

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA**

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**Interpretación Paleoecológica de la Asociación de Vertebrados
Fósiles Reportada para la Formación Almejas Inferior
(Mioceno Tardío) en Isla de Cedros, Baja California, México.**

TESIS

QUE PARA OBTENER

EL TÍTULO DE OCEANÓLOGO

PRESENTA

ALEJANDRO ERNESTO

HERNÁNDEZ ROSADO

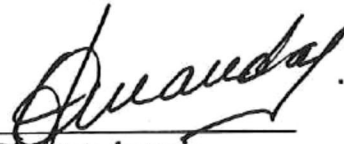


ENSENADA, B. C. JUNIO DE 1995.

*INTERPRETACIÓN PALEOECOLÓGICA DE LA ASOCIACIÓN DE
VERTEBRADOS FÓSILES REPORTADA PARA LA FORMACIÓN
ALMEJAS INFERIOR (MIOCENO TARDÍO) EN ISLA DE CEDROS,
BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.*

Tesis que presenta
Alejandro Ernesto Hernández Rosado.

Aprobada por



Director de tesis

M.C. Francisco Javier Aranda Manteca



Sinodal Propietario

Ocean. Gustavo Gascón Romero



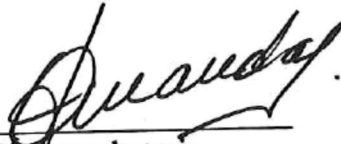
Sinodal Propietario

Dr. Lawrence G. Barnes.

**INTERPRETACIÓN PALEOECOLÓGICA DE LA ASOCIACIÓN DE
VERTEBRADOS FÓSILES REPORTADA PARA LA FORMACIÓN
ALMEJAS INFERIOR (MIOCENO TARDÍO) EN ISLA DE CEDROS,
BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.**

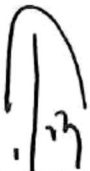
Tesis que presenta
Alejandro Ernesto Hernández Rosado.

Aprobada por



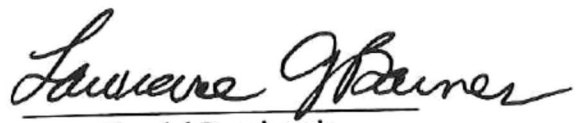
Director de tesis

M.C. Francisco Javier Aranda Manteca



Sinodal Propietario

Ocean. Gustavo Gascón Romero



Sinodal Propietario

Dr. Lawrence G. Barnes.



Hace varios años, cuando todavía el fin de la carrera se veía como algo lejano y, por que no, hasta improbable, la tesis me parecía como algo ajeno, que tardaría mucho en llegar, y sin embargo aquí estoy escribiendo estas pocas líneas.

En varias ocasiones he escuchado que muchos compañeros tienen algunas dificultades para escribir esta corta sección de la tesis y realmente no sé por qué, ya que si se han esforzado (o al menos eso se supone) por quien sabe cuanto tiempo para terminar los múltiples experimentos, pruebas, etc. que involucra determinar a qué dosis de sal el gusano (nematodo por ejemplo) se retuerce, pienso que el escribir tan sólo lo que sentimos y pensamos, sin necesitar de ningún bioensayo ni mucho menos, es algo de lo más sencillo y natural que hay, ya que sólo necesitamos plasmar lo que nos nace al momento de pensar en todo lo que hemos vivido, y por lo tanto aprendido, a lo largo de nuestra carrera. Es justamente por estos motivos que la dedicatoria que hago en este momento es simple, sencilla y espontánea.

En primer lugar, y antes que cualquier otra cosa, quiero dedicar este trabajo a mi familia, ya que a ella le debo lo que soy y el como soy. De ella quisiera recordar primero a mi abuelita†, que es a quien considero formó a mi familia como la conozco además de haberme apoyado siempre en mis, a veces alocadas, ideas, incluyendo la de estudiar esta carrera. Pero mi mamá no se ha quedado nunca atrás en tomar, conservar y engrandecer la herencia familiar, por eso, y por ser el mayor pilar que me ha sostenido le agradezco y dedico también este trabajo con todo mi cariño. Por

supuesto mis hermanos y mi padre entran también en este renglón, gracias, muchas gracias por tanto apoyo.

La segunda y última dedicatoria que quiero hacer, siguiendo tal vez el orden de aparición, es a Marilú. A ella le guardo esta parte de la dedicatoria por toda la comprensión, el amor y el cariño que siempre me dio. Gracias.



AGRADECIMIENTOS

Definitivamente esta parte de la tesis es muy distinta a la precedente, ya que como mencioné anteriormente el dedicar algo a alguien es cosa sencilla, pero el agradecer algo a alguien es una labor realmente mucho más difícil, ya que tenemos que hacer parecer que tenemos neuronas, que éstas funcionan y además recordar a todo ese cúmulo de personas que de una forma u otra contribuyeron en algo a la realización de dicha cosa. Justamente por esto, y por que este escrito no es una cosa sino una tesis, no voy a llevar a cabo el proceso anterior, sino que voy a agradecer a las personas que me vengán más rápidamente a la cabeza, y no me refiero con esto a una competencia de velocidad entre recuerdos, sino que simplemente supongo que las primeras personas en aparecer, y por lo tanto que mi mente conservó más grabadas, han de ser las más indicadas para agradecerles. Con la finalidad de hacer

esto un poco más ágil y concreto, los agradecimientos los dispondré en forma de listado (disculpen la falta de propiedad).

- A mis mejores amigos, Ricardo, Carlos y Javier, por haberme dado siempre tanto cariño y apoyo. De la misma forma les agradezco a sus familias. Muchas gracias.
- A todos mis familiares que me apoyaron de una u otra forma durante mis estudios.
- A las Lola y Tomasita Acosta. Gracias.
- Al Biol. Carlos García, por la información y ayuda.
- A la familia Carrillo-Herrera. Gracias por tanta ayuda desinteresada.
- A Pancho Aranda, por la amistad y apoyo que me ha dado desde siempre.
- A Gustavo Gascón, por la bonita amistad que hemos forjado.
- A Larry Barnes, por su amistad y su ayuda en este trabajo.
- A J. D. Stewart, por su amistad y su ayuda en este trabajo.
- A Roberto Ortiz, por compartir tantas pláticas y sueños.
- A mis compañeros de la Especialidad, por haberme dado y haber compartido el mejor año que he pasado en Ensenada, especialmente a Vero, Scarlett, Demetrio, Jaime y Mauro.
- Al Zuray y Aída, por su amistad.
- A todas aquellas personas que participaron, trabajando y obteniendo información, en las expediciones de campo de Isla Cedros.



En el presente trabajo se analiza paleoecológicamente el miembro inferior de la Formación Almejas de Isla Cedros, Baja California, México. Este depósito está constituido por sedimentos marinos del Mioceno tardío (9-6 m.a aprox.). Contiene una diversa fauna de vertebrados marinos fósiles que abarca más de 75 especies entre tiburones y rayas (32), peces óseos (15), aves (7), ballenas dentadas (10) y barbadas (5), sirenios (2) y pinípedos (5); convirtiéndolo en uno de los depósitos más importantes del Pacífico para dicho periodo.

Se analizaron algunas de las características ecológicas de las especies contenidas en el depósito y se compararon con las de sus representantes actuales con el fin de obtener las características del ambiente de depósito de la Formación Almejas Inferior. También fueron utilizados algunos parámetros cualitativos referentes a los procesos tafonómicos predominantes y al tipo de sustrato.

Se llegó a la conclusión de que la Formación Almejas Inferior se depositó en un ambiente costero semiprotegido, de profundidades medias (menos de 200 m) y con influencia de aguas oceánicas. Se cree que el clima existente durante la época de depositación fue templado y que probablemente haya existido una laguna costera cercana.

**ABSTRACT**

The present study analyze, in a paleoecological sense, the lower member of the Almejas Formation in Isla Cedros, Baja California, México. It is a marine deposit that ranges between 9 and 6 m.y. (aprox) and that presents a diverse faunal list, which comprise more than 75 species of marine vertebrate fossils; by this reason the lower member of the Almejas Formation is one of the most important latest Miocene deposits in the Pacific. The fauna of Cedros Island include 32 species of sharks and rays, 15 bony fishes, 7 birds, 5 baleen whales, 10 toothed whales, 2 sirenians and 5 pinnipeds.

To obtain the environmental characteristics that have the deposit during its deposition, some ecological characteristics of the Cedros species were compared with those of the contemporaneous species. The principal taphonomic features were also used.

The conclusions of the analysis shown that the lower member of the Almejas Formation probably was a temperate nearshore deposit with a deep range between 0 and 200 m and oceanic water influence. Probably a coastal lagoon existed near the zone.



ÍNDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Indice.....	vi
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tablas.....	viii
<u>1.</u> Introducción.....	1
<u>2.</u> Antecedentes.....	2
<u>3.</u> Objetivo.....	5
<u>4.</u> Descripción del área de estudio.....	5
<u>5.</u> Materiales y métodos.....	10
<u>6.</u> Resultados.....	13
6.1.Fauna Selácea.....	17
6.2.Fauna Osteictia.....	19

6.3.	Avifauna.....	20
6.4.	Mamalofauna.....	22
<u>7.</u>	<u>Discusiones.....</u>	<u>25</u>
7.1.	Fauna Selácea.....	25
7.2.	Fauna Osteictia.....	44
7.3.	Avifauna.....	53
7.4.	Mamalofauna.....	59
7.5.	Recapitulación.....	75
<u>8.</u>	<u>Conclusiones.....</u>	<u>83</u>
<u>9.</u>	<u>Apéndice.....</u>	<u>85</u>
<u>10.</u>	<u>Literatura citada.....</u>	<u>92</u>



LISTA DE FIGURAS

1. Mapa geológico de Isla Cedros.....	6
2. Columna estratigráfica del miembro inferior de la Formación Almejas.....	8
3. Ubicación de los arroyos y localidades de extracción de fósiles.....	9
4. Frecuencia de órdenes, familias, géneros y especies por grupo taxonómico.....	15



LISTA DE TABLAS

I. Especies de vertebrados marinos fósiles encontradas en Isla Cedros, B.C, México.....	14
II. Rangos fósiles de distribución geográfica y temporal de las especies y/o géneros de aves encontradas en Isla Cedros, B.C, México.....	21
III. Rangos geográficos, hábitat y hábitos de las familias de aves encontradas en Isla Cedros, B.C, México.....	23

IV.Rangos temporales de las especies de seláceos encontrados en Isla Cedros.....	27
V.Rangos y características generales de los representantes actuales de las familias de tiburones del Pacífico encontradas en Isla Cedros.....	28
VI.Rangos de profundidad, temperatura y tipo de dentición de las especies de seláceos encontrados en Isla Cedros.....	29
VII.Rangos y características generales de los representantes actuales de las familias de cetáceos encontradas en Isla Cedros.....	61

1. Introducción.

La evolución que ha tenido el conocimiento al paso del tiempo es un fenómeno que no ha excluido en forma alguna a la Paleontología, ya que desde sus inicios, en los tiempos de Cuvier, Lamarck y Forbes, en los siglos XVIII y XIX, ha ido ampliando sus métodos y horizontes dejando a un lado la sola descripción de los restos fósiles.

Actualmente con los estudios paleontológicos se trata de obtener la mayor cantidad de información posible acerca no sólo de la morfología de los organismos fósiles, sino de todos los factores y fenómenos que intervinieron durante su tiempo de vida, caracterizándolos y marcándolos indeleblemente hasta nuestros días. Es por esto que el tratar de comprender la forma en que los organismos vivían y se desarrollaban en sus distintos hábitats se haya hecho una práctica común en Paleontología; y para obtener y comprender este tipo de información tenemos a la Paleoecología, que al igual que la Ecología “estudia las relaciones existentes entre los organismos y su ambiente físico, pero en el pasado geológico” (Dodd y Stanton, 1981).

En otras palabras, los fósiles y sus rocas circundantes pueden decirnos algo acerca de cómo los organismos están relacionados con otros como miembros de una comunidad animal y de un ecosistema, de cómo estaban distribuidos en un ambiente antiguo y aún acerca de su comportamiento (Behrensmeyer y Hill, 1980).

En el presente trabajo se revisarán los aspectos paleoecológicos de la Formación Almejas inferior de Isla Cedros, Baja California, México, siendo este el

primer intento de describir las condiciones y características ambientales para dicha Formación correspondiente al Mioceno tardío (9-6 M.a.).

El cúmulo de fósiles encontrados y colectados, que se albergan en la Facultad de Ciencias Marinas (FCM) dentro de la Colección Paleontológica de Referencia del Estado de Baja California, representan una de las asociaciones de vertebrados marinos fósiles más importantes del Pacífico, contando con más de 70 especies de organismos, mismos que fueron utilizados para la elaboración de este trabajo. La lista de especies incluye aves (Howard, 1971, 1983), pinípedos (Repenning y Tedford, 1977), cetáceos (Barnes, 1973, 1984, 1991; Gascón-Romero en preparación), peces óseos (Stewart, en preparación), tiburones y rayas (Aranda-Manteca, *et al*, en preparación).

2. Antecedentes.

Exploraciones realizadas en los años veinte en Isla Cedros reportaron la presencia de depósitos de sedimentos marinos del Terciario superior. Al principio, sólo fósiles de invertebrados fueron colectados y descritos por Hertlein en 1925, Jordan y Hertlein en 1926 y Hanna en 1927 (para el miembro superior); pero en años posteriores Kilmer reportó la presencia de abundantes y bien conservados fósiles de vertebrados marinos, para lo que hoy se considera el miembro inferior (Barnes, 1992). A causa de esto en 1964 y 1965 se realizaron exploraciones por parte de la Universidad de California en Riverside (UCR) y de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por medio de la Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCM)

participando Frank H. Kilmer, Richard H. Tedford, David P. Whistler, George T. Jefferson y Juan Félix (Barnes, 1973).

Posteriormente, en 1992, y después de casi treinta años de las primeras exploraciones, fue posible regresar a la isla bajo el auspicio económico del Comité para la Investigación y Exploración de National Geographic Society (NGS), del apoyo de campo de la Foundation for Field Research (FFFR), de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y del Natural History Museum of Los Angeles County (Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles o LACM). Gracias a esta ayuda se pudieron retomar las investigaciones paleontológicas empezadas por Richard Tedford y David Whistler, se colectaron un número importante de ejemplares fósiles y se empezaron a describir e interpretar los aspectos estratigráficos de la Formación. La expedición duró poco más de un mes (del 25 de febrero al 29 de marzo) y participaron casi un centenar de personas entre investigadores, estudiantes y voluntarios (por parte de FFFR).

En esta ocasión las instituciones involucradas fueron la Facultad de Ciencias Marinas (antes ESCM) perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California (FCM-UABC), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), el Natural History Museum of Los Angeles County (LACM) y la San Diego Society of Natural History, siendo los investigadores en jefe Francisco J. Aranda Manteca por parte de la Facultad de Ciencias Marinas y del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), representando por lo tanto al Gobierno Mexicano; Lawrence G. Barnes por parte de

National Geographic Society y Natural History Museum of Los Angeles County y Gerardo González por parte de la UABS y de la FFFR.

Una lista del material fósil extraído durante las excavaciones de esta temporada se obtuvo a partir de las notas de campo de los investigadores sumando un total de más de 150 registros sin tomar en cuenta los correspondientes a dientes de tiburón, ya que éstos últimos se trabajaron por separado.

En 1993 se tuvo una segunda temporada de exploración y colecta sustentada tan sólo por los fondos de National Geographic Society, participando la Facultad de Ciencias Marinas (UABC), la UABCS y el Natural History Museum of Los Angeles County. En esta ocasión viajó a Isla Cedros un grupo de once personas constituido por investigadores y estudiantes exclusivamente. La expedición se realizó del 3 al 17 de abril y las personas a cargo fueron Francisco J. Aranda Manteca (FCM, INAH) y Lawrence G. Barnes (LACM, NGS). Esta segunda temporada fue corta pero muy productiva.

Del 3 al 14 de diciembre de 1994 se realizó la última expedición (anterior a este trabajo) en la que participaron poco más de quince personas, entre investigadores y estudiantes, de la FCM, LACM y de John Minch and Associates, siendo los investigadores en jefe los mismos que el año anterior. Los ejemplares obtenidos de esta temporada, así como la información recopilada, está en proceso de clasificación y de análisis, por lo que en el presente trabajo no se incluye nada relativo a esta colecta.

3. Objetivo.

Realizar una interpretación paleoecológica de la asociación de vertebrados fósiles reportada para los depósitos sedimentarios marinos de la Formación Almejas inferior (Mioceno tardío) en Isla Cedros, Baja California, México.

4. Descripción del área de Estudio.

Isla Cedros se encuentra situada en el Pacífico Nororiental junto a las costas de la Península de Baja California, a los 28° 15' latitud Norte, 115° 15' longitud Oeste, y a 20 Km al noroeste de Punta Eugenia.

La isla constituye el punto más alto de una cordillera submarina (Cadena Cedros) que es prolongación del sistema montañoso de la Península de Vizcaíno. A 20 Km al Oeste de la isla se encuentra la fosa de Cedros que alcanza los 4,000 m de profundidad, mientras que al este la rodea la Bahía de Vizcaíno con profundidades de entre 500 y 2000 m. (Kilmer, 1984).

Existe una gran similitud entre la Cadena Cedros y la Península de Vizcaíno en lo referente a depósitos geosinclinales mesozoicos, depósitos marinos cenozoicos, complejidad estructural y Petrología. En la isla se encuentran representadas nueve formaciones (fig. 1) que incluyen edades jurásicas hasta pliocénicas, además existen terrazas marinas pleistocénicas y depósitos cuaternarios de aluvión (Kilmer, 1984).

La Formación Almejas se encuentra expuesta en la parte sureste de la isla y en una angosta franja costera también al este de la misma (fig. 1), sobreyaciendo a las Formaciones Tortugas (Mioceno medio), Valle (Cretácico tardío) y Cedros (Jurásico

**MAPA GEOLOGICO DE
ISLA CEDROS, B.C., MEXICO**
(Depósitos Cuaternarios omitidos)

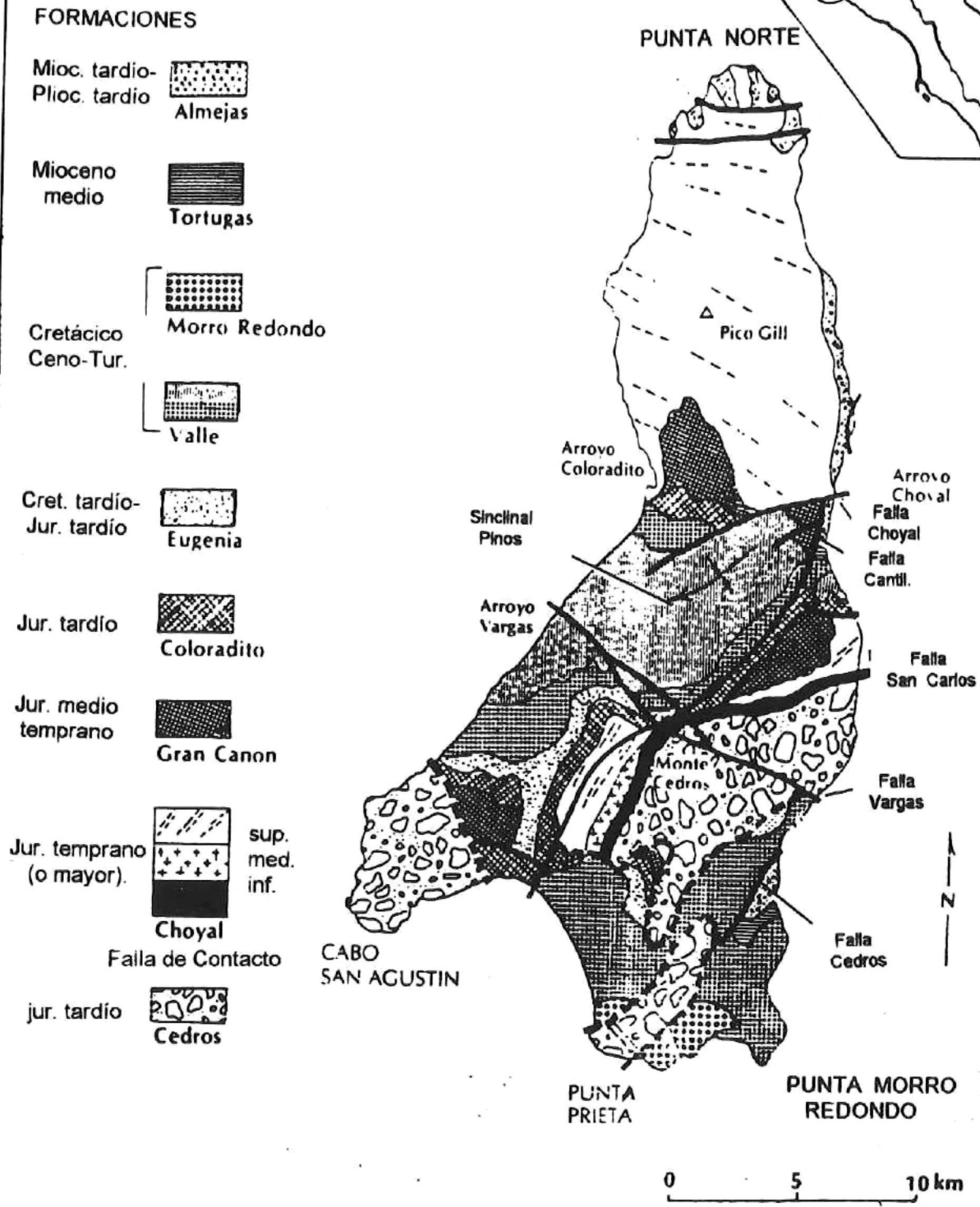


Fig. 1. Mapa geológico de Isla Cedros. Tomado de Kilmer, 1984.

tardío) en forma discontinua. Está seguida discontinuamente por depósitos de fanglomerado y terrazas marinas pleistocénicas. Se divide en un miembro inferior y un superior, estando el primero constituido por areniscas mal consolidadas, (semi)masivas, oxidadas, de grano bien sorteado y con abundantes restos de vertebrados fósiles; y el segundo por areniscas y conglomerados mal sorteados, con estratificación cruzada y rico en restos algales y de invertebrados (Kilmer, 1984).

El miembro inferior, cuyos fósiles son los que en este trabajo se discutirán, consta de 17 unidades (fig. 2); posteriormente a ellas comienzan los conglomerados con presencia de restos fósiles de invertebrados característicos del miembro superior.

La zona de trabajo es aquella parte expuesta de la Formación situada en la parte sureste de la isla (fig.1). La otra sección expuesta (mencionada anteriormente) no ha sido explorada aún. Se han extraído fósiles de seis cañones o arroyos consecutivos y adyacentes entre sí, habiéndoseles llamado de distinta forma a cada uno de ellos para su ubicación y rápido manejo, ellos son (de este a oeste): Arroyo Lobita, Arroyo Delfín, Arroyo Tiburón, Arroyo Esqueletos, Cañón Venados y Arroyo Geográfica (de acuerdo con Tedford y las expediciones NGS 1992, 1993 y 1994). Además existen dos zonas fosilíferas que fueron primeramente trabajadas en las campañas de 1964 y 1965, dichas zonas se conocen como Localidad Kilmer y Localidad de Whistler. Su ubicación se presenta en forma más clara en la figura 3, que es una fotografía aérea de la ya mencionada parte expuesta de la formación. Dicha fotografía fue alterada para lograr una mejor ubicación de los cañones y localidades de extracción, ya que el brillo causado por la diatomita (partes blancas en

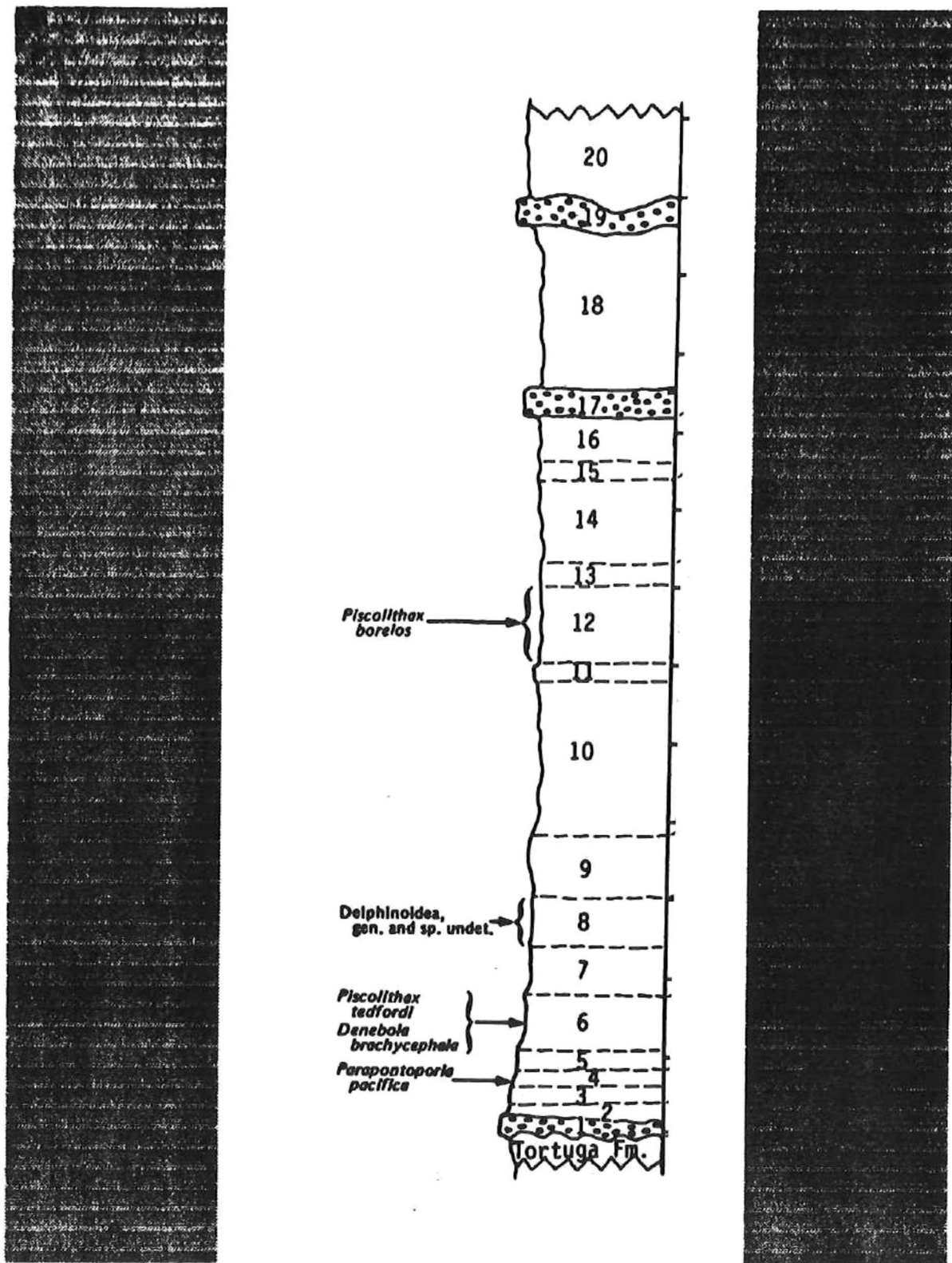


Fig. 2. Columna estratigráfica del miembro inferior de la Formación Almejas. Tomado de Barnes, 1992.

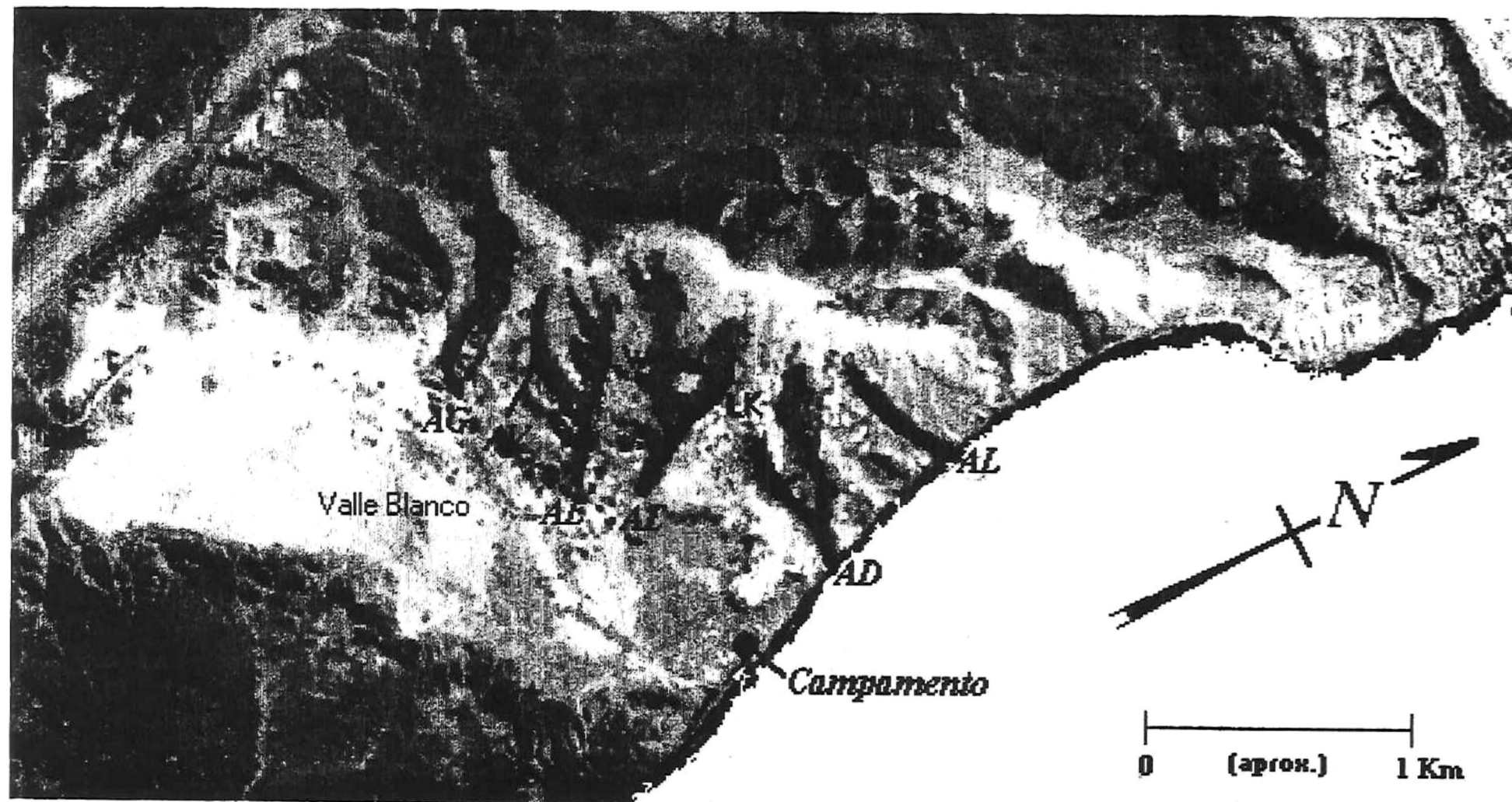


Fig. 3. Ubicación de los arroyos y localidades de extracción de fósiles.
(A.L: Arroyo Lobita; A.D: Arroyo Delfin; A.T: Arroyo Tiburón; A.E: Arroyo Esqueletos;
C.V: Cañón Venado, A.G: Arroyo Geográfica; LK: Localidad de Kilmer y LW: Localidad de Whistler).

la fotografía) perteneciente a la Formación Tortugas (subyacente a la Almejas) no permitía una buena interpretación de la zona.

5. Materiales y Métodos.

La realidad de la Paleocología de vertebrados es que es un tema difícil para su estudio científico, tan difícil que un progreso significativo se ha tenido desde hace apenas 15 años. Hay que tener en cuenta que una asociación fósil no es una comunidad fósil, son tan solo muestras o 'fantasmas' de una comunidad original, además, conocemos muy poco de los métodos de muestreo correctos (Behrensmeyer y Hill, 1980).

La interpretación del paleoambiente se llevó a cabo utilizando los reportes de las especies y ejemplares colectados tanto en 1964 y 1965, como con los de 1992 y 1993, para obtener así, una lista de especies reportadas a la fecha. Las localidades precisas de donde cada resto fósil fué extraído se encuentra registrada en las notas de campo de los investigadores que participaron en cada una de las expediciones.

En general, el estudio de este tipo de parámetros es más preciso y fácil de obtener por medio de invertebrados fósiles, pero tomando en cuenta la casi inexistencia de ellos en la Formación Almejas inferior, se usaron todos los datos arrojados por la asociación de vertebrados. El desglose por parámetros y el conjunto de métodos de estudio empleados para la interpretación del paleoambiente es el siguiente:

- **Sustrato.** Este es un factor que interviene tanto en forma directa (*per se*) como en forma indirecta en la interpretación del paleoambiente.

La primera se refiere simplemente a las características que el sustrato tenía en los tiempos en que la comunidad de vertebrados vivía y se desarrollaba, siendo esto importante porque es un factor que determina, en buena parte, el tipo de asociación animal que va ser capaz de establecerse en determinada zona; o en otras palabras, la presencia o ausencia de ciertos grupos faunísticos dependerá de su afinidad con el sustrato presente. Ahora bien, a pesar de que esto es especialmente cierto y observable en los invertebrados, principalmente los bentónicos (que no vamos a tomar en cuenta), hay que recordar que también es aplicable a las aves, peces y a algunos tipos de tiburones. Los mamíferos marinos no muestran tanta dependencia al sustrato como los grupos anteriores.

La segunda forma de intervención (la indirecta) se refiere a la ayuda que el tipo de sustrato nos puede ofrecer para inferir otras variables, ya que las características que muestre el sedimento, y en general el depósito sedimentario, nos hablarán de las condiciones de energía, turbulencia y en ocasiones de la dirección de las corrientes costeras.

Cabe mencionar que un estudio detallado y preciso de las características sedimentarias y estratigráficas es necesario y está siendo llevado a cabo por Aranda-Manteca (en preparación), por lo que en nuestro caso tan sólo se empleó este criterio en forma cualitativa.

- **Energía.** El nivel de energía presente en el medio de depositación fue obtenido, en forma cualitativa, mediante el uso de dos criterios, *i*) las características del sedimento referentes a tamaño de grano y estructuras primarias observadas en el depósito, y *ii*) por los procesos tafonómicos predominantes, refiriéndonos con esto a las características de posición, grado de articulación, de deterioro y de pérdida de piezas corporales (ver Beherensmeyer y Hill, 1980; y Schaffer, 1972).

El estudio de los procesos tafonómicos es una importante herramienta para la descripción e interpretación de los ambientes marinos antiguos, proporcionándonos información acerca de la energía presente en el medio y algunos parámetros ambientales en los que los organismos antiguos vivieron y murieron (Rosado H. A. y Aranda-Manteca, 1993).

- **Turbulencia.** Este es un factor que es dependiente a las características de la energía, por lo que se obtuvo con el mismo tipo de observaciones.
- **Temperatura.** La temperatura, que es la principal causa de la distribución de los organismos tanto local como regionalmente (Ladd, 1957), se dedujo utilizando principalmente el tipo y características de los rangos latitudinales y/o térmicos de la asociación de vertebrados fósiles, poniendo mayor interés en los rangos de los representantes actuales de los organismos presentes en dicha asociación.

Cabe mencionar que las características y rangos ambientales se obtendrán aplicando el uniformismo taxonómico en la forma descrita por

Dodd y Stanton (1981) y usada y mencionada por Ladd (1957), Aranda-Manteca (1990) y otros autores. Así, ocuparemos los rangos ambientales de cada organismo, o bien de los representantes actuales de cada especie encontrada en Isla Cedros para poder inducir el tipo de ambiente presente en dicha zona durante el Mioceno tardío. En su mayoría esta información se concentrará en tablas. Este tipo de estudios están soportados por muchos autores como los mencionados anteriormente y del cual Beherensmeyer y Hill (1980) comenta “la información perdida durante la formación de una asociación fósil no es directamente recobable, pero la relación cercana con las asociaciones vivas abren el camino para usar analogías modernas para la interpretación de comunidades extintas y para inferir las propiedades de las poblaciones originales”.

- **Batimetría.** Aquí se ocuparon los rangos batimétricos de los organismos de la asociación de vertebrados fósiles (ver segundo párrafo de “temperatura”) y algunas características aportadas por los procesos tafonómicos predominantes (ver el párrafo correspondiente a energía).

6. Resultados.

Se han reportado un total de 76 especies de vertebrados marinos dentro del depósito sedimentario, mismos que se enlistan en la Tabla I y que representan a 22 órdenes, 46 familias y 63 géneros (fig. 4).

Tabla I. Especies de vertebrados marinos fósiles encontradas en Isla Cedros, B. C, México.

Tiburones y Rayas.	
1 <i>Hexanchus</i> sp	11 Scombridae sp 1
2 <i>Notorynchus</i> sp	12 Scombridae sp 2
3 <i>Centrophorus</i> sp	13 Istiophoridae sp
4 <i>Isistius</i> sp	14 <i>Paralichthys</i> cf. <i>P. californicus</i>
5 <i>Squatina</i> sp	15 Diodontidae sp
6 <i>Heterodontus</i> sp.	
7 <i>Cetorhinus</i> sp	Aves.
8 <i>Isurus oxyrinchus</i>	1 <i>Cerorhinca minor</i>
9 <i>Isurus hastalis</i>	2 <i>Synthliboramphus</i> sp
10 <i>Isurus planus</i>	3 <i>Mancalla cedrosensis</i>
11 <i>Lamna</i> sp.	4 <i>Megapaloelodus opsigonus</i>
12 <i>Carcharodon carcharias</i>	5 <i>Morus</i> sp
13 <i>Carcharocles megalodon</i>	6 <i>Puffinus tedfordi</i>
14 <i>Odontaspis</i> sp	7 <i>Puffinus</i> sp
15 <i>Hemipristis serra</i>	
16 <i>Scyliorhinus</i> sp.	Odontocetos.
17 <i>Mustelus</i> sp.	1 <i>Parapontoporia pacifica</i>
18 <i>Carcharhinus limbatus</i>	2 <i>Denebola brachycephala</i>
19 <i>Carcharhinus leucas</i>	3 <i>Denebola</i> sp
20 <i>Carcharhinus galapagensis</i>	4 <i>Piscolithax tedfordi</i>
21 <i>Carcharhinus altimus</i>	5 <i>Piscolithax boreios</i>
22 <i>Carcharhinus</i> sp	6 Phocoenidae sp
23 <i>Galeocerdo aduncus</i>	7 <i>Albireo whistleri</i>
24 <i>Negaprion fronto</i>	8 Delphinoidea sp
25 <i>Rhizoprionodon</i> sp.	9 <i>Praekogia cedrosensis</i>
26 <i>Sphyrma zygaena</i>	10 Physteridae sp
27 <i>Sphyrma</i> sp	
28 <i>Rhinobatidae</i> sp.	Misticetos.
29 <i>Raja</i> sp.	1 aff. <i>Herpetocetus</i> sp
30 <i>Dasyatis</i> sp	2 aff. <i>Nannocetus</i> sp
31 <i>Aetobatis</i> sp	3 Balaenopterinae sp
32 <i>Myliobatis</i> sp	4 aff. <i>Plesiocetus</i> sp
	5 <i>Balaenoptera</i> sp
Peces óseos.	Sirenios.
1 Clupeidae sp sp	1 Dugongidae sp.
2 <i>Onchorhynchus</i> cf. <i>O. rastrosus</i>	2 Hydrodamalinae sp
3 Syngnathidae sp	
4 <i>Icelinus</i> sp	Pinipedos.
5 <i>Anarrhichtys</i> sp	1 Dusignathinae sp 1
6 <i>Stereolepis</i> sp	2 Dusignathinae sp 2
7 Oplegnathidae sp	3 <i>Aivukus cedrosensis</i>
8 Carangidae sp	4 <i>Thalassoleon mexicanus</i>
9 <i>Semicossyphus</i> cf. <i>S. pulcher</i>	5 <i>Thalassoleon</i> sp
10 <i>Thyrsoctes kriegeri</i>	

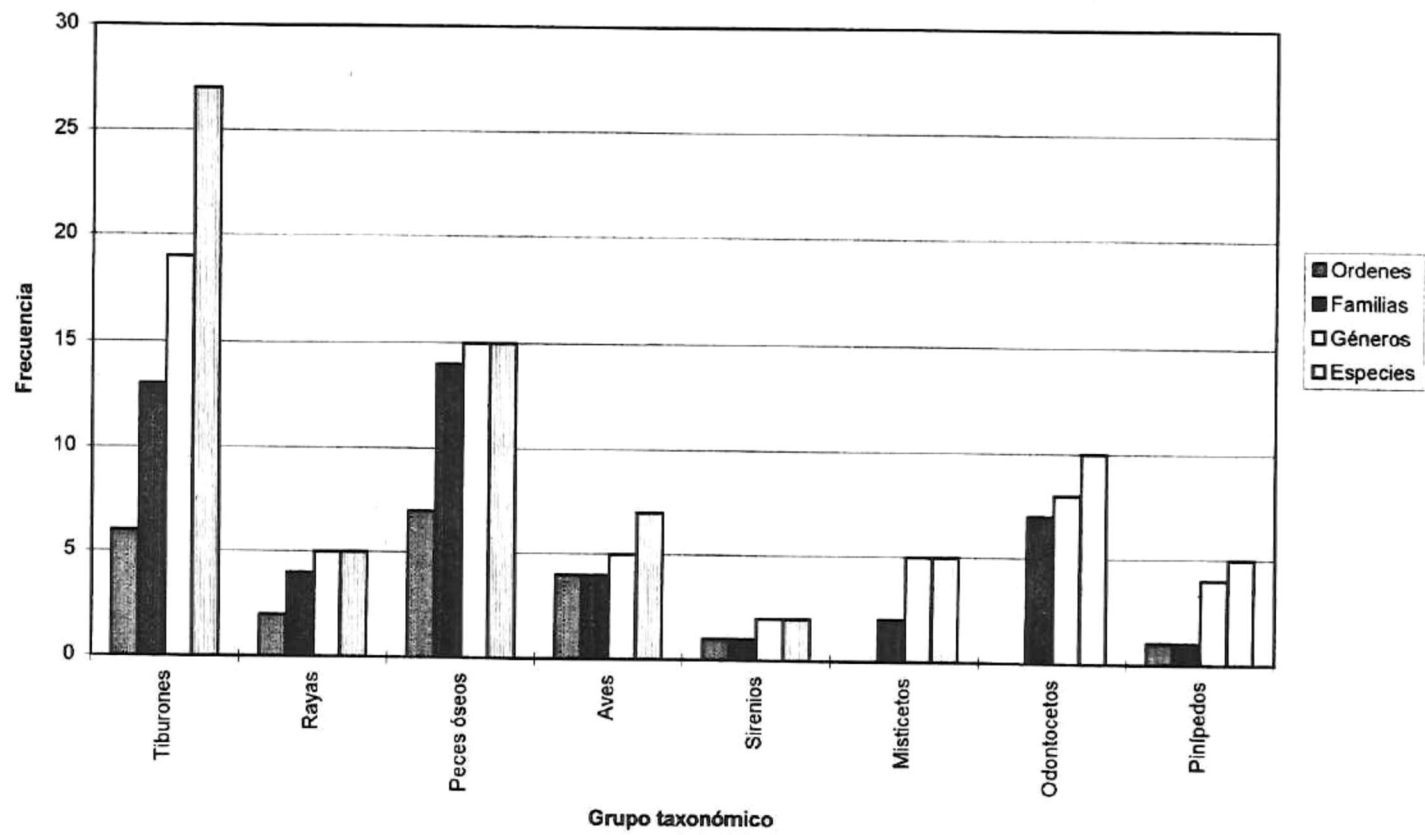


Fig. 4. Frecuencia de órdenes, familias, géneros y especies por grupo taxonómico.

Los tiburones y los peces óseos son los grupos más diversos de la asociación fósil, contando los primeros con 27 especies y los segundos con 15. Los mamíferos marinos en conjunto (cetáceos misticetos y odontocetos, sirenios y pinípedos) suman un total de 22 especies (fig. 4). En cuanto a abundancia relativa los tiburones se encuentran en primer lugar seguidos por los pinípedos y los odontocetos.

Dejando lo anterior como preámbulo y considerando la existencia de grupos faunísticos arbitrarios, o sea, sin seguir un estricto control sistemático, podemos clasificar de forma general a todos los individuos, sean éstos especies determinadas o indeterminadas, dentro de cuatro grandes grupos, avifauna, fauna selácea, ictiofauna y mamalofauna. De aquí en adelante se manejará la información de acuerdo a la clasificación anterior con el objeto de facilitar su manejo y comprensión, ya que dada la cuantiosa diversidad faunística de la asociación fósil presente en Isla Cedros, podría presentarse el caso de confusiones innecesarias.

Cabe aclarar que el hecho de haber dividido a la fauna de esta manera no significa, de ninguna forma, atentar o tratar de cambiar la clasificación taxonómica actual, misma que engloba a las distintas especies aquí referidas. Para una mejor comprensión de la posición taxonómica de cada una de las especies hasta hoy encontradas en este depósito, se anexa un listado sistemático en el apéndice A.

Otro aspecto importante son los datos obtenidos a partir de las características de los restos esqueléticos encontrados en el depósito.

Se observó la presencia de abundantes ejemplares incompletos pero articulados; de hecho, incluyendo hasta la campaña de 1994, sólo se han encontrado

unos cuantos restos óseos que presenten partes craneales y elementos del esqueleto postcranial (axial y apendicular).

El grado de preservación de los fósiles es excelente, aunque la fosilización en ocasiones deja mucho que desear, ya que las piezas pueden estar integras pero ser demasiado frágiles para su óptimo tratamiento y colección. Es por esta causa que técnicas especiales de endurecimiento tienen que ser practicadas al momento de la excavación y traslado de los especímenes al laboratorio (se puede encontrar una buena descripción de la metodología usada en la prospección y colecta de fósiles en Aranda-Manteca, 1994).

Se encontró que los restos fósiles muestran un patrón de orientación. Ya anteriormente Tedford había identificado la presencia de un patrón este-oeste en la posición que guardaban los fósiles dentro del depósito (Tedford, 1965, notas de campo); pero mediciones más actuales y extensivas (sobre una mayor cantidad de ejemplares) han apuntado hacia dos direcciones, noreste-suroeste y noroeste-sureste.

Una descripción más completa de los resultados se presenta a continuación, tratando de incluir los datos más importantes y característicos de cada grupo animal presente en la Formación Almejas inferior.

6.1 Fauna Selácea.

La fauna selácea constituye el grupo de organismos predominante dentro de la asociación fósil, ya que de las 76 especies reportadas para la Formación, 32 corresponden a condriictios (consultar Tabla I y apéndice A). En total están representados seis órdenes de tiburones que incluyen a trece familias y diecinueve

géneros; mientras que las rayas cuentan con dos órdenes, cuatro familias y cinco géneros. En el caso de éstas últimas la identificación a nivel de especie no se ha dado, por lo que sólo se reportan estos organismos como especies indeterminadas (ver apéndice A). La identificación de la fauna selácea fue llevada a cabo por González-Barba y Aranda-Manteca.

El tiburón blanco, *Carcharodon carcharias*, es la especie que presenta la mayor abundancia piezas colectadas en todo el depósito y para todos los grupos faunísticos; de la misma forma le siguen *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus leucas* e *Isurus hastalis* como segundo, tercero y cuarto lugares para toda la Formación; aunque también resulta importante, en cuanto a abundancia, el grupo constituido por *Carcharodon megalodon*, *Hexanchus* sp, *Carcharhinus* sp. e *Isurus planus*. Las demás especies de tiburones presentan una abundancia semejante a la de los organismos de los grupos restantes. Es importante aclarar que el hecho de encontrar un gran número de dientes de cierta especie de tiburón no significa que dicha especie haya sido la más abundante, ya que hay que tomar en cuenta el gran número de piezas dentales que cada individuo posee, además que los tiburones los pierden y van sustituyendo a lo largo de su vida. La desviación en número que se tiene durante la colecta a causa de sus características de tamaño y color se comentan más adelante, principalmente en la parte correspondiente a peces, ya que éstos últimos también comparten, junto con las aves, esta problemática.

Cabe aclarar que en análisis de muestras sedimentarias llevadas a laboratorio, se han encontrado otras especies también muy abundantes, como lo son *Raja*,

Mustelus y scyliorhinidos, por lo que para adoptar a uno o algunos grupos como los más abundantes, todavía es necesario hacer más estudios, colectas y análisis.

Para estudiar y obtener la información adecuada acerca de los hábitos de vida de los tiburones fósiles, éstos se compararon con 25 especies de tiburones modernos del Océano Pacífico, habiéndose tomado los datos principalmente de Compagno (1984) y Garrick (1982). También se obtuvo información de las especies fósiles reportadas para el Mioceno por Cappetta (1987), Espinoza-Arrubarrena (1987) y Aranda-Manteca (1994).

6.2 Fauna Osteictia.

Dentro de este importante grupo faunístico se pueden contabilizar un total de 15 especies de peces que representan a 14 familias y a 7 órdenes (Tabla I y apéndice A).

Como se observa en el apéndice A, el orden que por mucho es el más diverso dentro de los siete presentes en Isla Cedros es el Perciformes, ya que cuenta con ocho de las catorce familias de peces y nueve de las quince especies aquí reportadas. A nivel de familia y género no se puede hablar de que exista predominancia por parte de alguno de ellos, ya que como se vé, las cifras citadas anteriormente claramente muestran casi una igualdad entre el número de familias, géneros y especies.

Desgraciadamente la mayor parte del registro fósil correspondiente a la ictiofauna no pudo ser identificado hasta nivel especie, problema que muy comúnmente ocurre al trabajar con este grupo de animales dadas las difíciles características anatómicas de su esqueleto y la falta de rasgos específicos y

diferenciables en sus vértebras y espinas. Esto puede ser notado al ver la gran diferencia existente entre los quince peces reportados y los siete de ellos que se colocaron dentro de un género determinado (de hecho sólo un organismo pudo ser asignado sin lugar a dudas a una especie determinada, *Thyrsoctes kriegeri*).

De igual forma que las aves y tiburones (o tal vez más), los restos fósiles de peces generalmente son subestimados a causa de su diminuto tamaño y colores que se confunden fácilmente con el sustrato, provocando que pasen inadvertidos para el ojo (aún experto) del colector (ver Behrensmeyer y Hill, 1980). Es por esta causa que la mayor parte de los organismos aquí citados fue obtenida tras el tamizado de una parte de los sedimentos circundantes a un solo ejemplar (LGB 3392). En este caso la identificación de los ejemplares fósiles fue llevada a cabo por el experimentado Dr. J.D. Stewart del Museo de Historia Natural del condado de Los Angeles.

6.3 Avifauna.

La avifauna presente en el depósito está compuesta por siete especies de aves, sin duda todas extintas (Howard, 1971), que representan a tres órdenes y a cuatro familias (ver apéndice A). El orden Charadriiformes es el que cuenta con el mayor número de especies. De todas las especies tres son hasta ahora endémicas de Isla de Cedros, ya que sólo han sido reportadas para la Formación Almejas inferior (Howard, 1971, 1972), siendo ellas: *Cerorhinca minor*, *Mancalla cedrosensis* y *Puffinus tedfordi*.

Los rangos temporales de las especies encontradas en Isla Cedros (Tabla II) coinciden en general con el intervalo Mioceno tardío-Plioceno, exceptuando a

Tabla II. Rangos fósiles de distribución geográfica y temporal de las especies y/o géneros de aves encontradas en I. Cedros, B.C. Méx. (de acuerdo a Olson, 1985 y Howard, 1971).

Géneros y/o especies	Rangos Fósiles	
	Geográfico	Temporal
Alcidae		
1- <i>Cerorhinca</i> <i>Cerorhinca minor</i>	*California y Baja California *Isla Cedros, B.C. Méx.	*Mioceno tardío-Plioceno *Mioceno tardío
2- <i>Synthliboramphus</i>	*California y Baja California	*Mioceno tardío-Plioceno
3- <i>Mancalla</i> <i>Mancalla cedrosensis</i>	*California y Baja California *Isla Cedros, B.C. Méx.	*Mioceno tardío-Plioceno *Mioceno tardío
Phoenicopteridae		
4- <i>Megapaloelodus</i> <i>(M. opsignus)</i>	*Norte América y Francia	*Mioceno temprano- Plioceno temprano
Sulidae		
5- <i>Morus</i>	*California y Baja California *Costa sureste de E.U *California	*Mioceno *Plioceno *Pleistoceno
Procellariidae		
6,7- <i>Puffinus</i>	*Bélgica *Carolina del Sur *Francia y Florida *Francia y Maryland *Sudáfrica, Maryland, Virginia y Carolina del Norte *California y Baja California *Isla Cedros, B. C. Méx.	*Oligoceno temprano *Oligoceno tardío *Mioceno temprano *Mioceno medio-Plioceno *Mioceno medio-Plioceno temprano *Mioceno tardío-Plioceno *Mioceno tardío
<i>Puffinus tedfordi</i>		

Cerorhinca minor que amplía el rango temporal de este género conocido anteriormente sólo por dos registros fósiles del Mioceno de California, *Cerorhinca dubia* del Mioceno de Lompoc y *Cerorhinca* sp. del Mioceno tardío de Laguna Hills (ver Howard 1968 y 1972).

En lo que respecta a los rangos geográficos de la avifauna fósil (Tabla II) tenemos que los registros de *Cerorhinca minor* y *Mancalla cedrosensis* representan los registros más meridionales reportados hasta ahora, extendiendo de esta forma el rango geográfico de dichos géneros. También el reporte de *Puffinus* sp. y *Puffinus tedfordi* es el registro más al sur para el Mioceno tardío-Plioceno (ver Howard, 1971 y 1972).

Al ser comparadas estas especies con los representantes actuales de las familias a las que corresponden (Tabla III) se ha observado que todas las aves encontradas en la Formación Almejas inferior son de hábitos costeros y marinos; además de ser en su mayoría habitantes de regiones templadas y/o tropicales, a excepción de “los miembros de la familia Alcidae, que viven en zonas costeras frías” (Udvardy, 1977). En cuanto a alimentación tenemos que estas especies dependen casi totalmente del mar, ya que sus dietas están compuestas principalmente por pescado, moluscos y crustáceos (Van Tyne y Berger, 1975).

6.4 Mamalofauna.

El último grupo faunístico al que haremos referencia es el constituido por los mamíferos marinos que, además de ser un grupo impresionante por la diversidad morfológica y ecológica de sus miembros, es también, junto con la fauna selácea, de

Tabla III. Rangos geográficos, habitat y hábitos de las familias de aves encontradas en I.Cedros, B.C. Méx.

Familias	Rango geográfico		Hábitat		Hábitos		Alimento	
	Van Tyne & A. Berger, 1975	Udvardy, M. D., 1977	Van Tyne & A. Berger, 1975	Udvardy, M. D., 1977	Van Tyne & A. Berger, 1975	Udvardy, M. D., 1977		
Alcidae	*Océanos N. Pac., N. Atlant. y sus respectivas costas	*Hemisferio norte	*Océano abierto y zonas costeras	*Zonas costeras frías	*Gregarios *Nadadores son migratorios	*Pelágicos *Algunos son migratorios	*Nadadores *Gregarios *Algunos son migratorios	*Pescado, crustáceos, moluscos, algas y gusanos
Phoenicopteridae	*India W, Yucatán, S. Amer. (al N. de los 40), Africa, de Asia SW a India	-----	*Lagunas someras y lagos	-----	*Gregarios *Comen en aguas someras *Algunos son migratorios	-----	*Moluscos, crustáceos, insectos, pescado y fitoplancton	
Sulidae	*Mares tropicales y templados, exceptuando el N. Pacífico.	*Playas tropicales y templadas de todo el mundo	*Zona costera	*Zonas costeras	*Gregarios *Persigue a sus presas bajo el agua	*Zambullidores *Nadadores *Migratorios *Alg's Migratorios	*Pescado y calamar	
Procellariidae	*Distribución global	*Distribución global, principalmente en el hemisferio sur	*Océano abierto y zonas costeras	*Océano abierto y zonas costeras	*Gregarios *Pelágicos	*Migratorios *Cazan volando sobre la superficie	*Migratorios *Pelágicos *Cazan volando sobre la superficie	*Pescado, calamar, crustáceos, aves y carroña

los más abundantes (con 22 especies) y diversos en el depósito sedimentario de la Formación Almejas inferior (fig. 4).

La identificación de la mamalofauna fue realizada como sigue; mysticetos, Gascón-Romero y Barnes; odontocetos, Barnes y Aranda-Manteca; Sirenia, Aranda-Manteca; y pinípedos, Barnes.

Existen tres constituyentes básicos, a nivel orden, de la fauna mamífera encontrada en Isla Cedros, siendo ellos los cetáceos (misticetos y odontocetos), los pinípedos y los sirenios, o sea, los órdenes Cetacea, Carnivora y Sirenia.

Es importante mencionar que de las 22 especies de mamíferos marinos que hasta hoy se han ubicado taxonómicamente (ya sea a niveles altos o bajos), diez corresponden a especies sólo reportadas en Isla de Cedros, o bien, que fueron reportadas por primera vez en este lugar. Existe también una familia y dos subfamilias creadas a partir de organismos fósiles descubiertos en la isla (ver apéndice A).

Por mucho, los cetáceos son el grupo más diverso dentro de todos los mamíferos marinos de Isla Cedros, aunque al parecer no los más abundantes, ya que los pinípedos son los que ocupan (no con mucha ventaja) ese sitio. Haciendo una distinción entre los subórdenes integrantes de los cetáceos tenemos que los odontocetos son los más diversos al estar representados por diez especies, mientras que su contraparte, los misticetos, lo están con tan sólo cinco (ver Tabla I y fig. 4).

En lo que a sirenios se refiere, diremos que al parecer hay dos especies distintas de ellos, no habiéndose podido determinar aún su posición taxonómica de

manera específica a causa de que los restos óseos encontrados son mínimos, fracturados, y por lo general correspondientes a partes corporales, como costillas, que no sirven de mucho para su identificación a niveles específicos. Los especímenes encontrados corresponden uno, a la familia Hydrodamalinae, y el segundo, simplemente al Orden Sirenia.

Por último, los pinípedos participan en esta tanatocenosis con cinco especímenes correspondientes a tres subfamilias distintas, Dusignathinae, Odobenidae y Otariinae (Tabla I). Estos especímenes son, dos individuos dusignatos de los que no se conoce su género y especie; *Aivukus cedrosensis*, del grupo de las morsas, y dos otáridos, *Thalassoleon mexicanus* y *Thalassoleon* sp.

7. Discusiones.

En esta sección se seguirá la misma práctica en que los resultados fueron presentados, o sea, por grandes grupos faunísticos; ya que se considera sea más fácil su manejo y comprensión.

7.1 Fauna Selácea.

Siguiendo el orden empleado en la Tabla I y en el apéndice A, veremos las características y la información que los diferentes grupos de tiburones y rayas aportan a la interpretación paleoecológica de lo que fue el ambiente de depósito representado en el miembro inferior de la Formación Almejas.

Las dos especies de los Hexanchiformes, *Hexanchus* sp y *Notorynchus* sp, se encuentran ubicados en la familia Hexanchidae. “Las dos familias hexancoides no

muestran diferencias fundamentales entre las formas recientes y las fósiles” (Cappetta, 1987), por lo que podemos esperar que los hábitos actuales de estos tiburones sean también muy parecidos a los que tuvieron los fósiles aquí reportados.

Hexanchus Rafinesque, 1910 que es un género cuyo rango temporal va del Jurásico temprano al reciente (Tabla IV), se ha reportado para formaciones geológicas europeas, rusas, asiáticas, australianas y norte y sudamericanas (Cappetta, 1987). Sus rangos espaciales se pueden observar mejor en la Tabla V, donde vemos que las especies actuales de este género tienen una distribución geográfica muy amplia además de ser euritermos, ya que los encontramos desde las cálidas aguas ecuatoriales hasta las heladas aguas del Pacífico septentrional (Compagno, 1984). Viven principalmente en aguas costeras epi y mesopelágicas (Tabla VI) y tienen hábitos alimenticios omnívoros, incluyendo en su dieta pescado, moluscos, artrópodos, carroña y algunos mamíferos marinos.

Con lo que respecta a *Notorhynchus* Ayres, 1855 tenemos que su rango geológico abarca desde el Cretácico temprano al Reciente (Tabla IV). Los sitios en los que se ha reportado son Europa, Norteamérica y Australia. La especie actual *Notorynchus cepedianus* no está presente en las aguas ecuatoriales, sino que se repliega hacia latitudes más altas con aguas más templadas. “Por lo general estos tiburones se encuentran en aguas profundas, a más de 100 m, sin embargo los juveniles son capturados en profundidades menores” (Cappetta, 1987). En general sus hábitos de vida son muy parecidos a los hexanchiformes (ver Tabla V).

Tabla V. Rangos y características generales de los representantes actuales de las familias de tiburones del Pacífico encontradas en I. Cedros. Datos tomados de Compagno, 1984

Especies actuales:	Latitud Norte					Latitud Sur					Hábitat	Alimento	Distribución Vertical (m)	Hábitos		
	80	60	40	20	0	20	40	60	80	90						
Orden Hexanchiformes																
Hexanchidae																
<i>Hexanchus griseus</i>												C O	1	0-1875	a-p	pelágico
<i>Hexanchus vitulus</i>												C O	2	90-600	a-p	fondo
<i>Notorynchus cepedianus</i>												C	1	0-46	a-s	fondo
Orden Squatiniformes																
Squatinae																
<i>Squatina australis</i>												C	1	0-256	a-p	fondo
<i>Squatina californica</i>												C	1	3-46	a-s	fondo
<i>Squatina formosa</i>												C O	?	183-220	a-p	fondo
<i>Squatina japonica</i>												C ?	?	?	—	fondo
<i>Squatina nebulosa</i>												C ?	?	?	—	fondo
<i>Squatina tergocellata</i>												C O	?	128-366	a-p	fondo
<i>Squatina tergocellatoides</i>												C ?	?	?	—	fondo
Orden Lamniformes																
Cetorhinidae																
<i>Cetorhinus maximus</i>												C	3	superficie	a-s	pelágico
Odontaspidae																
<i>Odontaspis terox</i>												C O	2	13-420	a-p	fondo
Lamnidae																
<i>Carcharodon carcharias</i>												C O	4	0-1280	a-m	epipelágico
<i>Isurus oxyrinchus</i>												C O	4	0-152	a-m	epipelágico
<i>Isurus paucus</i>												C O	2	—	—	epipelágico
Orden Carchartiniiformes																
Hemigaleidae																
<i>Hemipristis elongatus</i>												C	5	1-30	a-s	pelágico
Carcharhinidae																
<i>Carcharhinus altimus</i>												C	5	90-430	a-m	fondo
<i>Carcharhinus brachyurus</i>												C	2	0-100	a-m	pelágico
<i>Carcharhinus leucas</i>												C	4	0-152	a-m	epipelágico
<i>Carcharhinus limbatus</i>												C	2, 5	0-30	a-s	epipelágico
<i>Galeocerdo cuvier</i>												C O	5, 6	0-140	a-m	pelágico
<i>Negaprion acutidens</i>												C	5	0-30	a-s	fondo
<i>Sphyrna zygaena</i>												C O	2, 5	0-20	a-s	pelágico
Orden Squaliformes																
Squalidae																
<i>Isistius brasiliensis</i>												O	2, 7	85-3,500	a-p	batipelágico
<i>Isistius pluodius</i>												C O	2, 7	80-4,000	a-p	batipelágico

Clave:

O = Mar abierto
C = Zona Costera

1- Tiburón, pescado, artrópodos, rayas, mamíferos marinos y carroña.
2- Principalmente pescado e invertebrados
3- Plankton
4- Omnívoro

5- Tiburón, pescado y rayas
6- Incluye tortugas
7- Son ectoparásitos

a-s = Aguas someras (0 - 50 m)
a-m = Aguas medias (50 - 100 m)
a-p = Aguas profundas (mayores de 100)

Tabla VI. Rangos de profundidad, temperatura y tipo de dentición de las especies de seláceos encontrados en Isla de Cedros. Datos tomados de Cappetta, 1987 y Compagno, 1984 (a excepción de los correspondientes a los isúridos que provienen de Espinoza, 1987).

	Profundidad				Temperatura			Dentición					
	sup	epi	mso	bat	fria	temp	cál.	1	2	3	4	5	6
Hexanchiformes													
<i>Hexanchus</i>	x	x											
<i>Notorynchus</i>	x	x											
Squaliformes													
<i>Isistius</i>				x									
Squatiformes													
<i>Squatina</i>		?	?			x	x	x					
Lamniformes													
<i>Cetorhinus</i>	x	x			x	x							
<i>Isurus oxyrinchus</i>	x	x				x	x		x				
<i>Isurus hastalis</i>										x			
<i>Isurus planus</i>											x		
<i>Carcharodon carcharias</i>		x								x			
<i>Carcharocles megalodon</i>		x								x			
<i>Odontaspis</i>			x	x		x	x		x				
Carcharhiniformes													
<i>Hemipristis serra</i>	x	x					x				?		
<i>Carcharhinus</i>	x	x				x	x				?		
<i>Galeocerdo aduncus</i>		x				x	x				x		
<i>Negaprion</i>	x	x					x				?		
<i>Sphyrna</i>	x	x				x	x				?		
Myliobatiformes													
<i>Dasyatis</i>	x					x	x					x	
<i>Aetobatis</i>	x					x	x						x
<i>Myliobatis</i>	x						x						x

Clave:

Profundidad:

sup=superficie
epi=epipelágico
mso=mesopelágico
bat=batipelágico

Temperatura:

temp=templada
cal=cálida

Dentición:

1=Sujetante
2=Desgarrante
3=Cortante-sujetante
4=Cortante
5=Aplastante
6=Moliente

Isistius Gill, 1864a es miembro de la familia Squalidae junto con *Centrophorus Müller y Henle, 1837* (Orden Squaliformes). Es importante mencionar que algunos autores, como Cappetta, colocan a esta especie como miembro de la familia Dalatiinae Gray, 1851.

El rango geológico de *Isistius* va del Paleoceno tardío al Reciente (Tabla IV) habiéndose encontrado restos fósiles en depósitos de Europa, Rusia y África del Norte. Actualmente este género se ha reportado para el Atlántico, Pacífico occidental y el Océano Índico. Actualmente no hay en estas aguas. La mayoría son batiales y raramente son encontrados en profundidades menores a 200 m, excepto por ciertas especies de *Squalus* que viven en la plataforma continental (Cappetta, 1987). Las especies actuales de este género son batipelágicas, comen peces e invertebrados y en muchas ocasiones son ectoparásitos.

Con lo que respecta a los squatiniiformes tenemos un registro muy pobre y que cae dentro del género *Squatina* Dumeril, 1806, siendo la especie indeterminada. El registro histórico de este género comprende del Jurásico tardío al Reciente (Tabla IV) y su amplia distribución en depósitos sedimentarios incluye a Europa, Rusia, Groenlandia, Norteamérica, África del Norte y Asia. Cappetta (1987) menciona que en nuestros días este género ocurre en todos los mares templados y tropicales del mundo, aunque Compagno (1984), en su catálogo de especies de tiburones de la FAO, reporta que la distribución de *Squatina* es en pequeñas regiones costeras de aguas templadas y frías, al menos para las especies del Pacífico. Sus hábitos son epi y

mesopelágicos y al parecer son oportunistas en cuanto a lo que alimentación se refiere. Para una mejor apreciación de todo esto último ver la Tabla V.

En cuanto a los lamniformes, que junto con los carcharhiniiformes constituyen los dos órdenes de tiburones más abundantes en Isla Cedros, se presentan cuatro familias y cinco géneros que contienen un total de siete especies; la primera de ellas es *Cetorhinus* sp. Blainville, 1816 (familia Cetorhininae) que es un organismo escasamente representado en el registro fósil de la formación.

Las especies del Oligoceno y del Mioceno son clásicamente asignadas a *Cetorhinus parvus* Leriche, 1908d, mientras que las del Plioceno son asignadas al reciente *C. maximus*. Su espectro temporal va del Eoceno al Reciente (Tabla IV) encontrándose en depósitos de Europa, Norteamérica y Japón. Actualmente se localiza en todos los mares templados del mundo (Cappetta, 1987).

El género actual tiene hábitos pelágicos, alcanza un gran tamaño (hasta 10m de longitud total) y se alimenta de plancton; vive tanto en aguas frías como templadas (Cappetta, 1987). Compagno (1984) reporta, adicionalmente a lo anterior, que es un tiburón netamente costero.

De la familia Lamnidae se tiene el registro de cuatro especies, *Isurus oxyrinchus*, *I. hastalis*, *I. planus* y *Carcharodon carcharias*.

Para el género *Isurus* Rafinesque, 1806a se reporta un rango geológico del Paleoceno tardío al Reciente (Tabla IV). Los lugares donde se han encontrado isúridos comprenden Europa, cercano y lejano Oriente, Africa Oriental y del Norte, Norte y Sudamérica y Australia (Cappetta, 1987).

Isurus oxyrinchus presenta un rango estratigráfico que va del Mioceno temprano al Reciente (Espinoza-Arrubarrena, 1987). Actualmente (ver Tabla V) esta especie tiene una amplia distribución encontrándose prácticamente en todas las latitudes (de los 58° Norte a los 68° Sur); es de hábitos epipelágicos y puede encontrarse tanto en aguas costeras como en oceánicas (Compagno, 1984).

Profundizando en las características de dentición de esta especie encontramos que *I. oxyrinchus* posee dientes de tipo desgarrante, observándose una función distinta entre los tipos de dientes que conforman la mandíbula, ya que unos perforan y sostienen y otros cortan y desgarran. De acuerdo a la morfología dental así como a las características de las dos especies vivientes de tiburón mako, *I. oxyrinchus* representa a un grupo de tiburones bien adaptados para predar sobre peces (Espinoza-Arrubarrena, 1987).

Por otra parte, *Isurus hastalis* es una especie extinta cuyo rango estratigráfico comprende del Mioceno temprano al Plioceno temprano (Tabla IV). Debido a su abundancia, tamaño y aspecto horrorizante, sin duda *I. hastalis* ha sido estudiado y reportado más que cualquier otra especie de isúrido del Neogeno (Espinoza-Arrubarrena, 1987). Cappetta (1987) también hace mención a este organismo diciendo “esta especie del Mioceno está ampliamente distribuida en Europa, en Norte y Sudamérica, Africa y Australia”. Por su parte Kemp (1991) cita que hay más dientes de *I. hastalis* en las colecciones (del Museo de Victoria, Australia) que de cualquier otro grupo de elasmobranquios combinados; pudiendo reflejar la abundancia relativa de esta especie en los mares del Terciario superior, o bien que

sea el reflejo de que los colectores vean y recojan los dientes más grandes y más llamativos.

Esta especie de isúrido es la que posee los dientes más grandes de este género, siendo éstos del tipo cortante-sujetante, y por lo tanto, magníficos para predar sobre grandes animales, como los mamíferos marinos (Espinoza-Arrubarrena, 1987). A pesar de no haberse encontrado registros sobre las profundidades en que este tiburón habitaba, se puede pensar, gracias a su tipo de dieta, que era principalmente epipelágico; además, el tiburón blanco *C. carcharias*, que comparte grandes similitudes con él, también lo es.

El último isúrido presente en el depósito es *I. planus*, reportado para el Mioceno de California y Japón (Cappetta, 1987). Este es el segundo isúrido en abundancia en el depósito.

Sus dientes forman una hoja cortante completa, convirtiendo a estos organismos en magníficos predadores y carroñeros que oportunísticamente pueden explotar su ambiente (Espinoza-Arrubarrena, 1987).

No hay representantes actuales de este tipo de isúridos por lo que la información acerca de sus hábitos se toma del tiburón tigre *Galeocerdo* Müller y Henle, 1838a, que tiene el mismo tipo de dientes (más adelante se hablará acerca de *Galeocerdo*).

El siguiente y último miembro de esta familia es *Carcharodon carcharias* Linnaeus, 1758 o tiburón blanco. Este gran predador es el organismo más abundante

en toda la tanatocenosis encontrada en la Formación Almejas inferior (ver comentarios acerca de la “mayor abundancia” en la parte de resultados).

Para *Carcharodon carcharias* se tiene un registro temporal que va del Mioceno temprano al Reciente. Se ha reportado para depósitos de Europa, Norte y Sudamérica, África Occidental y Oriental así como en el Lejano Oriente; además, se menciona que la especie del Plioceno es prácticamente idéntica a la especie reciente de *Carcharodon carcharias* Linnaeus, 1758 (Cappetta, 1987).

Cappetta (1987) opina que el origen del *Carcharodon* a partir de *I. hastalis* es muy probable dadas las características anatómicas y funcionales que ambos comparten. También comenta que este género es muy abundante sólo desde el Plioceno, cuando su distribución geográfica llega a ser muy abundante.

El tiburón blanco actual tiene una distribución prácticamente global y puede ser encontrado uniformemente a lo largo y ancho del océano Pacífico (Tabla V). Es un tiburón de hábitos epipelágicos cuyo hábitat es principalmente costero aunque ocurre también en aguas oceánicas (Compagno, 1984).

El mejor representante actual del tipo de dientes cortante-sujetante es *C. carcharias*, y el mejor representante fósil es *I. hastalis* (Espinoza-Arrubarrena, 1987). Estos tiburones son los mejores ejemplos de predadores de mamíferos marinos.

En la familia Otodontidae se encuentra sólo *Carcharocles megalodon*, aunque algunos autores colocan también aquí al tiburón blanco *Carcharodon carcharias* y nombran al primero *Carcharodon megalodon*; de cualquier manera este interesante

tema no es objeto de discusión en este trabajo, por lo que se recomienda a cualquier interesado en el tema recurrir a las fuentes bibliográficas que se han estado citando.

Carcharocles megalodon tiene un rango temporal que comprende del Eoceno medio al Plioceno. Durante el Mioceno y Plioceno uno se encuentra principalmente *C. megalodon*, el cual a causa de sus grandes dientes ha sido ampliamente reportado. Se han encontrado restos de este impresionante tiburón en Europa, Norte y Sudamérica, Africa del Norte y Occidental, Australia, India y Japón (Cappetta, 1987). Sus hábitos también pueden ser inferidos a partir de su dentición, ya que por poseer dientes cortante-sujetante (además de tener un gran tamaño corporal) se espera que este tipo de predador ataque principalmente a mamíferos marinos y que sus hábitos sean principalmente epipelágicos, ya que es en esta zona donde se encuentra el hábitat de la mayoría de los mamíferos marinos constituyentes de su dieta.

Odontaspis Agassiz, 1838 (familia Odontaspidae) tiene un rango estratigráfico que abarca del Cretácico tardío al Reciente (Tabla IV) y se tienen reportes para localidades de Europa, Norteamérica y Africa del Norte y Occidental.

Actualmente se encuentra distribuido en aguas profundas, meso y batipelágicas (generalmente en el fondo), tropicales y templadas del Atlántico Nororiental, partes del Pacífico, Océano Indico y en el Mediterráneo. *Odontaspis* presenta dientes desgarrantes y cortantes (Cappetta, 1987), especializados para comer peces e invertebrados de aguas profundas.

Del orden Carcharhiniformes se tienen representantes de tres familias, Hemigaleidae, Carcharhinidae y Sphyrnidae que abarcan a su vez a cinco géneros y a diez especies (ver apéndice A).

De la familia Hemigaleidae solamente se ha registrado un diente de *Hemipristis serra*, que es una especie que existió del Eoceno medio al Pleistoceno en depósitos sedimentarios de Europa, Norte y Sudamérica, Africa del Norte y Occidental, India e Indonesia (Cappetta, 1987).

Ampliamente distribuido durante el Mioceno, este género se localiza ahora en el Océano Indico donde vive en aguas costeras cálidas y no muy profundas (Cappetta, 1987). Debe subrayarse que *H. serra* es particularmente abundante en depósitos neríticos que contienen fauna de aguas cálidas, mientras que es escaso en depósitos más norteños, como aquellos de Holanda y Bélgica, donde persistió hasta el Plioceno (Ceuster, 1976 en Cappetta, 1987).

Compagno reporta actualmente que especies de este mismo género son de hábitos pelágicos además de tener un amplio rango latitudinal e incluir en su dieta a otros tiburones, peces y rayas (Tabla V).

Es interesante comentar que recientemente Compagno (1984) coloca al género actual de *Dirrhizodon* Klunzinger, 1871 como sinónimo de *Hemipristis* Agassiz, 1843b.

La siguiente familia de este orden es la Carcharhinidae, que es además la más diversa y junto con la Lamnidae, la que presenta las especies más abundantes para la

Formación Almejas inferior. Esta familia incluye a varios géneros actuales, por lo que la información arrojada por estas especies es exacta.

El género *Carcharhinus* Blainville, 1816 llegó a ser abundante durante el Mioceno y el Plioceno, constituyendo uno de los elementos principales de faunas neríticas. Su rango estratigráfico comprende del Eoceno medio al Reciente, encontrándose en localidades prácticamente de todo el mundo, Europa, Norteamérica, África del Norte y Occidental, Australia, Japón, Nueva Zelanda e India (Tabla IV). En nuestros días ocurre en todos los mares templados y tropicales del mundo (Cappetta, 1987).

A *Carcharhinus limbatus* Valenciennes, 1839 lo tomaremos como el primer miembro de dicha familia debido a que es el carcharhínido más abundante.

Esta especie se distribuye predominantemente en mares tropicales y estacionalmente en regiones templadas. A pesar de que la mayoría de los reportes son de líneas de costa, también está presente en varias islas oceánicas y ocasionalmente algunos especímenes se han capturado en lugares lejanos mar adentro. A pesar de esto último este tiburón no es una especie verdaderamente oceánica (Garrick, 1982).

En el Pacífico Este *C. limbatus* se distribuye geográficamente desde San Diego hasta las costas de Ecuador y Perú, incluyendo las islas Tres Marías, Revillagigedo, Clipperton y las Galápagos (Garrick, 1982). Adicionalmente a esto, Compagno reporta en 1984 que este carcharhínido es un organismo epipelágico que normalmente se encuentra entre los cero y los treinta metros de profundidad. Su alimento incluye peces, tiburones, invertebrados y rayas (Tabla V).

Carcharhinus leucas Valenciennes, 1839 tiene una distribución global, principalmente en regiones tropicales y subtropicales pero extendiéndose también a aguas templadas. Es una especie esencialmente costera y frecuentemente encontrada en aguas salobres y hasta en agua dulce de ríos y lagos. Es un organismo omnívoro (Garrick, 1982). Su distribución en el Pacífico oriental abarca del sur de la península de Baja California y el Golfo de California hasta las aguas de Ecuador.

Otra especie presente es *Carcharhinus altimus* Springer, 1950. Su distribución geográfica comprende, en el Pacífico oriental, desde el Golfo de California hasta las costas de Colombia y Ecuador incluyendo las islas Revillagigedo. En general se encuentra en profundidades de entre 90 y 360 m aunque en ocasiones se ubica entre los 10 y los 20 m de profundidad (Garrick, 1982). Por otro lado Compagno (1984) reporta que esta especie es predominantemente de aguas tropicales y subtropicales (Tabla V), con un rango de profundidades que va de los 90 a los 430 m además de vivir por lo general en el fondo, pudiéndose considerar entonces como un buen indicador batimétrico. Su dieta, en general, se basa en tiburón, pescado y rayas.

De *C. galapagensis* Snodgrass y Heller, 1905 sólo se han encontrado algunos dientes durante la restauración de otro ejemplar (LGB 3392).

C. galapagensis ocurre en forma dispersa pero ampliamente distribuida, virtualmente en forma circunglobal en zonas tropicales cálido-templadas, con la inusual característica de que está, en general, asociado a islas oceánicas. Su rango latitudinal abarca de las islas Revillagigedo a las Islas Galápagos, incluyendo las

Clipperton, Cocos, Malpelo y algunas localidades de mar abierto del Sur de Baja California (Garrick, 1982).

Compagno reporta en 1984 que esta especie es de aguas tropicales, que vive en tirantes de agua desde los 2 hasta 180 m en zonas costeras y encerradas, aunque puede viajar kilómetros para ir de isla en isla. Comen peces, cefalópodos y en ocasiones basura.

Los otros dos géneros integrantes de esta familia son *Galeocerdo* Müller y Henle, 1837 y *Negaprion* Whitley, 1940 estando escasamente representados en el depósito.

Galeocerdo es un género cuyo rango geológico empieza en el Eoceno temprano y continúa hasta nuestros días (Tabla IV). Se han encontrado restos de este tiburón en localidades europeas, de Norte y Sudamérica; del norte, sur y oeste de Africa, de las Islas Célebes, India y Japón. Actualmente se encuentra en todos los mares tropicales y templados del mundo. *Galeocerdo aduncus* se presenta en el Mioceno y Plioceno de Suiza, Estados Unidos y otras localidades (Cappetta, 1987).

G. cuvier es la especie de este género que actualmente habita la aguas del Pacífico, teniendo una distribución predominantemente costera en aguas templadas y tropicales. Sus hábitos son epipelágicos (Compagno, 1984).

Como se dijo anteriormente *Galeocerdo* comparte características dentales con *I. planus*, ya que esta especie también tiene una dentición de tipo cortante. El *Galeocerdo* es oportunístico y no especializado; además de carroña come peces

óseos, elasmobranquios y mamíferos marinos. Este organismo es el que come mas reptiles marinos (Espinoza-Arrubarrena, 1987).

El género *Galeocerdo* pudo haber sustituido a *I. planus*, ya que este último desaparece aproximadamente en el Plioceno temprano y el primero aparece en el Plioceno medio (Espinoza-Arrubarrena, 1987).

Negaprion fronto es la última especie de esta familia, aunque hay que hacer notar que los restos hasta ahora encontrados correspondientes a este organismo al parecer corresponden a la Formación Tortugas y no a la Almejas inferior. Este es un caso común entre varias piezas (de tiburones) de la colección, ya que algunos lugares de colecta corresponden exactamente al contacto entre las dos formaciones, teniéndose por lo tanto una mezcla entre ambas asociaciones fósiles.

El rango geológico de este género va del Eoceno medio al Reciente, con reportes de su presencia en localidades de Europa, Norte y Sudamérica y Africa del Oeste (Tabla IV). En nuestros días este género se ha reportado en aguas del Atlántico tropical y del Indopacífico (Cappetta, 1987). La especie actual *N. acutidens* tiene hábitos costeros, donde siempre vive en el fondo a profundidades de 0 a 30 metros (Tabla V).

La familia Sphyrnidae es la última representante de este orden (Carcharhiniformes). Contiene a un género (*Sphyrna* Rafinesque, 1810) y éste a dos especies, *Sphyrna zygaena* Linnaeus, 1758 y otra indeterminada, *Sphyrna* sp.

El registro fósil de *S. zygaena* se tiene a partir del Mioceno temprano y persiste hasta nuestros días. Las principales localidades donde se han encontrado dientes de

esta especie se sitúan en Europa, Asia y Estados Unidos (Carolina del Norte). Actualmente ocurre principalmente en todos los mares templados y tropicales del mundo (Cappetta, 1987). Compagno (1984) menciona que esta especie vive en el fondo de aguas someras, por lo general de entre 0 y 20 metros. Su dieta consiste principalmente de peces, rayas, tiburones e invertebrados.

Nuestro siguiente paso dentro de este capítulo es hablar de las rayas (orden Myliobatiformes). Se tiene el registro, en la Colección Paleontológica de Referencia del Estado de Baja California, de varias piezas dentales correspondientes a tres especies indeterminadas de tres géneros distintos; dichas especies son *Dasyatis* sp. (Dasyatidae), *Aetobatus* sp. y *Myliobatis* sp. (Myliobatidae).

Cappetta (1987) reporta que los miembros de la familia Dasyatidae frecuentan aguas someras costeras además de ser especialmente abundantes en regiones tropicales y subtropicales. Tienen una dentición de tipo aplastante. *Dasyatis* Rafinesque, 1810 tiene un rango temporal que abarca del Cretácico tardío al Reciente, encontrándose en depósitos de Europa, Africa del Norte y Occidental, Norteamérica y Asia..

Actualmente, la mayoría de los géneros de la familia Myliobatidae se encuentran en mares de templados a cálidos, especialmente en aguas someras Cappetta (1987).

Aetobatus Blainville, 1816, presenta un registro geológico comprendido entre el Paleoceno tardío y nuestros días. Los principales lugares donde se han encontrado fósiles de esta especie son Europa, Africa del Norte y Occidental y Norteamérica.

Ahora este género se ha capturado en aguas del Atlántico tropical y subtropical así como en el Indopacífico; su dentición es de tipo moliente (Cappetta, 1987).

Con *Myliobatis* Cuvier, 1817 se terminan los miembros que constituyen a la fauna selácea. Este género tiene un rango temporal que va del Paleoceno temprano al Reciente, incluyendo localidades de Europa, Africa del Norte y Occidental, Norte y Sudamérica, Asia y Australia. Actualmente ocurre en todos los mares cálidos del mundo. Al igual que *Aetobatus* sus dientes son molientes (Cappetta, 1987).

Durante el Mioceno el género ocurre prácticamente en todos los depósitos de aguas someras, pero permanece escaso en las regiones septentrionales. Las especies del Mioceno son difícilmente distinguibles de las actuales (Cappetta, 1987).

Como hemos visto, las cinco especies más abundantes (o al menos los restos fósiles más abundantes) en el depósito, *Carcharodon carcharias*, *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus leucas*, *Isurus hastalis* y *Carcharocles megalodon*, (sin incluir a *Raja* y *Mustelus*), son en general excelentes predadores, principalmente de mamíferos marinos, peces y otros tiburones.

Como se muestra en la Tabla V y VI, la mayoría de las especies de tiburones encontradas en la tanatocenosis son de aguas medias, refiriéndonos con esto a que la profundidad más usual dentro de su rango vertical oscila entre los 50 y 100 m. Sólo el caso de *C. limbatus* es el que se sale de este patrón ya que está reportado para aguas someras; pero de todas formas, recordemos que las especies de aguas muy someras no son tan buenas indicadoras batimétricas cuando existe algún tipo de corriente litoral, ya que muchas veces puede existir transporte desde la zona

originaria de depósito, hacia mar más profundo. Además es importante recordar que en Cedros encontramos que la posición que los organismos guardaban dentro del depósito sedimentario, indica claramente una corriente litoral con dos direcciones preferenciales, tanto a lo largo de la línea de costa, como perpendicular a ésta (Hernández-Rosado y Aranda-Manteca, 1995).

Con respecto a las especies de aguas profundas se tienen registradas tan sólo dos, *Carcharhinus altimus* y *Hexanchus* sp.. Compagno (1984) reporta que el rango vertical de vida de *C. altimus* va de los 90 a los 430 m, entrando también, aunque no tan claramente como las otras especies, dentro de las aguas medias (o sea, de los 50 a 100 m). *Hexanchus*, por su parte, es una especie que como se mencionó anteriormente es de hábitos epi y meso pelágicos, además de vivir en el fondo (al menos algunas especies, ver Tabla V y VI). Con esto tenemos que es una especie que se desempeña como mejor indicador de profundidad, ya que por lo general es extraño que suceda el fenómeno opuesto al descrito en el párrafo anterior para las especies de aguas someras. Los rangos reportados para las especies actuales son de entre 0 a 1875 m para *H. griseus*, y de 90 a 600 m para *H. vitulus*, pudiendo ser la profundidad del depósito cualquiera entre dichos rangos (ya que vive en el fondo).

Por último es importante comentar que una rectificación y/o ratificación de varias especies de condriictios está siendo llevada a cabo, ya que en ciertos casos existen algunas discrepancias en cuanto a identificación. Los resultados que estas revisiones arrojen serán dados a conocer posteriormente.

7.2 Fauna Osteictia.

Lo primero a mencionar en esta sección es que a pesar de ser este grupo faunístico el más extenso y diverso de todos los grupos de vertebrados, es de los que ofrecen mayor dificultad para su estudio. Esto lo podemos referir tanto por las características de su colección en campo (y de lo cual ya se hizo mención en la parte de resultados); su identificación, que generalmente llega sólo a niveles taxonómicos poco específicos (comúnmente a familia u orden), y a su análisis y trabajo de gabinete, ya que la bibliografía del tema es muy abundante y específica en algunos casos (o para algunos grupos) y muy escasa para otros, particularmente en el caso de peces fósiles. Es por esta causa que la discusión que aquí se ofrece sobre el tema sea muy general y principalmente a nivel de familia.

La primera familia a ser tratada (apéndice A) es la Clupeidae, o sea, las sardinas. Los más de doscientos integrantes de esta familia habitan en agua dulce, estuarios y en el océano en aguas de la plataforma continental (Robins, *et al*, 1991b). En Norteamérica, las especies actuales de clupeidos se distribuyen principalmente en aguas atlánticas, en ríos y lagos; de hecho, sólo poco más de un par de especies son de aguas del Pacífico (ver Robins, *et al*, 1991).

La mayoría de estos peces forman escuelas o cardúmenes que constituyen una fuente de alimento básica para predadores, sean estos otros peces, aves y mamíferos marinos. Usualmente habitan aguas costeras de mares tropicales y/o templados, aunque algunos son abundantes en aguas un tanto frías. Por último, es importante mencionar que estos organismos se alimentan de plancton (Burgess y Axelrod, 1984).

En la familia Salmonidae (salmones) tenemos a uno de los pocos organismos identificados hasta nivel genérico *Oncorhynchus* cf. *O. rastrosus*.

Muchos de los miembros de esta familia son anádromos, gastando parte de su vida en el mar y regresando después al agua dulce, donde todas las especies desovan. Las características de estos peces varían mucho de especie a especie y, en general, existe desacuerdo en el *status* de varias especies y géneros (Robins, *et al*, 1991b).

Actualmente la mayoría de las especies que habitan Norteamérica viven en agua dulce y otras tantas en el Atlántico. De las 39 especies de salmones que Robins, *et al*, reporta en 1991, 10 son de aguas del Pacífico y de ellas 7 son del género *Oncorhynchus*. Miller y Lea (1972) reportan que sólo dos especies de *Oncorhynchus* viven actualmente en aguas mexicanas, siendo ellas *O. kisutch* y *O. gairdnerii*; las demás especies viven en aguas más septentrionales y por lo tanto en condiciones climatológicas un tanto más frías.

En general los salmónidos no se conocen en depósitos anteriores al Terciario, y en particular, el género *Oncorhynchus* posee un registro fósil que va del Plioceno al Reciente (Carrol, 1988). El reporte de este organismo en Isla Cedros es el primer registro de la especie en México (Stewart, com. pers., 1994), y al parecer el más meridional también.

La siguiente familia a ser tratada es la Syngnathidae, que comprende a los peces pipa y a los caballitos de mar. Estos peces son predominantemente de aguas someras y ocurren en regiones tropicales y templadas donde haya abundante vegetación, particularmente pastos marinos. De los 34 géneros (con alrededor de 150

especies) de peces pipa y de los 2 géneros (con poco más de 12 especies) de caballitos de mar, sólo un caballito y alrededor de 15 o 16 especies de peces pipa ocurren en el Pacífico oriental (Burgess y Axelrod, 1984).

Por parte de la numerosa familia Cottidae (peces roca) tenemos que comprende alrededor de 300 especies de organismos de fondo. Su distribución es circumboreal, habitando aguas marinas, salobres y hasta dulces (Burgess y Axelrod, 1984).

Los críos de estos peces se alimentan de copépodos, otros crustáceos y sus larvas. La alimentación en individuos mayores consiste principalmente de crustáceos, peces y de moluscos en menor cantidad. La presencia de estos organismos en aguas someras y generalmente rocosas es común (Burgess y Axelrod, 1984).

De todas las especies de cótidos que reporta Robins, *et al* (1991), ocho pertenecen al género *Icelinus*, siendo todas ellas habitantes de las aguas del Pacífico del este. Por su parte, Miller y Lea (1972) reportan a siete especies de *Icelinus* para las aguas de California, de las cuales, cuatro se pueden encontrar en las aguas tropicales de la Baja California meridional. Sus rangos de profundidad abarcan todo tipo de aguas (10 a 400 mts).

Antes de hablar de la siguiente familia haremos mención del grupo en el cual están incluidas la mayor parte de las familias que nos quedan por tratar. Nos referimos al orden Perciformes.

Tomando en cuenta la forma en la que actualmente se clasifica, los Perciformes poseen el mayor número de especies que cualquier otro orden de

especies) de peces pipa y de los 2 géneros (con poco más de 12 especies) de caballitos de mar, sólo un caballito y alrededor de 15 o 16 especies de peces pipa ocurren en el Pacífico oriental (Burgess y Axelrod, 1984).

Por parte de la numerosa familia Cottidae (peces roca) tenemos que comprende alrededor de 300 especies de organismos de fondo. Su distribución es circumboreal, habitando aguas marinas, salobres y hasta dulces (Burgess y Axelrod, 1984).

Los críos de estos peces se alimentan de copépodos, otros crustáceos y sus larvas. La alimentación en individuos mayores consiste principalmente de crustáceos, peces y de moluscos en menor cantidad. La presencia de estos organismos en aguas someras y generalmente rocosas es común (Burgess y Axelrod, 1984).

De todas las especies de cótidos que reporta Robins, *et al* (1991), ocho pertenecen al género *Icelinus*, siendo todas ellas habitantes de las aguas del Pacífico del este. Por su parte, Miller y Lea (1972) reportan a siete especies de *Icelinus* para las aguas de California, de las cuales, cuatro se pueden encontrar en las aguas tropicales de la Baja California meridional. Sus rangos de profundidad abarcan todo tipo de aguas (10 a 400 mts).

Antes de hablar de la siguiente familia haremos mención del grupo en el cual están incluidas la mayor parte de las familias que nos quedan por tratar. Nos referimos al orden Perciformes.

Tomando en cuenta la forma en la que actualmente se clasifica, los Perciformes poseen el mayor número de especies que cualquier otro orden de

vertebrados (alrededor de 7,800 especies agrupadas en 150 familias) y muestran la mayor diversidad morfológica. Se entiende que los Perciformes incluyen a todos los acantopterigios avanzados que no pertenezcan a los órdenes Scorpaeniformes, Tetraodontiformes, Pleuronectiformes, Synbranchiformes y Channiformes. Ejemplos de géneros actuales de Perciformes incluyen peces muy especializados como el atún, las barracudas, el pez espada y las rémoras (Carroll, 1988).

La primera familia dentro de este orden es la Anarhichadidae o Anarhichatidae (para discusiones acerca del uso de cualquiera de estos nombres ver Robins, *et al*, 1991, y el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica) y presenta al género *Anarrhichtys*.

Existen alrededor de nueve especies en esta familia, todas habitantes del hemisferio norte y sólo un par de ellas en el Pacífico oriental. Son peces de fondo que viven en aguas profundas y que se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos y peces en menor cantidad (Burgess y Axelrod, 1984).

Miller y Lea (1972) reportan a *Anarrhichtys ocelatus* como la única especie de morena que vive en las aguas californianas, teniendo un rango batimétrico que va de la zona intermareal a los 130 m. Su distribución geográfica abarca de San Diego a Alaska y el mar del Japón, aunque buzos mexicanos lo han visto en aguas del norte de Baja California.

Este podría ser el primer registro fósil de este género (Stewart, com. pers., 1994).

De la familia Serranidae tenemos a un representante que es *Stereolepis* sp. Esta es una familia grande que contiene alrededor de 350 especies de peces de aguas tropicales y templadas (Robins, *et al*, 1991b).

Es conveniente aclarar que esta familia está bajo revisión taxonómica, por lo que dependiendo el autor se puede encontrar a *Stereolepis* bajo el nombre de esta familia (como en el caso de Miller y Lea, 1972) o dentro de la familia Percichthyidae (como en Robins, *et al*, 1991).

Miller y Lea (1972) reportan un rango geográfico para la única especie de este género (al menos en el Pacífico oriental), *Stereolepis gigas*, que abarca del Golfo de California a la Bahía de Humbolt, incluyendo la Isla Guadalupe. Habita en profundidades que van de los 6 a los 33m y puede alcanzar a pesar más de 200 Kg.

La familia Oplegnathidae (knifejaws) es un grupo de organismos marinos que se distribuyen en el Indo-Pacífico: Africa del Sur, Japón, la mitad sur de Australia (incluyendo Tasmania); el archipiélago de Hawaii, las Islas Galápagos y Perú. Esta familia sólo contiene un género, *Oplegnathus* (Nelson, 1994).

Los miembros de esta familia son comunes en zonas rocosas, llegando hasta 100m fuera de la costa. Se alimentan de invertebrados bentónicos. Aparentemente es un grupo antitropical que ocurre en Japón, Australia y en la costa oeste de Sudamérica. Se reportan tres especies, *Oplegnathus conwayi* Richardson, 1840 (Sudáfrica); *O. peaolopesi* Smith, 1946 (Mozambique y sureste de Africa) y *O. robinsoni* Regan, 1916 (en Sudáfrica y sureste de Africa) (Smith y Heemstra, 1986).

Otra familia representada en el depósito sedimentario de la Formación Almejas inferior es la Carangidae. Robins, *et al* (1991b) sólo indica que estos peces constituyen una de las familias más importantes de peces marinos de aguas templadas y tropicales. Miller y Lea (1972) reportan a 13 especies de carángidos en aguas californianas, pudiéndose encontrar casi a todas en latitudes más bajas; la mayoría son de aguas someras y/o epipelágicos.

Semicossyphus cf. *S. pulcher* Ayres (1854) es el representante de la familia Labridae. Esta es una cuantiosa familia de peces marinos tropicales (algunos pueden ser encontrados en aguas templadas) que comprende más o menos 400 especies incluidas en poco más de 50 géneros (Burgess y Axelrod, 1984).

Semicossyphus pulcher (California sheephead) crece a un tamaño considerable (cerca de un metro) y su alimentación consiste de erizo, langosta, cangrejo y moluscos que son aplastados y molidos con la dentadura especializada que posee, principalmente en la parte posterior de la boca. Esta especie vive predominantemente en fondos rocosos y alrededor de bosques de algas (Burgess y Axelrod, 1984).

Vale la pena comentar que Miller y Lea (1972) nombran al “California sheephead” como *Pimelometopon pulchrum* en lugar de *S. pulcher* (los dos en la familia Labridae), pero *Semicossyphus* Günther 1861, tiene prioridad (ver Eschmeyer, 1990) sobre *Pimelometopon* Gill 1864. Ya que la especie tipo de *Pimelometopon* era *Labrus pulcher* Ayres 1854, la forma correcta de referir el nombre de este pez es *Semicossyphus pulcher* Ayres (1854).

El siguiente grupo a considerar sería la familia Gempylidae, que al igual que otros grupos que hemos mencionado, su posición taxonómica está en discusión y algunos autores la incluyen junto con la Trichiuridae en una sola nombrada igual que la última (consultar Robins, *et al*, 1991b y el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica); pero al parecer una mejor clasificación del ejemplar encontrado en Cedros sería la que a continuación se explica.

“Los géneros fósiles *Thyrsoctes*, *Zaphleges* y *Zaphlegulus* forman una familia separada y evidentemente extinta, la Zaphlegidae. Esta familia no muestra una relación cercana con los Sombriiformes; está muy relacionada con la Gempylidae, pero se distingue de ella por la ausencia de caninos, y especialmente por la estructura y posición de las aletas verticales. Parece lógico el colocar a la familia Zaphlegidae como una familia separada dentro de los Trichiuriformes” (David, 1943).

David (1943) menciona que esta familia no era capaz de llevar una vida pelágica en la forma en que los scombridos lo hacen actualmente (a pesar de poseer algunas características anatómicas similares). Lo más probable es que hayan pertenecido a la fauna bentónica de mar abierto. Sin embargo, existen algunas diferencias entre los géneros que constituyen esta familia, ya que *Thyrsoctes* tenía al parecer hábitos un tanto distintos. Por medio de contenidos estomacales fósiles, se ha visto que los miembros de esta familia eran animales voraces (a causa de las características dentales que presentan) que predaban sobre cardúmenes de peces (posiblemente los tragaban); de todas formas los peces de la familia Gempylidae son (tal vez) más voraces aún.

La razón por la cual esta familia se extinguió probablemente sea que no soportó el enfriamiento de las aguas que se tuvo durante el Mioceno, ya que al parecer esta era una familia que prefería las aguas cálidas, así como en la actualidad la familia Gempylidae ocupa regiones de Norte y Centroamérica (ver David, 1943).

La familia Gempylidae contiene a organismos que son en su totalidad predadores, con hábitos pelágicos o mesopelágicos y que son fuertes nadadores (Robins, *et al*, 1991b).

Stewart (com. pers., 1994) reporta que todos los registros anteriores de *Thyrsocles kriegeri* Jordan y Gilbert (1919), (Gempylidae) son de California, y que el espécimen de Isla de Cedros es el primero de esta especie en México. Por otra parte Carroll (1988) hace mención que este género está reportado para el Mioceno de Norteamérica.

Con respecto a la familia Scombridae, que incluye a los túnidos (macarela y atún), Robins, *et al* (1991b) indica que los miembros de esta familia ocurren principalmente en aguas tropicales y cálido-templadas. La mayoría son marinos.

De las especies que habitan las aguas de California todas tienen hábitos pelágicos y epipelágicos, pudiendo encontrar a la mayoría en Baja California y latitudes más sureñas y, por lo tanto, de aguas más cálidas (ver Miller y Lea, 1972).

La última familia del orden Perciformes (ver apéndice A) es la Istiophoridae (marlin). Dentro de esta familia se reportan siete especies para Norteamérica, de las cuales, tres son de aguas del Pacífico, dos ocurren en ambos océanos, y una más es atlántica (Robins, *et al*, 1991). Miller y Lea (1972) reportan a cinco especies de esta

La razón por la cual esta familia se extinguió probablemente sea que no soportó el enfriamiento de las aguas que se tuvo durante el Mioceno, ya que al parecer esta era una familia que prefería las aguas cálidas, así como en la actualidad la familia Gempylidae ocupa regiones de Norte y Centroamérica (ver David, 1943).

La familia Gempylidae contiene a organismos que son en su totalidad predadores, con hábitos pelágicos o mesopelágicos y que son fuertes nadadores (Robins, *et al*, 1991b).

Stewart (com. pers., 1994) reporta que todos los registros anteriores de *Thyrsocles kriegeri* Jordan y Gilbert (1919), (Gempylidae) son de California, y que el espécimen de Isla de Cedros es el primero de esta especie en México. Por otra parte Carroll (1988) hace mención que este género está reportado para el Mioceno de Norteamérica.

Con respecto a la familia Scombridae, que incluye a los túnidos (macarela y atún), Robins, *et al* (1991b) indica que los miembros de esta familia ocurren principalmente en aguas tropicales y cálido-templadas. La mayoría son marinos.

De las especies que habitan las aguas de California todas tienen hábitos pelágicos y epipelágicos, pudiendo encontrar a la mayoría en Baja California y latitudes más sureñas y, por lo tanto, de aguas más cálidas (ver Miller y Lea, 1972).

La última familia del orden Perciformes (ver apéndice A) es la Istiophoridae (marlin). Dentro de esta familia se reportan siete especies para Norteamérica, de las cuales, tres son de aguas del Pacífico, dos ocurren en ambos océanos, y una más es atlántica (Robins, *et al*, 1991). Miller y Lea (1972) reportan a cinco especies de esta

familia, todas de aguas tropicales, todas presentes en las costas de Baja California y todas de hábitos epipelágicos.

De la familia Bothidae tenemos a un ejemplar en la fauna de la Formación Almejas inferior, *Paralichthys* cf. *P. californicus*. Los miembros de esta familia son peces planos (lenguados) que presentan sus dos ojos del lado izquierdo del cuerpo. Estos organismos son en general pequeños o de tamaño moderado (más o menos 30 cm). Normalmente se entierran en la arena del fondo para no ser detectados por los predadores. Su alimento comprende principalmente crustáceos y otros peces (Burgess y Axelrod, 1984).

Se reportan seis especies de lenguados (Bothidae) para las costas de Baja California, de las cuales, cuatro son de aguas medias (de la superficie hasta alrededor de 100 m) y dos alcanzan profundidades mayores a los 400 m. En el caso de *Paralichthys californicus* tenemos que es una especie que se distribuye de Bahía Magdalena, Baja California, México., a Quillayute River, British Columbia, Canadá, existiendo además, una población aislada en el Golfo de California. Llega a tener 1.5 m de longitud y su distribución batimétrica va de la superficie a los 100 m (Miller y Lea, 1972). Por último Carroll (1988) indica que este género ha sido reportado para el Mioceno de Norteamérica.

La última familia de peces presente en el depósito es la Diodontidae. A esta familia muchas veces se le incluye en la Tetraodontidae junto con otras familias (ver Robins, *et al*, 1991). Se considera como una familia pequeña (contiene menos de dos docenas de especies) con distribución circuntropical; normalmente sus miembros se

encuentran cerca de la costa a pesar de que algunos son pelágicos (Burgess y Axelrod, 1984).

Miller y Lea (1972) reportan sólo dos especies para estas aguas, *Chilomycterus affinis* y *Diodon hystrix*, encontrándose ambas en aguas someras protegidas.

7.3 Avifauna.

Con lo que respecta a la avifauna diremos en primer lugar que la información existente hasta ahora con respecto a este grupo es la misma que data desde 1971, año en que fueron descritos los restos óseos de las aves encontradas en Isla Cedros en la década de los 60's. Con los fósiles obtenidos en las campañas de 1992 y 1993 (y hasta la de 1994) a lo más que se ha llegado es a su limpieza y curación, siendo la completa identificación y clasificación taxonómica todavía una tarea para futuros trabajos de investigación. Además, cabe mencionar que los restos de aves colectados en dichas campañas (incluyendo la de 1994) conforman un grupo muy reducido en número y llegan tan sólo a poco más de 10 reportes de campo. Esto último muy probablemente se deba a que por su tamaño los fósiles de aves, así como de otros organismos pequeños, sufran una subestimación en número al no ser detectados durante la prospección. Un análisis completo a este respecto puede ser encontrado en Behrensmeyer y Hill, 1980.

Como se dijo anteriormente, el orden con más representantes es el Charadriiformes, que cuenta con cuatro especies de aves, la mayoría de la familia

Alcidae *Cerorhinca minor*, *Synthliboramphus* sp., *Mancalla cedrosensis* y sólo *Megapaloelodus opsigonus* de la Phoenicopteridae.

Exceptuando a los mancálidos (que no tienen la capacidad de volar), los álcidos son raros en el registro fósil de California (Howard, 1968); tanto, que al menos hasta la década de los 70's sólo tres especies (el número de géneros es mayor) estaban reportadas para el Mioceno y Plioceno de California: *Aethia rossmoori* Howard, 1968, del Mioceno tardío de Laguna Hills; *Brachyramphus pliocenus* Howard, 1949, del Plioceno tardío de la Formación San Diego y *Cerorhinca dubia* Miller, 1925, del Mioceno tardío de Lompoc, Santa Bárbara, siendo *Cerorhinca minor* Howard, 1971, del Mioceno tardío de Isla Cedros, la cuarta especie reportada para la época, ampliando además el rango geográfico del género. Fue hasta 1981 que se incorpora otra especie a esta familia, *Uria brodkorbi* Howard, 1981, de la Formación Sisquoc correspondiente al Mioeno tardío (Howard, 1981). En 1982 Howard reporta dos nuevas especies, *Uria paleohesperis* y *Cepphus olsoni* para la Formación San Mateo (San Luis Rey River Local Fauna), del Mioceno tardío. *Alcodes* aff. *A. ulnulus* Howard, 1968 es una especie originalmente descrita por Howard en 1968 y que se clasificó dentro de los mancálidos por ser un ave sin vuelo; ya en 1987 (Howard y Barnes, 1987) se reacomoda y se pasa a la familia Alcidae. No se encontró ningún otro registro posterior a esta información.

En nuestro caso *Mancalla cedrosensis*, Howard, 1971 es la especie más abundante dentro del depósito de la Formación Almejas inferior. Olson (1985) comenta que “las aves marinas más abundantes y más conocidas del Terciario del Pacífico oriental son los mancálidos. Estas aves no tenían la capacidad de vuelo y

eran 'paralelos' a los pingüinos en sus adaptaciones para nadar impulsándose con sus alas, exceptuando que ellos eran aún más especializados". Esto se evidencia en el hecho de que los mancálidos son las aves fósiles más abundantes y de mayor distribución en los depósitos miocénico-pliocénicos de California.

Si observamos a los representantes actuales de esta familia tenemos que "los álcidos modernos son aves pelágicas que bucean propulsándose por medio de sus alas y que están confinadas al hemisferio norte" (Olson, 1985); ratificándolo la información dada por Van Tyne y Berger (1975) y Udvardy (1977) añadiendo que dichos organismos están relacionados también con zonas costeras. En cuanto a hábitos alimenticios se reporta que su fuente principal de alimento es el pescado, algunos crustáceos, moluscos, algas y gusanos (ver Tabla III), dándonos idea que viven cerca de la costa y en relación a mantos algales, donde además de poder comer directamente sobre algunas algas pueden preñar sobre los pequeños moluscos y crustáceos que viven o se protegen en ellas.

En general su anidación es gregaria y la realizan en salientes rocosas o bien en madrigueras, sin emplear en éstas últimas material para hacer el nido (o muy poco de él), pudiendo por lo tanto decir que los organismos encontrados en el depósito sedimentario necesitaron de la cercanía de una costa que tuviera por lo menos algunas partes rocosas; enfatizando esto *M. cedrosensis*, que por ser un ave sin la capacidad de vuelo necesitaba forzosamente de una costa accesible.

Con lo que respecta a *Megapaloelodus opsignus* Brodkorb, 1961, que pertenece también al orden Charadriiformes, tiene una posición más o menos

indefinida a nivel familia, ya que Howard lo coloca en la familia fósil Palaelodidae y Olson en la familia Phoenicopteridae, mencionando que “*Paloelodus* y *Megapaloelodus* han sido comúnmente separados en sus propias familias, pero quedan incluidos de mejor forma dentro de la Phoenicopteridae”; pero esta discrepancia no es tema de discusión para el presente trabajo, por lo que solamente se recomienda al que esté interesado en las relaciones sistemáticas y taxonómicas de esta familia consultar a Olson (1985), Olson y Feduccia (1980a) y Howard (1971 y 1983).

Especies extintas de flamings del tipo actual son conocidas del Plioceno y Pleistoceno de Norteamérica y México y del Mioceno al Pleistoceno de Australia, donde los flamings actualmente ya no existen, a pesar de haber sido muy diversos en el pasado (Rich y Van Tets, 1982). Varias especies grandes que caen dentro del género *Megapaloelodus* se conocen de depósitos del Mioceno temprano al Plioceno temprano de Norteamérica y una o dos especies más del Aquitaniano de Francia (Olson, 1985). Ver Tabla II.

Para las especies actuales que pertenecen a esta familia se reporta que viven en forma gregaria en lagunas someras y lagos de aguas semitropicales. Los hábitos alimenticios de los flamings actuales incluyen principalmente moluscos, crustáceos, insectos y pescado (Tabla III). Como vemos, estos organismos representan forzosamente un hábitat costero de clima cálido; aunque también es importante hacer notar que algunas especies de este grupo son migratorias, por lo que no es completamente necesario que se cumplan todas las características generales citadas

para este tipo de organismos. Como información adicional, Van Tyne y Berger (1975) mencionan que los flamings se reproducen dentro de colonias y que hacen nidos con lodo en forma cónica en planicies lagunares lodosas.

Del orden Pelecaniformes sólo tenemos a un representante que es *Morus* sp. (familia Sulidae) y que al menos no presenta problemas para su clasificación y ubicación taxonómica. En general “los súlidos tienen un extenso registro fósil con más de 20 especies nombradas”(Olson, 1985).

Los representantes de esta familia se conocen desde finales del siglo pasado cuando Milne-Edwards (1867-1871) describió por primera vez restos fósiles de un ave a la que llamó *Sula ronsoni* (Olson, 1985). Actualmente se conocen registros de súlidos de los depósitos de California, Rumania, Francia, Florida, Virginia, Carolina de Norte y Maryland, perteneciendo en general al Mioceno y Plioceno (Tabla II).

En California se han reportado cuatro especies del género *Morus*, siendo ellas *Morus vagabundus* Wetmore, 1930 del Mioceno medio de Sharktooth Hill Bonebed; *Morus lompocanus* Miller, 1925 del Mioceno tardío de la Formación Sisquoc (Lompoc); *Morus magnus* Howard, 1978 del Mioceno tardío de la Formación Monterey (laguna Niguel) y *Morus reyanus* Howard, 1936 del Pleistoceno tardío de Palos Verdes (ver Howard, 1983).

Algo interesante de lo anterior es que Howard reporta en 1936 a un alcatraz (gannet), *Morus reyanus* del Pleistoceno tardío de California (Rancholabrean), lo que muestra que estas aves persistieron hasta el Cuaternario en el Pacífico Norte, donde actualmente ya no existen (Olson, 1985).

Estas aves zambullidoras actualmente viven en mares tropicales y templados de todo el mundo exceptuando el Pacífico Norte. Son predominantemente costeros y migratorios. Su dieta básica incluye pescado y cefalópodos (Tabla III). La forma en que generalmente hacen su nido es variable, ya que puede ser desde un hoyo en el suelo hasta un nido en los árboles; además forman colonias durante la etapa de reproducción (Van Tyne y Berger, 1975).

Por último existen dos representantes de la familia Procellariidae, *Puffinus tedfordi* Howard, 1968 y *Puffinus* sp.. Olson (1985) comenta que “a excepción de un par de especies de *Fulmarus*, todos los demás fósiles del Terciario de la familia Procellariidae para el hemisferio norte han sido referidos al género moderno de *Puffinus*”.

Este género, a pesar de ser común en el registro fósil del Mioceno de Europa, ambas costas de Norteamérica y partes de Africa (Tabla II), se convierte en un organismo escaso para finales de este periodo. Howard (1978) reporta que catorce especies de proceláridos del Terciario medio al superior han sido descritos en Europa y Norteamérica, ocho de los cuales son de la costa oeste de Norteamérica.

Las especies de puffinus reportadas para el Mioceno tardío y para el Plioceno temprano de California son *Puffinus calhouni* Howard 1968, de Laguna Hills; *Puffinus barnesi* Howard 1978, de Laguna Niguel; ambos del Mioceno tardío de la Formación Monterey; *Puffinus diatomicus* L. Miller 1925, de Lompoc, del Mioceno tardío de la Formación Sisquoc y *Puffinus felthami* Howard 1949, de Corona del

Mar, del Plioceno temprano de la Formación Capistrano (en revisión estratigráfica), Fauna de Repetto (ver Howard, 1972 y 1983).

Los proceláridos actuales presentan una distribución global tanto en zonas costeras como en mar abierto. Tienen costumbres migratorias. Su dieta principal está compuesta por pescado, cefalópodos, crustáceos, aves y carroña (ver Tabla III). Son coloniales durante su etapa reproductiva y hacen sus nidos en salientes rocosas.

7.4 Mamalofauna.

Lo primero a indicar en esta sección, correspondiente a mamíferos marinos, es que al igual que en el listado sistemático que se ofrece en el apéndice A, la posición taxonómica que se maneja para la mayoría de las distintas especies y familias de mamíferos marinos es la usada y propuesta por Barnes (1973, 1984, 1985 y otros), a menos que se indique otra cosa cuando se revise algún grupo en particular.

También, como se dijo anteriormente, muchas de las especies de mamíferos presentes en el depósito sedimentario de Isla Cedros son nuevas al mundo (únicas) y todas extintas, por lo que información referente a sus hábitos de vida y distribución geográfica se ha obtenido, de forma general, de los miembros que actualmente constituyen las familias a las que los primeros pertenecieron.

El primer grupo que trataremos es el Orden Cetacea. Este orden se divide en dos grandes subórdenes, el Odontoceti o ballenas dentadas, y el Mysticeti o ballenas barbadas; en este caso empezaremos con los odontocetos.

Los odontocetos están presentes en Isla Cedros a través de siete familias, de las cuales la Pontoporiidae es la primera que manejaremos. Esta familia está

actualmente constituida por sólo dos especies de “delfines” dentro de dos géneros, *Lipotes* y *Pontoporia*; de éstos, sólo una especie es marina, *Pontoporia blainvillei* (Gervais y d’Orbigny, 1844), que vive en las costas atlánticas de Sudamérica. Por otro lado, *Lipotes vexillifer* Miller, 1918, vive confinado a las aguas dulces y salobres del río Yangtze Kiang, en China, por lo que la información que este organismo nos puede ofrecer carece de importancia al no poder ser comparado con la especie de aguas marinas encontrada en Isla Cedros.

Pontoporia blainvillei, conocida como Franciscana, sólo se encuentra de la parte central de Argentina a la parte central de Brasil (Tabla VII). Es predominantemente costera pero puede ser encontrada en algunos estuarios y esporádicamente en el Río de la Plata. Preda principalmente cerca del fondo, sobre varias especies de pescado, cefalópodos y crustáceos (Jefferson, *et al*, 1993).

En 1984 Barnes propone que esta familia se divida en dos subfamilias, la Pontoporiinae, donde entra la especie actual y dos especies fósiles, *Pontistes rectifrons* y *Pliopontos littoralis*, ambas del Plioceno de Sudamérica; y la Parapontoporiinae, que es donde coloca a *Parapontoporia pacífica* del Mioceno tardío de Isla Cedros, a *Parapontoporia sternbergi* (antes *Stenodelphis sternbergi*) del Plioceno tardío de la Formación San Diego y a *P. wilsoni*, del Mioceno tardío de la Formación Purísima.

Enseguida tenemos a dos ejemplares de la familia Monodontidae (narvales y belugas) y de la subfamilia Delphinapterinae, *Denebola brachycephala* y *Denebola* sp.

Tabla VII. Rangos y características generales de los representantes actuales de las familias de cetáceos encontradas en I. Cedros. Datos tomados de Martin, 1990.
Para la explicación de las cruces que aparecen en la familia Pontoporiidae ver parte final de discusiones.

Especies actuales:	Latitud Norte						Latitud Sur						Habitat	Alimento	Caract. Específicas	Migración			
	80	70	60	50	40	30	20	10	0	10	20	30					40	50	60
Suborden Odontoceti																			
Pontoporiidae																			
<i>Pontoporia blainvillei</i>					+++++											C	1	—	no
Monodontidae																			
<i>Delphinapterus leucas</i>																C, O	1	Eurhalino	sí
Phocoenidae																			
<i>Australophocaena dioptrica</i>																C, O	1?	—	?
<i>Phocoenoides dalli</i>																C, O	1		sí
Kogiidae																			
<i>Kogia breviceps</i>																O	2	Plat. cont.	—
<i>Kogia simus</i>																O	2	Plat. cont.	—
Physeteridae																			
<i>Physeter macrocephalus</i>																O	3, 2	Oc. prof.	—
Suborden Mysticeti																			
Balaenopteridae																			
<i>Balaenoptera musculus</i>																C, O	4	Euritermo	sí
<i>Balaenoptera physalus</i>																C, O	4	—	sí
<i>Balaenoptera borealis</i>																O	4	Oportunista	sí
<i>Balaenoptera edeni</i>																C, O	4	Oportunista	sí
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>																O	2, 4	—	no

Claves:

1- Peces, cefalópodos y crustáceos

2- Principalmente peces

O= Mar Abierto

3- Principalmente cefalópodos

C= Zona Costera

4- Principalmente eufáusidos y crustáceos

Esta es una familia de ballenas pequeñas que, al igual que la anterior, sólo posee dos especies situadas en dos géneros. Ambas especies habitan el Artico y regiones subárticas del Hemisferio Norte (Jefferson, *et al*, 1993).

La beluga *Delphinapterus leucas* sería la especie más relacionada con *Denebola* por ser ambas belugas. Barnes (1984) comenta que *D. brachycephala* no se puede considerar, por sus características anatómicas craneales, como un ancestro de *D. leucas*.

Parece que los monodóntidos fueron significativamente más diversos en el pasado; la distribución hacia el sur de *D. brachycephala* y la distribución en el Indopacífico de *Orcaella brevirostris* sugiere que debe haber habido un número considerable de monodóntidos adaptados a climas templados y cálidos durante el Terciario superior (Barnes, 1984).

Las belugas fósiles han sido encontradas en varias localidades a lo largo de las costas de Norteamérica durante el Mioceno Tardío y Plioceno (Barnes, 1976).

Acerca de *D. leucas*, Jefferson, *et al*, (1993) comenta “las belugas están ampliamente distribuidas a través de regiones árticas y subárticas, principalmente en aguas costeras someras; sin embargo, ellas se mueven hacia las profundidades y hacia aguas oceánicas algunas veces. Las ballenas blancas entran en estuarios y hasta a ríos, habiendo pocos registros de individuos solitarios que llegan a varios kilómetros río arriba”. La beluga se alimenta de peces, de una amplia variedad de moluscos y de invertebrados bentónicos (Tabla VII).

De la familia Phocoenidae existen tres representantes, *Piscolithax tedfordi*, *P. boreios* y un ejemplar de género y especie indeterminado, los tres pertenecientes a la subfamilia Phocoenoidinae.

Los miembros de la familia Phocoenidae (marsopas) son pequeños cetáceos que algunos taxónomos clasifican con los delfinidos (Delphinidae), y tienden a ser costeros en su distribución. La familia está compuesta por seis especies acomodadas en cuatro géneros (Jefferson, *et al*, 1993).

Dentro del contexto que maneja Barnes (1984) al describir las especies encontradas en Cedros, se tienen dos subfamilias, la Phocoeninae, que es la subfamilia tradicional y que contiene a la mayoría de las especies actuales y la Phocoenoidinae, una nueva subfamilia creada para el mejor acomodo de los especímenes, dentro de la cual se encuentran las dos especies de *Piscolithax* (primeramente descrito por de Muizon en 1983 para el Plioceno temprano de Perú), el género *Loxolithax* Kellog, 1931 (del Mioceno medio y tardío de California) y el género *Phocoenoides* Andrews, 1911 que contiene sólo a una especie que es la actual *Phocoenoides dalli* (True, 1885) o marsopa de Dall.

La Marsopa de Dall se encuentra solamente en el Norpacífico y mares adyacentes. Habita en aguas profundas desde climas templado-cálido hasta zonas subárticas, entre los 30° y 62° N. Son animales oportunistas que se alimentan en superficie y en aguas medias de pescado y calamar (Jefferson, *et al*, 1993, Martin, 1990).

Piscolithax es de los pocos géneros de cetáceos (de los que se conocen) que han tenido especies representantes en ambos hemisferios, y es posible que estas especies estuvieran distribuidas antitropicalmente, como lo están algunos cetáceos actuales (Davies, 1963 y Barnes, 1984).

La familia Albireonidae, que es la próxima a tratar, es una familia que se creó al describir uno de los ejemplares encontrados en la Formación Almejas inferior (ver Barnes, 1984); por este motivo la información referente a este ejemplar es muy pobre y difícilmente comparable con otras familias en cuanto a hábitos alimenticios y geográficos se refiere.

Albireo Barnes, 1984 es el único género incluido en esta familia y a su vez éste sólo contiene a una especie, *A. whistleri*.

Albireo whistleri es miembro de un linaje delfinoideo totalmente separado de los otros y no es asignable a ninguna familia actualmente conocida. Sin duda se deriva de la familia Kentriodontidae, pero es muy especializado para ser ancestro de cualquiera de las familias vivientes de delfinoideos: Monodontidae, Phocoenidae y Delphinidae (Barnes, 1984).

El siguiente espécimen es un delfinoideo de familia, género y especie indeterminados, y por lo tanto con muy poca información. Las características de este espécimen, especialmente aquellas de los perióticos, se parecen a la de los phocoenidos (Phocoenidae) actuales (Barnes, 1984).

A diferencia del anterior, los dos ejemplares siguientes sí arrojaron información sobre el hábitat que ocuparon durante su etapa de vida; nos referimos a

dos fiseteroideos (Physeteroidea), uno de la familia Kogiidae, o sea, un cachalote pigmeo, y otro de la Physeteridae o cachalote.

La familia Kogiidae está constituida, actualmente, por dos especies de un mismo género, *Kogia breviceps* Blainville, 1838, y *K. simus* Owen, 1866; siendo ambos cetáceos pequeños (de hasta 3.4 m).

A *K. breviceps*, o cachalote pigmeo, se le conoce en aguas profundas tropicales y templado-cálidas de todo el mundo. Parecen ser especialmente comunes sobre y cerca de la pendiente continental. Al parecer estos animales comen principalmente cefalópodos y, en menor grado, peces de profundidad y camarones (Jefferson, *et al*, 1993). Ver tabla VII.

Por otro lado *K. simus*, o cachalote enano, parece ser que se distribuye en zonas de aguas tropicales y cálido-templadas, aparentemente es una especie de mar abierto (Tabla VII). Sus hábitos alimenticios, al igual que los de vida, son muy poco conocidos pero se cree que se alimenta de cefalópodos de aguas profundas (Jefferson, *et al*, 1993).

La especie encontrada en el miembro inferior de la Formación Almejas, *Praekogia cedrosensis* Barnes, 1973, es una especie descrita y reportada hasta el momento sólo para Isla Cedros. El género y la especie son nombres nuevos para la familia (ver Barnes, 1973). Esta es la única especie de cachalote pigmeo que está representada por un cráneo. *P. cedrosensis* está muy relacionado (aunque es más primitivo) con las dos especies recientes de *Kogia* (Barnes, 1973, 1984).

En cuanto al ejemplar de cachalote (Physeteridae) que se tiene registrado para el depósito, éste no posee género ni especie determinados y, además, es el último ejemplar en nuestra lista del suborden Odontoceti.

El cachalote moderno, *Physeter catodon*, es el único miembro de la familia Physeteridae y es el odontoceto más grande de todos, hasta 18m de largo y 57 t de peso (Jefferson, *et al*, 1993; Martin, 1990).

Los cachalotes están distribuidos desde los trópicos hasta la orilla de las zonas de los témpanos de hielo en ambos hemisferios. Son nadadores de profundidad y tienden a habitar aguas oceánicas, llegando sólo cerca de la costa cuando alguna característica física, como un cañón submarino, aproxima las aguas oceánicas a la costa. Una variedad asombrosa de peces, cefalópodos y objetos no comestibles han sido encontrados en los estómagos de los cachalotes (Tabla VII); sin embargo, los cefalópodos son considerados como su alimento principal (Jefferson, *et al*, 1993).

En cuanto a lo que al suborden Mysticeti se refiere, haremos un par de comentarios que pienso sean útiles para la mejor comprensión y ubicación de este grupo dentro del contexto taxonómico que utilizamos aquí para los cetáceos.

En primer lugar hay que considerar que el estudio de los mysticetos ha sido una labor un tanto olvidada o bien subestimada, ya que la mayoría de los trabajos que actualmente se publican sobre cetáceos se refieren a odontocetos. Comentarios a este respecto, y que por tanto pueden dar una mayor idea de este problema, pueden ser encontrados en Barnes, *et al*, (1985); Barnes, 1992; Gascón-Romero (1991) y Gascón-Romero, *et al*, (1991a).

Es por esta causa que no se presenta en este trabajo información concisa con respecto a este grupo faunístico, sin embargo, la revisión y ordenamiento de varias especies de misticetos, principalmente de la familia Cetotheriidae, están siendo llevados a cabo por Gascón-Romero (en prep.).

Dentro de la tanatocenosis que estudiamos en este trabajo se encuentran ubicadas dos familias de misticetos, la Balaenopteridae y la Cetotheriidae (Tabla I y apéndice A). La primera de ellas es una familia todavía con miembros actuales, mientras que la segunda es una familia extinta y llena de problemas taxonómicos.

La familia Balaenopteridae (rorcuales) es (junto con la Balaenidae, Neobalenidae y Eschrichtiidae) una de las cuatro familias de misticetos actuales. Esta es, además de la más numerosa en especies (seis especies en dos géneros), la que contiene a los animales más grandes que han existido (de 7 m en adelante). Los rorcuales son rápidos y activos al alimentarse y su morfología les permite abrir mucho sus mandíbulas y distender sus gargantas para tomar grandes cantidades de agua y poderla filtrar después (ver Jefferson, *et al*, 1993).

Las seis especies que componen esta familia prácticamente se distribuyen en forma global abarcando latitudes muy altas (más de los 80°), a excepción de *Balaenoptera edeni* que su rango de distribución circunglobal va de los 40° N a los 40° S (Tabla VII). Habitan por lo general en aguas oceánicas y se aproximan a la costa para alimentarse (como *B. musculus* y *Megaptera novaeangliae*), para reproducirse (como *M. novaeangliae*) o cuando las aguas oceánicas se aproximan mucho a la costa por alguna característica geográfica (como *B. physalus*). *B. edeni*

ocurre tanto en aguas costeras como oceánicas, mientras que *B. borealis* es principalmente de mar abierto y *B. acutorostrata* de zonas costeras y áreas protegidas (Jefferson, *et al*, 1993). Su alimentación básicamente consiste de krill (eufáusidos), copépodos y peces pequeños (Tabla VII).

Uno de los ejemplares encontrados en Isla Cedros, aff. *Plesiocetus* sp. es un balaenoptérico primitivo similar a especímenes del Mioceno tardío y Plioceno de Europa (Barnes, 1976). Estos fósiles representan una etapa en la evolución de los rorcuales que es más primitiva que las ballenas jorobadas (*Megaptera*) y que los “rorcuales verdaderos” (*Balaenoptera* spp.) (Barnes, 1992).

Gascón-Romero resume en un trabajo presentado en 1991 la presencia de éste género en depósitos sudamericanos del Mioceno temprano, en depósitos sedimentarios norteamericanos del Mioceno medio y tardío y en zonas europeas del Plioceno temprano.

El segundo balaenoptérico del depósito de Isla Cedros es *Balaenoptera* sp., que es un “rorcual verdadero” pequeño de la subfamilia Balaenopterinae. Es aproximadamente del tamaño de la ballena actual *B. acutorostrata*. Esta, y la especie anterior, son los únicos balaenoptéricos fósiles reportados en México (Barnes, 1976, 1992).

La familia Cetotheriidae constituye, junto con la Aetiocetidae, la parte extinta de los misticetos, ya que sus miembros sólo se conocen por restos fósiles encontrados en diversos depósitos sedimentarios de todo el mundo. En Isla de

Cedros hay dos integrantes de esta familia, aff. *Herpetocetus* sp. y aff. *Nannocetus* sp. (Gascón-Romero, *et al*, 1993).

A finales de la década de los 80's fueron descubiertos restos de un misticeto en el norte de Baja California, mismo que fue descrito y colocado posteriormente dentro de la familia Cetotheriidae, siendo este el primer reporte de una ballena barbada fósil que se hubiera descrito para México (ver Gascón-Romero, 1991).

El registro fósil de cetoterios es mucho más abundante y diverso en las costas atlánticas del Mioceno y se encuentra representado en depósitos marinos de Italia, Bélgica, Portugal, Alemania, Rusia y la costa sureste de los Estados Unidos (Gascón-Romero, 1991).

Gascón-Romero reporta, en 1991 y en base a bibliografía, que se han encontrado restos craneales de *Herpetocetus sealdiensis* en depósitos europeos y de *Nannocetus eremus* en la costa oeste de Norteamérica, ambos para el Mioceno superior.

Nuestro siguiente grupo faunístico es aquel formado por los dugongos y manatíes, el Orden Sirenia (en el Pacífico sólo existen dugongos). Por desgracia, el tipo de material óseo encontrado en Isla Cedros perteneciente a este grupo no ha sido en forma alguna el apropiado para realizar una identificación a nivel genérico o especie, debido a que los ejemplares colectados en las diferentes expediciones de campo son casi en su totalidad restos de costillas, a excepción de los huesos de una extremidad colectados en 1994 (notas de campo de L.G. Barnes).

La presencia de dichas costillas ha permitido, gracias a sus características tan peculiares de densidad y morfología (Kellogg, 1966; Kaiser, 1974 y otros), pensar en la existencia de dos taxa, un hidrodamálino (Dugongidae, Hydrodamalinae) de género y especie indeterminadas, y de un dugóngido (Dugongidae) de subfamilia, género y especie también indeterminadas (apéndice A).

Es importante mencionar que una revisión de este orden, así como una reasignación de especies y géneros, fue llevada a cabo recientemente por Domning (1994) y Aranda-Manteca, *et al* (1994), renovando y ampliando la información y los criterios que se tenían y empleaban anteriormente para referirse a este grupo, como son los presentados en Domning (1976, 1988) y Barnes, *et al* (1985), obras de las que tomamos varias citas e ideas, y por tanto, habrá que tener cuidado al remitirse a ellas en caso de querer ampliar algunos de los puntos aquí comentados.

Sólo hay una especie viviente en la familia Dugongidae (*Dugong dugon* Miller, 1776); el otro miembro reciente, la vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*), se extinguió desde 1768. El dugongo es tropical y subtropical, pero la vaca de Steller era un habitante de aguas templadas frías y subárticas (Jefferson, *et al*, 1993).

Los dugongos (*D. dugon*) están ampliamente distribuidos en la región del Indo-Pacífico en aguas costeras tropicales y subtropicales; también pueden ser encontrados en cuerpos de agua costeros, en bahías y canales. La comida de estos animales consiste de varios tipos de vegetación de fondo, principalmente pastos marinos (Jefferson, *et al*, 1993).

Algunos de los primeros y más antiguos reportes de sirenios fósiles corresponden a *Protosiren*, *Eotheroides* (del Eoceno medio de Egipto) y *Prorastomus* del Eoceno de Jamaica (Kellogg, 1966); pero el registro del ejemplar más antiguo para el Pacífico Oriental es el reportado para el Mioceno temprano de Lincoln County, Oregon, USA (Domning, 1986) correspondiente a un miembro de subfamilia Halitheriinae.

Actualmente existe un registro amplio y continuo de sirenios que vivieron durante el Cenozoico tardío en el Pacífico Nororiental; éste está basado en fósiles de México, California y Oregon. Todos los sirenios de esta región descritos hasta ahora son miembros de la familia Dugongidae (Aranda-Manteca, *et al*, 1994).

Mucho se ha escrito e investigado acerca de los hábitos alimeticios de las especies de sirenios fósiles, pudiéndose decir con plena seguridad que los hay de tres tipos, *i*) los comedores de fondo, especializados en grandes rizomas de pastos marinos; *ii*) los que se alimentaban en forma más generalizada (tanto de rizomas como de hojas) de pastos marinos y, por último, *iii*) los que se especializaron para comer sobre frondas de algas marinas (Domning, 1976, 1988; Aranda-Manteca, *et al*, 1994). En nuestro caso, por lo menos un ejemplar (Hydrodamalinae) corresponde al tercer tipo de alimentación, sugiriendo por tanto, la existencia de manchas o bosques de grandes algas en la época en que se depositó el miembro inferior de la Formación Almejas. Del segundo ejemplar, el dugongo, sólo sabemos que se alimentaba de pastos marinos, información muy general pero que nos dá una muy buena idea del

Algunos de los primeros y más antiguos reportes de sirenios fósiles corresponden a *Protosiren*, *Eotheroides* (del Eoceno medio de Egipto) y *Prorastomus* del Eoceno de Jamaica (Kellogg, 1966); pero el registro del ejemplar más antiguo para el Pacífico Oriental es el reportado para el Mioceno temprano de Lincoln County, Oregon, USA (Domning, 1986) correspondiente a un miembro de subfamilia Halitheriinae.

Actualmente existe un registro amplio y continuo de sirenios que vivieron durante el Cenozoico tardío en el Pacífico Nororiental; éste está basado en fósiles de México, California y Oregon. Todos los sirenios de esta región descritos hasta ahora son miembros de la familia Dugongidae (Aranda-Manteca, *et al*, 1994).

Mucho se ha escrito e investigado acerca de los hábitos alimeticios de las especies de sirenios fósiles, pudiéndose decir con plena seguridad que los hay de tres tipos, *i*) los comedores de fondo, especializados en grandes rizomas de pastos marinos; *ii*) los que se alimentaban en forma más generalizada (tanto de rizomas como de hojas) de pastos marinos y, por último, *iii*) los que se especializaron para comer sobre frondas de algas marinas (Domning, 1976, 1988; Aranda-Manteca, *et al*, 1994). En nuestro caso, por lo menos un ejemplar (Hydrodamalinae) corresponde al tercer tipo de alimentación, sugiriendo por tanto, la existencia de manchas o bosques de grandes algas en la época en que se depositó el miembro inferior de la Formación Almejas. Del segundo ejemplar, el dugongo, sólo sabemos que se alimentaba de pastos marinos, información muy general pero que nos dá una muy buena idea del

grado de productividad primaria y secundaria de la columna de agua en aquella época.

Nuestro último grupo a ser analizado es el de los pinípedos. Este grupo, al igual que la mayoría de los que hemos tratado anteriormente, está inmerso en una serie de problemas y desacuerdos sistemáticos, en los cuales, cada autor defiende su punto de vista y su propia clasificación. Por este motivo los comentarios relativos a los ejemplares de este orden serán un tanto escasos, pero remitimos a las siguientes obras (muchas de las cuales hablan y/o discuten acerca de algunas de las especies encontradas en Isla Cedros) a quien guste ampliar la información que a este respecto se discute, Repenning y Tedford (1977, que por desgracia es una obra que no pudo ser consultada durante la elaboración del presente trabajo), Barnes, *et al* (1985), Barnes (1989), Barnes y Raschke (1991), Berta, A. y Deméré (1986), Berta, A. y Wyss (1994) y Deméré (1994).

El registro fósil de esta familia (Otariidae), que data desde el Oligoceno tardío o Mioceno temprano, documenta a una sorprendente diversidad de taxa. Esta diversidad afecta la clasificación de las especies extintas y nuestra interpretación de su filogenia (Barnes y Raschke, 1991).

Son cinco especies los que conforman la fauna de pinípedos existente en Isla Cedros (ver apéndice A). Dos de ellos, de género y especie indeterminados, son de la subfamilia Dusingathinae; otro, *Aivukus cedrosensis*, de la subfamilia Odobeninae, y por último otros dos más, *Thalassoleon mexicanus* y *Thalassoleon* sp , que

corresponden a la Otariinae (según clasificación de Barnes *et al*, 1985, Barnes, 1989 y 1992).

De las subfamilias representadas, la Dusignathinae y la Odobeninae conforman, junto con la Imagotariinae (no presente en el depósito), el grupo de los “morsoides”, mientras que la Otariinae contiene a los leones marinos “verdaderos”.

En nuestro caso, los ejemplares dusignatinos no pueden aportar información práctica dado el carácter indeterminado de su género y especie; además, son especies fósiles de las que actualmente no vive ningún representante directo. Por suerte este no es el caso de los miembros de las otras dos subfamilias.

Aivukus cedrosensis es un “morsoide” cuya posición taxonómica dentro de la subfamilia Odobeninae está en discusión. Actualmente sólo existe en el mundo una especie de morsa, *Odobenus rosmarus* Linnaeus, 1758. Esta última tiene una distribución casi circunpolar en el Artico. Las morsas son encontradas en aguas someras y hábitats costeros usualmente asociados a glaciares o a hielo. Regularmente se echan en playas arenosas, rocosas o en pedazos de hielo flotante para descansar (Jefferson, *et al*, 1993).

Estos animales se alimentan de una gran variedad de presas, principalmente invertebrados bentónicos. Algunos de sus alimentos favoritos son las almejas, gusanos, caracoles y peces de nado lento. Algunos raramente predan sobre focas y ballenas pequeñas (Jefferson, *et al*, 1993).

La presencia de *A. cedrosensis* en Isla Cedros soporta la evidencia, cada vez mayor, de que las morsas ocuparon en el pasado latitudes templadas y cálidas y que las morsas modernas son excepcionales en su distribución ártica (Barnes, 1992).

Por último tenemos a *Thalassoleon mexicanus*, Repenning y Tedford, 1977, y a *Thalassoleon* sp. (todavía sin describir). Este género de lobos (o leones) marinos fue primeramente descrito y reportado por Repenning y Tedford en 1977. Se piensa que este género de otáridos primitivos pudo dar origen a los actuales lobos marinos y lobos ñinos (ver Berta y Deméré, 1986), por lo que la aportación de éstos restos fósiles, encontrados en Isla Cedros, al entendimiento de la filogenia de los pinípedos es muy importante. Barnes, en 1992, comenta que Isla Cedros posee el registro más sureño de un pinípedo, de la subfamilia Otariinae, en el Pacífico Nororiental.

Los lobos marinos actuales son los animales que guardarían la mayor relación con este género, estando ellos incluidos en la familia actual Otariidae, que comprende a catorce especies en siete géneros (notar que la clasificación que se usa para organismos vivientes difiere a la mencionada con anterioridad). De estas catorce especies, cuatro viven en aguas del Pacífico Nororiental, *Eumetopias jubatus*, *Callorhinus ursinus*, *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*, y de ellas, sólo las dos últimas están presentes en las costas Baja Californianas (Jefferson, *et al*, 1993).

A *Zalophus californianus* (o lobo marino de California) se le encuentra en aguas costeras y neríticas; frecuentan bahías y bocas de ríos y ocasionalmente pueden

ser encontrados a más de varios cientos de kilómetros mar adentro. Este animal se alimenta de calamar, pulpo y de varias especies de peces (Jefferson, *et al*, 1993).

Por otro lado *Arctocephalus townsendi* (o lobo fino de Guadalupe) es una especie de la cual se desconoce mucho, y sólo diremos que se distribuye a lo largo de la península de Baja California y del sur de California, aunque principalmente se le encuentra en la Isla Guadalupe. Se sabe que tiene algunos hábitos pelágicos pero no hasta donde puede llegar mar adentro (Jefferson, *et al*, 1993).

7.5 Recapitulación.

Después de haber revisado cada uno de los diferentes grupos que conforman la fauna fósil encontrada en Isla Cedros, vemos que es un tanto difícil mantener en la mente la gran cantidad de conceptos e ideas esenciales que hemos venido manejando en las últimas páginas; es por este motivo que a continuación se presenta una especie de sinopsis que sienta las bases para construir, de manera más inteligible, las conclusiones que se enumeran en la próxima sección.

Hay que hacer notar que a pesar de que el presente estudio está soportado en el material obtenido en todas las colectas realizadas desde 1964, todavía existe mucho material que está siendo curado, restaurado y estudiado, por lo que el número de especies aquí reportadas tendrá variaciones en el futuro.

En primer lugar mencionaremos que la edad que aquí se reporta para la Formación Almejas inferior es Mioceno tardío, aunque en la mayoría de los trabajos existentes que involucran aspectos referentes a este depósito reportan que pertenece al Hemifiliano (Hemphillian), es decir, al Plioceno temprano. Esta última idea surgió

principalmente de los reportes que H. Howard presentó a principios de los setentas (ver la parte correspondiente a avifauna) en base a la avifauna, ya que ella menciona que existen varios organismos fósiles, como los géneros *Mancalla* y *Puffinus*, que representan edades del Plioceno temprano. Posteriormente la frontera Mioceno-Plioceno se reajustó quedando el miembro inferior de la Formación Almejas en el Mioceno tardío, o sea entre los 9 y los 6 m.a. (Repenning y Tedford, 1977; Barnes, 1973, 1984, 1992), al igual que las Formaciones Purísima y Capistrano. Sin embargo varios autores la siguen reportando como hemifiliano.

A pesar de que la mayoría de los representantes actuales de los organismos que vivieron en Isla Cedros presentan hábitats de zonas tropicales y cálidas, encontramos que existen especies indicadoras de ambientes completamente fríos, como lo es la presencia de los pinípedos “morsoides”, de los sirenios de la subfamilia Hydrodamalinae y de varias ballenas, principalmente las belugas. Este hecho no es un indicador riguroso ni determinante como para entrar en conflicto en lo que a la paleotemperatura se refiere, sino todo lo contrario; la presencia de estos organismos es una nueva evidencia y fortalece la teoría de que varios grupos de mamíferos marinos, como los odobénidos y los hidrodamálidos, han mostrado una evolución distinta en algunos de sus miembros, adaptándose a distintos ambientes (más fríos) que el resto de los linajes que comprende su orden o familia.

Esto último es especialmente claro en el caso de *Hydrodamalis gigas*, que como menciona Aranda-Manteca, *et al*, (1994) “muchísima información de la evolución de los sirenios en el Pacífico Norte involucra al linaje hidrodamálido, que culmina en

principalmente de los reportes que H. Howard presentó a principios de los setentas (ver la parte correspondiente a avifauna) en base a la avifauna, ya que ella menciona que existen varios organismos fósiles, como los géneros *Mancalla* y *Puffinus*, que representan edades del Plioceno temprano. Posteriormente la frontera Mioceno-Plioceno se reajustó quedando el miembro inferior de la Formación Almejas en el Mioceno tardío, o sea entre los 9 y los 6 m.a. (Repenning y Tedford, 1977; Barnes, 1973, 1984, 1992), al igual que las Formaciones Purísima y Capistrano. Sin embargo varios autores la siguen reportando como hemifiliano.

A pesar de que la mayoría de los representantes actuales de los organismos que vivieron en Isla Cedros presentan hábitats de zonas tropicales y cálidas, encontramos que existen especies indicadoras de ambientes completamente fríos, como lo es la presencia de los pinípedos “morsoides”, de los sirenios de la subfamilia *Hydrodamalinae* y de varias ballenas, principalmente las belugas. Este hecho no es un indicador riguroso ni determinante como para entrar en conflicto en lo que a la paleotemperatura se refiere, sino todo lo contrario; la presencia de estos organismos es una nueva evidencia y fortalece la teoría de que varios grupos de mamíferos marinos, como los odobénidos y los hidrodamálinos, han mostrado una evolución distinta en algunos de sus miembros, adaptándose a distintos ambientes (más fríos) que el resto de los linajes que comprende su orden o familia.

Esto último es especialmente claro en el caso de *Hydrodamalis gigas*, que como menciona Aranda-Manteca, *et al*, (1994) “muchas información de la evolución de los sirenios en el Pacífico Norte involucra al linaje hidrodamálino, que culmina en

la enorme, aberrante, desdentada y recientemente extinta vaca marina de Steller, *H. gigas*". El caso de la morsa actual *Odobenus rosmarus* es muy similar, y de hecho es el único miembro de los otáridos que vive en aguas frías.

También Barnes (1984) comenta que anteriormente los monodóntidos (belugas) habitaban aguas y climas cálidos, idea que a primera vista resultaría irrisoria, dado que las belugas son de los pocos organismos con hábitos verdaderamente polares. Así, vemos que varios animales han tendido a dejar los climas cálidos y tropicales para migrar, a través del tiempo geológico, hacia latitudes más frías pero que posiblemente ofrecían una mejor alternativa para la supervivencia, por ejemplo, en lo que a alimento se refiere (ver Domning, 1976). De este modo podemos considerar a Isla Cedros como un escalón o paso transicional en dicho proceso adaptativo.

Como un caso remoto podría pensarse en la presencia de una fuente cercana de agua dulce, ya que existen varios organismos en el depósito que así sugieren. Tal es el caso de varios peces, como algunos cupleidos, el salmón *Onchorhynchus*, los peces pipa y varios odontocetos, dentro de los que entraría un posible representante actual de *Parapontoporia pacifica*, o sea, *Pontoporia*; la beluga *Delphinapterus leucas*, que se ha reportado hasta varios kilómetros río adentro y algunos sirenios actuales.

Esto último está muy relacionado con la posible existencia de un cuerpo lagunar próximo a la zona, ya que la presencia de algunas aves, peces, sirenios y tal vez tiburones así lo indica. Por ejemplo, el flamingo fósil *Megapaloelodus opsigonus*,

si tenía costumbres parecidas a la de los flamings actuales, era propio de lagunas costeras tropicales y semitropicales ricas en moluscos y crustáceos (de hecho J. D. Stewart reporta la existencia de un rostrum de camarón en los sedimentos tamizados cercanos al ejemplar LGB 3392; comun. pers. 1994). También los peces pipa y caballitos de mar, además de varias especies de rayas, como *Myliobatis*, *Raja* y otras, son característicos de cuerpos de agua protegidos y someros (y de climas cálido-templados y tropicales).

Ahora bién, si tenemos un cuerpo lagunar también podemos pensar en tener (por lo general así lo es) una zona de mucha productividad primaria y secundaria, y este no sería un pensamiento tan erróneo, por que varias de las especies que tenemos así los sugieren; entre éstas se encuentra otra vez el pez pipa, que normalmente está asociado a pastos marinos; las aves álcidas, que parte de su dieta consiste de algas marinas y de los crustáceos y moluscos que se protegen en las mismas, y los sirenios que, al menos una especie de las que tenemos en el depósito se alimentaba de pastos marinos, ya sea de sus rizomas o de sus hojas.

Pero la presencia de vegetación marina va más allá del ambiente lagunar, tal como lo demuestra el ejemplar hidrodamálino, que como se ha visto (ver Domning, 1976, 1988; Aranda-Manteca, 1994 y Aranda-Manteca, *et al*, 1994), se alimentaba de la fronda de algas marinas mayores. Por otro lado *Semicossyphus* representa la existencia de erizos, los cuales dependen de los rizomas de las grandes algas para sobrevivir.

Otro de los aspectos importantes e interesantes a comentar es la mezcla existente entre especies costeras y de mar profundo u oceánicas. Esto normalmente representaría algunos problemas para la interpretación ya que, como hemos visto, muchas de las especies del depósito corresponden a aguas someras; pero en nuestro caso no lo es en absoluto, veamos por que.

El hecho de que se encuentren dentro de nuestra lista faunística algunas especies como el cachalote pigmeo, *Praekogia cedrosensis*, el cachalote (*Physeteridae*), y los dos balaenoptéridos, nos hace pensar en las posibles causas por las que estos organismos, que son en general especies oceánicas, se aproximen a la costa y, revisando las características que ellos presentan vemos que existen tres posibles causas que pueden ocasionar esto, *i*) para comer, *ii*) para reproducirse y *iii*) porque las condiciones geográficas de la zona provoquen una gran cercanía entre las aguas costeras y las oceánicas. Todo esto nos hace pensar si alguna de estas tres opciones es válida para el caso de Isla Cedros y vemos que realmente las tres son muy posibles.

El primer caso se puede considerar como posible por que, como ya hemos dicho, esta era una zona de alta productividad y, además, situada en una región apta para surgencias, ofreciendo así un ambiente propicio para que estos organismos se alimentaran (aunque fuera un tanto retirado de la costa). En la segunda opción vemos que, al igual que como en la actualidad la ballena gris *E. robustus* (que además puede ser una especie ecológicamente correlativa a *Nannocetus* y/o *Herpetocetus*) migra desde aguas septentrionales hasta latitudes tropicales para dar a luz a sus críos, los

balaenoptéridos de esa época pudieron haber hecho lo mismo, dado que se tenían aguas cálidas y por lo tanto un ambiente hospitalario para ellos. La última opción engloba en parte a las dos anteriores, por que si tuviéramos las condiciones ideales para las dos primeras sin que existieran las características geográficas de profundidad necesaria para que éstos organismos pudieran desenvolverse, nunca podrían haberlas aprovechado; y sin embargo las aprovecharon. Esto es fácilmente observable si recordamos las características geológico-topográficas que posee Isla Cedros (ver la parte correspondiente a descripción del área de estudio).

A 20 Km al oeste de Isla Cedros termina la plataforma continental y comienza el descenso del talud continental, prolongándose éste hasta cerca de 4, 500 m de profundidad (¿querían algo más profundo?) que posee la Trinchera o Cuenca Marginal de Cedros (ver Burk y Drake, 1974 y Kilmer 1984); y son justamente este tipo de características las que permiten que haya una gran proximidad entre las aguas oceánicas y la costa, y por lo tanto que los grandes organismos oceánicos puedan encontrarse en depósitos de aguas medias. Es importante mencionar que no ha habido actividad tectónica sobresaliente en esta zona durante el Terciario y el Cuaternario (Burk y Drake, 1974), por lo que si llegó a estar muy distinta la fisiografía de esta zona anteriormente, por lo menos sabemos, en forma segura, que estos cambios abruptos en la profundidad ya existían y repercutían en su entorno ecológico.

Otra clase de información que nos habla de la profundidad que debió haber tenido el depósito en aquella época es la que aportan los tiburones (ver parte correspondiente a fauna selácea), ya que la mayoría de las especies encontradas (o al

menos las más abundantes) nos hablan de aguas medias (de alrededor de 100 m). Esto lo apoyan también varias especies de peces, como es el caso de la morena *Anarrhichtys*, *Paralichthys*, y otras; aunque no hay que olvidar que había especies de fondo con rangos mayores de profundidad.

Por otro lado tenemos la relación guardada entre la gran diversidad de tiburones y de cetáceos, relación que expresa muy claramente Espinoza-Arrubarrena en 1987: “las radiaciones adaptativas y las extinciones de mamíferos marinos pelágicos del Neogeno, están fuertemente relacionadas con la diversidad y las extinciones de tiburones del género *Isurus* así como con otros grupos contemporáneos de predadores, como son *C. carcharias*, *C. megalodon* y *Paratodus*, y en menor medida pero también íntimamente relacionados, con los carroñeros *Galeocerdo*, *Carcharhinus*, etc”. Este proceso ecológico se ha encontrado y estudiado en varias ocasiones, incorporando además, a la temperatura como factor desencadenante para que dichas relaciones ocurran (ver Barnes, 1976, 1984, y Espinoza-Arrubarrena, 1987).

Con respecto a la información que nos pueden aportar los procesos *post-mortem* que sufrieron los organismos, vemos que “la presencia de restos incompletos pero articulados sugiere que los organismos después de muertos estuvieron en flotación, durante la cual se tuvo un proceso de descomposición de la piel y del tejido conectivo de los cadáveres, provocando la pérdida de partes corporales y/o extremidades. Es posible que los cadáveres, durante el proceso de flotación, hayan

sido atacados por predadores y/o carroñeros como lo son los tiburones” (Hernández-Rosado y Aranda-Manteca, 1995).

Al menos hasta el momento se piensa que las dos direcciones predominantes en las que los restos esqueléticos se encuentran ubicados son consecuencia de corrientes litorales (constituyendo la dirección predominante, que al parecer es noreste), mismas que pudieron variar ya sea por causas estacionales, por eventos de tormenta o bien por una mezcla de ambas, por ejemplo tormentas de invierno (constituyendo la segunda dirección). Esta opción es probable dado que varios esqueletos están circundados por pequeños cantos rodados (recordar que la arenisca es masiva).

El último punto que nos queda por tocar es el referente al apoyo que brindan las especies encontradas en Isla Cedros a la idea de que los cetáceos (o al menos una buena parte de ellos) se distribuyen en forma “antitropical”, esto es, a ambas partes del ecuador en forma más o menos simétrica. Esta fue una idea propuesta originalmente por Carl Hubbs (en 1958) para explicar algunas de las características de la distribución global de peces, pero fue tomada posteriormente por varios autores para ser aplicada a cetáceos (ver Davies, 1963 y Barnes, 1985).

En nuestro caso lo que tenemos son varias especies de cetáceos que se pueden considerar, sin lugar a dudas, como parte de esta distribución antitropical. Por ejemplo, tenemos al delfín *Parapantoporia pacifica*, que al parecer claramente representaría el linaje norte de la familia Pontoporiidae. Ahora bien, si queremos ver esto en forma más clara nos podemos remitir a la Tabla VII y fijarnos en *Pontoporia*

blainvillei. Como vemos es una especie que se distribuye en latitudes boreales, alrededor de los 20° y 40° sur, y que además no tiene ninguna contraparte en el hemisferio norte; pues bien, ahora lo que haremos es dibujar un rango aproximado para *Parapontoporia pacifica*, por ejemplo, con cruces, y lo que nos resulta es una distribución antitropical para la familia Pontoporiidae. También el caso de *Piscolithax* es parecido a esto y posiblemente puedan ser obtenidas más ideas al respecto de *P. cedrosensis*.

8. Conclusiones.

Las características ambientales que prevalecieron durante la depositación de la Formación Almejas inferior y que determinaron las características que actualmente encontramos en ella y en los fósiles que contiene son las siguientes:

- La Formación Almejas inferior corresponde a un depósito costero semiprotectido con influencia de aguas oceánicas, causado esto último por la cercanía a grandes profundidades y a taludes continentales de pronunciada pendiente.
- La profundidad promedio que tuvo el depósito fue menor de 200m.
- Se estima que había una corriente litoral de moderada intensidad que se veía afectada estacionalmente o en época de tormentas.
- El clima existente durante la época de la depositación era templado.
- La turbulencia que pudo haber existido fue mínima, permitiendo la presencia de grandes mantos algales.

- Las aguas de la zona se caracterizaban por tener una alta productividad primaria y secundaria.
- La comunidad biótica presente en aquella época fue muy diversa y abundante, debiéndose haber tenido una amplia base de la pirámide trófica capaz de mantener a los numerosos de predadores (masivos) tope, como los mamíferos marinos y los tiburones.
- Es muy probable la cercanía, a este depósito, de una laguna costera con flora y fauna abundante.
- Se fortalecen las teorías de que a finales del Mioceno se tuviera una radiación filética de cetáceos y de tiburones causada por las relaciones tróficas que ambos grupos guardan; de que los cetáceos muestran una distribución global de carácter antitropical; y de que varios linajes de mamíferos marinos han presentado una adaptación a las aguas frías, habiendo migrado poco a poco hacia aguas septentrionales.



9. Apéndice.

Listado taxonómico de las especies de vertebrados marinos fósiles pertenecientes a la Formación Almejas Inferior de Isla Cedros, Baja California, México.

 LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES PRESENTES EN ISLA CEDROS, B.C. MÉX.

I Fauna Selácea.

Clase Chondrichthyes Huxley, 1880

Subclase Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Superorden Squalomorphii Compagno, 1973

Orden Hexanchiformes Buen, 1926

Suborden Hexanchoidei Garman, 1913

Familia Hexanchidae Gray, 1851

Hexanchus Rafinesque, 1810

1- *Hexanchus* sp.

Notorynchus Ayres, 1855

2- *Notorynchus* sp.

Orden Squaliformes Goodrich, 1909a

Familia Squalidae Bonaparte, 1834.

Subfamilia Squalinae Bonaparte, 1834

Centrophorus Müller y Henle, 1837a

3- *Centrophorus* sp.

Subfamilia Dalatiinae Gray, 1851

Isistius Gill, 1864a

4- *Isistius* sp.

Superorden Squatinomorphii Compagno, 1973

Orden Squatiniformes Buen, 1926

Familia Squatinidae Bonaparte, 1838b

Subfamilia Squatinini Bonaparte, 1838

Squatina Dumeril, 1806

5- *Squatina* sp.

Superorden Galeomorphii Compagno, 1973

Orden heterodontiformes Berg, 1937

Familia Heterodontidae Gray, 1851

Heterodontus Blainville, 1816

6- *Heterodontus* sp.

Orden Lamniformes Berg, 1958

Familia Cetorhinidae Gill, 1862

Subfamilia Cetorhininae Gill, 1862a

Cetorhinus Blainville, 1816

7- *Cetorhinus* sp.

Familia Lamnidae Muller y Henle, 1838a

Isurus Rafinesque, 1810a

8- *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1809

9- *Isurus hastalis* Agassiz, 1843

10- *Isurus planus* Agassiz, 1856

Lamna Cuvier, 1817a

11- *Lamna* sp.

Carcharodon Müller y Henle, 1838a

12- *Carcharodon carcharias* Linnaeus, 1758

Familia Otodontidae Gluckman, 1964b

Carcharocles Jordan y Hannibal, 1923a

13- *Carcharocles megalodon*

Familia Odontaspidae Müller y Henle, 1839

Odontaspis Agassiz, 1838
14- *Odontaspis* sp.

Orden Carcharhiniformes Compagno, 1973

Familia Hemigaleidae Hasse, 1789

Hemipristis Agassiz, 1843b

15- *Hemipristis* *serra* Agassiz, 1843b

Familia Scyliorhinidae Gill, 1852a

Scyliorhinus Blainville, 1816

16- *Scyliorhinus* sp.

Familia Triakidae Gray, 1851

Mustelus Linck, 1790

17- *Mustelus* sp.

Familia Carcharhinidae Jordan y Everman, 1896a

Carcharhinus Blainville, 1816

18- *Carcharhinus* *limbatus* Valenciennes, 1839

19- *Carcharhinus* *leucas* Valenciennes, 1839

20- *Carcharhinus* *galapagensis* Snodgrass y Heller, 1905

21- *Carcharhinus* *altimus* Springer, 1950

22- *Carcharhinus* sp.

Galeocerdo Müller y Henle, 1838a

23- *Galeocerdo* *aduncus* Agassiz, 1843

Negaprion Whitley, 1940

24- *Negaprion* *fronto* Jordan y Gilbert, 1883

Rhizoprionodon Whitley, 1929

25- *Rhizoprionodon* sp.

Familia Sphymidae Gill, 1872c

Sphyrna Rafinesque, 1810a

26- *Sphyrna* *zygaena* Linnaeus, 1758

27- *Sphyrna* sp.

Superorden Batomorphii Cappetta, 1980b

Orden Rajiformes Berg, 1940

Suborden Rhinobatoidei Flower, 1941

Familia Rhinobatidae Müller y Henle, 1838

28- Género y especie

indeterminados

Suborden Rajoidei Garman, 1913

Familia Rajidae Bonaparte, 1831

Raja Linnaeus, 1758

29- *Raja* sp.

Orden Myliobatiformes Compagno, 1973

Superfamilia Dasyatoidea Whitley, 1940

Familia Dasyatidae Jordan, 1888

Dasyatis Rafinesque, 1810

30- *Dasyatis* sp.

Superfamilia Myliobatoidea Compagno, 1973

Familia Myliobatidae Bonaparte, 1838

Aetobatis Blainville, 1816

31- *Aetobatis* sp.

Myliobatis Cuvier, 1817

32- *Myliobatis* sp.

II Fauna Osteictia

Clase Osteichthyes

Subclase Actinopterygii

Orden Clupeiformes

Suborden Clupeoidei

Familia Clupeidae

33- Género y especie
indeterminados

Orden Salmoniformes

Suborden Salmonoidei

Familia Salmonidae

Oncorhynchus

34- *Oncorhynchus*
cf. *O. rastrosus*

Miller y Lea, 1972

Orden Gasterosteiformes

Suborden Syngnathoidei

Familia Syngnathidae

35- Género y especie
indeterminados

Orden Scorpaeniformes

Suborden Cottoidei

Familia Cottidae

Icelinus

36- *Icelinus* sp.

Orden Perciformes

Suborden Blennioidei

Familia Anarhichatidae

Anarhichthys

37- cf. *Anarrhichtys*

Suborden Percoidei

Familia Serranidae

Stereolepis

38- *Stereolepis* sp.

Familia Oplegnathidae

39- Género y especie
indeterminados

Familia Carangidae

40- Género y especie
indeterminados

Suborden Labroidei

Familia Labridae

Semicossyphus Günther, 1861

41- *Semicossyphus*

cf. *S. pulcher*

Ayres, (1854)

Suborden Scombroidei

Familia Gempylidae

Thyrsoles

42- *Thyrsoles kriegeri*

Jordan y Gilbert, (1919)

Familia Scombridae

43- Género y especie
indeterminados

44- Género y especie
indeterminados
Familia Istiophoridae

45- Género y especie
indeterminados

Orden Pleuronectiformes
Suborden Pleuronectoidei
Familia Bothidae

Paralichthys
46- *Paralichthys*
cf. *P. californicus*

Orden Tetraodontiformes
Suborden Tetraodontoidei
Familia Diodontidae

47- Género y especie
indeterminados

III Avifauna.

Clase Aves

Subclase Neornithes

Superorden Neognathae

Orden Charadriiformes Huxley, 1867

Suborden Alcae

Familia Alcidae Vigors, 1825

Subfamilia Alcinae

Cerorhinca Bonaparte

48- *Cerorhinca minor* Howard, 1971

Synthliboramphus

49- *Synthliboramphus* sp.

Subfamilia Mancallinae

Mancalla

50- *Mancalla cedrosensis* Howard, 1971

Suborden Phoenicopterii

Familia Phoenicopteridae

Megapaloelodus

51- *Megapaloelodus opsignus* Brodkorb, 1961

Orden Pelecaniformes Sharpe, 1891

Suborden Pelecani

Familia Sulidae Sharpe, 1891

Morus

Viellot, 1816

52- *Morus* sp.

Orden Procellariiformes

Familia Procellariidae

Puffinus

Brisson, 1790

53- *Puffinus tedfordi*

Howard, 1971

54- *Puffinus* sp.

IV Mamalofauna

Clase Mammalia Linnaeus, 1758

Subclase Theria

Infraclasse Eutheria

Orden Cetacea Brisson, 1762

Suborden Odontoceti Flower, 1867

Superfamilia Platanistoidea (Gray, 1863) Simpson, 1945

Familia Pontoporiidae (Gill, 1871) Kasuya, 1973

Subfamilia Parapontoporiinae Barnes, 1984b

Parapontoporia Barnes, 1984b**55- *Parapontoporia pacifica*** Barnes, 1984b

Familia Monodontidae Gray, 1821

Subfamilia Delphinapterinae Gill, 1871

Denebola Barnes, 1984b**56- *Denebola brachycephala*** Barnes, 1984b**57- *Denebola* sp.** Barnes y Aranda, 1993

Familia Phocoenidae (Gray, 1825) Bravard, 1885

Subfamilia Phocoenoidinae Barnes, 1984.

Piscolithax de Muizon, 1983b**58- *Piscolithax tedfordi*** Barnes, 1984b**59- *Piscolithax boreios*** Barnes, 1984b

60- género y especie no descritas

Familia Albireonidae Barnes, 1984

Subfamilia Albireodinae, Barnes, 1984b

Albireo Barnes, 1984b**61- *Albireo whistleri*** Barnes, 1984b

Superfamilia Delphinoidea (Gray, 1821) Flower, 1864

62- Familia, género y especie

indeterminadas

Superfamilia Physeteroidea

Familia Kogiidae (Gill, 1871) Miller, 1923

Subfamilia Kogiinae Gill, 1871

Praekogia Barnes, 1973b**63- *Praekogia cedrosensis*** Barnes, 1973b

Familia Physeteridae Gray, 1821

Subfamilia Physeterinae (Gray, 1821) Flower, 1867.

64- Género y especie

indeterminados

Suborden Mysticeti Flower, 1864 (=Mystacoceti)

Familia Cetotheriidae (Brandt, 1872) Miller, 1923

65- aff. *Herpetocetus* sp.**66- aff. *Nannocetus* sp.**

Familia Balaenopteridae Gray, 1864

Subfamilia Balaenopterinae (Gray, 1864) Brandt, 1872

67- Género y especie

indeterminados

68- aff. *Plesiocetus* sp.*Balaenoptera***69- *Balaenoptera* sp.**

Orden Sirenia Illiger, 1811

Familia Dugongidae Gray, 1821

70- Subfamilia, género y

especie indeterminados

Subfamilia Hydrodamalinae (Palmer, 1895 [1833] --
Simpson, 1932) (=Rytineae Brandt 1833; incl.
Halianassinae Reinhart, 1959, en parte)

71- Género y especie
indeterminados

Orden Carnivora Bowdich, 1821

Suborden Arctoidea Flower, 1869

Familia Otariidae Gill, 1866

Subfamilia Dusignathinae Mitchell, 1968

72- Género y especie
indeterminados

73- Género y especie
indeterminados

Subfamilia Odobeninae

Aivukus

74- *Aivukus cedrosensis*

Repenning y
Tedford, 1977

Subfamilia Otariinae

Thalassoleon

75- *Thalassoleon mexicanus*

Repenning y
Tedford, 1977

76- *Thalassoleon* sp.

10. Literatura citada.

- Aranda-Manteca, F. J. 1990.** Aspectos paleoceanográficos y paleoecológicos de los fósiles del Mioceno, Mesa La Misión, Baja California, México. *Rev. Soc. Mex. Paleont.* 3(1): 97-116.
- Aranda-Manteca, F. J. 1994.** Vertebrados marinos fósiles de La Misión, Baja California, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas (UABC). Ensenada, Baja California, México. 204 pp.
- Aranda-Manteca, F. J., D.P. Domning y L.G. Barnes. 1994.** A new Middle Miocene sirenian of the genus *Metaxytherium* from Baja California and California: relationships and paleobiogeographic implications. *En* A. Berta y T. A. Deméré (eds). *Contributions in Marine Mammal Paleontology honoring Frank C. Whitmore, Jr.* Proceedings of the San Diego Society of Natural History 29:191-204.
- Barnes, L. G. 1973.** *Praekogia cedrosensis*, a new genus and species of fossil pygmy sperm whale from Isla Cedros, Baja California, México. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 247: 1-20.
- Barnes, L. G. 1976.** Outline of eastern North Pacific fossil cetacean assemblages. *Systematic Zoology.* 25 (4):321-343.
- Barnes, L. G. 1984.** Fossil odontocetes (Mammalia: Cetacea) from the Almejas Formation, Isla Cedros, México. *PaleoBios, Museum of Paleontology, University of California, Berkeley* 42: 1-46.

- Barnes, L. G. 1985.** Evolution, taxonomy and antitropical distributions of the porpoises (Phocoenidae, Mammalia). *Marine Mammal Science*, 1(2):149-165.
- Barnes, L. G. 1989.** A new enaliarctine pinniped from the Astoria Formation, Oregon; and a classification of the Otariidae (Mammalia: Carnivora). *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 403:1-26.
- Barnes, L. G. 1992.** The fossil marine vertebrate fauna of the latest Miocene Almejas Formation, Isla Cedros, Baja California, México. p. 147-166; *en* Carrillo Chavez A. y A. Alvarez Arellano, eds. *Primera Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California. Memorias. UABCS, La Paz, Baja California Sur, México.* 116 pp.
- Barnes, L. G. 1993.** Informe de avance del proyecto de Isla Cedros. *Memorias. Segunda Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California. Ensenada, Baja California, México.*
- Barnes, L. G., D. P. Domning y C. E. Ray. 1985.** Status of studies on fossil marine mammals. *Marine Mammal Science* 1(1):15-53.
- Barnes, L. G. y R. E. Raschke. 1991.** *Gomphotaria pugnax*, a new genus and species of Late Miocene dusignathinae otariid pinniped (Mammalia: Carnivora) from California. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County.* 426:1-16.
- Behrensmeyer, Ana K. y Andrew P. Hill, eds. 1980.** *Fossils in the making. Verte-*

- brate Taphonomy and Paleocology. The University of Chicago Press. 338. pp.
- Berta, A. y T. Deméré. 1986.** *Callorhinus gilmorei* n sp., (Carnivora: Otariidae) from the San Diego Formation (Blancan) and it's implications for otariid phylogeny. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 21(7):111-126.
- Berta, A. y A. R. Wyss. 1994.** Pinniped phylogeny; en A. Berta y T. A. Deméré (eds). Contributions in Marine Mammal Paleontology honoring Frank C. Whitmore, Jr. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 29:33-56.
- Burgess, W. E. y H. R. Axelrod. 1984.** Fishes of California and western Mexico. Pacific marine fishes, book 8. T.F.H. Nueva Jersey. p. 1931-2198.
- Burk, C. A. y C. L. Drake (eds). 1974.** The Geology of Continental Margins. Springer-Verlag, N.Y. 1009 pp.
- Cappetta, H. 1987.** Condrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, en .P Schultze (ed), Hanbook of Paleoiichthyology. Fischer Stuttgart, N.Y.
- Carroll, R. L. 1988.** Vertebrate Paleontology and Evolution. Freeman, N.Y. 698 pp.
- Compagno, L. J.V. 1984.** FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Fish Synop. (125) 4 Pt.1:1-249 ; Pt.2:251-655.
- David, L. R. 1943.** Miocene fishes of Southern California. Geological Society of

America, special papers 43. 193 pp.

- Davies, J. L. 1963.** The antitropical factor in cetacean speciation. *Evolution* 17(1):107-116.
- Deméré, T. A. 1994.** The family Odobenidae: A phylogenetic analysis of fossil and living taxa; *en* A. Berta y T. A. Deméré (eds). Contributions in Marine Mammal Paleontology honoring Frank C. Whitmore, Jr. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 29:99-123.
- Dodd, R. y R. J. Stanton. 1981.** Paleoecology, concepts and applications. John Willey & Sons. pp. 559.
- Domning, D. P. 1976.** An ecological model for the late Sirenian evolution in the North Pacific Ocean. *Systematic Zoology*. 25:352-362.
- Domning, D. P. 1986.** The earliest sirenian (Mammalia: Dugongidae) from the Eastern Pacific Ocean. *Marine Mammal Science* 2(4):263-276.
- Domning, D. P. 1988.** Fossil Sirenia of the west Atlantic and Caribbean region. *Metaxytherium floridanum* Hay, 1922. *Journal of Vertebrate Paleontology* 8(4):395-426
- Domning, D. P. 1994.** A phylogenetic analysis of the Sirenia; *en* A. Berta y T. A. Deméré (eds). Contributions in Marine Mammal Paleontology honoring Frank C. Whitmore, Jr. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 29:177-190.
- Eschmeyer, W. N. 1990.** Catalog of the genera of recent fishes. California Academy of Sciences. San Francisco. 697 pp.

- Espinoza-Arrubarrena, L. 1987.** Neogene species of the genus *Isurus* (Elasmobranchii, Lamnidae) in Southern California, USA, and Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. California State University, Long Beach.
- Garrick, J. A. F. 1982.** Sharks of the genus *Carcharhinus*. NOAA Technical Report NMFS Circular 445:1-194.
- Gascón-Romero, G. 1991.** Una nueva evidencia en la evolución de las ballenas del Mioceno medio de Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas (UABC). Ensenada, B.C. 82 pp.
- Gascón-Romero G., F. J. Aranda-Manteca y L. G. Barnes. 1991a.** Una nueva evidencia de la evolución de las ballenas barbadas en Baja California. Programa y resúmenes, XVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. 1991. p. 4.
- Hernández-Rosado, A. y Aranda-Manteca, F. J. 1995.** Tafonomía en vertebrados marinos fósiles de la Formación Almejas inferior, Mioceno tardío, Isla Cedros, Baja California, México. Memorias. Tercera Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California. La Paz, B. C. Sur, México.
- Howard, H. 1968.** Tertiary birds from Laguna Hills, Orange County, California. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County. 142:1-21.
- Howard, H. 1971.** Pliocene avian remains from Baja California. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County 217: 1-17.
- Howard, H. 1972.** Type specimens of avian fossils in the collections of the Natural

History Museum of Los Angeles County. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County. 228: 1-27.

Howard, H. 1978. Late Miocene Marine birds from Orange County, California. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County. 290: 1-26.

Howard, H. 1981. A new species of Murre Genus *Uria*, from the Late Miocene of California. (Aves: Alcidae). Bulletin of the Southern California Academy of Sciences. 80(1):1-12.

Howard, H. 1982. Fossil birds from Tertiary marine beds at Oceanside, San Diego County, California, with descriptions of two new species of the genera *Uria* and *Cephus* (Aves: Alcidae). Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County. 341: 1-15.

Howard, H. 1983. A list of the extinct fossil birds of California. Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 82(1): 1-11.

Howard, H. y L. G. Barnes. 1987. Middle Miocene marine birds from the Foothills of the Santa Ana Mountains, Orange County, California. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County. 383:1-9.

International Commission on Zoological Nomenclature. 1985. International code of zoological nomenclature. 3th Ed., adopted by the XX General Assembly of the International Union of Biological Sciences. International Trust of Zoological Nomenclature, London. 338 pp.

Jefferson, T.A., S. Leatherwood y M.A. Webber. 1993. FAO species identi-

fication guide. Marine mammals of the world. Roma, FAO. 320 p. 587 figs.

- Kaiser, H. E. 1974.** Morphology of the Sirenia. S. Karger, Londres. 77 pp.
- Kellogg, A. R. 1966.** Fossil marine mammals from the Miocene Calvert Formation of Maryland and Virginia; parte 3. United States National Museum Bulletin 247.
- Kemp, N. R. 1991.** Chondrichthyans in the Cretaceous and Tertiary of Australia; *en* P. Vickers-Rich, J.M. Monaghan, R.F. Baird y T.H. Rich (eds.) Vertebrate Paleontology of Australasia. Pioneer Design Studio y Monash University Publications Committee, Melbourne, Australia. 1429 pp.
- Kilmer, H. F. 1984.** Geology of Cedros Island, Baja California, México. Humboldt State University. Arcata, California. 69 pp.
- Ladd, H. S. 1957.** Treatise on Marine Ecology and Paleocology, vol. 2, Paleocology. Geologic Society of America. Washington D.C. 1050 pp.
- Martin, Anthony R. 1990.** The illustrated encyclopedia of whales and dolphins. Portland House, N.Y. 192 pp.
- Miller, D. J. y R. N. Lea. 1972.** Guide to the coastal marine fishes of California. Fishery Bulletin 157. State of California Department of Fish and Game. 249 pp.
- Nelson, J.S. 1994.** Fishes of the world. 3ra ed. John Wiley & Sons. 600 pp.
- Olson, S. L. 1985.** The Fossil Record of Birds, *en* Farner D, King J., y Parkes K. (eds). Avian Biology vol. VIII. Academic Press. Nueva York. p. 79-238.
- Olson, S., y Feuccia, A. 1980a.** Relationships and evolution of flamingos (Aves:

Phoenicopteridae). *Smithson. Contrib. Zool.* 316:1-73.

- Repenning, C. A., y R. H. Tedford. 1977.** Otaroid seals of the Neogene. United States Geological Survey Professional Paper 992:i-vi, 1-93, pls. 1-24.
- Rich P.V y Van Tets, G.F. 1982.** Fossil birds of Australia and New Guinea: Their biogeographic, phylogenetic an biostratigraphic input; *en* P.V Rich y E.M. Thompson (eds.) The fossil vertebrate record of Australasia. Monash University, Clayton, Australia. p. 235-384.
- Robins, C. R., R. M. Bailey, C. E. Bond, J. R. Brooker, E. A. Lachner, R. N. Lea, y W. B. Scott. 1991.** Common and scientific names of fishes from the United States and Canada, 5th edition. American Fisheries Society Special Publication 20.
- Robins, C. R., R. M. Bailey, C. E. Bond, J. R. Brooker, E. A. Lachner, R. N. Lea, y W. B. Scott. 1991b.** World fishes important to North Americans. American Fisheries Society Special Publication 21.
- Rosado, H. A. y Aranda-Manteca, F. J. 1993.** Tafofacies en vertebrados marinos fósiles del Mioceno medio de La Misión, Baja California, México. Memorias. Segunda Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California. Ensenada, Baja California, México.
- Schaffer, W. 1972.** Ecology and Paleoecology of marine environments. The University of Chicago Press.
- Smith, M. M. y P.C. Heemstra (eds.). 1986.** J.A Siegel Smiths' sea fishes. Mac Millan South Africa Publishers. Johannesburg. 1047 pp.

Udvardy, M. D. 1977. The Audubon Society field guide to North American birds
(western region). Alfred A. Knopf, N.Y. 855 pp.

Van Tyne, J. y A. J. Berger. 1975. Fundamentals of Ornithology. John Wiley &
Sons. N. Y. 700 pp.