

GEOQP-01

### AUSENCIA DEL VULCANISMO BÁSICO RELACIONADO A LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA DE COCOS EN LA REPÚBLICA MEXICANA: ¿CASO ÚNICO EN EL MUNDO?

Surendra P. Verma

Centro de Investigación en Energía, UNAM, Temixco, Mor., México  
E-mail: spv@mazatl.cie.unam.mx

Con base en los datos isotópicos de Sr, Nd y Pb, así como los datos geoquímicos en rocas básicas del Mioceno Tardío al Reciente (9-0 Ma) provenientes del Sur de la República Mexicana y del Centro América, se examina críticamente la posible relación entre el vulcanismo y la subducción de la placa de Cocos. Para el presente estudio, se escogieron rocas básicas con SiO<sub>2</sub> ajustado < 52%, con el propósito de minimizar los efectos de la asimilación de la corteza, y por consecuencia, resaltar la contribución de las fuentes más profundas: la placa subducida de Cocos y el manto. Con los datos de los elementos móviles a relativamente inmóviles y las relaciones isotópicas en este tipo de rocas, se demuestra que la subducción de la placa de Cocos *no* contribuye *en nada* al vulcanismo básico en *todo* el sur de la República Mexicana, siendo esto totalmente contrario a lo que predice la teoría de la Tectónica de Placas y a lo que sucede en Centro América (de Guatemala a noroeste de Costa Rica). En realidad, el vulcanismo Mexicano se relaciona con los procesos vigentes de rompimiento cortical (*rifting*) que han sido inferidos a partir de diversos tipos de observaciones tanto geológicas como geoquímicas y geofísicas. La ausencia de la relación entre el vulcanismo y la subducción de una placa representa probablemente el primer caso sobre la Tierra, donde la subducción vigente de casi la mitad de una placa oceánica no produce ningún vulcanismo básico asociado a este proceso. La presente ponencia se basa en una publicación reciente: Verma, S.P. (2002) *Absence of Cocos plate subduction-related basic volcanism in southern Mexico: A unique case on Earth? Geology* (en prensa), y tiene la finalidad de invitar a todos aquellos que no estuvieran de acuerdo con estas interpretaciones y conclusiones poco convencionales, pero sí quisieran discutir las en un foro científico; éste, además del presente Congreso, podría ser el de "Comment and Reply" en la revista *Geology*. Concluyo diciendo que estos resultados "no tradicionales" invalidan la aplicación, en forma rutinaria e indiscriminada, de la teoría de la Tectónica de Placas a problemas del vulcanismo Mexicano.

GEOQP-02

### PERFIL ISOTÓPICO DEL VOLCÁN DE COLIMA

Valdez-Moreno G.<sup>1</sup>, Schaaf P.<sup>1</sup>, Solis-Pichardo G.<sup>2</sup>, Hernández-Treviño T.<sup>1</sup>, Morales-Contreras J.<sup>1</sup> y Martínez-Serrano R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: valdez@servidor.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM

El Volcán de Colima se ubica al occidente del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), en una zona influenciada por la subducción de la placa Rivera debajo de Norteamérica y por la extensión que afecta el rift de Colima. El Volcán de Colima está formado por varios derrames de lava de composición andesítica, flujos piroclásticos, depósitos de avalancha y depósitos de pomez de caída. Con el objetivo de determinar el perfil isotópico del Volcán de Colima y el origen de la fuente de magmas de afinidad alcalina y calcoalcalina contemporáneos en la región, se seleccionaron varios eventos volcánicos con edades conocidas. Se colectaron muestras representativas de dichos eventos, se analizaron elementos mayores, elementos traza, isótopos de Sr, Nd y por primera vez isótopos de Pb. Los resultados obtenidos hasta el momento corresponden a los eventos ocurridos desde hace 133 años hasta el presente (1869, 1913, 1962, 1998, 2001 y 2002). Los patrones de multielementos para los magmas alcalinos y calcoalcalinos presentan picos negativos de Nb y Ta, y un pico positivo de Pb, que son características de un ambiente de subducción. Las rocas alcalinas tienen patrones de tierras raras ligeras más enriquecidos que las rocas calcoalcalinas, así como ligeros enriquecimientos de tierras raras pesadas comparadas con las rocas calcoalcalinas, lo que sugiere la presencia de granate o anfíbol como fase residual en la fuente. Los isótopos de Pb muestran que las rocas de la erupción de 1913 tienen relaciones isotópicas de 206Pb/204Pb=18.570-18.585 ligeramente más radiogénicos que los demás eventos; el e-Nd varía entre +6.30 y +6.92. El valor más alto le corresponde al evento de la formación del domo del 2002, y puede ser interpretado como el producto de la inyección de un magma que proviene de una fuente de tipo empobrecido. En comparación con otros estratovolcanes del CVM, como el Pico de Orizaba, Nevado de Toluca y Popocatepetl, los magmas del Volcán de Colima son isotópicamente los más primitivos del Cinturón Volcánico Mexicano.

GEOQP-03

### GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PORCIÓN SUR DEL GRABEN TEPIC-ZACOALCO: CAMPO VOLCÁNICO ACATLÁN, JAL.

Maldonado-Sánchez Ma. G.<sup>1,2</sup>, Schaaf P.<sup>1</sup> y Rosas-Elguera J.<sup>3</sup><sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: magmaldonado@hotmail.com

<sup>2</sup> Consejo de Recursos Minerales<sup>3</sup> Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

En el Bloque Jalisco (BJ), la diversidad de las rocas volcánicas que afloran es consecuencia del ambiente tectónico complejo que existe. Las unidades volcánicas pliocuaternarias, se concentran principalmente dentro los sistemas de fallas que forman los grabenes Tepic-Zacoalco, Chapala y Colima. En estas zonas, los centros eruptivos varían en la naturaleza y composición de sus productos alternando periodos de vulcanismo alcalino con calcoalcalino, así como riolítico con basáltico.

En la porción sur del Graben Tepic-Zacoalco, cerca de la confluencia con el Graben de Colima y Chapala, los productos volcánicos que constituyen el Campo Volcánico Acatlán (CVA) presentan bimodalidad en el sentido ácido-básico. Son depósitos que fueron emitidos a través de fisuras formando domos, conos de escoria y derrames de lava. La composición varía de riolítica (~70 wt% en SiO<sub>2</sub>) a andesítica-basáltica (~54.8 wt% en SiO<sub>2</sub>), observándose también de composición dacítica (~62.6 wt% en SiO<sub>2</sub>).

El vulcanismo del CVA inició con la emisión de lavas andesítico-basálticas, constituidas por fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno y escasos cristales de olivino en matriz microlítica, así como de flujos dacíticos altamente fluidales con horizontes de esferulitas. La actividad continuó con la emisión de domos de composición riolítica, constituídos por cristales euhedrales a anhedrales de biotita y hornblenda de hasta 3 mm de tamaño, cristales de plagioclasa de 1 mm, así como escaso sanidino y cuarzo.

El vulcanismo explosivo esta representado por los flujos piroclásticos y de caída de la Ignimbrita Acatlán. Es un depósito que está constituido por varias unidades de flujo, con sus límites claramente definidos por una capa basal de grano fino; se observan surges y delgados horizontes de caída (~15 cm de espesor), ambos con clastos juveniles de pómez africa de color blanca o rosa. Además presenta clastos de pómez de dos composiciones: pómez blanca de composición riolítica en la parte inferior y pómez traquiandesítica color negro en la porción superior del depósito. Esta unidad está afectada por fallas normales, que la ponen en contacto con las lavas andesítico-basálticas.

La actividad volcánica continuó con la extrusión de domos riolíticos y flujos piroclásticos asociados, así como de conos de lava dacítica y conos de escoria, culminando con la emisión de flujos de lavas masiva de composición traquiandesítica, constituida por cristales de clinopiroxeno y olivino.

La geoquímica de elementos mayores y elementos traza realizado a 10 muestras del CVA, indican de acuerdo al diagrama de sílice vs alcalis, que las rocas son de naturaleza calcoalcalina relacionadas a subducción. Esto se confirma con los patrones obtenidos de tierras raras, en los que existe un enriquecimiento de tierras raras ligeras respecto a las tierras raras pesadas. Las relaciones isotópicas obtenidas para 206Pb/204Pb varían de 18.61 a 18.74, la relación 207Pb/204Pb varía de 15.57 a 15.64 y 208Pb/204Pb varía de 38.37 a 38.67; los valores más bajos corresponden a las rocas andesíticas, mientras que los valores altos pertenecen a los flujos dacíticos. El ENd varía de 2.32 (lava dacítica) a 5.23 (andesita). Los datos isotópicos presentados indican influencia de la corteza continental superior, provenientes de un manto enriquecido, así como distintas fuentes que dieron origen a las rocas del CVA.

GEOQP-04

### VARIACIONES PETROGRÁFICAS Y GEOQUÍMICAS-TEMPORALES DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Sosa-Ceballos G.<sup>1</sup>, Solís-Pichardo G.<sup>2</sup>, Schaaf P.<sup>3</sup>, Siebe C.<sup>3</sup>, Martínez-Serrano R.<sup>3</sup>, Hernández-Treviño T.<sup>3</sup>, Morales-Contreras J.<sup>3</sup> y Hernández-Bernal M.S.<sup>2</sup><sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNAM

E-mail: giovas@correo.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM<sup>3</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

El volcán Popocatepetl es un estratovolcán de composición andesítico-dacítica ubicado a 65 km al sureste de la ciudad de México. La edad de los principales eventos volcánicos no se conoce con precisión debido a la falta de fechamientos sistemáticos, en particular los eventos más antiguos al último colapso del cono, hace 22000 años. Tan sólo se tienen datos paleomagnéticos que limitan su edad por medio de polaridad normal, a no más allá de 730 mil años.

Como es característico en los estratovolcanes, la historia eruptiva del Popocatepetl está conformada por alternancias de eventos efusivos y explosivos. Estos últimos han provocado el colapso y destrucción parcial de la cima de las estructuras previas al edificio actual del Popocatepetl. En adición, erupciones piroclásticas recientes han cubierto y ocultado dichos eventos, lo que hace difícil la reconstrucción de la historia eruptiva del Popocatepetl. El objetivo de la investigación es el de identificar las posibles variaciones petrográficas y geoquímico-temporales de los principales eventos ocurridos en el volcán.

Los materiales hasta ahora estudiados consisten en pómez, dacitas, andesitas y escorias menores a los 22000 años. Existe una marcada dispersión de las concentraciones de elementos mayores para las lavas y escorias emitidas por el volcán, sobre todo para aquellos productos emitidos en los últimos seis años de actividad. Así se tienen concentraciones de sílice que van de 53.75 a 62.92%. No se observan cambios importantes en las

concentraciones de los elementos traza, mientras que algunas relaciones muestran variaciones importantes como Th/Hf (0.81 hasta 1.4) o en Ta/Yb (0.12 hasta 0.34).

Los resultados hasta ahora obtenidos permiten proponer la existencia de procesos de asimilación y contaminación cortical (por la inclusión de xenolitos de rocas metamórficas, sedimentarias y graníticas en las pómez) de los magmas. En adición, la presencia de pómez y lavas bandeadas con ligeras diferencias mineralógicas y químicas permiten también identificar la existencia de procesos incompletos de mezcla de magmas para los eventos menores a 22000 años. Estos resultados son importantes para el monitoreo del volcán, ya que permiten describir cambios en el magmatismo para los últimos seis años.

Actualmente se está trabajando en la caracterización de las relaciones isotópicas de Sr, Nd y Pb de los eventos volcánicos mayores a 22000 años para continuar con los estudios sobre las posibles variaciones con respecto al tiempo del Popocatepetl.

GEOQP-05

#### COMPARACIÓN MINERALÓGICA, GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA ENTRE EL CAMPO VOLCÁNICO DE TENANGO, Y EL ESTRATOVOLCÁN NEVADO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

Raymundo G. Martínez-Serrano<sup>1</sup>, Peter Schaaf<sup>1</sup>, Gabriela Solís-Pichardo<sup>2</sup>, Ma. del Sol Hernández-Bernal<sup>2</sup>, Teodoro Hernández-Treviño<sup>1</sup> y Juan Julio Morales-Contreras<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM

El campo volcánico de Tenango y el Nevado de Toluca son dos regiones vecinas pertenecientes al actual frente activo de la Faja volcánica Transmexicana. El campo volcánico está formado por más de 40 conos cineríticos, domos y derrames de lava de fisura, cuya distribución podría indicar la existencia de un fracturamiento distensivo este-oeste. El Nevado de Toluca es un estratovolcán formado en la intersección de tres sistemas de fallas, cuyos eventos parecen haberse iniciado hace 1.5 Ma. Los últimos eventos volcánicos del Nevado de Toluca son casi contemporáneos con la formación de conos en Tenango. Con el fin de contribuir al entendimiento sobre la procedencia y posibles eventos petrogenéticos ocurridos en ambas regiones volcánicas se realizó, de manera detallada, una caracterización mineralógica, geoquímica e isotópica de los principales eventos volcánicos.

La región de Tenango muestra diferentes productos volcánicos como escorias, lavas y cenizas cuya composición ha cambiado con respecto al tiempo de andesitas basálticas a andesitas. Las texturas son afáníticas con escasos fenocristales de plagioclasa (An54-60) y olivino (Fo84-86) en las andesitas basálticas. Clinopiroxeno (Wo35-45 En44-53 Fs7-14) y ortopiroxeno (Wo3-13, En70-88, Fs10-20.) se presentan en

finos cristales diseminados. En ciertas lavas se observa algunas veces cuarzo y olivino rodeados por coronas de reacción de clinopiroxenos de composición similar a la señalada anteriormente. Esto puede indicar la existencia de procesos incompletos de mezcla de magmas. Las lavas y pómez del Nevado de Toluca son predominantemente dacíticas aunque se pueden identificar pulsos de inyección andesítica en los eventos de 1.5 Ma, 24000 y 10000 años. Las texturas son en general porfídicas. Los fenocristales y microlitos de plagioclasa presentan una composición similar (An32-54), aunque se observan algunos cristales con zoneamiento normal. En la mayor parte de lavas y pómez derivados del Nevado de Toluca, únicamente se observa ortopiroxeno en fenocristales (Wo2-3 En70-78 Fs19-28 núcleos y Wo1-3, En55-76, Fs22-44 bordes). Esto permite fácilmente distinguir la procedencia de flujos piroclásticos similares derivados de otros volcanes. Existe también clinopiroxeno en algunas dacitas del Nevado pero en cristales pequeños y de composición similar a la obtenida en las lavas de Tenango. El anfíbol observado en los productos dacíticos del Nevado varía de pargasita a hornblenda-pargasítica muy similar a la de otros arcos volcánicos.

Datos geoquímicos de elementos mayores y traza muestran un carácter calcoalcalino para las rocas de ambas regiones. Ciertas relaciones de elementos traza e isotópicas indican que los magmas de las dos regiones fueron producidos por la fusión parcial de un manto empobrecido y modificado por fluidos de la placa en subducción. Los resultados geoquímicos permitieron además confirmar que los productos volcánicos de ciertos conos localizados en fallas este - oeste, en la región de Tenango, fueron producidas por un mismo fenómeno magmático, pero sin ninguna relación con los magmas del Nevado.

Los resultados isotópicos de  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  varían de 0.7037 a 0.7042 para rocas del Nevado y de 0.7037 a 0.7045 para Tenango. El epsilon Nd varía de 4.37 a 6.67 para el estratovolcán y de 2.24 a 6.85 para el campo monogenético, lo que indican una muy baja contaminación cortical en comparación con otros estratovolcanes de la Faja Volcánica Transmexicana.

Los datos isotópicos de plomo son muy similares para las dos regiones estudiadas:  $206\text{Pb}/204\text{Pb}$  varía de 18.553 a 18.689,  $207\text{Pb}/204\text{Pb}$  varía de 15.544 a 15.617 y  $208\text{Pb}/204\text{Pb}$  varía de 38.192 a 38.496. Estos datos isotópicos de plomo definen una línea de mezcla entre una componente mantélica tipo MORB y una corteza continental de características isotópicas similares a las del complejo Acatlán. Finalmente, se puede afirmar que los productos volcánicos derivados del Nevado de Toluca fueron originados por una fuente con características muy similares e isotópicamente poco variable, mientras que las lavas y piroclastos de una gran parte del campo monogenético de Tenango muestran una relativa mayor variación geoquímica e isotópica lo que indican una mayor interacción de los magmas con la corteza.

GEOQP-06

### MAGMATISMO ADAKÍTICO EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA: PETROGÉNESIS E IMPLICACIONES TECTÓNICAS

Arturo Gómez-Tuena<sup>1</sup>, Fernando Ortega-Gutiérrez<sup>2</sup>, Charles H. Langmuir<sup>3</sup> y Steven L. Goldstein<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro de Geociencias, UNAM, Juriquilla, Qro., México

E-mail: tuena@servidor.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM

<sup>3</sup> Department of Earth and Planetary Science, Harvard University, Cambridge, MA.

<sup>4</sup> Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, NY.

Al menos cinco campos volcánicos miocénicos de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) contienen rocas ígneas con características adakíticas: altos contenidos de SiO<sub>2</sub> (>56%) y valores altos en las relaciones Sr/Y (>40) y La/Yb (>15). La señal adakítica de estas rocas también correlaciona con el grado de empobrecimiento isotópico: valores bajos en las relaciones 206, 207, 208Pb/204Pb y 87Sr/86Sr y valores altos en la relación 143Nd/144Nd. Estas características geoquímicas requieren de la fusión parcial de un componente litológico isotópicamente empobrecido que haya estabilizado granate en su paragénesis residual. Diversos estudios en arcos de islas han reconocido que el origen primario de estas rocas debe estar relacionado con la fusión parcial de la corteza oceánica subducida, metamorfozada en facies de eclogita o anfibolita. Sin embargo, definir el origen de estas rocas en un arco continental es mucho más complicado pues la fuente eclogítica o anfibolítica puede estar también ubicada en la corteza continental. Es decir, la señal adakítica observada en la FVTM puede estar relacionada también con la fusión y/o asimilación de la corteza continental. Existen varios argumentos que no son compatibles con la participación de la corteza continental en el origen de estos magmas: (1) Algunas de estas rocas fueron emplazadas en zonas en donde el espesor cortical no excede los 25-30 km y por lo tanto el granate no debería ser una fase estable en la corteza inferior; (2) Los datos isotópicos de los xenolitos corticales colectados en México son muy distintos a los de las rocas adakíticas. Por ejemplo, las adakititas del Mioceno medio colectadas en Chalcatzingo, Morelos, cuya composición isotópica es casi indistinta a la del MORB pacífico, contienen xenolitos anfibolíticos y granulíticos con granate, pero su composición isotópica es mucho más enriquecida. Por lo tanto, el origen de estas adakititas no puede estar relacionado con la fusión parcial y/o la asimilación de los xenolitos que contiene; (3) Es notable que las rocas volcánicas plio-cuaternarias de la FVTM no muestran valores altos en la relación Sr/Y a pesar de que con frecuencia alcanzan el mismo contenido de SiO<sub>2</sub>. Si la corteza continental fuera la responsable de la formación de las adakititas miocénicas, y el basamento cortical no ha variado significativamente en los últimos 16 Ma ¿por qué no observamos la misma señal adakítica en rocas más recientes? Los argumentos y los datos descritos anteriormente señalan que los mecanismos tectónicos

operantes durante la evolución temprana de la FVTM debieron ser favorables para inducir la fusión parcial de la corteza oceánica. El establecimiento de una geometría de subducción esencialmente horizontal durante el Mioceno medio probablemente permitió la transferencia del foco principal de magmatismo hacia porciones muy alejadas de la trinchera (~500 km), y también parece ser la responsable de producir un recalentamiento anómalo en la placa oceánica subducida e inducir su fusión parcial.

GEOQP-07

### MORFOLOGÍA Y RASGOS ESTRUCTURALES DEL ANILLO DE LA CALDERA TILZAPOTLA

Leticia A. Alba y Dante J. Morán

Instituto de Geología, UNAM

E-mail: aldave@servidor.unam.mx

Las ignimbritas y lavas del centro volcánico de Tilzapotla son los restos de una gran caldera de aproximadamente 35 km de diámetro que se formó durante el Eoceno. A pesar de que se encuentra en una zona en la que se han efectuado diversos trabajos clásicos de autores como Fries, no había sido reportada. Gracias a una imagen de satélite fue posible observar su rasgo semicircular y se pensó que podía tratarse de una caldera. A partir de este descubrimiento se trató de reconocer los diferentes elementos morfológicos y estructurales de una caldera como son: el borde topográfico, la pared interior, el collar de colapso, las fallas de anillo, el relleno intracaldera, el piso de la caldera y la cámara magmática.

Para su estudio, la caldera Tilzapotla cuenta con tres ventajas: 1) se encuentra profundamente erosionada, lo que ha permitido observar secciones del dique de las fallas de anillo y parte de la cámara magmática; 2) se formó en una zona de afloramiento de rocas cretácicas marinas lo que facilitó la identificación del collar de colapso conformado por brechas calcáreas en matriz ignimbrítica; 3) es una estructura aislada lo que ha permitido definir el borde de la caldera a pesar de encontrarse tan denudada y con el relieve invertido.

Al norte de Huitzuc y en el cañón Cacahuaxtla se han podido observar fragmentos del dique de anillo formado por rocas subvolcánicas de composición dacítica.

A lo largo de la Autopista México Acapulco se encuentran afloramientos espectaculares de brecha de caliza con matriz de ignimbrita que se acumularon durante el colapso de la caldera. Estas brechas se pueden dividir en dos grupos de acuerdo al tamaño de sus fragmentos: 1) mesobrechas formadas por clastos de caliza pequeños a medianos y 2) megabrechas formadas por clastos tan grandes que no es posible distinguir la naturaleza fragmentaria del afloramiento.

La mesobrecha se puede interpretar como resultado del deslizamiento de pequeños fragmentos de las paredes de la caldera que se depositaron simultáneamente con las ignimbritas, mientras que las megabrechas se formaron a partir

de grandes derrumbes de las paredes durante las etapas iniciales del colapso y se encuentran en la parte baja de la secuencia de relleno.

## GEOQP-08

**NA-LOSS AND K-ENRICHMENT IN COMENDITES OF THE AMAZCALA CALDERA, QUERÉTARO, MÉXICO. AN EXAMPLE OF A CORRECTION APPLIED TO HYDRATED GLASSES**

Aguirre-Diaz Gerardo<sup>1</sup> y Lozano-Santacruz Rufino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Geociencias, UNAM, Juriquilla, Qro., México

E-mail: ger@geociencias.unam.mx

<sup>2</sup> LUGIS, Instituto de Geología, UNAM

The Amazcala caldera is 30 km northeast of Queretaro City, Mexico, in the central sector of the Mexican Volcanic Belt. It is 14x11 km in size and was active at 7.3-6.6 Ma ago.

All caldera products are peralkaline rhyolites, more precisely comendites. Secondary hydration caused Na-loss and K-enrichment on pumices, a relatively common process in silicic glasses. The major element chemistry of the hydrated pumices was corrected on the basis of the relatively dryer co-magmatic obsidian also erupted by this caldera. The corrected values substantially changed the original classification scheme of the Amazcala caldera units and avoided geochemical misinterpretations. The glasses analyzed are mostly non-devitrified and with similar high SiO<sub>2</sub> contents, but they are hydrated. This hydration is particularly high in the pumices, and low in the obsidians, as shown by the corresponding loss of ignition (LOI) values of XRF analyses. Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O are the most affected major components. This is evident in the total alkali-silica (TAS) and in the SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O classification plots that show an unreal enrichment of K<sub>2</sub>O up to almost 8 wt%. In contrast, components apparently not affected by hydration such as Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, change little with respect LOI. Therefore, a correction must be applied to the measured values of Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O in order to have useful data.

The effect of total water, assumed here to mostly accounts for the LOI content, in Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O show two tendency lines, the former decreases and the latter increases with hydration. As the obsidians represent the glasses that remained practically unchanged with LOI variation, their Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O values were used as the reference "unchanged" values with hydration. The relative difference in percent (RD%) of the pumice glass with respect obsidian was used to obtain the correction factor to be applied. We used the equation of the curves from the plots of measured Na<sub>2</sub>O and measured K<sub>2</sub>O with their corresponding RD% (Table 1). The glasses of Amazcala caldera were then corrected, including the obsidians. However, the correction needed for obsidians was practically zero. In contrast, the pumices needed higher correction values, reaching correction factors of over 3. The measured values were re-calculated on the basis of this correction. These new calculated values were normalized volatiles-free and the normalized data were used in all the classification plots.

By comparing the differences in the TAS and SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O classification plots using the corrected and uncorrected values, the unreal 8 wt% values of K<sub>2</sub>O changed to the more realistic values of about 5 wt%. Without correction the alumina-saturation classification of the Amazcala pumices would be peraluminous instead of peralkaline and therefore, they would not be comendites as defined by MacDonald (1974). This correction could be applied in other volcanic centers that include non-devitrified co-magmatic pumices and obsidians with about the same SiO<sub>2</sub> contents.

## GEOQP-09

**BOSTONITA Y LAMPRÓFIDOS CALCICALINOS EN EL NORESTE DEL ESTADO DE ZACATECAS**

Luis Enrique Ortiz Hernández, José de Jesús Parga Pérez,

Kinardo Flores Castro y Otilio Arturo Acevedo Sandoval

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

E-mail: leoh@uaeh.reduaeh.mx

Un cuerpo hipabisal de bostonita y diques y dique-estratos melanocráticos ricos en hornblenda del clan de los lamprófidos calcicalinos (espesartitas y appinitas), ocurren en el noreste del estado de Zacatecas, cerca del límite con el estado de Coahuila. Estas rocas forman parte de dos complejos plutónico-hipabisales con afinidad alcalina y calcicalina formados de gabro, diorita, sienodiorita, sienita y monzonita, que intrusan rocas calcáreas y clásticas mesozoicas en la sierra de El Astillero-Rocamontes, en la porción sudoccidental de la Curvatura de Monterrey.

La sierra de El Astillero-Rocamontes corresponde a una sierra elongada que forma un anticlinorio con plegamiento asimétrico orientado al NW-SE. El análisis estructural de las formaciones calcáreas y clásticas en el área estudiada muestra un rumbo promedio de estratificación de N36°W; 13°NE. Las fallas normales que afectan a los pliegues forman dos sistemas: el principal con un rumbo N65°E; 75°NW y el subordinado con rumbo N70°-75°W; 70°SW.

Las sienitas y monzonitas hospedan mineralización aurocuprífera en stockworks con malaquita o azurita y oro nativo o electrum, asociado con hematita, goethita y jarosita en zonas de oxidación o como reemplazamiento en skarns de grosularita o andradita-dióxido±wollastonita; la bostonita y sienitas albergan vetas de barita y existe diseminaciones de minerales de uranio (torbernita y tyuyamonita) de origen hidrotermal en brechas dolomitizadas de la Formaciones Zuloaga y La Caja.

La ocurrencia de la bostonita y los lamprófidos a proximidad de rocas alcalinas en el vecino estado de Coahuila y su estrecha relación con un lineamiento regional (lineamiento de Ciénega de Rocamontes con orientación NW40°-52°SE y longitud >60 km) interpretado como una falla a rumbo senestral de edad laramídica, que limita al E el bloque de Concepción del Oro y es casi paralelo al lineamiento de San

Tiburcio, que marca el límite entre los terrenos tectonostratigráficos Tepehuano and Guachichil, sugiere un régimen tectónico transpresivo que causó fracturamiento profundo en una corteza de tipo continental, lo que propició el emplazamiento de magmas de tipo bostonítico-lamprofídico.

## GEOQP-10

### CARACTERÍSTICAS PETROLÓGICAS Y GEOQUÍMICAS DE LOS BASALTOS DE PUNTA MITA, NAYARIT

Cruz-Ocampo Juan Carlos<sup>1,2</sup>, Prol-Ledesma Rosa Ma.<sup>1</sup> y Canet Carles<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: ccarlos@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, UNAM

La península de Punta Mita, Nayarit, se ubica en el límite NW del Bloque de Jalisco, en el extremo occidental de la Faja Volcánica Transmexicana. En la Península de Punta Mita, Nayarit, Se encuentran diversos afloramientos de rocas extrusivas, dentro de estas rocas se tienen riolitas al NW de Punta Mita fechadas por Gastil, 1979, con 11.1 Ma., las cuales corresponden a la Sierra Madre Occidental. Basaltos de Punta Negra fechados por Gastil, 1979, con 10.2 Ma., así como basaltos hacia la parte SE entre Punta Pantoque, Punta el Burro y Punta las Cargadas en flujos de lava basálticas, diques y flujos piroclásticos con clastos de basalto vesicular, estas rocas no han sido estudiados a detalle y algunos autores las refieren, pero en realidad hablan de rocas ubicadas hacia Punta Rosa, al NE de Punta Mita.

Las rocas de la porción SE corresponden a flujos de lavas basálticas del tipo de basaltos vesiculares, los cuales se prolongan desde la costa hasta el piso marino, se encuentran intercalados con flujos piroclásticos los cuales contienen clastos de basalto vesicular, areniscas epiclásticas y arenisca-conglomerado, también se aprecian en la costa pillow lavas asociadas a lavas basálticas, estas rocas presentan una alteración abundante sobre todo de la matriz, en promedio de un 50% al 60% de la roca total, esto es un factor de ha impedido realizar fechamiento a las rocas y el uso de determinados diagramas, por la movilidad de los elementos (incertidumbre).

Las rocas se clasifican como Basalto a Basalto vesicular, de textura afanítica, vesicular. Presenta la siguiente mineralogía: Plagioclasas en fenocristales de euhedrales a subhedrales de textura seriada, zonada y maclada, en ocasiones como glomeroporfidos asociados a piroxenos y olivino, también como microcristales formando parte de la matriz de la roca asociados a vidrio, celadonita, carbonatos, material arcillosos y óxidos e hidróxidos de Fe. Clinopiroxeno-Augita, en fenocristales y microcristales de euhedrales a subhedrales, en glomeroporfidos con plagioclasa y olivino, también diseminados en la matriz. Olivino se aprecian fenocristales y microcristales anhedrales en glomeroporfidos con plagioclasas y clinopiroxenos, también diseminados en la matriz al igual que zircón y barita

(accesorios). Minerales opacos (magnetita, pirita), como secundarios: hematita, goethita-limonita, celadonita (como alteración parcial de la matriz y como relleno parcial de vesículas, calcita (en vetillas y como relleno parcial de vesículas), zeolitas (heulandita, analcima, como relleno parcial de vesículas), devitrificación de la matriz y materiales arcillosos (palagonita? y esmectita?).

Por tanto se concluye que se trata de basaltos (diagrama de Winchester & Floyd, 1977), característico de ambiente tectónico intra placa (diagrama de Pearce & Cann, 1973; Pearce & Norry, 1979) y carácter químico de basaltos calci-alcalino (Irving & Baragar, 1971), presentando afinidad con las series calci-alcalinas de la Faja Volcánica Transmexicana que se asocian a un magmatismo y vulcanismo indicativo de zonas de subducción. Los basaltos de Punta Mita se asocian a un rifting continental por la tectónica extensional en el oeste de México del Neógeno (Mioceno-Plioceno).

## GEOQP-11

### FORMACIÓN DE MONTÍCULOS DE CALCITA EN LAS VENTILAS HIDROTERMALES SUBMARINAS DE PUNTA MITA, NAYARIT, MÉXICO

Carles Canet<sup>1</sup>, Rosa María Prol-Ledesma<sup>1</sup>, Juan Carlos Cruz-Ocampo<sup>1</sup> y Joan-Carles Melgarejo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: ccanet@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals, Universitat de Barcelona, España

La formación de numerosos montículos de calcita en relación a la actividad hidrotermal submarina de Punta Mita (Nayarit, México) proporciona un ejemplo excepcional de depósito submarino de toba calcárea. La actividad hidrotermal que origina los montículos consiste en una emisión de agua y gas a 85°C, a unos 10 m de profundidad, a través de una fisura de 100 m de longitud desarrollada en rocas basálticas parcialmente cubiertas por sedimentos no consolidados. El gas se compone principalmente de nitrógeno (88%) y metano (12%), y el agua termal está significativamente diluida respecto al agua de mar (salinidad del término extremo de 1.51%). La emisión de fluidos hidrotermales se focaliza en un conjunto de ventilas o surgencias submarinas separadas por algunos metros, alrededor de las cuales se desarrollan los montículos de toba calcárea. Debido a la escasa profundidad, la acción de las corrientes y del oleaje limitan el desarrollo de los montículos. El mayor montículo que se ha identificado alcanza 2.5 m de diámetro y 0.75 m de altura. Aparte de calcita, en los montículos hay cantidades variables de barita, sulfuros (principalmente pirita y cinabrio) y fosfatos (carbonatohidroxilapatito), además de abundantes fragmentos detríticos y bioclásticos que son cementados por la calcita. Las rocas encajonantes de composición basáltica están alteradas hidrotermalmente a una asociación de celadonita, calcita, zeolitas y pirita.

Los montículos submarinos de toba calcárea de Punta Mita muestran muchas similitudes texturales con los depósitos de travertino que usualmente se forman en las fuentes termales subaéreas. Texturalmente se reconocen dos generaciones de calcita. La primera desarrolla agregados botroidales de cristales fibrosos de hasta 250 micras de longitud, mientras que la segunda cementa los fragmentos detríticos y bioclásticos y rellena la porosidad, y consiste en agregados de cristales idiomórficos de algunas decenas de micras. Los análisis isotópicos realizados en los cristales de calcita muestran un fuerte empobrecimiento en  $^{13}\text{C}$ , proporcionando valores de  $\delta^{13}\text{C}$  muy negativos (valor mínimo de  $-39.2\%$  PDB). Estos valores corroboran el importante papel de las comunidades bacterianas en el proceso de precipitación de la calcita, mediante la oxidación del metano emitido por las ventilas. Punta Mita constituye un ejemplo inusual de precipitación de carbonatos derivada de la oxidación bacteriana de metano bajo condiciones hidrotermales.

## GEOQP-12

**LAS ROCAS MÁFICAS: CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS Y GEOQUÍMICAS DEL EVENTO VOLCÁNICO PINACATE, CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE NW DE SONORA, MÉXICO**

Paz Moreno Francisco A.<sup>1</sup> y Demant A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Geología, Universidad de Sonora

E-mail: paz@aurora.geologia.uson.mx

<sup>2</sup> Laboratoire de Pétrologie Magmatique, Uni. Aix-Marseille, Francia

El Campo Volcánico El Pinacate (CVP), situado en el extremo NNW de Sonora, es el campo volcánico Cuaternario (~1.5 Ma a 10 ka.) más grande de la región noroccidental de México, con una superficie de ca. 2000 Km<sup>2</sup>. Es conocido por su riqueza en morfologías volcánicas, en variedad y cantidad de edificios (>400 volcanes), y por el excelente estado de conservación de sus afloramientos.

Se presentan 52 nuevos análisis químicos de roca total, representativos las rocas máficas del CVP. Pertenecen a los afloramientos del Evento Volcánico Pinacate considerado de edad cuaternaria-histórica.

Las lavas de este Evento son por lo general porfíricas con fenocristales de plagioclasa > olivino > clinopiroxeno, aunque a veces el clinopiroxeno > olivino, y en ocasiones aparecen óxidos Fe-Ti. Estos fenocristales están contenidos en una matriz que tiene la misma mineralogía de los fenocristales y a menudo suele dominar el clinopiroxeno o los óxidos de Fe-Ti; es frecuente la presencia de vidrio de tipo sideromelano.

Las 52 lavas geoquímicamente analizadas están conformadas por los siguientes grupos litológicos: 28 basaltos, 23 hawaitas y 1 mugearita.

El 40% de las lavas presentan nefelina normativa y ésta domina en las hawaitas; sobre el 60% restante aparece la hiperstena normativa pero se caracteriza por la ausencia de cuarzo normativo.

Son lavas relativamente evolucionadas, generalmente con valores de  $\text{Mg}/\text{V} < 55$  salvo raras excepciones, son pobres en Cr y Ni, contienen  $\text{TiO}_2 > 2$  y son predominantemente sódicas.

Se trata de rocas de naturaleza alcalina a transicional alcalina, emplazadas en un ambiente tectónico de intraplaca continental.

## GEOQP-13

**PETROLOGÍA DEL VOLCANISMO TERCIARIO DE AFINIDAD POTÁSICA, RANCHOS SAN HIPÓLITO Y EL CÚMARO, MPIO. DE TRINCHERAS SONORA, MÉXICO**

Tarazón Pacheco Ramses A. y Paz Moreno Francisco A.

Depto. de Geología, Universidad de Sonora

E-mail: paz@aurora.geologia.uson.mx

El objetivo de este estudio es cartografiar, establecer la columna estratigráfica y caracterizar las rocas volcánicas del Terciario, localizadas en el área comprendida entre los ranchos San Hipólito-El Cúmaro Mpio. de Trincheras, Sonora, sobre la base de estudios de campo, petrográficos y geoquímicos.

El área de estudio se encuentra aproximadamente a 148 Km. al NNW en línea recta de la Ciudad de Hermosillo. Las rocas volcánicas terciarias de presumible edad Mioceno, son lavas que ocurren a manera de intercalaciones de derrames y derrames brecha, generalmente porfíricas.

Petrográficamente se dividen en grupos: Grupo I.- Basanita de olivino-flogopita y latita de clinopiroxeno Grupo II.- Basalto de olivino, andesita de hornblenda y dacita de hornblenda.

Los dos grupos petrográficos bien establecidos y diferenciados, permitieron afinar la estratigrafía volcánica y constatar que las unidades agrupadas petrográficamente, no ocurren en asociaciones espacio-temporales discretas, sino que se emplazan de forma alternada, dando como resultado una trama compleja de unidades.

El estudio geoquímico, toma como base lo dos grupos petrográficos definidos, confirmando así su existencia. Al grupo I se le denomina Volcanismo Shoshonítico y al grupo II, Volcanismo Calcoalcalino alto en potásico. Esta nomenclatura que tiene una connotación genética, está sustentada sobre la base de la estratigrafía volcánica, petrografía y se confirma con la geoquímica de elementos mayores y trazas y mineralogía normativa. Se trata de un volcanismo potásico con asociación de lavas de la serie Calcoalcalina alta en K; y lavas de la serie Shoshonítica. Algunos óxidos mayores individuales o combinados permiten discriminar los dos grupos: El cociente  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=1$ , en el shoshonítico el cociente es  $> 1$ ; el  $\text{Al}_2\text{O}_3 < 15\%$  y el  $\text{P}_2\text{O}_5 > 0.52$ , en cambio en el calcoalcalino es lo opuesto. Estas observaciones permiten demostrar que se trata de dos líneas evolutivas que parten de puntos opuestos y convergen hacia un punto común. Los elementos trazas, particularmente el cociente  $\text{Y}/\text{Zr}$ , concentra a ambos grupos en el dominio del Magmatismo asociado a la

subducción. Una asociación magmática como la que se propone: Calcoalcalina alta en K y shoshonítica, es típicamente característica de un ambiente tectónico de subducción en margen continental activo.

#### GEOQP-14

### DATOS GEOQUÍMICOS E ISOTÓPICOS DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS DE LA FORMACIÓN TARAHUMARA EN EL SUR DE SONORA

Roldán-Quintana Jaime<sup>1</sup>, McDowell Fred W.<sup>2</sup> y Valencia-Moreno Martín<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNAM, Estación Regional del Noroeste, Hermosillo, Sonora

E-mail: jaimer@servidor.unam.mx

<sup>2</sup> Department of Geological Sciences, University of Texas, Austin Texas

La Formación Tarahumara aflora ampliamente en las regiones de Suaqui Grande-Onavas y Santa Rosa, localizadas a unos 90 y 190 km al SE de Hermosillo respectivamente. Esta unidad fue definida por Wilson y Rocha (1949), para designar derrames, aglomerados y brechas de flujo de composición principalmente andesítica en algunos lugares intercalados con sedimentos.

Investigaciones más recientes han demostrado que la Formación Tarahumara consiste de tres miembros: (1) uno inferior de dacitas porfídicas, con intralaciones menores de ignimbritas de composición riolítica, cuyo espesor varía de 500-1500 m. En su parte basal presenta una edad U-Pb de 89 Ma; (2) un miembro intermedio que consiste de lentes de areniscas, limolitas y calizas con lentes y horizontes de pedernal que contienen raíces de palmeras y otras plantas de agua dulce, del Cretácico Tardío, con un espesor de más o menos 60 m; (3) un miembro superior que consiste principalmente de ignimbritas y tobas de composición riolítica ricas en cristales con escasos derrames de andesita. De la base del miembro superior se obtuvo una edad de 69 Ma. Al oriente del área Suaqui Grande-Onavas, al este del Río Yaqui, en el miembro superior de la Formación Tarahumara se obtuvo una edad de 72 Ma. Todas estas edades son más antiguas que las edades del Batolito de Sonora publicadas hasta ahora.

Con el fin de investigar la relación genética entre las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara y los batolitos laramídicos, se estudiaron química e isotópicamente algunas muestras de rocas volcánicas. Debido a que la mayor parte de las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara se encuentran alteradas hidrotermalmente, únicamente se pudieron estudiar siete muestras de los miembros inferior y superior.

Se analizaron muestras de andesita y dacita por elementos mayores cuyos resultados se graficaron en un diagrama AFM y de acuerdo a los límites establecidos por Irvine y Baragar (1971), todas las muestras salvo una son de naturaleza calcoalcalina. En los diagramas de variación de sílice, las andesitas y dacitas, con un contenido de SiO<sub>2</sub> entre 55 y 61%,

muestran valores de FeO total de 6-7.8%; MgO de 1.2-3.8%; CaO de 2-6.8%; Na<sub>2</sub>O de 2.5-5.8%; K<sub>2</sub>O de 0.7-3.4%. Las gráficas de los valores de tierras raras normalizadas muestran un enriquecimiento de tierras raras ligeras característico de los arcos de margen continental mostrando una débil anomalía de europio. Dos muestras de la Formación Tarahumara fueron analizadas por isótopos de Rb-Sr y Sm-Nd, una de las cuales dio valores de epsilon neodimio de -6.2 y 87Sr/86Sr inicial de 0.7071, mientras que la segunda arrojó valores de epsilon neodimio de -4.6, y un valor de la relación 87Sr/86Sr inicial de 0.7064. Comparados con los datos existentes, los valores isotópicos de muestras de los intrusivos del Batolito de Sonora, se observa que estos valores son muy similares.

Con base en la cartografía, edad y composición geoquímica se puede probar por primera vez que las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara constituyen el complemento volcánico de los batolitos laramídicos. También se concluye en base a los datos isotópicos que este arco fue formado con la participación de corteza continental. Igualmente, se puede concluir que al igual que las rocas batolíticas, las firmas isotópicas de Nd y Sr de la Formación Tarahumara, sugieren un importante componente de corteza antigua en la fuente del magma.

#### GEOQP-15

### PETROLOGÍA VOLCÁNICA Y EVIDENCIAS ISOTÓPICAS EN ROCAS PLIOCUATERNARIAS DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Arturo Martín-Barajas, Bodo Weber y Manuel Aragón-Areola  
 Depto. de Geología, CICESE  
 E-mail: amartin@cicese.mx

La parte norte del Golfo de California presenta actividad volcánica reciente en gran parte cubierta por la sedimentación terrígena de los aportes del Río Colorado. La ubicación de montes submarinos y actividad volcánica efusiva en esta región se efectuó mediante perfiles sísmicos de alta resolución colectados en 1999 en el B/O Francisco de Ulloa y de perfiles sísmicos de PEMEX realizados a principios de los 80. Dos campañas oceanográficas a bordo del B/O Ulloa muestrearon montes submarinos y afloramientos de depósitos volcánicos utilizando un nucleador de impacto. La composición química de los montes submarinos y de rocas volcánicas pliocuaternarias en el litoral de Baja California indica productos diferenciados que varían de andesita basáltica a riolita, con actividad predominantemente explosiva. Las muestras colectadas en Cuenca Delfín Inferior corresponden a fragmentos de lava vítrea vesiculada de composición andesítica (56.1 % SiO<sub>2</sub>). Otros montes submarinos en el flanco occidental de Cuenca Delfín Superior y en la zona de fractura Tiburón resultaron muestras de pómez riolítica y dacítica, respectivamente. Roca Consag, un domo dacítico que emerge en cuenca de Wagner es la única manifestación volcánica que aflora en el norte del Golfo.

La composición isotópica de Nd y Sr de dos muestras de composición andesítica y dacítica tienen valores consistentes que indican una fuente empobrecida en elementos litófilos ligeros (LIL) con respecto a CHUR/UR (epsilon Nd = +4.5 y +4.1, 87Sr/86Sr = 0.7038, y 0.7037, respectivamente). Sin embargo los mismos datos indican también que la fuente de estas muestras es más primitiva y menos empobrecida que MORB; interpretamos que (1) el manto de donde provienen los magmas es relativamente primitivo o (2) los magmas reflejan una mezcla del manto empobrecido con otro componente más rico en elementos LIL. Las composiciones isotópicas de Pb confirman estos resultados, dado a que los datos caen entre las líneas de evolución de plomo de Stacey & Kramers (1975) y del manto según Zartman & Haines (1988). Una muestra de pómez riolítica de un monte submarino en el flanco SW de Cuenca Delfín Superior presenta un valor de epsilon Nd de +2.4. También el plomo de esta muestra riolítica es más radiogénico que el plomo de la andesita y la dacita. Los datos isotópicos sugieren que la riolita representa una mezcla entre manto empobrecido y una componente cortical más grande que en las otras dos muestras. La razón de 87Sr/86Sr de 0.7066 en la pómez riolítica es muy alta comparada con la composición isotópica de Nd y se debe a la alteración del vidrio con agua del mar. Estos resultados sugieren que la actividad volcánica asociada al rift en el norte del Golfo de California tiene una fuente en el manto astenosférico, con diversos grados de diferenciación y/o contaminación con la corteza continental. Los productos volcánicos menos diferenciados en las cuencas del Golfo provienen de Cuenca Delfín Inferior donde es posible que la corteza esté oceanizada y esté iniciando la dispersión de piso oceánico en el norte del Golfo de California.

GEOQP-16

#### PETROLOGIA COMPARATIVA DE LA BRECHA SUEVITICA EN LA ESTRUCTURA DE IMPACTO CHICXULUB

Vera Sánchez Pedro

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM  
E-mail: pveras29@netscape.net

La estructura de impacto Chicxulub, es en la actualidad probablemente el rasgo geológico de mayor interés en la comunidad mundial de ciencias de la tierra, no solo por sus dimensiones y efectos asociados, sino por su grado de preservación. El presente trabajo tiene como finalidad establecer la naturaleza petrológica del Basamento en la Península de Yucatán y sus implicaciones en la evolución morfológica y estructural de este cráter impacto. Las unidades litológicas derivadas de un evento de esta clase, permiten elaborar modelos de todos y cada unos de los procesos involucrados en el proceso de craterización. De forma muy particular la brecha de tipo suevítica, brinda una mayor cantidad de información sobre la secuencia estratigráfica pre impacto.

La abundancia de fragmentos provenientes del basamento cristalino, nos da la oportunidad por primera vez conocer la naturaleza petrológica de las unidades mas antiguas en el Bloque de Yucatán. Permitiendo además de restringir las dimensiones y morfología de la estructura, aportar valiosa información en los modelos de evolución tectónica del Golfo de México. En tres de los 9 pozos perforados con fines exclusivamente académicos, se recupero brecha de tipo suevítico, en cada caso se observaron porcentajes variables en el contenido de fragmentos de rocas cristalinas, predominando las siguientes litologías granitos, granodioritas, esquistos y gneises. De los resultados obtenidos, hasta este momento sabemos que el basamento esta constituido por un terreno metamórfico de medio a alto grado de edad Panafricana cortado por plutones del Silúrico tardío, mismos que pueden correlacionarse desde el punto de vista geoquímico con las Montañas Mayas en Belice, dejando entre ver la posibilidad de que las Unidades en dicha zona se continúen al centro norte de la península.

GEOQP-17

#### REFERENCIAS ISOTÓPICAS Y PATRONES GEOQUÍMICOS DE UN LOTE DE SERPENTINITAS ARQUEOLÓGICAS DEL SITIO OLMECA DE LA MERCED, VERACRUZ, MÉXICO

Jasinto Robles-Camacho<sup>1-2-3</sup>, Hermann Köhler<sup>1</sup>, Peter Schaaf<sup>4</sup> y Ricardo Sanchez-Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie, Ludwig-Maximilians-Universität-München, Deutschland  
E-mail: itzmairbles@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Antropología e Historia, México

<sup>3</sup> Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>4</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

Desde la sociedad más primitiva hasta la más evolucionada en Mesoamérica dejaron constancia de su conocimiento sobre los materiales líticos. Así, se reconoce que emplearon toda clase de rocas y minerales en labor lapidaria, ornamental, para esculturas o pendientes, etc. Entre otros, el uso de rocas verdes de composición serpentinitica fue importante dentro de la cultura Olmeca (1,200-500 años A.C.), donde se estimaron más de 5,000 toneladas de ese material sólo en el sitio arqueológico de La Venta, Tabasco. Durante las excavaciones de 1985 y 1987 en los sitios olmecas de El Manatí y La Merced, Veracruz, se encontraron numerosas esculturas antropomorfas y hachas de serpentinita. Debido a que la parte nuclear de esta sociedad fue asentada en la planicie costera del Golfo de México, región donde no existen masas rocosas de grandes dimensiones, se hace el cuestionamiento sobre la procedencia de la materia prima empleadas para la elaboración de esculturas u objetos serpentiniticos. Esta pregunta ha llevado a la aplicación de criterios geoquímicos e isotópicos para su respuesta.

Las actividades de este proyecto geoarqueométrico han sido: 1) el trabajo de campo con muestreo de afloramientos de serpentinita representativa de los terrenos tectonoestratigráficos Mixteco y Cuicateco del sur de México, y Maya de Guatemala, además del reconocimiento composicional de clastos en las playas de ríos que descienden de la Sierra de Juárez y descargan hacia la planicie costera del Golfo de México; 2) trabajo de laboratorio con los análisis microscópico, geoquímico e isotópico de serpentinitas representativas de cada uno de estos terrenos, así como de 17 muestras de hachas de serpentinita del sitio La Merced. Esto ha permitido hacer comparaciones entre muestras geológicas y arqueológicas, para reconocer semejanzas.

Del análisis petrográfico y por microsonda electrónica se concluye que en las piezas arqueológicas se tienen texturas de "interconexión" o "interdigitadas", con tramas dadas por las serpentinas antigorita-lizardita-crisotilo  $[Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4]$ , con minerales accesorios de la serie de la espinela  $[Cr, Ni, Ti, Mn, MgAl_2O_4]$ , anfíboles de tremolita  $Ca_2(Mg, Fe)_5(Si_8O_{22})(OH)_2$ , esfena  $(Ti, CaSiO)$  y abundantes aureolas de cloritas del tipo peninita  $(Mg, Fe, Al)_6(OH)_8(Al, Si)_4O_{10}$ . El vanadio correlacionado con otros elementos traza como Ti, Cr, Ni, Zn, permiten hacer configuraciones de cierta concordancia con las observaciones microscópicas.

Las relaciones isotópicas  $^{87}Sr/^{86}Sr$  para la actualidad en serpentinitas arqueológicas varían de 0.70567 a 0.71258, y sus valores e-Nd (hoy) son de -5.4 a +6.6. Esos valores son semejantes a los determinados en muestras geológicas de los terrenos Cuicateco y algunas del Mixteco. El recálculo de esos valores para 800 y 1000 Ma, plasmados en el diagrama  $^{87}Sr/^{86}Sr$  vs. e-Nd indican una génesis común para ese tiempo geológico. De esa manera es deducible un metamorfismo más intenso en las muestras del terreno Cuicateco que en las muestras arqueológicas, a pesar de tratarse aparentemente de las referencias más afines.

Por tratarse de un proyecto piloto, se han considerado pocas muestras geológicas, las cuales en primera instancia serían representativas de una localidad y en conjunto de una región determinada; es de esperar que la historia geológica registrada en estas rocas podría ser decodificada con el uso de los argumentos geoquímicos e isotópicos citados. Partiendo de este argumento se concluye por la petrografía, la geoquímica de elementos traza, las mediciones microquímicas y la isotopía de los elementos Sm, Nd, Rb y Sr, que la fuente de materia prima más probable de las serpentinitas arqueológicas del sitio La Merced –analizadas hasta ahora–, se hallan en la región de Vista Hermosa-Valle Nacional-El Llanón, Oaxaca, a lo largo de la traza de la falla inversa Vista Hermosa, dentro del terreno Cuicateco.

GEOQP-18

### DATACIÓN (U+Th)/He DE FLUORITAS DEL SUR DE MÉXICO

Teresa Pi<sup>1</sup>, Jesús Solé<sup>1</sup> y Yuri Taran<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNAM

E-mail: tpuig@geol-sun.igeolcu.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

La fluorita se presenta en una gran variedad de depósitos minerales y algunos tipos de rocas sedimentarias e ígneas. Su datación permitiría en muchos casos la resolución de problemas geológicos que dependen de la edad del depósito o roca en la que se encuentra la fluorita. La bibliografía muestra que se han realizado dataciones por el método Sm/Nd con buenos resultados, sin embargo, muchas fluoritas tienen un rango limitado de relaciones Sm/Nd y/o una edad demasiado baja para poder ser datadas por este método.

Un estudio detallado de los depósitos de fluorita del Sur de México, junto con una exhaustiva revisión de la bibliografía existente sobre los yacimientos de fluorita a nivel mundial, muestran que este mineral puede presentar concentraciones de U+Th elevadas, en el rango 1-100 microgramos/g (incluso miles de microgramos/g). Según nuestro estudio, el U y el Th se localizan principalmente en inclusiones de uraninita u otros minerales portadores de estos dos elementos. La presencia de U y Th en la fluorita permite suponer, a priori, la existencia de concentraciones elevadas de  $^4He$  (partículas alfa) que se generan durante la desintegración radioactiva natural del U y el Th en Pb. La producción de  $^4He$  es proporcionalmente muy elevada si se compara con otros sistemas de datación radioactiva. Si a esto se une la facilidad de extracción del helio de la muestra por simple fusión y una separación química relativamente sencilla por ser un gas noble, parece factible la aplicación del método clásico (U+Th)/He a la fluorita.

Estamos ensayando esta técnica de datación en fluoritas del depósito ?La Azul?, distrito minero de Taxco, Guerrero. El  $^4He$  se mide con un espectrómetro de masas de gases nobles VG1200 en el Instituto de Geología de la UNAM. El U y el Th se determinan por ICP-MS. Los primeros datos muestran la presencia de una concentración elevada de  $^4He$ , del orden de  $10e-9$  moles/g. Actualmente estamos llevando a cabo las determinaciones de U y Th que nos permitirán saber si las edades son coherentes con la geología regional.

Los principales problemas encontrados durante este estudio son: a) la difusión del  $^4He$  parece ser bastante elevada en la fluorita, aún a bajas temperaturas (80-100°C); b) la localización del U y el Th en inclusiones de uraninita dentro de la fluorita genera una distribución irregular del  $^4He$ . Estos dos problemas se minimizan escogiendo cristales milimétricos bien formados y comparando los resultados obtenidos en diferentes generaciones de fluorita de un mismo depósito. Estos análisis están entre los primeros del mundo realizados en este mineral y consideramos que son de gran interés por tratarse de un nuevo método para la datación de depósitos minerales.

GEOQP-19

**DIRECT DATING OF EL ARCO PYRITES BY  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$** Margarita Lopez Martinez<sup>1</sup>, Patrick E. Smith<sup>2</sup>, Bodo Weber<sup>1</sup>, Norman M. Evensen<sup>2</sup>, Derek York<sup>2</sup> y Remigio Martínez Muller<sup>3</sup><sup>1</sup> Depto. de Geología, CICESE

E-mail: bweber@cicese.mx

<sup>2</sup> Dept. of Physics, University of Toronto<sup>3</sup> Grupo México

Precise dating of ore deposits has proven difficult to perform, the main obstacle being that ore deposits do not contain measurable amounts of the radiogenic isotopes of interest. Thus it is common practice to analyse the silicate minerals in the ore host presumed to be cogenetic. However, the silicate minerals are not always available and when they are, it is not generally clear if they are contemporaneous with the ore deposit. Direct dating by  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  of a Cu-Zn deposit, was attempted using pyrite and cogenetic biotite. This pioneer work was performed with an MS10 mass spectrometer. Due to the low sensitivity of this instrument, hundreds of mg of high purity pyrite concentrates were needed. In spite of the small Ar volume released, the isochron ages obtained from the step heating analysis of the bulk samples, were in good agreement with those obtained with the biotite. The K content in the pyrite samples is  $\leq 50$  ppm. It is believed that the  $^{40}\text{Ar}^*$  and  $^{39}\text{Ar}$  in the pyrite, come from micro-inclusions, which remain protected for argon diffusion inside this "shielding". Further  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  experiments were not pursued, because the pyrite samples become highly radioactive from the  $^{55}\text{Fe}$  produced during irradiation. Several years of technology improvement in  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  experiments were needed to return to pyrite dating. Recently  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  pyrite dating was revisited, this time it was applied to single crystals using a laser beam to fuse the crystals and a VG 1200d mass spectrometer equipped with a Phillips electron multiplier. The study was successfully applied to pyrite, amphibole and phlogopite single crystals separated from igneous rock samples.

In this study we attempted to unravel the age of the El Arco porphyry copper deposit (EAPC) applying  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser dating of single crystals and rock chips. The EAPC is located in Baja California, in a geographic position that distinguishes it from other known copper deposits from inland Mexico, which are mostly associated with the emplacement of Laramide batholiths. In contrast, the EAPC is embedded in metavolcanic rocks of an Early Cretaceous volcanic arc that was intruded by the Peninsular Ranges Batholith (PRB). Cu mineralization is concentrated in a core of potassic alteration in shallow plutonic rocks surrounded by propylitic alteration in andesitic lavas. Mafic dikes that intruded the EAPC are not mineralized but they are affected by low grade metamorphism. The primitive island arc-related intrusions to the west are older (140–105 Ma) than the more evolved igneous rocks from the eastern zone PRB (105–80 Ma). Earlier attempts to date the EAPC by conventional K-Ar dating yielded ages between 93 to 107 Ma, indicating a relation to the eastern PRB. Granodiorite, diabase

and andesite rock samples from drill cores inside and outside the mineralization zone were collected. The freshest samples were selected for  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating. Hornblende, biotite, pyrite and whole rock samples were prepared. The samples were irradiated in the research reactor of McMaster University and were analyzed with the laser probe of the University of Toronto. The majority of the experiments yielded perturbed age spectra. The whole rock chip of sample EAD-267-16 yielded a good plateau age of  $95.2 \pm 0.8$  Ma for 9 consecutive fractions that represent 76.3% of the  $^{39}\text{Ar}$  released. The pyrite samples proved more difficult than expected, the K contents were extremely small for the majority of the samples analyzed. The best results were obtained with the pyrite crystals separated from granodiorite samples EAD-185-5 and EAD-20-3. The  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  pyrite experiments consisted of single-step fusions except for a four step-heating analysis performed on a crystal from sample EAD-182-5. The later yielded an integrated age of  $138.0 \pm 2.5$  Ma. The single fusion experiments together with the integrated results of the step-heating experiment, define an isochron age of  $137 \pm 1.4$  Ma with an initial  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  of  $340 \pm 12$ . We interpret this result as the most probable age of formation of EAPC. The range of  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages together with the age spectra obtained for the hornblende, biotite and whole rock chips, give testimony of the pervasive metamorphism which occurred  $\sim 95$  Ma ago, the mineral inclusions protected by the pyrite shield contain the time record of their formation, indicating that the mineralization is not related to the intrusion of the PRB.

GEOQP-20

**CHEMICAL AND ISOTOPIC EVIDENCE FOR AN OCEANIC ISLAND ARC ORIGIN OF THE EL ARCO PORPHYRY COPPER DEPOSIT, BAJA CALIFORNIA. – A SUSPECT LINK TO A SUSPECT TERRANE?**Bodo Weber<sup>1</sup>, Margarita López Martínez<sup>1</sup> and Remigio Martínez Muller<sup>2</sup><sup>1</sup> Depto. de Geología, CICESE

E-mail: bweber@cicese.mx

<sup>2</sup> Grupo México

The El Arco porphyry copper deposit (EAPC) is located in central Baja California 3km north of the border between Baja California and Baja California Sur. Its geographic position makes the EAPC different from other porphyry copper deposits known from mainland Mexico, Arizona, and New Mexico, which are mostly associated with the emplacement of Laramide ( $\sim 80$ –50Ma) batholiths into continental crust.

The Peninsular Ranges Batholith (PRB), which is the predominant geological structure of Baja California, is exposed north of EAPC. Primitive island arc-related (Alisitos arc) intrusions to the west are older (140–105 Ma) than more evolved igneous rocks from the eastern zone of the PRB (92–98 Ma). Previous workers have linked the EAPC to continental arc magmatism, however, close to and south of El Arco none of these rocks are exposed. Ophiolites and high pressure rocks

crop out ~100km west and southwest of El Arco at the west coast of central Baja California. These rocks of Late Jurassic (?) age are believed to be part of an oceanic arc terrane (Cochimi terrane) that was accreted to Baja California during the Cretaceous. The structural border between the Cochimi terrane, the Alisitos arc, the PRB, and other pre-batholithic low grade metamorphic rocks, is not known. The EAPC is located in between all of these units, but most of the area is covered by younger sediments. The porphyry intrusion is embedded in meta-volcanic rocks of at least Early Cretaceous age. Cu mineralization is concentrated in a core of potassic alteration in shallow plutonic rocks surrounded by propylitic alteration in andesitic lavas. Mafic dikes that intruded the EAPC are not mineralized but they are affected by low-grade metamorphism.

We present results from major and trace element analysis as well as Pb-, Sr-, and Nd-isotopes. Chemical data from andesites and porphyry intrusive rocks define them as typical volcanic arc rocks (negative Nb anomalies, fractionated REE-patterns etc.). Diabase dikes, instead, show less fractionated REE-patterns with higher HREE and Y contents as well as higher TiO<sub>2</sub>. We interpret the dikes as to be formed most probably in a back-arc rift environment. The Pb isotope data (whole rock, quartz, feldspar, sulfides) indicate: (1) the intrusive body and the surrounding andesites evolved from a similar source with an average  $\mu$ -value of 9.43, indicating mostly mantle provenance; (2) no external lead was added during Cu-mineralization; (3) Pb-isotope ratios from the mafic dikes are similar to sulfides and K-feldspar from the porphyry; (3) Pb-isotope compositions of whole rock and plagioclase from the porphyry were slightly disturbed (supply of more radiogenic Pb) while K-feldspar and sulfides from the same samples were not. Sr and Nd isotopes show that all the rocks at EAPC evolved from a more or less depleted mantle reservoir. Nd-isotopic composition of the dikes ( $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i=0.5128-0.51295$ ) indicate that they come from the most depleted source, while andesites and porphyry intrusive rocks allow some mixing with material from a less depleted mantle source and/or sediments. More radiogenic Sr ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i=0.7041-0.7044$ ) in some of the rocks are consistent with the results from the Pb-isotopes and indicate a secondary mixing process by alteration and/or metamorphism. However, this process is clearly posterior to the Cu-mineralization event.

Our data favor a geological model in which the EAPC was formed within an oceanic island arc without any (or very few) influence of material from the continent. Dike magmatism during back-arc rifting can be the source for metals and sulfides. The formation of EAPC is not linked to the PRB. A genetic relation to the oceanic island arc and ophiolites of the Cochimi terrane can be considered, instead. In this scenario, Sr- and Pb-isotopic distortion is the consequence of a separate thermal event after the accretion of the supposed oceanic arc. This caused a low grade metamorphic overprint in all rocks from EAPC, and this latter event is most probably linked to PRB magmatism.

GEOQP-21

### LAS RIOLITAS CON TOPACIO DE LA REGIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ (MÉXICO): CARACTERÍSTICAS DE LAS LAVAS Y CONDICIONES DE CRECIMIENTO DE LOS TOPACIOS

Jacques L. Leroy<sup>1</sup>, Rodolfo Rodríguez Ríos<sup>2</sup> y Sarah Dewwonck<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Henri Poincaré-Nancy 1, Vandœuvre-lés-Nancy cedex, France

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería e Instituto de Geología UASLP  
E-mail: rrios@uaslp.mx

En México, las riolitas con topacio se encuentran principalmente en la región de San Luis Potosí (estados de San Luis Potosí y Guanajuato). Estas riolitas se presentan bajo la forma de domos los cuales están relacionados a una tectónica extensional de edad terciaria. Tres domos del Campo Volcánico de San Luis Potosí fueron seleccionados para este estudio, en función del color, de la forma y del tamaño de los topacios que ellos contienen, con el fin de determinar las características de las lavas y las condiciones de crecimiento de los topacios. Estas riolitas, ricas en sílice y alcalinos, son metaluminosas a ligeramente peraluminosas. Ellas están enriquecidas en flúor y en elementos incompatibles como el Rb, Cs, Ta, U y Th, y empobrecidas en Ba, Sr, Ca, Mg, Ti y Ni. De esta manera ellas son muy similares a las riolitas con topacio del Oeste de los E.U.A.

En el "Cerro Gato" se observan topacios de color ámbar, así como incoloros, los cuales cristalizan principalmente en fracturas, y en pequeños huecos. Tomando en cuenta el medio de crecimiento, la morfología, la composición química y las características RPE de estos diferentes cristales, es posible de proponer un modelo de cristalización y de explicar las diferencias de color observadas. Así, los topacios incoloros del "Cerro Gato" cristalizaron a una temperatura superior a 500°C (ausencia de centros coloreados) y a partir de fluidos ricos en elementos provenientes de la lava, mientras que los topacios de color ámbar cristalizaron a una temperatura inferior a 500°C (presencia de centros coloreados) y a partir de un fluido más rico en elementos volátiles (As). Los topacios del "Cerro Lobo" tienen características intermedias entre los topacios incoloros y los topacios de color ámbar del "Cerro Gato".

GEOQP-22

### EVOLUCION GEOQUIMICA DEL MAGMATISMO EN EL AREA DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO, CHIHUAHUA, MEXICO

Miguel Royo-Ochoa<sup>1,2</sup>, Jaime Urrutia-Fucugauchi<sup>3</sup>, Ofelia Morton-Bermea<sup>4</sup>, Luis Alva-Valdivia<sup>3</sup> y Elizabeth Hernández-Alvarez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Secretaría de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UACH, Chihuahua, Chih., México  
E-mail: mroyoo\_2000@yahoo.com

<sup>2</sup> Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup> Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>4</sup> Laboratorio Universitario de Geología Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM

Dentro del programa de intercambio académico la Facultad de Ingeniería U.A.CH. y el Instituto de Geofísica, U.N.A.M., se han venido desarrollando estudios interdisciplinarios en el estado de Chihuahua, los cuales forman parte de un proyecto de investigación, que permitirá comprender mejor el entorno geológico de la zona, conceptualizado dentro de un marco tectónico regional.

El área que ocupa en la actualidad el Estado de Chihuahua, la comparten dos provincias fisiográficas: la de la Sierra Madre Occidental (al oeste) y la denominada Southern Basin and Range (parte central y este), ambas reflejan en forma general la historia geológica del área; y así mismo en forma singular la evolución del magmatismo, cada una en la porción que ocupa. Parte de esa historia se encuentra en el Campo Volcánico de Camargo, ubicado en el centro-sureste del estado.

Durante el Cenozoico Tardío, volcanismo basáltico (sensu lato) se va a depositar sobre rocas volcánicas de composiciones: ácida e intermedia, ambas de edades Terciarias; las cuales a su vez sobreyacen a rocas sedimentarias carbonatadas del Cretácico Inferior, que son las rocas más antiguas que afloran en la región.

Al realizar los trabajos de campo en la zona, se llevó a cabo el muestreo de distintos flujos volcánicos, principalmente los del Cenozoico Tardío. Posteriormente fueron seleccionadas las muestras más representativas, y fueron determinados geoquímicamente: óxidos mayores y elementos traza.

La evaluación de los datos geoquímicos se verificó con ayuda de diagramas de clasificación, diagramas normados de tierras raras vs. condrita, spidergramas y diagramas de discriminación para determinar el ambiente tectónico.

Esta evaluación nos lleva a la conclusión de que durante el Cenozoico Tardío se dio un volcanismo alcalino intraplaca relacionado a tectónica de extensión.

GEOQP-23

### ESTRATIGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS DE LA FORMACIÓN HUIZACHAL EN LA REGIÓN DE ARAMBERRI, ESTADO DE NUEVO LEÓN

Elena Centeno García y Ciro Díaz Salgado  
Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: centeno@servidor.unam.mx

La secuencia sedimentaria continental que aflora al noreste de Aramberri, cerca del poblado de El Mezquital ha sido descrita como parte de la Formación Huizachal, aunque su edad no ha sido determinada. En un estudio detallado de la estratigrafía y sedimentología de dicha formación se determinó que la columna esta formada hacia la base por una secuencia de derrames de composición riolítica, intercalados con escasos estratos de limolita roja, y cubiertos por una secuencia de limolitas, areniscas y conglomerados depositados en un ambiente subacuoso. Estos depósitos están intercalados con conglomerados, matriz soportados, depositados en un ambiente fluvial, que cambian hacia la cima de la columna a capas delgadas de yesos intercalados con limolitas y areniscas que presentan estructuras primarias comunes en ambientes de playa e intermarea. La cantidad de yeso y limolita aumenta hasta cambiar transicionalmente a calizas de estratos delgados, margas y limolitas calcáreas. La columna estratigráfica sugiere un ambiente de depósito transicional de continental a marino. Los conglomerados contienen abundantes clastos de riolita (90%), y escasos clastos de granito, basaltos foliados, cuarzo y esquistos. En cuanto a la estructura, el afloramiento del paquete riolítico se encuentra en el núcleo de un pliegue recumbente, por lo cual presenta un crucero bien desarrollado, asociado al plegamiento. No se observó foliación o afloramientos de esquistos que indiquen un mayor grado de deformación, que habrían sido mencionados anteriormente por Bartolini et al (1999).

Las rocas volcánicas presentan contenidos de Sílice de 70 a 75 y de Potasio de 4 a 6, cuyos valores corresponden a riolitas. Los patrones de tierras raras muestran un enriquecimiento en tierras raras ligeras (LaN entre 61 y 72), empobrecimiento en pesadas (YbN entre 7 y 6) y con anomalía de Eu. Dichos patrones son similares a los obtenidos en riolitas asociadas a zonas de subducción. Aunque los valores de Yb, Th y Sc son típicos de zonas de subducción, en el diagrama de multielementos, normalizados a MORB, de Pearce no presenta anomalía de Nb y sus valores son similares a la composición promedio de la corteza continental. La estratigrafía es similar a ambientes de rift, y la composición de los derrames indica un magmatismo continental evolucionado, con probable influencia de una zona de subducción, lo cual sugiere un probable ambiente de tras arco en condiciones de extensión.

GEOQP-24

ORIGEN DE LAS DOLOMITAS DE LA FORMACIÓN  
CUPIDO EN EL CAÑÓN DE BUSTAMANTE EN EL  
NORESTE DE MÉXICO: RESULTADOS DE GEOQUÍMICA  
ISOTÓPICA Y TERMOMETRÍA EN INCLUSIONES  
FLUIDAS

Guzzy-Arredondo G.<sup>1</sup>, Murillo-Muñetón G.<sup>2</sup>, Grajales-Nishimura M.J.<sup>2</sup>, Morán-Zenteno D.J.<sup>1</sup>, Lounejeva-Baturina E.<sup>1</sup> y Martínez-Ibarra R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNAM

E-mail: gguzzy@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Mexicano del Petróleo

La Formación Cupido es parte de una secuencia formada en un extenso sistema de plataforma carbonatada desarrollado entre el Hauteriviano tardío y el Aptiano temprano.

Los estudios previos sobre la estratigrafía interna de la Formación Cupido han mostrado la transición del margen de la plataforma a la cuenca y su historia deposicional.

El Cañón de Bustamante es una de las localidades donde se encuentra mejor expuesta dicha formación. En esta sección se han descrito cuerpos de dolomita, cuya distribución es restringida e irregular en el miembro inferior. En el miembro superior, consistente en capas de ciclos transgresivos y regresivos, la dolomitización se observa distribuida de forma más masiva. Los detalles de la relación entre el proceso de dolomitización y las litofacies primarias no han sido totalmente definidos.

Con el objeto de conocer el origen de los fluidos dolomitizantes y de las condiciones físico químicas bajo las cuales ocurrió el proceso de dolomitización, se han realizado estudios isotópicos, de microanálisis geoquímico y de termometría en inclusiones fluidas.

Los estudios preliminares revelan que los valores obtenidos para las relaciones isotópicas  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  de las calizas primarias son afines a los valores isotópicos del agua de mar del Aptiano, mostrando una firma isotópica original. La geoquímica isotópica del estroncio realizada en las dolomitas es cercana a la de las calizas primarias, sugiriendo que los fluidos dolomitizantes provinieron del agua de mar. La termometría realizada en las inclusiones fluidas dentro de la dolomita indica que el fluido dolomitizante estaba dentro de un rango de temperatura entre 190 y 195°C. Las temperaturas son mayores a las estimadas para un proceso de sepultamiento normal, lo cual sugiere que la dolomitización a estas temperaturas ocurrió por la presencia de una anomalía térmica.

GEOQP-25

CARBONATITA LA YUCA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Joel Mora Loera y Ignacio A. Reyes Cortés

Facultad de Ingeniería, UACH

E-mail: joelmoraloera@hotmail.com

El estudio trata sobre el descubrimiento de los afloramientos de posibles carbonatitas (Comadurán *et al.*, 1996) localizadas en el noreste del estado de Chihuahua, dentro de la provincia del Basin and Range, muy particularmente al este de Ahumada, Chihuahua. Esta región ha experimentado un tectonismo de compresión típico relacionado a la subducción de la placa Farallón debajo de la plana de Norteamérica, para que posteriormente sufra un segundo periodo de tectonismo, pero en esta ocasión de tipo distensivo que se inició hace 32 Ma. A este tectonismo distensivo se le conoce como el periodo de distensión Basin and Range.

Las carbonatitas de Ahumada, Chihuahua están expuestas en tres localidades llamadas la Yuca, la Mariana y el Indio, siendo el afloramiento de la Yuca el motivo de este trabajo. La geología del área de estudio indica que los afloramientos están constituidos por carbonatitas, intrusivos graníticos, y principalmente tobas y lavas, así como algunas brechas hacia los contactos y diques que atraviesan la secuencia volcánica. La Carbonatita Yuca esta formando un stock de 900 m de diámetro, además se tiene un cuerpo brechado que aflora en una área de 500 por 350 m, así como numerosos diques. Los principales minerales presentes en el intrusivo que forma la Carbonatita La Yuca son la calcita, la calcita rica en hierro y la hematita, así como la ocasional presencia de fluorita.

Los magmas que dieron origen a la Carbonatita Yuca sufrieron una fuerte diferenciación en condiciones de bajas presiones de fugacidad de oxígeno ( $f\text{O}_2$ ) durante la cual se tuvo la oportunidad de un enriquecimiento progresivo en hierro (Ravi, 2000). La composición de los diferentes tipos de carbonatitas están basadas en la concentración de los elementos principales dentro de una secuencia de diferenciación progresivamente más alta. La secuencia diferenciada de los elementos en las carbonatitas incluye los siguientes tipos: Magnesiocarbonatitas, calciocarbonatitas y ferrocronatitas. Por otro lado se tiene que las concentraciones de torio, uranio, niobio, ytrio y los elementos de las tierras raras se incrementan significativamente con la diferenciación de las rocas ígneas y en particular con las carbonatitas. Las carbonatitas tienen enriquecimientos del orden de más de 20,000 veces del valor de fondo de las condritas en elementos como el lantano y cerio (Ravi, 2000).

En este estudio se definen y determinan con detalle los contactos y las relaciones litoestratigráficas de la Carbonatita La Yuca con las unidades volcanoclásticas y piroclásticas que encajonan a la carbonatita. También se definen las zonas de exoeskarn y de endoeskarn que están relacionadas con los contactos de la carbonatita. Se levantó una cartografía de

detalle de los afloramientos del área de la Carbonatita La Yuca, localizados al este de Ahumada, Chihuahua, así mismo se hicieron estudios petrográficos sistemáticos de muestras estratégicas para definir los contactos. Se presentan secciones de la estructura y el plano geológico del área, así como las composiciones químicas disponibles.

GEOQP-26

**PETROLOGY, THERMOBAROMETRY AND  
GEOCHEMISTRY OF LOWER CRUSTAL XENOLITHS  
FROM THE CENTRAL MEXICAN VOLCANIC BELT**

V.A. Valencia, K. Righter, J. Chesley and J. Ruiz  
University of Arizona  
E-mail: victorv@geo.arizona.edu

Because of its inaccessibility, lack of xenoliths and exposed basement terrains, the nature of the lower crust in volcanic arcs is poorly understood. Yet, many magmatic processes in arcs occur within the lower to middle crust. The Mexican Volcanic Belt is no exception. Although assimilation of crust is thought to be involved in many magmatic systems (e.g., Paricutin, McBirney *et al.*, 1987; Jorullo, Luhr and Carmichael, 1985), the petrology and composition of the deep crust has remained uncertain.

This study consists of a suite of 10 crustal xenoliths, collected from the Rincon de Parangueo maar in the Michoacan-Guanajuato Volcanic Field (MGVF). The MGVF is a large, diffuse, monogenetic volcanic field in the central part of the Mexican Volcanic Belt, and consists of shield and maar volcanoes, and cinder cones (Hasenaka and Carmichael, 1985). A Pleistocene to Recent maar field near Valle de Santiago is comprised of calc-alkaline and alkali basalt; several of the pyroclastic deposits contain crustal xenoliths including granulites and magmatic cumulates (Righter and Carmichael, 1993).

Five of the xenoliths are two pyroxene, basic granulites. A variety of thermobarometers yield equilibration conditions of 900 to 1000 °C, and 8 to 12 kb. One of the xenoliths is a hornblende-bearing metagabbro, also recording lower crustal pressures and similar temperatures to the basic granulites. One of the xenoliths is an olivine-, clinopyroxene-, plagioclase- and two oxide-bearing metacumulate, similar in mineralogy to gabbroic xenoliths from nearby maars, but relatively recrystallized. There is an olivine-bearing two pyroxene granulite that also records lower crustal pressures and temperatures. Finally, two of the xenoliths are banded gneisses that also contain minor quartz, hornblende and biotite in addition to major plagioclase, pyroxenes and oxides. These xenoliths are more silica-rich (60 to 65 wt% SiO<sub>2</sub> and low Mg # in px (40-42), yield lower temperatures (800 to 850 °C), but contain no reliable pressure information.

The xenolith suite as a whole record oxygen fugacities that are higher than those recorded in mantle xenoliths in the region (Luhr and Aranda-Gomez, 1997). The presence of oxidized

crust suggests that assimilation processes in magma chambers may produce oxidized, evolved magmas. Major and trace element geochemistry of the crustal xenoliths is similar to other crustal xenoliths studied in Mexico (Roberts and Ruiz, 1989), with the exception that there are more gabbroic and metagabbroic xenoliths present in the MGVF localities than in non-arc localities. These data indicate that sedimentary rocks have been tectonically emplaced underneath the Mexican Volcanic Belt. This also has been reported in north central Mexico (Robert and Ruiz, 1989).

## References:

- Hasenaka, T. and Carmichael, I.S.E., 1985, *Geof. Int.* 24, 577-607  
Luhr, J.F. and Aranda-Gomez, J.J., 1997, *Jour. Petrol.* 38, 1075-1112  
Luhr, J.F. and Carmichael, I.S.E., 1985, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 90, 142-161  
McBirney, A.R., Taylor, H.P., and Armstrong, R.L., 1987, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 95, 4-20  
Righter, K. and Carmichael, I.S.E., 1993, *American Mineralogist*, 78, 1230-1245  
Roberts, S. and Ruiz, J., 1989, *Journal of Geophysical Research*, 94, 12499-12509.

GEOQP-27

**GRUPO PIAXTLA, COMPLEJO ACATLÁN, SUR DE  
MÉXICO: UN EJEMPLO DE METAMORFISMO  
ECLOGÍTICO Y MAGMATISMO POR DECOMPRESIÓN**

Alejandra Bonilla-Ramos, Mariano Elías-Herrera, Fernando Ortega-Gutiérrez y Margarita Reyes-Salas  
Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: alebon@hotmail.com

El Grupo Piaxtla es una unidad clave en la evolución tectónica del Complejo Acatlán, consiste en cuerpos ultrabásicos, metabasitas y metasedimentos (Formación Xayacatlán) y metagranitoides peraluminosos estrechamente relacionados (Granitoides Esperanza) que en conjunto manifiestan una historia compleja de deformación y metamorfismo de alta presión. La Formación Xayacatlán se ha interpretado como fragmentos de litosfera oceánica atrapados en una zona de subducción, transportados y eclogitizados durante un evento de colisión continental ordovícico-silúrico. Se considera que los granitoides representan el magmatismo sintectónico de asentamiento profundo relacionado con este evento orogénico.

El Grupo Piaxtla en el área de San Francisco de Asís-Santa Cruz Organal, al norte de Tehuiztzingo, Puebla, está conformado por lentes y boudines pequeños de eclogitas encajonados en paragneises de fengita-granate intensamente plegados. Los paragneises contienen intercalaciones (desde 10 cm hasta más de 100 m de espesor) concordantes y graduales de metagranitos de fengita-granate-rutilo con estructura de augengneis a escalas diferentes, así como segregaciones

granítico-anatexíticas abundantes que son concordantes y discordantes a la foliación/bandeamiento de los gneises. Las eclogitas presentan grados diferentes de anfibolitización y varían desde eclogita fresca con onfacita ( $\text{Di}_{44}\text{Jd}_{30}\text{Acm}_{18}\text{Hd}_{08}$ ) + granate ( $\text{Alm}_{54}\text{Grs}_{28}\text{Prp}_{15}\text{Sps}_{02}$ ) + rutilo  $\pm$  fengita ( $\text{Si} = 3.2\text{-}3.3$  p.u.f.)  $\pm$  epidota/zoisita, hasta eclogitas con abundancia de simplectitas de anfíbol + plagioclasa a partir de núcleos de onfacita, y anfibolitas de granate (metaeclogitas) con anfíbol + granate ( $\text{Alm}_{55}\text{Grs}_{21}\text{Prp}_{21}\text{Sps}_{03}$ ) + rutilo + plagioclasa + epidota/zoisita en equilibrio textural perfecto. La asociación metamórfica en los paragneises y metagranitos es cuarzo + feldespato potásico + albita/oligoclasa + fengita + granate ( $\text{Alm}_{61}\text{Grs}_{15}\text{Prp}_{20}\text{Sps}_{04}$ ) + rutilo  $\pm$  epidota  $\pm$  turmalina. La asociación fengita + granate + rutilo es más abundante en los paragneises, mientras que la fracción cuarzofeldespática es predominante en los metagranitos. Los rangos de P-T que se han estimado para el metamorfismo eclogítico es de 14-15 kb y 600-650 °C.

Durante la decompresión/exhumación de las rocas eclogíticas hubo un incremento de temperatura, lo cual es sugerido por la estrecha relación entre la migmatización con segregaciones leucosomáticas abundantes en los paragneises de fengita-granate y la anfibolitización de las eclogitas. Relaciones texturales y mineralógicas en los paragneises y anfibolitas, tales como coronas de biotita titanífera y de ilmenita alrededor de granate y rutilo, así como recristalización de granate con una relación mayor de Prp/Grs y rehomogeneización de fengita ( $\text{Si} = 3.1\text{-}3.2$  p.u.f.) con incorporación e intercrecimiento de biotita/flogopita, son consistentes con esta interpretación. Con base en lo anterior, y dada la relación petrográfico-mineralógica compleja y la naturaleza del contacto entre los paragneises micáceos y los metagranitos, se propone la relación siguiente entre ambas unidades. 1. Los metagranitos se generaron por deshidratación y fusión parcial de los paragneises al elevarse la temperatura durante la decompresión, en la transición de la facies de eclogita a la de anfibolita, o parte alta de la facies de anfibolita. 2. La deshidratación de los paragneises, con el consecuente incremento en la actividad de fluidos propiciando la anfibolitización de las eclogitas y la migmatización y generación de magmas graníticos, ocurrió mediante la reacción  $\text{fengita}_1 = \text{fengita}_2 + \text{feldespato potásico} + \text{cuarzo} + \text{biotita/flogopita} + \text{agua}$ , la cual fue responsable de los cambios en el contenido de Si en la fengita de alta presión.

GEOQP-28

### P-T PATH, AND GEOCHEMISTRY OF MAFIC ECLOGITES FROM THE XAYACATLAN FORMATION, ACATLAN COMPLEX

Diana Meza-Figueroa<sup>1</sup>, Oscar Talavera-Mendoza<sup>2</sup>, Joaquin Ruiz<sup>3</sup> y Julio César De la Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Geología, Universidad de Sonora  
E-mail: d6meza@hotmail.com

<sup>2</sup> Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

<sup>3</sup> Department of Geosciences, Universidad de Arizona

Eclogitas, esquistos azules y anfibolitas de granate de tres localidades específicas se utilizaron para reconstruir parcialmente la historia tectonometamórfica del Complejo Acatlan. Eclogitas contienen granate (almandino) + piroxeno calco-sódico + fengita + zoisita/clinozoisita + cuarzo  $\pm$  anfíbol calco-sódico (barrosita)  $\pm$  albita  $\pm$  rutilo. Los esquistos azules contienen glaucófano + albita + zoisita/clinozoisita + clorita. Anfibolitas de granate contienen piroxeno + anfíbol cálcico (magnesiornblenda y pargasita) + moscovita + granate + plagioclasa + epidota + cuarzo. Relaciones de fase y texturales, edades radiométricas disponibles en literatura, así como determinaciones termobarométricas indican que el metamorfismo de facies eclogita tuvo lugar durante el Ordovícico a temperaturas en el rango de  $560 \pm 60$  °C y presiones entre los 11 y los 15 kbar. Las eclogitas tuvieron retrogresión a facies epidota-anfibolita y esquistos verdes durante su exhumación. Datos termobarométricos sugieren que la retrogresión ocurrió a temperaturas de  $510 \pm 20$  °C y presión de 6 kbar para la facies de epidota-anfibolita, y de  $300 \pm 25$  °C y 3.5 kbar para la facies de esquistos verdes.

Geoquímica en las eclogitas de la Formación Xayacatlan, muestra que representan material oceánico mezclado con rocas continentales durante la subducción. Análisis de elementos mayores y traza en eclogitas máficas de las áreas de Mimilulco, Piaxtla e Ixcamilpa, muestran grupos geoquímicamente coherentes: protolitos consistentes con firmas de basalto de dorsal (MORB), basaltos de arco oceánico (VAB), y basalto de isla oceánica (OIB). La trayectoria P-T y los datos geoquímicos sugieren un ambiente mucho más complejo que modelos previamente propuestos.

GEOQP-29

### ESQUISTOS AZULES EN EL COMPLEJO ACATLÁN, (SUR DE MÉXICO): IMPLICACIONES TECTONOMETAMÓRFICAS

Oscar Talavera Mendoza<sup>1</sup>, Diana María Meza Figueroa<sup>2</sup>, Julio Cesar de la Cruz Vargas<sup>3</sup> y Ricardo Vega<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

E-mail: oscartalavera@prodigy.net.mx

<sup>2</sup> Departamento de Geología, Universidad de Sonora

<sup>3</sup> Posgrado en Geología, Universidad de Sonora

Se reporta el descubrimiento de esquistos azules en rocas de la Formación Xayacatlán, Complejo Acatlán, en la región de la Montaña, en los límites de los estados de Puebla y Guerrero. En esta región, las rocas de la Formación Xayacatlán afloran en un cinturón con tendencia general NE-SW y se encuentran estructuralmente encima de las cuarzitas y filitas de la Formación Cosoltepec. En muchos sitios, la Formación Xayacatlán está asociada a los Granitoides Esperanza cuya relación original se encuentra fuertemente tectonizada. En la región de Santa Gertrudis, las formaciones Xayacatlán y Granitoides Esperanza están intrusionados por granitos de muscovita post-tectónicos.

En esta región, la formación Xayacatlán se compone esencialmente de anfibolitas de epidota-granate y esquistos verdes con abundantes intercalaciones de esquistos pelíticos y cuarzo-feldespáticos de muscovita-granate. No se han encontrado fases distintivas de la facies de eclogita que definen a la formación. En el camino entre Ixcamilpa y Coacalco, la formación Xayacatlán se compone de una alternancia de esquistos pelíticos de muscovita-clorita y de esquistos verdes con actinolita, epidota, y clorita fuertemente cizallados. En esta secuencia se intercala un horizonte distintivo de aproximadamente 80 m de esquistos azules provenientes esencialmente de metabasitas y escasos lentes de metapedernal.

Los esquistos azules son rocas fuertemente plegadas y foliadas caracterizadas por la presencia de la asociación anfíbol azul (glaucofano, katophorita, winchita, barroisita, richterita) + albita + epidota + clorita ± actinolita ± muscovita en rocas de composición básica y la asociación anfíbol azul (glaucofano, winchita) + albita + granate manganesífero (espesartina) + clorita en los metapedernales. Estas asociaciones son características de la parte media de la facies de esquistos azules. La actinolita, albita, epidota y clorita aparecen como las principales fases de retrogresión.

La termobarometría indica que los esquistos azules se formaron a temperaturas en el rango de 315-330°C y presiones entre 5 y 7 Kb mientras que la retrogresión tuvo lugar a temperaturas entre 340-350°C y presiones del orden de los 2 Kb.

La presencia de esquistos azules en la formación Xayacatlán del Complejo Acatlán en la región de la Montaña pone de manifiesto una evolución tectonometamórfica mucho

más compleja que la sugerida en los modelos actuales por lo que éstos deben ser revisados a la luz de los nuevos datos aquí reportados.

GEOQP-30

### NUEVAS EDADES DE GRANITOIDES METAMORFIZADOS DEL COMPLEJO ACATLAN EN EL ESTADO DE GUERRERO

Maria Fernanda Campa Uranga<sup>1</sup>, George Gehrels<sup>2</sup> y Rafael Torres De León<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

E-mail: mfernanda@data.net.mx

<sup>2</sup> University of Arizona, Geosciences

<sup>3</sup> Instituto de Geología, UNAM

Los augenesquistos típicos de la unidad conocida como Granitoides Esperanza afloran en una franja alrededor del sinclinorio de Olinalá y contienen zircones analizados por el método U/Pb, que arrojan una edad de cristalización de  $1163 \pm 30$  Ma (Proterozoico-Grenville).

Así mismo, en las inmediaciones de Tetécic, Xixila y Tecosajca se observan relaciones claramente intrusivas de otra unidad de metagranitoides leucocráticos denominada Tetécic (Ramirez, 2001), que cortan tanto a los Granitoides Esperanza como a la Formación Xayacatlán, y cuyos análisis U/Pb nos aportan una edad de  $478 \pm 5.2$  Ma (Ordovísico).

Ambas dataciones representan edades sorpresivamente más antiguas de lo que se consideraba hasta hoy, a partir de datos de rocas de la localidad tipo de los Granitoides Esperanza, donde Robinson (1990) y Ortega *et al.*, (1999) realizaron también análisis U/Pb en zircones que arrojaron edades silúricas de  $425 \pm 13$  Ma y  $440 \pm 14$  Ma respectivamente.

Esas dataciones aunadas a las de Halpern *et al.*, (1974), Ruiz Castellanos (1987), Yañez *et al.*, (1991) y Torres (1999) han sugerido eventos metamórficos y magmáticos relacionados con diversas orogenias, de las cuales, la más antigua es el magmatismo que corresponde a una fase silúrica. Además, se conocen otros eventos magmáticos pero más jóvenes, como los plutones conocidos como Los Hornos-La Noria-Cozahuico con zircones del Devónico en  $371 \pm 34$ Ma, Caltepec con fechas del Pérmico, con Rb/Sr en  $269 \pm 21$ Ma y con K/Ar:  $266 \pm 13$ Ma y el plutón Totoltepec con zircones del límite Pérmico-Pennsylvánico ( $287 \pm 2$ Ma).

Las nuevas dataciones dadas a conocer aquí, nos provocan para revisar la estratigrafía y el historial tectónico interpretado hasta hoy para el Complejo Acatlán, así como su papel de basamento paleozoico del terreno Mixteca, en contraposición con el Complejo Oaxaqueño, basamento proterozoico-grenville del terreno Oaxaca, y con ello resurge el debate acerca del límite de ambos terrenos.

GEOQP-31

### NUEVOS DATOS GEOCRONOLÓGICOS DEL MACIZO DE CHIAPAS

Myriam Osorio<sup>1</sup>, Peter Shaaf<sup>2</sup>, Consuelo Macías<sup>3</sup>, Gabriela Solís<sup>3</sup> y Ortega-Gutiérrez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNAM

E-mail: mima3366@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup> Instituto de Geología, UNAM

La geología del Macizo de Chiapas es poco conocida. Dentro de los escasos datos geológicos publicados, los autores lo han llamado "Batolito de Chiapas" por la predominancia de rocas graníticas. Sin embargo, a la luz de recientes estudios geológicos, petrológicos y de datos geoquímicos, ahora es denominado como Macizo de Chiapas.

Las muestras estudiadas provienen del SW de Villa flores donde se observa que las rocas intrusivas del Macizo de Chiapas son de composición heterogénea con granito, diorita y gabro. La mayoría de estas rocas tienen rasgos de deformación dúctil, con porfidoblastos de feldespatos, cuarzo recristalizado, foliación y zonas de milonitas. También se observan migmatitas en facies de anfibolita, que fueron intrusionadas por rocas plutónicas, esquistos de mica y sillimanita, que se encuentran en la orilla del río los Amates en el valle de las Mercedonas. Esta asociación litológica nos sugiere la existencia de un basamento metapelítico que muestra el contraste con el clásico granitoide descrito en la literatura pasada como Batolito de Chiapas. La unidad mas vieja está formada por gneiss migmatítico que puede considerarse como el basamento del Macizo Rocosó junto con unidades metasedimentarias.

Las edades permotriásicas se han comprobado recientemente con fechamientos por Rb-Sr de biotitas y muscovitas con 241 y 244 Ma y una edad de zircones con U-Pb en  $227 \pm 11$  Ma demostrando un evento termo-metamórfico. Sin embargo, también un evento térmico en el Jurásico sigue siendo evidente debido a una edad de biotita Rb-Sr en  $175 \pm 9$  Ma.

Para obtener más información sobre la historia geocronológica del área de estudio, se llevó a cabo la separación de zircones del gneiss migmatítico y de un granito deformado tomando en cuenta tamaño, color y forma de los cristales. En el gneiss migmatítico se obtuvieron 7 poblaciones y para el granito deformado 14.

Con la técnica de catodoluminiscencia se examinó cada población, obteniendo un control genético de cada una. En el gneiss migmatítico se observó que la mayoría de las poblaciones mostraban una luminiscencia muy débil y homogénea; en contraste, están los cristales pulidos y redondeados con núcleos heredados con luminiscencia más intensa, así como de los cristales euhedrales con pirámides muy desarrolladas que tienen luminiscencia muy intensa de color amarillo, y también de los cristales de pirámide y prisma muy

poco desarrollado presentando luminiscencia amarilla menos intensa con bahías oscuras. Estas tres últimas poblaciones representan material ajeno al evento que dió lugar a la formación de las restantes poblaciones.

En el caso del granito, la mayoría de las poblaciones con pirámide poco desarrolladas y variantes en el grado de elongación presentan luminiscencia en dos sectores: el interno de color gris claro y el externo de un gris con menos luminiscencia. También se tienen evidencias de la presencia de material heredado en fragmentos de cristales euhedrales con luminiscencia irregular. Otro grupo corresponde a cristales con núcleo redondeado no luminiscente y con núcleos de fragmentos angulosos con luminiscencia fuerte. Por último, cristales con núcleos ovalados con bordes de reacción de luminiscencia amarilla intensa.

Las poblaciones de zircones del gneiss migmatítico dieron una intersección inferior de  $234 \pm 33$  Ma que confirma los datos de Rb-Sr, mientras que la intersección superior marca una edad dispersa de  $1060 \pm 30$  Ma, indicando un protolito Grenvilliano.

GEOQP-32

### EL GRANITO ETLA, POSIBLE EVIDENCIA DE UN ARCO MAGMÁTICO PROTEROZOICO EN OAXAQUIA

Ortega-Obregón Carlos, Solari L. Luigi, Keppie J. Duncan y Ortega-Gutiérrez Fernando  
Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: carloo45@netscape.net

El Granito Etlá aflora cerca del pueblo de Santiago Suchilquitongo, a ~20 Km al NW de la ciudad de Oaxaca. Su área de afloramiento es de ~81 km<sup>2</sup>. El plutón intrusiona a anortositas y ortogneises fechados en ~1,010 Ma, (base de la secuencia estructural del Complejo Oaxaqueño en esta área). Consiste principalmente de plagioclasa (generalmente oligoclasa); feldespato potásico (ortoclasa y microclina poiquilítica o pertítica) y cuarzo (en ocasiones relacionada con la plagioclasa formando mirmequitas), biotita, escasas hornblenda y muscovita magmática. Como minerales accesorios zircón, apatito, y ocasionalmente titanita. Los minerales de alteración son epidota y arcillas.

El contenido en peso de SiO<sub>2</sub> varía entre el 70.49 y 77.61 %; el CaO entre 0.36 y 2.51 %; el Na<sub>2</sub>O entre 3.88 y 5.85 % y el K<sub>2</sub>O entre 1.49 y 5.54 %. Tiene un índice de saturación de aluminio entre 0.99 y 1.11. Los diagramas de multielementos normalizados respecto al manto presentan enriquecimiento en Rb, Ba y Th y empobrecimiento en Nb y Ti, mientras que los diagramas de tierras raras normalizadas respecto a las condritas muestran enriquecimiento en tierras raras ligeras y empobrecimiento en tierras raras pesadas, con una notoria anomalía positiva de Eu. Esta química es característica de granitos calcalcalinos asociados a arcos magmáticos.

La intersección superior obtenida de zircones por U-Pb es de  $920 \pm 24$  Ma, interpretada como edad de cristalización. La intersección inferior es de  $177 \pm 70$  Ma. Las edades obtenidas por medio de Ar-Ar en biotita y feldespato potásico oscilan entre los  $189 \pm 4$  y  $206 \pm 2$  Ma, y se interpretan como producto de un calentamiento mesozoico, posterior a la cristalización del granito. La edad de cristalización contrasta con las obtenidas anteriormente por el método de Rb-Sr de  $272 \pm 8$  Ma.

Con base en los datos anteriores, es probable que el granito Etna se haya generado en un régimen tectónico de subducción (arco) durante el Proterozoico Tardío. La margen oceánica en subducción muy probablemente se ubicaba al oriente del microcontinente Oaxaquia y Avalonia, ubicados paleogeográficamente al sur de Báltica y oriente de Amazonía. Sin embargo no se descarta la posibilidad de que el granito se haya formado durante la colisión de masas continentales en la que se vio involucrado material calcálico. El carácter aislado de este granito único en Oaxaquia y la inexistencia de orogénias de colisión con la edad del granito Etna, mientras que granitos pérmicos abundan en aquella región no permiten aún una conclusión definitiva respecto al origen tectónico y edad del granito Etna.

#### GEOQP-33

##### EL COMPLEJO MAGMÁTICO TERCIARIO DE LA SIERRA DE SAN CARLOS-CRUILLAS, ESTADO DE TAMAULIPAS

Juan Alonso Ramírez-Fernández, Pedro Rodríguez-Saavedra, Iván Jiménez-Boone y Tomás Cossío Torres  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L., México  
E-mail: juanaram@ccr.dsi.uanl.mx

La Sierra de San Carlos-Cruillas (SSCC) se localiza en la parte central del estado de Tamaulipas, representando uno de los elementos de las Sierras Tamaulipecas que sobresalen morfológicamente de la Planicie Costera del Golfo de México. El complejo magmático de esta sierra forma parte del cinturón alcalino del Noreste de México, conocido como Provincia Alcalina Oriental. El magmatismo inició en el Oligoceno con el emplazamiento de plutones y culminó tentativamente en el Plioceno/Cuaternario con derrames lávicos.

La parte alta de la sierra (Sierra Chiquita) se compone de cuerpos plutónicos de gabro, monzodiorita, sienita nefelínica y de feldespato alcalino, emplazados en este orden. En la región oriental de la sierra (Sierra Baja) afloran cuerpos aislados de rocas sieníticas (de nefelina y de cuarzo) pero también monzogabros. Las rocas encajonantes son calizas a lutitas del Cretácico Inferior al Superior. En la planicie occidental de la SSCC es notoria la abundancia de sills y diques que cortan las lutitas del Cretácico Superior. Los sills presentan rumbos paralelos al eje de la Sierra (~N-S) con buzamientos suaves, formando mesetas por erosión diferencial. Los diques verticales se orientan de manera radial, habiéndose emplazado a lo largo de fracturas. Estos alcanzan longitudes excepcionales de hasta

7 km y con máximo de 2 m de espesor. Los sills son de composición basáltica (pórfidos gabróicos) en su mayor parte, mientras que los diques son más finos, abundando los basálticos y en menor escala los fonolíticos. Las relaciones de campo indican que los sills se emplazaron primero, siendo cortados posteriormente por los diques. El elemento más joven del complejo lo forman tanto cuellos volcánicos y algunos derrames de basaltos olivínicos y traquibasaltos. Algunos de los primeros son portadores de xenolitos ultramáficos del Manto.

Las relaciones petrológicas entre los diferentes tipos de magmas no son claras y directas. Los magmas más primitivos indican que su fuente es el Manto. Los gabros presentan texturas muy intrincadas, indicando múltiples inyecciones magmáticas. Los tipos más diferenciados desde monzodioritas hasta sienitas, se formaron probablemente como capas que se desarrollaron en cámaras magmáticas estratificadas composicionalmente, con diversos aportes de material cortical. Los diques periféricos básicos se pueden relacionar con los magmas gabróicos, mientras que los fonolíticos con las sienitas nefelínicas. Los basaltos representan magmas primitivos que ascendieron ya en una etapa extensional final.

#### GEOQP-34

##### PETROLOGÍA DEL VULCANISMO TRAQUÍTICO DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE VILLA ALDAMA, TAMPS.

Manuel Vasconcelos F.<sup>1</sup>, Juan Alonso Ramírez-Fernández<sup>2</sup> y Federico Viera-Decida<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L., México  
E-mail: jmvf@atrevete.com

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L., México

El Complejo Volcánico de Villa Aldama (CVVA) se ubica al sureste de la Sierra de Tamaulipas, dentro de la Provincia Alcalina Oriental Mexicana (PAOM). Destaca su carácter explosivo, que contrasta con la actividad efusiva de otras localidades de la PAOM (Sierra de Tantima, la región de Bernal y Mesetas de Llera y la periferia de la Sierra de San Carlos). En el CVVA se observan diversos tipos de estructuras volcánicas, como: conos cineríticos, anillos de tobas, cráteres, etc. así como derrames lávicos. El objetivo de la presente investigación fue el de estudiar a detalle la geología y la geoquímica del complejo, para proponer un modelo genético del magmatismo. Las rocas extrusivas del CVVA presentan un comportamiento geoquímico bimodal. El primer grupo es básico y está compuesto por basaltos alcalinos y subalcalinos, así como traquibasaltos. El segundo más evolucionado está constituido por traquitas compuestas de sanidino, anortoclasa, nefelina y olivino fayalítico, en una matriz muy fina de feldespatos y augita egrínica. Estas últimas están distribuidas en el complejo en las partes N, E y NE, donde existieron varios centros de emisión de lava. Las traquitas se analizaron usando ICP-AES para los elementos mayores e ICP-MS para los trazas y las tierras raras (REE). De los resultados obtenidos se determinó la clasificación TAS, así como la normatividad CIPW

mediante el programa SINCLAS. Las traquitas se subdividen en dos grupos según su normatividad: el primero es normativo en Ne-Ol, y el segundo en Hy-Qz. El comportamiento general de sus elementos traza es similar, con anomalías negativas en Sr, P, Ti y K. Sin embargo, las traquitas de Ne-Ol presentan anomalías bastante más pronunciadas indicando un mayor grado de evolución. Por otra parte, las traquitas de Hy-Qz muestran anomalías positivas de Ba, mientras que las de Ne-Ol las anomalías son francamente negativas. Los patrones REE son típicos, con un enriquecimiento en los ligeros disminuyendo hacia los pesados. En el elemento Eu se observa una anomalía positiva en varias muestras normativas en Hy-Qz indicando con esto una acumulación de plagioclasas, mientras que en las normativas en Ne-Ol esta anomalía es negativa, indicando una fraccionación de este mineral durante el desarrollo magmático. Se interpreta que las traquitas de Ne-Ol serían el producto de la fraccionación de un magma basáltico, mientras que las de Hy-Qz se saturarían en sílice debido a contaminación cortical.

## GEOQP-35

**GEOCHEMISTRY OF SANDSTONES IN THE  
KUDANKULAM FORMATION (LATE MIOCENE), SOUTH  
INDIA: IMPLICATIONS FOR PROVENANCE,  
WEATHERING, AND TECTONIC SETTING**

J.A.S. Armstrong<sup>1</sup>, Yong IL Lee<sup>2</sup>, S.P. Verma<sup>1</sup> and S. Ramasamy<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Energía, UNAM, Temixco, Mor., México

E-mail: jsaa@cie.unam.mx

<sup>2</sup> School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea

<sup>3</sup> Department of Geology, University of Madras, Guindy Campus, Chennai, India

Petrography and major, trace, and rare-earth element composition of sandstones from the Kudankulam Formation (South India) have been investigated to determine the tectonic setting, weathering condition, and provenance of sandstones. All the sandstone samples are rich in quartz (Q) but poor in feldspar (F) and lithic fragments (L). In the QFL diagram, the sandstones fall in the field of cratonic origin of continental block provenance. The major element concentrations reveal the homogeneity of the source. Geochemically, the Kudankulam sandstones are classified as arkose, sub-arkose, litharenite, and sub-litharenite. The SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>O, and K<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratios suggest the sandstones to be chemically immature. The CIA (Chemical Index of Alteration) values suggest low weathering nature of the sandstones. The Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MgO, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>, and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratios suggest a passive margin setting. Similarly, the compositional maturity of analysed sandstones is typical of cratonic environments and their La/Y and Sc/Cr ratios reflect their passive continental margin setting. The Eu/Eu\*, (La/Lu)<sub>cn</sub>, La/Sc, Th/Sc, La/Co, Th/Co, and Cr/Th ratios support a primitive silicic source for these sandstones. Chondrite-normalized REE patterns with LREE enrichment and flat HREE with negative Eu

anomaly are also attributed to silicic source rock characteristics for Kudankulam sandstones. The total REE content reflects grain size variations of the sandstones.

## GEOQP-36

**DETERMINACIÓN DE LA HOMOGENEIDAD FÍSICA Y  
QUÍMICA EN LAS MUESTRAS DE REFERENCIA IGL  
PRODUCIDAS EN EL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA  
UNAM**

Rufino Lozano, Patricia Girón, Pablo Peñaflo, Juan Pablo Bernal y Eduardo Morales de la Garza  
Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: rufino@servidor.unam.mx

Durante los años 2001 y 2002 el grupo de trabajo del laboratorio de Fluorescencia de Rayos-X del IGLUNAM, dedicó parte de su tiempo a la preparación de material de referencia «in-house», con el fin de disponer de una fuente abundante y útil para la preparación de perlas y tabletas de uso en la elaboración de curvas de calibración y como monitores, entre otras aplicaciones.

Inicialmente las muestras fueron procesadas en los laboratorios del Instituto de Geología en Ciudad Universitaria, D. F. y en la Estación Regional del Noroeste, en Hermosillo, Son. Se prepararon ocho lotes, un de cada muestra, con masas de entre 25 y 35 Kg cada lote. Las muestras fueron secadas a 110°C durante la noche, y posteriormente fueron molidas en un mortero de percusión fabricado en corindón, hasta pasar la malla 200 (74 mm). Posteriormente cada lote fue homogeneizado haciendo pasar el polvo por un embudo cónico alimentado con un alimentador vibratorio Sintron. Las ocho muestras de roca y suelo fueron posteriormente envasadas en unidades de aproximadamente 100g, obteniendo 200 botes de cada una de las muestras siguientes:

IGLc-1 (caliza), IGLd-1 (dolomía), IGLs-1 (suelo), IGLa-1 (andesita), IGLsy-1 (sienita), IGLsy-2 (sienita), IGLgb-3 (gabro), IGLsy-4 (sienita).

Actualmente nuestra institución dispone ya de estas ocho muestras de referencia, mismas que están en proceso de estudios como el que aquí se presenta.

Inicialmente 200 fracciones de cada muestra fueron envasadas marcando cada bote con el número secuencial de 1 a 200, posteriormente los botes 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170 y 190, fueron seleccionados para ser sometidas a la medición de las intensidades de algunos elementos por FRX, lo anterior con la intención de disponer de la información asociada con la calidad del homogeneizado físico y químico.

La medición de la distribución del tamaño de partícula se hizo en un analizador laser marca Beckman-Coulter. En todos los casos se determinó que más del 98% de las partículas tenían diámetro < 74 mm.

La medición de las intensidades por FRX se hizo en porciones que variaron entre 0.5-1g para analizar los elementos mayores y de entre 5 y 6 g para analizar algunos elementos traza. Algunas muestras también fueron analizadas por ICP-MS y ICP-AOS, usando 0.2g de muestra.

Se presentan las gráficas de la distribución del tamaño de partícula para cada muestra, así como tablas con lo valores promedio para los elementos medidos y la varianza de los resultados obtenidos para cada serie de botes.

Se detectaron algunas diferencias entre bote y bote, sin embargo se consideran menores con respecto de los valores obtenidos por mediciones entre laboratorios, por lo que el material se considera química y físicamente homogéneo, en porciones iguales o mayores a 0.5 g.

### GEOQP-37

#### MATERIALES INTERNACIONALES DE REFERENCIA GEOQUÍMICA Y SU UTILIZACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS ANALÍTICOS

Mirna Guevara García

Centro de Investigación en Energía, UNAM, Temixco, Mor. México  
E-mail: mygg@cie.unam.mx

La calidad de los datos de Materiales Internacionales de Referencia Geoquímica (MRG) afecta directamente los procesos de calibración de una amplia gama de métodos analíticos utilizados para caracterizar muestras geoquímicas. Actualmente, el uso de MRG está ampliamente difundido, pero las limitaciones para su aplicación no han recibido la debida atención por parte de los usuarios. El resultado de una medición analítica es sólo un estimado del valor verdadero, y ese dato es válido sólo cuando lleva asociado su valor de incertidumbre. Por esa razón, es de gran importancia que la etapa de calibración de un proceso analítico, se lleve a cabo con datos de calidad. Los resultados no pueden ser mejores que lo que permite la calidad de los datos que se manejan. El establecimiento de una metodología analítica de rutina, debería basarse únicamente en aquellos MRG cuyos valores de concentración se encuentren bien establecidos.

Se han realizado esfuerzos a nivel internacional para solucionar el problema de uniformizar los procedimientos para preparar materiales de referencia, para el manejo de datos y presentación de los mismos. Sin embargo, a pesar de que se ha impulsado el uso de normas, no se ha generalizado o aceptado su aplicación. En este trabajo se presenta una reseña de la problemática existente en la generación de los ¿valores verdaderos? de los componentes químicos en MRG y la repercusión de su uso en geoquímica.

Sobre las metodologías existentes para manejo de datos de MRG, y los diferentes métodos de calibración se puede concluir que en Geoquímica Analítica, el uso de MRG es lo indicado para curvas de calibración. Cabe recalcar, que se debe hacer una cuidadosa selección de los MRG que se van a incluir,

considerando el tipo de matriz y el intervalo del elemento a cuantificar. Estos factores son tan importantes como la veracidad de los valores de concentración, para lograr éxito en el proceso de calibración, y calidad en los resultados del análisis de materiales desconocidos en geoquímica analítica.

### GEOQP-38

#### EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LANTÁNIDOS EN MATERIALES GEOLÓGICOS E IMPLICACIONES SOBRE LOS LÍMITES DE DETECCIÓN

E. Santoyo, Surendra P. Verma y F. Velasco-Tapia  
Centro de Investigación en Energía, UNAM  
E-mail: esg@cie.unam.mx

Se presentan los resultados derivados de la evaluación estadística de datos analíticos obtenidos por diversos laboratorios en el análisis químico de 24 materiales geoquímicos de referencia internacional. Con estos propósitos, los métodos analíticos mas comúnmente usados en la determinación de tierras raras (REE) o lantánidos fueron agrupados en métodos de espectrometría de masas (MS), métodos nucleares (NM), y métodos de espectrometría de emisión (ES). A partir de la evaluación inicial de los datos analíticos, se encontró que éstos no mostraban una distribución normal debido a la presencia de datos significativamente desviados ("outliers") en varios de los elementos analizados. El rechazo de estos valores, sustentado por la aplicación de pruebas estadísticas estandarizadas, permitió que la base de datos analíticos remanentes obedeciera una distribución normal. Esta nueva base de datos permitió observar que el grupo de métodos analíticos MS provee los valores mas precisos de REE en estos materiales.

Como parte de este estudio, se calcularon también los límites de detección de los REE usando una regresión lineal ponderada basada en un modelo estandarizado de precisión lineal propuesto en la literatura. Los resultados obtenidos indicaron valores del orden de sub-ppm (MS: 0.07-1.5 ppm; NM: 0.05-3.1 ppm; y ES: 0.1-4.2 ppm). A partir de estos resultados, se encontró que los límites de detección obtenidos en este estudio obedecen un patrón perfectamente remarcado de "zigzag" que parecería estar gobernado por el efecto de estabilidad nuclear "impar-par", el cuál de hecho controla las concentraciones de los elementos químicos en el sistema solar, así como la abundancia de sus isótopos individuales. En este contexto, cabe destacar que este comportamiento de los límites de detección se observa en un gran número de trabajos analíticos reportados actualmente en la literatura, y relacionados con caracterizaciones químicas de REE en una gran variedad de matrices (rocas, suelos, aguas, alimentos, etc.), pero en ninguno de estos trabajos ha sido señalada ni la existencia ni la relevancia del patrón "zig-zag". La presente ponencia se basa en un artículo en prensa en la revista International Geology Review por Verma, Santoyo y Velasco-Tapia (2002) quienes han reportado y propuesto que el patrón

“zigzag” que exhiben los límites de detección debiera usarse como un criterio fundamental en el control de calidad de los análisis químicos de REE.

## GEOQP-39

**DC\_BASE: BASE DE DATOS Y SISTEMA PARA MANEJAR COEFICIENTES DE DISTRIBUCIÓN DE NERNST**

Ignacio S. Torres Alvarado, Surendra P. Verma, Hypitia Palacios Berruete, Mirna Guevara y Oriana Yuridia González Castillo  
Centro de Investigación en Energía, UNAM  
E-mail: ita@cie.unam.mx

El estudio del comportamiento de los elementos traza en procesos petrológicos se ha convertido en una rama muy importante de la Geoquímica, ya que su distribución en un sistema puede ser descrita por medio de relaciones matemáticas. Esto ha permitido la construcción de modelos cuantitativos de aquellos sistemas controlados por el equilibrio entre la fase líquida (magma, por ejemplo) y las sólidas (minerales). La distribución de los elementos traza entre estas fases se describe por medio de un coeficiente de partición (o de distribución) denominado de Nernst, definido como la relación de las concentraciones de un elemento en un mineral y en el magma, y representado como  $K_d$  o simplemente  $D$ . Debido a que  $D$  puede variar con la temperatura, la presión, y la composición y la fugacidad de oxígeno del magma, los valores de  $D$  deben ser cuidadosamente seleccionados para asegurar que las condiciones físico-químicas del sistema en estudio, corresponden a las condiciones en las que se formó la roca (mediciones de  $D$  “in situ”) o en las que se desarrollaron los experimentos, a partir de los cuales fueron obtenidos los valores de  $D$ .

En este trabajo se reporta la compilación de una extensa base de datos de coeficientes de distribución de Nernst, así como la generación del sistema de cómputo denominado DC\_Base, especializado en el manejo de estos datos con fines petrológicos. La compilación incluye 10,293 datos individuales de coeficientes de distribución para una gran variedad de elementos químicos y minerales formadores de roca.

Para facilitar la compilación y el mantenimiento de la base de datos se empleó un paquete comercial de tipo hoja de cálculo, a partir del cual se generan archivos de texto con los coeficientes de partición ordenados de acuerdo a los diferentes tipos de minerales que el sistema DC\_Base interpreta. A partir de esta información y para cada mineral y elemento con datos en la compilación, el programa calcula de manera automática el número de datos en la compilación, la media y la desviación estándar (entre otros parámetros estadísticos) de los coeficientes de partición. Con ellos y con las proporciones de minerales indicadas por el usuario, DC\_Base calcula los coeficientes de partición globales (bulk partition coefficients) y modelos de fusión parcial, basándose en los datos de composición inicial del elemento y grado de fusión indicados por el usuario.

El sistema se basa en un optimizado código escrito en lenguaje C para computadoras personales, asegurando su eficiencia, portabilidad y mantenimiento. Dada su estructura modular, este sistema (o cualquiera de sus partes) podría ser integrado a un sistema general para petrología. Esta misma característica permitiría que el módulo creado para calcular modelos de fusión parcial pueda ser fácilmente modificado para calcular otros modelos petrogenéticos.

## GEOQP-40

**“LA CALERA” CARBONATE SINTER DEPOSIT AT LAKE CHAPALA, MEXICO**

Pedro F. Zárate-del Valle y Claudia C. Luhrs Olmos  
Depto. de Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara  
E-mail: pzarate@ccip.udg.mx

In the tectonically active zones of the earth's crust geothermal systems are very abundant and the Citlala rift, where Lake Chapala is located, is not the exception. The Lake Chapala basin is characterized by its paleo- and actual geothermal activity that includes: thermal springs, sinter deposits, hydrothermal petroleum manifestations and hydrothermal alteration outcrops. On the SE shore and five km NW from Regules village, outcrops a carbonate deposit named “La Calera” that has been mistaken with marine Cretaceous limestone and with lacustrine limestone. Really, it is a carbonate sinter which outcrop extends 2 km in E-W direction and 600 m in N-S direction. These deposit overlays andesitic rock. As spring deposit, “La Calera” sinter is very limited in area extent and is the only carbonated sinter known around Lake Chapala. With a thickness of approximately 5m and a roughly horizontal attitude, the carbonated sinter material is characterized by both massive and banded structures. When massive, it is colored in yellow brownish and grey and elsewhere it shows a pseudo-brecciated structure; on the other hand, when banded, alternated of yellow and dark millimetre bands can be seen. The calcareous sinter material is characterized by vuggy porosity and silica (quartz and chalcedony) veinlets. Under microscope a pseudo-micritic texture is observed; vugs coated by iron oxides, are filled with calcite, and/or quartz, chalcedony and clay minerals. An incipient process of pervasive silicification is observed as well as calcite recrystallization.

Six samples of carbonates of “La Calera” deposit were analysed for their stable isotopes (LODC-UParis VI). From  $\delta^{13}C$  PDB values we have two set of data: one near zero (-8.03–8.69 ‰) that means a no contribution of organic carbon and other with low values (-0.35–0.75 ‰) meaning an important contribution of organic carbon; from very low  $\delta^{18}O$  PDB values (-8.5–10.27 ‰) we deduced a precipitation in meteoric water with a temperature deposition higher than the surface that match with an hydrothermal origin. Mineralogy was confirmed by XRD diffractometry and semiquantitative results are: (calcite »80%, quartz »20%, feldspar < 3%).

GEOQP-41

### ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA PLUMA DEL RÍO PÁNUCO, TAMAULIPAS

Odette Hernández Paredes<sup>1</sup> y Alejandro Ortega Osorio<sup>2</sup><sup>1</sup> Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Sistemas Marinos, Programa de Investigación en Medio Ambiente y Seguridad, IMP  
E-mail: aosorio@imp.mx

En este estudio la descarga del río Pánuco se investiga a través del contenido del material particulado suspendido (MPS) con el fin de caracterizarlo, tanto desde un punto de vista morfológico como químico. Así, los objetivos particulares de este son: i) analizar morfológica y químicamente el MPS, ii) estudiar la distribución espacio-temporal de la pluma, y iii) determinar la asociación de metales pesados con el MPS. El trabajo de campo consistió en dos campañas oceanográficas en épocas de secas y nortes (mayo, 2001 y febrero, 2002) colectando muestras a dos profundidades en 6 y 9 estaciones, respectivamente. El muestreo se diseñó de una forma radial a la desembocadura con el fin de asegurar el muestreo dentro y fuera de los límites de la pluma. La concentración del MPS se determinó gravimétricamente con variaciones de 0.4 mg/l a 1.2 mg/l tanto para muestras someras como profundas. Los primeros reconocimientos de las partículas a través de microscopía electrónica de barrido con microanálisis acoplado (SEM-EDS) evidenciaron la presencia de diversas formas, que van desde partículas amorfas e irregulares hasta estructuras cristalinas bien definidas con composiciones desde inorgánicas (feldespatos amorfos combinado con carbonatos y arcillas) hasta esqueletos de organismos planctónicos (las diatomeas, centrales y pennales, y foraminífero). Los análisis revelaron cantidades variables de sílice, barita y pirita, así como óxidos de hierro y otros minerales. Respecto a la abundancia de las fases se ha observado que los feldespatos se encuentran agregados en "cúmulos" en muestras cercanas a la desembocadura mientras que la barita exhibe formas bien definidas que reflejan su transporte relativo. Por otra parte, los feldespatos al permanecer suspendidos largos periodos pueden servir como transportadores de otras sustancias como son los metales. Hasta el momento se han encontrado metales traza tales como Ti, Fe, Sr, Mg, Cr, y Zn, al parecer asociados diferencialmente a las distintas partículas. Se ha podido reconocer cierta tendencia geométrica de la pluma que indica una dirección general hacia el sur. De acuerdo a los resultados de MPS y a los perfiles de temperatura y salinidad, se puede decir que el tamaño de la pluma es del orden de 5 a 10 km (penetración). Análisis de las muestras se complementan por el momento y se incluirán en fechas próximas al estudio.

GEOQP-42

### ELEMENTOS TRAZA EN EL MATERIAL SEDIMENTARIO COLECTADO/INTERCEPTADO CON LA TRAMPA SEDIMENTARIA ANCLADA SOBRE LA CUENCA SAN LÁZARO EN 1996 Y 1998

Evgueni Choumiline y Norman Silverberg

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, B.C.S.  
E-mail: eshumili@ipn.mx

Por medio del método de análisis con la activación neutrónica se hizo el estudio de la presencia de los elementos Fe, Ca, Sr, Ba, Zn, Cr, Co, As, Se, Sb y Sc en el material interceptado en la columna del agua en la profundidad de 330 m por medio de la trampa sedimentaria automática, anclada en la cuenca de San Lázaro (Pacífico Noreste frente a la Bahía Magdalena), en los periodos entre agosto y de noviembre de 1996 (año de condiciones regulares) y diciembre de 1997 y 3 de mayo de 1998 (con la influencia del fenómeno de El Niño).

Los contenidos de estos elementos traza en las muestras de dos periodos de colecta mostraron la cierta variabilidad temporal. Se distinguen unos periodos de alto contenido del Zn (anómalos con 635-7735 mg/kg versus 180-555 mg/kg regulares) y Se (11.4-33.0 mg/kg versus 1.77-6.5 mg/kg) en el material sedimentario, los cuales reflejan los cambios de las condiciones de bioacumulación de estos elementos por el planctón de la capa superficial del océano y, como consecuencia de esto, de los niveles de sus contenidos en las partículas colectadas por la trampa sedimentaria.

Usando el Sc como indicador de los aportes terrígenos correspondientes, se hizo la evaluación de la contribución terrígena versus biogénica en el material de la trampa a lo largo del periodo de las observaciones. Los resultados de esta evaluación muestran la predominancia del material biogénico marino en mayoría de las muestras y que los incrementos del aporte de componentes terrígenos y biogénicos coinciden en el tiempo. Una de las posibles causas de este fenómeno puede ser que los incrementos de los aportes terrígenos al mar en esta zona que contienen fierro como micronutriente, provocan la productividad biológica más alta y, de otro lado, que las partículas terrígenas se encajan perfectamente en el material biogénico, incluyendo peletas fecales y la nieve marina, y estos agregados se transportan juntos a la profundidad sin la diferenciación por la densidad y tamaño de los materiales que los constituyen.

Con base en datos sobre el flujo total del material suspendido (Silverberg et al., in press) se calcularon los flujos verticales para los elementos traza en esta estación los cuales se varían considerablemente: 0.28-65.1 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Ca, 0.10-17.9 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Fe, 0.38-445 µg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Sr, 6.7-158 µg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Zn, 0.23-2.58 µg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Se y 0.021-6.28 µg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Sc, 1.54-354 µg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> para Ba.

GEOQP-43

### EVOLUCIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO COSTERO DE MANEADERO, BAJA CALIFORNIA

E.C. Sánchez-Rentería, L.W. Daesslé, L.G. Mendoza-Espinosa,  
V.F. Camacho-Ibar y J.D. Carriquiry  
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC  
E-mail: edisa84@hotmail.com

La explotación del acuífero del Valle de Maneadero inició en 1937, con una extracción media anual de 2.5 Mm<sup>3</sup>. En 1967 se calculó una extracción de 17.0 Mm<sup>3</sup> y para 1971 la extracción ya era de 20 Mm<sup>3</sup>. A partir de 1974 se registraron extracciones mayores a los 20.0 Mm<sup>3</sup>, llegando a extraerse 25.7 Mm<sup>3</sup> en 1997, siendo la regarga anual para ese año tan solo de 20.67 Mm<sup>3</sup>. Una de las causas principales de la sobre explotación del acuífero de Maneadero es la agricultura, para la cual tan sólo en 1997-1998 se emplearon 17.01 Mm<sup>3</sup> (CNA 1998). El desarrollo agrícola y la urbanización en la región de Ensenada y Maneadero, ha tenido como consecuencia un desequilibrio entre la extracción y recarga del acuífero, provocando una disminución en el nivel freático y el aumento de salinidad del agua debido a la intrusión salina. En algunas áreas, principalmente cerca de la zona costera, se ha producido ya la contaminación, causando el abandono de las fuentes de abastecimiento de aguas subterráneas y el consecuente abandono de grandes extensiones de tierra agrícola.

Con la intención de evaluar la evolución e impacto del deterioro del acuífero durante las últimas décadas, se procesaron y analizaron datos geoquímicos y fisicoquímicos históricos de la CNA desde 1974 hasta 1991. Asimismo, se llevaron a cabo dos muestreos semestrales en 22 pozos a lo largo de las principales fuentes de recarga (arroyos), el valle y su zona costera, con la intención de determinar la evolución del mismo a corto plazo (época de estiaje y lluvias). De entre los pozos estudiados, en 1974 la salinidad máxima fue de 4.0 ppt (partes por mil) aumentando significativamente a 5.24 ppt y 6.93 ppt en noviembre de 2001 y abril de 2002 respectivamente. El agua subterránea en la zona se clasifica como sódico-clorada, debido a la mezcla con agua marina. El estudio de diversas variables como TDS, pH, oxígeno disuelto, iones mayoritarios, metales, arsénico y nitratos, nos permite no solo una caracterización detallada del acuífero, sino también determinar la evolución geoquímica de este a lo largo de períodos semianuales. El presente trabajo y sus resultados preliminares forman parte de un proyecto sobre la evolución hidrogeoquímica de los acuíferos que abastecen de agua a la ciudad de Ensenada, B.C.

GEOQP-44

### ESTUDIO DE BACTERIAS MARINAS QUE CATALIZAN LA OXIDACION DE MANGANESO (II) A PARTIR DE NODULOS DE MANGANESO EXTRAIDOS DEL ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO

Jorge Romero Jarero<sup>1</sup>, Héctor M. Alexander Valdés<sup>1</sup> y Pilar Negrete Redondo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM  
E-mail: microbio@mar.icmyl.unam.mx

<sup>2</sup> Depto. El Hombre y su Ambiente, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco

Erlich divide a las bacterias en 2 grupos según la forma del mineral sobre el cual son activas; Bacterias que oxidan el ión libre Mn<sup>+2</sup> y Bacterias que actúan sobre Mn<sup>+2</sup> previamente adsorbido en óxidos de Manganeseo IV.

Poco se sabe acerca de estas condiciones pero la presencia de oxígeno manganoso soluble y materia orgánica son favorables según lo demuestra el alto número de bacterias oxidadoras de manganoso aisladas en la interfase agua sedimento del fondo del mar. Los objetivos de este trabajo son:

- Determinar la densidad de bacterias heterótrofas psicofílicas en nódulos de manganoso extraídos del Océano Pacífico en la Zona Económica Exclusiva de México
- Determinar la densidad de bacterias heterótrofas psicofílicas con capacidad de oxidar Manganoso soluble (Mn<sup>2+</sup>) en nódulos de manganoso.
- Aislar e identificar bacterias heterótrofas psicofílicas Gram negativas que catalizan la oxidación de Mn<sup>2+</sup>, a partir de nódulos de manganoso extraídos del Océano Pacífico en la Zona Económica Exclusiva de México.

Se aislaron e identificaron las bacterias procedentes de las muestras de nódulos de manganoso molidas utilizando mortero estéril, agua de mar artificial placas de agar marino 2216 de ZoBell y el método de mastrillado o extendido en placa. La diferencia entre los medios es básicamente la concentración de manganoso adicionada, el pH y la presencia de ión férrico.

Como prueba confirmatoria se usó el ensayo de Feigl para manganoso.

Todas las cepas fueron aisladas a 5°C y desarrollan bien a temperatura de 25°C.

El, Mn<sup>+2</sup> adicionado al medio de cultivo fue oxidado en presencia de bacterias formando un precipitado pardo oscuro que transfiere color al medio, todas las cepas tuvieron la propiedad de oscurecer el medio denotando oxidación de manganoso. Las cepas presentaron también una reacción de Feigl positiva.

Se observó que los microorganismos presentaron diferente capacidad para oxidar manganeso obteniéndose en algunos casos, una reacción más intensa.

Los resultados más favorables para el desarrollo de las bacterias, la oxidación de manganeso y la producción de pigmento intracelular se observan en el medio KV en este, todas las cepas mostraron desarrollo rápido, abundantes, pigmentos definidos y oxidación de manganeso intensa.

Hasta hoy, los medios diseñados para aislar bacterias oxidadoras de manganeso de ecosistemas marinos tienen pH alcalino.

Todas las cepas oxidaron el  $Mn^{+2}$  adicionado al medio de cultivo.

#### GEOQP-45

### CONCENTRACIONES Y ESPECIACIÓN DE LOS ELEMENTOS TRAZA EN LAS AGUAS HIPERSALINAS DE LAS ÁREAS DE OPERACIÓN DE LA EMPRESA EXPORTADORA DE SAL, GUERRERO NEGRO, BAJA CALIFORNIA SUR

Grajeda Muñoz M.<sup>1</sup>, Mironenko M.V.<sup>2</sup>, Ryzhenko B.N.<sup>2</sup> y Shumilin E.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, B.C.S.

E-mail: mgrajeda@ipn.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geoquímica y Química Analítica, Academia de Ciencias de Rusia, Moscú, Rusia

Los conceptos modernos de la formación de haluros, en la litogénesis de zonas áridas se desarrollaron en los años 50 y 60 del siglo XX, en esta época se generó la idea que durante el proceso progresivo del aumento de salinidad en una cuenca hipersalina los elementos traza podrían transferirse a la fase sólida debido a su coprecipitación con los macro-componentes en las etapas iniciales de la halogénesis (precipitación de yeso y carbonatos), o en una etapa de la cristalización de la halita.

El objetivo de este trabajo es la evaluación de los niveles de concentración de los elementos traza y la modelación termodinámica de su especiación química en las aguas a lo largo de la evaporación gradual de agua de mar en los estanques de concentración y de cristalización de la Empresa Exportadora de Sal, Guerrero Negro, Baja California Sur.

Para los cálculos termodinámicos se usaron los resultados experimentales de los análisis de las concentraciones de los elementos traza en 19 muestras del agua de la laguna Ojo de Liebre y salmueras la línea tecnológica de la producción de la ESSA, obtenidos en el marzo del 2000 con la ayuda técnica de Skidaway Institute of Oceanography (Savannah, Georgia, E.U.A.) bajo asesoría del Prof. H. Windom.

Las concentraciones de los elementos varían en los siguientes rangos: Fe (1.1-15.3  $\mu\text{g/l}$ ), Mn (0.07-82.1  $\mu\text{g/l}$ ), Zn (0.1-28.4  $\mu\text{g/l}$ ), Cd (1-162 ng/l), Cu (0.04-4.0  $\mu\text{g/l}$ ), Co

(0.01-0.7  $\mu\text{g/l}$ ), Ag (0.01-53.1 ng/l), Pb (0.01-2.4  $\mu\text{g/l}$ ), Hg (0.5- 16-8 ng/l), Al (0.6-98.6  $\mu\text{g/l}$ ), Ni (0.04-2.1  $\mu\text{g/l}$ ), V (0.1-5.0  $\mu\text{g/l}$ ), que son muy bajos en su totalidad y corresponden a los niveles típicos para las aguas naturales sin influencia antropogénica.

A partir de estos datos reales, para determinar la especiación de los elementos traza se aplicaron los métodos de minimización de energía de Gibbs y para evaluar los coeficientes de actividad se usó el método de Pitzer. (Mironenko, 1992, 1997).

De acuerdo con los resultados de los cálculos termodinámicos, el Fe en todo rango de salinidades desde 40% a 250% existe principalmente como  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . El Mn se encuentra en las salmueras como ion simple  $\text{Mn}^{2+}$  y los complejos  $\text{MnCl}^+$ ,  $\text{MnCl}_2^0$  y  $\text{MnSO}_4^0$ . El Co está presente en las soluciones como  $\text{CoCl}^+$  y  $\text{Co}^{2+}$ . El Cu en solución está presentado casi completamente por  $\text{Cu}^{2+}$ . El Ni existe como cation simple  $\text{Ni}^{2+}$  y sus complejos clorados y sulfatados. La Ag aparece como tetra-, tri- y bi-cloruro. Prácticamente todo el uranio en las aguas de los estanques se encuentra e como bi- $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$  y tri-  $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ . El mercurio completamente se presenta en forma de  $\text{HgCl}_4^{2-}$ . Las principales especies del Zn y del Cd en estas condiciones son sus complejos clorados.

#### GEOQP-46

### GEOTERMobarometría EN METAPELITAS DE LOS COMPLEJOS METAMÓRFICOS DE AYSÉN, CHILE

Elisa Ramírez y Francisco Hervé

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Física y Matemáticas, Universidad de Chile

E-mail: eramirez@cec.uchile.cl

Las metapelitas de bajo grado metamórfico son un sistema complejo al momento de determinar presiones (P), temperaturas (T) y edad de metamorfismo, debido principalmente a su tamaño de grano. Sin embargo, estudios cristaloquímicos de filosilicatos en estas rocas, muestran las respuestas de estos minerales, a la variación de presión y temperatura, lo que ha permitido utilizarlos como geotermobarómetros.

En el Complejo Metamórfico Andino Oriental (CMAO) y Complejo de Chonos (CMC, franja oriental), que se extienden en gran parte de la región de Aysén, presentan dentro de su litología, metapelitas de bajo grado metamórfico, en las cuales mediante el estudio de sus filosilicatos se determinaron las condiciones de P y T de metamorfismo.

En la determinación de la temperatura se utilizó el Índice Cristalinidad de la ilita (IC), el cual indica el paso de diagénesis a metamorfismo, debido al aumento de la temperatura. Para ambos complejos se obtuvieron valores IC que varían entre anchizionales y epizionales, esto significa que las temperaturas alcanzadas por las metapelitas son  $> 300^\circ\text{C}$ .

Esto se ve confirmado al utilizar geotermómetros de clorita, los que dan rangos del orden de 310° a 380°C, para ambos complejos.

Al determinar la presión se obtuvo mediante el parámetro  $b_0$  y el geobarómetro de la fengita, basados en la transformación de moscovita a fengita, la cual refleja un aumento en la presión. Los resultados obtenidos utilizando ambos métodos difieren notoriamente, sin embargo, son consistentes en el sentido de que las presiones en el CMAO son relativamente más bajas que las alcanzadas en la franja oriental del CMC. Las presiones del CMAO obtenidas son entre 3 y 9 kbar y para el CMC en la franja oriental entre 9 y 12 kbar.

#### GEOQP-47 CARTEL

##### A NEW TECHNIQUE FOR THE DETERMINATION OF DISSOLVED HELIUM ISOTOPE RATIO IN GROUND-WATERS BY USING THE PRINCIPLE OF GAS-WATER RE-EQUILIBRATION: A GEOCHEMICAL APPLICATION TO VOLCANIC AREA

Inguaggiato Salvatore and Andrea Rizzo  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo,  
Italy  
E-mail: [inguagg@pa.ingv.it](mailto:inguagg@pa.ingv.it)

Here, a new technique for the determination of dissolved helium isotope ratio in ground-waters from volcanic areas is presented. This method is based on the achievement of He equilibrium conditions between dissolved gas phase and host gas (N<sub>2</sub>). Ultrapure (N<sub>2</sub>) is introduced in a water filled glass flask (250cc), hermetically sealed in the field upon collection. After shaking in ultrasonic bath for 10 minutes, an aliquot of the separated gas phase is removed from the flask for MS analysis. <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He ratios are measured by using a modified double collector mass spectrometer (VG 5400-TFT). Helium and neon abundances are also calculated scaling the He and Ne partial pressures of sample to He and Ne air-standard measured by a quadrupole mass spectrometer (QMS;VG Quartz). Using their equilibrium partitioning coefficients, it is possible to calculate the amount of gas originally dissolved in the water. The method was tested both on air-saturated-waters and on thermal-waters from volcanic areas. The results highlight the good reproducibility (5%) and accuracy (3%) of helium isotope ratio. The proposed method reveals as a useful tool for determining the helium isotopic ratios on those volcanic systems where a free gas phase is not available.

This new technical procedure described above have been applied to water samples coming from Stromboli island (Italy). Three thermal water samples (Cusolito, Fulco e Zurro) located in the peripheral part of Stromboli volcano have been sampled and analyzed, and the results were compared with those of free crateric gas (SC5).

In the water samples <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He ratios are in the range of 4.13-4.23 Ra while at SC5 is 3.05 Ra. <sup>4</sup>He/<sup>20</sup>Ne are respectively 3.72-7.03 and 2.05. Helium isotopic ratio measured in the crateric gas is very close to those previously reported in literature but clearly lower than those measured in the water samples on the same island. Taking into account that helium isotopic ratios can be air-corrected on the basis of their <sup>4</sup>He/<sup>20</sup>Ne ratio, uncorrected values have been utilized to verify if an atmospheric contamination could justify a lower value of R/Ra at the crater emission. The curves show different mixing levels between air and two possible magmatic end-members for the measured samples. Taking into account that Fulco and Zurro water samples showed <sup>4</sup>He/<sup>20</sup>Ne values very close to SC5 but higher <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He ratios, atmospheric contamination cannot be considered as an explanation of such isotopic difference. Moreover, water samples fall along a different mixing curve respect to crateric gas confirming what above reported. Thus a different process have to be invoked to justify the lower values of <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He at crateric gas.

#### GEOQP-48 CARTEL

##### VARIACIONES GEOQUÍMICO-TEMPORALES DE LOS DEPÓSITOS DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA, MÉXICO CENTRAL

Domínguez-Heredia B.<sup>1</sup>, Solís-Pichardo G.<sup>2</sup>, Martínez-Serrano R.<sup>3</sup>, Schaaf P.<sup>3</sup>, Hernández-Treviño T.<sup>3</sup>, Morales-Contreras J.<sup>3</sup> y Hernández-Bernal M.S.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNAM  
E-mail: [benjadh@hotmail.com](mailto:benjadh@hotmail.com)  
<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM  
<sup>3</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

El Volcán Nevado de Toluca, ocupando la cuarta cumbre más alta del país con 4,680 m.s.n.m., es un estratovolcán compuesto de edad Plioceno Superior-Holoceno. Los primeros autores reseñan las formas generales del volcán, incluyendo en ellas la morfología, la estructura y la petrología. Posteriormente, se describen las características de los principales eventos eruptivos del volcán, además de obtener edades de carbono. Los sucesos más importantes incluyen una erupción de tipo vulcaniana de aproximadamente 28,000 años que produjo un extenso lahar; una erupción de tipo pliniano que depositó a la Pómez Toluca Inferior de 24,000 años; y otra erupción también pliniana que generó la Pómez Toluca Superior de aproximadamente 11,600 años. En otros estudios se han subdividido a los depósitos del volcán Nevado de Toluca en dos grandes unidades. Una de ellas, la más antigua, corresponde a una serie de flujos de lavas andesíticas de color gris claro y de textura porfídica, mismas que constituyen el edificio volcánico. La otra unidad, más joven, se encuentra compuesta por una compleja secuencia de depósitos piroclásticos que mantengan los flancos del volcán y que fueron emplazados durante los últimos 100,000 años.

Actualmente, el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) realiza trabajos para determinar las posibles variaciones geoquímicas de los productos volcánicos del Nevado de Toluca con respecto del tiempo. Además, se intenta identificar los probables procesos que han producido tales variaciones durante la evolución magmática del volcán. Para el trabajo geoquímico, se tomó como base la estratigrafía efectuada anteriormente por varios autores, recolectando las muestras más representativas de la columna estratigráfica compuesta del volcán. Posteriormente, se prepararon las alícuotas necesarias para el análisis de elementos mayores, traza e isotópicos de Sr, Nd y Pb, éstos últimos efectuados en el LUGIS.

Las muestras expresan en sus variaciones de elementos mayores, una cristalización fraccionada normal. La petrografía y los valores de SiO<sub>2</sub> (de 55.59 a 65.98%) junto con los de Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O (4.59-6.42%), clasifican a las rocas como andesitas y dacitas. Por otra parte, los valores de eNd tienen una variación de +3.78 a +5.34 con rangos de 87Sr/86Sr de 0.70370 hasta 0.70423, lo que nos indicaría una fuente no muy evolucionada del manto. Las tendencias en las gráficas de edad contra isotopía de las muestras de flujos de lava, expresan una pequeña disminución en los valores de 87Sr/86Sr contraria a los valores de eNd que muestra un pequeño incremento. En el caso de las proporciones isotópicas de Pb, la relación 206Pb/204Pb (18.55-18.67) muestra una disminución con respecto de la edad. Esto nos podría indicar que, individualmente, la cámara magmática no presenta fuertes componentes de mezcla con respecto a la edad (de 1.5 Ma hasta 3.3 ka) como en el caso de otros estratovolcanes, el Popocatepetl y el Pico de Orizaba.

#### GEOQP-49 CARTEL

##### CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DE LAS BRECHAS DE IMPACTO DEL CRÁTER CHICXULUB (POZO UNAM-5)

Juana Elia Escobar Sánchez y Jaime Urrutia Fucugauchi  
Instituto de Geofísica, UNAM  
E-mail: elia@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

El cráter Chicxulub se encuentra ubicado en la porción noroeste de la Península de Yucatán, sepultado por rocas carbonatadas del Terciario. Tiene un diámetro de 180-200 km aproximadamente y se ha definido morfológicamente como una cuenca multianillada con un levantamiento central.

El presente trabajo se enfoca a los núcleos correspondientes al pozo UNAM-5, el cual se ubica a 3.5 km al noroeste del pueblo de Santa Elena (sur del estado de Yucatán), a una distancia radial de 112 km del centro de la estructura del cráter. El pozo se perforó con núcleo continuo hasta una profundidad total de 504 m. encontrándose brechas de impacto desde los 332 m de profundidad hasta la base.

Para el estudio, se trabajó con el sistema de documentación de núcleos, técnica automatizada de análisis, caracterización y cuantificación de núcleos extraídos de

perforaciones. El sistema permite fácil manipulación, almacenamiento y accesibilidad a los datos en archivos, ordenados en función de la posición relativa de su profundidad, para dar una mayor eficiencia en los análisis cuantitativos de toda la información almacenada. El sistema se compone de tres aditamentos, siendo el componente fundamental el equipo "Core Scanner", el cual registra la imagen superficial del núcleo, en forma automatizada, ordena y almacena la información permitiendo comparar a detalle cada núcleo de manera individual o en conjunto. De este estudio se obtuvieron diez muestras digitalizadas representativas de las brechas de impacto, para estudiarse en conjunto con un análisis petrográfico.

La siguiente etapa consistió en la elaboración del análisis petrográfico de muestras en sección delgadas correspondientes a diferentes profundidades de la brecha. A partir de parámetros ya establecidos para brechas de impacto, se determinaron cuatro unidades fundamentales de brechas tipo suevítico, pero con características diferentes entre sí: la unidad 1 se definió como una brecha tipo suevítica con matriz arcillosa, la unidad 2 como una brecha tipo suevítica con matriz de melt, la unidad 3 tenemos una brecha tipo suevítica con matriz vítrea o arcillosa y la unidad 4 brecha tipo suevítica con matriz de melt.

La unión de ambas metodologías hizo posible la separación de estos tipos de brechas, así como los efectos de metamorfismo de impacto que se encontraron. Además fue posible comparar el cráter Chicxulub con otros cráteres conocidos como el caso del cráter Ries y el cráter Sudbury, de lo cual se deduce una similitud en las características de Chicxulub con Ries, pero no a modo de ser una replica, sino simplemente por encontrarse en secuencias estratigráficas semejantes lo que permite comparar sus características petrológicas así como los efectos de metamorfismo de impacto que se encuentran en ambos.

#### GEOQP-50 CARTEL

##### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO PARA TRABAJOS DE QUÍMICA ULTRAPURA EN EL LABORATORIO UNIVERSITARIO DE GEOQUÍMICA ISOTÓPICA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

Morales Puente Pedro, Lounejeva Elena y Cienfuegos Alvarado Edith  
Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: elenal@servidor.unam.mx

La construcción del nuevo Laboratorio limpio, que formará parte del Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica correspondiente al Instituto de Geología de la UNAM, se decidió a fin de satisfacer la creciente demanda de análisis isotópicos. En este nuevo espacio se llevarán a cabo procesos de purificación de reactivos, digestión ácida de materiales geológicos y preconcentración de elementos como Sr, Rb, U, Pb y tierras raras, provenientes de muestras con diferentes matrices y con vistas a su posterior análisis instrumental en los espectrómetros de masas de ionización térmica y de plasma.

El éxito del análisis instrumental a gran medida depende del control sobre el blanco analítico, o bien, la cantidad de elemento agregado a la muestra durante su procesamiento químico previo al análisis instrumental. El contribuyente principal al blanco analítico es el material suspendido en el aire del espacio donde se procesan las muestras. La masa total del material suspendido en el ambiente del laboratorio se cuantifica mediante la determinación del blanco analítico para cada elemento en particular.

En un laboratorio limpio se hace posible reducir cantidad de partículas suspendidas en el aire y de esta manera reducir y controlar el blanco analítico. Por esta razón, el laboratorio limpio está concebido como una herramienta indispensable para generar mediciones confiables y precisas de elementos traza y ultra traza.

El material particulado de origen atmosférico varía de localidad a localidad tanto en número de partículas así como en su composición (típicamente el conteo de partículas mayores de 0.3  $\mu\text{m}$  dentro de un edificio puede ser entre 26,000 y 50,000/litro). La manera más aceptada para la remoción de partículas del aire es mediante el empleo de filtros absolutos tipo HEPA, mismos utilizados en el laboratorio, los cuales tienen una eficiencia de 99.99% para atrapar partículas con tamaños mayores de 0.3  $\mu\text{m}$ . Este sistema de purificación provee un ambiente general de aire clase 1000 (35 partículas por litro de aire). Sin embargo, la especificación marcada por la norma Federal Standard 209 para un laboratorio para trazas es de clase 100, (no más de 100 partículas mayores de 0.5  $\mu\text{m}$  por pie cúbico, o bien, no más de 3 partículas por litro). Por esta razón, el diseño del laboratorio incluye inyección con filtración múltiple con el fin de maximizar las áreas de trabajo con condiciones de aire clase 100. En estas áreas el aire se mueve en dirección de arriba hacia abajo y del centro hacia las orillas de la mesa, esto con el objetivo de aislar la muestra del analista quien también es una fuente mayoritaria de materia contaminante. El nuevo diseño de circulación de aire en el laboratorio, además de extracción de los vapores tóxicos mediante campanas de extracción (convencionales y las de flujo laminar), incluye un sistema de recirculación, el cual permite una constante purificación de aire y circulación del mismo sobre las mesas de trabajo secundarias y sobre el piso de los pasillos. En las mesas secundarias están separadas del lugar de trabajo de muestras y en ellas se podrán colocar equipos periféricos como hornos, centrifugas, etc.

Además, en el interior de un laboratorio químico se generan partículas provenientes de procesos de corrosión que pueden ser una fuente de contaminación más severa que la de origen atmosférico, por lo que se realizó una selección especial de todos los materiales de construcción del laboratorio a fin de eliminar desde el inicio esta posible fuente de contribución indeseable al blanco analítico.

GEOQP-51 CARTEL

### GEOQUÍMICA DE HIDROCARBUROS GASEOSOS EN SITIOS DE EMANACIÓN NATURAL DEL FONDO MARINO EN EL GOLFO DE MÉXICO

Ruth E. Villanueva Estrada y Alejandro Ortega Osorio  
Grupo de Investigación en Sistemas Marinos, Programa de Investigación en Medio Ambiente y Seguridad, Instituto Mexicano del Petróleo

E-mail: estherv@mar.icmyl.unam.mx

El propósito de este estudio es caracterizar químicamente los componentes gaseosos (hidrocarburos ligeros), tanto en el sedimento como en la columna de agua, y establecer los factores que gobiernan su distribución espacial y temporal en sitios de emanación natural. En este trabajo se presenta la problemática que encierra este tipo de estudios así como algunos resultados preliminares con los que se cuenta hasta el momento. Se ha encontrado que el principal componente de estos sitios es metano, su importancia radica no sólo por ser considerado un recurso energético alternativo, sino también, y antagónicamente, por tratarse de un gas de efecto de invernadero. De aquí la relevancia ambiental y económica de esta investigación. El área de estudio se localiza en una región de intensa actividad petrolera en el Golfo de México. Los muestreos se han realizado tanto en puntos de referencia como en sitios de evidente manifestación en la superficie. Paralelamente, se analizan una serie de datos y muestras de agua y sedimento colectados en junio de 2002 en una zona de emanación de gas, de supuesta presencia de hidratos, que servirá como estudio comparativo. La metodología analítica propuesta para la extracción de gases disueltos en el agua de mar (headspace) consiste en la aplicación de vacío-ultrasonido (VUS) para concentrar los gases de la matriz líquida; por lo que toca a los sedimentos, esta consiste en equilibrar la concentración total de los gases de la muestra con un gas inerte; ambos extractos se usan para su caracterización y cuantificación final por cromatografía de gases. Con los datos obtenidos se estimará el flujo de gases a través del océano y su aporte hacia la atmósfera. Esta colección "única" de muestras, tanto por su naturaleza como por su valor, representan una gran oportunidad para ampliar el conocimiento de los sitios naturales de emanación. Por el momento se intentan varias fuentes de financiamiento que garanticen el aprovechamiento de estos valiosos datos.

## GEOQP-52 CARTEL

**PETROLOGÍA DE LOS PRODUCTOS RECIENTES (1998-2002) DEL VOLCÁN DE COLIMA, MÉXICO**

R. Arias-Cabrera<sup>1</sup>, J.C. Mora<sup>1</sup>, R. Castro-Govea<sup>1</sup>, J.L. Macías<sup>1</sup>,  
N. Varley<sup>2</sup> y J.C. Gavilanes-Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: georoland@yahoo.com

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Centro Universitario de Investigaciones en  
Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima, Colima, Col.

El Volcán de Colima, localizado en el oeste del Cinturón Volcánico Mexicano, reinició su actividad en 1998, después de tres años de quietud. Desde 1998 a la fecha el volcán ha producido una diversa cantidad de eventos, destacando el crecimiento de un domo en la cima, el desarrollo de flujos piroclásticos, flujos de lava de corto alcance y la emisión de gases fumarólicos. Esta actividad ha propiciado, en más de dos ocasiones, la evacuación de las comunidades más cercanas.

Durante la actividad reciente del volcán se ha realizado un estudio petrológico de muestras de material juvenil del domo y flujos de lava y piroclásticos. Estos productos tienen una composición andesítica (59.10-61.00 %peso. SiO<sub>2</sub>) y una textura porfírica con una asociación mineral de plg > px > óxidos de Fe-Ti; la matriz (45.6-63.5 %Vol.) varía de hipocristalina a cristalina, y se constituye de vidrio y microlitos de las mismas fases minerales. El porcentaje en volumen de cristales aumenta de 1998 a 2001 y posteriormente disminuye de 2001 a 2002. Los fenocristales de piroxenos muestran ligeros bordes de reacción en los depósitos de 1998 y 1999, mientras que en los productos de 2001 y 2002 los bordes de reacción son más pronunciados. Estos son más evidentes en los ortopiroxenos con la formación de óxidos de hierro. Aunque las variaciones en la composición química en roca total son menores, es notable observar una ligera disminución en MgO, Ni y Cr en los productos de 1998, 1999 y 2000, mientras que en los productos de 2001 y 2002 se registra un ligero aumento en los mismos. La sílice presenta un comportamiento inverso.

Las variaciones en el grado de cristalinidad y el contenido de elementos mayores y menores, en las muestras de 1998 a 2001, parecen acusar procesos de cristalización fraccionada. Mientras que las variaciones observadas en las muestras de 2001 a 2002 parecen concordar con una inyección de magma máfico al sistema magmático del volcán.

## GEOQP-53 CARTEL

**EDADES K/AR DE 54 ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS DEL OCCIDENTE, CENTRO Y SUR DE MÉXICO**

Jesús Solé<sup>1</sup> y Juan Carlos Salinas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNAM

E-mail: jsol@geol-sun.igeolcu.unam.mx

<sup>2</sup> Consejo de Recursos Minerales, Pachuca, Hidalgo

El Consejo de Recursos Minerales de México realizó en el año 1999 un Convenio con el Instituto de Geología de la UNAM para la determinación de edades K/Ar en muestras de rocas recolectadas durante las campañas de cartografía del CRM de los años 1999 y 2000. Se escogieron 54 muestras para la datación por el método K/Ar de los siguientes Estados: Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas. En este trabajo se reportan los resultados obtenidos, junto con una discusión sobre el posible significado de cada edad.

Los tipos petrográficos estudiados incluyen rocas volcánicas (basaltos, andesitas, riolitas, vitrófidos e ignimbritas), rocas plutónicas (gabros, dioritas, granodioritas y granitos) y rocas metamórficas (gneises y metasedimentos). Se dataron los minerales siguientes: biotita, moscovita, clorita, anfíbol, plagioclasa, ortoclasa y sanidina. Se usó roca entera para la datación sólo cuando no fue posible separar minerales. En algún caso se fechó vidrio volcánico.

Las edades obtenidas abarcan desde 2 Ma hasta 249 Ma, predominando (37% del total) las rocas con edades comprendidas entre 24 y 35 Ma. Puesto que el muestreo fue realizado por varios equipos de trabajo independientes y en zonas geográficas muy distintas, se pone de manifiesto la preponderancia de rocas del Oligoceno en el occidente de México.

En este estudio han participado varias personas del Consejo de Recursos Minerales y del Instituto de Geología, a las que se agradece su cooperación, y con las que estamos redactando actualmente un trabajo donde se exponen en detalle los resultados obtenidos y su interpretación.

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) de la UNAM. Para la determinación del argón se usó un espectrómetro de masas modelo VG1200. Las edades están calibradas con los estándares internacionales de biotita LP-6 (127.8 Ma) y HD-B1 (24.2 Ma). Los análisis de potasio se efectuaron con fluorescencia de rayos X siguiendo el método propuesto por Solé y Enrique (Analytica Chimica Acta, 440:199-205).

## GEOQP-54 CARTEL

PRELIMINARY (P,T) PEAK METAMORPHIC CONDITIONS ESTIMATION, FOR A SEQUENCE OF METAMORPHIC ROCKS, FROM THE LOWER PLATE OF THE MAGDALENA METAMORPHIC CORE COMPLEX, MAGDALENA, NORTH CENTRAL SONORA, MEXICO

Herrera Urbina Saul

Depto. de Geología, Universidad de Sonora

E-mail: paz@aurora.geologia.uson.mx

Northwest from Santa Ana and North from Magdalena towns (North Central Sonora, Mexico), a sequence of greenschists to upper amphibolite facies metamorphic rocks, outcrops, constituting the lower plate of the Magdalena Metamorphic Core Complex. This sequence is extremely sheared and folded, with a characteristic mylonitic foliation and lineation; it is separated of the sedimentary and volcanic rocks of the upper plate, by a regional low angle normal fault (the Magdalena Detachment Fault), which has a vergence top to the southwest. That sequence is constituted of meta-sedimentary and meta-felsic volcanic rocks, belonging to a Jurassic age volcanic arc; and abundant syntectonic meta-sills of per-aluminous garnet granitoids of a Tertiary age.

The Magdalena Metamorphic Core Complex was the result of the pre-Basin and Range tertiary regional extension event, which is well known in Sonora and Arizona, U.S.A. This event began approximately 30 Ma ago, and several authors consider that, at least in Sonora, it could extend until the lower-middle Miocene time. We previously indicated that the metamorphism responsible of the formation of the lower plate of the Magdalena Metamorphic Core Complex is limited to the middle-upper Oligocene time.

In this work, one portion of the meta-sedimentary rocks were particularly studied: the higher metamorphic grade pelitic schists, to estimate the (P,T) peak metamorphic conditions. This study consisted of a detailed mapping, petrography and geochemistry. The sample H-94-37: a muscovite - quartz - garnet - plagioclase - staurolite - sillimanite schist, was chosen for the geothermobarometric analysis. The garnet - aluminosilicate (sillimanite) - plagioclase - quartz geothermobarometer (3 anorthite = grossular + 2 sillimanite + quartz), was combined with the almandine-muscovite empirical geothermometer, to calculate the peak metamorphic conditions, which are:  $P = 3.7$  to  $4.9$  Kb;  $T = 659^{\circ}\text{C}$ . The estimated pressure indicates an original lithologic column of approximately 15 to 18 km thick, considering a granitic crust. A 28 Ma published  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  age for the muscovite, that is interpreted like one age for the shear event responsible of the formation of the pelitic schists, which are similar to the studied sample, was used for the calculation of the minimal exhumation rate, that is: 0.05 to 0.06 cm/year.

## GEOQP-55 CARTEL

HYDROGEN ISOTOPIC COMPOSITION OF HORNBLENDES FROM ACTIVE VOLCANOES OF MEXICO. IMPLICATION FOR ORIGIN OF MAGMATIC WATER

Y. Taran<sup>1</sup>, M. Kusakabe<sup>2</sup>, J.C. Mora<sup>1</sup> and G. Valdez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: taran@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University, Japan

Hornblendes (Hb) crystallize in water-rich magmas in magma chambers or in deeper zones. Isotopic composition of hydrogen in OH-groups of Hb represents the water isotopic composition of magmatic fluid or dissolved magmatic volatiles and therefore, is an isotopic characteristic of magmatic water. At lower vapor pressure in conduits and shallower magma chambers, Hb can decompose and lose water with significant isotopic effects.

We have measured hydrogen isotopic composition of hornblendes from modern lavas and pyroclastics of El Chichon, Colima and Popocatepetl volcanoes. Hornblendes from the last and previous pyroclastic flows of El Chichon are the more abundant mineral phases (after plagioclase), showing pleochroism from green to brown. They are relatively uniform in composition (close to magnesian hastingsite hornblende), without chemical variations between cores and rims. Using the Johnson and Rutherford (1989) calibration of the Al-in-hornblende geobarometer, the hornblendes show equilibrium with the melt at pressure of 4 kb that correspond to 12 km of depth. These pressure conditions likely represent the location of the magma chamber below El Chichon volcano, however, these pressure estimates need to be confirmed. The water content of all analyzed Hbs is 1.5-1.8 wt%, but may be higher due to a minor amount of impurities of pyroxenes which sometimes are difficult to separate from Hb. Hydrogen isotopic composition in 10 samples of Hb from El Chichon of different age and facies (pumice, lithic fragments in pyroclastics) was in a narrow range  $-40$  to  $-37$  ‰ V-SMOW. Such isotopic signature corresponds to so-called "andesitic" waters, i.e. waters from subduction-related magmas (Taran *et al.*, 1989; Giggenbach, 1992). The origin of these waters is suggested to be the recycled water from subducted oceanic sediments. The data for El Chichon volcano are in the range of the already known values for subduction-related magmas (Taran *et al.*, 1997) though the tectonic setting of El Chichon is more complicated.

The measured isotopic ratios D/H of the least altered Hbs from the 14 ka Tutti-Frutti pyroclastic deposits of the Popocatepetl volcano and from the 1913 pyroclastics of Volcan de Colima (with H<sub>2</sub>O content > 1.5 wt%) are surprisingly "heavy", in the range  $-17$  to  $-15$  ‰. More study and a larger collection of Hbs are needed to interpret such high D/H ratios in Colima and Popocatepetl Hbs, which are the heaviest ones ever measured in magmatic unaltered Hbs (Miyagi and

Matsubaya, 1995; Taran *et al.*, 1997; Goff and McMurtry, 2000). The hornblendes from the 1857 Vulcancito cone at Volcan de Colima are extremely altered, with water content < 1 wt% and  $\delta D > -10\text{‰}$  and cannot be used for the purposes of this study.

de cristales TAP (5.692-93.0 Å), PETJ (1.93-8.10 Å), LIF (0.889-3.73 Å) y LDE2 (23.2-88.0 Å) que permiten medir concentraciones de elementos en un rango que va de B al U.

Mayor información: <http://www.igeofcu.unam.mx/lup>.

### GEOQP-56 CARTEL

#### EL LABORATORIO UNIVERSITARIO DE PETROLOGÍA

Linares López C.<sup>1</sup>, Delgado Granados H.<sup>1</sup> y Reyes Salas M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: [linaresc@tonatiuh.igeofcu.unam.mx](mailto:linaresc@tonatiuh.igeofcu.unam.mx)

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM

La necesidad de rescatar y desarrollar áreas del conocimiento para reconocer, entender y estudiar los orígenes, evolución, asociación y utilidad de las rocas y minerales que componen la litosfera en nuestro país, así como sus recursos minerales y los suelos que cubren su territorio dan como resultado la creación del laboratorio universitario de petrología (LUP).

A dos años de su puesta en funcionamiento el LUP ha desarrollado en forma pujante la petrología y mineralogía básicas y aplicadas en la UNAM. El LUP mantiene sus líneas de investigación a paso firme; líneas agrupables en dos grandes ramas: el magmatismo de la Faja Volcánica Trans-Mexicana y las meteoritas (incluidas las rocas asociadas a los impactos meteoríticos). Como ejemplos de los trabajos desarrollados en el LUP tenemos el estudio de los productos eruptivos del volcán Popocatepetl durante la contingencia volcánica de diciembre de 2001 y estudios realizados en meteoritas diversas (La Cosina, El Pozo, Allende, entre otras). Los estudios realizados en la meteorita La Cosina han permitido confirmar su clasificación, por otra parte, actualmente se realizan estudios en los condros de la meteorita Allende. Adicionalmente a sus líneas de investigación el LUP ha apoyado proyectos de otras instituciones como El Consejo de Recursos Minerales, El Instituto Mexicano del Agua, el Colegio de Postgraduados, etc. en los que su principal interés es contribuir en el desarrollo de las investigaciones sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y remediación de la contaminación del agua y los suelos entre otros.

El LUP tiene la capacidad de brindar apoyo a otras instituciones que deseen hacer uso de sus instalaciones que cuentan con equipo e instrumental suficiente para la preparación de rocas y minerales, tales como microscopios ópticos adaptados para obtención de imágenes digitales de muestras para su procesamiento por computadora, microscopio electrónico de barrido (SEM), con magnificación de 40X a 300,000X y capacidad de obtener imágenes de electrones secundarios y retrodispersados. El instrumento más importante del LUP es la microsonda electrónica de barrido (EPMA) Jeol JXA-8900 con espectrómetros WDS y EDS, con cuatro tipos