f.)). Wavelet in the Seismic Data and Limits on Resolution Core. *The Wavelet and Its Resolution Limits*. PetroSkills.

- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2023). *Hidrocarburos*. Obtenido de Atlas Geológico Cuenca Tmapico-Misantla: https://hidrocarburos.gob.mx/media/3091/atlas_geologico_cuenca_tampico-misantla_v3.pdf
- Dunham, R. (1962). Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. En W. E. Ham, *Classification of Carbonate Rocks—A Symposium*. AAPG Memoir.
- Enos, P. (1977). Tamabra limestone of the Poza Rica Trend, Cretaceous, Mexico. En H. E. Cook, & P. Enos, *Deep-water Carbonates Environments*. SEPM Society for Sedimentary Geology.
- Frías, A. R. (28 de Diciembre de 2021). *SCRIBD*. Obtenido de Columna Tipo Área Poza Rica: <https://es.scribd.com/document/549789669/COLUMNA-TIPO-AREA-POZA-RICA>
- Henry, S. G. (s.f.). Catch the (Seismic) Wavelet. *Geophysical Corner*, 3.
- Janson, X., Kerans, C., Playton, T., Clayton, J., Winefield, P., & Burgess, P. (2012). *Stratigraphic Models and Exploration Plays of Slope and Basin-Floor Carbonates*. California: AAPG Annual Convention and Exhibition.
- Laguna Chavira, R. (2021). *Estimación espectral de señales sísmicas de reflexión*. Ciudad de México: UNAM-Dirección General de Bibliotecas.
- López Doncel, R. (2003). La Formación Tamabra del Cretácico medio en la porción central del margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, centro-noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 20(1), 1-19.
- Maldonado, Y. (16 de mayo de 2023). *Geologiaweb*. Obtenido de Traza sísmica: https://geologiaweb.com/geofisica/traza-sismica/#Modelo_de_la_traza_sismica
- Margrave, G. F. (2006). *Methods of Seismic Data Processing*. Calgary: The CREWES Project .
- Mavko, G., & Mukerji, T. (1995). Seismic pore space compressibility and Gassmann's relation. *Gephysics (1995)*, 60(6): 1743–1749.
- Mavko, G., Mukerji, T., & Dvorkin, J. (2009). *The Rock Physics Handobook*. New York: Cambridge University Press.

- R.V, I., & C.J., B. (1995). *Tectonics of sedimentary basins*. Ocford, USA.
- Rivas Reyes, E. O. (Febrero de 2000). *Delimitación de facies almacenadoras en la porción oriental del Paleocañón Bejuco-La Laja*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autonoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Segura Corona, J. R. (2015). *Desarrollo de yacimientos petroleros en cuencas de margen pasivo, con ejemplos de México y el mundo*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
- Sheriff, R. E. (s.f.). *Exploration Seismology, 2nd Edition*. Nueva York: Cambridge University.
- Sheriff, R. E., & Geldart, L. P. (1995). *Exploration Seismology, 2nd Edition*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Yilmaz, Ö. (2001). *Seismic Data Analysis, Processing, Inversion, and Interpretation of Seismic Data*. USA: Society of Exploration of Geophysicists.

CARTELES

INTERACCIÓN PALEOGEOGRÁFICA ENTRE MÉXICO Y COLOMBIA DURANTE PANGEA

EMMANUEL ESCOBAR CHAPID, LILITH SEGURA ALANIS

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía

En esta recopilación paleogeográfica presentamos un análisis sobre la interacción entre las actuales regiones que ocuparon México y Colombia durante la existencia del supercontinente Pangea. El objetivo es ofrecer una visión clara y comprensible para aquellos interesados en la geología, integrando información procedente de diversas fuentes científicas. A través de esta revisión buscamos resumir los aspectos más relevantes relacionados con la paleogeografía, el paleoclima, la biota fósil, la estratigrafía y los métodos utilizados para sustentar estas interpretaciones.

Durante la consolidación y posterior fragmentación de Pangea, países conocidos actualmente como México y Colombia; anteriormente se encontraban ubicados en márgenes continentales conectados por sistemas de arcos magmáticos y cuencas marinas. Las evidencias geológicas y geocronológicas muestran la presencia de arcos continentales pérmicos a triásicos que se extendían desde el sur de Norteamérica hasta el norte de Sudamérica, lo que permite correlacionar unidades geológicas del México actual con las cordilleras colombianas ([Centeno-García, 2017](#); [Spikings et al., 2019](#)).

El clima dominante en Pangea fue un patrón monzónico global caracterizado por la alternancia de estaciones húmedas intensas en zonas costeras, por otra parte, en el interior del supercontinente se encontraban ambientes desérticos. A través de la correlación estratigráfica observamos una continuidad en la evolución de las cuencas y ambientes sedimentarios entre México y Colombia.

Los estudios estratigráficos y sedimentológicos evidencian que ambos territorios experimentaron eventos de regresión y transgresión marina, además de sedimentación clástica y carbonatada controlada por cambios climáticos globales y ajustes tectónicos asociados a la consolidación y fragmentación de Pangea. Estos registros sedimentarios y las asociaciones fósiles correlacionables respaldan la hipótesis de una comunicación paleogeográfica entre las cuencas

mexicanas y colombianas, que posteriormente se separaron con la apertura del océano Atlántico y la evolución del Caribe (Dickinson, 2001; Centeno-García, 2017).

Las reconstrucciones paleogeográficas se fundamentan en el uso de métodos como el paleomagnetismo, la bioestratigrafía mediante fósiles guía, dataciones geocronológicas (U–Pb, Ar–Ar), geoquímica isotópica y correlaciones litofaciales. Los estudios de rocas magmáticas pérmico–triásicas en Colombia permiten rastrear la continuidad de un arco magmático que tuvo equivalentes en el territorio hoy mexicano, apoyando la idea de un frente magmático extenso durante la formación y fragmentación de Pangea (Spikings et al., 2019; Centeno-García, 2017).

REFERENCIAS

- Centeno-García, E. (2017). Mesozoic tectono-stratigraphic evolution of Mexico: Advances and problems. *Earth-Science Reviews*, Vol. 166, pp. 181–225. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.06.013>
- Dickinson, W. R. (2001). Carboniferous to Cretaceous assembly and fragmentation of Pangea. *GSA Bulletin*, 113(9), 1142–1160. [https://doi.org/10.1130/00167606\(2001\)113<1142:CTCAAF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/00167606(2001)113<1142:CTCAAF>2.0.CO;2)
- Parrish, J.T. (1995). Geologic Evidence of Permian Climate. Scholle, P.A., Peryt, T.M., Ulmer-Scholle, D.S. (eds) *The Permian of Northern Pangea*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-78593-1_4
- Spikings, R. & Paul, A. 2019. The Permian – Triassic history of magmatic rocks of the northern Andes (Colombia and Ecuador): Supercontinent assembly and disassembly. *The Geology of Colombia*. Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales Vol. 36, p. 1– 43. Bogotá. <https://doi.org/10.32685/pub.esp.36.2019.01>
- Scotese, C. R. (2016). Paleomap PaleoAtlas for ArcGIS: Cretaceous, Jurassic, Triassic, Permian, Carboniferous, Devonian, Silurian, Ordovician and Cambrian Paleogeographic Maps. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2011.4162>
- González-León, C. M. (2017). The Triassic/Jurassic boundary and the Jurassic stratigraphy in northern Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. <https://doi.org/10.18268/BSGM2017v69n3a11>

VIABILIDAD DEL FRACKING EN MÉXICO COMO NUEVA TÉCNICA DE RECUPERACIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL PAÍS

CARLOS ANTONIO GLORIA CRUZ, J.C. HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán
Instituto Politécnico Nacional*

La producción de hidrocarburos en México ha experimentado una disminución constante en las últimas dos décadas. Campos maduros como Cantarell han entrado en una fase de declive natural, reduciendo la capacidad energética y la independencia económica del país. Ante este escenario, es imperativo evaluar técnicas de recuperación no convencionales.

El fracking o fracturación hidráulica es una técnica que permite extraer gas y petróleo atrapado en rocas de baja permeabilidad, como las lutitas (shale). El proceso consiste en perforar un pozo vertical y luego direccionarlo horizontalmente para inyectar agua a alta presión, mezclada con arena y aditivos, con el fin de generar microfracturas en la roca y liberar los hidrocarburos.

La producción de gas natural seco en EE. UU. se disparó un 87% entre 2005 (año previo a la expansión masiva del fracking) y 2022, pasando de aproximadamente 16.5 Billones de pies cúbicos (Tcf) a más de 35 Tcf anuales. Esto convirtió a EE.UU. en el mayor productor mundial de gas natural

Este aumento masivo de la producción permitió a EE.UU. reducir drásticamente sus importaciones y pasar a ser un exportador neto de gas natural (GNL) y petróleo, alterando los mercados globales de energía.

El fracking está sujeto a una fuerte controversia pública, basada en preocupaciones ambientales que requieren un análisis científico riguroso. Esta controversia se centra en cuatro aspectos principales:

1. Sismicidad inducida: Se cree que esta técnica puede provocar microsismos o, en casos excepcionales, terremotos perceptibles.
2. Contaminación de acuíferos: El estigma más común sugiere que los fluidos de fracturación migran y contaminan las fuentes de agua subterránea.

3. Uso intensivo de agua: Un punto muy criticado es el alto consumo de recursos hídricos en las regiones donde se opera.
4. Uso de aditivos químicos: Existe preocupación por la toxicidad de los aditivos utilizados en el fluido de fractura y su potencial impacto ambiental.

Estados Unidos sirve como el caso de estudio más relevante. La implementación del fracking impulsó una revolución energética, transformando al país de importador neto a exportador líder de gas y petróleo, con enormes beneficios económicos y geopolíticos.

Se compararon los fluidos de fractura de dos pozos no convencionales en Texas (Fennec 2H y Beskar A 1H) para conocer su composición. Este análisis considera que, en los EE. UU., estos fluidos están regulados por la Railroad Commission of Texas. La regulación no aprueba cada componente por separado, sino que obliga a las empresas a operar con transparencia y garantizar la integridad del pozo, asegurando así que no se contaminen las fuentes de agua potable, tal como exige la ley federal.

El fracking en México se encuentra severamente estigmatizado por mitos que la evidencia científica y la experiencia internacional han ayudado a desmentir. Si bien no es una técnica libre de riesgos, estos son manejables y mitigables mediante una regulación robusta, *best practices* operativas, transparencia y una supervisión técnica independiente.

La crítica ambiental, aunque válida en su intento de prevención, a menudo se basa en casos aislados o información desactualizada. México enfrenta una crisis de producción energética que exige evaluar todas las opciones tecnológicamente viables. El fracking representa una opción viable y potentemente rentable para recuperar las vastas reservas de hidrocarburos no convencionales del país, garantizando la seguridad energética y el desarrollo económico, siempre y cuando se implemente con responsabilidad, altos estándares de seguridad y un marco legal claro que priorice la protección del medio ambiente.

Este trabajo buscó ofrecer una perspectiva equilibrada sobre la fracturación hidráulica, desmitificando sus riesgos a partir del análisis de casos de estudio en EE. UU. y su robusto marco regulatorio. Lejos de la polarización que caracteriza al debate, la evidencia sugiere que la viabilidad de esta técnica no reside en la ausencia de impactos, sino en su gestión y control rigurosos. Para México, país con potencial en recursos no convencionales, la lección fundamental no es la

prohibición, sino la oportunidad de diseñar una implementación estratégica. Esto implica desarrollar una regulación propia, sólida y transparente, que priorice la protección ambiental y la integridad de los pozos, permitiendo así evaluar su adopción como un componente más dentro de una matriz energética diversificada y en transición.

REFERENCIAS

- Plataforma Nacional de Energía, Ambiente y Sociedad. (s. f.). Plataforma Nacional de Energía, Ambiente Sociedad. <https://energia.conacyt.mx/planeas/hidrocarburos/produccion-crudo>
- Works, E. (s. f.). ¿Existe relación entre el fracking y los pozos de agua potable contaminados? <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/existe-relacion-entre-el-fracking-y-los-pozos-de-agua-potable-contaminados>
- Data Sets Available for Download. (s. f.). <https://www.rrc.texas.gov/resource-center/research/data-sets-available-for-download>
- Scanlon, B. R., Reedy, R. C., & Nicot, J. (2014). Comparison of Water Use for Hydraulic Fracturing for Unconventional Oil and Gas versus Conventional Oil. *Environmental Science & Technology*, 48(20), 12386-12393. <https://doi.org/10.1021/es502506v>
- Fennec 2H in Sutton County, TX | Oil & Gas Production and Well Details. (s. f.). <https://www.shalexp.com/texas/sutton-county/fennec-2h/589682>
- Allen, D.T. et al. 2013. Measurements of methane emissions at natural gas production sites in the United States. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110, 17768-17773. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1304880110,

SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL FLUJO DE PARTÍCULAS EN MEDIOS POROSOS A PARTIR DE MICROGRAFÍAS DE LUTITAS DE LA CUENCA DE SABINAS

PABLO AXEL CORTEZ DE LA CRUZ, VALERIA VALENZUELA GUTIÉRREZ, DARÍO FARRERA SALAZAR, JONATHAN JOSÍAS ESTRADA OVIEDO, BELINDA JAZMÍN ANDAVERDE GUEVARA, BENNY OBREGÓN GONZÁLEZ, JORGE ALBERTO BRIONES CARRILLO

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.

Este estudio presenta la implementación de un modelo numérico basado en autómatas celulares para simular el transporte de partículas en medios porosos bidimensionales. El modelo se aplica a microestructuras porosas derivadas de micrografías digitales de muestras de lutitas de las formaciones La Peña y Eagle Ford en la cuenca de Sabinas, Coahuila. La dinámica de desplazamiento incorpora una tendencia direccional, gobernada por un gradiente de presión, superpuesta a una componente de movimiento aleatorio. Este enfoque permite caracterizar la interacción entre el fluido (modelado como un caminante aleatorio sesgado) y la compleja microestructura de la roca, cuantificando parámetros petrofísicos fundamentales como tortuosidad, porosidad efectiva y área específica superficial.

El preprocesamiento de las imágenes, incluyendo su binarización y segmentación, se realizó utilizando software de código abierto (GIMP, Inkscape, Fiji). Adicionalmente, los resultados de la simulación se utilizaron como input para la ecuación de Carman-Kozeny, con el fin de estimar la permeabilidad absoluta y caracterizar el comportamiento del flujo a nivel de poro. La metodología desarrollada proporciona una herramienta robusta para la caracterización petrofísica a partir de imágenes digitales, con aplicaciones potenciales en la evaluación de yacimientos no convencionales.

SIMULACIÓN DE FLUJO BIFÁSICO PARA ESTIMAR PARÁMETROS PETROFÍSICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS MEDIANTE MODELOS DE RED DE POROS

ROBERTO RUIZ RAMOS, SEBASTIÁN ROMO CASTILLO, JUAN EMILIANO ACEVEDO GONZÁLEZ,
LEONEL ESCOBAR HERNÁNDEZ, JORGE ALBERTO BRIONES CARRILLO.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.

En este trabajo se aplicó la metodología del modelo de redes de poros, técnica ampliamente utilizada para simular flujo multifásico. Se planteó un caso de estudio para estimar parámetros petrofísicos (porosidad, permeabilidad, permeabilidades relativas, tortuosidad, presión capilar y difusividad efectiva) en medios porosos generados con el software OpenPNM a partir de datos obtenidos de imágenes SEM de rocas sedimentarias procedentes del paleocanal de Chicontepec. En el experimento numérico se simularon dos fluidos inmiscibles en escenarios de imbibición y drene. Se utilizó ImageJ para hacer un análisis cuantitativo para calcular la distribución de poros y gargantas de poro, así como su diámetro y área superficial. A la par se hicieron pruebas de desplazamiento en laboratorio de ingeniería Petrolera de la UANL para obtener la porosidad y permeabilidad de las muestras de roca. Los resultados obtenidos son de suma importancia para la industria petrolera y se asemejan a resultados experimentales y datos publicados en la literatura.



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA