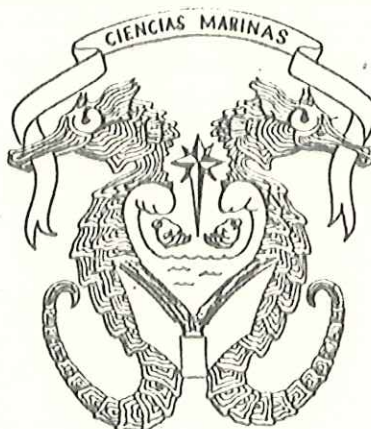


Universidad Autónoma de Baja California.
Escuela Superior de Ciencias Marinas.



U. A. B. C.

PALEOECOLOGIA DE UNA COMUNIDAD BENTONICA DEL PLEISTOCENO
SUPERIOR DE BAHIA SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA.

TESIS
que para obtener el título
de oceanólogo presenta:
Miguel Agustín Téllez Duarte

Ensenada, B.C., Noviembre de 1983.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero dar las gracias a la ayuda y sugerencias que me fueron brindadas por mi director de tesis M. C. Francisco Suárez; al Dr. Adolfo Molina por el apoyo que me proporcionó al inicio del trabajo; a la M. C. Celestina Arreola de Lecuanda, Oc. Raymundo Lecuanda y Oc. Vicente Ferreira por sus útiles sugerencias; a los compañeros Oc. Gerardo Mora, P. O. Alejandro Arellano y P. O. Juan Flores por su colaboración en los muestreos de campo; al M. C. Tom Demere por su ayuda en la identificación de los ejemplares; a mis sinodales, Oc. Roberto Pérez, Oc. Oscar González, Ing. Jorge Ledesma y Oc. José Luis Fermán por sus útiles críticas, y a la Dra. Ana María Escofet por haber leído y criticado el manuscrito.

Especialmente quiero agradecer al CICESE las facilidades que me brindó para desarrollar la investigación.

DEDICATORIAS.

A mis padres, por el apoyo y la confianza que siempre me han brindado.

A mis hermanos, quienes aún sin recursos siempre me han tendido la mano.

A mi hermana menor María Teresa, por el apoyo espiritual que me han brindado sus sonrisas.

A mi sobrina Dulce María, quien ha colmado de alegría nuestra familia.

INDICE

1.- INTRODUCCION.....	1
2.- LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	3
3.- CRITERIOS DE ESTUDIO.....	5
3.1.- Sedimentología.....	5
3.2.- Tafonomía.....	6
3.3.- Características de la asociación fósil.....	8
3.3.1.- Composición faunística:.....	8
3.3.2.- Estructura de la comunidad.....	9
3.3.3.- Distribución de frecuencia de tallas:.....	12
4.- MATERIALES Y METODOS.....	13
5.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	16
5.1.- Sedimentología.....	16
5.2.- Composición faunística.....	24
5.3.- Tafonomía.....	34
5.4.- Estructura de la comunidad.....	44
5.5.- Estructura de las poblaciones.....	50
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
7.- BIBLIOGRAFIA.....	62

1. INTRODUCCION.

La franja costera noroccidental de Baja California ha sido objeto de numerosos estudios paleontológicos, cuyo principal objetivo se ha centrado en la descripción taxonómica de los moluscos fósiles del Pleistoceno. La correlación de la fauna de varias localidades con la fauna viviente actual, ha proporcionado los elementos necesarios para hacer interpretaciones paleoecológicas locales y regionales, referidas principalmente a los tipos de hábitats y distribución de temperaturas marinas, utilizando para esto último los rangos térmicos de los moluscos (Valentine, 1957, 1960; Emerson, 1956, 1959, 1960; Addicott y Emerson 1959; Emerson y Addicott, 1958).

Bahía San Quintín es la localidad más ampliamente estudiada, sus ricas asociaciones fósiles fueron inicialmente dadas a conocer por Dall (1921a, 1921b) y Orcutt (1921); posteriormente Jordan (1926), Hanger (1934) y Berry (1946) dieron nuevas descripciones. Valentine (1955) observó la existencia de asociaciones faunísticas térmicamente anómalas y atribuyó esto a la existencia de surgencias en el Pleistoceno. Emerson (1959) vió esta posibilidad como una herramienta de potencial aplicación en paleoecología. Addicott y Emerson (1959) considerando la fauna de Santa Barbara, San Diego y San Quintín, determinaron un aparente incremento en la temperatura hacia el sur de Baja California durante el Pleistoceno. Valentine y Meade (1961) obtuvieron la paleotemperatura del Pleistoceno de San Quintín utilizando además de la fauna el método radiométrico de Urey

H.C., Lowestan, S., Epstein y Mc. Kinney (1951).

Nó obstante la gran atención que se ha dado a Bahía San Quintín en cuanto a la descripción de su fauna del Pleistoceno para hacer interpretaciones paleoecológicas regionales, y locales en forma muy general, no se ha hecho un estudio donde se determinen las condiciones ambientales físicas y sedimentarias que operaron en el area, su influencia en la forma final de las asociaciones fósiles, y las relaciones que existían entre los organismos y su medio ambiente. La investigación de estos aspectos constituye el propósito del presente trabajo.

2 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

Bahía San Quintín se localiza en la costa noroccidental de Baja California, entre los 30 24 y 30 30 de latitud norte y los 119 57 y 116 01 de longitud oeste (Fig. 1), distando aproximadamente 200 Km. al sur de la ciudad de Ensenada. Posee dos brazos de agua, uno localizado al oeste, denominado Bahía Falsa, y otro al este llamado Bahía San Quintín propiamente. Las dos bahías son separadas por dos conos volcánicos cineríticos conocidos como Monte de Ceniza y Monte Kenton. Al oeste y sureste de estos, se encuentran otra serie de conos volcánicos con una alineación aproximada de norte a sur (Wooldford, 1928). Esta característica fisiográfica es la que determina la dominancia de materiales volcánicos en la porción central de las dos bahías. El lado este de Bahía San Quintín está conformado por suelos arcillosos recientes de origen aluvial (Santillán y Barrera, 1930; Barnard, 1962), y el lado oeste con vista al Océano Pacífico, es un gran tómbolo que une a dos conos volcánicos (Gorstline y Stewart, 1962). El presente estudio se llevó a cabo en la costa noreste de Bahía San Quintín en el sitio conocido como " Molino Viejo " (Fig. 1), en cuyos acantilados de poca altura afloran los lechos fosilíferos del Pleistoceno Superior.

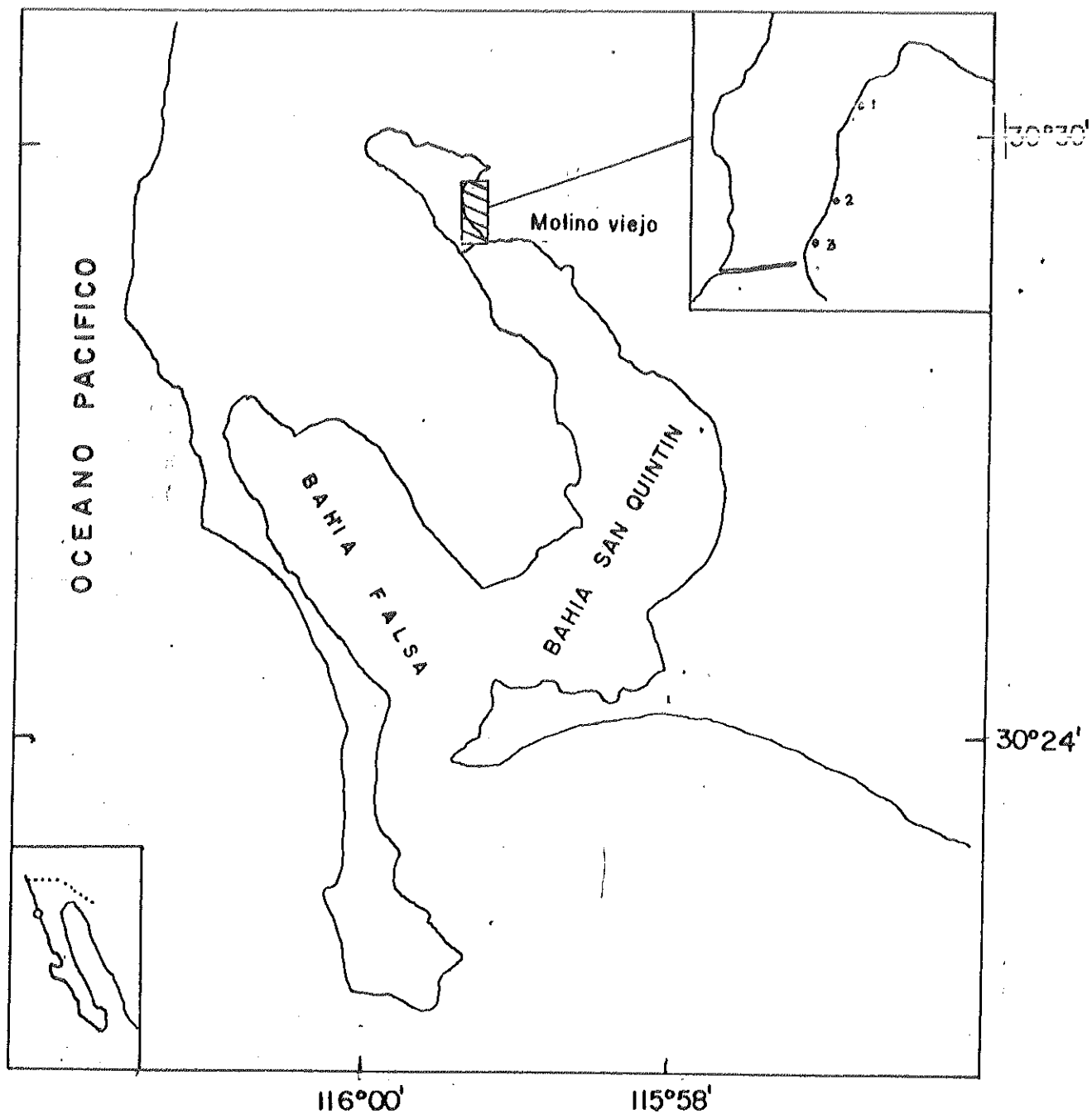


Figura 1. Localización del area de estudio y de las estaciones de muestreo.

3. CRITERIOS DE ESTUDIO.

La suposición básica que se considera dentro de este trabajo, es que los parámetros ecológicos que condicionan la distribución de las comunidades vivientes, tales como temperatura, salinidad y tipo de sustrato, han operado de la misma manera en el pasado como en el presente (Thompson, 1967). Se basa esta consideración en el hecho de que el 95 % de la fauna fósil de San Quintín vive en la actualidad (Jordan, 1926) y la mayor parte de ella esta confinada dentro de la provincia californiana. En el análisis de las asociaciones fósiles se consideran los criterios siguientes:

3.1 Sedimentología.

Para poder establecer las condiciones paleoecológicas de una zona determinada es necesario reconstruir, hasta donde sea posible, la secuencia de eventos que condujeron a la formación de la asociación fósil, principiando por el ambiente sedimentario en el cual se desarrollaron, murieron o fueron transportados los organismos. Para ello, el conocer la composición del sedimento, su textura y las estructuras sedimentarias, permite determinar la posible fuente de los sedimentos y la clase de ambiente ecológico en que fueron depositados. En esta forma se puede establecer si existe correspondencia entre los organismos y el tipo de sustrato sustrato por el tipo de sedimento.

3.2 Tafonomía.

Una reconstrucción paleoecológica generalmente se dificulta por dos tipos de acontecimientos: el transporte post-mortem de los organismos, y la no preservación de éstos como fósiles. Por esta razón es necesario reconstruir la serie de eventos que condujeron a la formación de la asociación fósil y las circunstancias que no hayan permitido la preservación de los organismos. Para evaluar la clase, dirección e intensidad del transporte post-mortem son útiles los criterios biostratinómicos propuestos por Lawrence (1968) y Martin - Kaye (1951):

a) Fragmentación de fósiles.

b) Clasificación de valvas.

a) Fragmentación: Esta nos puede indicar el grado de energía del medio ambiente, en base al tipo de fragmentos y el grado de abrasión que presentan (Seilacher, 1973), ya que el proceso sedimentario está reflejado en la forma como se fragmentan y desgastan las partes esqueléticas de los organismos, creándose marcas distintivas por la acción abrasiva de la arena, el golpeo contra superficies rocosas o el arrastre contra el fondo durante el transporte, siendo posible en esta forma comparar estas características con las que presentan los fósiles fragmentados y

así inferir el proceso sedimentario (Seilacher, 1978; citado en Fairbridge y Bourgeois, 1978).

b) Clasificación de valvas: La clasificación esta, en relación a la simetría derecha-izquierda de las valvas de los pelecípodos, produciendo un distinto número de ellas según la forma como haya obrado sobre ellas el sistema hidrodinámico (Martin-Kaye, 1951). La razón de valvas izquierdas - derechas es un criterio que ha sido utilizado para establecer la cantidad de transporte pre-enterramiento, y su significado ha sido discutido por Boucot (1953), Johnson (1960) y Fagerstrom (1964). En general se considera que las asociaciones fósiles que han sido poco transportadas presentan aproximadamente igual número de valvas derechas e izquierdas, aumentando o disminuyendo la razón a mayor cantidad de transporte.

La evaluación de la alteración post-enterramiento, dentro de la cual se determina la no preservación de los organismos, representa un serio problema en el reconocimiento de una comunidad fósil, puesto que de los análisis disponibles de comunidades marinas recientes nos indican que del 7 al 67 % de esas comunidades son de cuerpo blando y con pocas posibilidades de conservarse (Lawrence, 1968). Esta pérdida de información por la falta de preservación puede recobrase, en parte, mediante la "redundancia" (Tash, 1965; Lawrence, 1968). Este concepto nos permite reconocer la presencia de los organismos no preservados como fósiles, pero que dejan huellas de su existencia en forma de perforaciones, moldes, coprolitos y tubos, o por las relaciones ecológicas con

otros organismos.

3.3 Características de la asociación fósil.

Dentro de una asociación fósil existen varias características anteriores al enterramiento que se necesitan evaluar para reconocer la presencia de una comunidad o varias, y la forma como estuvieron estructuradas. Criterios bióticos como la composición faunística, diversidad y distribución de tamaños de las poblaciones nos proporcionan la información necesaria para poder establecer la estructura de las poblaciones y de las comunidades.

3.3.1 Composición faunística:

La composición faunística de las comunidades recientes se caracteriza por la presencia conjunta de varias especies que comparten las mismas preferencias ambientales. Esta característica provee la base para reconocer y nombrar comunidades (Thorson, 1957), y se ha usado con éxito en el reconocimiento de comunidades fósiles del Pleistoceno de California (Johnson, 1962). En esta forma, por la composición faunística podemos separar y clasificar las comunidades de acuerdo al medio ambiente ecológico en que vivieron y las especies dominantes que la integran. Estas especies dominantes

pueden ser reconocidas por su rango de abundancia o por el índice de valor biológico (Sanders, 1960).

3.3.2 Estructura de la comunidad.

Entre los aspectos estructurales mas importantes y que constituyen una característica intrínseca en la organización de una comunidad esta la diversidad (Dodd y Stanton, 1981). Para definirla hay que atender a la componente de la diversidad que se este considerando, comunmente el número de especies, en cuyo caso se define como diversidad de especies. Si la componente es el número de individuos entre las especies, se conoce como equitabilidad de especies (Valentine, 1973). Considerando estas dos componentes de la diversidad, se han ideado una serie de índices para determinar las características estructurales de la comunidad, entre los cuales los mas comunes son los siguientes:

El índice de dominancia de Simpson (Peet, 1974; Eberhard, 1969), el cual posee la característica de ser sensible a especies raras, o al número de individuos por especie y se define como:

$$C = \sum (n_i/N)^2$$

donde:

C= Dominancia

n_i = Número de individuos de la i -ésima especie

N= Número total de individuos de todas las especies.

El índice de Shannon-Weaver (Odum, 1972) es otro de los índices de diversidad de más común uso, y se define por:

$$H = -\sum n_i/N \log n_i/N$$

Donde n_i y N tienen el mismo significado que el índice de Simpson. El valor de H es más grande cuando la equitabilidad es grande, y su valor máximo se obtiene cuando todas las especies son igualmente abundantes y es igual a el logaritmo de S (Dodd y Stanton, 1981), donde S= número de especies.

El índice de equitabilidad de especies es indicador de la uniformidad en el número de individuos por especie (Peet, 1974; Lloyd y Ghelard, 1964) y se define como:

$$e = H / \log S$$

donde:

H= Índice de Shannon y S= Número de especies

Los índices de diversidad trabajan con el número de especies; con este mismo atributo de una comunidad se puede establecer la semejanza entre estaciones mediante el índice de similitud de Sorensen (Odum, 1972), el cual se define como:

$$S = 2c / N1 + N2$$

donde:

S= Similitud

c= Número de especies comunes en la estación 1 y 2.

N1= Número de especies en la estación 1

N2= Número de especies en la estación 2

Este índice nos sirve para comparar el grado de similitud entre dos estaciones o muestras en una escala de cero a uno, siendo el límite entre similitud y no similitud de 0.5.

3.3.3 Distribución de frecuencia de tallas:

Este criterio ha sido muy utilizado para determinar el modo de formación de una asociación fósil (Johnson, 1960; Boucot, 1953; Fagerstrom, 1964). Aunque no proporciona resultados concluyentes, si representa una herramienta útil de comparación con las tanatocenosis recientes (Craig y Hallam, 1967; Johnson, 1960; Craig, 1967; Boucot, 1953.). La forma de la curva de frecuencia de tallas, es un reflejo de las razones de crecimiento y mortalidad de los organismos, resultando modificada por el transporte post-mortem. De la distribución de tamaños de la población, puede conocerse los patrones de mortalidad de la misma. Para el caso particular de moluscos bivalvos, Levinton y Bambach (1970) propusieron que la relación $D = s \ln (T+1)$, donde D = longitud, T = edad y s es una constante, describe muy aproximadamente la relación entre el crecimiento y la edad relativa de los organismos, siendo por este medio posible construir la curva de supervivencia para poblaciones fósiles. La constante s es calculada por el cociente de la longitud del organismo más grande entre el logaritmo natural de 101.

4. MATERIALES Y METODOS.

La zona de muestreo comprende 800 mts. de longitud aproximadamente, en la que se ubicaron tres estaciones (Figura 1). Se seleccionó este número de estaciones para comparar las variaciones en la composición y estructura de las comunidades fósiles y determinar si corresponden a una misma, lo cual se suponía al no apreciarse variaciones laterales en el afloramiento que impliquen un cambio significativo en el ambiente. Esta razón hubiera justificado la ubicación de mayor número de estaciones. La distancia entre cada estación fue determinada mediante tablas de números aleatorios. Esta forma de ubicar las estaciones obedece al carácter estadístico de las mediciones (Kummel y Raup, 1965), además de que el muestreo simple al azar asegura el que cada individuo de la población tenga la misma probabilidad de ser incluido en la muestra, considerando para esto que el afloramiento es una sub-población de la gran población que representa el cuerpo de roca. La ubicación de las estaciones en el campo se llevó a cabo por levantamiento con brújula y cinta. De cada estación se muestreó un volumen de $1/8$ de metro cúbico de sedimento aproximadamente. El volumen se obtuvo de $225 \times 15 \times 35$ cm. Se seleccionó un espesor de 15 cm. para evitar mezclar posibles variaciones verticales en la composición faunística y asegurar en los más posible que estas variaciones sean representadas lateralmente, para lo cual se tomo como referencia la parte inferior de una capa de fósiles con una continuidad lateral muy uniforme, lo cual nos asegura muestrear a un mismo nivel

estratigráfico. En el tamizado se utilizaron dos cernidores, uno de 0.2 cm. de malla y otro de 0.1 cm., éste último con el fin de recobrar los organismos más pequeños. En el laboratorio el material fue secado para separar los organismos pequeños y los fragmentados. Se consideraron como fragmentos solo aquellos que presentaran el umbo, para el caso de los bivalvos, y la apertura o la mayor parte de la espira corporal para el caso de los gasterópodos. En los escafópodos fragmentados se consideraron estadísticamente solo aquellos que mostraran traslape en tamaño, y en el caso de equinodermos solo se tomó en cuenta su presencia, debido a la dificultad para reconocer de un fragmento a un solo individuo. En los tubos de gusano, debido a que son poco comunes, se consideraron como un solo individuo los que fueran de distinto diámetro. En quelas de artrópodos se hizo la distinción individual con aquellas que completaran un par o que quedaran impares. La fauna fue identificada utilizando las referencias bibliográficas más usuales para la costa de California, E.U.A., y Baja California (Grant y Gale, 1931; Keen, 1971, Keen y Coan, 1974; Mc Lean, 1980; Morris, Abbott y Hauerlie, 1980), y se comprobó su identificación, así como las especies no identificadas, en las colecciones del Museo de Historia Natural de San Diego, California. De cada especie se determinó sus preferencias ambientales y hábitos alimenticios por analogía comparativa con sus representantes vivientes actuales, y en esta forma fueron agrupados en comunidades. Solo se consideró en el trabajo paleoecológico la comunidad que sufrió menor transporte y que fue compatible con el ambiente sedimentario. La clasificación de la comunidad se hizo en base a las especies dominantes, las

que se obtuvieron por su rango de abundancia total en las tres estaciones y por el índice de valor biológico (Para los detalles del método ver Sanders, [1960]) Los organismos completos y fragmentados se usaron para interpretar la historia tafonómica. Los fragmentos se analizaron en la forma descrita por Seilacher (1973).

De los organismos más abundantes se construyeron las curvas de distribución de tamaños y de supervivencia para las poblaciones. La comprobación de que las poblaciones eran las mismas se hizo por medio de un análisis de varianza. Se obtuvieron las razones de valvas derechas e izquierdas para obtener la cantidad de transporte, y la razón de fragmentos de valvas izquierda-derecha para comparar su comportamiento con respecto a las valvas completas. Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson y equitabilidad para la comunidad compatible con el ambiente sedimentario y que sufrió menor transporte. La similitud entre las comunidades de cada estación se estableció mediante el índice de Sorensen. Las muestras de sedimentos fueron analizadas según el método y medidas descriptivas de Folk (1974) y se procesaron los datos en una computadora PRIME 400. Se integraron todos estos datos en la formulación de un cuadro paleoecológico para el Pleistoceno Superior de Bahía San Quintín.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

5.1 Sedimentología.

La columna estudiada se compone de tres estratos bien definidos, cuya continuidad lateral no manifestó variaciones notorias en su litología. La figura 2 muestra la sección sedimentaria, donde se denomina el estrato más inferior como capa A, esta aflora en la estación tres y desaparece en la estación dos y uno por ser esta la dirección en que se hunden los estratos. Se compone de una arena fina clara sin consolidar y solo algunas secciones cementadas por carbonato de calcio. Su espesor es indeterminado, debido a que se continua a profundidad y se encuentra cubierto por los sedimentos recientes de la bahía. Los principales minerales que los constituyen en orden de abundancia son cuarzo, feldespatos, micas, minerales oscuros, y escasos fragmentos de roca y otros minerales no identificados.

La mayoría de los sedimentos clásticos reflejan en su mineralogía la naturaleza de la roca que les dió origen (Friedman, 1961), la composición mineralógica de estos sedimentos se corresponde con el de las rocas pre y post-batolíticas aflorantes en la región, por lo que la probable fuente distributiva proviene del interior.

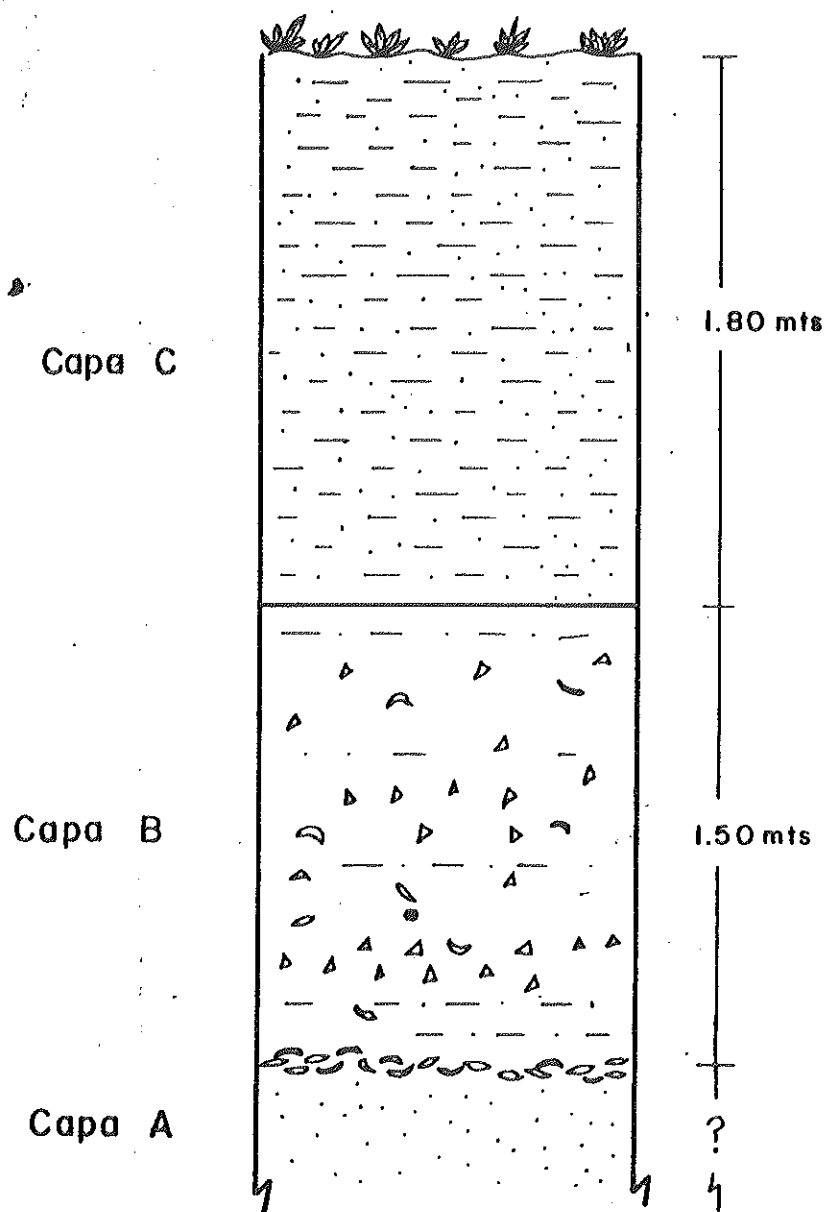


Figura 3. Sección estratigráfica del afloramiento tomando como referencia la estación uno.

erosión y transporte por acción de los drenajes fluviales sobre las rocas del batolito peninsular, principalmente las de tipo granítico. Es notoria la ausencia de minerales que provengan de la degradación de las rocas volcánicas localizadas al norte y oeste de este sitio, en las que predominan el olivino y la augita, sugiriendo esto que la capa se formó antes de la erupción de los volcanes localizados en las proximidades, los que se suponen del pleistoceno (Woodford, 1928). El contacto superior, lo constituye una discordancia paralela demarcada por una delgada capa de fósiles, estos disminuyen en abundancia a profundidad. Esta capa fue seleccionada para hacer el estudio paleoecológico.

La capa B que continua a la discordancia, alcanza un espesor de 1.50 mts. en la estación uno, 1.10 en la dos y 1.30 en la tres, se compone de una arena limosa muy fina de color verde oscuro y moderadamente consolidada.

La característica sobresaliente fue una gran abundancia de piroclastos muy angulares interestratificados de grano fino a grueso, siendo estos últimos de hasta 15 mm. de diámetro. Esta composición, y el hecho de ser muy angulares, nos sugiere que este estrato se formó posteriormente a la erupción de los volcanes cineríticos, siendo estos la fuente distributiva de esta fracción gruesa del sedimento; por otro lado, la fracción fina se compone de cuarzo, feldespatos, micas y minerales oscuros, que indican un origen similar al estrato A. Esto sugiere que la formación de este sedimento se

debió a la acción combinada del aporte de drenajes fluviales provenientes del batolito peninsular, y la redistribución de los piroclastos volcánicos por el oleaje y corrientes marinas. No se observaron estructuras primarias en ninguna de las estaciones, a excepción de una alineación de piroclastos pobremente definida.

Los fósiles son abundantes y se encuentran en distintos grados de preservación, de bien hasta muy mal preservados por acción de la diagénesis, la cual actuó diluyendo las conchas. Es notable la presencia de grandes ejemplares del bivalvo Tressus nuttalli que en su mayoría se encuentran en su posición de vida y que en algunas partes del afloramiento atraviezan la capa A. Partiendo de la estación tres, el espesor de este estrato es muy variable debido a la erosión e intemperismo biológico y físico. No se muestreó en esta capa debido a que la consolidación y la fragilidad de los fósiles no permitió utilizar el método de tamizar un volumen.

En discordancia paralela al estrato B se encuentra el estrato C, el cual se compone de un limo arenoso café claro sin consolidar de origen aluvial reciente, alcanza su máximo espesor en la estación uno con 1.80 mts. y disminuye hacia la dos y la tres. En este estrato se encuentran valvas de Mytilus californianus y otras especies asociadas a fragmentos de carbón y algunos artefactos de piedra hechos por el hombre, por lo que su origen se asocia a los asentamientos de grupos indígenas dedicados al marisqueo.

El estudio de las características texturales del sedimento se realizó sólo para la capa A, los resultados son mostrados en la tabla 1. La mediana de la distribución de tamaños fue aumentando de la estación tres a la uno, de 2.99 ϕ a 2.96 y 2.73 ϕ respectivamente, lo mismo ocurrió con el tamaño medio, el cual aumentó de 2.99 a 2.96 y 2.72 ϕ en ese mismo orden, este tamaño medio corresponde a una arena fina según la escala de Wenworth (1922), y tiene la característica de ser el tamaño de grano adecuado para sostener una abundante meiofauna y macrofauna (Gray, 1981).

característica observada en las tres estaciones. Aunque la variación en tamaño es pequeña, el ligero incremento en el tamaño de grano en dirección a la estación uno puede asociarse a un aumento en el nivel de energía del medio en dirección al noroeste. La dispersión o grado de clasificación del sedimento fue de 0.34 para la estación tres, lo que corresponde a una arena muy bien clasificada , y para las estaciones dos y uno los valores fueron de 0.44 y 0.47 respectivamente, que corresponden a una arena bien clasificada , ambas particularidades son comunmente encontradas en playas arenosas. Esta característica de las arenas de playa es debido a que comunmente son transportadas por saltación, originando por este mecanismo depósitos cuyas gráficas de tamaños muestran deficiencias en partículas finas y gruesas en las colas (Friedman, 1967). La asimetría fue de -0.03, -0.07 y 0.03 para las estaciones uno dos y tres respectivamente, por lo que las curvas son casi simétricas.

ESTACION

	1	2	3
MEDIANA	2.99	2.95	2.73
MEDIA	2.99	2.96	2.72
DISPERSION	0.34 MBS	0.44 BS	0.47 BS
ASIMETRIA	-0.03 CS	-0.07 CS	0.03 CS
KURTOSIS	1.20 L	1.04 M	0.75 P

Tabla 1. Parámetros texturales del sedimento en las tres estaciones. BS= Bien clasificado; MBS= Muy bien clasificado; CS= Casi simétrico; L= Leptocúrtica; M= Mesocúrtica; P= Platicúrtica.

La asimetría es el parámetro textural que más se ha utilizado para definir un ambiente de depósito, y se establece que generalmente las arenas de playa presentan una asimetría negativa, mientras que las dunas, que se asocian como continuidad de este ambiente hacia el continente, presentan generalmente una asimetría positiva. Esporádicamente se han encontrado arenas de playa con asimetría positiva, pero es raro en arenas medias a finas y muy finas (Friedman, 1961). Hails (1967) trabajando con sedimentos poligenéticos (que define como aquellos que han sido trabajados y redistribuidos durante progradaciones del mar) encontró una asimetría negativa en sedimentos de playa del Holoceno y positiva para los de ambiente de dunas, concluyendo que la asimetría es sensible para diferenciar ambientes costeros. Conclusiones similares fueron obtenidas por Mason y Folk (1958) y para arenas fósiles de Nueva Zelanda por Chapell (1967). Las olas al romper mantienen la superficie deposicional agitada, ocasionando con esto que el material sea puesto en suspensión y sea transportado mar adentro por corrientes (Visher, 1969). Esta extracción selectiva de partículas en un medio fluido, que ocasiona la deficiencia de partículas de determinados tamaños en el depósito final, es el mecanismo que ocasiona la asimetría negativa (Duane, 1964). El mismo autor afirma que este principio es también aplicable a sedimentos donde la diagénesis no ha actuado o es despreciable, característica observada en los sedimentos aquí estudiados.

Por los resultados obtenidos, podemos asociar los sedimentos a un ambiente de playa comprendido entre la zona intermareal o anteplaya. Los pequeños valores en asimetría negativa para las estaciones uno y dos, y el positivo para la tres, coinciden con el perfil de playa descrito por Fox, Ladd y Martin (1966; citado en Komar, 1976).

La kurtosis, el último parámetro textural considerado, dió valores de 0.75, 1.04 y 1.20 para las estaciones tres, dos, y uno respectivamente, por lo que las curvas son platicúrtica, mesocúrtica y leptocúrtica.

No se apreciaron estructuras primarias bien definidas en las tres estaciones, posiblemente debido a la perturbación biológica. Hedgpeth (1957) menciona que en las playas arenosas la estratificación es perturbada por las actividades enterradoras de crustáceos como Emerita y bivalvos como Donax, encontrándose esta última especie en los depósitos aquí estudiados. Otro agente de bioturbación lo constituyen los gusanos, los que al construir madrigueras en forma de tubos y por sus hábitos alimenticios como consumidores de depósito, debieron contribuir a la destrucción de la estratificación. Estos fueron encontrados como fósiles indirectos por la presencia de los tubos de sus madrigueras. Dapples (1942) menciona a los gusanos y holoturias como principales modificadores de la estratificación, siguiéndole en importancia los equinodermos, estos últimos sólo se encontraron como fragmentos de "galletas de mar" del género

Dendraster sp. en las tres estaciones. Todas las evidencias sedimentológicas y biológicas aquí discutidas nos indican un ambiente de playa de alta energía para este afloramiento.

5.2 Composición faunística.

En la tabla 2 se enlistan las especies y el número de individuos por especie completas y fragmentadas para cada estación agrupados taxonómicamente. En total se obtuvieron 107 especies entre bivalvos, gasterópodos, escafópodos, artrópodos, equinodermos, briozoarios y anélidos, quedando distribuidas 59 especies para la primera estación, 78 para la segunda y 52 para la tercera. La tabla 3 muestra la distribución porcentual de organismos por tipo de sustrato, donde se incluyen solo las especies en que se determinó efectivamente este aspecto. El mayor porcentaje de organismos correspondieron a un sustrato arenoso constituyendo el 51.9, 64.6, y 68 % de la fauna total en las estaciones uno, dos y tres respectivamente. Siguió en orden de abundancia los de sustrato rocoso, lodoso, epibiontes y de fondo gravoso. La mayor parte de los integrantes de los tres tipos de sustrato habitan desde la zona entre mareas hasta la sublitoral.

Por lo anterior, podemos reconocer la presencia de tres comunidades diferentes pero contemporáneas, de lo que deriva que la asociación fósil sea transportada indígena (

<i>Alligena corritensis</i>	X	11	31
<i>Americardia biangulata</i>	X	1	X
<i>Chama pallucida</i>	2d	21, 2f	3
<i>Chione californiensis</i>	X	2f1	21, 1fd
<i>Corbula luteola</i>	2d, 6f	9d, 51, 2f1	11, 6d, 1fd
<i>Crassimella sp. cf. C. pacifica</i>	X	X	11
<i>Cryptosoma californica</i>	285d, 321fd, 297f, 398fd	592d, 468fd, 412f, 445f1	202d, 413fd, 226f, 339f1
<i>Donax californicus</i>	1fd, 11, 1f1	X	21
<i>Donax gouldii</i>	68d, 52fd, 188f, 58f1	55d, 17fd, 53f, 16f1	7d, 3fd, 8f, 2f1
<i>Felaniella sericata</i>	1f	X	X
<i>Gemma subquadrata</i>	X	11	X
<i>Glycymeris sp.</i>	2	X	X
<i>Glycymeris sp. cf. G. corteziana</i>	X	31, 1f1	X
<i>Lucina aproximata</i>	21	19d, 3fd, 4fd, 24f, 1p1, 4f1	1p1
<i>Lucinica nuttallii</i>	3d, 3fd, 8f, 4f1	15d, 3fd, 13f, 3p1, 7f1, 7pd	3d, 6fd, 7f, 1p1, 6f1
<i>Leptopecten latiauratus</i>	9d, 2fd, 11f, 8f1	14d, 3fd, 22f, 7f1	X
<i>Lyonsia californica</i>	X	11, X	X
<i>Macoma aculeata</i>	1f	X	X
<i>Macoma indentata</i>	X	1f	X
<i>Macoma nasuta</i>	X	1d, 88fd, 93f1	8fd
<i>Macra californica</i>	X	1d, 11	X
<i>Mytilus tumida</i>	X	1d, 11	X
<i>Mytilidae gen. et sp. indet.</i>	1	X	X
<i>Mytilus californianus</i>	1f	4f	7fd, 2f1
<i>Nucula exigua</i>	1d, 50fd, 5f1	8d, 4fd, 22f, 1f1	1d, 2fd, 3f, 3f1
<i>Nuttallia nuttallii</i>	126fd, 198f1	92fd, 112f1	85fd, 27f1
<i>Osireia lurida</i>	10, 1p, f	15, 5f	X
<i>Pandora sp. cf. P. punctata</i>	1f	X	X
<i>Periploca planiculus</i>	X	X	1f
<i>Pezomachus viridolincta</i>	1f	X	X
<i>Prothaca laciniata</i>	X	6fd, 5ip	11, 2d, 1fd, 6f1
<i>Prothaca tenerima</i>	1f	X	X
<i>Prothaca staminea</i>	X	X	1fd, 11, 1f1
<i>Saccella taphria</i>	X	6d, 1dp, 3f, 1f1	1f
<i>Sesale pulchra</i>	X	X	1f
<i>Solen rosaceus</i>	2f	1	X
<i>Spisula planulata</i>	X	2d, 1fd, 4f, 4f1	X
<i>Tellina bodegensis</i>	5d, 11fd, 2f, 18f1	6d, 11fd, 10f, 12ip	1dp, 11fd, 2f, 21f1
<i>Tellina sp.</i>	X	2d, 1fd, 4f, 4f1	X
<i>Tellina idae</i>	X	1	X
<i>Tellina modesta</i>	1dp, 6fd, 5f1	1d, 2pd, 3fd, 11	1d, 1pd, 3fd, 11
<i>Tellina neopisum</i>	11	X	X
<i>Tivola stultorum</i>	X	1d, 17fd, 19f1	2fd
<i>Trachycardium quadragenarium</i>	X	X	1f1
<i>Trachycardium procerum</i>	X	2f	X
<i>Transenella tantilla</i>	X	X	2d, 1fd, 3f
<i>Vesusus nuttallii</i>	X	4fd	1fd

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

 ESTEREOFOTOS

<i>Acanthina punctulata</i>	X	5f	X
<i>Acteocina carinata</i>	X	4, 1f	X
<i>Acteocina harpa</i>	2	8	X
<i>Alla carinata</i>	10, 28f, 1p	4, 1p, 21f	6, 12f
<i>Astraea undosa</i>	X	1f	X
<i>Balcia levisii</i>	1	X	X
<i>Bittium erasilatum</i>	X	23, 4p, 11f	6
<i>Calliostoma sp.</i>	X	1	X
<i>Calliostoma canaliculatum</i>	X	2	X
<i>Calliostoma californica</i>	1, 18f	4, 17f	2, 4f
<i>Calliostoma scabra</i>	1	X	X
<i>Conus californicus</i>	1	1	X
<i>Crepidula edunca</i>	X	2f	1f
<i>Crepidula coxi</i>	1	1, 1f	X
<i>Crepidula onix</i>	1	6f	1
<i>Cyllichna alba</i>	X	2	X
<i>Cyllichna bullenella</i>	X	1, 1p	X
<i>Crucibulum spinosum</i>	1	X	X
<i>Cymatocyprina haaphillii</i>	11, 4f	12, 5f	X
<i>Epitonius sp. cf. e. tinctor</i>	4, 2f	3, 1f	1
<i>Fissurella volcana</i>	X	X	1, 4f
<i>Hamulopsis lurida</i>	1	X	X
<i>Kurridia haaphillii</i>	X	9, 1p, 1f	X
<i>Littorina planaxis</i>	X	2	1
<i>Littorina scutellata</i>	X	10, 11f, 2p	2p, 5
<i>Mangelia sp. cf. M. hexagona</i>	1	X	X
<i>Megastoma binaiculatus</i>	1	X	X
<i>Megastoma crenulata</i>	X	X	1
<i>Massarius fossatus</i>	1f	7, 9p, 33f	1p, 3f
<i>Massarius mendicus</i>	X	7, 15f, 3p	4f
<i>Massarius perpinguis</i>	X	61f, 2	3f
<i>Massarius tegula</i>	X	4	1
<i>Morrisia norrisi</i>	X	1f	X
<i>Olivella biplicata</i>	20, 18p, 83f	10, 13p, 22f	15, 6p, 3f
<i>Olivella basica</i>	6, 6p, 12f	4, 19f, 3p	2, 1p
<i>Ophioderealia ophiodearea</i>	X	1	X
<i>Pollinica levisii</i>	X	1fp, 8f, 1p	X
<i>Pollinica reclusianus</i>	1, 8f	3, 5f, 3p	8f
<i>Tegula aureolincta</i>	X	X	1p
<i>Terebra crenifera</i>	X	4, 2f	3f
<i>Trochalia compla</i>	2	2, 2f	X
<i>Turbonilla sp.</i>	1	1f	X
<i>Turbonilla asubata</i>	X	3, 4f	X
<i>Turbonilla canfieldi</i>	1	X	X

 Tabla 2. Especies por estaciones .d= derechas; l= izquierdas; f= fragmentos; p= perforados.
 X= No presenta.

ESCHWOPPODS

Dentellus neohesperus	10,127	11,127,	5
Dentellus tenuipolitus	6	1,46	X
Eschulus sp. cf. C. fusiformis	X	5,57	17

ARTROPODOS

Balanus sp.	1	15	1
Callinectes sp.	11	5	2
sp-1	1	X	X
sp-2	4	1	X
sp-3	1	X	1
sp-4	3	X	X
sp-5	2	1	X
sp-6	1	1	X
sp-7	X	2	X

EQUINODERMOS

Strongylocentrotus purpuratus	1	1	X
Dendroster sp.	1	1	1

BRIOZOARIOS

sp-8	1	2	X
------	---	---	---

ANELIDOS

Tubos de gusanos	5	X	4
------------------	---	---	---

Tabla 2. Continuación

ESTACION	ROCOSO	GRAVOSO	ARENOSO	LODOSO	EPIBIONTES	TOTAL ESP.
1	30.8	3.8	51.9	7.7	5.8	52
2	23.1	1.5	64.6	7.7	3.1	65
3	24.0	0.0	69.0	8.0	0.0	50

Tabla 3. Abundancia de organismos en cada estación de acuerdo al tipo de sustrato.

Craig y Hallam, 1963), y podemos ahora clasificar las comunidades que integran esta asociación como: Litoral de sustrato arenoso, litoral de sustrato rocoso y litoral de sustrato lodoso. En la tabla 4 se agrupan estas comunidades por el tipo de sustrato en que viven y la forma de alimentación.

En particular, la comunidad litoral de sustrato arenoso es la que resulta compatible con el ambiente sedimentario, por lo que sólo esta se consideró dentro del estudio paleoecológico. La composición faunística de esta comunidad sugiere un ambiente de playa arenosa protegida sobre una costa abierta, como es indicado por algunas de las especies más abundantes como Cryptomya californica, Olivella biplicata, Donax gouldii y Nuttallia nuttallii (Tabla 5).

Los integrantes de la comunidad de sustrato rocoso son las que siguen en abundancia a las de sustrato arenoso, siendo más abundantes en la estación uno, donde ocupan un 30.8 %, y por tanto se encuentran más cerca a su hábitat de fondo firme de alta energía, resultado también soportado por el ligero aumento en el tamaño de grano. . Esto sugiere que estos elementos faunísticos alóctonos deben provenir de la costa rocosa al oeste de la bahía, localidad descrita por Valentine (1960). En una colecta en este sitio, y no incluida dentro de este estudio, se observó que en algunas secciones los fósiles se encuentran cubiertos por lavas volcánicas, lo que indica la existencia de esta costa rocosa, que debió haber

COMUNIDAD DE PLAYA ARENOSA			COMUNIDAD DE SUSTRATO ROCOSO				COMUNIDAD DE SUSTRATO LODOSO		
DEPOSITO	SUSPENSION	CARNIVOROS	DETRITOFAGOS	SUSPENSION	HERBIVOROS	CARNIVOROS	DEPOSITO	DETRITOFAGO	SUSPENSION
Lucula ellina acoma sammotreta	Donax Nuttallia Aligena Mysella Solen Protothaca Chione Cryptomya Mactra Spisula Tressus Saccella Lucina Lucinisca Trachycardium Felaniella Pandora Periploma Tivela	Olivella Nassarius Bittium Cylichna Cylichnella Balcis Turbonilla Conus Ophiuermella Acteocina Polinices Terebra Kurtziella	Crepidula Crucibulum	Mytilus Ostrea Leptopecten Glans Chama Corbula	Littorina Norrisia Tegula Collisella Fisurella Megatebennus Megathura Alia	Acanthina Epitonium	Macoma Cerithidea Tricolia	Semele Protothaca Lyonsia	
	Cadulus Dentalium Callianasa								

TABLA 4. Comunidades presentes en la asociación fósil del Pleistoceno Superior de Bahía San Quintín. Se presentan los organismos solo a nivel de género.

ESTACION 1

ESTACION 2

ESTACION 3

Cryptomya californica	54.8	Cryptomya californica	54.8	Cryptomya californica	75.70
Donax gouldii	12.26	Olivella biplicata	12.86	Olivella biplicata	5.99
Nuttallia nuttallii	10.08	Nuttallia nuttallii	5.69	Nuttallia nuttallii	3.81
Olivella biplicata	9.39	Donax gouldii	3.66	Tellina bodegensis	2.50
Nucula exigua	3.96	Nassarius perpinguis	2.69	Lucinisa nuttalli	1.52
Tellina bodegensis	1.55	Nassarius fosatus	2.49	Donax gouldii	1.09
Olivella baetica	1.86	Bittium armillatum	1.93	Bittium armillatum	0.65

Tabla 5. Porcentaje de organismos respecto a la fauna total.

sido una isla, antes de que la actividad ígnea fuera más intensa y modificara el régimen hidráulico y sedimentario.

En la tabla 5 se muestran los porcentajes relativos de abundancia de las especies más comunes, de las cuáles solo unas pocas resultaron realmente abundantes, siendo la mayor parte de la fauna más bien rara. En las figuras 3, 4 y 5 se muestran las gráficas de abundancia, en las que se observa una alta dominancia de unas pocas de especies en las tres estaciones.

En el muestreo de este estudio no figuró como la más dominante la comunidad de Tellina bodegensis-forreira-belcheri mencionada por Valentine (1961). F. belcheri no se encontró en ninguna de las tres estaciones. La comunidad quedó caracterizada por la asociación Cryptomya californica-Olivella biplicata-Nuttallia nuttallii, en base a la dominancia por rango de abundancia total e índice de valor biológico (Tabla 6). Estos dos análisis de dominancia mostraron los mismos resultados para las especies tope de la comunidad, por lo cual podemos considerar que esta asociación caracteriza al afloramiento.

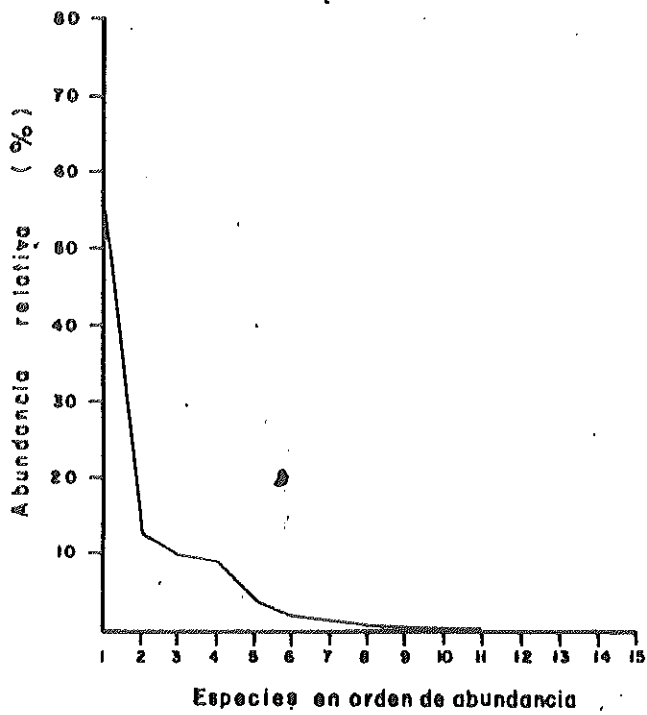


Figura 3. Curva de dominancia de la estación uno.

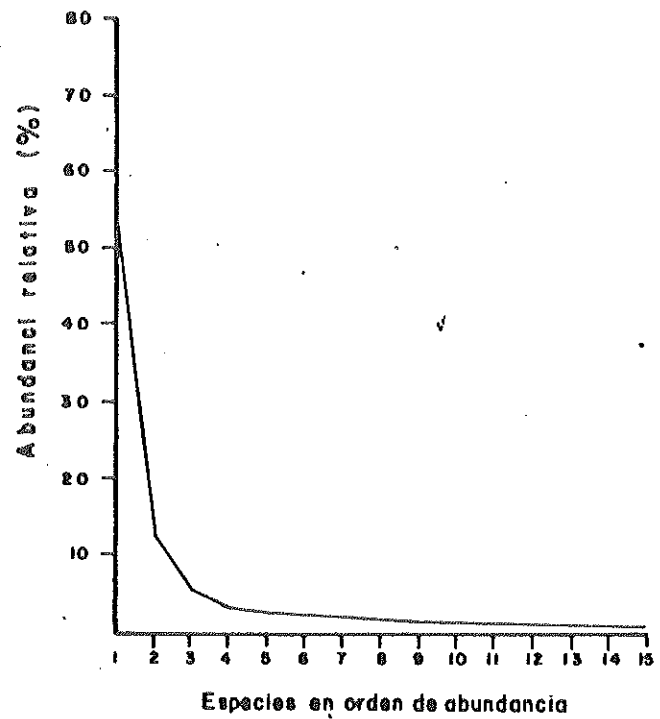


Figura 4. Curva de dominancia de la estación dos.

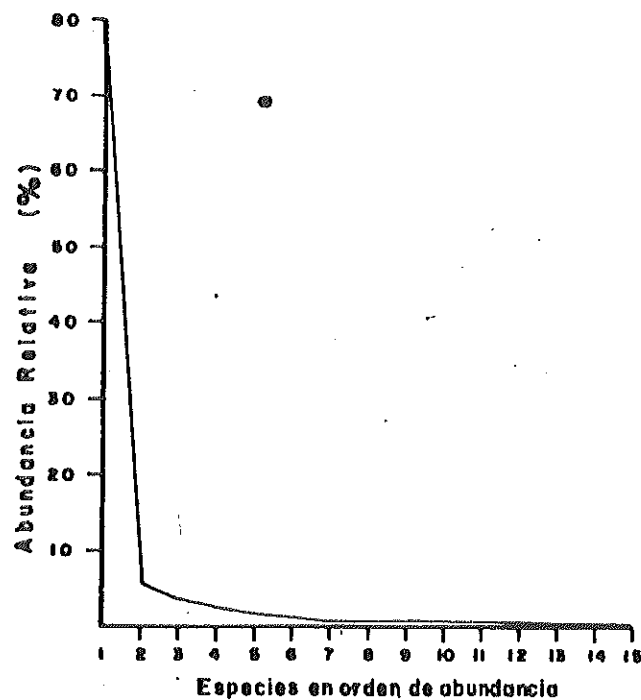


Figura 5. Curva de dominancia de la estación tres.

	RANGO DE ABUND. TOTAL	INDICE DE VAL. BIOL.
<i>Cryptomya californica</i>	59.2	21
<i>Olivella biplicata</i>	10.3	16
<i>Nuttallia nuttallii</i>	6.6	15
<i>Donax gouldii</i>	5.7	12

Tabla 6. Rango de abundancia total, considerando las tres estaciones de muestreo, y por índice de valor biológico.

	ESTACION		
	1	2	3
<i>Cryptomya californica</i>	45.5	44.8	59.4
<i>Donax gouldii</i>	39.4	23.6	30
<i>Nuttallia nuttalli</i>	100	100	100
<i>Olivella biplicata</i>	68.6	89.7	61.8
<i>Nucula exigua</i>	98	33.3	66.7
<i>Tellina bodegensis</i>	68.7	69.7	91.7
<i>Olivella baetica</i>	50	73	0
<i>Cymatosyrinx hemphilli</i>	26.6	29.4	0
<i>Nassaræus perpinguis</i>	X	96.2	100
<i>Nassaræus fosatus</i>	100	67.3	75
<i>Bittium armillatum</i>	X	28.9	0
<i>Mactra californica</i>	96.8	100	X
<i>Lucinisca nuttallii</i>	50	38.9	66.7

Tabla 7. Porcentaje de fragmentación de las especies más comunes para las tres estaciones.

5.3 Tafonomía.

La fragmentación fue alta para las tres estaciones (Tabla 7), lo que implica un medio de transporte de alta energía, resultado ya obtenido en el análisis de sedimentos.

Esta característica de una alta concentración de unas pocas especies y una alta fragmentación fue observada por Watson (1971) en playas arenosas actuales, las cuales comparó con antiguas playas de conchas del Pleistoceno Superior. Para explicar este fenómeno, menciona la existencia de tres posibles procesos: Un suministro extremadamente alto de conchas, un suministro extremadamente bajo de sedimento terrígeno o algún proceso hidráulico que concentra las conchas en una área determinada. Un suministro extremadamente alto de conchas no parece ser el posible origen de la asociación fósil, puesto que este es un caso frecuente en áreas fuera de la costa donde el patrón de corrientes o el reducido suministro de sedimentos origina una condensación o acumulación de conchas debido a la no depositación (Fursich, 1978), y la fauna y forma del depósito no corresponde a este tipo de ambiente. Esta característica también descarta a un suministro extremadamente bajo de sedimento terrígeno como un posible mecanismo. Algún proceso hidráulico que concentre las conchas parece ser el mecanismo que más aproximadamente explica la alta fragmentación y concentración de organismos dentro de la asociación fósil. Esta afirmación es soportada

por la ausencia total de organismos en su posición en vida, aún para aquellos que viven profundamente enterrados en el sedimento como es el caso de C. californica y N. nuttallii. Este proceso pudo haber operado durante un corto período de tiempo para originar una delgada capa fosilífera. Por lo tanto, es posible que las corrientes litorales generadas y aumentadas por un evento catastrófico de corta duración, como una tormenta temporal, pudo ser la causa de la concentración de conchas, ya que no existen evidencias de que estas se hayan ido acumulando en forma constante, proceso que es más evidente para la capa B, que se encuentra separada por estratos donde los fósiles están más dispersos. La formación de capas delgadas de fósiles es uno de los criterios que han sido utilizados para reconocer este tipo de eventos (Dood y Stanton, 1981), los cuales parecen ser mas comunes en la formación de asociaciones fósiles de lo que se cree (Sheldon, 1965; Raup y Stanley, 1978).

La condición superficial de los fósiles no mostró huellas de que la dilución diagenética haya contribuido en forma importante a la fragmentación. La forma angular de los fragmentos indica que el agente de transporte fue mecánico, y no operó por mucho tiempo.

El índice de clasificación de valvas izquierda/derechas se obtuvo para las especies más abundantes. Sólo dos especies de bivalvos, C. californica y D. gouldii, proporcionaron un número suficiente de valvas para la

obtención de este índice. Nuttallia n. no obstante de ser otra de las especies más abundantes, sólo se encontró como fragmentos. La alta fragmentación de Nuttallia n. puede ser explicada por su tendencia a vivir en sitios donde existen fuerte corrientes de marea, por lo que están más sujetas a la fragmentación y transporte. Otra característica que conduce a la destrucción de las conchas es su forma, ya que al poseer una mayor área de superficie respecto al volumen, es mayor la erosión debido a la abrasión física (Driscoll, 1967). En la tabla 8 se muestra el índice de clasificación de valvas izquierdas- derechas de los fragmentos de Nuttallia nuttalli. Aunque no se han realizado estudios a este respecto, es interesante que la razón de fragmentos esté muy próximo a uno, característica que se encuentra en la razón de valvas cuando no existe mucho transporte.

La tabla 9 muestra los índices de clasificación de valvas y de los fragmentos de valvas. Para Cryptomya se obtuvo un valor alto en las tres estaciones, siendo estos de 0.77, 0.70 y 0.80 para las estaciones uno dos y tres respectivamente. No se observa un gradiente claro que nos pueda indicar una dirección preferencial de transporte. En este aspecto hay que hacer mención de una característica notable de las dos valvas de Cryptomya, la valva izquierda posee un chondroporo que causa una proyección en la parte dorsal de la valva (Fig. 6), en cambio la valva derecha carece de él, teniendo en su lugar una foseta. Esta diferencia entre las dos valvas causa una desigual

ESTACION	F.D.	F.I.	F.I./F.D.
1	126	130	1.03
2	92	112	0.82
3	35	27	0.77

Tabla 8. Razón de fragmentos de valvas
izquierdas-derechas de Nuttallia nuttalli

ESTACION	V.D.	V.I.	F.D.	F.I.	V.I./V.D.	F.I./F.D.
1	385	297	321	398	0.77	1.24
2	592	412	480	445	0.70	0.92
3	282	226	413	339	0.80	0.82

Tabla 9. Razón de valvas y fragmentos izquierdos-derechos de Cryptomya californica. V.= valvas; D.= derecha; I.= Izquierda; F.= fragmentos.

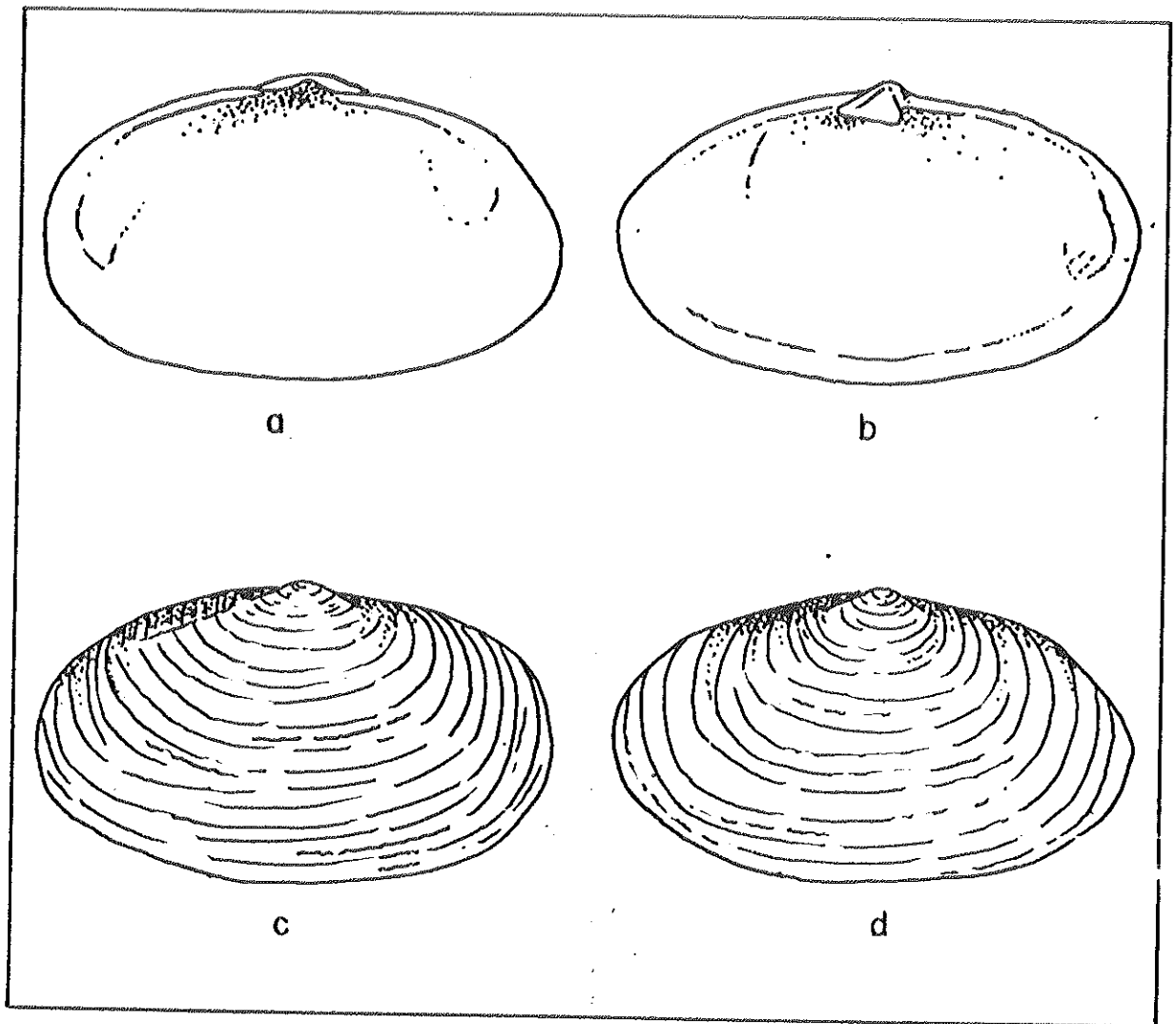


Figura 6. Cryptomya californica. a) Interior de la valva derecha b) Vista exterior c) Interior de la valva izquierda. Nótese lo prominente del condroporo. d) Exterior de la misma valva.

distribución de masa que ocasiona una respuesta diferente a la capacidad de transporte por el agente hidrodinámico. Klahn (1932) observó que la clasificación de valvas durante el transporte puede ser efecto de la diferencia de pesos de las valvas derechas e izquierdas, pero en el caso de C. californica es probable que

la clasificación se deba más a la proyección que al peso. Lever (1958) menciona esta diferencia en cuanto al transporte para el caso de Mya arenaria, una especie de la misma familia que Cryptomya (Myidae), y con las mismas características morfológicas, quien observó que la clasificación de valvas en Mya es extrema debido a la proyección de la valva izquierda, la que al enclavarse en el sedimento evita así su propio transporte, en cambio la derecha por carecer de proyección es más fácilmente transportada. Por lo anterior y el hecho de que C. californica tenga una razón de desarticulación de valvas muy próxima a uno, nos explica que esta población haya sufrido poco transporte. La razón de fragmentos izquierdos/derechos (Tabla 9), al igual que el índice de clasificación de valvas mostró un valor muy próximo a uno. No existen experimentos tafonómicos ni observaciones de campo que nos indiquen una relación de este índice con respecto al transporte, pero resulta interesante el hecho de que presenten un comportamiento muy similar, e incluso con valores más altos que el índice de clasificación de valvas.

Esto quizás sea debido a que los fragmentos oponen más

resistencia al transporte al disminuir el area expuesta a las corrientes de tracción.

Otra especie en la que se determinó el índice de razón de valvas fué Donax gouldii (Tabla 10). Se obtuvo un índice de clasificación muy próximo a uno, y con valores más altos que para C. californica. La estación tres no se consideró por ser muy pequeño el número de valvas. Con D. gouldii se han realizado numerosos estudios que concluyen en que el índice de clasificación disminuye a mayor transporte (Hartin-Kaye, 1958; Lever, 1958). Aunque la dirección aparente de transporte es de la estación dos a la uno, puesto que el índice disminuye de 0.96 a 0.74, no es posible afirmar esto por no existir otra estación de referencia. Por otro lado, el índice para los fragmentos también muestra un valor muy próximo a uno, y al igual que C. californica mayor que el índice de clasificación de valvas, sólo que en D. gouldii el índice de fragmentos disminuye de la estación uno a la dos (0.96 a 0.94) Por lo tanto, solo podemos afirmar que D. gouldii y C. californica, son especies que sufrieron poco transporte por tener un índice de clasificación de valvas próximo a uno y por ser compatibles con el medio sedimentario. Para ambos casos tenemos que faltó la evidencia de enterramiento in-situ, sin embargo, cualquier oportunidad de recuperar organismos completos con sus dos valvas fijas se ve anulada por el método de muestreo y por el hecho de que ambas especies no muestren una dentición o un ligamento que permita que perdure la unión de ambas valvas. La condición

ESTACION	V.D.	V.I.	F.D.	F.I.	V.I./V.D.	F.I./F.D.
1	80	108	52	50	0.74	0.96
2	55	53	17	16	0.96	0.94

Tabla 10. Razón de valvas y de fragmentos izquierdos-derechos de Donax gouldii. V.= valvas; D.= derechas; I.= izquierdas; F.= fragmentos.

superficial de ambos organismos no mostró efectos abrasivos severos, para el caso de C. californica las líneas de crecimiento no se encuentran muy erosionadas ni manifiestan disolución, en cambio para D. gouldii, aunque no presenta marcas abrasivas ni pulimiento por la arena, sí se encontró disolución en su superficie.

Otra evidencia que nos puede sugerir poco transporte, y que fué un evento catastrófico el que formó la asociación fósil, es la presencia de individuos de hasta dos mm. de longitud para C. californica y D. gouldii, debido a que los individuos pequeños sobreviven sólo unas pocas semanas bajo condiciones de alta energía (Birkett, 1959).

La posible presencia de algunos organismos de difícil preservación pudo ser inferida a partir de sus relaciones ecológicas con otras especies en sistemas actuales, por ejemplo; los camarones Upogebia pugettensis y Callinassa californiensis construyen canales, por los cuales C. californica proyecta sus sifones a la superficie (Haderlie y Abbott, 1980). De estas dos especies solo se encontraron quelas de Callinassa c., pero se infiere la relación que debió haber existido con Upogebia p. y con el echiuro Urechis caupa (Haderlie y Abbott, 1980) de quienes no se encontraron evidencias directas de su presencia, pero se infieren por su estrecha relación ecológica con C. californica, con quien compite por el alimento. Otra especie que posee relaciones ecológicas con organismos de difícil preservación es

Prothotaca laciniata, la cual se ha encontrado infectada por los estadios larvales del anelido Echenoibothrium sp. En Tressus nuttallii también se ha detectado la presencia de este anelido. Macoma nasuta y Macoma secta en la cavidad del manto pueden alojar como comensales a los cangrejos pinnoterjidos Pinnixa foba y P. litoralis y el gusano nemertino Malacobdella grossa. Donax gouldii frecuentemente presenta ramilletes del hidroide Clytia bakeri, siendo posible que la disolución que presentan las valvas sea debido a la formación de zonas de más fácil ataque diagenético por la fijación del hidroide. En Polinices lewisii es común encontrar como comensal al cangrejo Ophistopus transversus y las conchas vacías comunmente son utilizadas por los cangrejos ermitaños Isocheles pilosus y Paguristes bakeri. Un género común que frecuentemente es presa de la estrella de mar Pisaster sp. es Nassarius sp., posiblemente esta estuvo presente dentro de la comunidad, pero por lo difícil de su preservación, no se conservó.

5.4 Estructura de la comunidad

Ya se mencionó que la evidencia sedimentaria demostró que el ambiente deposicional es el mismo en las tres estaciones y que las comunidades sufrieron transporte aunque no muy intenso. Para continuar con la interpretación de la estructura de la comunidad se debe considerar cuidadosamente

este hecho, puesto que se podrían sesgar mucho las inferencias respecto a la estructura de la comunidad. Valentine (1961), Johnson (1964), Valentine y Rowland (1969) y Noble y Logan (1981) afirman que la perturbación post-mortem es de poca importancia para sesgar estudios paleoecológicos en ambientes de alta energía; si consideramos el hecho de que la comunidad bajo estudio se corresponde con el ambiente sedimentario y que el transporte post-mortem fue mínimo, podemos despreciar éste y continuar el análisis de la comunidad mediante los índices de diversidad. En la obtención de los índices se consideraron los fragmentos como individuos pertenecientes a la comunidad, por el hecho de que en ambientes de alta energía existe una rápida degradación de los restos esqueléticos (Chave, 1964), lo que ocasiona que tengan pocas probabilidades de conservarse por mucho tiempo, además de que no existen evidencias de que los restos esqueléticos de los organismos se hayan estado acumulando por un intervalo largo de tiempo por encontrarse concentrados en una sola capa.

La tabla 11 muestra los índices de diversidad, observándose que la dominancia está más concentrada en la estación tres, con un valor de 0.58 siendo menor en las estaciones uno y dos con valores de 0.34 y 0.32 respectivamente. Estos últimos valores nos reflejan que el predominio es compartido por las especies raras dentro del total de especies. En los índices de diversidad de Shannon-Wiener y de equitabilidad es un tanto difícil de interpretar si los cambios en diversidad obedecen a un

ESTACION	Similitud		
	1	2	3
1	X	0.5428	0.5573
2	0.4572	X	0.7532
3	0.4427	0.2468	X

Disimilitud

Tabla 11. Indices de similitud entre estaciones.

	ESTACION		
	1	2	3
D	0.3365	0.3214	0.5796
e	0.4965	0.5149	0.3480
H	1.6365	1.9365	1.2273

Tabla 12. Indices de diversidad para las tres estaciones. D= Dominancia ; e= Equitabilidad; H= Indice de Shanon-Wiever.

incremento en el número de especies o a la distribución del número de individuos por especie. Si graficamos el índice de Shannon (H) contra el logaritmo del número de especies ($\ln S$) y contra el índice de equitabilidad (e) resulta más fácil establecer a que obedece el cambio en la diversidad. En las figuras 7 y 8 se encuentran estas gráficas partiendo de los datos de la tabla 11. Se muestran en estas figuras las líneas de regresión y los coeficientes de correlación, y de acuerdo a este último se encontró que la diversidad esta pobremente correlacionada con $\ln S$, siendo mucho mejor la correlación con e, por lo que la adición de especies raras a la comunidad tiene poco efecto en la diversidad, mientras que el cambio en dominancia tiene un efecto más grande.

Los valores del índice de similitud (Tabla 11), denotan un valor alto entre las estaciones dos y tres (0.75) y valores intermedios entre la uno y dos (0.54) y uno y tres (0.55). Par todos los casos la similitud entre comunidades fué mayor que la disimilitud, por lo que podemos considerar que tratamos con la misma comunidad en el afloramiento. Los valores intermedios en similitud son debido al bajo número con que se presentan las especies raras en las tres estaciones, no obstante esto, estas son importantes dentro de la estructura de la comunidad porque ocasionan diversidad (Odum, 1972).

Es de esperarse que los valores de los índices sea solo aproximados, al no considerarse las especies no preservadas, principalmente aquellas de cuerpo blando cuya

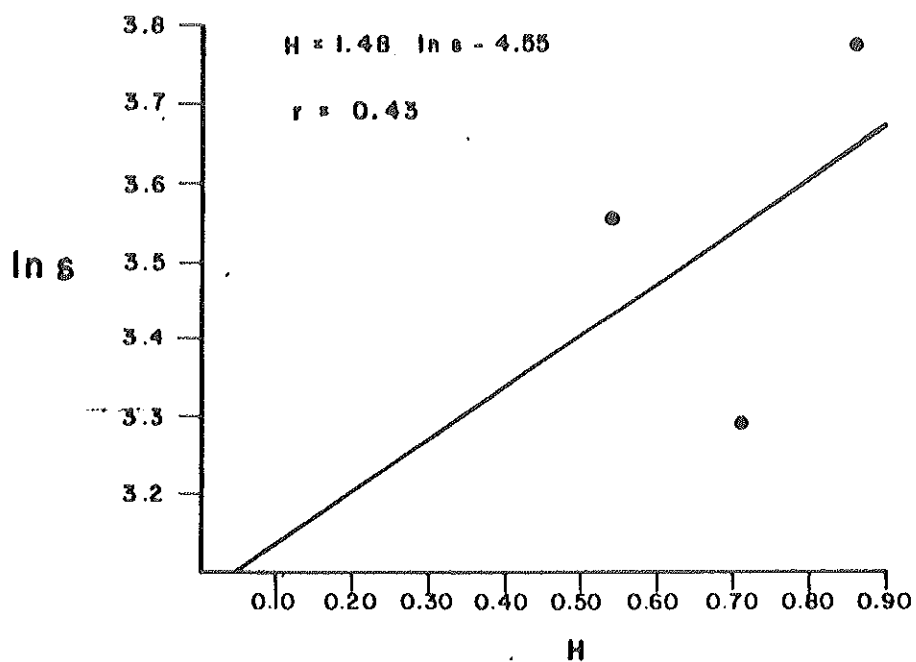


Figura 7. Relación entre el índice de Shannon (H) y el logaritmo del número de especies ($\ln s$).

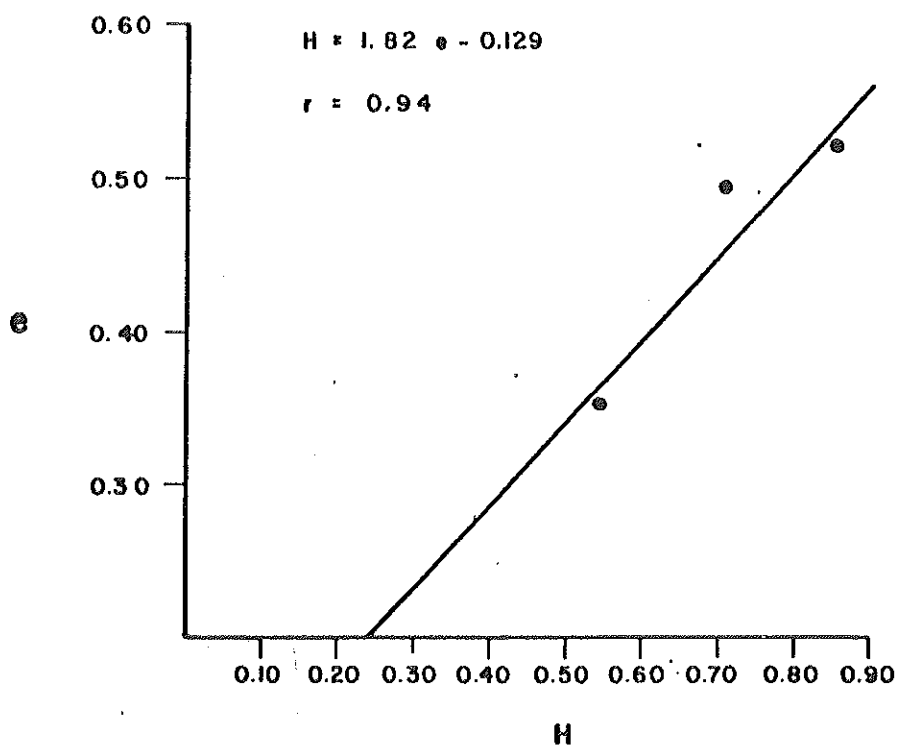


Figura 8. Relación entre el índice de Shannon (H) y la equitabilidad (e).

presencia fué inferida solo por sus relaciones ecológicas con los integrantes de esta comunidad y que frecuentemente establecen relaciones de mutualismo y comensalismo. La estructura trófica de la comunidad estuvo dominada por los alimentadores de suspensión, seguida por los carnívoros y en cantidad mucho menor por los alimentadores de depósito. Esta estratificación, en la que se consideran solo las especies presentes resulta normal en comunidades de fondos arenosos, donde los alimentadores de depósito son poco abundantes (Thorson, 1957; Rhoades y Young, 1970). Las relaciones tróficas no pudieron ser claramente establecidas por encontrarse bajos niveles de predación en las conchas en la forma de perforaciones, pero pueden ser inferidas por la presencia de los predadores y las presas conocidas de las comunidades actuales. Los principales predadores sobre la comunidad fueron Polinices lewisii y Conus californicus y sus presas Olivella, Nassarius, Lucina y Luciniscia. Olivella y Nassarius fueron los que mas mostraron huellas de predación. Esto se correlaciona con el hecho de que en la actualidad estas dos especies tengan un buen número de predadores, ya que además de Conus y Polinices predan sobre ellos Pisaster, Astropecten y Octopus. Estas especies no se encontraron como fósiles debido a sus pocas probabilidades de preservación dentro de este ambiente por carecer de partes duras, sin embargo, si debieron funcionar dentro de ella.

En general, las especies ecológicamente relacionadas con la comunidad y no representadas por carecer de partes

duras preservables son catorce, que comprenden un 20 % de las 57 especies presentes. Balcis lewisii fué el único parásito presente dentro de la comunidad y vivió sobre la galleta de mar Dendraster sp., la que solo fué encontrada dentro de la comunidad como fragmentos. C. californica a pesar ser, la especie más abundante, no mostró ninguna valva con huellas de predación, posiblemente por su hábito de vivir profundamente enterrada en el sedimento a más de 50 cm. (Haderlie y Abbott, 1980), lo que la hace de difícil acceso a sus predadores.

5.5 Estructura de las poblaciones.

Solo Cryptomya californica y Donax gouldii se encontraron en número suficiente para obtener las curvas de distribución de tallas y realizar un análisis de la estructura de las poblaciones.

Para comprobar si las poblaciones eran las mismas en las tres estaciones, se hizo la prueba de Kruskal-Wallis para la distribución de tallas de las valvas derechas e izquierdas de las dos especies. Para D. gouldii solo se realizó en las estaciones uno y dos. Se optó por esta prueba no-paramétrica de análisis de varianza debido a que ninguna de las muestras cumplió con la condición de normalidad de los datos, requisito indispensable para la validez del enfoque paramétrico. En la tabla 13 se muestran los resultados de las pruebas

	<i>Cryptomya californica</i>	<i>Donax gouldii</i>
Valvas derechas	p = 0.784 ns	p = 0.545 ns
Valvas izquierdas	p = 0.185 ns	p = 0.285 ns

Tabla 13. Prueba de Kruskal-Wallis para las valvas derechas e izquierdas de *Cryptomya c.* y *Donax gouldii* entre estaciones. La prueba se hizo con alfa = 0.05.

estadísticas. Con un $\alpha = 0.05$ no se encontraron diferencias significativas entre las valvas derechas e izquierdas de C. californica para las tres estaciones, igual resultado se encontró para D. gouldii para las dos estaciones en que se encontró en número suficiente. Esto nos comprueba que las poblaciones son las mismas al poseer la misma media.

En las figuras 9 y 10 se muestran los polígonos de la distribución de tamaños de las poblaciones de C. californica para las valvas derechas e izquierdas. Se nota una gran semejanza en lo polimodal y forma de la distribución de las curvas, a excepción de las valvas izquierdas de la estación dos que es unimodal. Esta diferencia puede ser un reflejo del error aleatorio en el muestreo, pero en general el análisis gráfico de la distribución nos sugiere al igual que el análisis estadístico que las poblaciones son las mismas en las tres estaciones.

Puesto que el transporte no fué muy intenso en C. californica, y la curva no tiene un marcado sesgo a la derecha como se supone para las poblaciones que sufrieron poco transporte (Fagerstrom, 1964; Boucot, 1953), es de suponerse que la forma de la curva de distribución de tamaños estuvo gobernada mas por las razones de crecimiento y mortalidad que por el transporte hidrodinámico.

Las figuras 11 y 12 muestran las curvas de distribución de tallas de las valvas derechas e izquierdas de

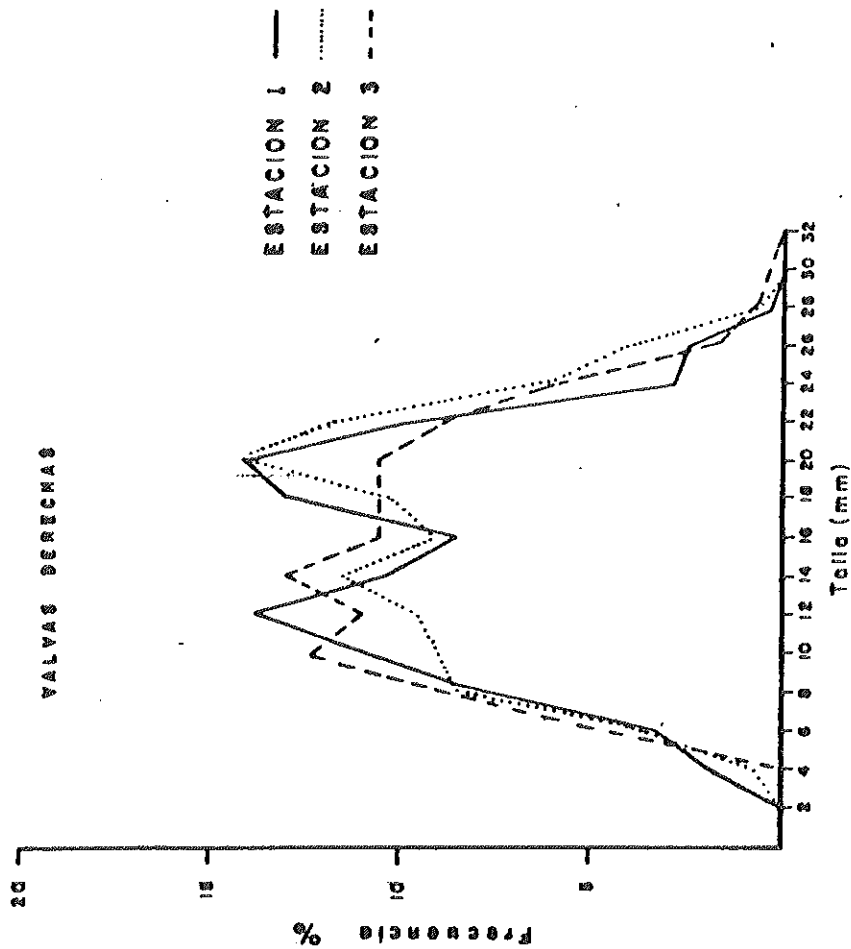


Figura 9. Polígonos de frecuencia para las valvas derechas de Cryptomya californica.

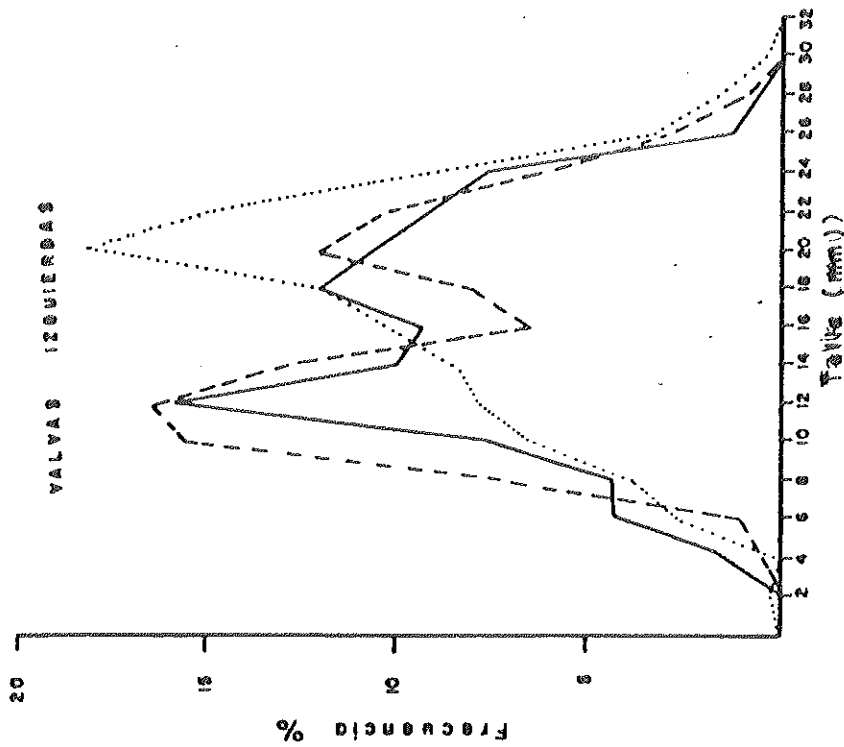


Figura 10. Polígonos de frecuencia para las valvas izquierdas de Cryptomya californica.

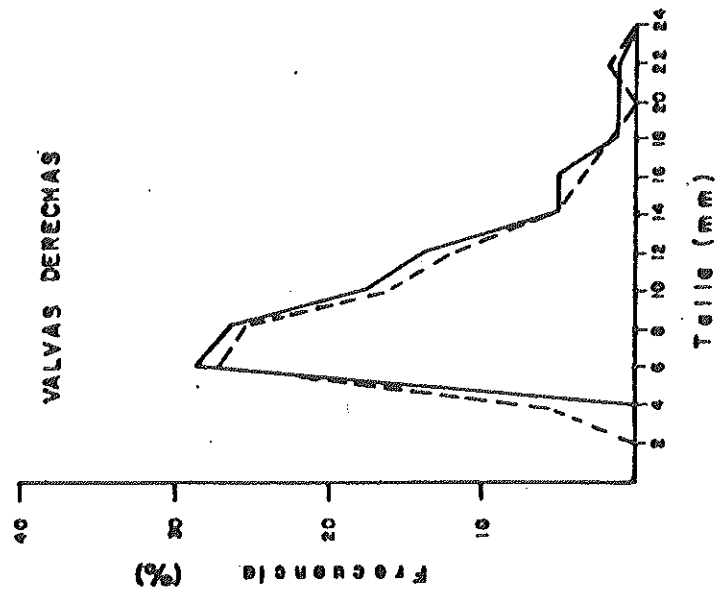


Figura 1:1 Polígonos de frecuencia para las valvas derechas de Donax gouldii.

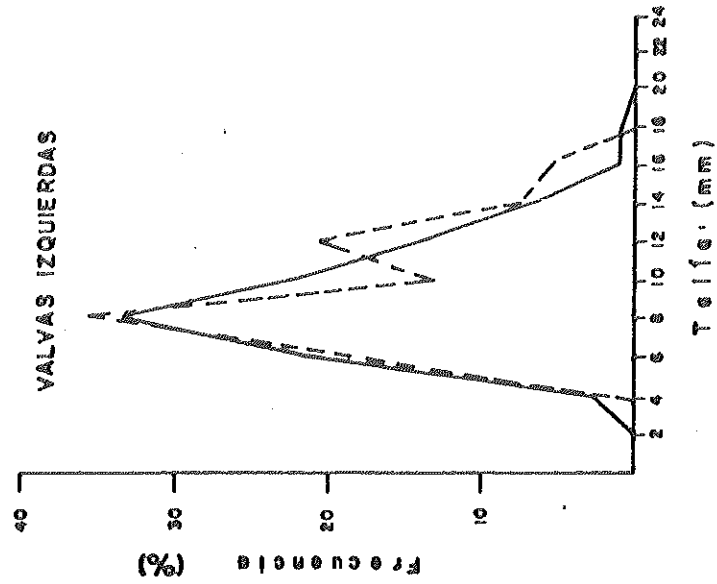


Figura 12. Polígonos de frecuencia para las valvas izquierdas de Donax gouldii.

D. gouldii. Para esta especie la distribución muestra un marcado sesgo a la derecha debido a una alta mortalidad de juveniles, por lo que para este caso existe una correlación entre el sesgo a la derecha como indicador de poco transporte (Fagerstrom, 1964; Johnson, 1960) y el alto valor del índice de clasificación de valvas, aunque se ha sugerido el abandono del criterio del sesgo de la distribución como indicador de transporte (Thayer, 1975). Las curvas son casi idénticas a excepción de la bimodalidad de las valvas izquierdas de la estación tres, la que también podemos adjudicar a un error aleatorio en el muestreo. Nuevamente tenemos del análisis gráfico que las poblaciones son las mismas al igual que en el análisis estadístico.

Si consideramos que la forma de la curva de distribución de tallas es gobernada por el efecto de la dinámica de poblaciones mas que por los efectos tafonómicos, aún a altos niveles de energía, donde el grado de fragmentación y desarticulación es alto (Noble y Logan, 1981), podemos asumir que reflejan las razones de crecimiento y mortalidad, y que la alteración de la forma de la curva por destrucción de juveniles es despreciable, debido a la presencia de estos. Con estos supuestos sobre de las curvas de talla se construyeron las curvas de supervivencia utilizando la relación logarítmica $D = s \ln(T+1)$ (Levinton y Bambach, 1970). Para C. californica se encontró una mortalidad casi constante para las tres estaciones, tanto en las valvas derechas como en las izquierdas (Figs. 13, 14 y

15), en tanto que D.____gouldii mostró una alta mortalidad de juveniles disminuyendo la mortalidad con la edad (Figs. 16 y 17). Las curvas para D.____gouldii son aproximadamente similares en su forma en la estación dos, en tanto para la estación tres son bastante desfasadas. Esto tal vez, sea debido a que el tamaño de muestra no es suficiente, y por tanto no sea representativa esta gráfica, pero en general el patrón de mortalidad es el mismo para todas las curvas. La alta mortalidad de juveniles de D.____gouldii, puede ser un efecto del enterramiento superficial, lo que lo hace más susceptible a la predación, y a la mortalidad natural por la competencia por espacio que pudo haber existido a este nivel, donde vivieron la mayor parte de los integrantes de la comunidad. En C.____californica pudo haber existido competencia intraespecífica, e interespecífica con H.____nuttallii y posiblemente con Urechis y Upogebia con quienes comparte el hábitat.

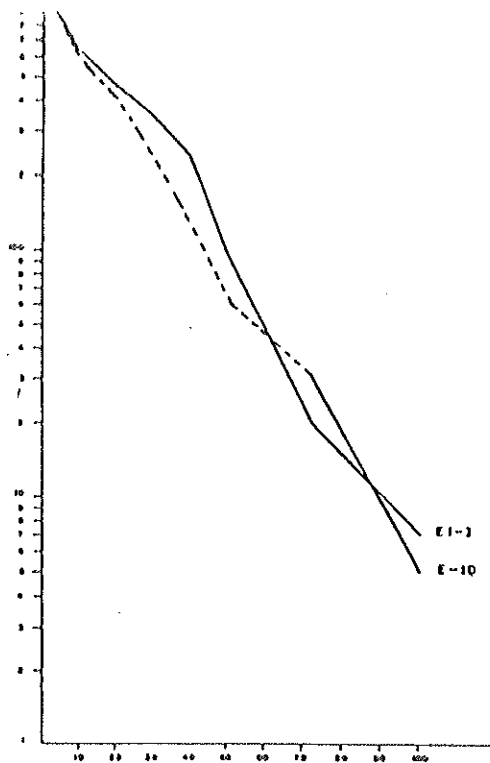


Figura 13. Curva de supervivencia de Cryptomya californica en la estación uno. I= Izquierdas, D= derechas.

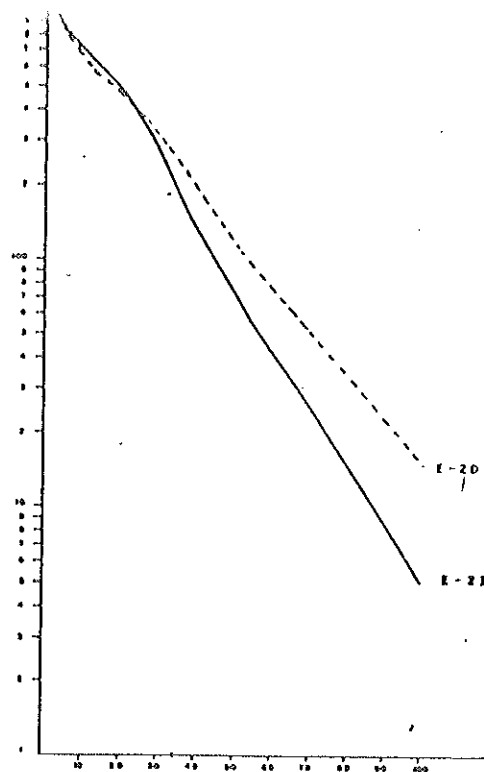


Figura 14. Curva de supervivencia de Cryptomya californica en la estación dos. I= izquierdas, D= derechas.

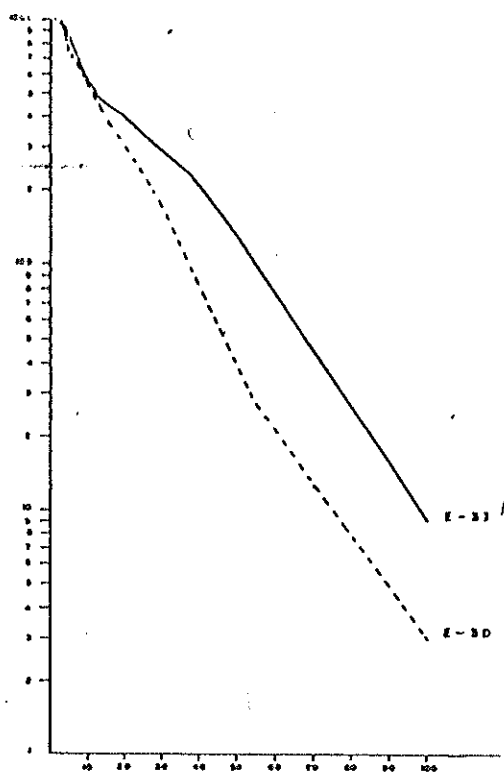


Figura 15. Curva de supervivencia de Cryptomya californica en la estación tres. I= izquierdas, D= derechas.

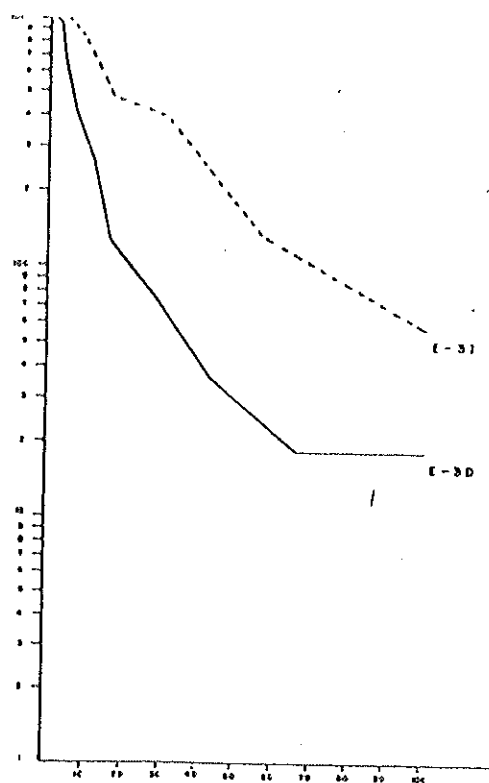


Figura 16. Curva de supervivencia de Donax gouldii en la estación tres, I= izquierdas, D= derechas.

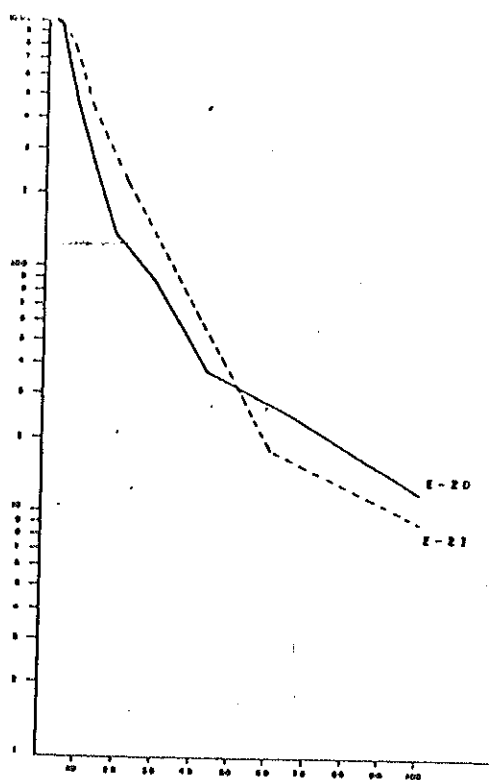


Figura 17. Curva de supervivencia de Donax gouldii en la estación uno, I= izquierdas, D= derechas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La costa este de bahía San Quintín durante el Pleistoceno Superior fué una playa arenosa de bahía protegida sobre una costa abierta, indicado esto por el ambiente sedimentario y la composición faunística, donde dominan Cryptomya californica, Olivella biplicata, Nuttallia nuttallii y Donax gouldii.

La presencia de elementos faunísticos alóctonos, principalmente de sustratos rocosos, proviene del transporte de la costa rocosa al oeste de la bahía, que en ese entonces debió haber sido una isla, pero sin embargo, no fué la principal fuente de suministro de sedimentos a la playa arenosa. La actividad volcánica posterior modificó el régimen hidráulico y sedimentario, creándose un ambiente lagunar costero de baja energía, que ocasionó la declinación de la comunidad de sustrato arenoso. El alto contenido de piroclastos de la capa B sugiere esta actividad volcánica posterior, lo que se podría comprobar mediante el fechado radiométrico de los piroclastos, las rocas basales de la costa oeste de la bahía y las rocas de los volcanes cineríticos.

La asociación fósil se formó por un evento catastrófico, posiblemente una tormenta, que ocasionó una alta acumulación de conchas en una una capa delgada, cuyas características permitieron clasificarla como transportada exótica por la presencia de elementos faunísticos alóctonos pero contemporáneos. De las tres comunidades mezcladas dentro de la asociación fósil, la de

sustrato arenoso, caracterizada por los bivalvos Cryptomya californica, Olivella biplicata y Nuttallia nuttallii fué la que sufrió menos transporte y resultó compatible con el ambiente de depósito del afloramiento.

El afloramiento puede ser caracterizado por las comunidades de C. californica, O. biplicata y N. nuttallii, por aparecer consistentemente como especies dominantes en las tres estaciones. El grupo trófico dominante fué el de los consumidores de partículas en suspensión. Los consumidores de depósito fueron poco frecuentes.

La predación no fué muy selectiva, debido a la gran variedad de presas disponibles, y a lo amplio de los hábitos alimenticios de los predadores.

La diversidad dentro de la comunidad estuvo condicionada por los cambios en dominancia más que por el efecto de la adición de especies raras. Aunque este resultado es comparable con la estructura de las comunidades actuales, los índices de diversidad son solo un reflejo aproximado de la estructura de la comunidad, debido a las especies que no se preservaron por carecer de partes duras, pero cuyas estrechas relaciones ecológicas con los integrantes de la comunidad permiten suponer que hayan estado presentes, comprendiendo al menos un 20 % de la fauna.

Tanto para Cryptomya californica como para Donax gouldii la forma de la curva de tallas estuvo gobernada más por las

razones de crecimiento y mortalidad que por el transporte hidrodinámico. C. californica presentó una mortalidad constante y D. gouldii una alta mortalidad de juveniles que disminuye con la edad. Estas diferencias en la mortalidad son debido a que D. gouldii vive más superficialmente en el sustrato y está más sujeto al ataque de los predadores y a una mayor mortalidad de los juveniles por existir a este nivel una mayor competencia por el espacio.

El estudio de la estructura de las comunidades de la capa B, el cual no se consideró dentro de este trabajo, así como de los otros afloramientos del Pleistoceno Superior de Bahía San Quintín proporcionaría un esquema más preciso de la forma como han evolucionado los ecosistemas en respuesta a los cambios ambientales. Estudios similares al presente en los abundantes afloramientos del Pleistoceno de las costas de Baja California y sus islas adyacentes, permitiría conocer en forma más precisa la dispersión biogeográfica de las especies, sus tendencias evolutivas y la forma como han ido cambiando las provincias faunísticas.

Se recomienda hacer más experimentos tafonómicos con respecto al índice de clasificación de los fragmentos de las valvas de moluscos, los que indudablemente tendrán gran importancia en la interpretación paleoecológica de asociaciones fósiles, particularmente en aquellas que se originaron por eventos catastróficos.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Addicott, W.O. y Emerson, W.K. (1959) Late pleistocene invertebrates from Punta Cabras, Baja California, México. Amer. Mus. Novitates. No. 1925, 33 pp., 8 figs.
- Barnard, J. L. (1962) Benthic Marine Exploration of Bahía de San Quintín, Baja California, 1960-61. Pacific Naturalist. 3:249-274.
- Berry S. Stillman. (1946) A re-examination of the chiton Stenoplax magdalenensis (Hinds), with description of a new species. Proc. Malacol. Soc. London., Vol. 26, pp. 161-166, 6 figs., 2 pls.
- Birkett, L. (1959) Production in benthic populations. Internat. Council for exploration of sea Near Northern Seas Commitee. 2(42):25-42.
- Boucot, A.J. (1953) Life and death assemblages among fossils. Am. Jour. Sci., 251:25-40.
- Chappell, J. (1967) Recognizing fossil strand lines from grain size analysis. J. Sediment. Petrol., 37:157-165.
- Chave, E. K. (1964) Skeletal durability and preservation. En

Approaches to paleoecology.

Craig, G.Y. (1967) Size frequency distributions of living and dead populations of pelecypods from Bimini, Bahamas., B.W.I.J. Geol. 75:34-35.

----- y Hallam, A. (1963) Size frequency and growth ring analyses of Mytilus edulis and Cardium edule, and their paleoecological significance. Paleontology., 6:731-750.

Dall, W.H. (1921a) New fossil invertebrates from San Quintin Bay, Lower California W. Am. Sci., 19:23-31.

----- (1921b) New shells from the pliocene or early pleistocene of

Dapples, E. C. (1942) The effect of macro-organisms upon near-shore marine sediments. J. Sediment. Petrol., 14:118-126. San Quentin Bay, Lower California. W. Am. Sci., 19:23-31.

Dodd, J. R. y Stanton, J. R. (1981) Paleoecology, concepts and applications. John Wiley and Sons. 552 pp.

Driscoll, E.G. (1967) Experimental field study of shell abrasion. J. Sediment. Petrol., 37:117-23. Duane, D.B. (1964) Significance of skewness in recent sediments, western Palmico Sound, North Carolina. J. Sediment.

Petrol., 34:864-874.

Eberhardt, L.L. (1969) Some aspects of species diversity models.
Ecology., 50:503-5.

Emerson, W.K. (1956) Upwelling and associated marine life along
Pacific Baja California, Mexico. Jour. Paleo.,
30-393-397.

----- (1959) Pleistocene invertebrates from Punta China, Baja
California, Mexico, with remarks on the composition of the
Pacific coast quaternary faunas. Amer. Mus. Nat. Hist.
Bull., 2:313-343.

----- (1960) Pleistocene invertebrates from near Punta San
Jose, Baja California, Mexico., Amer. Mus. Novitates.
2002:7-11.

----- y Warren O. Addicott. (1958) Pleistocene
invertebrates from Punta Baja, Baja California, Mexico
Amer. Mus. Novitates. 1909, 11pp., 2 figs.

Fairbridge, R.W. y Bourgeois (eds.) (1978) Encyclopedia of earth
sciences, volume VI. The Encyclopedia of Sedimentology.,
Dowden, Hutchinson & Ross

Fagerstrom, J.A. (1964) Fossil communities in Paleocology.
Their recognition and significance. Bull. Geol. Soc.

Amer. 75:1197-1216.

Folk, R.L. (1974) Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill publishing Co., Austin Texas., 182 pp.

Friedman, G. M. (1961) Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. J. Sediment. Petrol., 31:514-529.

----- (1967) Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency and distribution of beach and river sands. J. Sediment. Petrol., 37:327-354.

Fox, W. T., Ladd, J. W. y Martin, M. K. (1966) A profile of the four moment measures perpendicular to a shore line, South Haven, Michigan. J. Sediment. Petrol. 36:1126-1130.

Fursich, F. T. (1978) The influence of faunal condensation and mixing on the preservation of fossil benthic communities. Lethaia, 11:243-250.

Gorsline, D. S. y Stewart, R. A. (1962) Benthic Marine Exploration of Bahia de San Quintin, Baja California, 1960-61. Marine and Quaternary Geology. Pacific Naturalist. 3:283-319.

Grant, U.S.IV, y Gale, H.R. (1931) Catalogue of the marine

Pliocene and Pleistocene Mollusca of California and adjacent regions. San Diego Soc. Nat. Hist. Mem., 1:1036.

Gray, J. S. (1981) The ecology of marine sediments. Cambridge University Press. 185 pp.

Haderlie, E. C. y Abbott, D. P. (1981) Bivalvia: The clams and allies. En Morris, R.H., Abbott, D.P. y Haderlie (eds.). Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press, Stanford, California. 690 pp. 355-411.

Hails, J. R. (1967) Significance of statistical parameters for distinguishing sedimentary environments in New South Wales, Australia. J. Sediment. Petrol., 37:1054-1069.

Hallam, A. (1967) The interpretation of size frequency distributions in molluscan death assemblages. Palaeontology 10:25-42.

Hedgpeth, J. W. (1957) Sand beaches. En Treatise on marine ecology and paleoecology., Hedgpeth, J. W. (ed.), 1:587-608. Geol. Soc. Am.

Johnson, R.G. (1960) Models and methods for the analysis of the mode of formation of fossil assemblages. Bull. Geol. Soc. Amer., 71:1075-1085.

----- 1962 Pelecypod death assemblages in Tomales Bay,
California., Jour. Paleo., 39:80-85.

----- 1964 The community Approach to Paleoecology. En J.
Imbrie y N.D. Newell (eds.). Approaches to Paleoecology,
Wiley, N.Y. pp. 91-106.

Jordan, E.K. (1926) Molluscan fauna of San Quintin Bay, Lower
California., Calif. A Sci., 15(7):241-255.

Keen, A. M. (1971) Sea Shells of Tropical West America: Marine
Mollusks from Baja California to Peru. Stanford University
Press. Stanford, California. 1064 pp.

----- y Coan, E. (1974) Marine Molluscan Genera of Western
North America: An Illustrated Key. Stanford University
Press, Stanford, California. 208 pp.

Klahn, H. (1932) Der quantitative verlauf der aufarbeitung von
sand, Gerollen und schalen in wasserigen medium. Neues
Jahrb. f. Min. Geol. und Palaontol. 67:313-412.

Komar, P. D. (1976) Beach Processes and Sedimentation. Prentice
Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 429 pp.

Kummel, B. and Raup, D. (1965) Handbook of paleontological
techniques., W.H. Freeman and Co.

- Lawrence, D.R. (1968) Taphonomy and information losses in fossil communities, Geol. Soc. Amer. Bull., 79:1315-1330.
- Lever, J. (1958) Quantitative beach research, 1: The left-right phenomenon: sorting of lamelibranch valves on sandy beaches., Basteria., 22:21-51.
- Levinton, J. S. y Bambach, R. K. (1970) Some ecological aspects of bivalve mortality patterns., Am. J. Sci., 268:97-112.
- Lloyd, M. y Ghelard, R.J. (1964) A table for calculating the equitability component of species diversity. J. Animal Ecology., 33:217-225.
- Manger, G.E. (1934) Some pleistocene mollusks of San Quintin Bay and other localities from Lower California (abstract). Johns Hopkins Univ. Studies in Geology. 11:273-304.
- Mason, C.C. y Folk, R.L. (1958) Differentiation of beach, dune and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island,, Texas. Jour. Sed. Petrol., 8:211-226.
- Mc. Lean J.H. (1978) Marine Shells of Southern California. Natural Hist. Mus. of Los Angeles County. Science Series 24, Revised Edition; 1-104.
- Martin-Kaye, P. (1951) Sorting of lamelibranch on beaches in

Trinidad., Geol. Mag. 88:432-434.

Morris, R. H., Abbott, D. P., y Haderlie, E. C. (1980)
Intertidal Invertebrates of California. Stanford
University Press, Stanford, California. 690 pp. ; 200
plts.

Noble, J. P. A. y Logan, A. (1981) Size frequency
distributions and Taphonomy of brachiopods: A recent model.
Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., 36:87-105.

Odum, E. P. (1972) Ecología. Nueva Editorial Interamericana,
México. Traducción del inglés por Carlos Gerhard
Ottenwaelder.

Orcutt, C.R. (1921) Pleistocene beds of San Quintin Bay, Lower
California., Ibid., 19(3): 23-24.

Peet, K. R. (1974) The measurement of species diversity., Ann.
Rev. Ecol. and Syst., 5:285-307.

Raup, D. M. y Stanley, S. M. (1978) Principios de
Paleontología. Edit. Ariel., Barcelona, España.
traducido del inglés por Salvador Reguant Serra. 456 pp.

Rhoades, D.C. y Younge, D.K. The influence of deposit feeding
organisms on sediment stability and community trophic
structure. J. Mar. Res. 28: 150-177.

- Sanders, H.L. (1960) Benthic studies in Buzzards Bay III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.* 5:138-153.
- Santillán, N. y Barrera, T. (1930) Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California entre los paralelos 30 y 32 de latitud norte. *An. Inst. Geol. Mex.* 5:1-37.
- Seilacher, A. (1973) Biostratinomy. The sedimentology of biologically standarized particles En Robert N. Ginsburg (eds.). *Envolving concepts in Sedimentology.* Baltimore and Johns Hopkins Univ. Press., 159-177.
- Sheldon, R.W. (1965) Fossil communities with multi-modal size frequencies. *Nature* 206:1336-1338.
- Tash, P. (1965) Communication theory and the fossil record of invertebrates. *Kansas Acad. Sci. Trans.*, 68:322-329.
- Thayer, C. W. (1975) Size frequency and population structure of brachiopods. *Palaeogeogr.* , *Palaeoclimat.*, *Palaeoecol.*, 17:139-148.
- Thompson, D.E. (1967) Paleoecology of the San Diego Marine Pleistocene. Tesis de maestria
- Thorson, G. (1957) Bottom Communities. En Hedgpeth, J.W.

(eds.). Treatise on marine ecology and Paleoecology.,
Vol.1, Ecology. Geol. Soc. Amer. Mem. 67, p.
461-534.

Urey, H.C., Lowest, S. Epstein y C. R. Mc. Kinney. (1951)
Measurement of paleotemperatures of the Upper Cretaceous
of England, Denmark and the southeastern United States.
Geol. Soc. Amer. Bull. 62:399-416.

Valentine, J.W. (1955) Upwelling and thermally anomalous Pacific
Coast Pleistocene molluscan faunas. Amer. Jour. Sci.,
253:462-474.

----- (1957) Late Pleistocene faunas from the northwestern
coast of Baja California, Mexico. San Diego Soc. Nat.
Hist. Trans., 12:289-308.

----- (1960) Pleistocene molluscan notes. 3. Rocky coast
faunule, Bahia San Quintin, Mexico. Nautilus, 74:18-23.

----- (1961) Paleoecologic molluscan geography of the
californian Pleistocene. Univ. Calif. Publ. Geol.
Sci., 34:309-442.

----- (1973) Evolutionary Paleoecology of the Marine
Biosphere. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New
Jersey.

----- y Meade, R.F. (1961) Californian Pleistocene
paleotemperatures. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.,
40(1).

----- y Rowland, R. R. (1969) Pleistocene invertebrates
from northwest Baja California de Norte, Mexico. Proc.
Calif. Acad. Sci., 4th. Ser., 36:511-530

Visher, G. S. (1969) Grain size distribution and depositional
processes. J. Sediment. Petrol., 39:1074-1106.

Watson, R. L. (1971) Origin of shells beaches, Padre Island,
Texas. J. Sediment. Petrolol., 41:1105-1111.

Wentworth, C. K. (1922) A escale of grade and class terms for
clastic sediments. Jour. Geology. 30:377-392.

Woodford, A. O. (1928) The San Quintin volcanic field, Lower
California. Am. J. Sci., 15:337-345.

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA