

RECONOCIMIENTO DE LAS TERRAZAS MARINAS CUATERNARIAS EN LA PARTE CENTRAL DE BAJA CALIFORNIA

Luc Ortlieb*

RESUMEN

Utilizando las terrazas marinas cuaternarias para reconstruir los movimientos recientes de la corteza terrestre, se llevó a cabo un reconocimiento de las diferentes huellas de los niveles altos del mar cuaternario en el centro de la Península de Baja California, entre los paralelos 26 y 28° N. Del lado del Pacífico varias terrazas marinas fueron observadas, con alturas entre + 3 y + 130 m, y en la costa del Golfo de California, particularmente en las cercanías de Santa Rosalía, se encuentran las terrazas más altas y numerosas.

Las correlaciones, tanto laterales como cronológicas, de estas terrazas están inferidas. Los movimientos verticales locales y basculamientos son deducidos de algunos de los remanentes de paleolitorales pleistocénicos.

ABSTRACT

Using marine terraces to reconstruct recent crustal movements, a reconnaissance study was made of the remnants of high stands of Quaternary sea level in central Baja California between 26 - 28° N latitudes. On the Pacific side several marine terraces have been observed at elevations between + 3 and + 130 m. On the coast of the Gulf of California, the highest and most numerous terraces were found in the Santa Rosalía area.

Lateral and chronological correlations of these terraces are inferred. Some of the Pleistocene paleoshoreline remnants suggest vertical movements and tilting.

INTRODUCCION

La Península de Baja California ha sido una zona tectónicamente activa en tiempos pliocénico-cuaternarios, como lo han comprobado numerosos estudios geológicos y geofísicos. El principal objetivo del comportamiento de las terrazas marinas pleistocénicas es tratar de precisar los movimientos recientes que afectan a la corteza terrestre. Se sabe que la alternancia de períodos glaciales produjo variaciones correlativas del nivel del mar en el Cuaternario (glacio-eustatismo).

Actualmente, nos encontramos en un período interglacial, o sea de alto nivel marino; anteriormente, el nivel del mar nunca fue mucho más elevado. En consecuencia, los restos litorales encontrados a alturas superiores a unos 10 metros nos indican levantamientos regionales (epirogénicos) o locales (tectónicos).

En este artículo se presentan los resultados de los reconocimientos hechos en colaboración con los Ings. Víctor Malpica y Alberto Castro del Río, del Instituto de Geología, en 1976 y 1977, en ambas costas de la parte septentrional del Estado de Baja California Sur (Figura 1), y se exponen las ubicaciones y características estratigráficas de los remanentes de paleolitorales cuaternarios, sin entrar en detalles sedimentológicos o paleontológicos. En artículos anteriores se han publicado datos sobre el mismo tema de la costa de Sonora (Malpica y Ortlieb, 1976; Malpica *et al.*, 1978), y del conjunto de las costas del Golfo de California (Ortlieb y Malpica,

ca, 1977; Ortlieb y Malpica, 1978). El aspecto neotectónico de las terrazas marinas cuaternarias en las orillas del Golfo de California, ha sido considerado recientemente (Ortlieb, 1977; en prensa).



Figura 1.—Mapa de la región de estudio de la Península de Baja California, entre los paralelos 26 y 28° N.

En las costas del Estado de Baja California Norte se hicieron pocos estudios de las terrazas cuaternarias (Walker y Thompson, 1968; Orme, 1971, 1973). En Baja California Sur, los datos anteriores sobre este tipo de formaciones litorales se hallan en trabajos de reconocimientos geológicos generales y, hasta la fecha, no se habían enfocado estudios sobre este tema. Autores como Beal (1948), Anderson (1950), Mina (1956), McFall (1968), mencionaron varias terrazas cuaternarias, sin mayores detalles. Se han hecho estudios paleontológicos y malacológicos del material colectado en terrazas pleistocénicas por

* ORSTOM, (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris, Francia).
Oficina Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Campoy 904, Colonia Pitic, Hermosillo, Sonora.

La coquina con *Tivela stultorum* se presenta con arenas sueltas, con areniscas cementadas y con calcarenitas. La abundancia de las conchas de *Tivela stultorum* caracteriza este depósito. A menudo, las conchas se presentan enteras, incluso en algunas capas con las dos valvas conectadas; se observan también en algunos depósitos de antiguas playas fragmentos grandes de dichas conchas.

Tivela stultorum (Mawe). Es un pelecípodo, de concha muy gruesa, característica de playas arenosas expuestas, que vive en la zona de intermareas y hasta una profundidad de 5 m (Keen y Coan, 1974). En la actualidad, estas conchas se pueden observar en la costa de Bahía Asunción, al oriente del puerto del mismo nombre.

Al norte de La Bocana está un afloramiento casi continuo de 15 km de largo, paralelo al litoral actual; en este lugar la altura máxima de estos depósitos de la coquina es de + 20 m (Figura 4). Al norte de Punta San Hipólito, hasta unos kilómetros al oriente de Bahía Asunción, aflora también esta coquina con *Tivela stultorum* (altura entre + 10 y + 15 m), particularmente en el Arroyo San Rafael, en la desembocadura del Arroyo El Camaleón, a 10 km al oriente-suroriente de Bahía Asunción (Figura 3).

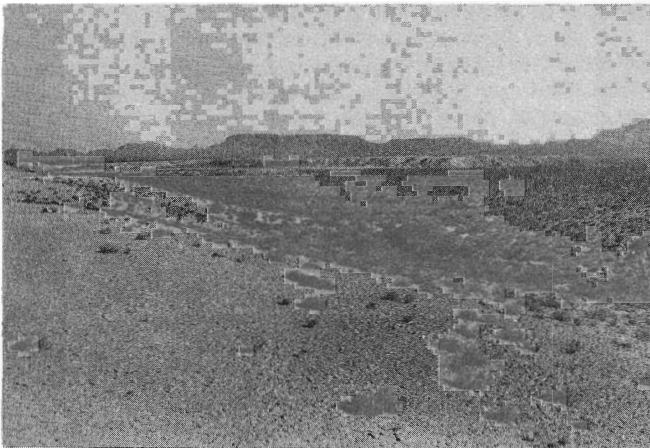


Figura 4.—Aspecto de la coquina con *Tivela stultorum*, al norte de La Bocana. Estos depósitos litorales, constituidos por arenas y fragmentos muy abundantes de conchas de *Tivela stultorum* (visibles en el primer plano), tienen una gran extensión lateral. La coquina tiene un espesor de varios metros y alcanza alturas máximas de + 20 m.

La altura máxima de los depósitos de esta coquina varía entre + 15 y + 20 m. Su espesor es de algunos metros. Su poca antigüedad aparente (consolidación leve del sedimento, buen estado de conservación de las conchas) permite proponer para ella una edad pleistocénica tardía o media (Sangamoniano o Yarmouthiano).

Al poniente del tómbolo del Cabo Tórtolo se encuentra una terraza cubierta por depósitos pleistocénicos con fauna diversificada *in situ*, incluyendo *Tivela stultorum* (Figura 5). Su altura máxima es de + 15 m. El espesor de los depósitos alcanza a ser superior a los 4 m. Al sur, al poniente y al norte del Cabo Tórtolo, una terraza de abrasión, con muy pocos restos marinos, es visible a una altura de + 10 m. Es muy probable que, tanto esta terraza de abrasión como los depósitos fosilíferos que yacen

a una altura de hasta + 15 m, correspondan al mismo episodio transgresivo que originó la coquina con *Tivela stultorum*.

El criterio altimétrico permite considerar como contemporáneos con la coquina (Figura 5) las terrazas de abrasión que se observan al suroriente de la Bahía de Punta Quebrada (entre + 8 y + 15 m; Figura 6), así como a unos 3 km al oriente de Punta Eugenia (+ 12 a + 16 m; Figura 5).

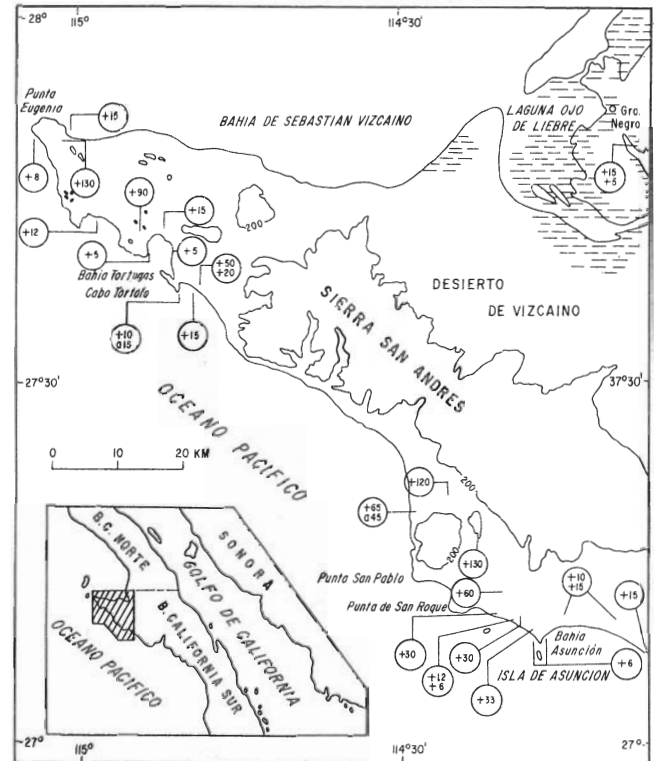


Figura 5.—Mapa de localización de las terrazas marinas pleistocénicas observadas en la Península de Vizcaino. Las alturas están indicadas en metros sobre el nivel del mar.

Al sur de la Bahía San Roque una capa con abundantes conchas de *Tivela stultorum*, enteras y en fragmentos, descansa sobre arenas y arcillas con muy poca fauna (Figura 6). La capa de *Tivela stultorum*, a + 11 m, corresponde a un nivel de playa, probablemente contemporáneo con la coquina con *Tivela stultorum*. Hacia el interior existen rasgos de abrasión de esta transgresión pleistocénica, a + 12 m; más cerca de la costa actual, esta terraza ha sido erosionada parcialmente por una transgresión reciente.

La terraza de + 5 m.—En varios puntos del litoral de la Península de Vizcaino hay terrazas de abrasión a veces cubiertas por restos de una delgada capa de arena marina litoral. La altura de estos testigos de transgresión marina reciente es de + 3 a + 6 m, según las localidades (Figura 5). Depósitos aluviales y/o eólicos con un espesor de 1-2 m protegen de la erosión las arenas fosilíferas litorales o cubren directamente la estrecha terraza de abrasión marina.

Al oriente de Punta Abreojos, alrededor de Punta San Hipólito, en Punta de Bahía Asunción y al oriente de Punta Quebrada, la terraza se desa-

rolló sobre un basamento de rocas pre-pleiocénicas. Al sur de San Roque un pequeño depósito de arenas fosilíferas, que alcanza una altura de + 4 a + 6 m, se presenta en la base de un corte natural en una terraza pleistocénica anterior (Figura 7). Por la altura que tiene, este testigo de una transgresión podría corresponder a la posición del nivel del mar durante la cual se desarrollaron las terrazas de + 5 m. Es posible que durante este episodio se formara la terraza de abrasión, a + 5 o + 6 m, que se presenta en el talud litoral al sur de Punta Eugenia. Cerca de Guerrero Negro también se hallaron arenas arcillosas marino-lagunares, con fauna característica de *Chione* sp. y *Cerithium* sp., de aspecto reciente y que yacen hasta + 5 m (Figura 8). Estas arenas están cubiertas por 2 m de arenas eólicas y parcialmente por caliche.

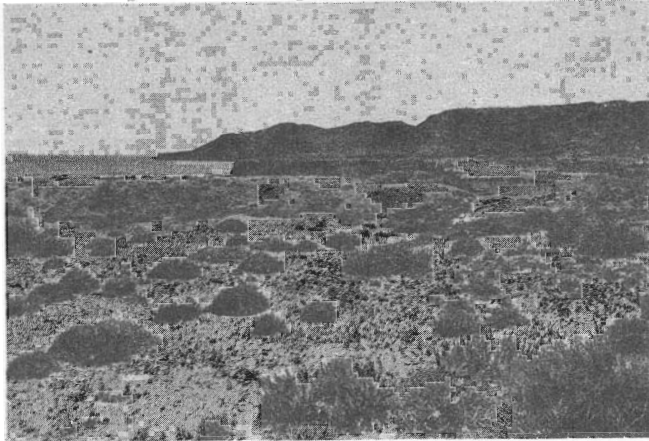


Figura 6.—Terraza de abrasión en Punta Quebrada. En el primer plano, arenas y conchas retrabajadas. En el segundo plano, así como en la punta en el fondo, se distingue la forma característica de las terrazas marinas. Depósitos litorales, de unos decímetros de espesor, cubren una plataforma de abrasión marina. La superficie de las plataformas está a + 5 m de altura.

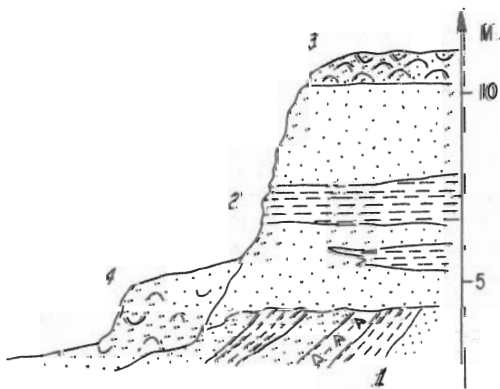


Figura 7.—Sección que muestra dos depósitos transgresivos recientes en escalón, al sur de Bahía San Roque, (1) Substrato pre-pleistocénico; (2) intercalaciones de arcillas arenosas y de arenas de tipo lagunar; (3) arenas de playa, con *Tivela stultorum*; (4) arenas fosilíferas.

Restos marinos recientes a + 3 m.—En dos sitios, de cada lado de Punta Asunción, hay evidencias de una transgresión más reciente que la responsable de la terraza de + 5 m. En la parte suroccidental del poblado de Bahía Asunción aflora arena gris cia-

ra, con fauna muy bien conservada, a una altura de + 3 m. Un kilómetro al norponiente de Punta Asunción la terraza de + 5 m parece erosionada, probablemente por el cauce de un pequeño arroyo. La desembocadura de este arroyo ha sido rellenada hasta + 3.50 m por arenas de color casi blanco con fauna *in situ*. Suprayaciendo a esos depósitos marinos, hay depósitos aluviales, con muchas conchas retrabajadas, cantos angulosos y vestigios de ocupación humana. En ambos casos, se puede explicar la acumulación y la conservación de estas capas por una erosión fluvial, posterior al episodio durante el cual se formó la terraza de + 5 m, seguida por una ligera subida del nivel marino. Esta transgresión corresponde a un interstadial dentro del Wisconsiniano, o bien es holocénica. Es probablemente contemporánea con la formación de las paleo-bahías y de las antiguas lagunas costeras que flanquean el litoral de la Península de Vizcaino. Estas lagunas ahora secas, tienen alturas de + 1 a + 3 m. No se han estudiado todavía, de manera detallada, estos testigos de una transgresión reciente.

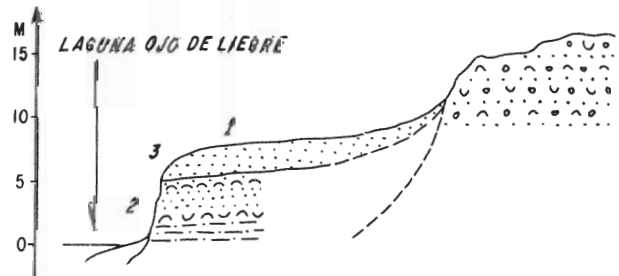


Figura 8.—Sección que muestra dos terrazas cuaternarias en escalón, al sur de Guerrero Negro, (1) Areniscas y calcirruditas conglomeráticas, con fauna alterada (Pleistoceno temprano ?); (2) arenas, más arcillosas en la base, con fauna de tipo lagunar (Sangamoniano ?); (3) arenas eólicas poco consolidadas, caliche en la base.

En la región de Bahía Tortugas, dos formaciones litorales cuaternarias son de correlación problemática con las demás formaciones del área. Una de éstas corresponde a una barra arenosa paralela al tómbolo de Cabo Tortolo. Este depósito, de 1 km de largo, con una altura máxima de + 6 m aproximadamente, bordea, tierra adentro, una zona pantanosa litoral; se trata probablemente de un cordón arenoso que flanqueaba una playa cuando estaba el nivel del mar unos 2 m arriba del actual. El otro depósito litoral, de edad indeterminada y de poco espesor, está sobreyaciendo a una superficie de abrasión, en el mismo puerto de Bahía Tortugas. El basamento, constituido de areniscas fosilíferas (pleiocénicas ?) inclinadas (30° SE), está cortado a una altura de + 3 m. Aunque la altura de esta terraza esté relativamente baja, se cree que su formación no corresponde a la transgresión más reciente (+ 3 m), pero sí a la terraza de + 5 m.

Otros depósitos marinos, de altura inferior a + 20 m.—En las costas de la Península de Vizcaino se hallaron depósitos marinos, los cuales no es posible correlacionar aún como uno de los episodios marinos mencionados arriba. La mayoría de estos depósitos guarda una posición estratigráfica inferior a la de la coquina con *Tivela stultorum*. A 10 km al sur del Arroyo San Rafael fue observada la sec-

ción de la Figura 9. De arriba hacia abajo se distinguen restos alterados de la coquina con *Tivela stultorum* (+ 15 m), dos fases de médanos (entre + 7 y + 15 m), un intervalo de arenas y areniscas blancas fosilíferas (+ 7 m), una capa de arena verdosa sin macrofósiles y, en la base, una arenisca con moldes internos de conchas conectadas (*in situ*), demostrándose así la existencia de un episodio marino anterior a la coquina con *Tivela stultorum*. En el Arroyo San Rafael, los depósitos de la coquina con *Tivela stultorum* sobreyacen a una arenisca conglomerática fosilífera de edad pleistocénica (altura + 8 a + 11 m); abajo se presentan areniscas de grano fino, con conchas enteras, probablemente del Plioceno.

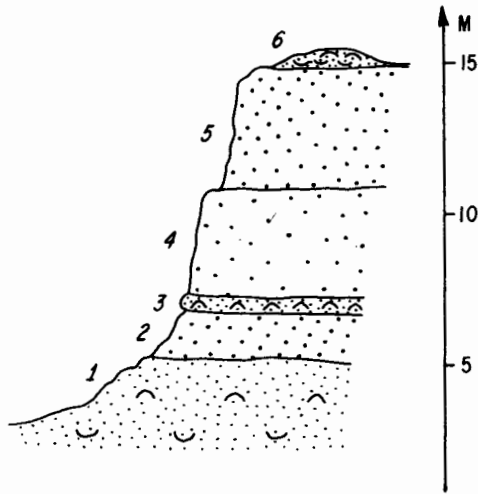


Figura 9.—Sección que muestra depósitos infrayaciendo a la coquina con *Tivela stultorum*, 10 km al sur del arroyo San Rafael, (1) Areniscas gris verdáceas con moldes de conchas (Plioceno?); (2) arenas verdes (Plioceno?); (3) arenas y areniscas gris claras, fosilíferas (Pleistoceno inferior o medio?); (4) arenas eólicas rojizas; (5) arenas eólicas de color crema; (6) depósito alterado y encalichado, con numerosas *Tivela stultorum*.

En la desembocadura del Arroyo El Camaleón, areniscas con estratificación cruzada (de playa?) y con conchas se presentan entre + 12 y + 20 m aproximadamente, encima de areniscas y arcillas gris-verdosas del Plioceno.

Aguas arriba, en la orilla del cauce del Arroyo El Camaleón, las mismas areniscas pleistocénicas aparecen encima de lentes aluviales, en los cuales se encontraron numerosos huesos y una mandíbula completa de herbívoro de tipo Equideo. Bajo estas capas continentales pleistocénicas se observan, localmente, un lente de conglomerado con moldes de conchas, otro conglomerado aluvial más consolidado y lutitas negras con huellas de organismos perforantes y, por último, las areniscas pliocénicas encontradas aguas abajo.

A 3 y 10 km al suroriente del puerto de Bahía Asunción se observaron las secciones de la Figura 10. Se puede apreciar que entre el Plioceno y las capas superficiales del depósito marino, correlacionadas con la coquina con *Tivela stultorum*, existe un horizonte delgado de cantos redondeados o una capa de areniscas con numerosos fragmentos de conchas (altura: + 10 a + 11 m). Este depósito pleis-

tocénico está separado del depósito superior por una capa de aluvión rojizo. No se puede afirmar todavía si los dos depósitos marinos pleistocénicos corresponden a dos episodios distintos (dos interglaciales) o a dos oscilaciones del nivel del mar dentro del mismo episodio transgresivo. Aún considerando la consolidación de la arenisca (Figura 10) con respecto a la ausencia de cementación del equivalente de la coquina con *Tivela stultorum*, es más probable que se trate de dos niveles interglaciales del Cuaternario.

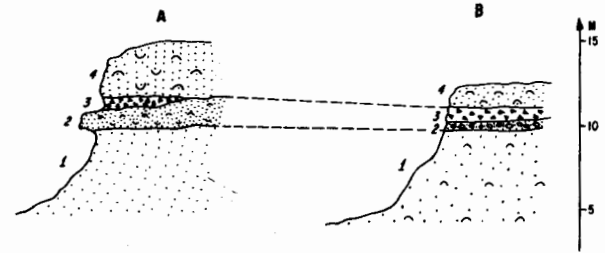


Figura 10.—Secciones a 3 (B) y 10 km (A), al oriente de Bahía Asunción, mostrando depósitos transgresivos del Pleistoceno, separados por una capa o lentes de material continental. Sección A: (1) arenas amarillas con restos de huesos y dientes (Plioceno); (2) arenisca fosilífera (Pleistoceno medio?); (3) arenas y gravas rojizas, aluviales; (4) arenas no consolidadas muy fosilíferas. Sección B: (1) arenas crema, fosilíferas (Plioceno); (2) depósito conglomerático de playa (Pleistoceno medio); (3) aluviones rojizos; (4) arenas finas con *Chione* sp. de tipo bahía protegida, contemporánea a la coquina con *Tivela stultorum*.

Al oriente de Bahía Tortugas, en la cima de un montículo relicto dentro de la gran laguna seca, queda un pequeño depósito arenoso con pocas conchas, generalmente disueltas (+ 15 m). Estas areniscas, de color crema, sobreyacen a areniscas amarillas del Plioceno y a arenas multicolores de posición cronoestratigráfica dudosa. El conjunto descansa con discordancia angular sobre estratos del Mioceno.

A lo largo de la bahía, que está al suroriente de Cabo Tórtolo, aparecen varios niveles morfológicos que corresponden a terrazas marinas. Estas terrazas se encuentran a + 5, + 12, + 15 y + 20 m respectivamente y, por lo general, no tienen depósitos litorales típicos, pero sí una capa de gravas y cantos redondeados (Figura 11). A 3 km al suroriente del Cabo Tórtolo, aún existe un depósito de areniscas y calcirruditas a una altura entre + 12 y + 15 m. Su aspecto es más antiguo que el de la coquina con *Tivela stultorum*, la cual se presenta generalmente a la misma altura.

Al sur de Guerrero Negro, está un depósito de calcirrudita semi-erosionado por una transgresión reciente (terrazza de + 5 m), con fauna en mal estado de conservación (Figura 8). La altura máxima observada de este afloramiento es de + 15 m. Es probable que se trate de un nivel del Pleistoceno temprano.

Las terrazas pleistocénicas altas.—Se han encontrado depósitos marinos pleistocénicos, de altura superior a + 20 m, entre Bahía Asunción y Punta Eugenia (Figura 5). La altura que alcanzaron estos depósitos está en función de las deformaciones locales y de los levantamientos regionales de la zona

costera. Una edad pleistocénica temprana de los depósitos se infiere por el grado de alteración o de consolidación de los depósitos. Entre Punta Asunción y la desembocadura del Arroyo Tiburón al sureste de San Roque, existen remanentes de una línea de costa pleistocénica, a una altura de + 30 m. La superficie de las mesas o plataformas que le corresponde está cubierta por caliche, incluyendo cantos redondados y conchas. Uno de estos afloramientos, a 10 km al norponiente de Bahía Asunción, contiene numerosas conchas de *Tivela stultorum* y tiene una litología muy parecida a la de la coquina con *Tivela stultorum*, pero con mayor consolidación.



Figura 11.—Sección esquematizada al suroriente de Cabo Tórtolo, mostrando terrazas marinas pleistocénicas en escalón. Las partes punteadas corresponden a depósitos marinos pleistocénicos y los pequeños círculos muestran capas de cantos de playa re-trabajados. El sustrato del conjunto es pliocénico.

Al oriente y al norte de Punta San Roque, existen varios remanentes de altas terrazas a + 60 y + 120 m (Figura 5). Los sedimentos son areniscas bioclásticas y conglomeráticas de playa con cementante calcáreo. Contienen fragmentos de conchas y poca fauna conservada, generalmente recristalizada (calcisparita). Una capa de este tipo de depósitos inclinada hacia el oriente, al norte de Punta San Pablo, atestigua una deformación bastante reciente de la zona. Al oriente y al norte de la pista de aterrizaje de Bahía Tortuga hay también depósitos que se consideran del Pleistoceno temprano, a una altura de cerca de + 90 m. En esta área, las mesas cubiertas por varios metros de calcirrudita y arenisca calcárea tienen leves inclinaciones que indican basculamientos pleistocénicos, posteriores a su depósito. La Mesa Grande, casi en la punta noroccidental de la Península de Vizcaíno, está rematada por 2 m de arenisca bioclástica fosilífera, que descansa sobre una secuencia rítmica de lutita y arenisca del Albiano-Cenomaniano (Figura 5).

El problema cronoestratigráfico de las terrazas pleistocénicas.—Los testigos de mares transgresivos pleistocénicos en las costas de la Península de Vizcaíno son numerosos. Aunque no se ha estudiado la totalidad del material colectado, es útil resumir la clasificación, hecha tentativamente, de las transgresiones cuaternarias que dejaron huellas en esta costa.

La transgresión más reciente se ha observado en el área de Bahía Asunción. El antaño nivel del mar está registrado a 1-2 m sobre el actual nivel medio y no se tienen datos precisos que pudieran asegurar una edad holocénica o interstadial dentro del Wisconsiniano.

Una terraza más ampliamente representada en la región es la de + 5 m. Se presume que este episodio corresponde al último interglacial (Sanga-

moniano), ya sea a su totalidad o a una fase terminal de éste. En varias localidades, esta terraza presenta las mismas características que las terrazas de + 5 a + 10 m del litoral de Sonora y de la costa oriental de la Baja California (Malpica *et al.*, 1978; Ortlieb y Malpica, 1978). El hecho de que los depósitos sedimentarios de esta terraza sean por lo general muy delgados, hace pensar que podría corresponder a una pulsación positiva del mar que no duró todo el lapso del último interglacial (120,000 a 80,000 años A. P.*, aproximadamente).

La coquina con *Tivela stultorum*, con un espesor siempre notable, yace en numerosas localidades. Estas arenas muy fosilíferas alcanzan alturas de + 15 a + 20 m. La edad del depósito puede ser sangamoniana temprana o del penúltimo interglacial (Yarmouthiano). En favor de una edad sangamoniana está la buena conservación, tanto de los sedimentos, como de las conchas.

Anteriores a la coquina, se presentaron depósitos de areniscas fosilíferas pleistocénicas al surponiente de Bahía Asunción. Estos depósitos corresponden a subidas anteriores del nivel del mar. Al norte de Bahía Asunción aparecen terrazas altas de + 30, + 45-60, + 90 y + 130 m, respectivamente. Se propone, como una hipótesis, que las terrazas entre + 90 y + 130 m corresponden a una misma transgresión y sus diferencias altimétricas actuales se deben a ladeo.

* A.P. = Antes del Presente

TERRAZAS MARINAS AL SUR DE LA PENINSULA DE VIZCAINO

Los restos de mares pleistocénicos transgresivos son más escasos al sur de la Península de Vizcaíno, y aquí se describen brevemente sólo los depósitos observados entre la Laguna de San Ignacio y Punta San Juanico (Figura 12).

Las orillas de la Laguna San Ignacio son extensas llanuras de varios centenares de kilómetros cuadrados (Figura 2). Los sedimentos característicos de esta amplia área son depósitos lagunares de poca antigüedad y arenas eólicas. Los afloramientos escasos de areniscas fosilíferas, que pertenecen probablemente al Pleistoceno, están al norte y al nororiente de la laguna, a unas alturas de + 20 a + 50 m. La falta de control altimétrico y la alteración importante de los depósitos no permiten, por el momento, correlacionar éstos entre ellos y con las demás terrazas en la Península de Vizcaíno. Al oriente del centro de la Laguna San Ignacio (Figura 12), un afloramiento muestra una discordancia erosiva entre arcillas verdes, con fauna escasa en forma de moldes internos, y areniscas de playa típicas y mucho más recientes. En la base, estas areniscas con estratificaciones cruzadas y fragmentos de conchas están consolidadas; arriba, arenas limosas en secuencia continua, pero con muy poco cementante calcáreo, contienen una fauna bien conservada de tipo lagunar (*Chione* sp., *Turritella* sp., *Polinices* sp., *Cardium* sp.) y cristales aciculares de sal. Obviamente, la transgresión pleistocénica fue tan rápida que erosionó las arcillas verdes; después del depósito arenoso de playa, permaneció una laguna costera de ambiente tranquilo por algún tiempo. Al sur de este afloramiento y al poniente del campo de pescadores lla-

mado La Laguna, hay una amplia llanura formada por las mismas arenas limosas con fauna abundante (*Chione* sp. predominante). En la superficie de este depósito se formó localmente un caliche. Esta terraza está limitada al oriente por una depresión lagunar actual. En el talud oriental de la terraza afloran depósitos arenosos más consolidados, con fauna de grandes conchas. La altura de la gran terraza es de + 5 a + 10 m. Su antigüedad es probablemente del último interglacial (Sangamoniano), lo que la hace corresponder ya sea con la "terrazza de + 5 m" o con la "coquina con *Tivela stultorum*" (+ 12 a + 15 m), observada más al norponiente.

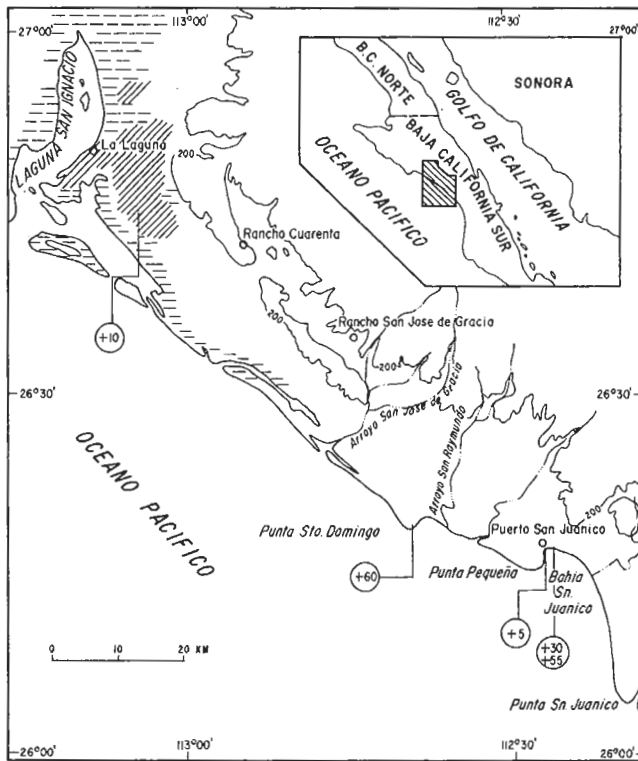


Figura 12.—Mapa de localización de las terrazas marinas pleistocénicas observadas entre los paralelos 26° y 27° N en la costa del Pacífico. Las alturas están indicadas en metros sobre el nivel medio del mar.

En la parte meridional de la Punta Santo Domingo (Figura 1), arenas bioclásticas con escasos restos de conchas y caliche rematan el acantilado litoral. Estos afloramientos discontinuos y de poco espesor sobreyacen a una altura de + 60 m a derrames basálticos y lavas en almohadilla pliocénicos.

En el talud litoral del Puerto San Juanico aparecen depósitos de playa pleistocénicos a una altura de + 4 a + 5 m. El poblado está construido sobre la terraza de abrasión contemporánea de estos depósitos a lo largo del talud litoral, se puede observar la siguiente secuencia: arcillas verdes, arenas gris-verdosas, con conchas disueltas del Plioceno, y un derrame de lava en almohadillas que ha sido parcialmente erosionado por un mar pleistocénico. Al oriente del poblado descansan arenas de médanos con moldes de raíces (+ 5 a + 12 m) sobre las arenas de playa fosilíferas y, encima de ellas, un intervalo de hasta 3 m de espesor, de arenas y limos

rojizos de origen aluvial. El episodio transgresivo pleistocénico que se muestra aquí pertenece muy probablemente al Sangamoniano. A unos cuantos kilómetros al oriente de Puerto San Juanico, se encuentran varios depósitos litorales pleistocénicos a alturas de + 30 (cerca de la playa actual), a + 55 m (a 3 km tierra adentro). A + 55 m se observa una antigua línea de costa con depósitos litorales adelgazándose contra el zócalo pliocénico. Más abajo (a + 50 m), afloran areniscas, con estratificación de tipo litoral, descansando sobre areniscas conglomeráticas con conchas del Pleistoceno bien conservadas. Las terrazas que yacen a + 35 y + 30 m están constituidas por areniscas, localmente conglomeráticas, poco fosilíferas y muy consolidadas (Figura 13). Se considera la posibilidad de que estos restos marinos, que tienen alturas que disminuyen hacia el sur, correspondan a un solo depósito que ha sido ladeado.

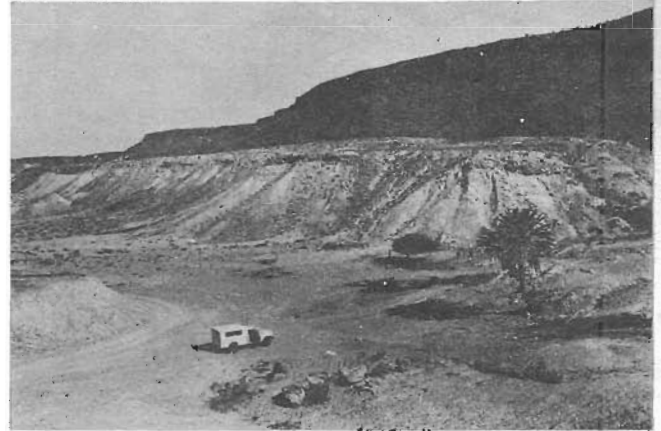


Figura 13.—Terraza marina del Pleistoceno temprano en Puerto San Juanico. Areniscas conglomeráticas y fosilíferas cubren, en el segundo plano, un depósito pliocénico erosionado subhorizontalmente. Esta capa de areniscas, de espesor inferior a 5 m, yace a + 30 m de altura. En el fondo, derrames basálticos descansan sobre los mismos depósitos pliocénicos que son visibles en el centro.

A menos de 4 km al norte de la costa, a una altura de aproximadamente + 90 m, existe un depósito de areniscas calcáreas, con *Pecten* sp., *Ostrea* sp. y numerosos huesos de vertebrados marinos. Se ignora si este depósito marino es de edad pliocénica tardía o pleistocénica temprana.

TERRAZAS MARINAS EN LA PARTE CENTRAL DE LA COSTA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

El lado oriental de la parte central de la Península de Baja California es más pobre en depósitos marinos pleistocénicos extensos. Por razones morfológicas y tectónicas, tales como la ausencia de una planicie costera, la erosión activa y fallas en la zona litoral, no se han conservado tantas huellas de las transgresiones cuaternarias como en el lado del Pacífico (Figura 14). Por lo general, se distinguen solamente dos terrazas de poca altura, en las cuales los depósitos de areniscas y conglomerados tienen un espesor muy reducido. En varias localidades, las terrazas están reconocidas esencialmente por la morfología de las plataformas de abrasión y no por los depósitos sedimentarios. En los estudios desarrolla-

dos recientemente en las costas del Golfo de California (Malpica, Ortlieb, 1976; Malpica *et al.*, 1968; Ortlieb, 1977; Ortlieb, Malpica, 1978), se atribuyó una edad sangamoniana a la terraza más ampliamente reconocida, que se halla a una altura de + 5 a + 12 m. En la región de Santa Rosalía se observaron las terrazas de edad sangamoniana más elevadas del Golfo, entre + 8 y + 12 m (Figura 14).

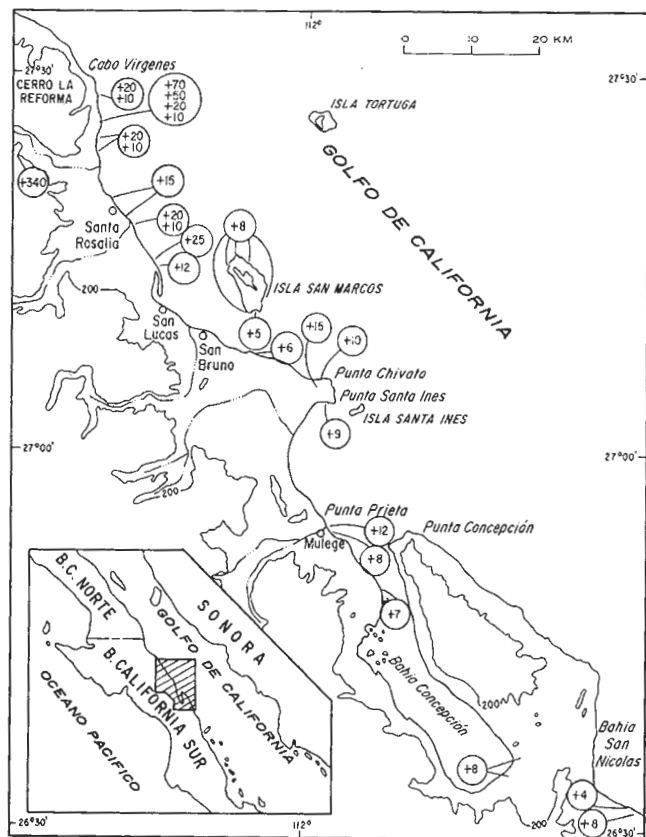


Figura 14.—Mapa de localización de las terrazas marinas pleistocénicas observadas en la región, entre Santa Rosalía y Bahía Concepción. Las alturas están indicadas en metros sobre el nivel del mar.

La región de Santa Rosalía.—La región de Santa Rosalía ha sido estudiada desde hace tiempo, debido a la existencia de las minas cupríferas del Boleo. Wilson (1948), Wilson y Rocha-Moreno (1955) mencionan depósitos marinos cuaternarios en la paleobahía pliocénico-pleistocénica, ubicada al sur del Cerro La Reforma (o Santa María), y al suroriente de los volcanes Las Tres Virgenes. El depósito litoral, que sobreyace a las areniscas del Plioceno tardío, fue nombrado Formación Santa Rosalía (Wilson, 1948). Las terrazas pleistocénicas de edad más reciente, señaladas a alturas de + 20 a + 40 (Figura 15), y + 80 a + 100 m, no están particularmente estudiadas por estos autores. Wilson y Rocha-Moreno (1955) señalan una época de fallamiento, de dirección NNW, al final del Plioceno y al principio del Pleistoceno, que afectó a la Formación Santa Rosalía; también indican basculamientos progresivos, desde el Plioceno temprano, hacia el NE y el SE. En trabajos anteriores ya se han mencionado las alturas de las terrazas observadas en la zona de Santa Rosalía (*op. cit.*). Los depósitos de + 340 y + 250 m (?) están atribuidos a la Formación Santa Rosalía

y deben sus alturas a basculamientos y levantamientos de bloques afallados. Las Tablas 1 y 2 muestran la fauna de la Formación Santa Rosalía tal como la publicó Wilson (1948), y como la determinó el autor del presente artículo (nueva colección).



Figura 15.—Diferentes testigos de altos niveles del mar pleistocénico al norte de la Laguna San Lucas, al sur de Santa Rosalía. En el primer plano, cantos rodeados de un Paleolitoral del Pleistoceno temprano cubriendo, con discordancia erosional, un depósito pliocénico (+ 25 m). En el fondo a la izquierda, montículo formado de arenas y areniscas fosilíferas, de ambiente lagunar depositadas durante el Pleistoceno tardío (altura de la cima + 12 m). A la derecha, una terraza de abrasión del Pleistoceno tardío, cubierta por areniscas fosilíferas consolidadas (+ 10 m).

Entre el litoral actual y el lado oriental del Cerro La Reforma se han reconocido al menos cuatro terrazas de abrasión a + 10, + 20, + 50 y + 70 m (Ortlieb y Malpica, 1978, fig. 13). Solamente las terrazas de poca elevación, a + 10 y + 20 m, presentan depósitos sedimentarios de algún espesor con fauna relativamente abundante y bien conservada. En varios lugares estas dos terrazas están en escalón, una arriba de la otra, como se observa al oriente del Cerro La Reforma, en la Playa Biárritz, en la ciudad de Santa Rosalía, al sur de la desembocadura del Arroyo Santa Agueda y al norte de la Laguna San Lucas. La terraza inferior, la más reciente, es de edad probable sangamoniana, y la de + 20 m corresponde posiblemente al interglacial anterior (Yarmouthiano). No se han correlacionado las terrazas observadas a alturas superiores a + 20 m.

La Isla San Marcos.—En los litorales septentrional, oriental y meridional de la Isla San Marcos se observa, a veces con mucha claridad, una terraza de abrasión con una altura promedio de + 8 m. En la parte suroriental de la isla se han conservado depósitos fosilíferos de manera notable, parcialmente encalichados, de unos decímetros de espesor. En la punta norte de la isla descansan depósitos aluviales directamente sobre la plataforma que resulta de la erosión marina, sin que se hayan conservado restos de sedimentos marinos. En la parte extremo meridional se distingue otra terraza más baja, a + 3 m, con 2 m de depósitos arenosos de color crema. La misma observación ha sido hecha por Anderson (1950). En el campo no se han observado huellas elevadas de transgresiones marinas pleistocénicas,

pero rasgos morfológicos a + 20 m aproximadamente, al surponiente de la isla, podrían corresponder a la terraza de + 20 m de Santa Rosalía.

Tabla 1.—Lista de fósiles colectados en la Formación Santa Rosalía (determinación H. E. Vokes, in Wilson, 1948).

Especies			
	F8	F9	F17
<i>Anadara (Larkinia) multicosata</i> (Sowerby)		x	
<i>Ostrea cumingiana</i> Dunker	x		
<i>Ostrea cumingiana</i> Dunker o <i>jacobaea</i> Rochebrune			x
<i>Ostrea fischeri</i> Dall	x		
<i>Aequipecten circularis</i> (Sowerby)	x		
<i>Aequipecten</i> cf. <i>purpuratus</i> (Lamarck)			x
<i>Aequipecten</i> sp.		x	
<i>Spondylus</i> cf. <i>princeps</i> Broderip			x
<i>Divaricella eburnea</i> (Reeve)	x		
<i>Americardia biangulatum</i> (Sowerby)		x	
<i>Dosinia (Dosinidia) ponderosa</i> (Gray)			x
<i>Dosinia (Dosinidia)</i> n. esp.		x	
<i>Chione fluctifraga</i> (Sowerby)			x
<i>Chione succinta</i> (Valenciennes)	x		
<i>Chione</i> sp., af. <i>kelleitii</i> (Hinds)	x		
<i>Megapitaria squalida</i> (Sowerby)		x	
<i>Megapitaria aurantiacus</i> (Sowerby) n. subesp.		x	
<i>Pitar</i> n. esp.		x	
<i>Cerithium uncinatum</i> Gmelin		x	
<i>Crepidula</i> sp.		x	
<i>Nassarius</i> sp.		x	
<i>Parametaria coniformis</i> (Sowerby)		x	
<i>Oliva</i> cf. <i>venulata</i> Lamarck		x	
<i>Olivella</i> n. esp. ?		x	
<i>Terebra variegata</i> Gray		x	
<i>Bullaria</i> sp.		x	
<i>Balanus</i> sp.		x	
Fragmentos de equinoides		x	

La región de Punta Chivato.—Anderson (1950) señala areniscas calcáreas con fauna pleistocénica al suroeste de Punta Chivato, y una posible paleolítica de costa a + 100 m. Se pueden ver varios afloramientos de depósitos litorales y fosilíferos en la Península de Punta Chivato, a diferentes alturas de 0 a + 15 m; los más importantes se hallan al poniente de Punta Santa Inés. Son areniscas muy fosilíferas, con fauna diversificada y bien conservada, que yacen entre + 2 y + 4 m en el talud litoral y que alcanzan + 9 m a 1 km tierra adentro. Este último afloramiento, a + 9 m, constituye claramente el depósito de máxima elevación de una transgresión. En el litoral septentrional de la Península de Punta Chivato, se ha constituido una terraza sobre un basamento volcánico, a + 10 m de altura. Los restos de los depósitos marinos de esta terraza están muy alterados (cantos fraccionados, encalichamiento, etc.); estos restos corresponden probablemente a un alto nivel marino pleistocénico, más antiguo que los mencionados anteriormente. En el centro de la Península de Punta Chivato, a aproximadamente + 15 m, afloran calcarenitas, encalichadas con numerosas *Chione* sp. (conchas conectadas). Al noroeste de la Península de Punta Chivato se observan igualmente depósitos fosilíferos cubiertos de caliche, a una altura aproximada de + 6 m. También se puede señalar una terraza en la

misma Punta Chivato en escalón sobre la terraza baja de + 8 a + 10 m; se ve muy bien desde el aire pero no ha sido aún visitada en el campo; su altura se infiere del orden de + 20 m (?).

Tabla 2.—Lista de fósiles colectados en la Formación Santa Rosalía (determinación por el autor). La muestra LQ 309 corresponde a la localidad F 17 de la Tabla 1, y la LQ 326 a la localidad F 9.

Especies	Muestras	
	LÁ	LQ
<i>Barbatia</i> sp.	x	
<i>Anadara (Larkinia) multicosata</i> (Sowerby, 1833)	x	
<i>Anadara</i> sp.	x	
<i>Ostrea corteziensis</i> Hertlein, 1951		x
<i>Ostrea palmula</i> Carpenter, 1857		x
<i>Ostrea</i> sp.	x	
<i>Argopecten circularis</i> (Sowerby, 1935)		x
<i>Argopecten</i> sp.	x	x
<i>Spondylus</i> sp.		x
<i>Chama</i> sp.	x	
<i>Codakia distinguenda</i> (Tryon, 1872)	x	
<i>Trachycardium (Trachycardium) consors</i> (Sowerby, 1833)	x	
<i>Trachycardium</i> sp.		x
<i>Tivela</i> sp.		x
<i>Dosinia ponderosa</i> (Gray, 1838)	x	x
<i>Megapitaria</i> sp.		x
<i>Metampitaria squalida</i> (Sowerby, 1835)	x	
<i>Chione</i> sp.	x	
<i>Turbo (Callopama) fluctuosus</i> Wood, 1828	x	
<i>Polinices</i> sp.		x
<i>Tegula</i> sp.	x	
<i>Acanthina</i> sp.	x	
<i>Oliva</i> sp.		x
<i>Conus</i> sp.	x	
<i>Balanus</i> sp.		x
<i>Encope</i> sp.		x

La región de Bahía Concepción.—Se observaron depósitos marinos cuaternarios en Mulegé, en un solo punto del litoral occidental de Bahía Concepción llamado Santispac, en el extremo suroriental de la misma bahía y del lado del Golfo de California, en la Bahía San Nicolás (Figura 1).

En Mulegé existen varios testigos de un nivel del mar del Pleistoceno tardío a alturas de + 8 a + 12 m, terrazas de abrasión en las Puntas Prieto y Colorada (Figura 16) al norte del poblado, y en forma de corona alrededor del Cerro El Sombrerito y depósitos litorales al norte y al sur de la desembocadura del Estero Mulegé (Figura 17). En la orilla septentrional del Estero de Mulegé, existe una terraza de acumulación que alcanza una altura de + 12 m, y que está constituida por una alternancia de sedimentos marinos fosilíferos y de desembocadura. Al oriente de la pista de aterrizaje del Hotel Serenidad se observan depósitos litorales del mismo ciclo transgresivo (Sangamoniano), entre + 4 y + 9 m; estas arenas fosilíferas infralitorales descansan sobre arenas amarillas del Plioceno (?) por medio de un conglomerado basal, y están cubiertas por una capa de aluvión reciente.

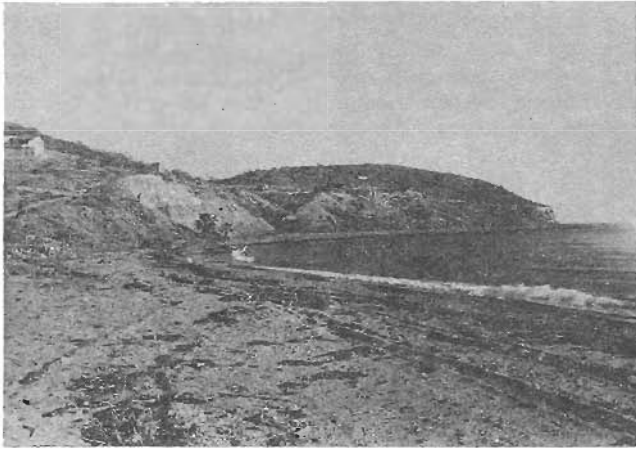


Figura 16.—Terraza del Sangamoniano (Pleistoceno tardío) al norte del puerto de Mulegé. En el fondo se observa la terraza del paleonivel del mar, a + 9 m, truncando el zócalo volcánico (Formación Comondú, del Mioceno). En el fondo de la ensenada, a la izquierda, conglomerados y areniscas deltaicos y marinos horizontales del Sangamoniano. La altura marina de depósitos de ambiente litoral, con conchas marinas, es de + 12 m.



Figura 17.—Sección esquematizada al oriente de Mulegé. Los restos de los depósitos de la transgresión sangamoniana se presentan en terrazas (El Sombrero), en depósitos marinos y en alternancia de capas deltaicas y litorales. (1) Zócalo de rocas volcánicas de la Formación Comondú (Mioceno); (2) areniscas con moldes de fósiles (Plioceno ?); (3) depósito marino fosilífero, con conglomerado basal (Sangamoniano); (4) capa de aluviones encañados en superficie; (5) alternancia de lechos deltaicos y aluviones (de una paleo-desembocadura) y de horizontes marinos con fósiles característicos *in situ*.

Cerca del campamento de Santispac, a 15 km al sur de Mulegé, se encuentran restos de depósitos litorales cuaternarios, a una altura de + 3 a + 7 m. Este conglomerado bioclástico de cementante calcáreo es muy fosilífero y ha sufrido un fuerte encañamiento, el cual afecta también parcialmente el conglomerado continental que cubre la caliza marina. Por la altura que tiene esta caliza, se ha considerado de edad sangamoniana.

Al suroriente de Bahía Concepción, se encontró también un depósito marino, localmente encañado, a alturas aproximadas de + 5 a + 8 m. En esta localidad abundan corales, pelecípodos y gasterópodos fósiles, de gran tamaño. El depósito descansa sobre areniscas fosilíferas del Plioceno (?) y se supone que también es de edad sangamoniana.

Al norte del Rancho San Nicolás, al sur de Bahía Concepción, pero del lado del Golfo, se observa una terraza de abrasión horizontal a + 9 m de altura. La terraza trunca areniscas poco consolidadas, fracturadas, del Plioceno tardío o del Pleistoceno temprano (fauna en mal estado de conservación). Contemporáneo con la fase de abrasión, sobre la te-

rraza está una capa de conglomerado fosilífero muy encañado que alcanza alturas de + 12 m. A alturas de solamente + 3 o + 4 m se ve, un poco más al norte, otra terraza con capas y lentes discontinuos de arenas, arcillas y conglomerados. En la cima de esta terraza se observan, abajo de un manto de arenas eólicas, depósitos litorales característicos, con cantos redondos y fragmentos de conchas. Estas relaciones indican, por lo menos, dos transgresiones cuaternarias a + 8, a + 12 y a + 4 m, respectivamente. La terraza alta es probablemente del Pleistoceno temprano por el grado de alteración de sus conchas. Si la terraza baja corresponde al Sangamoniano, su altura implicaría un leve hundimiento local, con respecto a las demás huellas de esta transgresión en la región.

La región de la Misión de San Bruno.—A 2 km al norponiente de Loreto, cerca de la Misión de San Bruno (Figura 14), varios depósitos marinos cuaternarios han sido descubiertos a lo largo de la costa. En la desembocadura del Estero de San Bruno, abajo de un médano reciente, hay una capa muy consolidada de caliza bioclástica, descansando sobre sedimentos aparentemente pliocénicos. La caliza, muy fosilífera, de ambiente infralitoral, aflora entre las alturas + 4 y + 7 m. Al sur del estero, una loma que constituye un testigo de erosión, presenta restos de dos transgresiones cuaternarias (Figura 18). En la cima, a + 12 m, un conglomerado encañado, con fauna en vías de disolución, puede haberse originado durante un episodio de alto nivel marino del Pleistoceno temprano. En escalón, más abajo de la misma loma, está otra terraza con restos marinos, a una altura de + 6 m. La terraza ha sido formada sobre un zócalo de rocas volcánicas de la Formación Comondú. Se puede señalar que, entre los niveles actuales de mareas altas y bajas, se está desarrollando una plataforma de abrasión (abarcando los últimos 5000 años, probablemente); así se comprueba que la altura que tienen las terrazas de abrasión representa bien el antiguo nivel medio del mar.

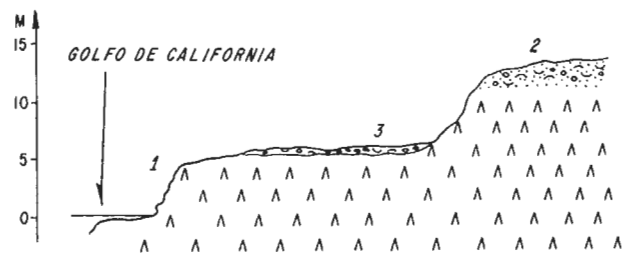


Figura 18.—Sección de las terrazas marinas pleistocénicas en la costa de la Misión de San Bruno, a 20 km al norponiente de Loreto. (1) Zócalo volcánico (Mioceno); (2) depósito marino encañado (Pleistoceno temprano o mediano); (3) depósito marino más reciente (Sangamoniano ?).

Un kilómetro más al sur principia una zona de acantilados abruptos donde, a + 7 m, se observa una terraza estrecha con escasos cantos litorales y restos de conchas. A + 18 m está otra terraza morfológica, que corresponde a una transgresión anterior, pero que no presenta restos de sedimentos litorales por el efecto de la erosión. Esta zona litoral

de la región de la Misión de San Bruno es otra localidad donde se pueden observar terrazas pleistocénicas superpuestas; las primeras a alturas de + 12 a + 18 (?) m y las segundas entre + 4 y + 7 m. La terraza baja corresponde al Sangamoniano.

Correlación de las terrazas en la costa oriental.—La terraza más fácil de correlacionar es la más baja y la más reciente; se formó probablemente en el último interglacial sangamoniano, no ha sido erosionada todavía y su altura es de + 10 m en promedio, con valores extremos de + 8 y + 12 m, en el área de Santa Rosalía, Punta Chivato y la Isla San Marcos. Al sur de Bahía Concepción, la altura de lo que se puede interpretar como de edad sangamoniana, baja a cifras de + 4 m. Estas variaciones de la altura actual del Sangamoniano son debidas a un levantamiento cortical de la zona activa volcánica de Las Tres Virgenes y del Cerro La Reforma.

La terraza de + 20 m está bien representada al norte y al sur de Santa Rosalía. Las características que se pueden interpretar en términos de duración del episodio de alto nivel marino y de ambiente paleogeográfico, son semejantes a las de la terraza del Sangamoniano. Por esto, se sugiere que la terraza de + 20 m sea el testigo del interglacial yarmouthiano.

Las terrazas de la Península de Punta Chivato no han sido correlacionadas. Existen paleolitorales de poca elevación pero con grado de alteración más grande que el del Sangamoniano. La terraza de + 8 m en la Bahía San Nicolás y la de + 12 m en la región de San Bruno, tienen una edad pleistocénica temprana o media, y seguramente son anteriores al Sangamoniano; se aprecia que las alturas de las terrazas del Pleistoceno temprano o medio ahí son bastante inferiores a las alturas de las terrazas antiguas de la zona de Santa Rosalía (+ 20, + 50, + 70, + 80-100 m, etc.).

CONCLUSIONES

En la costa suroccidental de la Península de Vizcaíno se pueden individualizar restos de transgresiones a + 3 y + 5 m y un depósito de bastante extensión, llamado aquí "coquina con *Tivela stultorum*", de altura máxima de + 10 a + 20 m. Al oriente de la Península de Vizcaíno hasta Punta Eugenia, se pueden seguir restos de depósitos encima de terrazas originados durante la misma transgresión que originó la coquina con *Tivela stultorum*, a alturas que alcanzan + 15 m. Las huellas de transgresiones anteriores a la coquina con *Tivela stultorum* se observan a alturas variables, ya sea estratigráficamente abajo de la coquina, o en terrazas de alturas superiores. Las terrazas altas, de + 30 a + 130 m, han sufrido levantamientos regionales o locales y algunas de ellas muestran superficies ligeramente inclinadas y basculadas.

En la costa del Golfo de California se observan en varias localidades, dos terrazas en escalón; en el área de Santa Rosalía, estas terrazas están a + 10 y + 20 m. En la falda oriental del Cerro La Reforma existen, arriba de estas dos terrazas, al menos dos más a + 50 y + 70 m, respectivamente. Aparecen restos de paleolitorales a alturas de + 4 a + 20 m, relativamente antiguos, en la costa al sur de Santa Rosalía.

La cronoestratigrafía de los depósitos de las terrazas no está establecida. Se esperan resultados de dataciones radiométricas (U/Th) o relativas (por el método de aminoácidos). Las observaciones de campo permiten elaborar hipótesis cronológicas para los depósitos y terrazas más recientes.

Del lado del Golfo de California, con base a los estudios anteriores llevados a cabo en la totalidad de las costas del Golfo, se atribuye a la terraza más baja una edad sangamoniana (+ 5 m a + 12 m, según localidades) y poco erosionada. La terraza de + 20 m en Santa Rosalía podría considerarse como yarmouthiana.

En el lado del Pacífico de la parte central de Baja California, no es posible identificar con certeza la terraza sangamoniana ya que podría ser la "coquina con *Tivela stultorum*" (y sus equivalentes laterales), o la terraza de + 5 m, que también se observa en las costas de la Península de Vizcaíno. Si se considera que la "coquina con *Tivela stultorum*", a + 15 o + 20 m de altura, corresponde al Sangamoniano, estaría comprobado un levantamiento regional notable de la Península de Vizcaíno en los últimos 100,000 años.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anderson, C. A., 1950, E. W. Scripps cruise to the Gulf of California; Part I; Geology of the islands and neighboring land areas: Geol. Soc. America, Mem. 43, p. 1-53.
- Beal, C. H., 1948, Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California: Geol. Soc. America Mem. 31, 138 p.
- Durham, J. W., 1950, E. W. Scripps cruise to the Gulf of California, Part II; Megascopic paleontology and marine stratigraphy: Geol. Soc. America, Mem. 43, p. 1-144.
- Hertlein, L. G., 1931, Additional Pliocene and Pleistocene fossils from Lower California: Jour. Paleontology, v. 5, p. 365-367.
- 1934, Pleistocene mollusks from the Tres Marias Islands, Cedros Island and San Ignacio Lagoon, Mexico: South. Calif. Acad. Sci. Bull., v. 33, p. 42.
- Jordan, E. K., y Hertlein, L. G., 1926, Expedition to the Revillagigedo Islands, Mexico, 1925, VII; Contribution to the geology and paleontology of the Tertiary of Cedros Island and adjacent points of Lower California: Calif. Acad. Sci., 4 ser., v. 15, p. 409-464.
- Keen, A. M., y Coan, E., 1974, Marine molluscan genera of western North America; an illustrated key: Stanford, Calif., Stanford Univ. Press, 2a ed., 208 p.
- López-Ramos, Ernesto, 1976, Carta geológica de la República Mexicana: México, D. F., Comité de la Carta Geológica de México, escala ... 1:2,000,000.
- Malpica, Víctor, y Ortlieb, Luc. 1976, Los depósitos marinos en el noreste del Golfo de California: Acapulco, Cong. Latinoamer. Geología, 3, p. 83, resumen.
- Malpica, Víctor, Ortlieb, Luc, y Castro del Río, Alberto, 1978, Transgresiones cuaternarias en la costa de Sonora: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 2, p. 90-97.

- McFall, Carew, 1968, Reconnaissance geology of the Conception Bay area, Baja California, Mexico: Stanford Univ. Publ., Geol. Sci., Coll. 10, n. 5, 25 p.
- Mina-Uhink, Federico, 1956, Bosquejo geológico de la parte sur de la Península de Baja California: México, D. F., Cong. Geol. Internal., 20, Excursión A-7, p. 1-79.
- Orme, A. R., 1971, Deformation of marine terraces between Ensenada and El Rosario, Baja California: Geol. Soc. America, Abstr., with Programs, v. 3, p. 174-175; resumen.
- 1973, Quaternary deformation of western Baja California, Mexico, as indicated by marine terraces and associated deposits: Montreal, Internal. Geol. Congr., 24, sect. 3, p. 627-634.
- Ortlieb, Luc, 1977, Neotectonics from marine terraces along the Gulf of California; preliminary observations: Stockholm, Symp. on Earth rheology and Late Cenozoic isostatic movements, Abstr., p. 109-110, resumen.
- en prensa, Neotectonics from marine terraces along the Gulf of California: *in* Earth rheology: isostasy and eustasy. New York, Wiley & Sons.
- Ortlieb, Luc, y Malpica, Víctor, 1977, Marine terraces in the northern Gulf of California: Birmingham, INQUA Congr., 10, Abstr., p. 340, resumen.
- Ortlieb, Luc, y Malpica, Víctor, 1978, Reconnaissance des dépôts pléistocènes marins autour du Golfe de Californie, Mexique: Cahiers O.R.S.T.O.M., Ser. Geol., v. 1978-1 (en prensa).
- Robinson, J.W., 1975, Reconnaissance geology of the northern Vizcaino Peninsula, Baja California, Mexico: San Diego, Calif., San Diego State Univ., tesis de maestría, 110 p.
- Troughton, G. H., 1974, Stratigraphy of the Vizcaino Peninsula, near Asuncion Bay, Territorio de Baja California, Mexico: San Diego, Calif., San Diego State Univ., tesis de maestría, 83 p.
- Walker, T. R., y Thompson, R. W., 1968, Late Quaternary geology of the San Felipe area, Baja California, Mexico: Jour. Geol., v. 76, p. 479-485.
- Wilson, I. F., 1948, Buried topography, initial structures and sedimentation in Santa Rosalia area, Baja California, Mexico: Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 32, p. 1762-1807.
- Wilson, I. F., y Rocha-Moreno, V. S., 1955, Geology and mineral deposits of the Boleo copper district, Baja California, Mexico: U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 273, 134 p.
- Wright, L. D., Roberts, H. H., Coleman, J. M., Kupper, R. L., y Bowden, L. W., 1973, Process-form variability of multiclass coasts, Baja California: Coastal Studies Inst., Tech. Rept. 137, p. 54.
-