

FICHA DE UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA (FORMACIÓN)

LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE MÉXICO



GOBIERNO
FEDERAL

SE

Formación

Rosario

Cretácico

Tardío (Campaniano-Maastrichtiano)

REFERENCIA

Santillán, M., Barrera, T., 1930, Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California entre los paralelos 30° y 32° latitud norte: Anales del Instituto Geológico de México, 5, 1-37.

HISTORIA NOMENCLATORIAL DE LA UNIDAD

La formación fue propuesta por Santillán y Barrera (1930) para referirse a las rocas que afloran en los alrededores del poblado de El Rosario, la cual dividen en tres horizontes: *inferior*, *intermedio* y *superior*. Sin embargo, Beal (1948) menciona que la unidad fue reportada inicialmente en un informe anónimo en 1924. Asimismo, Beal *op. cit.* incluye dentro de esta unidad las rocas expuestas en el área comprendida de Punta Banda al sur de Rosario y que fueron nombradas por Anderson y Hanna (1935 *en* Beal, 1948) como formación Catarina. Más adelante, Kilmer (1961 *en* Flynn, 1970) y Kilmer (1963 *en* Kenneth, 1982) divide informalmente las rocas de esta unidad en cuatro formaciones: La Bocana, Punta Baja, El Gallo y Rosario; terminología que hasta la fecha no ha sido generalizada ni formalmente aceptada (Kenneth, 1982). Posteriormente, Flynn (1968, 1970) propone la existencia de dos subunidades: el miembro inferior arenoso (*lower sandstone member*) y el miembro superior lodoso (*upper mudstone member*), mientras que Kenneth (1982) reconoce de manera informal tres miembros: miembro inferior arenoso (*lower sandstone member*, LSS), miembro intermedio lodoso (*middle mudstone member*, MM) y el miembro superior de arenisca-conglomerado (*upper sandstone-conglomerate member*, USS). **Comentarios adicionales:** En los Estados Unidos de América (EE.UU.), el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) reconoce a esta unidad como grupo, el cual incluye a las formaciones Lusardi, Point Loma y Cabrillo; no obstante, en el sur de California puede ser considerada como formación (GEOLEX, 2007).

LOCALIDAD TIPO

Santillán y Barrera (1930) no la designan, sin embargo en la actualidad se considera que se localiza al sur del Arroyo del Rosario en los alrededores del poblado homónimo (Carreño y Smith, 2007) y que se encuentra en la costa oeste de Baja California, unos 300 km al sur del límite internacional entre México y EE.UU. (Beal, 1924 *en* GEOLEX, 2007). **Comentarios adicionales:** Cabe mencionar, que la cita (Beal, 1924) que aparece en GEOLEX, en realidad es un estudio realizado por un autor anónimo (Anonymous, 1924b, Informe sobre la exploración geológica de la Baja California: Boletín del Petróleo, 17, 417-473), tal y como lo especifica Beal (1948).

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA

Las rocas de esta unidad corresponden principalmente a cuerpos compactos de arenisca y conglomerado, en menor proporción, existen depósitos de arenisca arcillosa y arcilla arenosa (Santillán y Barrera, 1930). Dentro de la formación se diferencian tres horizontes por su constitución mineralógica, las características de cada uno de ellos son las siguientes: el *horizonte inferior* lo forma un paquete de arenisca rojiza de grano fino y compacto, en él abundan feldespatos, cuarzo y minerales ferromagnesianos transformados en epidota o bien, alterados a óxido de hierro; en ocasiones la proporción de arcillas aumenta y forman capas delgadas, en otros casos, aumenta el tamaño de los granos hasta constituir conglomerados de pequeñas dimensiones. El *horizonte intermedio* se compone de paquetes de arenisca de grano fino, compactos y de color verde y gris; la composición de los granos es similar a la de los cuerpos de arenisca inferior, aunque la desigual alteración de los minerales ferromagnesianos y la presencia de materia orgánica de origen vegetal, proporcionan a este horizonte un color distintivo, esta subunidad se caracteriza por la existencia de lechos delgados de pizarra gris oscura compuesta predominantemente por materia orgánica de origen vegetal, también son comunes los nódulos esféricos o lenticulares de arenisca que con frecuencia están alineados a los planos de estratificación. El *horizonte superior* está compuesto por cuerpos de arenisca amarilla de grano fino, contiene abundante biotita, feldespatos y cuarzo; esta subunidad se distingue del resto por la presencia de madera silicificada y de abundantes vetillas de yeso. Santillán y Barrera (1930) también señalan que localmente el contacto entre los horizontes de esta formación, está marcado por lentes de conglomerado compacto compuesto por clastos de pizarra negra endurecida, rocas verdes, gneis y esquisto, en menor proporción incluye andesita y rocas graníticas, su tamaño es mediano (guijarros) y homogéneo. Beal (1948) por su parte, indica que en la mayoría de los afloramientos la unidad se compone por arenisca con lentes de conglomerado, mientras que en algunos afloramientos capas delgadas de arenisca y lutita aparecen en proporciones similares. El autor agrega que los cuerpos de arenisca son amarillos a café verdosos y en ocasiones se intercalan con estratos que contienen madera carbonizada y carbón, en tanto que los lentes de conglomerado tienen poca extensión lateral; agrega que algunos paquetes de lutita tienen alto contenido de materia orgánica y están finamente laminados. Al sur de Punta China, Allison (1955) documenta que la formación está caracterizada por lutita limosa y limolita de color gris oscuro con cefalópodos. Por otro lado, Addicott y Emerson (1959) subdividen esta unidad en tres porciones: un conglomerado basal, un paquete de arenisca conglomerática verde y un paquete de arenisca amarilla, mientras que Flynn (1970) la divide en dos subunidades. Este último autor indica que el *miembro inferior arenoso* está constituido por arcosa masiva de color café o blanca, intercalada con paquetes de lutita gris o verde de 0.5 a 1 m de espesor; el *miembro superior lodoso* está formado por lutita lodosa gris o verde, finamente estratificada, misma que contiene materia orgánica carbonizada y abundantes microfósiles. Bailey (1966) por su parte describe tres subunidades: el *miembro A*, constituido por una alternancia de capas delgadas (<30 cm) de arenisca y lutita rojizas a cafés, con escasos lentes de arenisca de grano fino a mediano, lutita limosa y conglomerado, este último compuesto por guijas, gujarros y bloques subangulares a bien redondeados y cementados; este miembro contiene escasos fósiles, aunque bien conservados. El *miembro B* corresponde a un conglomerado formado por clastos derivados de rocas volcánicas mesozoicas, su grado de redondez varía de subredondeados a bien redondeados y su tamaño va de gujarros a bloques. El *miembro C* está compuesto por una interestratificación de arenisca, conglomerado y lutita; la arenisca es masiva, de grano fino a mediano, pobremente clasificada, su color varía de amarillo a café oscuro y contiene fósiles pobremente conservados,

las capas de conglomerado tienen un espesor de 0.5 a 3 m, están compuestas por clastos bien redondeados y su tamaño varía de guijarros a bloques, mientras que las capas de lutita son raras, alcanzan una potencia de cerca de 1 m y tienen poca extensión lateral. Bailey *op. cit.* agrega que dentro de esta subunidad también existen paquetes de arenisca con concreciones y estratificación cruzada, su espesor es de 1.5 m y el tamaño de los granos varía de fino a muy fino. Una de las descripciones más completas y detalladas de los afloramientos esta formación en el noroeste de Baja California (y sur de California) es proporcionada por Kenneth (1982), quien reconoce tres miembros y varias facies. El LSS está compuesto por un grueso paquete de arenisca masiva de grano grueso, con estratificación cruzada de alto ángulo, laminación plana y pocas capas delgadas de conglomerado; los fósiles en este miembro son escasos y corresponden principalmente a fragmentos de moluscos, algunas capas contienen icnofósiles que se atribuyen a *Ophiomorpha* y *Thalassinoides*. Según el autor este miembro puede componerse de manera local por arenisca de grano fino a mediano cuyas capas suelen estar altamente bioturbadas (icnofacies de *Cruziana-Zophycos*); los estratos menos alterados presentan laminación ligeramente ondulada y cruzada de bajo ángulo. El MM tiene menos variación litológica que el miembro anterior y está dominado por lutita masiva, aunque contiene paquetes de arenisca, arenisca conglomerática y conglomerado, así como algunas facies exóticas (por ejemplo olistolitos o canales rellenos por flujos de detritos). El USS tiene una marcada variación litológica local, en La Misión corresponde a paquetes gruesos de arenisca con estratificación cruzada y en menor medida conglomerado; hacia el noreste, la mayor parte de esta subunidad está compuesta por conglomerados canalizados y en menor proporción por una intercalación de arenisca y limolita, además puede encontrarse la intercalación de conglomerado con arenisca bioturbada y lutita.

ESPESOR

Beal (1948) indica que en la entrada del Arroyo Rosario, uno de los mejores afloramientos de esta unidad, la Formación Rosario tiene aproximadamente 2,500 pies (~750 m) en potencia, el autor también comenta que en un pozo localizado en Puerto Santa Catarina se perforaron 2025 pies (~607 m) de roca presumiblemente pertenecientes a esta unidad. Flynn (1970), por su parte, midió en el área de La Gloria-Presa Rodríguez, 75 m de espesor de una intercalación de arenisca arcósica y lutita, además de 45 m de lutita. Al sur del límite internacional entre EE.UU. y México, Bailey (1966) documentó que el *miembro A* alcanza un espesor de 300 m, mientras que el *miembro B* tiene una potencia que varía de 100 a 120 m, aunque este último puede no estar presente en ciertas zonas; finalmente el *miembro C* tiene un espesor de entre 150 y 250 m.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La unidad está expuesta desde Punta Canoas en la costa oeste de Baja California (México), hasta Carlsbad, California (EE.UU.), (Beal, 1948; Bailey, 1966); en Baja California (BC) aflora entre San Antonio del Mar y Ensenada (Kirk y MacIntyre, 1951), aunque también ha sido reconocida en acantilados marinos y arroyos en el área comprendida de Punta Banda a Santa Catarina (Beal, 1948). Según Carreño y Smith (2007) los afloramientos de esta unidad se encuentran en las cuencas de Tijuana (sur de California y noroeste de BC) y La Mira (noroeste de BC), comentan que los afloramientos se encuentran extendidos a lo largo de 500 km, desde la ensenada de San Diego (*San Diego embayment*) hasta Punta Canoas. Trabajos cartográficos recientes (Corral-Gastélum *et al.*, 2000, 2001) han documentado numerosas localidades distribuidas en la costa occidental de Baja California. **Comentarios adicionales:** Según Beal (1948) rocas de esta unidad han sido asignadas erróneamente a la formación Tepetate en Bahía Tortugas (BC).

RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Su contacto inferior se ha registrado discordante y angular con la Formación Alisitos (Santillán y Barrera, 1930); esta relación de contacto es visible además, en los alrededores del poblado de El Rosario (Carreño y Smith, 2007), así como en varias localidades del norte de Baja California, como en el área de Punta San Isidro (Kirk y MacIntyre 1951; Payne *et al.*, 2004), Punta China (Allison, 1955), Punta Cabras (Addicott y Emerson, 1959), así como en numerosas localidades distribuidas en la costa occidental del estado (Morán-Zenteno, 1984; Corral-Gastélum *et al.*, 2000, 2001). En el área de Punta Cabras (BC) la Formación Rosario también cubre discordantemente a la Formación San Fernando (Addicott y Emerson, 1959), al este de Arroyo Rosarito (Flynn, 1968, 1970; Kenneth, 1982) y desde Rosarito hasta La Misión (Castro-Escarrega *et al.*, 2001) yace a la formación Redonda; mientras que en la región costera localizada entre La Misión y Ensenada (noroeste de BC) la Formación Rosario cubre discordantemente a rocas volcánicas y granodioríticas del basamento (Bailey, 1966). La relación de esta formación con rocas del basamento ha sido recientemente documentada por Carreño y Smith (2007) quienes mencionan que la unidad cubre a rocas metamórficas prebatolíticas, rocas volcánicas del basamento y del batolito de la Cordillera Peninsular (*Pensular Ranges*). Su contacto superior ha sido documentado en numerosos sitios, sobresale la relación discordante con la Formación Cantil Costero al sur de la Cañada del Socorro y al norte de El Rosario (Santillán y Barrera, 1930) así como la superficie de abrasión que pone en contacto ambas unidades en el área de El Consuelo, unos 14 km al noroeste de El Rosario (Ledesma-Vázquez *et al.*, 2006). Otra relación de contacto que destaca por su relevancia es la que tiene la Formación Rosario con la Formación Sepultura, ésta es discordante en la localidad ubicada ~20 km al sureste de El Rosario, Mesa de La Sepultura, (Arzate-Hernández y Téllez-Duarte, 1988; Carreño y Smith, 2007) y en el área de arroyo San Fernando, unos 20 km al norte de Puerto San Carlos (Morris y Busby, 1990). Por otro lado, Flynn (1968, 1970), Abbott *et al.* (1993), Busby *et al.* (2002), Dykstra y Kneller (2007) y Kane *et al.* (2007) notaron también que en los alrededores de la Mesa de La Sepultura, como en el área de Cañón San Fernando, se desarrolló suelo (caolínico, según Dykstra y Kneller, 2007; Kane *et al.*, 2007) antes del inicio del depósito de la Formación Sepultura, lo que confirma su relación discordante. Su límite superior también ha sido registrado en la región costera por Bailey *op. cit.*, donde subyace de manera discordante a rocas volcánicas terciarias; Beal (1948) y McWilliams *et al.* (1951) señalan que la unidad es cubierta por la formación Tepetate, aunque no mencionan el sitio preciso. Al sur de Rosarito Beach (Minch, 1966, 1967) y de La Misión (Carreño y Smith, 2007), así como en el área de Tijuana-Rosarito Beach (Corral-Gastélum *et al.*, 2000; Delgado-Argote *et al.*, 2011) la unidad subyace a la Formación Rosarito Beach. A lo largo de la costa occidental de Baja California también se ha documentado que la Formación Rosario subyace a depósitos cenozoicos no descritos formalmente (Corral-Gastélum *et al.*, 2000, 2001).

CONTENIDO PALEONTOLÓGICO

Incluye un abundante y diverso conjunto fósil en el que destacan diversos grupos de los moluscos (pelecípodos, gasterópodos y escafópodos) cuya importancia ha sido valorada por diversos investigadores (Santillán y Barrera, 1930; Beal, 1948; Kirk y MacIntyre, 1951; Allison 1955; Emerson y Addicott, 1958). De acuerdo con Santillán y Barrera (1930) existen ocasionalmente horizontes fosilíferos, entre estos destacan los encontrados en Punta Abajo y la barranca de Rosario, donde los gasterópodos *Turritella chicoensis* y *Voluthilites* sp., así como los pelecípodos *Glycimeris veatchii*, *Inoceramus whitnegi* y *Trigonia evansonii* son las especies más abundantes. Los autores también mencionan que los fósiles pueden encontrarse en las areniscas de los horizontes intermedio y superior donde abundan pelecípodos de los géneros *Nucula*, *Arca*, *Baculites*, *Ostrea*, *Lima*, *Mytilus* y el gasterópodo *Anchura*, entre otros. Santillán y Barrera *op cit.* agregan que las principales localidades fosilíferas se encuentran cerca de San Isidro, barranca del Carmen (al norte de Ensenada), a lo largo del camino entre el río de Santo Tomás y la bahía de Soledad y en el Rancho de San Antonio del Mar. Por otro lado, Allison (1955) documenta varias especies de cefalópodos al sur de Punta China, entre ellos sobresalen *Baculites inornatus*, *Nostoceras sternbergi* y *Eutrophoceras* sp., además identifica un conjunto de microforaminíferos dominado por *Vaginulina* cf. *V. daini*, *Nodosaria velascoense*, *Dentalina marcki*, *D. solvata*, *Loxostoma plaitum* y *Valvulineria cretacea*. Addicott y Emerson (1959) por su parte, también reconocen un variado conjunto fósil, dentro del cual se encuentran numerosas especies de gasterópodos como *Acanthina lugubris*, *Acmaea digitalis*, *A. insessa*, *A. mitra*, *A. pelta*, *A. scabra*, *Conus californicus*, *Crepidula adunca*, *C. onyx*, *Cymatosyrinx hemphilli*, *Diodora aspera*, *Epitonium indianorum*, *Fissurella volcano*, *Gadinia reticulata*, *Nassarius perpingus*, *Ocenebra lurida*, *Olivella biplicata*, *Pusula californianus*, *Seila montereyensis*, *Tegula brunnea* y *Tegula funebris*, escafópodos pertenecientes a *Dentalium neohexagonum*, pelecípodos como *Cryptomya californica*, *Cumingia californica*, *Modiolus fornicatus*, *Mytilus californianus*, *Nuculana taphria*, *Tellina bodegensis*, *T. buttoni* y *Tivela stultorum*, equinodermos como *Dendraster excentricus* y *Strongylocentrotus*, los cirrípedos *Balanus* cf. *B. nubilus* y *Balanus* cf. *B. tintinnabulum californicus*, así como biozoarios de la especie *Schizoporella cornuta*. Finalmente, Kenneth (1982) reporta 72 diferentes categorías de megafósiles que incluyen: corales, biozoarios, anélidos, equinodermos, pelecípodos, gasterópodos y cefalópodos.

EDAD

Los primeros estudios asignaron a esta unidad una edad de Cretácico Tardío, con base en su conjunto fósil (Santillán y Barrera, 1930; Beal, 1948; Emerson y Addicott, 1958); particularmente, Emerson y Addicott *op. cit.*, mencionan que el reconocimiento de *Turritella chicoensis perrini* limita el alcance de esta formación a la etapa Chico (*Chico stage*) del Mesozoico marino de la costa del Pacífico. Más adelante Flynn (1970) reconoce moluscos [*Corrallichama arcuati* y *Pachydiscus (Neodesmoceras) caterinae*] y microfósiles (*Bolivina incrassata gigantea*, *Bulimina aspera* y *B. exigua*) que le permiten asignar una edad de Campaniano y/o Maastrichtiano a esta formación. Un estudio posterior, realizado por Kenneth (1982) restringe la edad al Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano con base en nanofósiles colectados de los miembros arenoso inferior e intermedio lodoso en el noroeste de Baja California, los cuales pueden ubicarse dentro de la zona *Tetralithus trifidus* (fecha entre 69-74 m.a.) y por el conjunto de foraminíferos, megafósiles (particularmente moluscos) y nanofósiles recuperado de los afloramientos tanto del área de Tijuana-Ensenada como del área de San Diego, respectivamente.

AMBIENTE DE DEPÓSITO

Bailey (1966) infiere que la unidad posiblemente se depositó en un ambiente marino profundo, cuya línea de costa se encontraba al este de la actual y en la que quedaron registradas las fluctuaciones del nivel marino; de acuerdo con el autor la acumulación de sedimentos finos (miembro A) ocurrió cuando la profundidad era grande, mientras que el depósito de arenas gruesas (miembro C) y de conglomerados intraformacionales (miembro B) se dieron de manera local al quedar el piso marino expuesto. Kenneth (1982) por su parte, precisa que el LSS corresponde a un ambiente batial, el cual es inferido a partir de los fósiles colectados, es conveniente destacar que los afloramientos del oeste del área de Tijuana-Ensenada (formados por arenisca y conglomerado), son considerados como depósitos costeros; en el MM también pueden reconocerse condiciones de depósito distintas, de acuerdo con la evidencia paleontológica, los afloramientos al oriente Tijuana-Ensenada corresponden a depósitos de plataforma interna, mientras que los del oeste corresponden a depósitos de talud con evidencia de periodos intermitentes de anoxia; las características litológicas sedimentológicas y el contenido fósil del USS indican que esta subunidad se formó bajo distintas condiciones, desde la plataforma media hasta costeras y de abanico deltaico. Finalmente, el autor menciona que los megafósiles, foraminíferos e icnofósiles sugieren que la mayor parte de los depósitos expuestos en el área de San Diego se acumularon en condiciones marinas profundas, de manera particular en un ambiente de talud y en el que ocasionalmente, existieron bajos niveles de oxígeno.

CORRELACIÓN

La fauna fósil recuperada de esta unidad es similar a la encontrada en California (Kirk y MacIntyre, 1951), particularmente con la recuperada en la Formación Chico (Santillán y Barrera, 1930). Más adelante, Mina-Uhink (1957) manifestó la existencia de grandes similitudes litológicas entre las formaciones Rosario y Valle, ésta última presente en la porción sur de la península. Por otro lado Kenneth (1982) considera con base en el conjunto de nanofósiles reconocidos, que al menos la parte inferior de la Formación Rosario en el área de Tijuana-Ensenada corresponde en edad a las formaciones Point Loma y Cabrillo del área de San Diego.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

De acuerdo con Kenneth (1982) el potencial de esta unidad como productora de hidrocarburos es baja debido a su extensa exposición, agrega que hasta ese momento no se había detectado hidrocarburo líquido en el oeste de Baja California, aunque podría existir alguna posibilidad en el área estudiada por

Santillán y Barrera (1930), Kenneth *op. cit.* además comenta que el potencial de generación de hidrocarburos a partir de los paquetes de lutita del MM es relativamente bajo para la producción de petróleo y gas (*wet gas*), de acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de carbón orgánico total y del nivel de maduración de kerógeno; debido a lo anterior, el autor estima que la unidad no es económicamente atractiva desde el punto de vista petrolero.

ESTADO NOMENCLATURAL

Al momento de ser propuesta esta unidad (1930), se carecían de normas que regularan la definición de unidades formales. En este análisis se considera una unidad válida y formal por su relevancia en el registro estratigráfico del noroeste de la península de Baja California y porque los estudios realizados sobre la misma prácticamente cubren los actuales requerimientos para su formalidad. Por otro lado, existe homonimia con la formación Rosario propuesta por Erben (1956) para referirse a una sucesión sedimentaria jurásica de la Cuenca de Tlaxiaco (Pemex, 1988) en el sur de México; es conveniente señalar que esta denominación es informal y con base en la regla de prioridad y conservación de los nombres bien establecidos, el término de Formación Rosario debe ser mantenido únicamente para la sucesión sedimentaria del Cretácico Tardío descrita por Santillán y Barrera (1930), mientras que el término introducido por Erben (1956) se recomienda sea abandonado.

ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: Mayo 2012

UNIDAD ANALIZADA POR: Juárez-Arriaga, E.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, P.L., Hanson, A.D., Thomson, C.N., Logue, D.L., Bradshaw, K.D., Pollard, W.J., Seeliger, T.E., 1993, Geology of the Paleocene Sepultura Formation, Mesa de la Sepultura, Baja California/Geología de la Formación Sepultura del Paleoceno, Mesa de la Sepultura, Baja California: Ciencias Marinas, 19(1), 75-93.
- Addicott, W.O., Emerson, W.K., 1959, Late Pleistocene Invertebrates from Punta Cabras, Baja California, Mexico: American Museum Novitates, 1925, 1-33.
- Allison, E.C., 1955, Middle Cretaceous gastropoda from Punta China, Baja California, Mexico: Journal of Paleontology, 29(3), 400-432.
- Arzate-Hernández, L., Téllez-Duarte, M., 1988, Paleo-Environmental Interpretation of Paleocene Sepultura Formation in Type Locality, Mesa La Sepultura, Baja California, Mexico (resumen), en Pacific Section and SPWLA Annual Convention, Santa Barbara, California, E.U.A., American Association of Petroleum Geologists AAPG, Society Economic Paleontologists Mineralogist-Society for Sedimentary Geology (SEPM)-SEG, Abstracts, 72(3), 373.
- Bailey, S.M., 1966, Paleocurrent analysis of the Cretaceous Rosario Formation, Baja California, Mexico: San Diego, California, EE.UU., Faculty of San Diego State College, tesis de maestría, 69 p.
- Beal, H.C., 1948, Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, Mexico: Geological Society of America, Memoir 31, 133 p.
- Busby, C.J., Yip, G., Blikra, L., Renne, P., 2002, Coastal landsliding and catastrophic sedimentation triggered by Cretaceous-Tertiary bolide impact: A Pacific margin example?: Geology, 30(8), 687-690.
- Carreño, A.L., Smith, J.T., 2007, Stratigraphy and correlation for the ancient Gulf of California and Baja California Peninsula, Mexico: Bulletin of American Paleontology 371, 146 p.
- Castro-Escarrega, J.J., Terán-Martínez, G.E., Siqueiros-López, C.J., 2001, Informe de la carta geológico-minera Tijuana clave I11-11, escala 1:250,000, municipios de Tijuana, Tecate, Rosarito y Ensenada, Baja California Norte: Pachuca, Hidalgo, Consejo de Recursos Minerales, Informe, 57 p.
- Corral-Gastélum, R., Guzmán-Espinoza, J.B., Zamora-Tovar, E., Ruiz-Romo, T., 2001, Informe de la carta geológico-minera Ensenada clave H11-2, 1:250,000, estado de Baja California: Pachuca, Hidalgo, Consejo de Recursos Minerales, Informe, Tomo 1, 86 p.
- Corral-Gastélum, R., Ruiz-Romo, T., Hernández, P.I., 2000, Informe de la carta geológico-minera Punta San Antonio, clave H11-9, escala 1:250,000, estado de Baja California: Pachuca, Hidalgo, Consejo de Recursos Minerales, Informe, 41 p.
- Delgado-Argote, L.A., Gómez-Castillo, G., Peña-Alonso, T.A., Torres-Carrillo, X.G., Avilez-Serrano, P., 2011, Rasgos geológicos y morfológicos asociados con peligros naturales en los fraccionamientos el valle y hacienda acueducto, Tijuana, Baja California: Geos, 30(2), 1-16.
- Dykstra, M., Kneller, B., 2007, Canyon San Fernando, Baja California, Mexico: A Deep-marine channel-levee complex that evolved from submarine canyon confinement to unconfined deposition (cd-rom), en Nilsen, T.H., Shew, R.D., Steffens, G.S., Studlick, J.R.J. (eds.), Atlas of deep-water outcrops: American Association of petroleum Geologists (AAPG) Studies in Geology 56, 14 p.
- Emerson, W.K., Addicott, W.O., 1958, Pleistocene Invertebrates from Punta Baja, Baja California, Mexico: American Museum Novitates, 1909, 1-11.
- Erben, H.K., 1956, El Jurásico Medio y el Caloviano de México, en XX Congreso Geológico Internacional, México, D.F., Monografía, 140 p.
- Flynn, C.J., 1968, Geology of the Gloria-Presa Rodríguez area, Baja California, México: San Diego, California, EE.UU., Faculty of San Diego State College, tesis de maestría, 70 p.
- Flynn, C.J., 1970, Post-batholithic geology of the La Gloria-Presa Rodríguez area, Baja California, Mexico: Geological Society of America Bulletin, 81(6), 1789-1806.
- GEOLEX Database, 2007, Geologic Unit: Rosario (en línea), en National Geologic Map Database: United States Geological Survey (USGS), <http://ngmdb.usgs.gov/Geolex/NewUnits/unit_11716.html>, acceso libre, consulta: mayo de 2012.
- Kane, I.A., Kneller, B.C., Dykstra, M., Kassem, A., McCaffrey, W.D., 2007, Anatomy of a submarine channel-levee: An example from Upper Cretaceous slope sediments, Rosario Formation, Baja California, Mexico: Marine and Petroleum Geology, 24, 540-563.
- Kenneth, Y.R., 1982, The stratigraphy and sedimentology of Upper Cretaceous sediments of southwestern California and Baja California, Mexico: Houston, Texas, EE.UU., Rice University, tesis doctoral, 604 p.
- Kirk, M.V., MacIntyre, J., 1951, Cretaceous deposits of the Punta San Isidro area, Baja California (resumen): Geological Society of America Bulletin, 62(12), 1505.

- Ledesma-Vázquez, J., Hernández-Walls, R., Villatoro-Lacouture, M., Guardado-France, R., 2006, Dynamics of rocky shores: Cretaceous, Pliocene, Pleistocene, and Recent, Baja California peninsula, Mexico: *Journal of Canadian Earth Sciences*, 43, 1229-1235.
- McWilliams, J.H., Colegrove, W.J., McBride, G.C., 1951, A geological reconnaissance in Lower California, Mexico: Hillsboro, Oregon, EE.UU., Alcoa Mining Company, reporte técnico, 145 p.
- Mina-Uhink, F., 1957, Bosquejo geológico del territorio sur de la Baja California: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 9(3): 188-192.
- Minch, J.A., 1966, Stratigraphy and structure of the Tijuana-Rosarito Beach area, northwestern Baja California, Mexico: San Diego, California, EE.UU., Faculty of San Diego State College, tesis de maestría, 76 p.
- Minch, J.A., 1967, Stratigraphy and structure of the Tijuana-Rosarito Beach area, northwestern Baja California, Mexico: *Geological Society of America Bulletin*, 78(9), 1115-1178.
- Morán-Zenteno, D., 1984, Geología de la República Mexicana: México, D.F., Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 88 p.
- Morris, W.R., Busby-Spera, C.J., 1990, A submarine fan valley-levee complex in the Upper Cretaceous Rosario Formation, Baja California: Implications for turbidite facies models: *Geological Society of America Bulletin*, 102(7), 900-914.
- Payne, J.L., Johnson, M.E., Ledesma-Vázquez, J., 2004, Lower Cretaceous Alisitos Formation at San Isidro: Coastal sedimentation and volcanism/Formación Alisitos del Cretácico temprano en Punta San Isidro: Sedimentación costera y vulcanismo: *Ciencias Marinas*, 30(2), 365-380.
- Petróleos Mexicanos (PEMEX), 1988, Estratigrafía de la República Mexicana, Mesozoico: México, D.F., Subdirección de Producción Primaria, Coordinación ejecutiva de Exploración, Informe inédito, 216 p.
- Santillán, M., Barrera, T., 1930, Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California entre los paralelos 30° y 32° latitud norte: *Anales del Instituto Geológico de México*, 5, 1-37.

COMENTARIOS
