

REPETICIONES ESTRATIGRÁFICAS Y BRECHAS ASOCIADAS AL EVENTO COMPRESIVO EOCENO MEDIO-SUPERIOR EN LA CUENCA TALARA. SECTOR EL ALTO-CABO BLANCO -PEÑA NEGRA, PIURA, PERÚ

Martín Oviedo y Víctor Carlotto

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 – San Borja, Lima, Perú, moviedo@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El INGEMMET viene realizando estudios de investigación en la cuenca Talara, con el objetivo de actualizar la Carta Geológica Nacional a escala 1:50,000 y apoyar el estudio de los recursos geológicos, en particular los hidrocarburíferos.

La cuenca Talara, ubicada al noroeste peruano entre los departamentos de Piura y Tumbes, corresponde a una cuenca de antearco (forearc basin), tiene una forma alargada de dirección NE-SO paralela al litoral, cubriendo una extensión de aproximadamente 17,566 km². Hacia el Este limita con las Montañas Amotape, al Norte con la cuenca Tumbes, al Sur con la cuenca Sechura y al Oeste con la Fosa Oceanica (Fig. 1a)

La sedimentación está representada por un relleno predominantemente continental (fluvial) a transicional (deltas/marino somero) que tiene una fuerte subsidencia en el Eoceno medio (Grosso et al., 2005). Este evento regional, de carácter tectónico, causa el establecimiento de condiciones de aguas profundas donde sistemas turbidíticos de alta frecuencia representan los más prospectivos *plays* para hidrocarburos (Grosso et al., 2005). La cuenca presenta una acumulación de sedimentos que oscila los 6 km, sin embargo hay zonas que reportan espesores que sobrepasan los 10 km, aunque estos últimos podrían deberse a repeticiones estratigráficas por la tectónica compresiva (Muñoz, 1991).

Eventos tectónicos distensivos también dominan la evolución de la cuenca desde los inicios de su individualización (Eoceno inferior) desarrollando fallas NE-SO, que posteriormente, en el Eoceno medio-superior, sufren una inversión tectónica y se comportan como fallas inversas y de rumbo dextral. Posteriormente, y a partir del Oligoceno hay un predominio de fallas normales que afectan la margen continental.

El área del presente estudio comprende las localidades de Órganos, El Alto, El Ñuro, Cabo Blanco y Peña Negra (Fig. 1b)

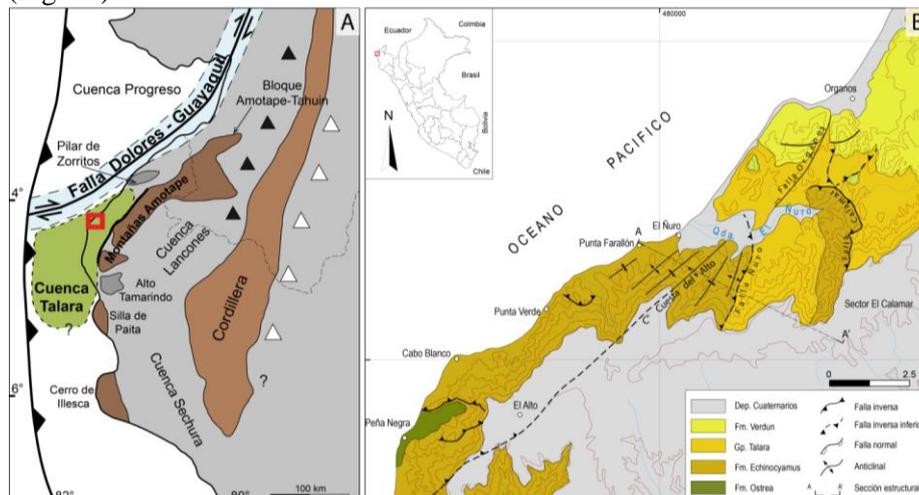


Fig. 1. a) Mapa estructural presentando la ubicación de la cuenca Talara y las principales estructuras regionales (Tomado y modificado de Fildani et al, 2005). b) Mapa geológico del área de estudio.

ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos de relleno de la cuenca Talara, descansan en discordancia erosional y angular sobre rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias de edades paleozoico, jurásico y cretácico. Este basamento se encuentra muy fracturado por la tectónica pre-cenozoica. El relleno sedimentario está dominado principalmente por rocas sedimentarias detríticas (lutitas, areniscas y conglomerados) de origen fluvio-deltaicos, con edades que varían del Eoceno inferior al Oligoceno.

De acuerdo al mapeo realizado en el área de estudio se identificaron las siguientes unidades:

Formación Ostrea (Eoceno inferior)

Constituido por bancos masivos de areniscas medias a gruesas, color gris claro a beige, intercalados con delgados niveles de lutitas y limolitas. Corresponde a un ambiente de plataforma marina proximal, con suministro de arenas de un sistema fluvio-deltaico. (Seranne, 1987). La potencia aproximada es de 1200 m (Trujillo, 1999).

Formación Clavel (Eoceno inferior)

Compuesto por lutitas de color gris oscuro con presencia de escasos niveles centimétricos de areniscas finas. Corresponden a un ambiente pro-delta (Seranne, 1987).

Formación Echinocyamus (Eoceno inferior)

Conformado por una alternancia de areniscas, conglomerados y lutitas, con una potencia que varia entre 300 y 450 m (Salas, 1980), y dividida en cinco miembros. El Miembro Cabo Blanco compuesto de areniscas y conglomerados cuarzosos de ambiente mixto fluvial-estuario (Daudt et al., 2004). El Miembro Verde formado por lutitas de ambiente marino somero. Los miembros superiores no están diferenciados en superficie, sin embargo han sido reconocidos, por registros eléctricos, las areniscas de los miembros Somatito y Ballenas, que en afloramiento muestran laminaciones horizontales, que corresponden a ambientes litoral y sublitoral inestable, respectivamente (Salas, 1980). Estos dos miembros están separados del miembro Constancia por niveles lutáceos depositados en aguas tranquilas poco profundas (Seranne, 1987)

Grupo Talara (Eoceno medio-superior)

Conformado por la Formación Lutitas Talara que está dividida en 5 miembros: Terebratula, Lomitos, Lobitos, Helico, Monte y Brechas Talara); y las formaciones Areniscas Talara y Pozo. En la zona de estudio se ha identificado a los Miembros Monte y Lobitos compuestos por sucesiones de lutitas marrón oscuras finamente estratificadas con niveles delgados de limolitas y areniscas muy finas, los que corresponden a ambientes marinos de poca energía, y a un ambiente pro-delta sugerido por los niveles de limolitas (Seranne, 1987).

- Brechas Talara (Eoceno medio)

Presenta una estructura caótica, constituidas por una mezcla heterogenea de lutitas de aspecto fluidal y estratos plegados de lutitas intercaladas con areniscas, con fragmentos y bloques de lutitas y areniscas de varias dimensiones. Presentan un espesor de aproximadamente 1000 m (Muñoz, 1980). Al oeste de la localidad el Ñuro se observa la presencia de “bloques exóticos resedimentados” (Seranne, 1987) de areniscas gris verduscas correspondientes a la Formación Echinocyamus inmersos en una matriz de Lutitas Talara. Estos datos indican que las Brechas Talara fueron originadas por deslizamientos gravitacionales submarinos (Muñoz, 1991) relacionados a la actividad tectónica compresiva que provocó fallas inversas. Es al pie de estas fallas se redepositaron las Brechas Talara en forma de olistolitos (Seranne, 1987; Daudt et al., 2004; Grosso et al., 2005, Carlotto et al., 2006).

Formación Verdun (Eoceno superior-Oligoceno inferior)

Compuesto por secuencias grano estrato decreciente de areniscas y lutitas intercalado con delgados canales conglomerádicos. La base de la secuencia corresponde a un ambiente de frente deltaico y el techo corresponde a un ambiente marino de plataforma de baja energía.

Gran extensión del área de estudio se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios principalmente por la Superficie Tablazos.

MARCO TECTÓNICO (Evento compresivo Eoceno medio–superior)

La zona de estudio está afectada por fallas inversas, pliegues y también fallas normales. Las fallas inversas cartografiadas son la Ñuro y Calamar (Fig. 1b y 2), son paralelas a los pliegues, presentan una dirección NE-SO. Estas fallas deforman las secuencias de la Formación Echinocyamus, generando pliegues, repeticiones y cabalgamientos sobre las Brechas Talara (Fig. 2). Las fallas normales de la zona estudiada presentan desplazamientos menores, a excepción de la Falla Organos que corresponde a una falla regional de gran desplazamiento.

Todo el sistema de pliegues y fallas inversas presentes en la cuenca Talara son paralelas a la megacizalla (*mega shear*) correspondientes al sistema de fallas Dolores-Guayaquil (Fig. 1a).

Durante el Paleoceno superior–Eoceno inferior una actividad tectónica distensiva a transtensiva generó un sistema de fallas normales NE-SO que limitan y controlan la cuenca e inducen en su estructuración NE-SO que persiste todo el Eoceno (Seranne, 1987). Durante el Eoceno medio se depositan los sedimentos del Grupo Talara, que marca la inversión tectónica, ya que en esta época predomina una compresión de dirección NO-SE, generando cabalgamientos y pliegues con frentes activos de fallas inversas de bajo ángulo, dando lugar a la formación de olistolitos y brechas sintectónicas correspondientes al Grupo Talara.

Todo el sistema antes mencionado se encuentra estrechamente ligado al sistema de fallas Guayaquil con la Falla Dolores-Guayaquil (Fig. 1a), paralelas al litoral (offshore) de dirección NE-SO y buzamiento subvertical, que presenta una componente dextral para el Eoceno inferior (Feininger & Bristow, 1980). Por lo tanto, se interpreta que la cuenca Talara estuvo ligada a movimientos transcurrentes dextrales produciendo un régimen transtensivo y formando una cuenca del tipo *pull-apart* (Monges, 1991) caracterizado por fallas normales. Posteriormente y a partir aproximadamente ~43 Ma los esfuerzos regionales cambian, la cuenca sufre una inversión tectónica ya que las fallas normales principales ahora juegan como fallas inversas generados por movimientos transpresivos dextrales (Carlotto, et al., 2006), siempre ligados al gran sistema de fallas Dolores-Guayaquil.

El evento tectónico compresivo que se inicia en el Eoceno medio y aproximadamente entre 43-40 Ma es conocido con el nombre de evento Inca y el de mayor importancia en gran parte de los Andes de Sudamérica. Sus efectos en Ecuador y Colombia están relacionados a la acreción de terrenos oceánicos (Carlotto, 1998; Benavides-Cáceres, 1999). Así, en la Cordillera Occidental de Ecuador, se evidencia un magmatismo adakitico, correspondiente al Arco Macuchi de edad Eoceno. La génesis de las adakitas se relaciona con profundos procesos de fraccionamiento de la corteza acompañado de fusión parcial y la asimilación de una corteza inferior máfica, que requiere de periodos de compresión, para que pudieran generar una exhumación rápida a partir de ~ 40Ma (Chiaradia, 2009). La reactivación de la falla Pallatanga–Pujili–Calacali (falla Dolores-Guayaquil) entre 42-32 Ma es coherente con las interpretaciones previas (Hughes y Pilatasig, 2002) de la acreción del terreno de Macuchi en el Eoceno tardío (Spikings et al., 2005). Estos datos corroboran que para el periodo Eoceno medio-superior la Falla Dolores-Guayaquil presenta un régimen transpresivo. Se estima, en consecuencia, que este sistema de fallas pudo haber contribuido a la formación de repeticiones y cabalgamientos en los sedimentos de la cuenca Talara.

Las fallas normales posteriores que se observan a lo largo de toda la cuenca, afectan en gran parte al sistema de fallas inversas y pliegues NE-SO. Estas fallas normales fueron producto de una tectónica distensiva que empezó en el Oligoceno inferior hasta la actualidad.

REPETICIONES ESTRATIGRÁFICAS

La cuenca Talara presenta dos zonas con evidencias de fallas inversas, siendo Cabo Blanco-Peña Negra-El Alto y Jabonillay-Quebrada Oveja. La primera zona ha sido escogida para el estudio por contar con mayor información, tanto en superficie y profundidad.

En el sector Cabo Blanco-Peña Negra-El Alto se observa un sistema de fallas inversas que causan la repetición de miembros y formaciones geológicas. Se observaron pliegues echados que ponen en evidencia fallas inversas, que deforman a la Formación Ostrea y el Miembro Cabo Blanco, presentando como nivel de despegue las lutitas de la Formación Clavel (Foto 1).



Foto 1. Capas plegadas de la Fm Ostrea, producto de fallamiento inverso.

En la margen izquierda de la quebrada El Ñuro, se observa un sistema de pliegues y fallas inversas en la Formación Echinocyamus, que a su vez está en contacto fallado sobre las Brechas Talara. Aquí las brechas están compuestas por bloques de areniscas de la Formación Echinocyamus inmersas en una matriz lutacea. De acuerdo a lo observado al sur de la zona de estudio, en Jabonillay y la quebrada Oveja, y a reportes de perforaciones dentro y alrededores del Lote X (Seranne, 1987; Monges, 1991; Trujillo, 1999; Daudt et al., 2004 y Grosso et al., 2005), se interpreta la presencia de una falla inversa sinsedimentaria, que habría provocado el cabalgamiento de las facies arenosas del Eoceno inferior (Fm Echinocyamus) al mismo tiempo que se iban depositando las lutitas del Grupo Talara (Brechas Talara), deformándolas e incorporando material producto de la erosión de este (Fig. 2).

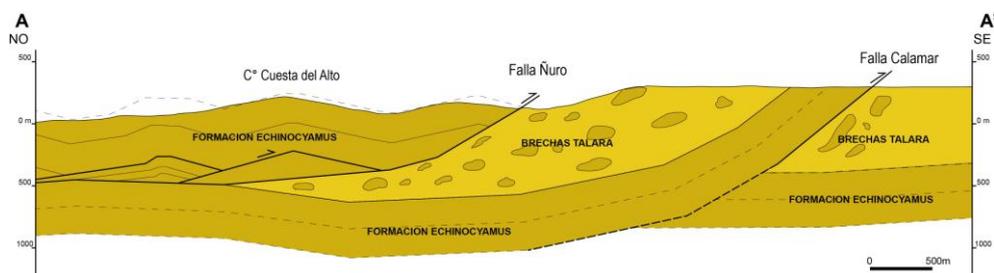


Fig. 2. Sección estructural A-A' mostrando principales estructuras compresivas (ver Fig. 1)

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

De acuerdo con Seranne, 1987; Delgado & Ardiles 1991; Grosso et al., 2005 y Carlotto et al., 2006; se estima que durante el Terciario la cuenca Talara fue afectada por dos eventos tectónicos distensivos (transtensivos) separados por un evento compresivo (transpresivo). Adicionalmente, las fallas normales formadas durante el Oligoceno-Mioceno-Plioceno ocultan o cubren evidencias de fallamientos inversos. Todo eso es causa de la gran complejidad estructural de la cuenca Talara.

La exhumación de adakitas, ligada a la acreción 42-32 Ma del terreno de Macuchi en el Eoceno tardío y la actividad compresiva de la Falla Dolores-Guayaquil para ese tiempo, se correlaciona con la inversión tectónica a la que fue sometida la cuenca Talara en el Eoceno Medio- Superior.

Las evidencias recopiladas en campo, sumadas a datos de subsuelo procedente de informes técnicos han permitido corroborar la presencia de fallas inversas de bajo ángulo, que forman parte de un sistema plegado y corrido para el Sector Cabo Blanco-Peña Negra-El Alto.

El evento tectónico compresivo del Eoceno medio-superior es de gran importancia en todos los Andes del Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, ya que causa la mayor deformación y acortamiento en la cadena de los Andes (Carlotto, 1998; Benavides-Cáceres, 1999). Sus efectos en la cuenca Talara están registrados por las fallas inversas de bajo ángulo, la formación de olistolitos (Brechas Talara), así como las repeticiones tectónicas. La presencia de estas estructuras es importante, debido a que estas favorecen a la presencia de trampas para la acumulación de petróleo. Sin embargo, estas trampas muestran una mayor complejidad por las fallas normales que las afectaron durante el Oligoceno-Plioceno.

REFERENCIAS

- Benavides Cáceres, V. (1999) - Orogenic evolution of the Peruvian Andes: the Andean cycle. Society of Economic Geologists. Special Publication, n. 7, pp. 61-107.
- Carlotto, V. & Cárdenas, J. (2006) - ¿El evento tectónico compresivo del eoceno en el Perú: Resultado de un proceso de subducción plana?. XIII Congreso Peruano de Geología, Lima, p. 252-255.
- Carlotto, V. (1998) - Évolution andine et raccourcissement au niveau de Cusco (13-16°S), Pérou: enregistrement sédimentaire, chronologie, contrôles paléogéographiques, évolution cinématique. Thèse Docteur, Université de Grenoble I, 159 p.
- Chiariadia, M. (2009) - Adakite-like magmas from fractional crystallization and melting-assimilation of mafic lower crust (Eocene Macuchi arc, Western Cordillera, Ecuador). *Chemical Geology* 265, p 468–487.
- Daudt, J.; Grosso, S. & Sullivan, M. (2004) - Sea-level changes and tectonic influence in the deposition of the Cabo Blanco member: Example of and Eocene fluvio-estuarine systeme in Talara basin, NW Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica de Perú*, Lima, p. 67-80.
- Fildani, A.; Hanson, A.; Chen, Z.; Moldowan, J.; Graham, S. & Arriola, P. (2005) - Geochemical characteristics of oil and source rocks and implications for petroleum systems, Talara basin, northwest Peru. *AAPG Bulletin*, Vol. 89, N 11, p. 1519-1545.
- Feininger, T & Bristow C. R. (1980) - Cretaceous and Paleogene Geologic History of Coastal Ecuador. *Geol. Rundschau*. 69-3 pp. 849-874.
- Grosso, S.; Marchal, D. & Daudt, J. (2005) - Integración afloramiento-subsuelo: Relación entre la complejidad estructural y el comportamiento productivo de los reservorios del lote X, Cuenca Talara, Perú. V INGEPET, 15 p.
- Hughes, R.A., Pilatasig, L.F., (2002) - Cretaceous and Tertiary terrane accretion in the Cordillera Occidental of the Ecuadorian Andes. *Tectonophysics* 345, p. 29–48.
- Monges, C. (1991) - Evidencias de compresión en la cuenca Talara en el Eoceno medio-tardío. Hipótesis sobre su origen. VII Congreso Peruano Geología, Lima, p. 333-344.
- Salas, G. (1980) - Evaluación geológica de la formación Echinocyamus. *Noroeste Peruano*. *Boletín de la Sociedad Geológica de Perú*, Lima, p. 333-338.
- Seranne, M. (1987) - Evolución Tectónica y Sedimentaria de la Cuenca Talara. Informe PetroPeru-IFEA, 73p.
- Spikings, R.A.; Winkler, W.; Hughes, R.A.; Handler & R. (2005) - Thermochronology of allochthonous terranes in Ecuador: Unravelling the accretionary and post-accretionary history of the Northern Andes. *Tectonophysics* 399, p. 195– 220
- Trujillo, J. (1999) - Evaluación geológica de la formación Basal Salinas en el Lote X (Cuenca Talara). Tesis ingeniero geólogo, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 96p.