

**ESTACION REGIONAL DEL NOROESTE  
INSTITUTO DE GEOLOGIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



BIBLIOTECA

20 AÑOS



EN

SONORA

Instituto de Geología, UNAM  
Circuito de la Investigación Científica  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D. F.  
Tel. (5) 622-4294  
Fax. (5) 550-6644

Estación Regional del Noroeste  
del Instituto de Geología, UNAM  
Blvd. L. D. Colosio s/n y Madrid  
83000 Hermosillo, Sonora  
Tel. (62) 17-5019  
Fax. (62) 17-5340

texto y diseño:  
César Jacques Ayala  
Rosa María Contreras García

Explicación de la placa  
arriba: Tobs de la Fm. Lista Blanca (10 m.a.) sobre Báucarit, Sierra Lista Blanca, Sonora central.  
izquierda: Xenolitos máficos en granitos, extremo sur de la Península de Baja California.  
derecha: Amonitas y crinoides de la Fm. Antimonio (Triásico Tardío), Sierra del Alamo, noroeste de Sonora.  
abajo: Tobs del complejo volcánico El Charro (Cretácico Tardío), Sierra el Chanate, noroeste de Sonora.  
abajo derecha: Amonita del Jurásico Temprano, Fm. Antimonio, Sierra del Alamo, noroeste de Sonora.

## 20 AÑOS EN SONORA: ESTACION REGIONAL DEL NOROESTE DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

### ANTECEDENTES

El Instituto de Geología de la UNAM es uno de los centros de investigación en ciencias naturales más antiguos del país. En 1886 se formó la Comisión Geológica, dependiente de la Secretaría de Fomento, la cual inició la elaboración de cartas geológicas y mineras de la República Mexicana. En 1888, el Congreso de la Unión decretó la creación del Instituto Geológico Nacional, y en 1917 pasó a formar parte del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.

En 1929 cuando la Universidad Nacional de México logra su autonomía, el Instituto Geológico Nacional, con el nombre de Instituto de Geología, junto con el Observatorio Astronómico Nacional, la Biblioteca Nacional y la Dirección de Estudios Biológicos, se incorpora a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El Instituto de Geología, además de realizar investigaciones geológicas que contribuyen al desarrollo de las ciencias de la tierra en el país, contribuye en todos los niveles educativos a la formación de recursos humanos para la investigación y la docencia; publica y difunde los resultados de las investigaciones que realiza; participa activamente en el resguardo científico y cultural de los bienes geológicos de la Nación y se dedica a la elaboración de cartas geológicas, principalmente a escala 1:100,000. También ha publicado la Carta Geológica de México, de la cual la última versión apareció en 1992.

La UNAM, en un esfuerzo por contribuir al desarrollo, así como a la descentralización de

la investigación científica en el país, formó centros de investigación regionales de algunos de sus institutos. El Instituto de Geología inició así la apertura de dos estaciones: una en Sonora y otra en Guanajuato; ambos estados con gran riqueza geológica y minera. De esta manera nacieron la Estación Regional del Noroeste (ERNO) en Hermosillo, y la Estación Regional del Centro (ERCE), en Guanajuato. Fue el 14 de octubre de 1974, con la colaboración de la Universidad de Sonora, cuando se funda la Oficina Regional del Noroeste, misma que pasó a ser la ERNO.

Originalmente la ERNO tuvo sus oficinas dentro del campus de la Universidad de Sonora, en la Escuela de Ingeniería. Uno de los objetivos de esta oficina fue apoyar a la Escuela de Ingeniería en la creación del Departamento de Geología, cuyo personal docente estuvo formado inicialmente por investigadores del Instituto.

En mayo de 1976, por necesidades de crecimiento, la Oficina Regional decidió salir del campus universitario, rentando una casa en la Colonia Villa Satélite. En 1977, se mudó a una casa en la Colonia Pitic. En ese mismo año se iniciaron los trámites con la Universidad de Sonora para obtener un terreno y construir un edificio propio. En septiembre de 1979, se inició la construcción del edificio, inaugurándose el 20 de noviembre de 1980, siendo director del Instituto el Dr. José C. Guerrero García. En febrero de 1989 se firmó un comodato para uso del terreno por 49 años; estuvieron presentes, por la Uni-Son, el Rector Ing. Manuel Balcázar M. y el Lic. Juan M. Romero G., Presidente de la Comisión de Asuntos Hacendarios, y por la UNAM, el



Rector Dr. José Sarukhán K. y el Dr. Juan R. de la Fuente R., Coordinador de la Investigación Científica. La firma se realizó en presencia del Gobernador del Estado, Ing. Rodolfo Félix Valdez.

En este mismo año, el Centro de Ecología de la UNAM solicitó apoyo al Instituto de Geología para que dos de sus investigadores se instalaran en la ERNO, con el fin de realizar investigación ecológica en la región. Actualmente cuenta con 4 investigadores.

Las instalaciones de la ERNO se encuentran en la Av. Luis Donaldo Colosio s/n, casi esquina con Sahuaripa; cuenta con un terreno de 6,100 metros cuadrados, y una superficie construida de 1,700 metros cuadrados. El edificio es de dos plantas. La planta baja está ocupada por 5 laboratorios destinados a microscopía y fotogeología, química con equipo de absorción atómica, percepción remota, fotografía, un taller de laminación y molienda, almacén para reactivos químicos y cubículos para investigadores. Tiene además un auditorio con capacidad para 50 personas. En la planta alta se encuentran las oficinas administrativas, un lugar para exhibición de fósiles y muestras de rocas, biblioteca, salón

de dibujo, y cubículos para investigadores. Se cuenta con equipo de comunicación satelital de voz y datos, para enlazar a los bancos de datos de la UNAM, y al mundo entero por medio de INTERNET. La Universidad de Sonora, como parte de los mismos convenios entre ambas instituciones, se ha integrado a este sistema de comunicación.

## OBJETIVOS

Al crearse la ERNO, el objetivo principal fue participar en el desarrollo regional aplicando los objetivos básicos de la UNAM: impartir docencia, hacer investigación y difundir la cultura. En lo general contribuye con el país en el conocimiento y aprovechamiento de los recursos naturales y su disponibilidad; en lo particular aporta nuevos conocimientos a la geología del noroeste de México y participa en la solución de problemas geotécnicos que afecten a la misma.

Otro de los objetivos fue el de organizar y dar apoyo académico al Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, así como a otras instituciones de educación supe-



Inauguración del edificio. De izquierda a derecha: Lic. Alfonso Castellanos Idiáquez, Rector de la Uni-Son, Dr. Agustín Ayala Castañares, Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, y M.C. Jaime Roldán Quintana, Jefe de la ERNO

rior. Este objetivo fue logrado satisfactoriamente. El Departamento de Geología ha producido 300 geólogos, y cuenta con una planta de 18 profesores. En 1990 inició el programa de maestría, en el cual han participado activamente investigadores de la ERNO, impartiendo clases. Asimismo, investigadores de ambas instituciones colaboran estrechamente en proyectos de investigación conjuntos.

Un objetivo más es el de realizar investigación geológica básica en el noroeste de México, atendiendo principalmente problemas geológicos propios de la región. Las ramas de la geología que se investigan en la ERNO son principalmente, estratigrafía, sedimentología, petrología de rocas ígneas y sedimentarias, tectónica y se inician estudios de percepción remota. Anteriormente las áreas geográficas donde se realizaba la investigación, abarcaban los estados de Baja California, Chihuahua, Sinaloa y Sonora, aunque actualmente el trabajo de investigación se realiza principalmente en Sonora.

Una de las razones por las que se seleccionó Sonora para establecer la ERNO, es la gran cantidad de problemas geológicos que presenta. Sonora cuenta con el registro estratigráfico más completo del país. Afloran rocas con edades que van desde el Proterozoico (2,000 millones de años) y ocurren eventos geológicos actuales, como la actividad sísmica de la región de Bavispe, y la formación del Golfo de California, producto de la separación de un bloque continental a lo largo del centro del mismo golfo. La Península de Baja California se desplaza hacia el noroeste a razón de  $\pm 5$  cm al año.

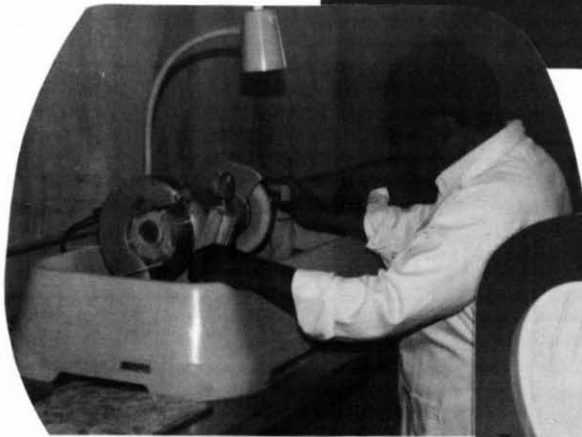
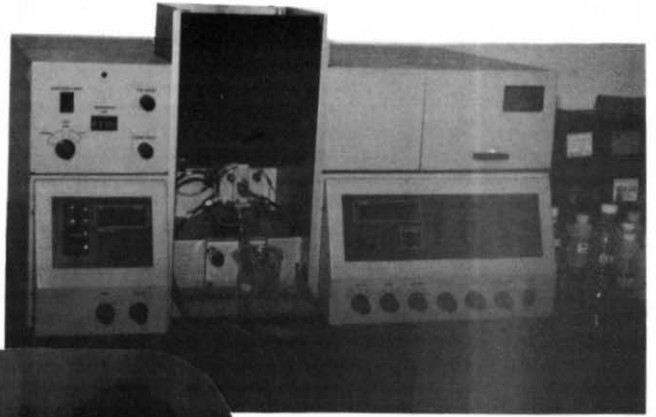
En lo que se refiere a la geología de la región continental, el personal de la ERNO hace estudios de estratigrafía y tectónica de rocas del Proterozoico, Paleozoico y Mesozoico, principalmente en el norte de Sonora. Las rocas proterozoicas son las más antiguas de

México, y Sonora es el único estado del país donde afloran rocas sedimentarias de esa edad. Se les encuentra al sur de Caborca y Santa Ana. Las rocas paleozoicas se distribuyen de manera más amplia, al sur de Caborca, y en la porción central del estado. Algunos de los cerros que rodean Hermosillo (Cerro de la Campana, el Apache, entre otros) están formados por rocas de esta edad. Las rocas del Mesozoico se encuentran por toda la geografía estatal, y por tal razón son quizá las más estudiadas. Las rocas ígneas intrusivas son de importancia económica por contener mineralización de cobre, molibdeno, oro, grafito, tungsteno, y de otros tipos. La Sierra Madre Occidental, formada por rocas extrusivas es un fenómeno casi único a nivel mundial, formada por gruesos depósitos de tobas riolíticas y otras rocas volcánicas.

Los investigadores de la ERNO han desarrollado proyectos en colaboración con el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, a quien se continúa dando apoyo docente y asesoría de tesis a nivel de licenciatura y maestría. A nivel internacional la ERNO mantiene vínculos con el U. S. Geological Survey, con las Universidades de Arizona, Cincinnati, Montana, Nuevo México, Pittsburgh, y Texas en Austin. Profesores de estas instituciones colaboran en la realización de investigaciones y brindando apoyo para la formación académica. Algunos miembros del personal académico han obtenido financiamiento externo proporcionado por CONACYT.

Finalmente, uno de los objetivos iniciales de la ERNO fue la creación de un centro de información geológica del noroeste de México, que pudiera estar disponible para el público en general; se continúa trabajando para lograr este objetivo. El acervo de la biblioteca está formado por 874 libros, más de 15,000 números de publicaciones periódicas, 151 tesis de licenciatura, maestría y doctorado (74 na-





cionales y 77 extranjeras), cartas metalogénicas, geológicas y mineras y otros materiales. Actualmente se reciben 16 publicaciones periódicas especializadas, y se cuenta con la base de datos GEO-REF en CD-ROM.

El Ing. Jesús Nájera Garza fue el primer jefe responsable de la ERNO, quien contribuyó en gran medida a la formación de la ERNO y del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.

Durante el periodo de 1980 a 1986, estuvo a cargo de la jefatura el M.C. Jaime Roldán Quintana, distinguiéndose su interés por mantener a la ERNO en constante actividad científica, solicitando apoyo presupuestal para la realización de proyectos, y sobre todo, por tratar de incrementar la planta de investigadores y proponiendo la formación de cuadros de investigadores nacionales en el extranjero.

De 1986 a 1990, ocupó la jefatura el M.C. César Jacques Ayala, destacándose su gestión por obtener equipo de apoyo a la investiga-

ción: vehículos, computadoras, telefax. Durante su periodo se ordenó gran parte del material bibliográfico existente. Además se realizaron trámites para que la biblioteca incrementara su acervo y recibiera publicaciones científicas periódicas de alto nivel.

De 1990 a la fecha, el M.C. Jaime Roldán Quintana, ocupa nuevamente la jefatura, dando continuidad a las gestiones del M.C. César Jacques, además de promover la aprobación de proyectos ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de solicitar colaboraciones a nivel interno con instituciones de los Estados Unidos de Norteamérica, entre otras.

En lo que respecta al personal académico, éste ha sido muy variable. Durante el periodo de 1974 a 1984 colaboraron en la ERNO investigadores franceses quienes regresaban a su país al cabo de cuatro o cinco años; los investigadores nacionales han ido al extranjero para continuar sus estudios de postgrado; todos regresan a la ERNO.



Actualmente el personal académico con el que cuenta la ERNO es de once, de los cuales dos son investigadores titulares, cuatro investigadores asociados, tres técnicos académicos asociados, y dos técnicos académicos auxiliares. De este personal, cinco tienen doctorado, y cuatro cuentan con maestría.

#### PERSONAL ACADEMICO

**Elena Centeno García**, Doctora en Filosofía (Geología), Universidad de Arizona, 1994, Investigador Asociado C.



Ha participado en proyectos de investigación sobre la geología y neotectónica del sur de México, por ejemplo en el "Estudio de los efectos geológicos del sismo de septiembre de 1985". Actualmente trabaja en el análisis integral de terrenos estratotectónicos utilizando la cartografía geológica, análisis geoquímicos e isotópicos de rocas volcánicas, y la determinación del origen de sedimentos por medio de geoquímica y petrografía. Con base en estos estudios elabora modelos tectónicos y paleogeográficos de la República Mexicana. Actualmente trabaja en los proyectos: "Evolución tectónica del terreno Guerrero, región occidental de México"; "Análisis integral de las secuencias paleozoicas de la margen centro-occidental de Pangea (México, Centroamé-

rica y Colombia)" y "Modelo genético para los yacimientos minerales de Santa Rosalía, Baja California Sur: Desarrollo de guías de exploración para depósitos asociados con la apertura del Golfo de California". Además imparte materias en la maestría en geología en la Universidad de Sonora.

**Juan Carlos García y Barragán**, Maestro en Ciencias, Universidad de Cincinnati, 1992, Técnico Académico Asociado C.



Trabajó durante varios años en la prospección minera y de uranio. A su ingreso en la ERNO, y asociado con C. Jacques, estudió las rocas cretácicas de la región de Caborca-Altar. Logró establecer una secuencia de rocas clásticas al este de Altar, de edad Cretácico Tardío, las cuales presentan metamorfismo de gradiente inverso. Actualmente se encuentra haciendo estudios doctorales en la Universidad de Texas en El Paso.

**Carlos M. González León**, Doctor en Filosofía (Geología), Universidad de Arizona, 1994, Investigador Asociado C. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. Ha realizado estudios sobre estratigrafía, bioestratigrafía, geología estructural y síntesis geológica de rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas de Sonora. Actualmente realiza estudios sobre la paleogeografía de los perio-





análisis de imágenes de satélite.

**César Jacques Ayala**, Doctor en Filosofía (Geología), Universidad de Cincinnati, 1993, Investigador Asociado C. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1.

dos Triásico y Jurásico, y sobre cuencas sedimentarias continentales del Cretácico Tardío de Sonora. De estos estudios ha publicado trabajos en revistas internacionales y nacionales y memorias de congresos. También organiza una colección de fósiles de Sonora. Ha sido maestro de asignaturas en el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.

**Francisco Javier Grijalva Noriega**, Maestría en Ciencias, Universidad de Sonora, 1994. Técnico Académico Asociado C.



Ha realizado estudios estratigráfico-sedimentológicos a detalle de la Formación Cintura en el área de Cabullona al noreste de Sonora. Actualmente desarrolla estudios estratigráficos en rocas continentales del Jurásico Superior en Sonora centro-septentrional apoyado en el



Ha trabajado esencialmente en el noroeste de Sonora haciendo estudios estratigráficos y sedimentológicos de rocas cretácicas. Ha publicado trabajos en el país y en los Estados Unidos de América. Los resultados obtenidos han permitido cuestionar una de las hipótesis de mayor trascendencia en los últimos 20 años en la geología de Sonora: la megacizalla de Mojave Sonora, una falla lateral izquierda de dimensiones regionales. Animado por estos resultados, inició un proyecto enfocado a la geología de la franja de deformación a lo largo de la cual se definió dicha falla, y que constituye el límite del terreno Caborca y el cratón de Norteamérica. Esta franja, orientada NW-SE, tiene en Sonora una longitud de unos 270 km., y representa un frente de cabalgadura larimídica. Ha impartido varias materias en el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, tanto a nivel de licenciatura como de maestría.

**Pablo Peñaflor Escárcega**, Licenciatura: Facultad de Química, UNAM. Técnico Académico Auxiliar C.



Es responsable del Laboratorio de Química y preparación de muestras. Realiza análisis de roca total y elementos traza, análisis por vía húmeda, análisis gravimétricos y coloración selectiva en muestras de roca y láminas delgadas.

Está especializado en el manejo del espectrofotómetro de absorción atómica.

**Francisco Querol Suñé**, Doctor en Filosofía (Geología), Universidad de Stanford, 1974, Investigador Asociado C.



Especialista en geoquímica inorgánica, ha dedicado toda su vida profesional a la aplicación de esta ciencia al conocimiento de la petrología ígnea, la mineralogía, y la génesis de yacimientos minerales. Actualmente se

dedica al conocimiento y delineación de patrones geoquímicos con objeto de discriminar aquellos de origen natural de los antropogénicos y que puedan ser nocivos al ambiente. Dentro de la línea de investigación: Estudios de geoquímica ambiental, es responsable del proyecto "Geoquímica de elementos traza, nocivos y tóxicos de la zona fronteriza norte de México". Fue profesor del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, en los años 1974-1975 y profesor de carrera en la UNAM durante 10 años.

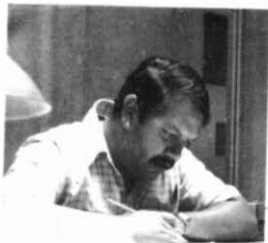
**José Luis Rodríguez Castañeda**, Maestro en Ciencias, Universidad de Pittsburgh, 1984, Investigador Asociado C. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1.



Sus investigaciones recientes están dedicadas a estudios geológicos de la parte central del estado de Sonora, principalmente de rocas jurásicas y cretácicas, con el objeto de caracterizar la complicada historia de actividad orogénica que ha afectado esta parte del país. Estas rocas presentan rasgos indicativos de que han sufrido varias deformaciones. Su interés general incluye geología estructural y tectónica, recientemente inició la aplicación de la percepción remota como apoyo para sus estudios sobre la evolución geológica de la región y del noroeste de México.



**Jaime Roldán Quintana**, Maestro en Ciencias, Universidad de Iowa, 1976, Investigador Titular A. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1.



Ha trabajado durante los últimos veinte años en geología del noroeste de México, especialmente en el estado de Sonora. Ha participado en proyectos de cartografía geológica en los estados de Sinaloa, Sonora y Chihuahua. Actualmente su interés principal es el estudio de las rocas ígneas asociadas al arco Larámide (Cretácico Tardío - Terciario Temprano). Sus publicaciones más relevantes han sido sobre algunos batolitos en la porción central de Sonora, dos Transectos geológicos de carácter regional y la compilación de la geología del noroeste de México que se publicó en la Edición 1992 de la Carta Geológica de la República Mexicana. Actualmente trabaja en los proyectos: "El complejo volcánico de la Sierra Madre Occidental en la porción centro oriental de Sonora" y "Rocas volcánicas e intrusivos asociados en la región de Suaqui Grande - La Dura, Sonora central". De 1975-1980, impartió algunos cursos en el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, a nivel licenciatura.

**Max Suter**

Doctorado en Ciencias de la Tierra, Universidad de Basilea, Suiza, 1978, Investigador Titular B. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Miembro de la Academia de la Investigación Científica.



Sus trabajos y publicaciones en revistas internacionales incluyen análisis, interpretación sísmica y modelado de deformaciones polifásicas en la Sierra del Jura, Francia y Suiza; Tectónica y geología estructural del cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental; medición de esfuerzos por medio de registros geofísicos, y modelado cinemático de secuencias de deformación en medios estratificados afallados. Participación en el proyecto "World Stress Map" del Programa Internacional de la Litósfera y participación en el proyecto "Decade of North American Geology" de la Sociedad Geológica de América. Sus trabajos más recientes incluyen análisis de fallas activas en la Faja volcánica trans-Mexicana.

**Luis Terán Padilla**, Técnico Académico Auxiliar A. Responsable del laboratorio de





corte de rocas y preparación de láminas delgadas para análisis petrográficos.

#### OTRAS ACTIVIDADES.

El personal de la ERNO ha organizado y/o participado en la realización de diferentes eventos. La mayoría se han organizado en forma conjunta con el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora. A continuación se mencionan los de mayor relevancia, así como otras actividades académicas importantes.

En 1978 se organizó el "I Simposio sobre la Geología y Potencial Minero del Estado de Sonora". Este fue el primero de su tipo en Sonora. En 1979 se realizó, en colaboración con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la Asociación de Organizaciones y Asociaciones de Agricultores del Estado de Sonora, el "I Foro Nacional de Aguas Subterráneas y Riego Presurizado". En 1981, la Sección Cordillerana de la Sociedad Geológica de América, realizó en Hermosillo su reunión anual. Fue un evento internacional de gran trascendencia. La International Quaternary Association (INQUA) patrocinó en 1984, a través de la ERNO, el Simposio sobre "Neotectónica y variaciones del nivel del mar en el área del Golfo de California". En 1986 se

realizó el simposio "Nuevas aportaciones a la geología de Sonora", como una contribución a la celebración del Centenario del Instituto de Geología. En 1988, y con la colaboración de la Dirección General de Fomento Minero del Estado de Sonora, y la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C., además de la Universidad de Sonora, se organizó el "II Simposio sobre Geología y Minería de Sonora". En 1993 se llevó a cabo el "III Simposio de la Geología de Sonora y áreas adyacentes". Todos estos eventos han tenido una gran participación de la comunidad geológica, no sólo de Sonora sino del resto de México, de los Estados Unidos de América y de Francia. De estos eventos se han publicado memorias, libretos guía y libros de resúmenes, que están disponibles en la biblioteca de la ERNO, en la del Instituto de Geología en la Ciudad de México, y en la Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.

Durante la 86ava. reunión anual de la Sección Cordillerana de la Geological Society of America, en Tucson, Arizona, en 1992, los investigadores de la ERNO participaron en la organización de dos excursiones geológicas, una a la región de Caborca-Altar, enfocada a la estratigrafía de rocas cretácicas, y otra a la porción central de Sonora, enfocada a las rocas paleozoicas.

En 1991 se publica el Special Paper 254, de la Geological Society of America, titulado, "Studies of Sonoran Geology", editado por Efrén Pérez Segura y César Jacques Ayala. La mayoría de los autores de los artículos que aquí aparecen son o han sido investigadores de la ERNO. Se ha iniciado la preparación de otro volumen sobre rocas mesozoicas de Sonora, el cual se ha enviado a la Geological Society of America, para su publicación. Este volumen fue editado por César Jacques, Carlos González y Jaime Roldán.

## FUTURO DE LA ERNO

El futuro de la ERNO está estrechamente vinculado a las políticas de descentralización que dicte la UNAM, a través del Instituto de Geología. A 20 años de su creación, la Estación Regional del Noroeste, ha contribuído de manera significativa al desarrollo del conocimiento geológico del noroeste de México, tal como se puede ver en su producción y apoyo académico a la Universidad de Sonora.

Mirando hacia el futuro se deberá continuar mejorando el nivel de los investigadores que actualmente existen en la Estación, así como tratar de aumentar el número de ellos. Lo anterior permitirá diversificar las áreas de investigación ya que actualmente son pocas las líneas de investigación sobre las que se trabaja. Con el fin de incrementar los fondos para investigación que actualmente proporciona la UNAM se deberá tratar de hacer un mayor uso de los recursos para investigación que ofrece el Consejo Nacional de Ciencia y

Tecnología (CONACYT), así como otros recursos de la propia UNAM que se ofrecen a través de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA). A la fecha, se cuenta con cuatro proyectos financiados por CONACYT, y uno por la DGAPA.

Con el fin de cumplir con el objetivo de docencia, deberá incrementarse el apoyo a la Universidad de Sonora y a otras instituciones de educación superior en Sonora y en el noroeste del país.

En el aspecto internacional, aunque actualmente se tienen algunos contactos, se deberá tratar de incrementar aquellos que proporcionen apoyo a proyectos en desarrollo.

En resumen, con base en la experiencia adquirida en 20 años de trabajo en investigación, a la madurez alcanzada por los investigadores de la Estación, a su situación geográfica y al apoyo recibido del propio Instituto se augura un futuro promisorio para la Estación Regional del Noroeste.



## PUBLICACIONES

El personal de la ERNO ha publicado más de 300 trabajos, entre artículos científicos en publicaciones arbitradas y no arbitradas, resúmenes de conferencias científicas, y artículos de divulgación. A continuación se enlistan algunas de las publicaciones más importantes o representativas hechas por miembros de personal, como parte de sus proyectos, o como parte de colaboración con investigadores de otras instituciones.

- Almazán-Vázquez, E., 1988, *Geoquímica de las rocas volcánicas de la Formación Alisitos del arroyo La Bocana en el Estado de Baja California Norte*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 7, núm. 1, p. 78-88.
- , 1988, *Marco paleosedimentario y geodinámico de la Formación Alisitos en la Península de Baja California*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 7, núm. 1, p. 41-51.
- , 1989, *El Cámbrico-Ordovícico de Arivechi en la región centro-oriental del Estado de Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 8, núm. 1, p. 58-66.
- Angelier, J. y Colletta, B., 1983, *Tension fractures and extensional tectonics*. Macmillan Journals Ltd. 1983, vol. 301, núm. 5895, p. 49-51 (reimpreso de Nature).
- Angelier, J., Colletta, B., Chorowicz, J., Ortlieb, L., Rangin, C., 1981, *Fault tectonics of the Baja California Peninsula and the opening of the Sea of Cortez, Mexico*. Journal of the Structural Geology, vol. 3, núm. 4, p. 347-357.
- Aubouin, J., Blanchet, R., Carfantan, J.C., Rangin, C., Stephan, J.F. y Tardy, M., 1977, *De la Región Caribeña a las Cordilleras Sur y Norteamericanas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 1, núm. 2, p. 129-132.
- Bernat, M., Christiane, G. y Ortlieb, L., 1980, *Datation de dépôts littoraux du dernier Interglaciaire (Sangamon) sur la côte orientale du Golfe de Californie, Mexique*. Bulletin de la Société Géologique de France, (7), t. XXII, núm. 2, p. 219-224.
- Cevallos-Ferriz, S., Salcido-Reyna, A. y Pelayo-Ledesma, A., 1981 (1983), *Una nueva sección del Precámbrico de Sonora: Los estromatolitos y su importancia en estos estudios*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 5, núm. 1, p. 1-16.
- Cevallos-Ferriz, S. y Weber, R., 1980, *Arquitectura, estructura y ambiente de depósito de algunos estromatolitos del Precámbrico sedimentario de Caborca, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 4, núm. 2, p. 97-103.
- Clark, K.F., Roldán-Quintana, J. y Schmidt, R.H., eds., 1992, *Geology and mineral resources of northern Sierra Madre Occidental, Mexico: Guidebook for the 1992 Field Conference*. El Paso Geological Society, El Paso, TX, xvi-480 p.
- Cochemé, J.J., 1981, *Mise en évidence d'un granite subvolcanique associé aux lavas tertiaires du Sonora (Mexique)*. C.R. Acad. Sci. Paris., T. 293, ser II, p. 989-992.
- Cochemé, J.J., Demant, A., Duffield, W. A., Guerrero-García, J.C., Silva-Mora, L. y Tilling, R. I., 1982, *L'Eruption du volcan Chichonal (mars-avril 1982) dans l'état de Chiapas, Mexique*. C.R. Acad. Sci. Paris, T. 295, Serie II, p. 737-744.
- Cochemé, J.J. y Silva-Mora, L., 1983, *Les éruptions de Mars-Avril 1982 du Volcan Chichonal*. Bulletin Volcanologique, vol. 46, núm. 1, p. 55-69.
- Colletta, B., Angelier, J., Chorowicz, J., Ortlieb, L. y Rangin, C., 1981, *Fracturation et évolution néotectonique de la péninsule de Basse Californie (Mexique)*. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 292, p. 1043-1048.
- Colletta, B. y Angelier, J., 1982, *Sur les systèmes de blocs failles basculés associés aux fortes extensions: étude préliminaire d'exemples ouest-américains (Nevada, U.S.A. et Basse Californie, Mexique)*. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 294, Serie II, p. 467-469.
- Demant, A. y Cochemé, J.J., 1983, *Le volcanisme basaltique mio-pliocène de la frontière Sonora-Chihuahua, Sierra Madre Occidental, Mexique*. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 296, Serie II, p. 1253-1258.
- Demant, A. y Ortlieb, L., 1979, *Plio-Pleistocene volcano-tectonic evolution of La Reforma Caldera, Baja California, Mexico*. International Center on Recent Crustal Movements Bulletin, No. 10, p. 33-34.
- González-León, C., 1980, *La Formación Antimonio (Triásico Superior - Jurásico Inferior) en la Sierra del Alamo, Estado de Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 4, núm. 1, p. 13-18.
- , 1986, *Estratigrafía del paleozoico de la Sierra del Tule, noreste de Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 6, núm. 2, p. 117-135.



- 1988, *Estratigrafía y geología estructural de las rocas sedimentarias cretácicas del área de Lampazos, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 7, núm. 2, p. 148-162.
- Jacques-Ayala, C.**, 1989, *Arroyo Sásabe Formation (Aptian-Albian), northwestern Sonora, México* — *Marginal marine sedimentation in the Sonora back-arc basin*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 8, núm. 2, p. 171-178.
- 1992, *The Lower Cretaceous Glance conglomerate and Morita Formation of the Sierra El Chanate, northwestern Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 10, núm. 1, p. 37-46.
- 1992, *Stratigraphy of the Lower Cretaceous Cintura Formation, Sierra El Chanate, northwestern Sonora, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 10, núm. 2, p. 129-136.
- Jacques-Ayala, C.**, Alencaster, G. y Buitrón B. E., 1990, *Macrofauna marina del Aptiano-Albiano en el área de Caborca, Sonora*. Revista Mexicana de Paleontología, vol. 3, núm. 1, p. 67-77.
- Jacques-Ayala, C.**, García y Barragán, J.C. y De-Jong, K.A., 1990, *Caborca-Altar geology: Cretaceous sedimentation and compression, Tertiary uplift and extension*, en Gehrels, G.E. and Spencer, J.E., eds., *Geologic excursions through the Sonoran Desert region, Arizona and Sonora*, Field-trip guidebook. Arizona Geological Survey, Special Paper 7, p. 165-182.
- Jacques-Ayala, C.**, DeJong, K.A. y García y Barragán, J.C., 1993, *The northern boundary of the Caborca terrane in Sonora - A Laramide thrust fault*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, First circum-Pacific and circum-Atlantic terrane conference, Proceedings, p. 66-68.
- Jacques-Ayala, C.** y Potter, P. E., 1987, *Stratigraphy and paleogeography of Lower Cretaceous rocks, Sierra El Chanate, northwest Sonora, México*, en Dickinson, W.R. y Klute, M.A., eds., *Mesozoic rocks of southern Arizona and adjacent areas*. Arizona Geological Society Digest, vol. 18, p. 203-214.
- Lesage, Ph.**, Kasser, M., Pagaret, J., Ruegg, C. J., **Ortlieb, L.**, Guerrero-García, J.C., Duch, N., **Roldán-Quintana, J.**, Castellanos, F., Montaña, T. R., **Rodríguez-Castañeda, J.L.** y Calmus, T., 1988, *Mediciones geodésicas de largas distancias: aplicación al estudio del movimiento de placas en el Golfo de California*. Geofísica Internacional, vol. 27, núm. 3, p. 351-377.
- Lucas, S. G.** y **González-León, C.**, 1994, *Marine Upper Triassic strata at Sierra la Flojera, Sonora, Mexico*. N. Jb. Geol. Palaont. Mh., 1994, H.1, p. 34-40.
- Malpica-Cruz, V. M.**, **Ortlieb, L.** y Castro del Río, A., 1978, *Transgresiones cuaternarias en la costa de Sonora, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 2, núm. 1, p. 90-97.
- Ortega-Gutiérrez, F.**, **Mitre-Salazar, L. M.**, **Roldán-Quintana, J.**, **Aranda-G., J.**, **Morán-Zenteno, D.**, **Alaniz-A., D.** y **Nieto-S., A.**, 1992, *Quinta Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana, Escala 1:2,000,000 con libro explicativo 74 p.* Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología y Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, C.R.M.
- Ortega-Gutiérrez, F.**, **Mitre-Salazar, L.M.**, **Roldán-Quintana, J.**, **Sánchez-Rubio, G.** y **De la Fuente, M.**, 1990, *North America Continent-Ocean Transects Program Transect H-3: Acapulco trench to the Gulf of Mexico across southern Mexico*. Geological Society of America, Centennial Continent/Ocean Transect Program: Geologic map and sections 1:500,000 and 10 p. of text.
- Mitre-Salazar, L.M.**, **Roldán-Quintana, J.**, **Ortega-Gutiérrez, F.**, **Sánchez-Rubio, G.**, **De la Fuente, M.** y **Colleta, B.**, 1990, *Continent-Ocean Transects Program Transect H-1, La Paz to Saltillo, northwestern and northern Mexico*. Geological Society of America, Centennial Continent/Ocean Transect Program: Two geologic maps and sections 1:500,000 and 7 p. of text.
- Ortlieb, L.**, 1978, *Reconocimiento de las terrazas marinas cuaternarias en la parte central de Baja California*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 2, núm. 2, p. 200-211.
- Ortlieb, L.**, **Malpica-C., V.M.**, 1978, *Reconnaissance des dépôts pléistocènes marins autour du Golfe de Californie, Mexique*. Cahiers O.R.S.T.O.M., Série Géologique, vol. X, núm. 2, p. 177-190.
- Ortlieb, L.**, 1980, *Neotectonics from marine terraces along the Gulf of California*, en **Morner, N.A.**, ed., *Earth Rheology — Isostasy and Eustasy: an Interdisciplinary Symposium*, Stockholm, Sweden (julio 31- agosto 8, 1977), Wiley Interscience Public, p. 497-504.
- 1981, *La ligne de rivage du dernier interglaciaire*.

- cière Autour de la Péninsule de basse Californie et en Sonora (Mexique) reconnaissance générale et implications néotectoniques. Cahiers O.R.S.T.O.M., sér Géol., vol. XII, núm. 2, p. 103-115.
- Ortlieb, L.** y Pierre, C., 1981, *Génesis evaporítica en tres áreas supralitorales de Baja California: contextos sedimentarios y procesos actuales*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 5, núm. 1, 1981 (1983), p. 94-116.
- Pierre, C., **Ortlieb, L.** y Person, A., 1981, *Formation actuelle de dolomite supralittorale dans des sables quarzo-feldspathiques: un exemple au sud de la lagune Ojo de Liebre (Basse Californie Mexique)*. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 293 Serie II, p. 73-78.
- Peiffer-Rangin, F.**, 1979, *Les zones isopiques du Paleozoïque inférieur du nord-ouest mexicain, temoins du relai entre les Appalaches et La Cordillere ouest-américaine*. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 288, Serie D, p. 1517-1519.
- Peiffer-Rangin, F.**, A. Echavarrí-Pérez, Salas-Piza, G. y **Rangin, C.**, 1980, *Sur la présence d'Ordovicien supérieur a Graptolites dans le nord-ouest du Mexique*. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 290, Serie D, p. 13-16.
- Pérez-Segura, E. y **Jacques-Ayala, C.**, eds., 1991, *Studies of Sonoran Geology*. Geological Society of America, Special Paper 254, iii-130 p.
- Pierre, C., **Ortlieb, L.**, 1980, *Sédimentation et diagenese dans trois lagunes evaporitiques de Basse Californie (Mexique); Données géochimiques et isotopiques sur les sédiments et les saumures interstitielles*. Sciences de la Terre, Tome XXIV, p. 129-156.
- Rangin, C.**, 1976, *Le complexe ophiolitique de Basse Californie: une Paléocroûte océanique écaillée. (Péninsule de Vizcaino, Baja California, (Mexique))*. Bulletin de la Société Géologique de France, 7e. Série, t. XVIII, No. 6, p. 1677-1685.
- 1977, *Sobre la presencia del Jurásico superior con amonitas, en Sonora septentrional*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 1, núm. 1, p. 1-4.
- 1977, *Tectónicas sobrepuestas en Sonora Septentrional*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 1, núm. 1, p. 44-47.
- 1978, *Speculative model of mesozoic geodynamics central Baja California to northeastern Sonora (Mexico)* en Howell, D.G. y McDougall, K.A., eds., *Mesozoic paleogeography of the Western United States*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, p. 85-106.
- 1978, *Sur un complexe Volcanique Andésitique du Jurassique Supérieur et ses rapports avec des complexes ophiolitiques sur la marge continentale de Basse Californie (Mexique)*. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 286, núm. 13, Serie D, p. 1049-1052.
- Rodríguez-Castañeda, José Luis**, 1981 (1983), *Notas sobre la geología del área de Hermosillo, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 5, núm. 1, p. 30-36.
- 1988, *Estratigrafía de la región de Tuape, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 7 núm. 1, p. 52-66.
- 1990 (1991), *Relaciones estructurales en la parte centro-septentrional del Estado de Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 9, núm. 1, p. 51-61.
- Rodríguez-Castañeda, J. L.** y Rodríguez-Torres, R., 1992, *Geología estructural y estratigrafía del área entre Guadaluajara y Tepic, estados de Jalisco y Nayarit, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 10, núm. 2, p. 99-110.
- Roldán-Quintana, Jaime**, 1979, *Geología y Yacimientos Minerales del Distrito de San Felipe, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 3, núm. 2, p. 97-115.
- 1981 (1984), *Evolución Tectónica del Estado de Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 5, núm. 2, p. 178-185.
- 1989, *Geología de la Hoja Baviácora, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 8, núm. 1, p. 1-14.
- 1991, *Geology and chemical composition of the Jaralito and Aconchi batholiths in east-central Sonora, México*, en Pérez-Segura, E. and Jacques-Ayala, C., eds. *Studies of Sonoran Geology*. Geological Society of America, Special Paper 254, p. 69-80.
- 1993, *Geologic constraints on the northern limit of the Guerrero Terrane in northwestern Mexico: Proceedings of the First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, p. 124-127.
- Roldán-Quintana, J.**, Lozano-Santacruz, R., Arrazolo-Reyna, S., 1989, *Pegmatitas de la sierra El Jaralito, al suroeste de Baviácora, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 8, núm. 1, p. 15-22.

- Rozo-Vera, Gloria**, 1988, *Distribución de foraminíferos planctónicos en sedimentos superficiales del Golfo de California*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 7, núm. 2, p. 217-225.
- Scott, R.W. and González-León, C.M.**, 1991, *Paleontology and biostratigraphy of Cretaceous rocks, Lampazos area, Sonora, Mexico*, in Pérez-Segura, E. and Jacques-Ayala, C., eds. *Studies of Sonoran Geology*. Geological Society of America, Special Paper 254, p. 51-67.
- Silva-Mora, L. y Cochemé, J.J.**, 1980 (1982), *Estudio químico-petrográfico preliminar de la erupción del Volcán Chichonal, 1982*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 4, núm. 2, p. 186-187.
- Stanley, G. D., González-León, C., Sandy, M.R., Senowbari-Daryan, P. D., Tamura, Minoru and Erwin, D. H.**, 1994, *Upper Triassic Invertebrates from the Antimonio Formation, Sonora*. The Paleontological Society Memoir 36 (Journal of Paleontology, vol. 68, no. 4, supp.), 33 p.
- Stewart, J.H., Poole, G.F., Ketner, K. B., Roldán-Quintana, J. y Amaya-Martinez, R.** 1990, *Tectonics and stratigraphy of the Paleozoic and Triassic Southern margin of North America, Sonora, México*, en Gehrels, G.E. and Spencer, J.E., eds., *Geologic excursions through the Sonoran Desert region, Arizona and Sonora*, Field-trip guidebook. Arizona Geological Survey, Special Paper 7, p. 183-202.
- Stewart, J.H. y Roldán-Quintana, J.**, *Upper Triassic Barranca Group; nonmarine and shallow-marine rift-basin deposits of northwestern Mexico*, en Pérez-Segura, E. and Jacques-Ayala, C., eds., *Studies of Sonoran Geology*. Geological Society of America, Special Paper 254, p. 19-36
- Stewart, H. J. y Roldán-Quintana, J.**, 1994, *Map showing Late Cenozoic extensional tilt patterns and associated structures in Sonora and adjacent areas, Mexico*. United States Geological Survey Miscellaneous Field Studies Map MF-2238 (with text).
- Weber, R. y Cevallos-Ferriz, S.**, 1980, *El significado bioestratigráfico de los Estromatolitos del Precámbrico sedimentario de la Región de Caborca, Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 4, núm. 2, p. 104-110.





### Personal de la ERNO.

#### Académico

Elena Centeno García; Juan Carlos García y Barragán; Carlos M. González León; Francisco Javier Grijalva Noriega; César Jacques Ayala; Pablo Peñaflo Escárcega; Francisco Querol Suñé; José Luis Rodríguez Castañeda; Jaime Roldán Quintana; Max Suter Cargnelutti; Luis Terán Padilla.

#### Administrativo

Raúl Araos Robles; Rosa María Contreras García; Jesús Andrés Duarte Lugo; Manuel Alberto Duarte Quintana; Melva S. Martínez; Rafael Mondragón Belman; Rosario Ramírez Herrera; Rubén Romero Martínez; Francisco Javier Ruelas Gutiérrez; Gloria Saitz Sau; Héctor Symonds Aguirre; Elda Mónica Tellechea Peralta.

### Personal que laboró en la ERNO

#### Académico

Emilio Almazán Vázquez; José A. Arroyo Quintana; Edmundo Campa Meléndrez; Eduardo Cázares Espinoza; Enrique Castillo Mendoza; Alberto Castro del Río; Jean Jacques Cochemé; Bernard Colletta; Emigdio Z. Flores W.; Aarón González; Abelardo Heredia Naal; Tito R. Montaña Jiménez; Jesús Nájera Garza; Luc Ortlieb; Françoise Peiffer-Rangin; Claude Rangin; Edna Patricia Rodríguez Guerra; Rafael Rodríguez Torres; Gloria Roza Vera; Guillermo A. Salas Pizá; Guillermo Terán Martínez; Martín Valencia Moreno.

#### Administrativo

Javier Amador Martínez; Julia Campista Navarro; Alberto Fontes Salcido; Blanca Estela García Castillo; Olga B. Gómez Ciscomani; Rosa María González Bernal; José González Bracamontes; Paulina Yolanda Guzmán Silva; Vilma Mondragón García; †Roberto Montaña Olvera; Francisco Muñoz Miranda; Marta Ramírez Muñoz; Manuel Román Ramírez Murrieta.



Roberto Montaña (1945-1994)

*Ex toto corde, requiescat in pace.*

Explicación de fotos de contraportada

arriba: Vista aérea de los cerros La Proveedora, al oeste de Caborca, en donde aflora el Cámbrico.

abajo: Cortes por erosión en depósitos terciarios, sur de Arizpe, noreste de Sonora.

