

45  
Res.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**INTERRELACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS  
EN EL COMPLEJO LAGUNARIO TEACAPAN-AGUA  
BRAVA, NAY.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A:**

**MARIA BLANCA DOMINGUEZ VICTORICA**



**MEXICO, D. F.**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR**

**1995**

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE**  
Jefe de la División de Estudios Profesionales  
Facultad de Ciencias  
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron LA pasante(s) **MARIA BLANCA DOMINGUEZ VICTORICA**

con número de cuenta 7608330-1 con el Título: \_\_\_\_\_

**•INTERRELACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN EL COMPLEJO LAGUNARIO**

**TEACAPAN-AGUA BRAVA, NAY.**

Otorgamos nuestro Voto Aprobatorio y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de **BIÓLOGO**

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
DR. Director de Tesis	JORGE	RAMIREZ GONZALEZ	
M. EN P.R.	FLORA MARIA	GARZA VARGAS	
M. EN C.	PEDRO	GARCIA BARRERA	
BIOL. Suplente	MARIA CRISTINA JULIA	PEREZ REYES	
BIOL. Suplente	JOSE LUIS	BORTOLINI ROSALES	

***A mi hija Sineí por ser el motivo de mi superación***

**A mis padres: Blanca Victorica Aguilar y Jorge Domínguez Guerrero  
quienes formaron a la persona que ahora soy.**

**Con amor a mis hermanos: Nayeli, Laura, Jessica, Jorge, Elena,  
Sandra, Raúl, Miguel y Adis. Así como a Eduardo, Carlos, Yun, Mireya  
y Karina.**

**Con cariño a Naye y Beto.**

**A mis tíos y primos de quienes siempre he recibido comprensión y  
apoyo.**

**Con especial cariño a Flora, a quien debo mi formación profesional y  
cuya amistad me ha acompañado siempre.**

**A mis amigas Claudia Ituarte, Ofelia Mata y Carmen de la Rosa.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Por su dirección y apoyo en la elaboración de este trabajo a:**

**Dr. Jorge Ramírez González  
M. en A. Flora Garza Vargas**

**Por sus valiosas observaciones a los sinodales:**

**M. en C. Pedro García Barrera  
Biol. María Cristina Julia Pérez Reyes  
Biol. José Luis Bortolini Rosales**

**Por su valiosa aportación técnica a:**

**Biol. Mario Bracamontes  
Biol. Roberto Rangel Martínez  
Arq. Arturo Abascal Meza  
Ing. José Ruíz Hernández  
Ing. Antonio López Saldaña**

**Por el apoyo prestado para la edición de este trabajo a:**

**Srita. María Elena Mireles**

# **INTERRELACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN EL COMPLEJO LAGUNARIO TEACAPAN-AGUA BRAVA, NAY.**

## **CONTENIDO**

### **INTRODUCCION**

### **OBJETIVO**

### **ASPECTOS GENERALES DE SISTEMAS ESTUARINO LAGUNARES COSTEROS**

- Definición
- Características fisicoquímicas y biológicas de los sistemas Estuarino Lagunares
  - Características fisicoquímicas
  - Características Biológicas

### **ZONA DE ESTUDIO**

- Ubicación Geográfica
- Geomorfología
- Proceso de Depositación

### **CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO**

- Características Fisicoquímicas
- Características Biológicas
- Aspectos Hidrológicos
  - Hidrografía
  - Escorrentía promedio anual
- Aspectos Oceanográficos que influyen en el sistema lagunar Teacapan Agua Brava.
  - Mareas
  - Patrón de corrientes

### **MATERIAL Y METODO**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **CONCLUSIONES**

### **BIBLIOGRAFIA**

## INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS

### FIGURAS

- Figura 1** Diagrama típico de un Complejo Estuarino Lagunar
- Figura 2** Distribución tipo de salinidad en Sistemas Estuarino-Lagunares
- Figura 3** Relación entre parámetros fisicoquímicos
- Figura 4** Patrón de circulación del agua en Sistemas Estuarino-Lagunares
- Figura 5** Diagrama "tipo" de la trama trófica en Sistemas Estuarino-Lagunares
- Figura 6** Localización del Complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava, Nay.
- Figura 7** Patrón de corrientes a un cuarto del ciclo de marea en condiciones de marea viva
- Figura 8** Patrón de corrientes a tres cuartos de ciclo de marea, en condiciones de marea viva
- Figura 9** Patrón de corrientes considerando un gasto máximo del río Acaponeta (época de lluvias)
- Figura 10** Patrón de corrientes considerando un gasto mínimo del río Acaponeta (época de estiaje)
- Figura 11** Ubicación de sitios de medición de Parámetros Fisicoquímicos
- Figura 12** Distribución de la salinidad durante la Campaña 1
- Figura 13** Distribución de la salinidad durante la Campaña 2

### CUADROS

- Cuadro 1** Distribución Promedio de Parámetros fisicoquímicos en el Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava (1970-1971)
- Cuadro 2** Resultados de Medición de Parámetros Fisicoquímicos, Campaña 1
- Cuadro 3** Resultados de Medición de Parámetros Fisicoquímicos, Campaña 2



## **GRAFICAS**

- Gráfica 1** Componentes Comunitarios de la Ictiofauna en el Sistema Lagunar
- Gráfica 2** Categorías Tróficas de la Ictiofauna en el Sistema Lagunar
- Gráfica 3** Temperatura/salinidad a nivel superficial durante Campaña 1
- Gráfica 4** Temperatura/salinidad a nivel medio durante Campaña 1
- Gráfica 5** Temperatura/salinidad a nivel fondo durante Campaña 1
- Gráfica 6** Temperatura/salinidad a nivel superficial durante Campaña 2
- Gráfica 7** Temperatura/salinidad a nivel medio durante Campaña 2
- Gráfica 8** Temperatura/salinidad a nivel fondo durante Campaña 2
- Gráfica 9** Concentración de oxígeno a nivel superficial durante Campaña 1
- Gráfica 10** Concentración de oxígeno a nivel medio durante Campaña 1
- Gráfica 11** Concentración de oxígeno a nivel fondo durante Campaña 1
- Gráfica 12** Concentración de oxígeno a nivel superficial durante Campaña 2
- Gráfica 13** Concentración de oxígeno a nivel medio durante Campaña 2
- Gráfica 14** Concentración de oxígeno a nivel fondo durante Campaña 2

## INTRODUCCION

Los sistemas estuarino-lagunares existentes en el país constituyen un recurso pesquero y por lo tanto económico de gran importancia, representado por una superficie de 12,600 Km<sup>2</sup> aproximadamente, 125 lagunas, (Lankford, 1977) las cuales, en su mayoría, son explotadas comercialmente. De ello el interés de conocer su dinámica.

Para definir los sistemas costeros, estuarios o lagunas costeras, es necesario considerar que éstos se caracterizan de acuerdo a varios factores ambientales que constantemente están interactuando. Este hecho ha originado que la definición de Estuario y Laguna Costera varíe de acuerdo con el autor y los parámetros en los que se base. Sin embargo, se unificaron ambos términos para los fines que este trabajo persigue nombrándolos así como Sistemas Estuarino-Lagunares. Dicha unificación basada en que ambos sistemas, estuario o laguna costera, presentan características salobres, comunicación con el mar abierto, ya sea continua o temporal y gran similitud en cuanto a las características de sus componentes biológicos.

Los sistemas en cuestión constituyen un fenómeno hidrológico conformado por el encuentro de dos masas de agua, una proveniente de escurrimientos continentales y otra que es agua marina acarreada por la marea. Este hecho produce variaciones en las características fisicoquímicas del sistema, tanto espacial como temporalmente.

Las características fisicoquímicas de los sistemas mencionados tales como salinidad, oxígeno disuelto y temperatura, determinan zonas o ambientes variables dentro de un mismo cuerpo de agua costero y por lo tanto definen también los componentes bióticos, su distribución y abundancia, razón por la cual se infiere la importancia del papel que juega cada uno de éstos parámetros en dicho ecosistema.

Por otra parte, determinar la interrelación de los parámetros fisicoquímicos en los sistemas estuarino-lagunares permite identificar los parámetros que son determinantes dentro del sistema, ya que éste puede constituir un indicador de las condiciones del mismo.

Los parámetros fisicoquímicos registrados son: salinidad, temperatura, y oxígeno disuelto, además de profundidad y transparencia. Dichos registros se realizaron en 27 sitios a lo largo del todo el sistema lagunar en cuestión, en dos campañas; una durante luna nueva y otra en luna llena. Las mediciones se efectuaron a tres niveles de profundidad en cada sitio de muestreo, con el fin de detectar variaciones en la columna de agua.

Considerando los resultados obtenidos, se puede afirmar que las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos considerados en este trabajo (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto) no presentan una relación clara entre sí, el factor que condiciona las variaciones o estabilidad de dichos parámetros es la hidrodinámica del sistema, es decir, que el aporte de agua continental y la penetración de agua marina producen un patrón de corrientes de tal magnitud que el sistema en cuestión mantiene una buena mezcla de agua durante la época en que se realizó la medición.

De manera general se puede afirmar que la salinidad es el indicador de las condiciones de sistemas estuarino-lagunares. Específicamente para el Complejo lagunario Teacapán-Agua Brava, éste parámetro es determinante para diferenciar ambientes o hábitats dentro del sistema y por lo tanto define la abundancia y distribución de las especies que habitan el sistema en cuestión. La salinidad a su vez, está regulada por el aporte de agua continental y la penetración de agua marina por efecto de las mareas.

## OBJETIVOS

- Determinar las interrelaciones de los parámetros fisicoquímicos (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) en el Complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava, Nay. Sin.
- Definir la relación entre los parámetros: salinidad, temperatura y oxígeno disuelto con la profundidad y transparencia en este sistema lagunar.
- Determinar el comportamiento de la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto bajo condiciones de marea muerta y marea viva.

## ASPECTOS GENERALES DE SISTEMAS ESTUARINO-LAGUNARES

### • Definición

Para definir los sistemas lagunares costeros es necesario considerar que estos ecosistemas son complejos, cosmopolitas y diversos, además se caracterizan de acuerdo a varios factores ambientales que constantemente están interactuando. Este hecho ha originado que existen una gran diversidad de definiciones de Estuario y Laguna costera ya que varía de acuerdo a los parámetros que cada autor considere importantes para definirlos.

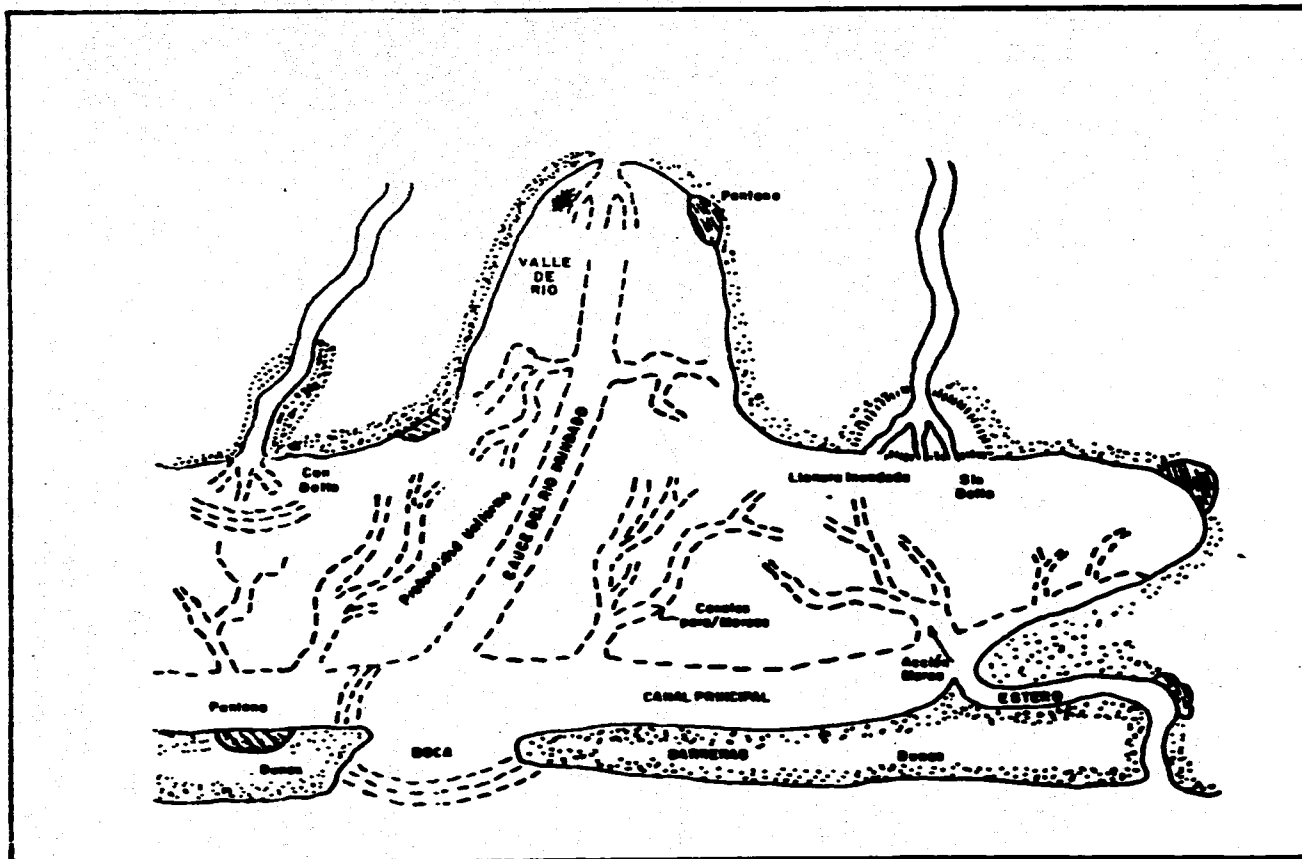
La definición de *laguna costera* más difundida es la de Lankford R.R. (1977), que la considera como una depresión de la zona costera por debajo del promedio mayor de las mareas más altas, teniendo comunicación permanente o temporal con el mar, pero protegida de las mareas por algún tipo de barrera.

En cuanto a la definición de *estuario*, según Day (1982), es considerado como la base o el fondo de un río en su desembocadura, que a diferencia de una laguna costera, ésta es un embalsamiento separado de la costa oceánica por una barrera litoral.

La diferencia más evidente entre *lagunas costeras* y *estuarios*, aunque no la única, es que posicionalmente el Estuario se dispone en línea perpendicular a la costa (valle del río inundado) y la Laguna Costera se encuentra paralela al eje principal costero. (Ver Figura 1)

La mezcla de dos masas de agua, marina y continental, se denomina *estuarinidad*, así esta situación aunada al hecho de que el cuerpo de agua tenga comunicación con el mar abierto, ya sea continua o temporal, constituyen el común denominador de las diversas definiciones de estuario y laguna costera. Así se unifican dichos términos para los fines que este trabajo persigue nombrándolos como Sistemas estuarino-lagunares, además de que, aunque es verdad que las lagunas y estuarios tienen diferencias en cuanto a origen, formación, geología, morfología, hidrología, tectónica, también es cierto que ecológicamente son semejantes, como es el amplio rango de salinidad que toleran las especies que los habitan.

**Figura 1 Diagrama Típico de un Complejo Estuarino Lagunar**



Fuente: Contreras 1985.

## • Características Fisicoquímicas y Biológicas de los Sistemas Estuarino-lagunares

### Características Fisicoquímicas

#### Factores Físicos

Los factores físicos son aquellas características intrínsecas reguladas por el medio y son parte fundamental de las condiciones esenciales de los medios que nos interesan.

#### Temperatura

La temperatura es un parámetro atmosférico que tanto en el agua como en la atmósfera oscila entre los 19° y 32 °C, dependiendo de la época estacional. Las variaciones mínimas presentadas en la temperatura son reflejo de la profundidad y la amplitud de los sistemas estuarino-lagunares.

Es importante mencionar que dada la ubicación geográfica de nuestro país, se presentan sólo dos estaciones; lluvias y estiaje, a diferencia de las cuatro estaciones que se reflejan para otros países. Así, los sistemas acuáticos costeros presentan variaciones en sus condiciones generales influenciadas por dichas estaciones. Las estaciones, y por lo tanto los cambios en la temperatura, son más evidentes conforme la lejanía de un sitio con respecto al ecuador sea mayor.

#### Salinidad

Este parámetro es determinante en los ambientes estuarino-lagunares, ya que es utilizado como base para una clasificación de éstos, debido a que constituye el factor determinante en la presencia y distribución de los organismos en dichos ambientes.

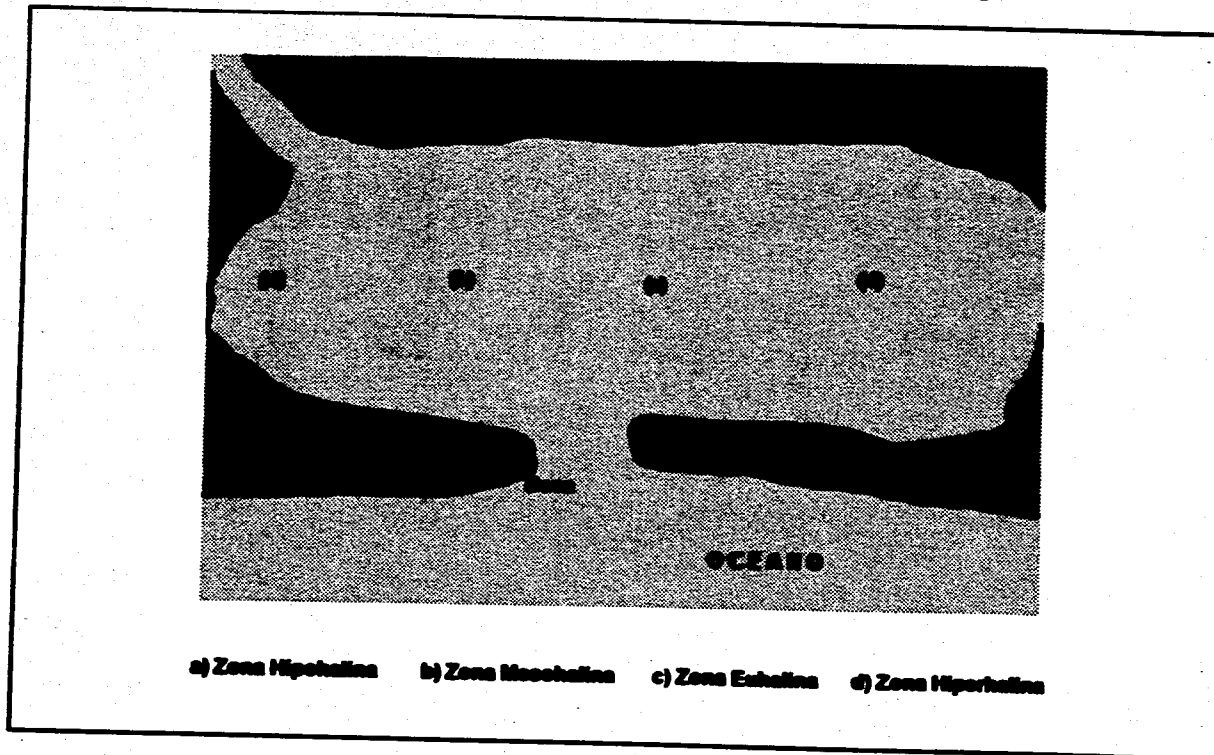
La salinidad se ve influenciada por factores como: la temperatura, precipitación, evapotranspiración, profundidad, comunicación con el mar (influencia mareal), influencia de ríos, sedimentos acarreados, extensión del cuerpo de agua y la topografía. Es decir, la salinidad presenta variaciones dependiendo de las características específicas de cada laguna.

La salinidad del agua dulce generalmente es menor a 0.5 partes por mil (‰), la salinidad marina va de 31 a 40 ‰ de NaCl, por lo tanto la salinidad de los ecosistemas estuarino-lagunares fluctúa de > 0.5 a < 35 ‰. Así, este rango se designa para aquellas aguas denominadas salobres.

Con respecto a la variabilidad de densidades salinas en el ambiente lagunar-estuarino, Barnes, R.S.K. (1980) las ha catalogado en 4 tipos (Figura 2), los cuales se mencionan a continuación:

Zona	Salinidad ‰	Característica
a) Zona hipohalina:	< 0.5	directamente influenciada por agua dulce.
b) Zona mesohalina:	5 a 30	se refiere a aguas salobres.
c) Zona euhalina:	>31 y < a 40	directamente influenciada por el mar adyacente.
d) Zona hiperhalina:	> 40	se refiere a la zona menos afectada por el mar y el flujo de agua dulce, por lo que está sujeta a una fuerte evaporación.

**Figura 2 Distribución "tipo "de salinidad en Sistemas Estuarino Lagunares**



Fuente: Barnes, R.S.K. 1980

### Sedimentos

Otro rasgo característico de estos sistemas es la deposición de sedimentos finos o lodos a lo largo del ecosistema, acarreados hacia los sistemas lagunares por lo ríos o el mar.

Independientemente de cual sea la fuente de suministro de sedimentos, su deposición dentro del sistema estuarino-lagunar, esta controlada por la velocidad de las corrientes y el tamaño de las partículas sedimentarias (McLusky, 1961).

Las partículas sedimentarias más comunes transportadas hacia la zona costera son: arenas medianas y grandes (partículas gruesas) y cieno, arcilla y arena fina (partículas finas).

Los materiales gruesos o de mayor diámetro requieren mayores velocidades de corriente para su transporte y deposición; a medida de que las corrientes se aminoran, las primeras deposiciones son partículas más gruesas o burdas y entre más lentas y calmadas sean las mareas la deposición es de arenas finas.

### Turbiedad

La turbiedad es un fenómeno ocasionado por el encuentro de dos masas de agua, auspiciadas por la existencia de una gran cantidad de material (sedimentos) en suspensión.

La materia suspendida en estos ecosistemas produce el fenómeno denominado *turbiedad máxima*, que es el punto de reunión de las corrientes fluviales y mareales; este fenómeno está controlado por varios factores tales como: materia suspendida, circulación del agua y tamaño y velocidad de asentamiento de las partículas. Si bien la turbiedad máxima es causada por el flujo de agua marina y sedimento entrante al medio, llevándose a cabo un constante movimiento de las aguas al igual que el movimiento de la materia suspendida, por lo que las partículas viajan a lo largo del fondo del sistema hasta llegar a un sitio donde el movimiento es constante y el flujo entrante cesa; en este momento cuando el agua marina y los sedimentos que traen consigo suben a la superficie mezclándose con el agua dulce (por efecto de la circulación) es cuando ocurre la máxima turbiedad.

Este aspecto es importante debido a que un aumento de turbiedad afecta a aquellos organismos fotosintéticos, al impedir el libre paso de la luz solar, ocasionando una baja en la tasa de reproducción de dichos organismos; aunque en el caso contrario, cuando la turbiedad es moderada está provee de nutrientes al sistema.

### Luz

Como los ambientes lagunares estuarinos son poco profundos, esto ocasiona que la luz pueda penetrar hasta el fondo, beneficiando así a todos aquellos organismos fotosintéticos, tanto bentónicos como neríticos, favoreciendo sus tasas de reproducción. Por otro lado, el grado de penetración de luz se ve influenciado o bien disminuido por el grado de turbiedad al medio ocasionando que el agua sea muy opaca y de pobre penetración de luz. Las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos se muestran en la figura 3.

**Figura 3 Relación Entre Parámetros Fisicoquímicos**

<b>PARAMETRO</b>	<b>AFECTADO POR:</b>
<b>TEMPERATURA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- PROFUNDIDAD</li><li>- EXTENSION DE LA LAGUNA</li><li>- ESTACION DEL AÑO</li><li>- CORRIENTE LAGUNAR</li></ul>
<b>SALINIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- TEMPERATURA</li><li>- PRECIPITACION</li><li>- PROFUNDIDAD</li><li>- INFLUENCIA MAREAL</li><li>- CORRIENTE LAGUNAR</li><li>- SEDIMENTOS ACARREADOS</li><li>- EXTENSION LAGUNAR</li><li>- TOPOGRAFIA</li></ul>
<b>OXIGENO DISUELTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- TEMPERATURA</li><li>- SALINIDAD</li><li>- PRODUCCION FOTOSINTETICA</li><li>- INFLUENCIA MAREAL</li><li>- CORRIENTE LAGUNAR</li><li>- SEDIMENTOS ACARREADOS</li><li>- EVAPOTRANSPIRACION</li></ul>
<b>TURBIEDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- PRECIPITACION</li><li>- INFLUENCIA MAREAL</li><li>- CIRCULACION DEL AGUA</li><li>- SEDIMENTOS ACARREADOS</li><li>- TAMAÑO DE LA PARTICULA</li><li>- MATERIA SUSPENDIDA</li></ul>
<b>PATRON DE CIRCULACION</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- TEMPERATURA</li><li>- SALINIDAD</li><li>- COMUNICACION AL MAR</li><li>- VIENTOS DOMINANTES</li><li>- PROFUNDIDAD</li><li>- MORFOLOGIA Y EXTENSION LAGUNAR</li></ul>



### Patrón de circulación

La circulación estuarino-lagunar es un fenómeno que resulta del encuentro de dos masas acuosas con diferentes concentraciones salinas y temperatura, a su vez es afectada por factores locales como: la morfología lagunar, vientos dominantes, profundidad, amplitud del sistema y comunicación con el mar.

La circulación en ambientes estuarino-lagunares está regida por la densidad salina, en base a ello se tipifica en 3: circulación positiva, negativa o antiestuarina y neutra. (Ver figura 4)

#### a) Circulación Positiva

En este tipo de circulación el agua dulce, del afluente continental, flota encima del agua salada que ha penetrado del mar por las capas inferiores, mezclándose gradualmente para desarrollar un flujo saliente de agua por la superficie en forma vertical de abajo hacia arriba. Este tipo de circulación es el más típico y generalizado en regiones templadas. (Figura 4a)

#### b) Circulación Negativa o Antiestuarina

En la Circulación negativa generalmente la evaporación del agua en la superficie sobrepasa la entrada de agua dulce al estuario. Este tipo de movimiento de agua se encuentra mayormente en el trópico; aunque también se puede presentar en zonas templadas.

En estos sistemas la alta evaporación produce un aumento de salinidad en la superficie. Esta agua superficial es más salada y por lo tanto más densa que la que se encuentra por debajo, así que tiende a hundirse. Si bien las aguas marinas y dulces ingresan ambas al sistema por la superficie, después de evaporarse y hundirse salen del estuario en calidad de corriente por el fondo. (Figura 4b)

#### c) Circulación Neutra

En ocasiones sucede que el ingreso de agua dulce es exactamente equivalente a la evaporación y en tales condiciones se establece un régimen estático de salinidad. Una laguna con estas características se denomina *neutra*, esta circulación no es muy común puesto que la evaporación y la entrada de aguas dulce casi nunca son iguales. (Fig. 4c)

Es importante considerar que el patrón de circulación varía dependiendo de cada ecosistema o bien puede presentarse más de 2 patrones diferentes en el año, como consecuencia de cambios meteorológicos.

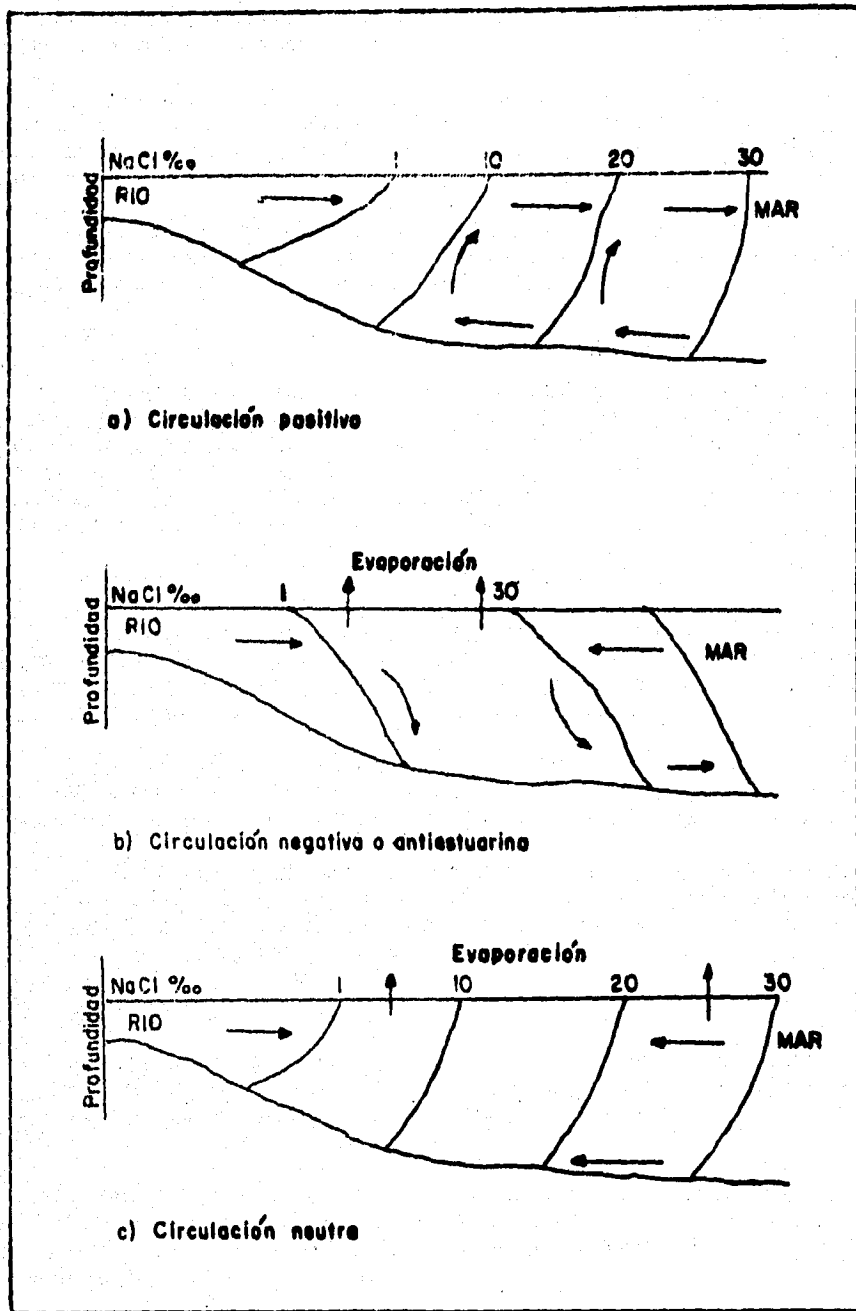
### Factores Químicos

Generalmente las condiciones químicas de éstos ecosistemas varían de acuerdo a las características locales de cada ambiente, no obstante están influenciados por características muy específicas como corrientes de ríos, intercambio de sedimentos, evapotranspiración, precipitación, además de la influencia humana.

### Oxígeno Disuelto

Este elemento es indispensable para todo organismo acuático y por lo tanto influye en la productividad de los ecosistemas lagunar-estuarino. El oxígeno presente se debe a la constante mezcla de aguas, es decir, al constante flujo de agua, lo que provoca una adecuada aereación en

**Figura 4** Patrón de Circulación del agua en Sistemas Estuarino-lagunares



Fuente: Mc Lusky, 1981.

los ecosistemas, además las concentraciones de oxígeno disuelto se ven afectadas también por factores tales como: intercambio atmosférico y fotosíntesis, así como, pérdidas de este elemento debidas a oxidaciones químicas y biológicas.

En general la solubilidad del oxígeno en el agua decrece cuando la temperatura se incrementa y decrece exponencialmente cuando se incrementa el contenido de sales. También se ve afectada por el contenido de materia orgánica, ya que ésta requiere oxígeno para su descomposición.

Las variaciones horizontales en cuanto al contenido de oxígeno se deben a la producción fotosintética de  $O_2$  por parte de la flora litoral que puede exceder a la producida por algas u otros organismos que se encuentran distribuidos dentro de la laguna.

### pH

EL pH en aguas estuarino-lagunares esta generalmente determinado por la mezcla de solutos de agua de mar y los solutos de agua dulce; Es importante mencionar que el carbono esta directamente relacionado con el pH (aunque este elemento no es el único), las bajas concentraciones de  $CO_2$  originadas por la utilización fotosintética o incrementos de éste causadas por respiración biótica tienden a modificar el pH en el agua. El valor promedio de pH en estos ecosistemas varia entre 7.5 y 8.5.

### Nutrientes

Por lo general, los sistemas estuarino lagunares son ricos en nutrientes, debido al gran aporte de materiales acarreados por los ríos, estos al disolverse proveen al sistema de un gran número de elementos tales como Ca, K, Na, P, S, Fe, entre otros, así como moléculas de  $NH_4$ ,  $NO_3$ ,  $NO_2$ ,  $PO_4$ ; todos éstos de vital importancia para el fitoplacton.

Los nutrientes se encuentran bien distribuidos en todo el sistema gracias a los movimientos mareales y al viento, éstos transfieren energía al agua produciendo oscilaciones, las cuales generan corrientes que dispersan en el agua los nutrientes contenidos en ésta.

Los nutrientes presentan variaciones estacionales amplias, después del periodo de lluvias se encuentran las concentraciones más elevadas, las mínimas concentraciones se detectan después del florecimiento fitoplactónico primaveral. Así las fuentes de nitrógeno (amonio, nitratos y nitritos, entre otros), abundan durante todo el ciclo.

### Materia Orgánica

La materia orgánica, disuelta y particulada, que se encuentre en lagunas y estuarios consiste en material proveniente de la excreción y descomposición de flora y fauna estuarina, principalmente de la vegetación circundante (mangle), ya que existe un gran aporte de ésta por medio de la caída y fragmentación de sus hojas.

La materia orgánica denominada detritus es la base de la trama trófica en estos sistemas, por ello son los principales sustentadores de la biota estuarina, debido a su permanente disponibilidad, ya que las cadenas tróficas basadas en otras fuentes, como la fitoplactónica, son un fenómeno con características estacionales.

## Características Biológicas

Las variaciones en los parámetros fisicoquímicos moldean el ecosistema, en respuesta a esta variabilidad característica de los ambientes estuarino lagunares, los organismos que lo habitan han desarrollado patrones fisiológicos y de comportamiento de sus estrategias biológicas para sobrevivir con la dinámica ambiental.

Las características de los componentes biológicos de los sistemas estuarino lagunares se describen, de forma general, a continuación:

### Vegetación Circundante

En la mayor parte de las lagunas costeras Mexicanas se presentan llanuras de inundación intermareal que constituyen pantanos salobres de manglar. Dicha vegetación se distingue por su capacidad para soportar altas concentraciones salinas, ya que presentan un mecanismo fisiológico que les permite depurar las sales, por lo que se consideran halófitas facultativas, además es la principal aportadora de materia orgánica al ecosistema, por medio de la defoliación natural de ésta, que al descomponerse produce el detritus, base de la cadena trófica más importante de estos ecosistemas.

La producción de los manglares por defoliación puede variar entre 8 y 18 ton/Ha<sup>-1</sup>/año (Yañez-Arancibia, 1988), cifra que varía de acuerdo a las estaciones de secas y lluvias. Así, la máxima producción de manglares se da en época de lluvias, lo contrario ocurre en época de estiaje.

Las especies de mangle presentes en las zonas costeras de México, en orden de importancia son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), el menos frecuente es *Conocarpus erectus* (botoncillo).

### Pastos Marinos

Los pastos marinos se refieren a fanerógamas marinas cuyas características distintiva es que son vegetales sumergidos que se desarrollan bajo condiciones de salinidad. *Zostera* y *Thalassia* son las especies dominantes en áreas templadas y tropicales respectivamente. Estas son de gran importancia ecológico debido a que constituyen un microambiente para la reproducción, son el refugio y alimento de pequeños invertebrados, sus rizomas ayudan a la estabilización de partículas sueltas, en cierta época del año, las hojas soportan abundantes formas epibióticas, principalmente coralíneas, que al morir incrementan el carbonato de calcio.

### Plancton

Este grupo de organismos constituye la base de una vía trófica en los sistemas estuarino-lagunares, de ahí su importancia. El fitoplancton está constituido por diversos grupos de algas microscópicas, siendo los más relevantes las diatomeas, dinoflagelados, clorofitas y criptofitas.

Los principales componentes del zooplancton son Protozoarios (Foraminíferos, radiolarios), Celenterados (*Aurelia*, *Sarsia*), Ctenóforos (*Pleurobranquia*, *Boroe*, *Anélidos*, *Tomopteris*), Crustáceos como los Copepodos (*Calanus*, *Eurytemora*, *Acartia*), Mielidos (*Neomielidos*, *Praunus*) y Eufásidos (*Meganyctiphanes*, *Thysanoessa*), Quetognatos (*Sagitta*) y Moluscos (*Limasia*, *Cilone*).

El desarrollo del plancton está directamente regulado por las condiciones abióticas del sistema, debido a la naturaleza intrínseca de sus procesos metabólicos. Así, variaciones bruscas de salinidad, temperatura, pH, corrientes y luz repercuten directamente sobre este tipo de organismos.

En los sistemas estuarino-lagunares el plancton llega a ser muy abundante, pero poco diverso en comparación con otros ecosistemas tales como el océano o los arrecifes coralinos.

### Bentos

Se denominan bentos a aquellos organismos que se encuentran estrechamente ligados al fondo. La población bentónica es de carácter estacional.

De acuerdo a Perkins, (1974) se encuentran divididos por su tamaño como sigue:

- Microbentos, menores de 0.1 mm.
- Meiobentos, de 0.1 a 0.4 mm.
- Macrobentos, organismos mayores de 0.5 mm.

*Microbentos:* Compuesto principalmente por bacterias, hongos y algas, los cuales son responsables de la descomposición de la materia orgánica. Intervienen directamente en el reciclamiento de nutrientes. Por su gran adaptabilidad, son colonizadoras de casi cualquier sustrato.

*Meiobentos:* Grupo compuesto en su mayoría por invertebrados, los cuales son comedores de fondo, sobre o dentro de los sedimentos. El gradiente de salinidad, determina la diversidad y distribución de éstas poblaciones.

*Macrobentos:* Principalmente representado por crustáceos y moluscos. De éstos últimos, algunas especies conforman grandes agregados los cuales son explotados comercialmente. Otros organismos macrobentónicos incluyen esponjas, equinodermos, anélidos poliquetos y briozoarios entre otros. Gran parte de éstos son filtradores y en general más importantes que el zooplancton como depredadoras del propio zooplancton.

En general, la diversidad bentónica disminuye conforme las propiedades marinas dejan de manifestarse; así en zonas de gran influencia marina como las bocas, existe mayor diversidad que la que puede presentarse en las zonas más distantes de la laguna y con cierta influencia de agua dulce.

### Necton

Los organismos del necton se refieren principalmente a peces, aunque incluye a todos aquellos animales que pueden desplazarse a grandes distancias a pesar de las corrientes. Esta fauna es capaz de utilizar estos ambientes y las fuentes alimenticias, optimizando diferentes tipos de adaptaciones, tales como tolerancias fisiológicas y un rápido crecimiento. Dichas adaptaciones atenúan las variaciones de salinidad y temperatura. Un gran número de especies estuarino lagunares son migratorias, lo que conduce a presentar altas biomásas durante condiciones favorables. Muchas especies se han adaptado para optimizar la productividad de éstos ambientes durante las etapas juveniles optimizando patrones migratorios y reproductivos.

El nécton se ha clasificado (Yañez-Arancibia, 1977), en base a la similitud de rasgos hidrológicos y ambientales de la siguiente manera:

- Peces dulcecúlicos:** que penetran en aguas salobres ocasionalmente
- Peces anádromos y catádromos:** aquellos que solo transitan por estos sistemas
- Peces estuarinos:** los que habitan permanentemente el sistema
- Peces marinos:** que utilizan la laguna costera como área de crianza o para desovar
- Visitantes marinos ocasionales:** los que penetran al sistema generalmente como adultos para alimentarse.

Las comunidades de organismos mencionados varían en su composición y su abundancia relativa, de acuerdo con: las condiciones hidrológicas del sistema, la estación del año y la zona dentro de la laguna en cuanto a sus gradientes de salinidad. (Yañez-Arancibia, 1977).

### Redes Tróficas

Una característica biológica distintiva de los sistemas en cuestión consiste en que sus cadenas tróficas son cortas, lo que permite al máximo aprovechamiento de la energía disponible.

Se ha propuesto (Yañez-Arancibia, 1977), que en los sistemas en cuestión existen categorías ictiotróficas dentro de la trama trófica del ecosistema, que son:

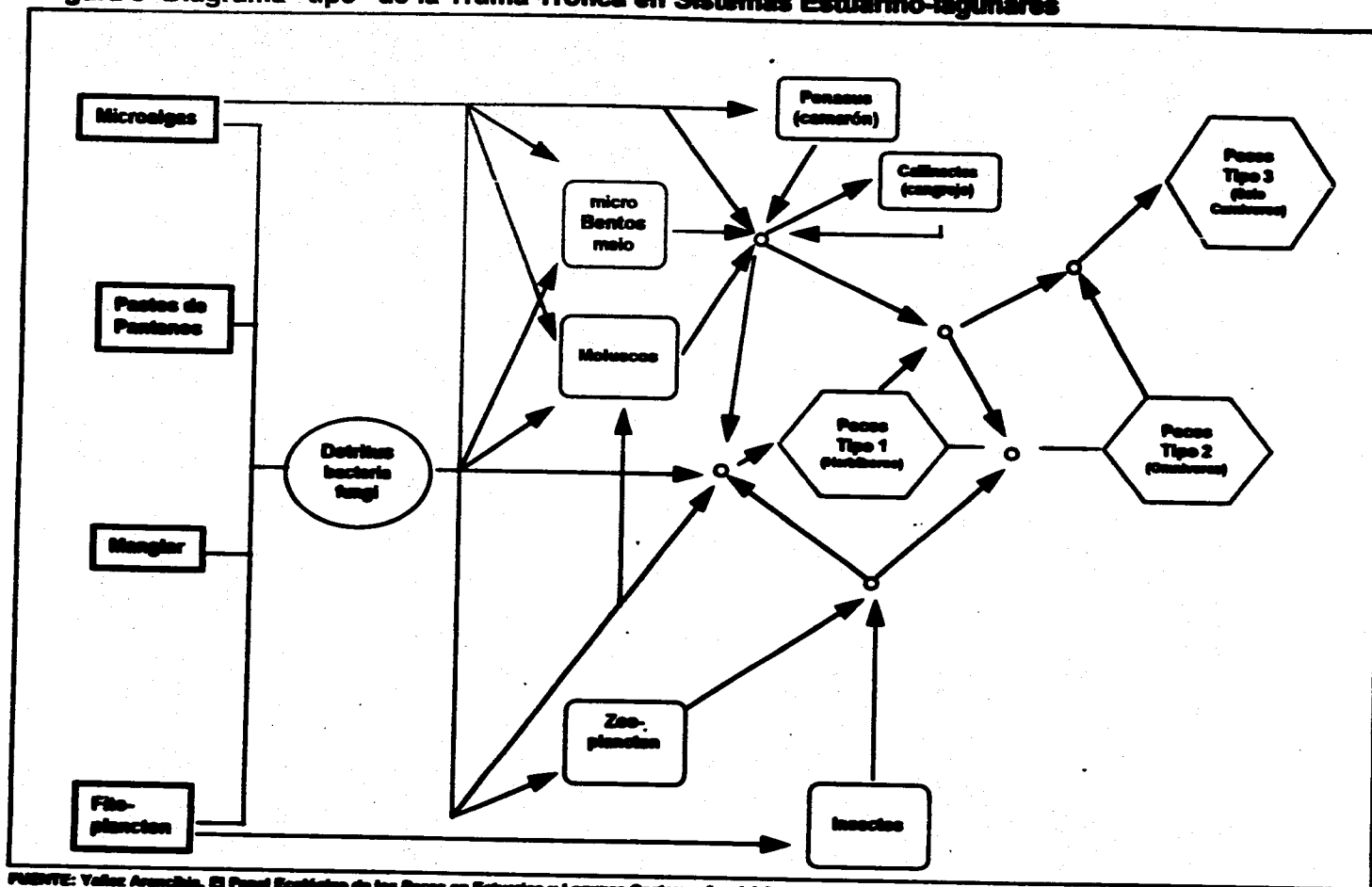
- Consumidores primarios:** Peces plantófagos, detritívoros y omnívoros.
- Consumidores de segundo orden:** Peces predominantemente carnívoros, pero pueden consumir algunos vegetales y detritus.
- Consumidores de tercer orden:** Peces exclusivamente carnívoros.

Dichos niveles tróficos varían en el espacio y en el tiempo de acuerdo con la edad, el sexo, la estación del año, la localidad y la disponibilidad del alimento. Los peces transforman energía desde fuentes primarias, la conducen a través de la trama trófica, y por migraciones, intercambian energía con ecosistemas vecinos.

En la figura 5 se muestra un diagrama "tipo" de la estructura trófica que se da en los sistemas estuarino-lagunares que presentan marcada influencia marina, resultado de estudios realizados en 6 cuerpos lagunares del Pacífico. (Yañez Arancibia, 1977)

En resumen, en los sistemas estuarino-lagunares, la producción primaria fitoplanctónica se beneficia por la disponibilidad de nutrientes y luz al igual que el microfitobentos. El exceso de productores primarios estimula la difusión del zooplancton, así como la de la categoría nectónica de los consumidores primarios y el macrobentos. Esta situación provoca que la cantidad de organismos (principalmente peces), que ocasionalmente penetran en éstos ambientes sea muy elevado, ya que encontrarán alimento para favorecer inclusive su reproducción.

Figura 5 Diagrama "tipo" de la Trama Trófica en Sistemas Estuarino-lagunares



## ZONA DE ESTUDIO

### . Ubicación Geográfica

El Complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava se ubica en el límite de los Estados de Nayarit y Sinaloa, en la Planicie Costera del Pacífico entre los paralelos 22°05' y 22°44' de latitud norte y los meridianos 105°13' y 105°46' longitud oeste. (Figura 6).

Este complejo está conformado por las Lagunas Agua Grande y Agua Brava, enlazadas entre sí por los esteros El Maíz, Agua Grande, Teacapán, Puerta del Río y Cuautla. Este sistema se comunica al mar por medio de la boca de Teacapán en la porción norte y por la boca de Cuautla en el sur.

A principios de la década de los setentas se efectuó la apertura de una boca artificial (boca de Cuautla), sobre la barra que separa a la Laguna de Agua Brava con el mar adyacente, con la finalidad de incrementar la salinidad a un nivel apropiado para la utilización de este cuerpo de agua en prácticas de acuicultura.

El canal mencionado presentaba una amplitud aproximada de 50 m y una profundidad de 8 m. Después de la apertura de esta boca, Cepeda (1977), calculó las velocidades extremas sobre el canal para mareas vivas, obteniendo velocidades máximas de 0.95 m/seg las cuales aseguraban un autodragado continuo. Actualmente dicha boca no se ha estabilizado y continúa ampliándose.

De acuerdo a condiciones geográficas y ambientales, Alvarez Rubio (1986) dividió el sistema lagunar en dos regiones:

**Región Norte:** Se refiere a la laguna de Agua Grande, esteros de Agua Grande, estero el Maíz, estero de Teacapán, parte baja del mismo, la boca de Teacapán y Puerta del Río, así como parte del canal que enlaza a Teacapán con la laguna de Agua Brava hasta la altura de playa Novillero.

**Región Sur:** Incluye el tramo del canal hacia el sur de Novillero (estero de Cuautla) y la laguna de Agua Brava.

Este sistema es de gran importancia tanto ecológica como económicamente, ya que por una parte las diferentes zonas que lo constituyen son de interés científico y por otra, soportan una gran actividad pesquera de gran importancia para la región.

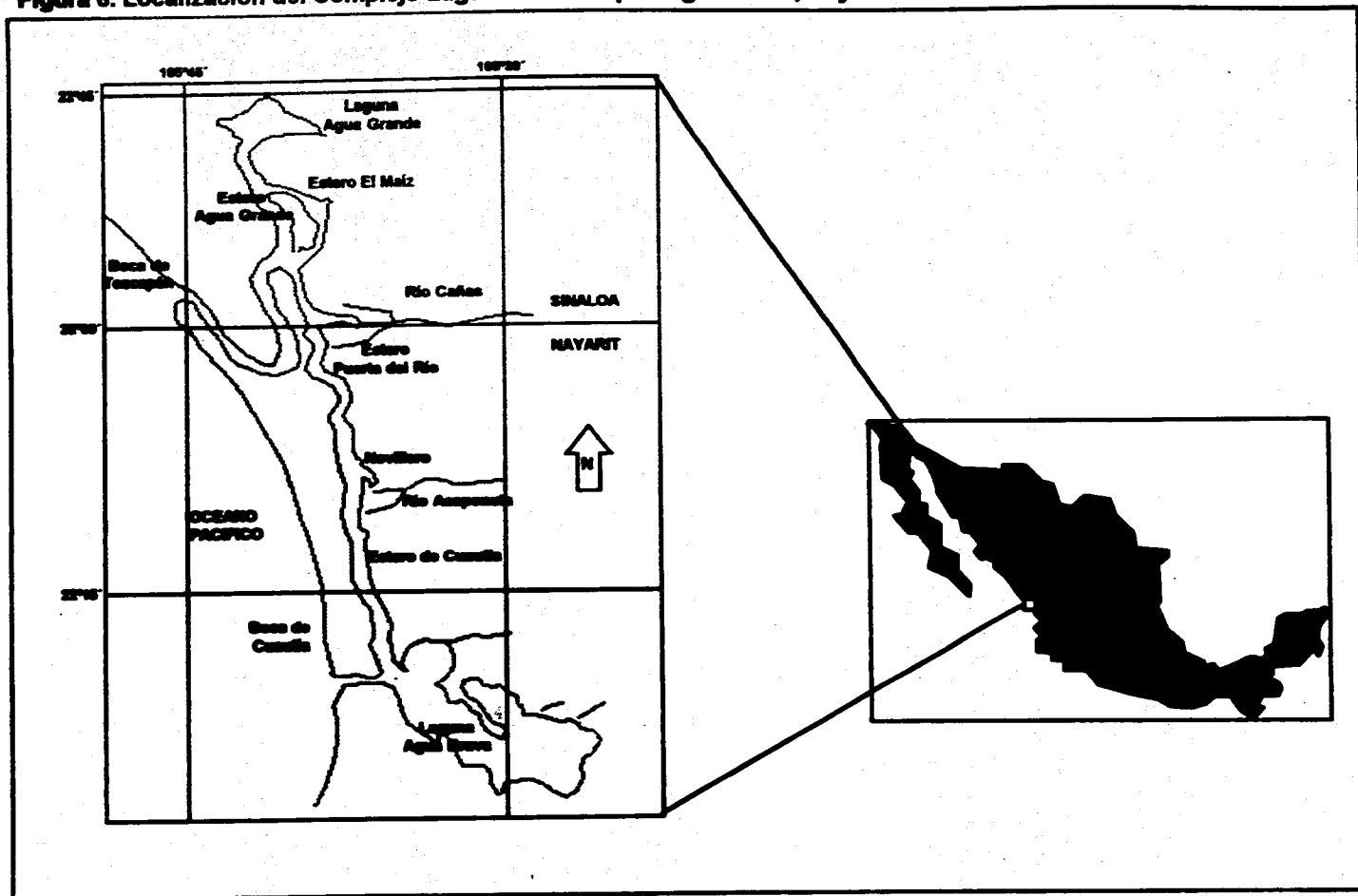
### . Geomorfología

El sistema Laguna Teacapán-Agua Brava está situado en la planicie costera del Pacífico, incluida en la depresión central que subsiste entre los depósitos que forman llanuras aluviales deltáicas de los ríos Acaponeta, San Pedro y Las Cañas.

Según la clasificación de Inmand y Nordstrom (1971), esta zona está comprendida dentro de la provincia denominada "Cordilleras sepultadas" debido a la transgresión marina ocurrida durante el Mesozoico; posteriormente en el Cuaternario se inicia una etapa de vulcanismo pracoce del tipo basáltico, seguido de grandes procesos erosivos que dan lugar a fragmentos líticos y minerales que son depositados en la planicie costera.



Figura 6. Localización del Complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava, Nay.



En la clasificación de Lankford (1977) se menciona que Shepard (1973), desde el punto de vista Genético y morfológico, clasifica esta región como costas primarias por deposición subaérea y de ríos, formada por complejos deltáicos.

#### **• Proceso de Deposition**

De acuerdo a la distribución del material por su tamaño, se tiene que el sistema está constituido en su mayoría por limos y arcillas, principalmente en la parte interna de las lagunas y esteros, sólo donde existe influencia directa del Río Acajoneta y del mar (cerca de las bocas), existe material arenoso. (Secretaría de Marina, 1992).

La morfología que presenta el complejo lagunar Teacapán-Agua Brava, denota aportes considerables del material sedimentario, que es acarreado por los grandes volúmenes de escurrimiento, causados por las altas precipitaciones. Los ríos al llegar a la planicie costera pierden velocidad, depositando el material más grueso antes de llegar al sistema lagunar o en la antigua boca de los ríos Cañas y Acajoneta, el material fino (arena fina a arcilla) es el que se deposita finalmente en los cuerpos lagunares. Cabe mencionar que los sedimentos limo-arcillosos siempre están asociados a altas concentraciones de carbono orgánico.

### **CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO**

#### **• Características físicoquímicas**

Los parámetros químicos tales como salinidad, oxígeno disuelto y contenido de carbono orgánico, determinan, junto con factores físicos (temperatura), zonas o ambientes variables dentro de un mismo sistema lagunar. De este hecho se infiere la importancia del papel que juegan cada uno de éstos en dicho ecosistema.

Las variaciones en los factores antes mencionados en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, dependen tanto del aporte de agua de los ríos que descargan en él, como por el aporte de agua marina. Las variaciones de la temperatura, causadas por los cambios de estación y la influencia de la vegetación circundante influyen también en la variación de los factores químicos.

El sistema lagunar Teacapán-Agua Brava fue descrito por Amezcua Linares (1972) y Nuñez Pasten (1973), considerando 4 ambientes: 1) Boca de Teacapán, 2) Parte baja del estero, 3) Estero, 4) Laguna-Agua Brava, los cuales se caracterizaron para un ciclo anual. En esta descripción no se consideró la Laguna de Agua Grande ni los esteros Agua Grande y el Maíz.

Para cada uno de estos ambientes, los autores obtuvieron datos de salinidad, temperatura, oxígeno y tipo de sedimentos, tanto en la superficie como en el fondo, para las épocas de lluvia y secas. (Ver cuadro 1).

**Cuadro 1 Distribución Promedio de Parámetros Fisicoquímicos en el Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava (1970-1971)**

Sitio	Epoca	Salinidad (‰)		Temperatura (°C)		Oxígeno (ml/l)		Sedimentos
		superf.	fondo	superf.	fondo	superf.	fondo	
Boca de Teacapán	Secas	34.0	34.0	30.0	30.7	4.05	4.01	arena
	Lluvias	19.0	27.0	20.2	20.4	2.04	2.02	arena-limo
PBE*	Secas	34.2	34.0	31.2	30.2	4.00	4.00	arena-limo
	Lluvias	3.5	4.0	22.0	21.0	2.07	2.14	limo
Estero	Secas	30.5	30.2	31.2	31.0	4.00	4.24	arena-limo
	Lluvias	0.0	0.0	22.7	20.0	14.77	4.04	limo
Laguna	Secas	21.0	22.0	31.2	31.0	6.42	4.00	limo
	Lluvias	0.0	0.0	22.7	22.0	2.26	4.00	limo

\*PBE: Parte Baja del Estero

El comportamiento de los parámetros fisicoquímicos, basado en los registros mencionados se describen brevemente a continuación:

### Salinidad

La salinidad sigue un patrón definido. En verano se tiene los valores máximos en el estero y la laguna, y los menores en las bocas y parte baja del estero. Esto es debido principalmente a la profundidad, ya que los fondos someros se calientan homogéneamente, provocando una fuerte evaporación y por lo tanto alta concentración salina, esto no ocurre en lugares profundos. Los casos en que la salinidad es mayor en la superficie que en el fondo se justifica por la fuerte evaporación causada por las altas temperaturas superficiales. En algunas partes del sistema se puede observar inversión de la estratificación salina. En otoño, época de máximo aporte de agua dulce, se presenta una fuerte disminución de la salinidad. Los máximos valores se registran en la Boca de Teacapán, los cuales decrecen hacia el interior del sistema. La laguna de Agua Brava presenta valores de agua dulce, ya que aquí desembocan dos ríos.

### Temperatura

La distribución de las temperaturas están en función de las profundidades, con efectos relativos del intercambio de descargas de los sistemas fluviales y las mareas. En primavera y verano se registran las mas altas temperaturas y son el estero y la laguna, por ser las más someras, las que presentan las temperaturas mas altas. Las bocas y parte baja del estero presentan las temperaturas más bajas, ya que no existen un calentamiento homogéneo en lugares profundos y con mayores velocidades de las corrientes.

En otoño, en la Boca de Teacapán y parte baja del estero se encuentran las máximas temperaturas; las menores se registran en el estero y la laguna, aunque en esta última existen indistintamente valores bajos y altos. debido seguramente a variaciones diurnas relacionadas con la insolación y con las corrientes fluviales.

### Oxígeno

Este parámetro químico se distribuye en el sistema de acuerdo a la turbulencia, corrientes, actividades biológicas, efectos de salinidad y temperatura.

En otoño los valores más altos se registran en la Boca de Teacapán y parte baja del estero, debido a que en estos lugares, la turbulencia es mayor y existe una agitación e intercambio mayor de atmósfera-hidrosfera. Aquí la transparencia es alta y presenta una relación directa con el oxígeno. En el estero y la laguna se observan los mínimos valores, debido a que la transparencia es escasa, por el efecto de la turbulencia y corrientes fluviales que acarrear material terrígeno y otros materiales.

En la primavera el oxígeno decrece en comparación al invierno. En la Boca de Teacapán se registran los más altos valores, los cuales disminuyen en el estero. La laguna registra los valores más bajos. En general, muchas de las variaciones estacionales del oxígeno que se presentan en el sistema son debidos a la descarga de los ríos, la hora del día y efectos biológicos.

#### • Características Biológicas

La distribución y abundancia de los organismos, vegetales y animales, que habitan este sistema lagunar, depende tanto de las propiedades fisicoquímicas del ambiente, como de las características físicas y hábitos de cada especie, siendo un común denominador los amplios rangos de salinidad que toleran.

De manera general, se describen a continuación, los componentes bióticos existentes en el Sistema Estuarino-Lagunar de Teacapán-Agua Brava:

#### Manglar

Este tipo de vegetación abarca más de 150,000 ha en este sistema lagunar (Flores-Verdugo, 1992), por lo que ocupa el primer lugar en México.

Las especies de mangle existentes en esta zona son *Laguncularia racemosa*, mangle blanco; *Rhizophora mangle*, mangle rojo; *Avicennia nitida*, mangle negro y *Conocarpus erectus*, botoncillo.

Específicamente en la laguna de Agua Brava, el escaso declive y baja circulación propicia el predominio de *Laguncularia racemosa* (con una densidad de 6.830 ind/ha), extendiéndose en algunas áreas a más de 10 km tierra adentro. (Flores-Verdugo, 1992)

La apertura relativamente reciente (aprox. 10 años) de una boca artificial, Boca de Cuautla, provocó cambios en el patrón de circulación y en las características quimicobiológicas del agua, éstos cambios han afectado a los manglares principalmente en el nivel del agua, tiempo de residencia de ésta y el aumento de las condiciones salobres del sistema. Dicha situación ha favorecido el establecimiento de plántulas de *Rhizophora mangle* dentro de bosques monoespecíficos de *Laguncularia racemosa*, lo cual puede indicar la futura línea de costa (Flores Verdugo F.J., 1986).

En cuanto a la estructura forestal de los manglares, ésta es regulada por el tipo de suelo, la entrada de nutrientes y la intensidad de flujos y reflujos.

Existen cinco tipos de comunidades de manglar, (Fuelle Mac Donald, 1986), cada uno con características propias. Estos son: matorral, sobrelavado, cuenca, borde y ribereño todos ellos presentes en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava. Sin embargo, el tipo cuenca es

el más frecuente. Este último se caracteriza por establecerse en los bordes de estuarios, esteros y lagunas costeras, dentro de llanuras costeras que presentan drenajes pobres, por lo que el agua puede permanecer estancada por largos períodos, y donde predominan intrusiones salinas, con un flujo de agua estacional.

En cuanto a la estructura de la vegetación en este sistema, Flores Verdugo F.J., (1992) identificó 3 zonas características:

- 1) Los canales, esteros y lagunas que desembocan a la laguna de Agua Brava, caracterizados por presentar individuos de mayor altura, 15-20 m y área basal (21.6 m<sup>2</sup>/ha) de *Rizophora mangle*.
- 2) La zona intermareal que bordea la laguna de Agua Brava, dominada por bosque mono específico de *Laguncularia racemosa* (aprox. 7 m de altura) o combinado con *Rizophora mangle*.
- 3) Región de Teacapán: en donde es frecuente la presencia de *Avicennia nitida*, en muchas ocasiones se presenta el patrón de zonación clásico: *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia nitida* y *Conocarpus erectus*.

La importancia del manglar en este sistema lagunar, es en primer lugar, la contribución por parte de éste de grandes cantidades de material orgánico en forma de detritus, que produce una alta productividad del sistema que se traduce en una alta producción pesquera, la cual es explotada en esta zona.

#### Plancton

Los estudios más recientes, septiembre y diciembre 1989, sobre la composición planctónica de este sistema lagunar, realizado por el Centro de Estudios Oceanográficos, Estación Topolobampo, reporta que se identificaron un total de 141 taxa de fitoplancton y 29 grupos de zooplanctónicos. Cuantitativamente las diatomeas, del fitoplancton, y los copépodos del zooplancton, mostraron ser predominantes en la mayor parte del sistema, con proporciones de 75.83% del fitoplancton total y 82.32% del zooplancton total.

La mayor abundancia fitoplanctónica se encuentra en las zonas más internas de la laguna de Agua Brava y Agua Grande, en condiciones de baja salinidad, mientras que para el zoopláncton la mayor abundancia se encontró al Sur de Agua Grande, ésta se detectó en septiembre, por lo que estuvo relacionada con la temporada de lluvias y el flujo de agua marina, mientras que los registros mínimos se obtuvieron en diciembre debido a la disminución de la temperatura.

En lo referente al índice de diversidad de plancton, los máximos valores se presentan en la boca de Teacapán, con una disminución hacia el interior de las lagunas.

En cuanto a la distribución y abundancia del zoopláncton en la Laguna de Agua Brava (Punta el Burro), se tiene que los grupos más abundantes son: Chaetognata, Ctenófora y Copépoda, de los cuales se reportó (Núñez Pastén A. 1978), que la máxima abundancia de éstos se da de las 18:00 P.M. a las 06:00 A.M.

La máxima densidad de Chaetognata se encuentra a finales de otoño con 143.6 org/m<sup>3</sup>. Del grupo Ctenófora, ésta se da en invierno con 39.28 org/m<sup>3</sup> y de Copépoda en verano y finales de otoño con 599.22 y 840.49 org/m<sup>3</sup> respectivamente. La abundancia de

estos grupos esta influenciada por la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. (Flores-Verdugo F.J. 1986).

Probablemente existe relación trófica entre Chaetognata y Ctenófora, organismos depredadores, con Copépodos (de hábitos filtradores), ya que la abundancia de los primeros corresponde a menor cantidad o ausencia de Copépodos y una abundancia de éstos se relaciona con menores densidades de depredadores.

Estos sistemas lagunares presentan pocas especies permanentes, sin embargo, influenciadas por la época del año, son visitadas por un gran número de especies que las transitan ocasionalmente como paso, hacia los ríos, o utilizan el área como zonas de crianza. Tal es el caso del camarón *Penaeus venamei*, que utiliza el sistema como zona de crianza. Esta es una especie muy cotizada en el mercado, razón por la cual se explota comercialmente.

### Bentos

Los componentes del microfítobentos, compuesto por microalgas principalmente, están íntimamente ligados al fondo y son afectados por variaciones de temperatura en cuanto a su producción. Estos contribuyen a la producción primaria en esas áreas.

En el suelo lagunar se establecen algas radofíceas, principalmente y en muy poca cantidad clorofíceas. Estas permanecen durante casi todo el año, excepto en invierno cuando se registra una ausencia total de éste tipo de vegetación, debido a las bajas temperaturas.

Con respecto a la fauna macrobéntica, Amezcua Linares y Alvarez Rubio (1986), ha reportado la presencia de grupos de moluscos, poliquetos, esponjas y crustáceos, cuya distribución en las distintas épocas del año se describen a continuación:

En el verano, las poblaciones de moluscos, crustáceos y poliquetos, presentan su mayor proporción de biomasa en la Boca de Teacapan y parte baja del estero, pero la mayor diversidad se da en el canal del estero.

En otoño los crustáceos son abundantes en la parte baja del estero y en menor proporción en el estero, observándose un desplazamiento de la fauna hacia lugares con mayor salinidad.

En invierno la fauna macrobéntica presente un desplazamiento hacia la parte sur del estero y laguna, en áreas preferentemente fangosas, con profundidad, transparencia, salinidad y temperatura menor, pocas especies tienen una amplia distribución.

En primavera, la fauna macrobéntica se desplaza hacia la parte baja del estero ya que ésta no es hipersalina, la temperatura y evaporación es menor y muchas especies no colonizan áreas con marcadas fluctuaciones de salinidad y fuertes movimientos del agua debidos al régimen de mareas.

De las especies de moluscos más representativas de este sistema lagunar se encuentra *Mytella strigata*, éste mejillón se encuentra adherido a las raíces del mangle, por lo que se encuentra en todo el sistema, en orden de importancia le sigue *Littorina fasciata*, la cual se establece sobre raíces de *Rizophora mangle* o sobre sedimento arenoso y finalmente los ostiones. Se encuentra además bien distribuidas las especies *Rangia mendica* y *Chione gnidia*, ambas son típicas de ambientes lagunares.

La boca de Cuautla presenta una gran diversidad de especies de moluscos, entre los que destacan: *Cyclinella ulloa*, *Chione Subrugosa*, *Theodoxus Luteofasciatus*, *Tagelus pollus*, *T. affinis*, *Prototheca asperima*, *Littorina fasciata* y *Natica chemnitzii* (esta última muy abundante). Todas estas especies se caracterizan por establecerse cerca o en el manglar, en zonas intermareales, aguas someras y fondos de tipo areno-lodoso a lodosos.

Los moluscos que tienen una amplia distribución en la laguna de Agua Brava son orden de importancia: *Mytella strigata*, *Rangia mendica*, *Chione girdia*, *S. Columbiensis*, *A. meura*, *G. subrugosa*, *C. ulloana*, *N. chemnitzii* y *N. luteostoma*. Todas estas comparten la característica de establecerse en zonas sumergidas. *L. fasciata* se encuentra presente, pero su distribución es limitada.

Referente a la distribución de crustáceos en el sistema, se tiene que las especies presentes en la zona del canal de la Boca de Cuautla son: *Cilbanerlus panamensis* (en zonas arenosas sumergidas), *Eurytemora albidigitum*, *Goniopsis pulchra*, *Callinectes purpureus*, *P. chilensis*, *Uca princeps*, *U. zoeae* y *U. musica*.

Las especies de crustáceos localizadas en la laguna de Agua Brava son: *C. arcuatus* y *Aratus pisoni*, ambas, ampliamente distribuidas en el sistema. *C. panamensis*, *C. albidigitus*, *S. magdalenense*, estas últimas de distribución restringida. Las especies que se encuentran en la parte mas interna de la laguna son: *P. purpureus*, *U. zoeae*, *U.v. ecuatorensis* y *U. latimatus*, las cuales se establecen sobre sustratos lodosos.

Los crustáceos que utilizan el sistema lagunar como zona de crianza, que además son de gran importancia comercial se encuentra: *Panopeus vannameli*, está representa la parte principal de la pesca de camarón en el área, *P. Californiensis*, *P. stylirostris* y *P. brevisrostris*. En cuanto a su distribución, las larvas de camarón rojo y café dominan en la boca de Teacapán, mientras que las de camarón blanco son abundantes en la parte interna del estero, hacia el sur. (Com.pers. del Prof. Higinio Neva del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar en Teacapán, Sin.).

#### ictiofauna

En el sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava, Alvarez Rubio y Amezcua Linares (1986), reportaron la presencia de 76 especies de peces agrupadas en 28 familias y 51 géneros. Dichos autores observaron la distribución y abundancia de las especies de peces con respecto a las características fisicoquímicas del ambiente lagunar en el que se encontraban.

La diversidad, distribución y abundancia de las poblaciones de peces, tienen una dinámica en relación a las fluctuaciones ambientales (principalmente salinidad), que prevalece con las estaciones del año y por lo tanto la estructura de la comunidad está controlada por procesos físicos y presenta cambios en estrecha relación con el ambiente.

La máxima diversidad ictica se tiene en otoño, coincidiendo con la mayor biomasa. En la boca de Teacapán y la parte baja del estero se presenta la mayor diversidad que son áreas con ambientes estables con salinidades típicamente marinas (35‰).

Las especies icticas que tipifican a la comunidad, representan un total de 18 especies: *Achirus mazatlanus*, *Arius lropus*, *Centropomus robalito*, *Galeichthys caeruleascens*,

*Nematistius pectoralis*, *Lilie stollera*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Diapterus peruvianus*, *Eucinostomus* sp (entomelas), *Elops affinis*, *Mugil curema*, *Dominator Latifrons*, *Caranxhippos*, *Eucinostomus dowii*, *Oligoplites mundus*, *Citharichthys silberti*, *Eugerres axillaris* y *Genes cinereus*. De los cuales: *Mugil curema*, *Centropomus robalito*, *Lilie stollera*, *Hyporhamphus unifasciatus* y *Arius Liropus*, son permanentes.

Las especies icticas que habitan el sistema lagunar se encuentran agrupados en 3 categorías, componentes comunitarios, que son: especies residentes, visitantes cíclicos y visitantes ocasionales.

En cuanto al comportamiento de éstos grupos, para cada estación se tiene que el verano se presenta un alto porcentaje de visitantes cíclicos con 76.9%; a las especies residentes les corresponde el 19.2% y 3.8% para los visitantes ocasionales, como se observa en la Gráfica 1. (Alvarez Rubio, M. 1986)

En el otoño se presenta el mayor número de especies del ciclo anual (37 especies), a los visitantes cíclicos corresponde el 67.5%, 13.5% se refieren a especies residentes y 18.9% a visitantes ocasionales. El alto incremento de visitantes ocasionales esta relacionado con la alta productividad del sistema, que se presenta previa a esta época, provocada principalmente por el aporte fluvial, ver Gráfica 1. (Alvarez Rubio, M. 1986)

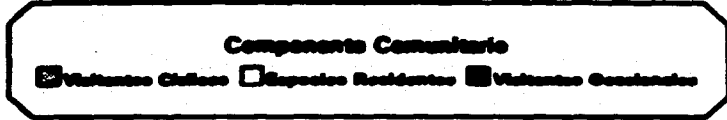
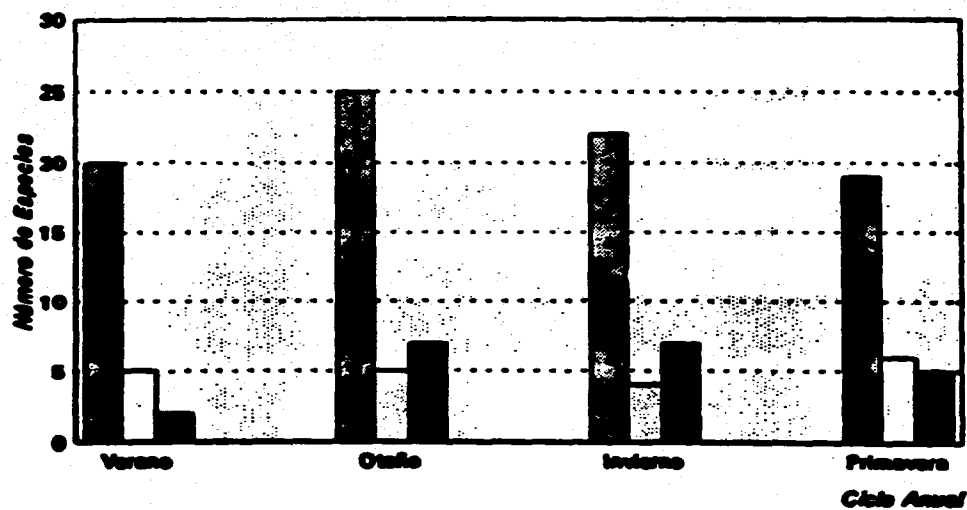
En primavera e invierno, los visitantes cíclicos permanecen con un alto porcentaje, el resto de los componentes conservan también la misma proporción, aunque los visitantes ocasionales presentan un ligero descenso, sobre todo en primavera, debido principalmente a las condiciones hipersalinas que se dan en esta temporada y limitan fisiológicamente a las especies. Las variaciones en las especies residentes, de las que se esperaba se mantuvieran constantes durante el ciclo anual, son debidas a cambios en la distribución o bien a aspectos inherentes a la efectividad de las artes de pesca.

Los peces de acuerdo al nivel trófico que ocupan (determinado por sus hábitos alimenticios), se dividen en consumidores de primer, segundo y tercer orden. Los de primer orden se refieren a aquellos organismos "pacadores", por lo que en su mayoría están asociados a praderas de algas y pastos, en los fondos arenofangosos de los canales del sistema lagunar. Los consumidores de segundo orden, presentan un amplio espectro trófico que les permite ser dominantes por tener distintas alternativas de alimentación ante situaciones diversas. Las especies consumidoras de tercer orden, que son principalmente ocasionales y de hábitos solitarios, presentan cierta similitud con los consumidores de primer orden, ya que muchos organismos "pastorean" en el fondo, cerca del manglar o en las playas de fondos someros.

Las categorías ictiotróficas más frecuentes son las de segundo orden (54.7%), de las cuales con importancia económica son: *Pomadasys macracanthus*, *Diapterus peruvianus*, *Lutjanus colorado*, *Trachinotus palome*, *Sphoeroides lobatus*, *Sphoeroides annulatus*, *Elops affinis* e *Hyporhamphus unifasciatus*. Entre los consumidores de primer orden (30.7%) más importantes son *Mugil curema*, *Lilie stollera*, *Genes cinereus* y *Eugerres axillaris*. Los consumidores de tercer orden (28.0%) más importantes son: *Lutjanus novemfasciatus*, *Galeichthys caeruleascens*, *Lutjanus argentiventris*, *Centropomus robalito*. (Gráfica 2).

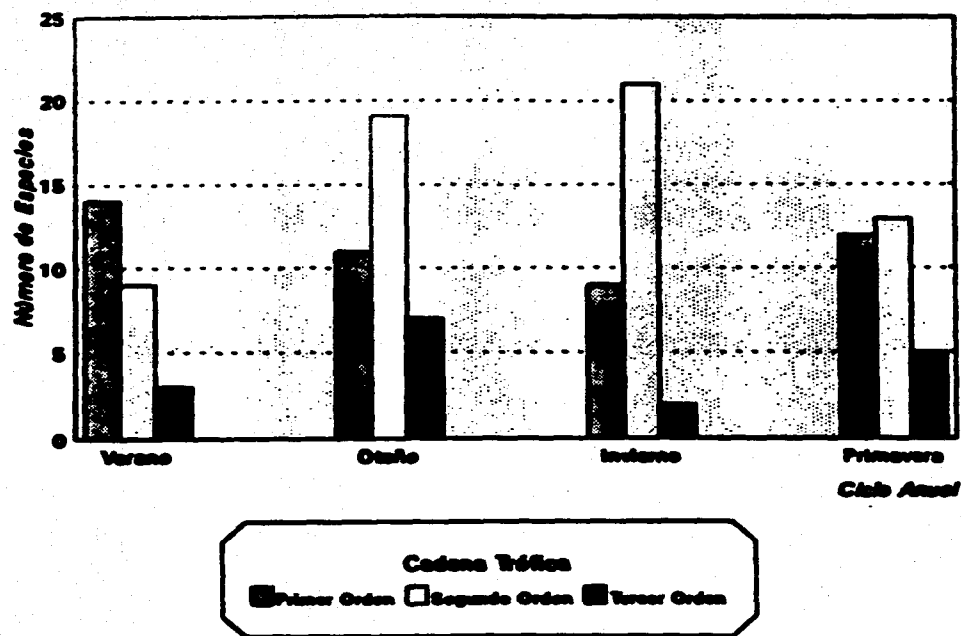


**Gráf. 1**  
**Componentes Comunitarios de la Ictiofauna**  
**de la Zona de Estudio**



FUENTE: Alvarez Rubio, M. y Amador Linares, F. 1988. Ecología y Estructura de las Comunidades de Peces en el Sistema Lagunar Teacapan-Aguas Bravas, Noy.

**Gráf. 2**  
**Categorías Tróficas de la Ictiofauna en el**  
**Sistema Lagunar**



FUENTE: Alvarez Rubio, M. y Amézola Linares, F. 1996. Ecología y Estructura de las Comunidades de Peces en el Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava, Nay.

#### • Aspectos Hidrológicos

El complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava, Sin/Nay, se ubica en el núcleo de la Región Hidrológica No. 11, denominada Presidio-San Pedro, que abarca, de Norte a Sur, las cuencas de los ríos Presidio, Baluarte, Cañas, Acaponeta, Rosa Morada, El Bejuco y San Pedro, los cuales exceptuando los dos primeros y el último, descargan directamente en el complejo lagunario.

En forma global actualmente los ríos Cañas, Acaponeta, Rosa Morada y Bejuco aportan conjuntamente al sistema lagunar cerca de 1,601 millones de m<sup>3</sup> de agua en promedio cada año y se destaca el Acaponeta con un 76% de aportación. (Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunario Teacapán- Agua Brava, Nay. 1993)

En la época de lluvias, julio-octubre, se presenta el 80% del escurrimiento anual, registrándose en septiembre los mayores flujos. Por otro lado el período de estiaje se da entre noviembre y junio, siendo abril y mayo los meses más críticos, por presentar los menores escurrimientos. (Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunario Teacapán- Agua Brava, Nay. 1993)

#### • Aspectos Oceanográficos que Influyen en el Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava

##### - Mareas

En base a los resultados del estudio Hidrodinámico que se realizó en el sistema lagunar-estuarino "Teacapán Agua Brava, Nay. Sin." durante 1993, se describen a continuación los datos que a este rubro se refieren:

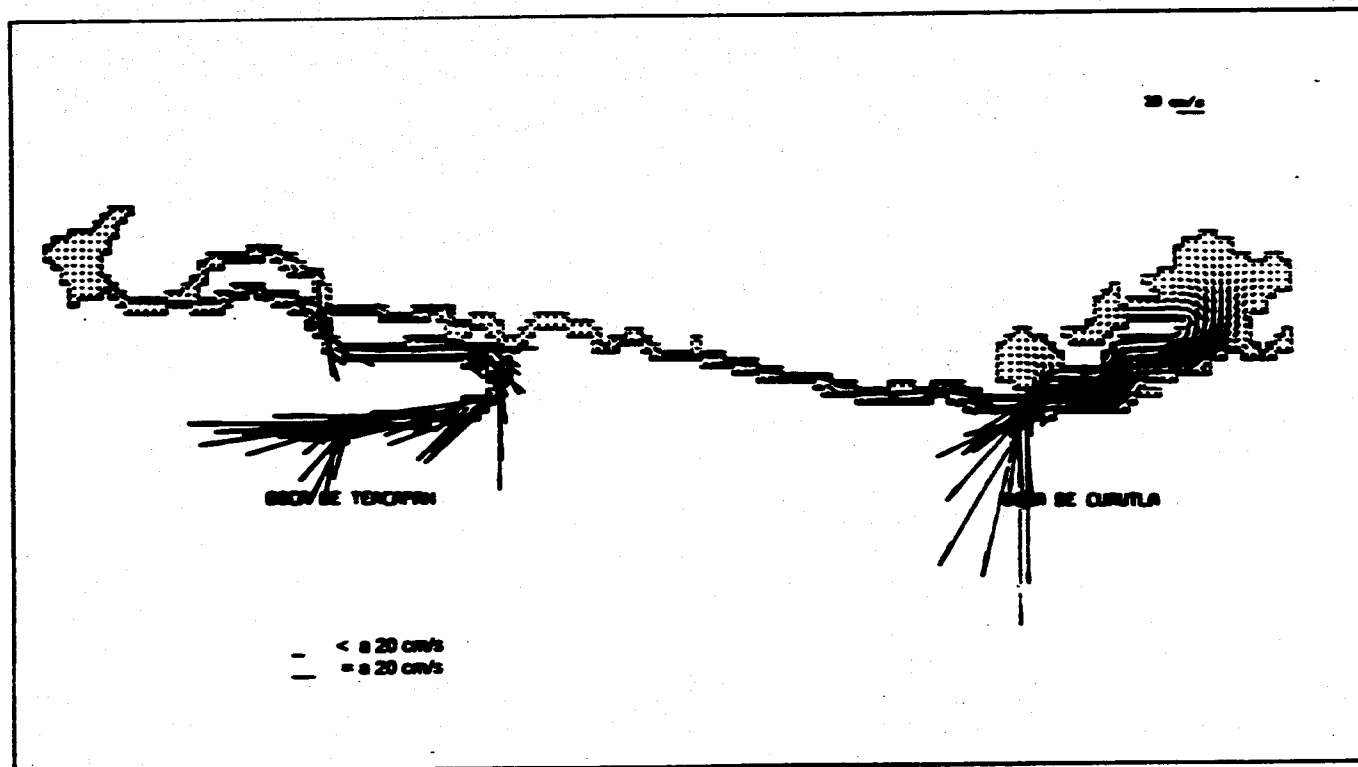
##### - Movimientos Mareales

En el estudio mencionado, se determinó que los cambios mareales se reflejan en las variaciones en el nivel del agua lagunar, la influencia mareal se determina por el tiempo que transcurre entre el incremento en el nivel de agua que se presenta en la boca de entrada y el que se da en algún punto dentro de la laguna, así se presenta un retardo de la pleamar de 30 minutos y de una hora para la bajamar, en condiciones de marea baja.

##### Marea viva.-

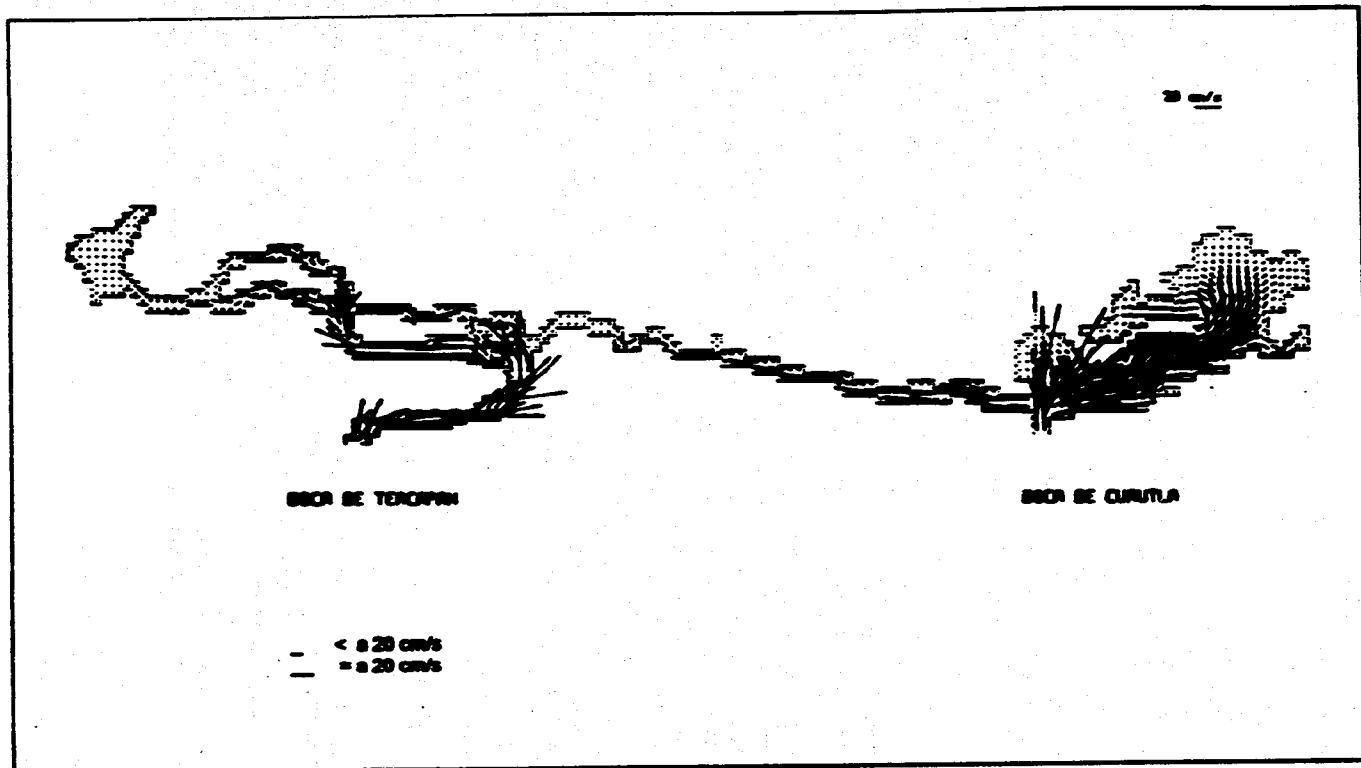
El sistema lagunar, en condiciones de marea viva, presenta a inicio de ciclo, una salida de agua por ambas bocas; debido a la inercia que tiene todavía el sistema, por el efecto de disminución de la onda de marea. A un cuarto de ciclo la magnitud de las corrientes son muy intensas, logrando generar un fuerte patrón de movimiento en todo el sistema lagunar. A un medio de ciclo, la corriente penetra por ambas bocas modificando la circulación y reduciendo la magnitud de éstas, para que finalmente a tres cuartos de ciclo de marea viva, intensificar su efecto y generar corrientes con gran magnitud en todo el sistema. La laguna de Agua Grande prácticamente no tiene movimiento en comparación con las otras partes del sistema. (Figuras 7 y 8)

**Figura 7** Patrón de Corrientes a un cuarto del ciclo de marea en condiciones de marea viva (luna llena)



Fuente: Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunas Teocapán-Agua Brava, 1993.

**Figura 8** Patrón de Corrientes a tres cuartos del ciclo de marea, en condiciones de marea viva (luna llena)



Fuente: Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunar Teacapan-Aguas Bravas, 1983.

### **Marea Muerte.-**

Durante este periodo, las diferentes etapas del ciclo mareal son similares a las que se presentan en marea viva, modificado sólo en su magnitud, la cual es fuertemente disminuida.

#### **- Patrón de corrientes**

El patrón de corrientes está determinado por el encuentro de las masas de agua de origen continental y marino, las cuales están influenciadas, en el primer caso, por las estaciones, en el caso de las aguas marinas, por las mareas. Por ello el comportamiento hidrodinámico del sistema en cuestión para cada época se describe en este apartado.

Es importante mencionar que dada la ubicación geográfica de nuestro país, se presentan sólo dos estaciones; lluvias y estiaje. Así, los sistemas acuáticos costeros presentan variaciones en sus condiciones generales influenciadas por dichas estaciones. Las estaciones, y por lo tanto los cambios en la temperatura, son más evidentes conforme la lejanía de un sitio con respecto al Ecuador sea mayor.

#### **Epoca de lluvias.-**

El comportamiento hidrodinámico del sistema lagunar, considerando un gasto medio de los ríos Cañas, Rosa Morada, Bejuco, San Francisco y Acajoneta es como sigue:

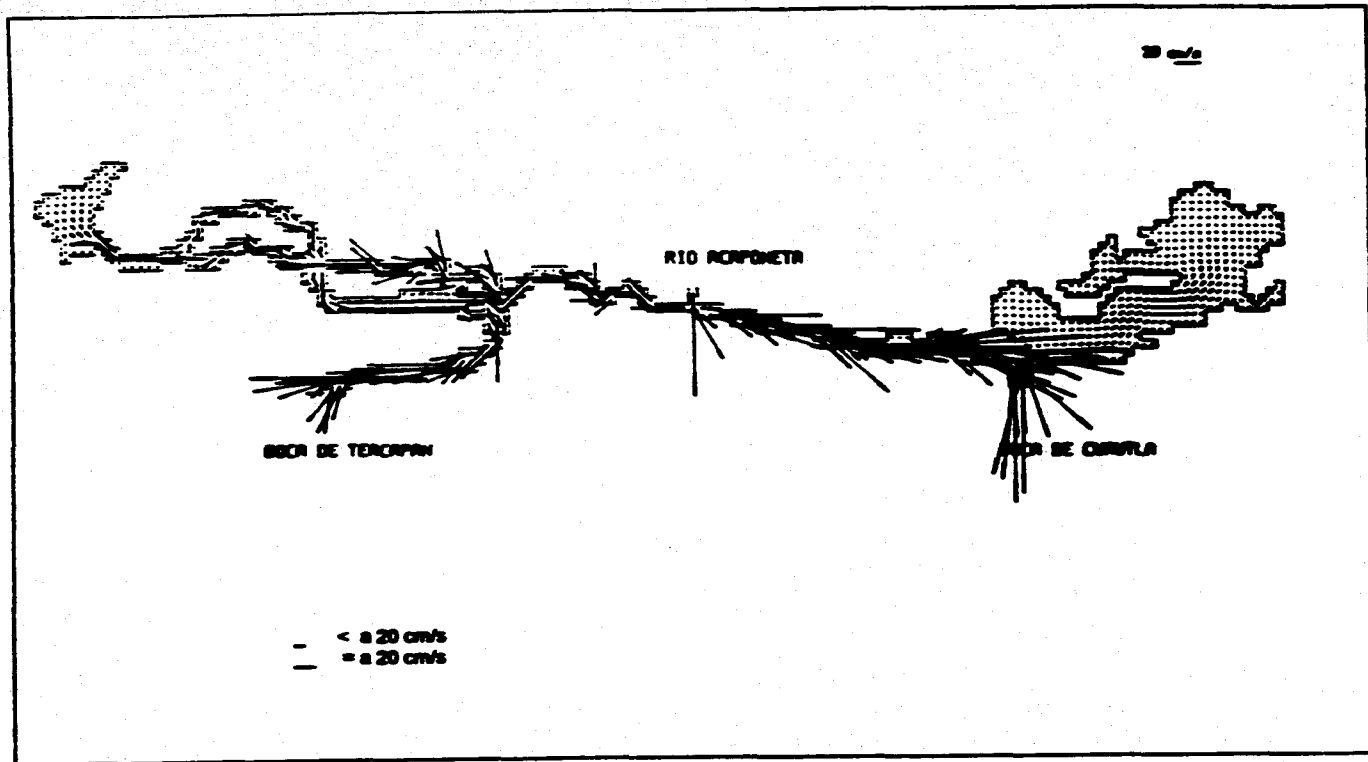
El sistema presenta una circulación dominada por el río Acajoneta en la zona norte. El flujo del río Acajoneta produce una desviación de la descarga del río Cañas, por otra parte el aporte combinado de los ríos San Francisco, Bejuco y Rosa Morada inducen un patrón de circulación en abanico con una disminución en las velocidades próximas a la desembocadura y un incremento en el interior, este efecto es generado por el cambio en la profundidad, el cual por mecanismos de conservación produce un aumento en las velocidades, más hacia la boca se produce una interacción entre la corriente inducida por la descarga y el agua que entra por efecto de marea, esto genera una zona de poco movimiento en el centro y una desviación hacia las orillas en sus extremos. El efecto combinado de las descargas de los ríos Cañas y Acajoneta producen una fuerte corriente que se distribuye tanto hacia la boca como hacia el interior del sistema lagunar (figura 9).

#### **Epoca de estiaje.-**

El patrón de circulación considerando un gasto reducido de los ríos aportadores es como sigue:

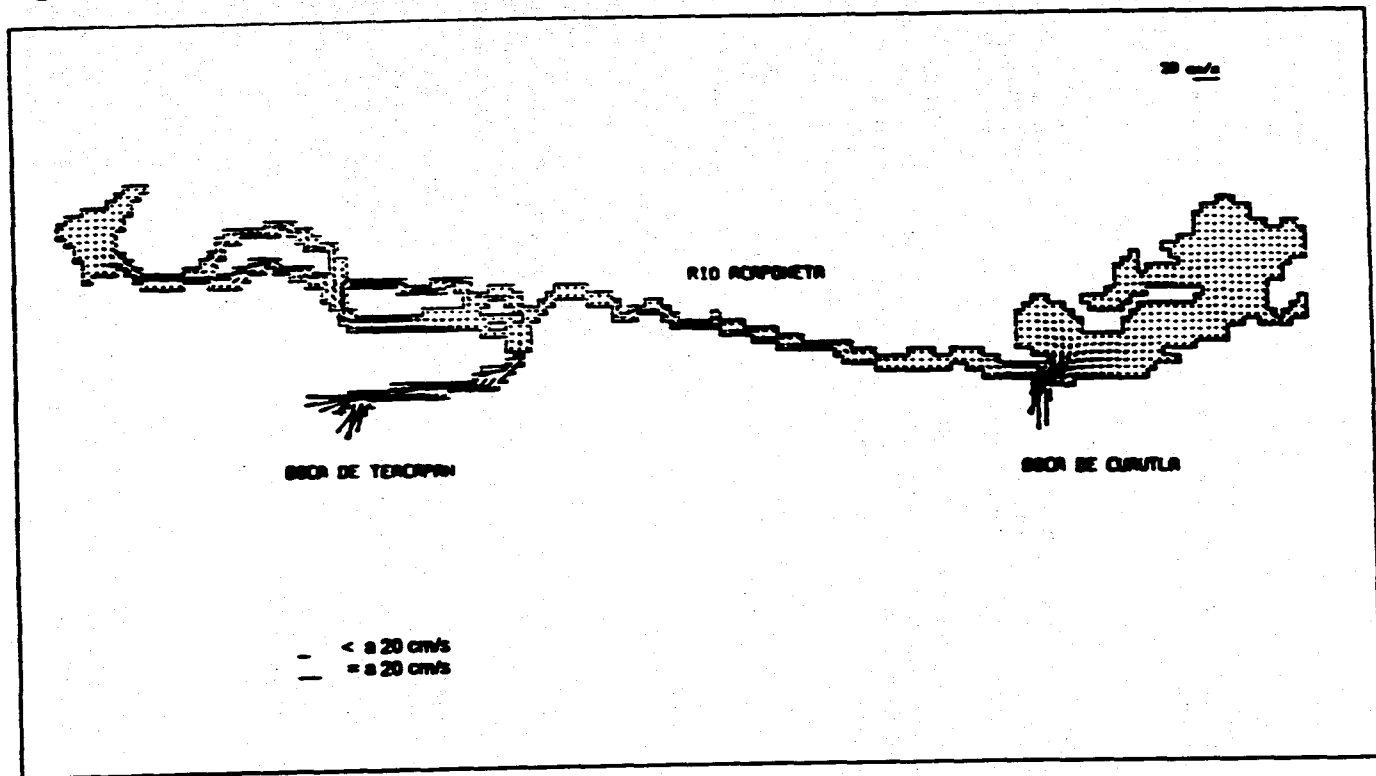
El patrón de circulación varía un poco, en este caso la descarga del río Acajoneta no alcanza a desviar la corriente de la descarga del río Cañas, y este fluye hacia la boca, la intensidad de las corrientes es pequeña. Para el caso de los ríos Rosa Morada, Bejuco y San Francisco, se presenta una situación similar a la anterior en cuanto a estructura de la corriente pero con una disminución en su intensidad. Se debe hacer notar que en el caso del río Cañas, cuando se reduce el aporte del Acajoneta, éste manifiesta una mayor acción sobre la corriente, que combinado con la marea producen el efecto marcado de reflujos. (figura 10)

**Figura 9** Patrón de Corrientes considerando un gasto máximo del río Acazoneta (época de lluvias)



Fuente: Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunero Tescapán-Agua Brava, 1983.

Figura 10 Patrón de Corrientes considerando un gasto mínimo del río Acaponeta (época de estiaje)



Fuente: Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunero Teocapán-Agua Brava, 1993.



## MATERIAL Y METODO

Los parámetros fisicoquímicos que se registraron son: Salinidad, Temperatura y Oxígeno disuelto, además de profundidad y transparencia.

Se seleccionaron 27 sitios de muestreo distribuidos a lo largo de todo el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava (Ver figura 11), de los cuales 16 están establecidos en las comunicaciones con pequeños esteros y canales secundarios con el cuerpo de agua principal, 2 se ubican en la laguna de Agua Grande, en la laguna de Agua Brava, dada su extensión, se seleccionaron 7 sitios, 1 en la boca de Teacapán y 1 en la boca de Cuautla.

Para la selección de los sitios de muestreo se considero el comportamiento hidrodinámico del sistema lagunar, definido en el Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava (1993), de este modo los sitios se localizan tanto en zonas afectadas directamente por el patrón de corrientes, así como en las áreas menos afectadas por éstas.

Los sitios de medición ubicados en áreas que no están fuertemente influenciadas por el patrón de corrientes son los localizados en la porción Este de la Laguna Agua Brava, sitios 22, 24, 25 y 26, siendo éste último el menos afectado. En la Laguna de Agua Grande, los sitios con esta característica son: 1, 2, 3 y 4. El resto de los sitios de medición se ubican en zonas afectadas por la corriente lagunar.

La medición de los parámetros mencionados se realizó en dos campañas, la primera; del 16 al 22 de enero de 1993 y la segunda del 11 al 14 de marzo del mismo año, durante luna nueva y luna llena respectivamente.

Las condiciones de marea alta y marea baja se han considerado porque produce variaciones en la magnitud de las corrientes, lo cual determina cambios en los parámetros fisicoquímicos.

La medición de la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto, se efectuó a tres niveles de profundidad en cada uno de los sitios de muestreo, con el fin de detectar variaciones verticales en la columna de agua. Así se obtuvieron registros de cada uno de aquellos a nivel superficial, nivel medio (50%) y de fondo (75%) de profundidad.

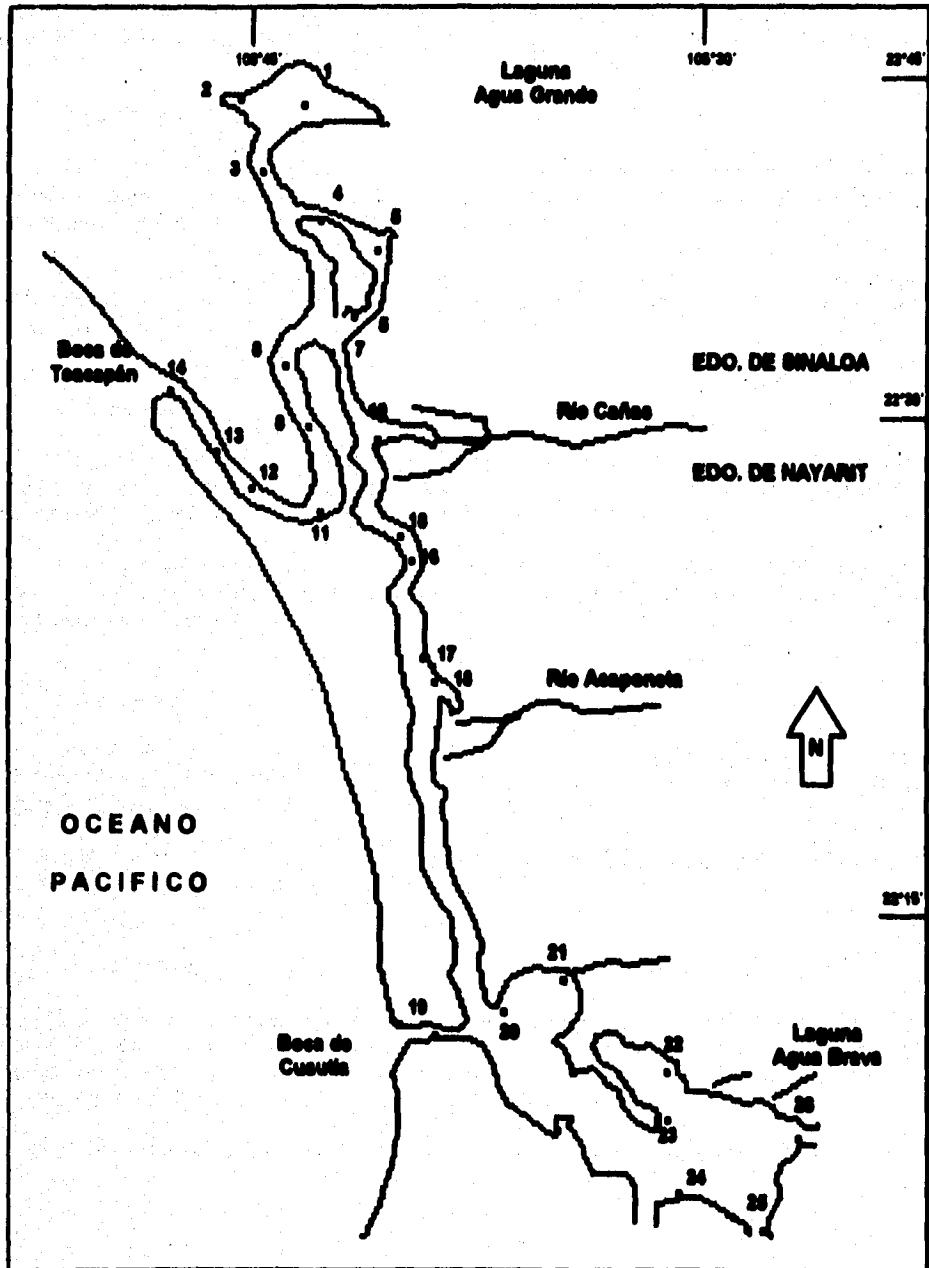
Las muestras de agua para medir los parámetros mencionados en los niveles medio y profundidad, se obtuvieron por medio de un tubo Vendor el cual se sumerge a la profundidad deseada y se mantiene ahí por un corto tiempo para que el agua corra a través de él, posteriormente se tapa, se extrae del agua y finalmente se obtiene la muestra de agua para su posterior registro.

El material y metodología utilizada para cada una de las mediciones de los parámetros se describe a continuación:

### *Salinidad*

Esta determinación se efectuó con un refractómetro para salinidad marca ATAGO con un rango de 0 a 100 o/oo (partes por mil) de concentración. Las mediciones se efectuaron en los sitios determinados para este fin, en una ocasión para cada campaña y a tres niveles de profundidad.

**Figura 11 Sitios de Medición de Parámetros Físico-químicos Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava**



En el caso de la salinidad, después de obtener la muestra de agua, ésta se dispuso en frascos limpios y previamente etiquetados, ya que su registro se realizó después de haber concluido el recorrido de campo, pero el mismo día en que se obtuvieron las muestras, para disminuir así algún error, ya que el movimiento no permitía una adecuada lectura del registro.

#### *Temperatura*

Este parámetro se midió con un termómetro de mercurio marca TAYLOR de -20 a 110 grados centígrados, la medición se realizó una vez a tres niveles de cada sitio establecido para la determinación de éste parámetro y durante cada campaña.

Las mediciones se realizaron en el mismo momento de obtener la muestra de agua, para evitar errores en el registro, ya que un volumen pequeño de agua es más susceptible de variaciones en la temperatura.

#### *Oxígeno Disuelto*

La medición de éste parámetro fue realizada con un oxímetro portátil marca YSY modelo 51-B con un rango de 0 a 15 mg/l. La determinación se efectuó en una ocasión a tres niveles de profundidad y durante cada campaña en cada uno de los sitios seleccionados.

Los registros se efectuaron una vez obtenida la muestra de agua, evitando así posibles errores de medición, hecho que pudo realizarse dadas las características del oxímetro, el cual indica claramente los registros.

#### *Profundidad*

Esta medición se efectuó en cada sitio con el uso de una eco-sonda portátil marca INTERPHASE ECHO 200, con la ventaja de que dicho aparato es muy exacto y los datos son indicados claramente.

Este registro se efectuó para cada una de las campañas, para detectar variaciones en el nivel de agua originadas por efecto de las mareas.

#### *Transparencia*

Este registro, que proporciona información acerca de la turbiedad del agua producida por materia orgánica o inorgánica, se realizó mediante un disco de Secchi de 24 cm. de diámetro unido a un cabo de nylon de 10 m de longitud, éste fue previamente marcado con divisiones cada 5 cm, para obtener así una mayor exactitud en la medición.

La medición se realizó en cada sitio y una vez para cada una de las campañas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos, los cuales se han complementado con la información bibliográfica acerca del complejo lagunar, para tener así un panorama amplio de la situación de cada parámetro medido en el sistema en cuestión. Asimismo se presenta la discusión derivada de éstos resultados.

### *Salinidad*

En las bocas de Teacapán y de Cuautla, durante las dos campañas se presentan valores promedio que oscilan alrededor de 33 o/oo y que conforme se adentra en el sistema se presenta un gradiente que va disminuyendo, debido a que existe una mayor influencia de los aportes dulceacuícolas. (Figuras 12 y 13, Cuadros 2 y 3)

El hecho de que no se observan variaciones significativas en los valores de salinidad y se mantenga más o menos estable, es debido a una buena mezcla de agua.

En cuanto al gradiente vertical de éste parámetro, debido a que en los datos obtenidos no se presenta una diferencia mayor de 2 o/oo se puede considerar un sistema homogéneo, esta cifra se considera no significativa debido a que el rango considerado para definir el agua salobre va de 5 a 30 ‰ y las diferencias registradas quedan incluidas en este rango. Para el caso del agua marina, ésta misma diferencia quedaba incluida en el rango de 31 a 40 ‰.

Sin embargo, los ligeros aumentos de concentración se encuentran en la superficie en donde hay un incremento por la evaporación, aunque como ya se menciona, la diferencia no es significativa, por lo que la relación de éste parámetro con la temperatura no es muy estrecha. (Gráficas 3 a la 6)

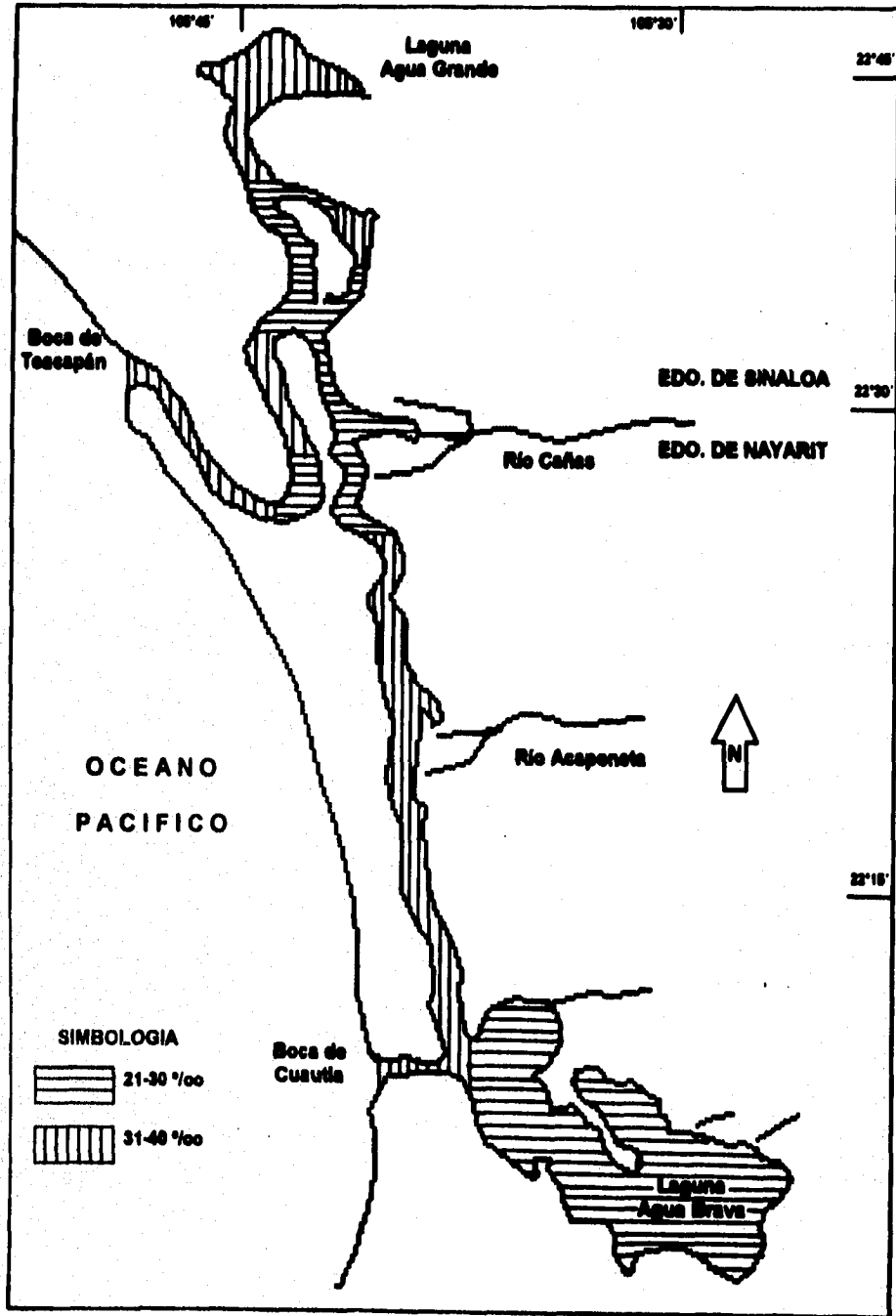
La zona norte del sistema lagunar es a la que le corresponde la más alta concentración salina con un valor promedio de los tres niveles de 32.3 o/oo en la primera campaña y 35.1 o/oo para la segunda, mientras la zona sur tiene un valor promedio de 29.7 o/oo y 28.3 o/oo para la primera y segunda campaña respectivamente.

Es importante señalar que el aporte de agua del río Acajoneta se refleja en las condiciones salobres con menor concentración de sales en la zona sur.

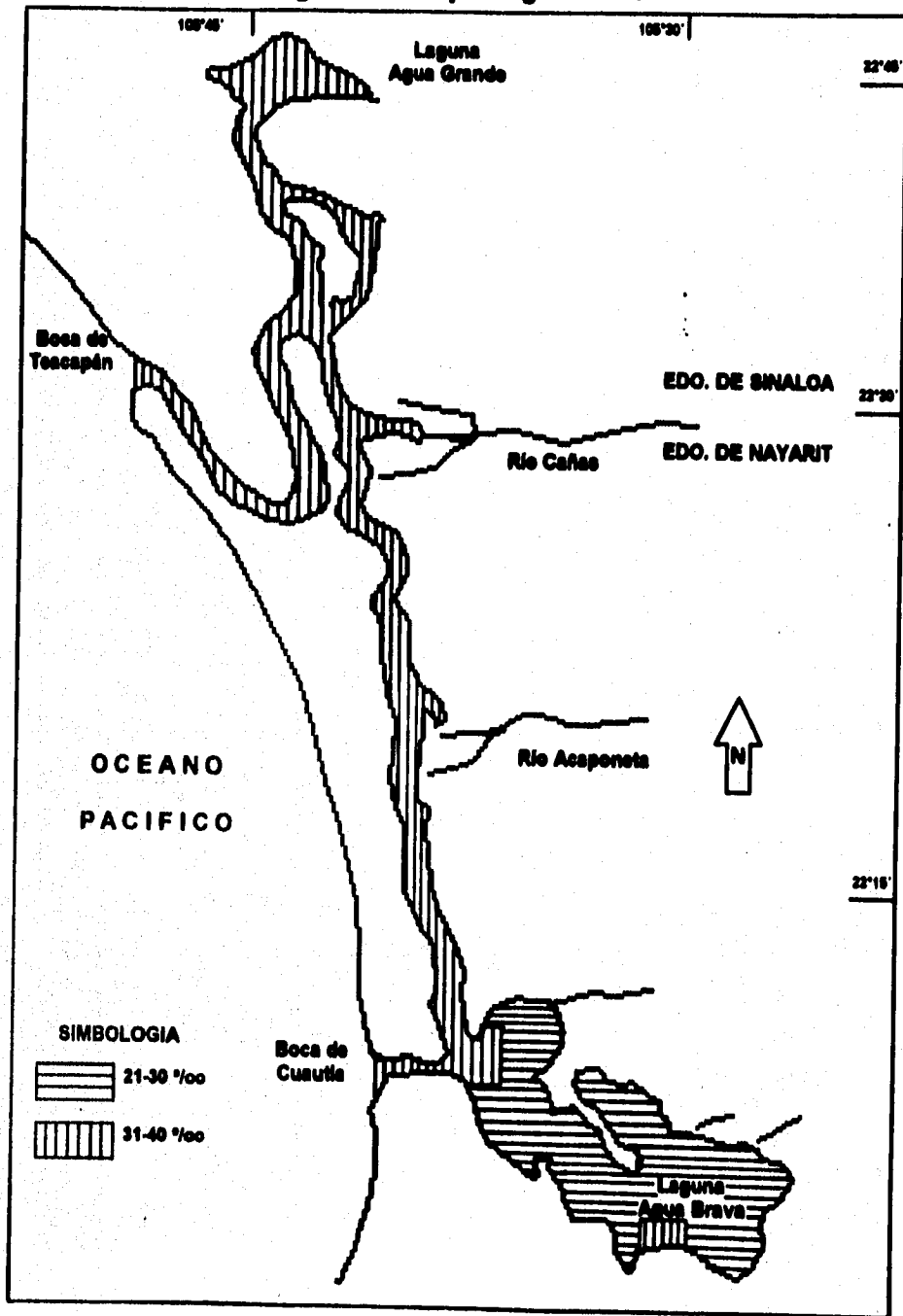
En la figura 12 se muestra la distribución de la salinidad durante la campaña 1, en condiciones de marea baja, en donde la zona sur se presenta como una zona más estable y de menor concentración, mientras la zona norte se ve más perturbada por la variación de la salinidad, lo cual indica una mejor dinámica en la zona sur que permite una mejor homogenización. Se puede observar que la influencia de la boca de Cuautla es mayor hacia el norte, alcanzando salinidades mayores de 30 o/oo.

La distribución de la salinidad durante la segunda campaña se muestra en la figura 13, las mediciones de salinidad se efectuaron en condiciones de marea alta. Gracias a los resultados obtenidos durante esta campaña se pudo caracterizar al sistema en dos regiones: la primera que incluye la zona norte y gran parte de la zona central, con valores mayores de los 30 o/oo y la segunda región representada por la zona sur del sistema con valores menores a los 30 o/oo, esto describe un sistema que cuenta con una buena homogenización de las condiciones salinas.

**Figura 12 Distribución de la Salinidad Durante la Campaña 1  
Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava**



**Figura 13 Distribución de la Salinidad Durante la Campaña 2  
Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava**



**CUADRO 2 Resultados de Medición de Parámetros Fisicoquímicos, Campaña 1**

SITIO NUM.	FECHA	HORA	P (m)	T (m)	TEMPERATURA (°c)			OXIGENO (mg/l)			SALINIDAD (‰)		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	18-1-93	13:15	0.8	0.3	27.0	26.0	27.0	8.5	8.0	5.1	32.0	30.0	30.0
2	18-1-93	14:20	1.2	0.5	26.5	26.0	26.5	5.8	5.2	4.8	38.0	32.0	35.0
3	17-1-93	08:50	4.0	1.3	25.0	25.0	25.0	4.8	4.4	4.4	32.0	32.0	32.0
4	18-1-93	10:56	1.3	1.2	26.0	26.0	26.0	5.8	5.4	5.2	30.0	29.0	28.0
5	18-1-93	08:47	2.8	1.1	26.0	26.0	26.0	5.4	5.4	5.4	34.0	30.0	32.0
6	19-1-93	18:10	3.0	1.5	25.0	25.5	25.5	8.1	8.1	6.0	30.0	31.0	30.0
7	18-1-93	12:00	1.0	1.0	26.0	26.0	26.0	8.2	5.8	5.9	30.0	29.0	30.0
8	18-1-93	09:35	1.4	0.8	25.0	25.0	25.0	6.0	5.8	5.8	32.0	31.0	32.0
9	19-1-93	14:20	2.2	0.7	27.0	25.0	25.0	8.0	5.4	5.4	29.0	32.0	31.0
10	19-1-93	15:33	2.3	0.8	26.0	26.0	26.0	8.4	8.0	8.0	31.0	30.0	30.0
11	18-1-93	15:40	0.9	0.8	26.0	26.0	26.0	5.8	5.8	5.8	31.0	30.0	30.0
12	18-1-93	16:50	1.0	1.0	26.0	26.0	26.0	5.8	5.8	5.8	32.0	32.0	30.0
13	20-1-93	09:00	0.9	0.9	25.0	25.0	25.0	5.4	5.0	4.8	35.0	34.0	35.0
14	19-1-93	09:12	5.5	2.7	25.0	25.0	25.0	5.8	5.5	5.4	33.0	32.0	31.0
15	19-1-93	14:23	1.0	0.7	26.0	26.0	26.0	5.8	5.4	5.4	30.0	30.0	30.0
16	19-1-93	13:52	2.5	0.5	26.0	26.0	26.2	5.7	5.6	5.4	31.0	31.0	31.0
17	19-1-93	11:50	0.8	0.8	25.0	26.0	25.5	5.2	5.0	5.0	32.0	31.0	30.0
18	19-1-93	11:15	1.5	0.7	25.0	25.0	25.0	8.4	5.8	5.8	31.0	31.0	30.0
19	21-1-93	11:35	3.0	0.5	25.2	25.5	25.5	8.4	8.2	6.2	30.0	30.0	32.5
20	21-1-93	12:00	1.0	0.7	26.0	26.0	26.2	8.1	6.0	8.0	28.0	29.0	28.0
21	21-1-93	12:30	5.0	0.8	25.2	25.0	25.0	8.2	8.0	8.0	28.5	28.0	25.0
22	21-1-93	15:40	2.9	0.5	24.0	24.0	24.0	6.7	8.8	6.8	25.0	24.0	24.0
23	21-1-93	13:15	1.7	0.4	26.0	26.0	26.0	5.6	5.8	5.5	25.0	26.0	26.0
24	21-1-93	16:05	1.2	0.4	26.0	26.0	26.0	5.2	4.7	4.5	24.0	24.0	24.0
25	21-1-93	14:00	1.1	0.3	25.0	25.0	25.0	4.3	4.3	4.2	23.0	24.0	25.0
26	21-1-93	14:25	5.2	0.5	24.5	24.5	24.5	3.8	3.8	3.6	21.5	21.0	21.5

P= PROFUNDIDAD (SUPERFICIAL-1, 50%-2, 75%-3)  
T= TRANSPARENCIA

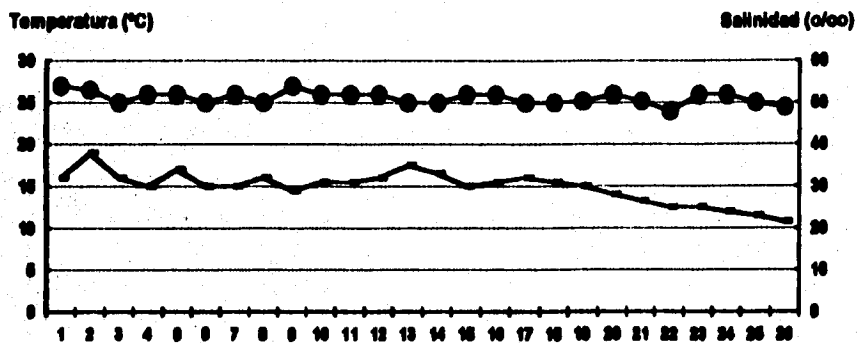
**CUADRO 3 Resultados de Medición de Parámetros Fisicoquímicos, Campaña 2**

BITO NUM.	FECHA	HORA	P (m)	T (m)	TEMPERATURA (°C)			OXIGENO (mg/l)			SALINIDAD (‰)		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	12-3-93	12:20	1.0	0.7	27.0	27.0	27.0	5.8	5.8	5.4	37.0	38.0	37.0
2	12-3-93	12:00	1.2	0.5	26.5	26.5	26.5	5.6	5.5	4.8	38.0	37.0	38.0
3	12-3-93	13:13	4.6	1.1	28.0	27.0	27.0	4.6	4.0	3.4	34.0	34.0	33.0
4	12-3-93	13:52	1.2	1.0	28.0	28.0	27.5	5.2	5.2	5.0	32.0	32.0	31.0
5	12-3-93	14:20	2.4	1.0	28.0	27.5	28.0	5.8	5.6	5.0	35.0	35.0	38.0
6	12-3-93	17:43	1.1	1.1	26.5	26.5	26.5	7.5	7.3	7.4	35.0	35.0	35.0
7	12-3-93	17:27	1.5	1.0	27.0	27.0	27.0	6.8	6.8	6.8	35.0	34.0	35.0
8	12-3-93	18:05	2.4	1.4	25.5	25.5	25.0	6.6	6.5	6.2	35.0	35.0	35.0
8	12-3-93	18:25	4.3	1.4	25.5	25.0	25.0	6.6	6.5	6.5	35.0	36.0	35.0
10	12-3-93	17:05	4.4	0.9	27.0	26.0	25.0	7.1	6.8	6.0	35.0	35.0	37.0
11	12-3-93	18:40	4.7	1.8	25.5	25.5	25.5	6.6	6.6	6.5	35.0	35.0	35.0
12	13-3-93	08:45	3.3	1.8	25.5	25.5	25.5	6.0	6.0	5.9	36.0	34.0	35.0
13	13-3-93	10:24	2.7	2.0	25.0	25.5	25.5	6.0	6.0	6.0	31.0	31.0	32.0
14	13-3-93	10:44	4.5	2.6	25.0	25.5	25.5	6.6	6.6	6.5	31.0	33.0	33.0
15	12-3-93	16:33	1.3	0.8	26.5	26.0	26.0	6.5	6.5	6.3	35.0	35.0	36.0
16	12-3-93	16:08	7.3	0.8	26.5	26.0	26.0	5.4	5.4	4.4	35.0	35.0	34.0
17	12-3-93	15:30	3.1	0.8	26.0	27.0	27.5	5.5	5.2	4.6	35.0	35.0	35.0
18	13-3-93	16:58	6.6	0.7	27.0	26.0	26.0	6.8	5.2	4.5	35.0	35.0	35.0
19	13-3-93	11:52	6.6	1.0	25.0	25.5	26.0	6.7	6.7	6.7	32.0	32.0	32.0
20	13-3-93	15:25	1.8	0.6	26.0	25.5	25.5	6.4	6.4	6.3	31.0	31.0	31.0
21	13-3-93	18:40	1.5	0.5	27.5	28.0	28.0	6.2	6.4	6.5	22.0	22.0	22.0
22	13-3-93	14:41	1.1	0.5	28.0	29.0	29.0	6.6	6.6	6.5	28.0	29.0	30.0
23	13-3-93	14:55	1.6	0.4	28.0	28.0	27.5	5.4	5.3	5.0	30.0	30.0	30.0
24	13-3-93	12:28	1.9	1.1	28.0	28.0	28.0	5.7	5.6	5.6	30.0	32.0	31.0
25	13-3-93	12:43	3.8	0.6	28.0	27.0	26.0	4.4	4.0	4.1	27.0	27.0	26.0
26	13-3-93	13:03	8.0	0.6	27.0	27.0	26.5	3.5	3.3	3.2	25.0	27.0	27.0

P= PROFUNDIDAD (SUPERFICIAL-1, 50%-2, 75%-3)  
T= TRANSPARENCIA



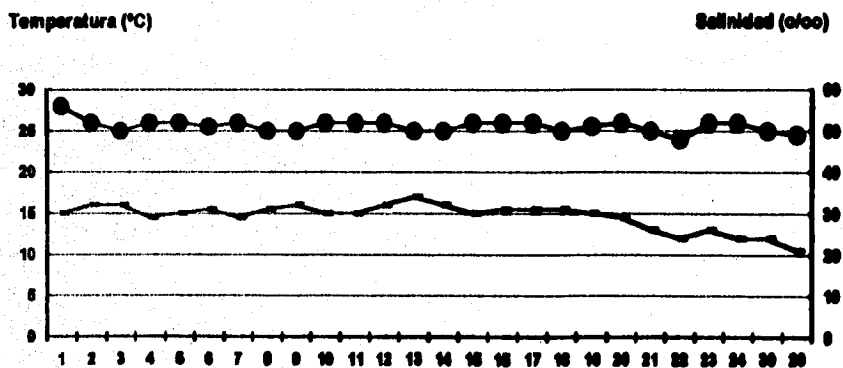
**GRAFICA NO.3  
TEMPERATURA/SALINIDAD  
NIVEL SUPERFICIAL**



• Temperatura - Salinidad

• Campaña 1

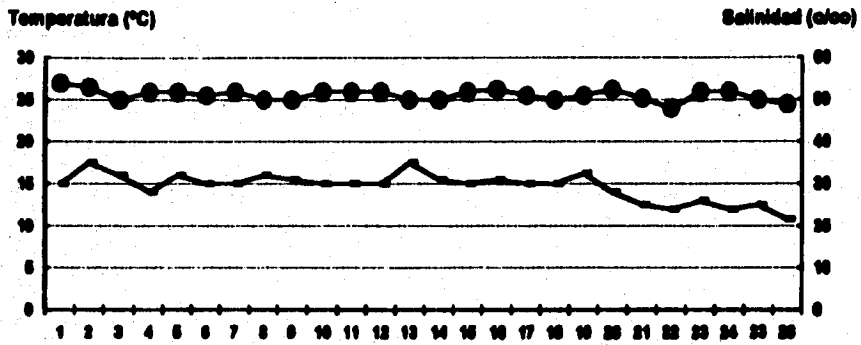
**GRAFICA NO.4  
TEMPERATURA/SALINIDAD  
NIVEL MEDIO**



• Temperatura - Salinidad

• Campaña 1

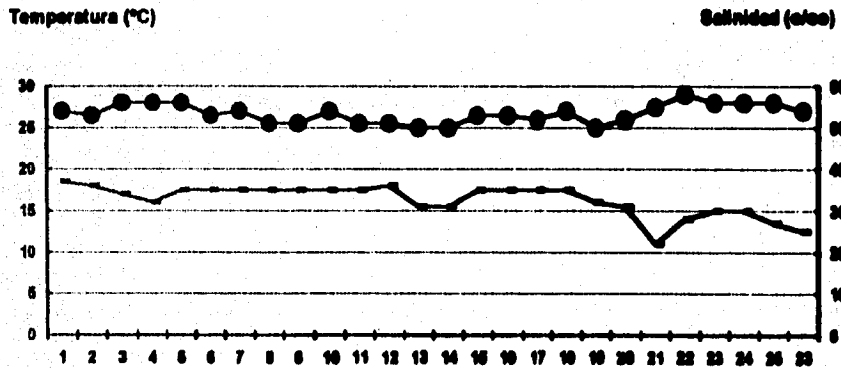
**GRAFICA NO.5  
TEMPERATURA/SALINIDAD  
NIVEL FONDO**



• Temperatura - Salinidad

• Campaña 1

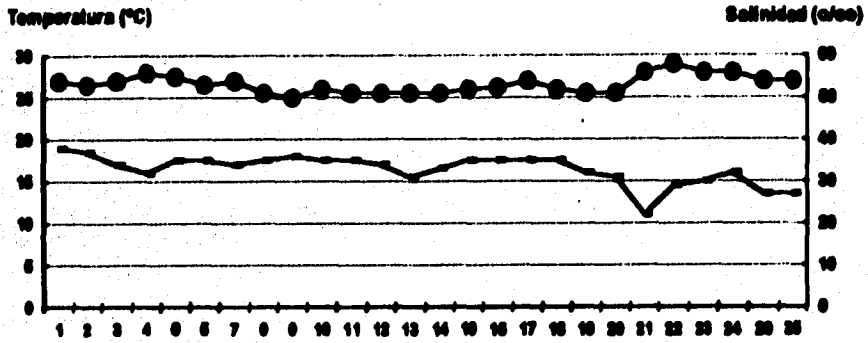
**GRAFICA NO.6  
TEMPERATURA/SALINIDAD  
NIVEL SUPERFICIAL**



• Temperatura - Salinidad

• Campaña 2

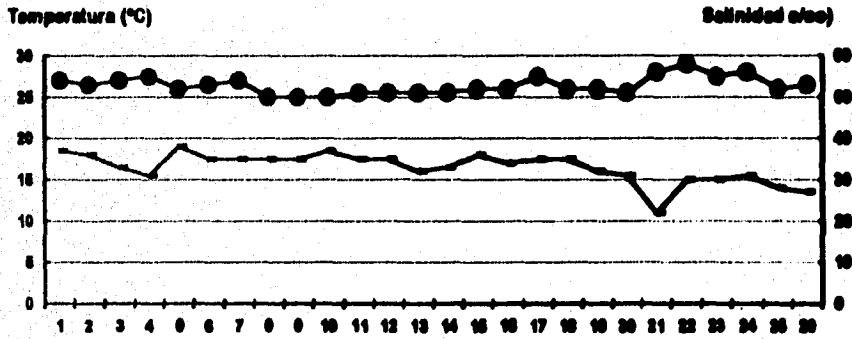
**GRAFICA NO.7  
TEMPERATURA/SALINIDAD  
NIVEL MEDIO**



• Temperatura - Salinidad

• Campaña 2

**GRAFICA NO.8  
TEMPERATURA/SALINIDAD  
NIVEL FONDO**



• Temperatura - Salinidad

• Campaña 2

Cabe mencionar que antes de la apertura de la boca de Cuautla la concentración de salinidad en la laguna de Agua Brava variaba estacionalmente en un rango de 1 a 22 o/oo. La apertura de la boca ocasionó fluctuaciones en la salinidad, al pasar de condiciones estuarinas, entre 0.5 y 22 o/oo en primavera de 1971, a condiciones marinas de 34 o/oo e incluso hiperhalinas, de hasta 41 o/oo en primavera de 1980. (Flores Verdugo, 1988)

La tendencia a condiciones marinas, se incrementa conforme avanza el período de sequías, con valores que van de 26 a 34 o/oo y con disminuciones en los aportes fluviales, identificando solamente al río Acaponeta como el abastecedor importante de agua dulce en estiaje. Las salinidades superiores a las marinas, se alcanzan cuando existe la remoción de las cuencas de evaporación por parte de las mareas, ó a la evaporación propia de la laguna, siendo en ésta época cuando aumenta el nivel medio del mar, favoreciendo la remoción del agua de charcas y de cuerpos de agua con escasa movilidad y alta evaporación, ocasionando un aumento en la concentración de sales.

### *Temperatura*

En cuanto a la temperatura existen variaciones de un área a otra, de tal forma que las áreas más alejadas de las bocas, con menor profundidad y menor influencia de las mareas presenta los mayores rangos. (Cuadros 2 y 3)

Se observa que la temperatura del agua aumenta gradualmente desde las bocas al interior del sistema, ya que conforme se aleja de las bocas la profundidad va siendo menor, lo que motiva un calentamiento directo por el sol a la delgada lámina de agua.

Este parámetro, oscila entre los 24 y los 28 °C en la primer campaña y entre los 25 y los 29 °C en la segunda campaña (cuadro 2 y 3), lo cual dependiendo de la dinámica, de la profundidad y de la hora, repercute en el registro de temperatura.

En general, la temperatura es estable en el sistema, aunque en la segunda campaña este parámetro se ve disminuido a lo largo del canal que une las lagunas debido a que se trata de una zona de mayor dinámica que no permite un calentamiento.

En cuanto al gradiente vertical de éste parámetro, es homogéneo, ya que en los registros obtenidos en los tres niveles de profundidad no existe una diferencia vertical mayor de 4 grados. (Cuadros 2 y 3, Gráficas 3 a 8)

La columna de agua permanece homogénea durante el tiempo en que se realizaron las mediciones, posiblemente para el mes de septiembre, época de lluvias, se pudiera dar una estratificación inestable, por la influencia del agua dulce y fría de los ríos.

En condiciones de refluo, los valores de temperatura y de salinidad son bajos en la superficie mientras en el fondo estos dos se ven favorecidos, asimismo en los flujos se invierte la estratificación. Así en tiempo de sequías la temperatura ambiental es la responsable de las variaciones, mientras el aporte de los ríos influye en ésta hasta alcanzar un equilibrio, pasando por una ligera estratificación que depende de la turbulencia para una buena mezcla.

Es importante mencionar que a partir de la apertura de la boca de Cuautla, se han presentado oscilaciones térmicas que van de 32 °C en verano a 27.5 °C en invierno de 1971, mientras en 1980 se tienen 33.5 °C en verano y 22.5 °C en invierno, actualmente se registran temperaturas entre los 25 y 29 °C.

### ***Oxígeno Disuelto***

Con respecto a este parámetro se tiene que las concentraciones obtenidas durante el período de marea baja, se encuentran en menores concentraciones con respecto a la segunda campaña de marea alta, el registro en la boca de Teacapán fué alrededor de 5.5 mg/l que corresponde al 67.8% de saturación, no presentando una estratificación vertical y con una buena mezcla como consecuencia de la dinámica que se lleva en ella, asimismo la boca de Cusutla presenta un 77.7% de saturación, sin presentar estratificación ya que también hay una buena mezcla.

En la segunda campaña las bocas presentan valores de 81.4% y 82.6% de saturación respectivamente, lo que representa una mayor oxigenación del agua, registrando su mejor valor en la superficie, la cual se ve favorecida por procesos físicos como es el intercambio gaseoso, mientras los otros dos niveles se ven afectados por la acción de procesos biológicos o químicos como la oxidación de materia orgánica que modifica el contenido de oxígeno. sin embargo las diferencias no son significativas. (Cuadros 2 y 3, Gráficas 9 a 14)

El oxígeno presenta un comportamiento definido, alrededor de los 6 mg/l, aunque en los sitios extremos de las zonas norte y sur hay una disminución en la concentración de este elemento durante las dos campañas, lo cual identifica a estas regiones como de mayor consumo de oxígeno por procesos biológicos o químicos.

El sitio que presenta la menor concentración de oxígeno en la zona Sur es el número 26, el cual se refiere a un angosto canal rodeado de mangle, ésta vegetación, por defoliación, mantiene dicho canal saturado de sus hojas, mismas que requieren de oxígeno para su degradación. De igual forma ocurre con el sitio número 3, ubicado en la zona Norte del sistema.

Durante la segunda campaña se tiene un ligero aumento en las concentraciones, la cual esta influenciada por la marea alta que ocasiona una mayor variabilidad en las concentraciones de oxígeno disuelto.

El aumento temporal de la concentración de éste parámetro, se da en invierno. De un contenido promedio de 5.42 mg/l en 1971 a 5.68 mg/l para 1979, actualmente se registraron valores promedio de 6.0 mg/l.

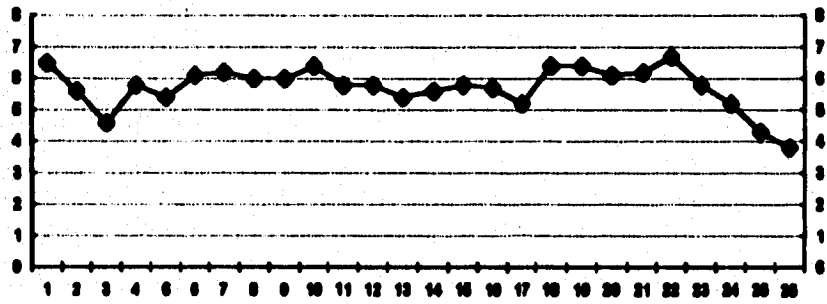
Los resultados obtenidos indican condiciones favorables, en cuanto a este parámetro, en casi la totalidad del sistema, ya que de acuerdo a los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1989, se considera que el agua en cuerpos lagunares costeros debe presentar un valor mínimo de 5 mg/l para conservar la vida acuática en ellos.

### ***Profundidad***

En cuanto a este aspecto se refiere, la mayor profundidad registrada durante la campaña 1 se presento en los sitios 14, 21 y 26 cuyos valores fueron iguales o mayores a 5.0 m, (Cuadro 2). Durante la segunda campaña los sitios 16, 18, 19 y 26 presentaron profundidades mayores de 6.5 m. (Cuadro 3). Estos sitios se encuentran en zonas tales como la laguna de Agua Brava, en el lugar donde desemboca un caudal del río Acajoneta, estero el Gavilán, la boca de Teacapán, estero de Puerta del Río, puente el Novillero y la boca de Cusutla. Estos sitios se localizan en la parte central y hacia el sur del sistema.

**GRAFICA NO.9  
OXIGENO DISUELTO  
NIVEL SUPERFICIAL**

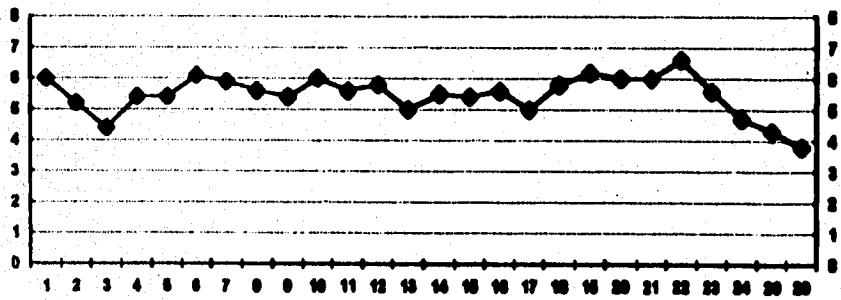
Oxigeno disuelto (mg/l)



\* Campaña 1

**GRAFICA NO.10  
OXIGENO DISUELTO  
NIVEL MEDIO**

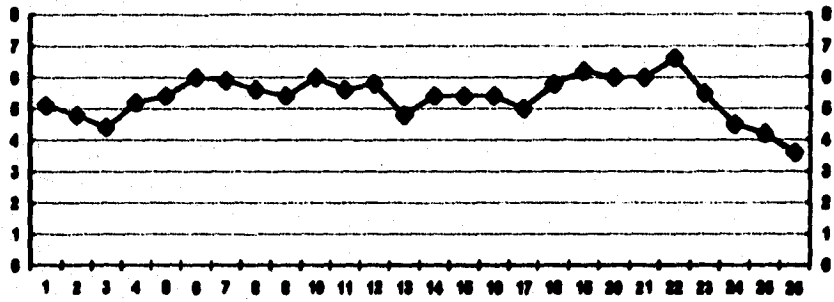
Oxigeno disuelto (mg/l)



\* Campaña 1

**GRAFICA NO.11  
OXIGENO DISUELTO  
NIVEL FONDO**

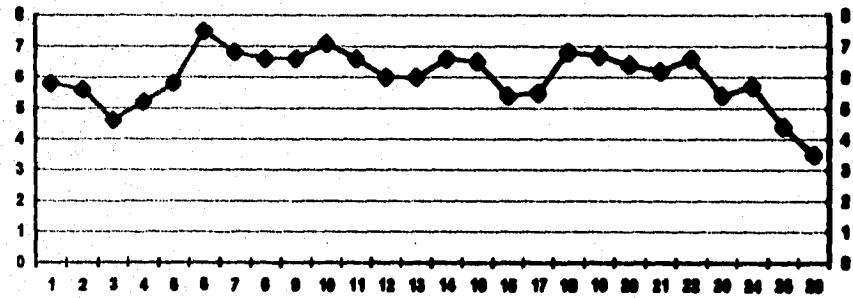
Oxígeno disuelto (mg/l)



\* Campaña 1

**GRAFICA NO.12  
OXIGENO DISUELTO  
NIVEL SUPERFICIAL**

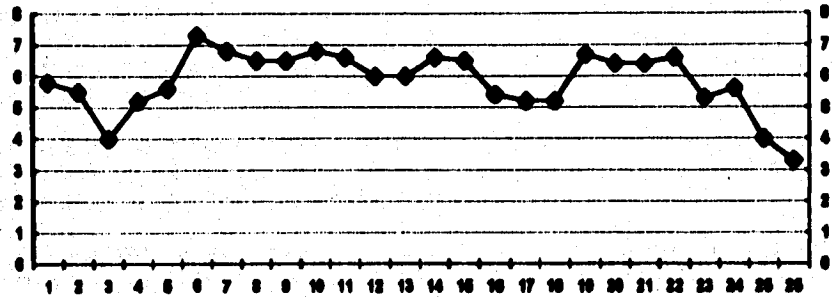
Oxígeno disuelto (mg/l)



\* Campaña 2

**GRAFICA NO.13  
OXIGENO DISUELTO  
NIVEL MEDIO**

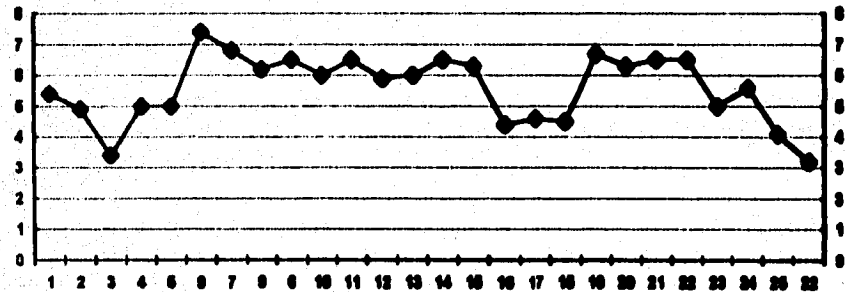
Oxígeno disuelto (mg/l)



• Campaña 2

**GRAFICA NO.14  
OXIGENO DISUELTO  
NIVEL FONDO**

Oxígeno disuelto (mg/l)



• Campaña 2



### **Transparencia**

Durante la primera campaña, los niveles de transparencia registrados no son mayores de 1.0 m (Cuadro 2), excepto en los sitios 3, 4, 5, 6 y 14, de los cuales el último presentó la mayor transparencia con un valor de 2.7 m. mientras que durante la segunda campaña (Cuadro 3), los sitios 3, 6, 8, 9, 11, 12, 13 y 14 son los que tienen una transparencia mayor de 1.0 m, siendo nuevamente el sitio 14, boca de Teacapán, el que presenta la mayor transparencia con 2.6 m., lo cual considerando el número de sitios con una transparencia mayor de 1.0 m. se puede caracterizar al sistema como de baja influencia por las características de absorción de luz del agua como de la materia disuelta y particulada existente en ella.

La atenuación de la luz se veía afectada por las precipitaciones que se tienen en los meses de julio a octubre, disminuyendo la visibilidad, ya que se originan acarreamos y resuspensión de material de los ríos y de los escurrimientos terrestres.

Este parámetro refleja el grado de mezcla ocasionado por las mareas, en donde aguas lagunares turbias mezcladas con agua de mar originan una mayor turbiedad.

### **CONCLUSIONES**

A continuación se presentan las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos:

#### **. Generales**

En conclusión, la mayor concentración de salinidad se encuentra en la zona norte, debido a que no hay movimientos importantes del agua, con bajos aportes de agua continental que aunado a la evaporación, acentúa la concentración de ésta, asimismo se podría marcar un gradiente hacia la zona sur, en la que se presenta una mayor dinámica e influencia de agua dulce. La columna de agua no presenta una estratificación vertical, por lo que se presenta un cuerpo de agua homogéneo durante esta estación.

La temperatura que se presenta en las lagunas es mayor a la que se encuentra en los canales o esteros del sistema debido a la dinámica que se tiene en cada uno de estos cuerpos de agua y la profundidad, asimismo ésta es mayor conforme la zona se encuentra más alejada de las bocas.

El oxígeno tiene un comportamiento estable que es determinado principalmente por las condiciones dinámicas del sistema, las menores concentraciones se registraron en zonas que se encuentran lo suficientemente retiradas de las bocas y de toda influencia que propicie importantes movimientos en el agua que ayude a generar una oxigenación, en los extremos de las lagunas.

La profundidad es constantemente modificada por los procesos de erosión y deposición propios del sistema, siendo las zonas más someras las lagunas de Agua Brava y Agua Grande, la mayor profundidad corresponde al sitio número 26. Cabe mencionar que este último está sujeto a dragado continuo, ya que constituye la vía de acceso de larva de camarón hacia la zona de marismas, sitio en el cual es cultivado. (Fueño Mac Donald, 1966)

La transparencia del agua se puede caracterizar en general con un valor promedio de 1.0 m. cifra que denota baja influencia de la materia disuelta y particulada existente en ella.

• Específicas

- 1) A partir de lo antes expuesto, se puede inferir que las condiciones fisicoquímicas del agua en el sistema estuarino-lagunar de Teacapán-Agua Brava, están estrechamente relacionadas con la hidrodinámica del sistema lagunar, quedando relegadas así, las interacciones entre parámetros fisicoquímicos ya que las relaciones entre estos no presentan una clara dependencia.
- 2) En base a ello quede claro que el conocimiento de la hidrodinámica de los sistemas estuarino-lagunares es esencial para determinar las condiciones fisicoquímicas, y por lo tanto biológicas de dichos sistemas, asegurando así que pueda ser aprovechado al máximo su potencial productivo. Además, como éstos sistemas están constantemente afectados por actividades realizadas por el hombre, contar con dicha información permitiría determinar las alteraciones ocasionadas por aquellas y por ende se pueden considerar medidas de mitigación o eliminación de acciones que puedan alterar el equilibrio de éstos ambientes.
- 3) El factor salinidad, que es determinante para la presencia y distribución de la biota, por esta razón se puede considerar como un indicador de las condiciones de los sistemas en cuestión.
- 4) Es importante mencionar que el sistema lagunar en cuestión, se verá afectado en el futuro en cuanto al aporte de agua dulce, ya que se tiene proyectado la ampliación de una infraestructura de riego en los terrenos adyacentes a éste. Dicha obra considera utilizar el agua del río Acaponeta (70% aprox.), principal aportador al sistema, situación que permite visualizar que este sistema presentará, condiciones en los parámetros fisicoquímicos medidos en este trabajo, muy similares durante la mayor parte del año. A continuación se mencionan algunos efectos que dicha situación causará sobre la biota;
  - El mangle; el cual juega un papel de gran importancia en la ecología de éste sistema, se verá afectado en su productividad, ya que éste se desarrolla óptimamente en condiciones salobres y su productividad se ve disminuida cuando aumenta la salinidad.
  - Planctón: debido al aumento en la concentración salina del sistema, las poblaciones de estos transformarán su estructura y composición, favoreciendo el dominio del grupo rotífera y la presencia de Tintinidos y Cladóceros, organismos que colonizan el medio rápidamente, debido en gran parte a las características propias de éstos grupos, como la reproducción partenogenética, la amplia gama de hábitos alimenticios que presentan y la distribución ecológica de tipo eurhalino.
  - Fauna macrobéntica: ésta presentará desplazamientos a lo largo del sistema en busca de áreas que no presenten marcadas fluctuaciones de salinidad, ni fuertes movimientos de agua ocasionados por el régimen de mareas. los desplazamientos se dirigirán a áreas con salinidades menores o iguales a la marina, principalmente a la porción Este de la laguna de Agua Brava.
  - En cuanto a las especies de crustáceos que utilizan el sistema, como zona de crianza, camarón rojo y café, se tiene que debido a su alta resistencia a cambios ambientales,

principalmente salinidad, las afectaciones causadas por la disminución del aporte de agua dulce serán mínimas provocando únicamente desplazamientos locales por parte de las larvas. En el caso del camarón blanco, que se desarrolla de manera óptima en condiciones menos salinas, se distribuirá hacia la zona sur del sistema.

- En las comunidades icticas, continuarán dándose la inducción de especies dominantes con amplio espectro ecológico, como las facultativas, situación iniciada desde la apertura del canal de Cuautla.
- En general la capacidad que presentan los componentes bióticos de las lagunas costeras para soportar amplios rangos de salinidad permiten, que por el momento, éstos no muestren alteraciones significativas en cuanto a su abundancia, aunque sí afectará su distribución.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Rubio, M.- Amezcua Linares, F. 1986. *Ecología y Estructura de las Comunidades de Peces en el Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava, Nay.* Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. 13-1
- Alvarez Rubio, M.- Amezcua Linares, F. 1986. *Efectos de la Selectividad de las Artes de Pesca en algunos parámetros ecológicos y poblacionales en la comunidad de Peces en un sistema lagunar costero, Nayarit, Mex..* U.N.A.M.
- Alvarez Rubio, M.- Amezcua Linares, F. 1986. *Análisis de la Diversidad Jerárquica, Amplitud y Traslape del nicho de la comunidad de peces en el Sistema Lagunar Costero Teacapán-Agua Brava, Nay.* U.N.A.M.
- Ayala Castañares, A.-Phleger F.B. 1967. *Coastal Lagoons: A Symposium. Mem. International Symposium on Coastal Lagoons.* UNAM/UNESCO. México, D.F.
- Atlas de la República Mexicana. 1986 Ed. Porrúa, México.
- Barnes Richard, Stephen. 1980. *Estuarine Biology.* Ed. E. Arnold, London.
- Bojorquez. L. *Estuarios y Lagunas Costeras*, Revisión del Autor. Centro de Ecología, U.N.A.M.
- Cintrón Gilberto.- Bossi Richard. 1990. *Manglares del Gran Caribe, hacia un Manejo Sostenible.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente P.N.U.M.A.
- Contreras, F. 1985. *Las Lagunas Costeras Mexicanas.* Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca. México.
- Circulación, Sediments and Transfer of Material in the Estuary.* 1976. *Estuarine Processes* Vol. II. Ed. Martin Wiley, Academic Press.
- Day, Jr., J.W. y A. Yáñez-Arancibia, 1982. *Coastal lagoons and estuaries: Ecosystem approach.* Ciencia Interamericana. OEA Washington, Vol. Esp. Ciencias del Mar, 22 (1,2): 11-26.
- Diagnóstico sobre algunos aspectos físicos, granulométricos, químicos y biológicos del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Sin-Nay.* 1992. Estación de Investigación Oceanográfica de Topolobampo. D.G. de Oceanografía Naval. Secretaría de Marina. México.
- Donald P. de Sylva. 1985. *Tramas Tróficas Nectónicas en Estuarios.* Ed. U.N.A.M. -A. Press. México.
- Dyer Keith, R. 1973. *Estuaries: A physical Introducción.* Ed. J. Wiley, London.

- Estudio Hidrodinámico del Complejo Lagunario Teacapán-Agua Brava, Nay. 1993. Comisión Nacional del Agua. Contrato No. SGAA-92-48**
- Flores Verdugo, F.J.- González F. 1988. Los Manglares y su Importancia como Hábitat de Apoyo e Pesquerías. Boletín Informativo del Instituto Nacional de la Pesca. No. 23, Marzo.**
- Flores Verdugo, F.J. 1992. Mangrove Ecosystems of the Pacific Coast of México: Distribución, Structure, Litterfall, and Detritus Dynamics. en Coastal Plant Communities of Latin America.**
- Flores Verdugo, F.J. (Coord.) 1986. Ecología de los Manglares y Perfil de Comunidades en los Sistemas Lagunares de Agua Brava y Marismas Nacionales. Nay. Informe Técnico CONACYT clave; PCECBNA-022068.**
- Fuello Mac Donald. - Chávez Herrera D. 1988. Rehabilitación Ecológica de la Laguna el Valle del Sistema de Agua Brava. Boletín Informativo del Instituto Nacional de la Pesca. No. 23 Marzo.**
- Geofrey Kesteven. 1981. Mesa Redonda sobre Manejo de Lagunas Costeras. Revista Latinoamericana de Acuicultura No. 8 1-40, junio.**
- Gómez, A.S. 1981. Comunidades Planctónicas Representativas de Estuarios y Lagunas Costeras. Tesis Profesional. U.N.A.M. Facultad de Ciencias. México.**
- Inman, D.J y C.E. Nordstrom. 1971. On the tectonics and morphologic classification of coasts. J. Geol. 79 (1):1-21.**
- Ketchum Bostwick H. 1983. Estuaries and Enclosed Seas. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.**
- Lankford, R.R. 1977. Coastal Lagoons of México: Their origin and classification. In: Wiley, M. Ed. Estuarine Processes. Academic Press. Inc. Nueva York. pp 182-215.**
- Mc. Hugh John, L. 1985. El ecosistema Estuarino Integrado. U.N.A.M.- A. Press, México.**
- Mc. Lusky, Donald S. 1981. The Estuarine Ecosystem. Ed. Thomson Litho Tld, East Kilbride, Scotland.**
- Muech Jallath, E.- Orozco Ramírez, J. 1982. Distribución Granulométrica y Contenido de Carbono Orgánico en los Sedimentos del Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava. Sin.-Nay. Estación de Investigación Oceanográfica de Topolobampo. D.G. de Oceanografía Naval. Secretaría de Marina.**
- Núñez Pasten A. Hidrología del Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava en la Planicie Costera de los Estados de Sinaloa y Nayarit. Tesis Profesional. U.A.S. 1978.**

- Odum, W.E. -Heald, E.J.1975. *The Drefttu-Based Food Wels of on Estuarine Mangrove Community*. In: *Lagunas Costeras. Un Simposio. An. Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. México.*
- Perkins, Eric John.1974 *The Biology of Estuaries and Coastal Waters*. Ed. Academic Press, London.
- Postma, H.- Lasserre P. 1982. *Coastal Lagoons. Oceanológica Acta. vol. spec. 5 (4):452.*
- Reid & Wood.- Reid George K.1976. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. Ed. Van Nostrand Company, London.
- Warkburton K. *Comunky Structure, abundance and diversity of Fish in Mexican Coastal Lagoon System*. 1978. *Estuarine an Coastal Marine Science*, no. 1.
- Yañez Arancibia A.- Nuget, P.S. 1977. *El Papel Ecológico de los Peces en Estuarios y Lagunas Costeras*. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M.*
- Yañez Arancibia, A.1986. *Ecología de la Zona Costera, Análisis de siete tópicos*. Ed. AGT Editor, S.A. México.
- Yañez Arancibia, A.1986. *Taxonomy, Ecology and Structure of Fish Communities in Coastal Lagoons with Ephemeral Inlets on the Pacific Coast of México*. *Centro de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. Publ. Esp. 2:1-306.*