

PLÁTICA MAGISTRAL Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 12:15 hrs.

PLATE TECTONICS AND GREAT CONTINENTAL TRANSFORM FAULTS, A COMPARISON WITH THE LIFE OF A PROPOSED RIO BRAVO MID TERTIARY LEFT-LATERAL FAULT

Le Pichon Xavier
College de France

PLÁTICA MAGISTRAL Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 16:00 hrs.

MAGMATISMO Y DEFORMACIÓN EN LA CORTEZA SUPERIOR A LO LARGO DEL ARCO VOLCÁNICO DE LOS ANDES CENTRALES

Marrett Randall y Baldwin Austin
Dept. of Geological Sciences, Jackson School of Geosciences, University of Texas at Austin, Texas, USA
randall@edu

El arco volcánico es probablemente uno de los dominios más débiles de la corteza de los Andes Centrales, debido a la presencia de altas temperaturas y cámaras magmáticas localmente abundantes. Por eso es probable que el arco volcánico haya sido un área de deformación importante durante el levantamiento Neógeno-Cuaternario del Altiplano. Además, es posible que la deformación a lo largo del arco volcánico haya afectado el movimiento de magma en profundidad y los procesos eruptivos cerca de la superficie. La interacción entre deformación y magmatismo, y quizás su retroalimentación mutua, puede haber sido un control fundamental en la evolución tectónica de los Andes Centrales.

Trabajos previos en la Puna, la tercera parte austral del Altiplano entre los 23 y 27°S, demostraron que corrimientos paralelos al arco (NNE-SSO) dominaron la deformación durante el Mioceno y Plioceno temprano. Durante el Plioceno tardío y Cuaternario la deformación se caracterizó por movimientos dextrales en fallas paralelas al arco. Aunque el magmatismo es menos desarrollado en el Altiplano que en el arco volcánico, estratovolcanes silícicos-intermedios y calderas gigantes son localmente importantes. Fechamientos radiométricos de depósitos volcánicos en el Altiplano y el arco volcánico excluyen la posibilidad de pausas en el volcanismo con importancia regional, implicando que el volcanismo generalmente no fue suprimido por acortamiento de la corteza superior. Durante el fallamiento lateral más reciente, coladas máficas y conos de escoria monogenéticos erupcionaron sobre extensas áreas de la Puna, típicamente asociados espacialmente con fallas activas.

Pocas investigaciones estructurales han estudiado la deformación a lo largo del arco volcánico de los Andes Centrales, probablemente por las dificultades logísticas provocadas por hiperaridez, elevaciones de 4-6 km (localmente alcanzando 7 km), infraestructura prácticamente inexistente, y fronteras internacionales. En el año pasado empezamos estudios estructurales de campo en varias localidades del arco volcánico, entre los 22 y 27°S, con los objetivos de determinar cronologías geológicas, entender la cinemática de deformación, y reconocer relaciones entre deformación y magmatismo. Aparte hemos buscado evidencias cinemáticas por medio de mecanismos focales de sismos, geodesia satélite del Global Positioning System (GPS), y interferogramas de radar satélite.

Debido a la cubierta lateralmente extensa de lavas y tobas Plio-Cuaternarias y la falta casi completa de erosión contemporánea, es difícil reconocer la deformación del Mioceno en el arco volcánico de los Andes Centrales. Sin embargo, la deformación Plio-Cuaternaria se evidencia en el campo por abundantes escarpas de falla, y la cinemática de estas fallas se semeja con la de la Puna. De los cinco mecanismos focales del catálogo de Harvard que representan sismos someros en el arco volcánico, cuatro indican movimiento lateral parecido a resultados de campo. La red de estaciones geodésicas de GPS cubre la mayoría del arco volcánico, pero el sur de los 22°S fue afectado por un sismo entre placas (M8.0) cerca de Antofagasta en 1995, el cual dificulta interpretar movimientos no cosísmicos. Hacia el norte de los 22°S, los datos de GPS muestran que la velocidad de deformación horizontal en la mayoría del arco volcánico supera la de la región al oeste, al contrario de lo que se espera en el caso de deformación elástica alrededor del borde de placas. La cinemática indicada por GPS en este sector del arco volcánico varía de movimiento lateral en algunos sitios a sobrecorrimiento en otros sitios. En imágenes de interferogramas de radar, el arco volcánico está segmentado en una escala de cientos de kilómetros entre los 21°S a 27°S. Algunos segmentos tienen rumbos NE-SO y evidencian levantamiento despacio o nulo, mientras otros segmentos tienen rumbos NNO-SSE y son sitios de levantamiento rápido.

Correlaciones preliminares entre la cinemática de deformación Plio-Cuaternaria y los estilos volcánicos sugieren los siguientes patrones en el arco volcánico de los Andes Centrales.

Fallas laterales de rumbo NNE-SSO a NE-SO dominan la deformación en segmentos donde el arco volcánico tiene rumbo semejante, y se asocian con estratovolcanes silícicos-intermedios y/o volcanismo máfico no explosivo. Releasing bends, donde el fallamiento normal domina localmente, contienen campos de domos lávicos silícicos-intermedios no explosivos. Cinemática de sobrecorrimiento y levantamiento rápido dominan la deformación en segmentos del arco volcánico con rumbo NNO-SSE, donde restraining bends podrían existir. Grandes calderas silícicas-intermedias explosivas ocupan estos sitios con estratovolcanes, los cuales pueden haberse desarrollado por encima de calderas previas actualmente ocultas o pueden indicar sitios de futuros colapsos de caldera.

PLÁTICA MAGISTRAL Martes 2 de Noviembre, Salón Juárez 1, 12:15 hrs.

DO PLUMES EXIST?

Foulger Gillian R.

Dept. Earth Sciences, University of Durham, U.K.

foulger@edu.uk

Mantle plumes were originally proposed in 1971 by W. Jason Morgan to explain intraplate volcanism, and large-volume ridge-centred volcanism, that seemed to be not explicable by plate tectonics. He defined precisely their characteristics and consequences, such that the original, classical plume hypothesis was readily testable. However, subsequent research tended to not confirm the predictions. Large igneous provinces have been found to be not preceded by the predicted uplift, many "hot spots" are not associated with time-progressive volcanic tracks, seismic anomalies extending down into the deep mantle have often not been seen, and at many "hot spots" there is no evidence that they are hot.

Nevertheless, instead of the theory being abandoned as is done, for example, in medical research if a drug is found to not produce the predicted results, the plume model was retained. The problems were dealt with by progressively adapting the theory in an ad hoc fashion to include the unpredicted observations. Plumes have been proposed to come from almost any depth, to rise vertically or tilt, to flow for thousands of kilometres laterally, to have narrow or broad conduits, to have no plume head, one head, or multiple heads, to produce steady or variable flow, to be long- or short-lived, to speed up or slow down, to have a source that is either geochemically depleted, enriched, or both, to have either high or low $3\text{He}/4\text{He}$ and to be either hot or cold. Thus, the contemporary plume theory is not falsifiable, but has become so flexible it has become a data-independent, a priori assumption. Many research papers are nothing more than reports that list new data and then suggest how the plume model must be adapted to fit them. Such an approach is unscientific. Worst, it is distracting many scientists from seeking scientific explanations for various volcanic regions.

There has recently been renewed interest in considering alternative models for "hot spots" that may fit the observations with few ad hoc assumptions or appeals to coincidence. One of these proposes that all surface volcanism is essentially a shallow phenomenon, has nothing to do with the deep mantle, and volcanic "anomalies" are simply the by-products of plate tectonics. This theory attributes "hot spots" to permissive volcanism in areas of extension. The volumes of melt produced, which may be large in the case of tholeiitic provinces such as Hawaii, or small in the case of alkaline volcanism in continental rifts, are controlled by the fertility of the underlying source. The presence of eclogite or pyroxenite in the source, or refertilised peridotite, will result in larger volumes of magma than if the extending region is underlain by depleted peridotite. Volatile content and temperature will also affect melt volumes, but in a secondary way.

A third of all the world's "hot spots" lie on or close to spreading plate boundaries. Extending intraplate regions such as the East African Rift and back-arc basins are also commonly associated with "hot spots". Fertility may be introduced to the mantle by subducting slabs. The crustal portion transforms to eclogite at depth. Other sources of fertility are the metasomatised mantle lithosphere of subducted slabs and continental mantle lithosphere, which may delaminate following thickening as a result of continental collision. Refertilised mantle may have a solidus as much as 200°C lower than that of depleted mantle peridotite. The melting of such material beneath an extending area may yield several times as much melt as would be extractable at the same temperature from depleted peridotite.

This alternative model for the genesis of "hot spots" raises new questions and challenges. Can the melt volumes observed be quantitatively modeled? How should seismic tomography images be interpreted? How hot are "hot spots"? Are deep mantle plumes physically possible? What is the relationship between large igneous provinces and volcanic chains? Can geochemical observations be reconciled with a fertile source at relatively normal temperatures? What is the origin of high $3\text{He}/4\text{He}$? Right or wrong, the present challenge to the plume hypothesis and the innovative thinking it is encouraging, is unearthing many novel new research problems that have long gone unrecognised.

PLÁTICA MAGISTRAL Jueves 4 de Noviembre, Salón Juárez 1, 12:15 hrs.

NUEVOS PROCESOS EN LOS ANDES: EVIDENCIAS Y PROBLEMAS

Ramos Víctor A.

Laboratorio de Tectónica Andina, Universidad de Buenos Aires

ramos@uba.ar

Uno de los paradigmas más importantes que en las últimas décadas explicaba los pulsos de deformación en un sistema de subducción activa estaba relacionado con las tasas de convergencia. Los clásicos estudios de Pardo Casas y Molnar (1987) relacionaban las orogenias incaica y quechua a períodos de alta velocidad de convergencia relativa entre la placa de Nazca y la de Sudamérica. En los últimos años a través de estudios magnetoestratigráficos de los depósitos sinorogénicos se pudo comprobar una relación inversa entre tasas de acortamiento orogénico y velocidad de convergencia. Prolijos estudios geocronológicos demostraron que las máximas tasas de acortamiento se producían en los últimos 9 millones de años, período donde se registraba una importante desaceleración de la velocidad de convergencia.

A su vez los estudios sobre la evolución magmática de los arcos volcánicos cenozoicos demostraron que tanto el engrosamiento cortical, como la erosión cortical por subducción producían residuos eclogíticos en la base de la corteza (Kay y Kay, 1993, Stern 1991), y una señal adakítica en las rocas volcánicas producidas en ese período. Esta señal adakítica podía ser permanente o transitoria de acuerdo al proceso responsable de su formación. Como consecuencia de este proceso se genera en la base de la corteza una inestabilidad gravitacional entre las eclogitas y el manto astenosférico.

Los estudios de James y Sacks (2000) junto con los de Kay et al. (2000), ilustraron los procesos asociados a la horizontalización y al empinamiento de la zona de Wadati-Benioff. Un ciclo orogénico completo que lleve a la generación de un flat-slab con su consecuente silencio volcánico, y a un posterior resurgimiento de la actividad volcánica, produce una serie de procesos que culminan con la delaminación tanto del manto litosférico como de la corteza inferior. Esta delaminación elimina la inestabilidad gravitacional e incrementa el gradiente térmico de la corteza, a la vez que al retirar de la corteza inferior el material eclogítico, disminuye drásticamente su resistencia a la deformación.

El análisis de los tiempos de delaminación y de deformación en el antepaís, permiten proponer que la aceleración de la velocidad de acortamiento orogénico se produce por un debilitamiento de la corteza inferior y por ende su respuesta es independiente de la tasa de convergencia al momento del levantamiento orogénico.

Esta hipótesis se ha confirmado por diferentes métodos geofísicos (véase Yuan et al. 2000) que ilustran el estado termal del manto litosférico, el desarrollo de transiciones frágil-dúctiles en la corteza, y que recientemente han mostrado los procesos de delaminación activa en sectores específicos de la Cordillera de los Andes.

Si bien hay evidencias de continuas ondas de variación de la inclinación de las zonas de subducción a lo largo los Andes (Ramos y Folguera, 2004), las evidencias de delaminación son más restringidas, lo que plantea la necesidad de identificar los procesos de delaminación en diversos sectores con diferente composición cortical y espesor, dado la variedad de respuestas que pueden generar estos procesos.

Sobre esta base se concluye que el análisis interdisciplinario entre la evolución estructural, sedimentaria y magmática de la Cordillera de los Andes permiten una comprensión más activa de los procesos que llevan a su formación.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 09:30 hrs.

MAGMATISMO Y EXTENSIÓN CENOZOICOS EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL: GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE UNA GRANDE PROVINCIA ÍGNEA SILÍCICA EN EL OCASO DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA FARALLÓN

Ferrari Luca¹ y Valencia Moreno Martín²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² ERNO, Instituto de Geología, UNAM

luca@geociencias.unam.mx

Este trabajo pretende resumir el estado del conocimiento geológico sobre la Sierra Madre Occidental (SMO) y se realizó en respuesta a una invitación para el Centenario de la Sociedad Geológica Mexicana.

La geología de la SMO está dominada por conjuntos de rocas ígneas asociados a diferentes episodios magmáticos, que resultaron de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norte América: 1) rocas plutónicas y volcánicas de Cretácico Superior-Paleoceno; 2) rocas volcánicas andesíticas y, en menor medida, dacítico-riolíticas del Eoceno; 3) ignimbritas silíceas emplazadas en su mayoría en dos pulsos en el Oligoceno Temprano (32-28 Ma) y el Mioceno Temprano (24-20 Ma); 4) coladas basáltico-andesíticas extravasadas después de cada pulso ignimbritico (SCORBA); 5) coladas de basaltos alcalinos e ignimbritas emplazados generalmente en la periferia de la SMO en diferentes episodios del Mioceno tardío, Plioceno y Cuaternario. Los productos de todos estos episodios magmáticos, parcialmente superpuestos entre sí, cubren a su vez un basamento heterogéneo pobremente expuesto del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico.

La tectónica Terciaria ha afectado significativamente la SMO. La tectónica extensional inició por lo menos en el Oligoceno en toda la mitad oriental de la SMO, provocando la formación de amplios graben en su flanco este. En el Mioceno temprano y medio la extensión afectó la mitad occidental de la SMO. Esta deformación fue mas intensa en Sonora (donde se llegó a la exhumación de corteza inferior (en los "core complexes") mientras en el resto de la SMO no rebasó el 30%. La extensión del Mioceno Superior se concentra en la franja costera del Golfo de California y está claramente relacionada con la apertura de este rift continental. Es importante notar que gran parte de la extensión se dio mientras la subducción de la placa Farallón todavía era activa.

A pesar de haber sido poco estudiada la SMO tiene una gran importancia científica y económica. El volcanismo silíceo Terciario hace de la SMO una de las provincias ígneas silíceas más grande del mundo, y la más grande del Cenozoico. Los picos de volcanismo ignimbriticos de la SMO se consideran la causa de un evento paleoclimático global de enfriamiento ocurrido en el límite Eoceno-Oligoceno y de un evento de enfriamiento de menor duración en el Mioceno temprano. El conjunto de rocas magmáticas Cretácico-Paleogeno, es huésped de los depósitos de plata y cobre más grandes del planeta. Por otro lado este arco magmático pre-ignimbritico es una pieza fundamental para entender el mecanismo que dio origen a la orogenia Laramide que afectó al continente más al este. Hasta la fecha, no hay acuerdo sobre el mecanismo que produjo este gigantesco pulso magmático y, particularmente, sobre el papel de la corteza en la génesis del volcanismo silíceo. Por otro lado, las causas de la extensión anterior al Mioceno tardío y su relación con la última fase de la subducción tampoco son completamente claras. En muchos sentidos se puede decir que la SMO sigue siendo una frontera geológica.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 10:00 hrs.

EL MAPA GEOLÓGICO DE SONORA, ESCALA 1:1,000,000

González León Carlos M.¹, Valencia Moreno Martín A.¹, Noguez Alcántara Benito² y Salvatierra Domínguez Eduardo²

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² Servicios Industriales Peñoles

cmgleon@servidor.unam.mx

Este trabajo presenta la primer versión del mapa geológico del Estado de Sonora, escala 1:1,000,000. Se trata de un trabajo mayormente de compilación que incluye la información geológica más actualizada, basada en trabajos publicados e incluyendo algunos en prensa. Una fuente muy importante de la información provino de la reciente cartografía geológica publicada por el Consejo de Recursos Minerales. Otra buena parte del trabajo se extrajo de artículos científicos, tesis profesionales, bases de datos generadas por los autores, así como trabajos y experiencias propias. En este mapa se refleja también, una buena dosis de interpretación, sobretudo en lo que se refiere a aspectos estructurales. El trabajo fue digitalizado en Autocad Map, con el fin de poder interactuar con sistemas de información geográfica. El mapa distingue 32 divisiones litológicas, sus principales unidades litoestratigráficas, sus edades, el ambiente de depósito que representan y los eventos tectónico asociados. Las rocas del basamento proterozoico se distinguen de acuerdo a su naturaleza metamórfica, ígnea o sedimentarias, y a sus respectivos terrenos tectónicos (Terrenos Caborca y Norteamérica). Las rocas paleozoicas se diferenciaron de acuerdo a su ambiente de depósito, como facies de plataforma y cuenca marina profunda; en otros casos, se consideran como rocas paleozoicas indiferenciadas. Para el Mesozoico, se reconocen por separado las rocas ígneas intrusivas, volcánicas y metamórficas del arco magmático triásico-jurásico continental, así como las unidades litoestratigráficas (grupos y formaciones), principalmente sedimentarias, del Triásico, Jurásico y Cretácico de las cuales se precisan sus edades y ambientes tectónicos. El arco magmático laramídico se reconoció por separado en su componente volcánico y volcanosedimentario y en los cuerpos intrusivos y batolíticos asociados. Se distingue por separado

el volcanismo mayormente félsico de la Sierra Madre Occidental, sus domos riolíticos asociados, y a los granitos peraluminosos relacionados (y no relacionados) a los complejos con núcleos metamórficos ("metamorphic core complexes"). Del mismo modo, se distinguen los depósitos de relleno de cuencas sintectónicas asociadas a estos complejos. Se trataron de diferenciar los afloramientos de rocas asociadas con 1) el volcanismo oligo-mioceno bimodal (~27 a 18 Ma) que sobreyace al volcanismo félsico de la Sierra Madre Occidental, y que en los valles de Sonora se encuentra generalmente intercalado en la parte inferior de los rellenos clásticos de los valles producidos durante el evento distensivo "Basin and Range", localmente conocidos como la Formación Baucarit; al 2) volcanismo miocénico calcoalcalino (~23 y 12 Ma) expuesto en la región costera y asociado al llamado arco Circum-Golfo, el cual se incluyó como una sola unidad junto con el volcanismo de la provincia extensional (syn-rift) del Golfo de California y 3) por último, se diferenció al volcanismo basáltico plio-cuaternario. Los rellenos sedimentarios consolidados que afloran ampliamente en los valles y en partes de las regiones costeras del estado, que en general se reconocen como la Formación Báucarit del Mioceno, son presentados como una sola unidad junto a otros depósitos sedimentarios más jóvenes, mal consolidados y poco estudiados, que se presentan en los valles de Sonora.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez I, 16:45 hrs.

PALEOSEISMOLOGY IN CENTRAL MEXICO: THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

Langridge Robert M.
Geological & Nuclear Sciences
r.langridge@gns.cri.nz

The time is right for more research into the paleoseismic history of faults in the central belt of Mexico. This belt, which stretches for more than 1000 km from the Pacific coast of Jalisco toward the Atlantic coast near Jalapa, generally coincides with the volcanism of the Trans-Mexican Volcanic Belt. The style of faulting is typically extensional (normal) and faults within this belt are capable of generating crustal earthquakes of $M > 6.5$. Therefore, these faults pose a hazard to the people and structures of central Mexico.

Paleoseismic studies which look into the record of surface-rupturing earthquakes on a given fault, have so far been limited. However, several papers on its neotectonic character and macroseismic events have been published (see Suter). One of the main focuses so far has been the Acambay Fault in the Acambay Graben, due to the large event there in 1912 which has left an indelible impact on the people and science of earthquakes here in Mexico. Studies by this author have shown that repeated large events have occurred on the Acambay Fault during the Holocene and prior to 1912. The slip rate for the Acambay Fault is low (c. 0.1-0.2 mm/yr) and therefore the calculated repeat or recurrence time for these events is comparable to that observed in trenches. In this regard, the Acambay Fault probably is typical of TMVB normal faults.

Other paleoseismic studies in central Mexico have been carried out near Morelia and in surrounding areas by Garduño and others, and by workers from the Centro de Geociencias in Juriquilla. The latter study was done in 2002 and involved trenching a fault scarp in urban Queretaro related to water draw-down. This trench showed that though there is no evidence for Holocene faulting, that the presence of deposits of this age did not preclude active basin subsidence, and therefore faulting. Faults such as the Venta de Bravo and Pastores Faults have potential as faults that have had macroseismic activity and may yield sites worthy of trench investigations.

Other work that has potential links to paleoseismology include historical re-analysis of accounts from the colonial era in Mexico, such as that published by Suarez et al. from Jalisco. These historical accounts can direct us toward a rupture source (fault) that can be trenched for a longer earthquake record.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Mariposas I, 11:15 hrs.

MINERAL WEATHERING AND SURFACE WATER CHEMISTRY: LOCAL AND GLOBAL QUESTIONS

Drever James I.
Dept. of Geology & Geophysics, University of Wyoming, USA
drever@uwyo.edu

Mineral weathering is the major control on the composition of unpolluted surface waters. It is also the most important long-term control on the CO₂ concentration of the atmosphere and hence global temperature. Early attempts to explain the compositions of waters draining silicate terrains were based on concepts of mass balance and chemical equilibria among secondary phases. More recent approaches have focused on mineral dissolution kinetics and on field studies, particularly studies that link soil profiles to runoff chemistry. There has been a great deal of laboratory work on mineral dissolution kinetics but the outcome in terms of predicting or understanding weathering rates in the field (and hence surface water compositions) has been disappointing. This is probably because of the importance of transport processes as distinct from reaction kinetics in determining field weathering rates, and because of the importance of coupling between physical erosion and chemical weathering. The role of vegetation is complex. It is not an explanation for the common observation that weathering rates in the field are much slower than would be predicted from laboratory experiments using inorganic acids and salts.

Overall, the most important controls on weathering rate appear to be runoff, temperature, and physical erosion rate. The important geographic locations of CO₂ consumption by weathering are volcanic terrains in the tropics, where temperature, rainfall, and erosion rates are all high. The direct effect of glaciation on global weathering rates seems to be relatively small.

Some of these principles will be illustrated by data from the Rio Ameca basin in Jalisco and Nayarit.

PLÁTICA INVITADA Martes 2 de Noviembre, Salón Juárez 1, 09:00 hrs.

LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA CENOZOICA DEL SUR DE MÉXICO: AVANCES Y PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Morán Zenteno Dante Jaime, Cerca Mariano y Keppie Duncan
Instituto de Geología, UNAM
dantez@servidor.unam.mx

Los avances recientes en el conocimiento de la estructura y la estratigrafía cenozoicas del sur de México revelan una evolución compleja caracterizada por eventos de deformación orogénica iniciados en el Cretácico Tardío, seguidos por episodios de truncamiento de la margen continental y extinción gradual del magmatismo de arco en la Sierra Madre del Sur, antes del desarrollo del Cinturón Volcánico Mexicano.

El patrón de extinción general del magmatismo desde el Cretácico Tardío y Paleoceno en Colima y Jalisco, hasta Mioceno medio en la parte central y suroriental de Oaxaca, presenta, a la luz de los datos geocronológicos recientes, variaciones que rompen con un esquema simple de extinción hacia el SE. El plutonismo del Paleoceno reconocido en la región de Manzanillo convivió con un episodio magmático de la misma edad en la parte central de la Sierra Madre del Sur, para el cual se han reportado algunas afinidades adakíticas. El eje principal del magmatismo entre el Eoceno medio y el Oligoceno, se desarrolló a lo largo de la margen continental actual pero también hubo considerable volcanismo en una franja ubicada entre 100 y 200 km hacia el interior del continente. Los caracteres geoquímicos de este magmatismo indican en general una baja asimilación de la corteza continental.

Para el Eoceno e inicios del Oligoceno se han reconocido dos periodos de fallamiento lateral que variaron en tiempo y espacio y que activaron fallas de orientación NW-SE y N-S. Este último conjunto de fallas parece haber sido activo solo en el norte de la Sierra Madre del Sur, mientras que el primero siguió activo durante el Oligoceno en la margen continental de Oaxaca. Estos episodios indican que las direcciones de extensión relacionadas variaron de NNW-SSE a NE-SW y que localmente activaron durante el Oligoceno fallas normales en discontinuidades preexistentes.

Existen todavía problemas fundamentales respecto a la interpretación de los procesos de tectónica de placas que originaron los regímenes de esfuerzos que activaron los diferentes conjuntos de fallas laterales que han sido documentados hasta ahora y los factores que causaron los patrones de migración magmática observados y el truncamiento continental. Por una parte, han permanecido inciertos algunos de los argumentos sostenidos para postular la presencia del bloque de Chortis frente a la actual margen continental del suroeste de México. Por otro lado, los modelos que explican los desplazamientos restringidos con respecto al bloque Maya y sin una juxtaposición con la margen SW de México, sugieren más bien un truncamiento continental producido por erosión por subducción y un papel muy activo del ridge de Tehuantepec como factor de cambio en la geometría de la subducción y en la deformación por acortamiento en el sureste de México. Este tipo de modelos dejan, sin embargo, abiertas las causas del patrón de extinción magmática observado en la Sierra Madre del Sur.

PLÁTICA INVITADA Martes 2 de Noviembre, Salón Juárez 1, 16:00 hrs.

EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LAS CADENAS PLEGADAS Y CABALGADAS DEL OCCIDENTE DEL GOLFO DE MÉXICO: SIERRA MADRE ORIENTAL-SIERRA DE ZONGOLICA-SIERRA DE CHIAPAS

Padilla y Sánchez Ricardo José
Facultad de Ingeniería, UNAM
ricardoj_padilla@yahoo.com.mx

La evolución geológica de la Sierra Madre Oriental-Sierra de Zongolica-Sierra de Chiapas está íntimamente ligada con los procesos tectónicos que dieron origen al Golfo de México. La fragmentación y dispersión de la Pangea en el área que hoy ocupa la porción oriental de México comenzó durante el Triásico Tardío (~220 ma). La apertura del Golfo de México dió paso a la formación de un sistema de grabenes alargados, estrechos y orientados NW-SE en la parte que corresponde al occidente de la ubicación actual de esta cuenca oceánica. En esas depresiones se depositaron lechos rojos en condiciones continentales desde el Triásico Superior hasta el Jurásico Medio (Bajociano, 169 ma) que posteriormente fueron cubiertas por aguas marinas para depositar grandes volúmenes de sal durante el Calloviano (164-159 ma). El área del actual Golfo de México estaba entonces ocupada por el Bloque Yucatán, mismo que se desplazó muy rápido hacia el sur-sureste, del orden de 400 km, hasta la posición que ocupa actualmente, en un lapso de tiempo de 5 millones de años. Como consecuencia de ese movimiento tan súbito, hablando en tiempo geológico, se creó un desequilibrio isostático importante que provocó largos periodos de subsidencia en la parte central del Golfo de México, acompañados de importantes levantamientos en las áreas continentales y en los bordes de la cuenca oceánica. Las Cadenas Cabalgadas y Plegadas del oriente de México se formaron por un deslizamiento gravitacional hacia

la gran depresión del Golfo de México como una consecuencia de ese desequilibrio isostático; el nivel de décollement sobre el que se deslizaron las secuencias sedimentarias marinas mesozoicas se ubica en las rocas dúctiles Jurásicas del Oxfordiano-Tithoniano. La edad de la deformación en la Sierra Madre Oriental es más antigua (Paleoceno-Eoceno), que la deformación en la Sierra de Zongolica (Eoceno-Mioceno Medio), o que en la Sierra de Chiapas (Mioceno Medio). Se presenta una reconstrucción de tectónica de placas sustentada en datos geológicos de campo, datos geofísicos e información paleogeográfica.

PLÁTICA INVITADA Miércoles 3 de Noviembre, Salón Claustro 2, 09:00 hrs.

AVANCES EN LA INTEGRACIÓN GEOLÓGICA-GEOFÍSICA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS PETROLEROS EN EL GOLFO DE MÉXICO PROFUNDO

Navarro Hernández Rebeca¹, Miranda Canseco E.¹, Rojas Rosas R.¹, Ruiz Osorio A.S.¹, Rodríguez Arvizu L.I.¹, Carrillo Montiel I.Y.¹ y Méndez Vázquez J.²

¹ Exploración y Producción, PEMEX

² Instituto Mexicano del Petróleo

rebeca@hotmail.com

En la parte mexicana del Golfo de México Profundo, la zona con batimetría mayor a los 500 m de profundidad constituye un área de potencial interés petrolero dada su clara definición como parte de una cuenca sedimentaria de dimensiones regionales, de la que solo sus bordes externos han sido explorados y reconocidos de manera sistemática. Dicha zona profunda cuenta característicamente con muy poca información directa y constituye un área frontera donde se están aplicando estudios regionales de acuerdo al proceso exploratorio.

El trabajo que aquí se presenta forma parte de una serie de estudios encaminados a evaluar el potencial petrolero de esa megacuenca y consiste en la interpretación geológica geofísica de las principales secuencias presentes en el Golfo así como sus respectivas facies sísmicas. Se interpretó toda la información sísmica adquirida en el golfo de México incluyendo las campañas más recientes. Es importante mencionar que a este proyecto sísmico se han agregado algunas líneas aleatorias 2D generadas a partir de cubos sísmicos, con la finalidad de tener amarres más confiables con pozos y con áreas de mayor control estratigráfico.

En las áreas cercanas a la costa se tienen pozos que permiten tener un control estratigráfico hasta el inicio del talud, ya que en la planicie abisal únicamente se cuenta con los pozos del Deep Sea Drilling Project. La interpretación regional se definió en función de 9 transectos regionales, llevando la correlación de la planicie abisal hacia la costa en forma radial.

La columna estratigráfica definida en este estudio consta de 16 secuencias sísmicas y esta sustentada al norte por la correlación de información de pozos y líneas sísmicas compradas a los Estados Unidos; al Este, Sur y Sureste de la cuenca la interpretación es amarrada por los pozos que bordean la costa del Golfo de México. Esta interpretación permitió definir las provincias geológicas que conforman el Golfo de México Profundo, sus estilos estructurales y épocas de deformación.

Una vez establecido el marco cronoestratigráfico, se identificaron las facies sísmicas dentro de cada una de las principales secuencias estratigráficas, generándose 12 mapas de facies. En algunas secuencias se pueden identificar varios ciclos sedimentarios, pero debido al carácter regional de este proyecto se tomó de manera generalizada la reflexión predominante dentro de cada secuencia estratigráfica. Los principales parámetros para la descripción de las facies fueron: configuración de la reflexión, amplitud y continuidad. De manera general, las principales configuraciones de reflexión identificadas en este proyecto son las paralelas, subparalelas, hummocky, caóticas y algunas combinaciones de ellas. Este análisis ha permitido elaborar mapas de facies, definir depocentros y nos da elementos para predecir la ocurrencia de rocas generadoras, almacenadoras y sellos.

La información obtenida en este estudio se está integrando con los estudios tectónicos regionales y con la información geoquímica obtenida de pozos perforados en la plataforma continental y del muestreo de fondo marino para realizar el modelado de los sistemas petroleros del Golfo.

PLÁTICA INVITADA Jueves 4 de Noviembre, Salón Mariposas 1, 11:45 hrs.

CORRELATION PALEOZOIC AND PROTEROZOIC TERRANES OF SOUTHERN MEXICO WITH THE NORTHERN ANDES BASED ON U-PB GEOCHRONOLOGY OF DETRITAL ZIRCONS

Ruiz Joaquin¹, Talavera Oscar² y Gehrels George¹

¹ Department of Geosciences, University of Arizona, USA

² Universidad Autónoma de Guerrero

jrui@geo.arizona.edu

Much has been written about the relationship of the Proterozoic Oaxaca complex and Paleozoic Acatlán Complex of southern Mexico with the northern Andes. Here we show new U-Pb geochronology of detrital zircons of all the units of the Acatlán Complex and some of the Paleozoic cover of the Oaxacan Complex that show that the provenance and the depositional history of the Acatlán Complex and the age of source rocks and their orogenic affinities is from either Gondwana, Laurentia or Oaxaquia, even though the sedimentary packages are presently juxtaposed. These new data clearly show that our understanding of the history of the Acatlán Complex is poor, at best.

The zircons from the Paleozoic strata of the Oaxaca Terrane have ages of 993 Ma with subordinate clusters of 358 and 472 Ma. The mid-Proterozoic ages suggest a proximity of this terrane with northwestern South America, as southwestern portions of the Amazon craton and possibly basement massifs in the northern Andes contain igneous rocks of appropriate age. Grenville rocks of North America yield older ages.

The U-Pb zircon ages from the Xayacatlán Formation range from 447 to 3115 Ma. Only five zircons show U/Th ratios >10 indicating that most zircons are magmatic. The cumulative age pattern shows the most important zircon clusters at 447-550 (peak at 477 Ma) and 590-795 (peaks at 603 and 708 Ma). Smaller but distinctive populations occur at 800-1400 (peaks at 946 and 1128 Ma) and 1651-1964 (peak at 1821 Ma) with a few grains in the range 2550-3115 Ma. Zircons from the Cosoltepec Formation yield U-Pb ages ranging from 341 to 3451 Ma. The age-probability curve shows important populations at 500-750 Ma (peaks at 543 and 568 Ma). Minor populations occur in the range 341-450 Ma (peaks at 345, 394 and ~410 Ma), 800-1000 Ma (peaks at 936 and 975 Ma) and 1780-2197 Ma (peaks at 1960, 2087 and 2197 Ma). Detrital zircons from two Chazumba samples (which likely correlates with the Silgará Fm of Colombia) yield nearly ages ranging from 249 to 1772 Ma. The large majority of zircons from Chazumba show low U/Th ratios typical of magmatic zircons. The cumulative age patterns show dominant zircon clusters in the range 249-440 Ma (peaks at 275 and 304 Ma) and 720-1400 Ma (peaks at 744, 922-943 and 1123-1171 Ma)

Our data show that the main units of the complex have different depositional histories and were deposited in contrasting paleogeographic locations at different times. The Xayacatlán Formation represents a Laurentian fragment, whereas that the Cosoltepec Formation is a South American (Gondwanan) suite. The Chazumba and the underlying Magdalena Formation contains zircons compatibles with both Laurentia and Gondwana sources. Our data further indicate that the Xayacatlán and Cosoltepec Formations evolved independently at least until the Silurian. The Chazumba and Magdalena Formations were deposited during Early Permian time and accordingly, their amalgamation with Cosoltepec and Xayacatlán Formations could not have occurred until the final assembly of Pangea.

PLÁTICA INVITADA Viernes 5 de Noviembre, Salón Juárez I, 09:00 hrs.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ORIGEN GEOTÉRMICO EN MÉXICO

Abril Gaspar Alejandro
Comisión Federal de Electricidad
alejandro.abril@cfe.gob.mx

Aunque la generación de energía eléctrica de origen geotérmico empezó en México desde noviembre de 1959, cuando entró en operación una planta de 3.5 MWe en el campo geotérmico de Pathé, Hidalgo, la geotermoelectricidad comercial moderna y sostenida se inicia catorce años después, cuando en abril de 1973 entra en operación la primera unidad de 37.5 MWe del campo geotérmico de Cerro Prieto, BC. En la actualidad, más de 31 años después, México tiene una capacidad geotermoelectrica neta de 953 MWe integrados a la red de distribución, constituida por 36 unidades generadoras a condensación, a contrapresión y de ciclo binario, cuyas capacidades individuales van de los 1.5 a los 110 MWe. Hay otra pequeña unidad aislada de 300 kWe operando en Chihuahua. Todas esas unidades fueron diseñadas y construidas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE opera actualmente cuatro campos geotérmicos, dos ubicados en la provincia de la Faja Volcánica Mexicana (Los Azufres y Los Humeros), otro ubicado en una cuenca transtensional del sistema de fallas de San Andrés (Cerro Prieto) y otro más asociado a la tectónica activa del Golfo de California (Las Tres Vírgenes). En ellos funcionan continuamente 205 pozos productores, con profundidades de 500 a más de 3 mil metros, que en lo que va del año 2004 han producido casi 7,700 toneladas por hora (t/h) de vapor geotérmico, acompañadas de 6,600 t/h de salmuera. Durante el año pasado, los campos geotérmicos generaron 6,282 gigawatts-hora (GWh), lo que representó el 3.1% de la electricidad generada total en México. Si bien éste es un porcentaje ciertamente pequeño a nivel nacional, la electricidad generada en el campo de Cerro Prieto representó más de la mitad de la energía eléctrica consumida en el sistema de distribución Baja California de la CFE. Actualmente, la CFE tiene planes para instalar 50 MWe adicionales en el campo de Los Humeros, Pue., y 75 MWe en el prometedor campo de Cerritos Colorados, ubicado en los alrededores de Guadalajara, Jal.