

## Session 3

# **Gulf of Mexico and its surroundings**

Chairs:

Fernando Sánchez-Ferrer

Gary Gray

S03-1

### TECTÓNICA GRAVITACIONAL Y MOVIMIENTOS CORTICALES CENOZOICOS EN LA MARGEN OCCIDENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO

Martínez Reyes Juventino<sup>1</sup>, Rangin Claude<sup>2</sup>, Le Pichon  
Xavier<sup>2</sup>, Andréani Louis<sup>2</sup>, Le Roy Charlotte<sup>2</sup>, Aranda  
García Mario<sup>3</sup>, Flotté Nicolas<sup>2</sup> y Husson Laurent<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM

<sup>2</sup>Collège de France, Aix-en Provence

<sup>3</sup>PEMEX Exploración y Producción

jmr@geociencias.unam.mx

Se presentan los trabajos realizados por el grupo de Geodinámica del Colegio de Francia en colaboración con el Centro de Geociencias de la UNAM, en el marco del proyecto Golfo de México apoyado por las compañías petroleras TOTAL y PEMEX. Estos trabajos ilustran las relaciones estructurales y cinemáticas existentes en el Neógeno entre la tectónica gravitacional y de transcurrencias laterales con los movimientos corticales cenozoicos profundos.

Los deslizamientos superficiales observados en la plataforma texana se propagan hacia el Sur sobre la plataforma mexicana a lo largo de la Falla Oriental Mexicana (East Mexican fault). Esta tectónica gravitacional principalmente extensiva en Texas y de transcurrencia lateral derecha en México, es inducida por una tectónica cortical profunda observable debajo de la zona de despegue principal. En territorio mexicano esta tectónica es claramente neógena, transtensiva en el norte y transpresiva en el sur. Se le reconoce en tierra sobre la planicie costera donde se caracteriza por cizallamientos N030°W y cuencas en "pull-apart" asociadas, alimentadas por volcanismo alcalino poco diferenciado. Esta zona de cizallamientos afecta la planicie costera sobre una banda de más de 100 kilómetros que se extiende desde el frente de la Sierra Madre Oriental al Oeste hasta la margen profunda del Golfo al Este. Aquí alcanza la zona de transición entre la corteza continental y la corteza oceánica que corresponde al emplazamiento de la falla Oriental Mexicana, falla que ha sido considerada mesozoica y ligada a la apertura del Golfo de México. Si esto es así, es necesario admitir entonces su reactivación neógena, si no, se trata entonces de una falla neoformada, propuesta que apoyamos en este trabajo.

El sistema de cizallamiento lateral derecho sub-meridiano a lo largo de la Falla Oriental Mexicana parece conjugarse con el sistema de cizallamiento lateral izquierdo NW-SE de la Falla de Veracruz (Veracruz fault), de posición más continental. Esta última guía el movimiento neógeno entre las placas Norteamericana y Caribe, movimiento ampliamente documentado al sur a lo largo del sistema Polochic-Motagua. En la región central de México la Falla de Veracruz limita el continente "estable" de una microplaca, el Bloque Meridional Mexicano (South Mexican block), actualmente en curso de desprendimiento y transferencia a la placa Caribe, como ha sido el caso en el pasado del bloque Chortís. La actividad conjunta de esas dos fallas constituye un sistema conjugado que da testimonio de un estiramiento NW-SE de la margen mexicana del Golfo. Esta tectónica de estiramiento ligada a la huida hacia el SE de la placa Caribe, es acompañada desde el Mioceno inferior por el colapzamiento del arco volcánico paleógeno de la Sierra Madre Occidental debido al súbito retiro de la subducción de la placa Farallón, y por la tectónica Basin and Range del continente norteamericano.

Los estudios realizados (que ahora se continúan hacia la región de Tabasco/Chiapas) han permitido interpretar la deformación de

la margen mexicana del Golfo de México durante el Neógeno términos de deslizamiento de la corteza adelgazada sobre el Moho.

S03-2

### COB DEEP STRUCTURE IN A SHEAR MARGIN (WESTERN MAIN TRANSFORM - OFFSHORE VERACRUZ, SOUTHERN GULF OF MÉXICO)

Román Ramos Juan Rogelio<sup>1</sup>, Sánchez Ferrer Fernando<sup>2</sup>,  
Biegert Ed<sup>2</sup>, Cruz Mercado Miguel Angel<sup>1</sup>, Bartsch Erik<sup>2</sup>,  
Salomon Mora Luis Enrique<sup>1</sup> y Rosas Lara Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PEMEX Exploración y Producción

<sup>2</sup>SHELL

jrromanr@pep.pemex.com

Gravity, magnetic, and heat flow data suggest that the Western Main Transform Shear Margin – (Marton and Buffler [1994] and Ross and Scotese [1988]) is associated with a transform deformation zone having considerable lateral extent. Inboard of this zone lays continental crust, while outboard to the east of the large gravity anomaly associated with this structure lays oceanic crust. The basement complex in the deformation zone is likely to be heavily modified continental crust intruded with magnetic and higher density crustal material.

The Mexican Ridges, in the southwestern Gulf of Mexico, are part of a linear trend of offshore contractional features forming pronounced bathymetric highs parallel to the Mexican coastline. The Mexican Ridges are interpreted as the down-dip contractional part of a linked extensional-contractional belt soling onto a Lower Tertiary detachment horizon. The deepwater foldbelt extends 200 km from onshore Mexico to the abyssal plain (Garrison and Martin, 1973 and Worrall and Snelson, 1989). We ascribed the formation of the Mexican ridges to large-scale gravity sliding, triggered by coastal uplift of the Sierras further west. (5-7 km of uplift according to Gray et al. (2001). Our own palinspastic restoration indicates that folding started in the Middle Miocene, peaked in the Lower Pliocene, and continued to present day. We estimate the total extension/ contraction in the Mexican ridges to be around 11%.

In contrast to the salt-cored Perdido folds further north, or the Campeche folds further south (Fig.1), no evidence of the Late-Jurassic Louann salt is found in the area of the Mexican ridges. The lack of Luanne salt in the Mexican ridges is a result of its tectonic evolution, namely its situation above oceanic crust generated during the opening of the Gulf of Mexico.

It's generally accepted that the regional framework history of the GOM involves a simple two-stage model for the opening of the basin.

The initial stage of crustal stretching was the result of the Gondwana plate (specifically South America) pulling away from North America in a relative NW-to-SE sense. The Yucatan block is interpreted to have initiated a counterclockwise rotation during this phase. The shear margin, or Western Main Transform discussed by Marton and Buffler (1994), Ross and Scotese (1988), and others is usually considered to be the main western transform boundary associated with this Jurassic rifting and the rotation of the Yucatan block.

Towards the end of this initial rifting phase, a great thickness of Louann salt was deposited across the entire basin.

The second stage saw the onset of the emplacement of oceanic crust in the upper Jurassic, which lasted into the Lower

Cretaceous. The spreading center was segmented by many NE-trending oceanic transform faults, which formed during the continued rotation of Yucatan away from the Texas margin. The Yucatan block continued its counterclock-wise rotation with a pole near the straights of Florida.

S03-3

**RECONSTRUCTION OF THE DEFORMATION AND FLUID FLOW HISTORY IN THE CÓRDOBA PLATFORM AND VERACRUZ BASIN (MÉXICO): VALIDATION AND CALIBRATION OF A BASIN MODEL**

Ferket Helga<sup>1</sup>, Swennen Rudy<sup>2</sup>, Ortuño Arzate Salvador<sup>3</sup>, Guilhaumou Nicole<sup>4</sup> y Roure François<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek*

<sup>2</sup>*Katholieke Universiteit Leuven*

<sup>3</sup>*Instituto Mexicano del Petróleo*

<sup>4</sup>*Museum National d'Histoire Naturelle*

<sup>5</sup>*Institut Français du Pétrole*

helga.ferket@vito.be

An extensive diagenetic study of the main reservoir formations of the Córdoba-Veracruz petroleum system, situated in the Laramide fold-and-thrust belt, revealed the deformation, fluid flow, hydrocarbon system, pressure and temperature through time for that area. Some results contribute directly to petroleum exploration; e.g. the study of the controls on poro-perm distribution in a reservoir analogue; the recognition of two phases of paleokarst and biodegradation; and the demonstrated TSR in deep sulphate-rich reservoirs. Other results provide a more indirect benefit in improving the basin model. Calibration of basin modelling is a common challenge, because often several solutions may be proposed for the same dataset. A detailed study of fluid inclusions in combination with SFTIR analyses and PVT modelling allowed estimating absolute temperature and pressure conditions around the timing of hydrocarbon trapping. These independent data led to a revision of the former accepted models where syntectonic flysch deposition in a flexural basin was neglected. The new model actually integrates much better the different aspects of the fold-and-thrust belt and of an early petroleum system that developed only locally.

In summary, the Cenomanian to Santonian platform developed in a foreland setting with stable carbonate production. With the onset of hinterland deformation, a forebulge with a local karst system formed in relation to a flexural basin receiving flysch sediments. As a result the sedimentary sequence in the west was much thicker than in the east, engendering different timing of maturation. Within an increasingly compression-related stress field, first hydrofractures formed that were filled with host-rock-like cements and later hydrofractures and breccia that were filled with non-equilibrium products. Changing mineralogy, CL, isotopic signature, temperature and salinity indicate a larger fluid circulation. Hydrocarbon migration also took place in the western part of the platform during this phase. Deep reservoirs with anhydritic limestone were subsequently affected by TSR leading to pyrobitumen. Shallower intervals were affected by biodegradation after erosion of the overlying strata. When deformation reached the eastern part of the platform a second phase of paleokarst with seepage and biodegradation affected the frontal reservoirs filled with early accumulated oil. Subsequent burial of the tectonic front by the Veracruz Basin led to a new phase of hydrocarbon migration and formation of the present-day fields.

S03-4

**MODELADO DE FLUIDOS Y MIGRACIÓN DE HIDROCARBUROS EN UNA SECCIÓN DE LA REGIÓN PETROLERA DE VERACRUZ**

González Mercado Esmeralda<sup>1</sup> y Roure Francois<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Petróleos Mexicanos*

<sup>2</sup>*Instituto Francés del Petróleo*

gegonzalezlm@pep.pemex.com

Los trabajos de evolución cinemática, diagénesis y de inclusiones fluidas realizados a la fecha, establecen una historia de reconstrucción del flujo de fluidos y de migración de hidrocarburos en la Cuenca de Veracruz. Tomando en consideración, los resultados de estos estudios y los escenarios geológicos que plantea, se presenta el modelado de una sección geológica con el programa Ceres2D.

El modelado de la sección, muestra tres escenarios:

1) Prelaramídico con desarrollo de grandes plataformas de rocas carbonatas donde se llevó a cabo una circulación local de paleofluidos y un posterior desarrollo de karst y estilolitas BPS (Bed Parallel Stylolites).

2) Escenario Laramídico, cuyo cinturón de pliegues cabalgantes produce una sobrecarga litostática, que da lugar a los primeros pulsos de migración de hidrocarburos en el límite oriental de la Plataforma de Córdoba con dirección al Este. Evidencia de este evento es el desarrollo de estilolitas de acortamiento que funcionan como rutas de migración. A fines del Eoceno Medio se emplaza el Frente Tectónico Sepultado y hacia el oriente se desarrolla una cuenca de foreland. La formación del sistema montañoso generó un continuo depósito de sedimentos hacia el oriente, en una cuenca en constante subsidencia.

Para el Eoceno Tardío (33 Ma), comenzaron las primeras manifestaciones de migración en la Cuenca de Veracruz. Las trayectorias de migración se hicieron en sentido vertical, cambiando posteriormente al oeste a causa de la subsidencia y de la carga litostática.

3) El tercer escenario está asociado a la deformación durante el Mioceno Medio y Tardío (Chiapaneca), que reconfiguró la Cuenca de Veracruz al formar altos y depresiones intracuenca. En esta etapa donde se acentúan las trayectorias de migración hacia el frente tectónico, este evento es también identificado por la presencia de inclusiones fluidas de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

El Mioceno Superior y Plioceno, representan las etapas de colmatación de la cuenta y las trayectorias de migración se continúan hacia el frente tectónico en la porción occidental de la cuenca y en sentido vertical en el resto de ella.

Las trayectorias de migración obtenidas por el modelo muestran que en la cuenca la migración de hidrocarburos actualmente alcanza niveles estratigráficos del Eoceno.

S03-5

## PREDICCIÓN DE LITOFACIES EN AGUAS PROFUNDAS EN UN MARCO TECTÓNICO SEDIMENTARIO

Alzaga Ruiz Humberto<sup>1</sup>, Granjeon Didier<sup>2</sup> y Roure Francois<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Mexicano del Petróleo*

<sup>2</sup>*Institute France du Pétrole*

halzaga@imp.mx

El estudio se ubica en la Cuenca del Golfo de México (CGM), en la porción sur que corresponde a la Cuenca Tampico Misantla en el estado de Veracruz.

El trabajo se realizó básicamente con información sísmica 2D en tiempo (twf), e información de pozos disponibles. El estudio consiste de tres etapas, una primera de interpretación y correlación sismoestratigráfica entre la planicie costera y la CGM, posteriormente la conversión de tiempo a profundidad y una tercera etapa que comprende el modelado cinemático y estratigráfico sedimentario digital.

Desde el punto de vista tectónico-sedimentario la geodinámica de la Cuenca del Golfo de México comprende cuatro periodos de evolución sedimentaria; los depósitos de rift, depósitos postrift, depósitos syn-orogénicos y post-orogénicos. Nos enfocamos a los depósitos sedimentarios syn-orogénico y post-orogénico (Terciario).

De esta manera los procesos sedimentarios que contribuyen a los depósitos del Paleógeno son la formación de la cadena orogénica Sierra Madre Oriental (SMO), originando una cuenca por carga tectónica de subsidencia flexura, y la elevación de la cadena montañosa (SMO), provocando un cambio en la sedimentación de calcárea a siliciclastica, dando lugar a grandes depósitos de deslizamientos, "slumps" y turbiditas.

En los depósitos post-orogénico la subsidencia de flexura cesan, la tasa de sedimentación es mayor, este cambio en los procesos tectónicos impactara en la sedimentación siliciclastica originando playas y barras de arena azolvando la cuenca, provocando una sedimentación progradante (clinoformas progradantes) con dirección al oriente del CGM.

El aporte y carga sedimentaria que sobrepasa la velocidad de subsidencia de la margen pasiva del CGM para el Neógeno, darán lugar a un sistema de fallas listricas y esta a su vez una re-depósito de litofacies en aguas profundas ocasionando deslizamientos y "slumps".

En la predicción de litofacies el porcentaje de arena es importante en el volumen total de sedimentos, la descarga de agua fluvial para el transportar también y generar una progradacion de sedimentos sobre el borde de la plataforma, estos pierden el equilibrio y se redepositan como flujos de detritos y "slumps" en aguas mas profundas.