

24
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ZARAGOZA"

"Determinación de los Niveles de Fósforo Total (Disuelto y Particulado) y su Interrelación con los Parámetros Físicos y Químicos en Aguas de la Laguna de Alvarado, Veracruz".

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

B I O L O G O

Presentan:

Torres Barajas Regino

Fong Talamantes Fernando



México, D. F.

1988.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	12
ANTECEDENTES	13
AREA DE ESTUDIO	16
MATERIAL Y METODOS	22
DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS	26
DISCUSION DE RESULTADOS	51
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS PERSONALES	80
BIBLIOGRAFIA	83
TABLAS Y GRAFICAS	90

AGRADECIMIENTOS.

Con las presentes líneas queremos hacer patente nuestro reconocimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible el presente estudio.

En primer lugar al Lic. D. Salvador Hoyos Cervantes (Técnico Pesquero) en ese entonces Director del CECYTEM de Alvarado, Ver. -- (CETMAR), del mismo modo al entonces Subdirector Ing. Adolfo L. Mújica Cruz y también al Coordinador de Acuicultura José C. Roca Moreno (Téc. Pesquero), personas que dieron todas las facilidades para el uso de las instalaciones del Laboratorio del Area de Química del centro de estudios antes mencionado. así como por el préstamo del equipo de navegación necesario para la realización de los muestreos.

A los profesores de la ENEP ZARAGOZA (Campo II) del Area de Biología; Sección de Laboratorio y Trabajo de Campo de la misma institución, y en forma muy especial al Quím. Arturo Martínez Ramos Director del presente estudio. Al Biól. Ernesto Mendoza Vallejo-Asesor del mismo proyecto. No se puede dejar de mencionar las valiosas sugerencias y acertadas críticas al presente trabajo por parte del Biól. José Luis Gómez Márquez.

También queremos hacer llegar nuestro más sincero agradecimiento al Q.F.B. Juan Francisco Sánchez Ruíz por su desinteresada colaboración en la parte estadística del presente estudio.

Igualmente se debe citar la importante ayuda prestada al presente proyecto, por parte de la Estación Oceanográfica del Puerto de Veracruz, Ver. (29102) de la Secretaría de Marina. En forma muy especial al Ing. Fernando Camargo y al Biól. Marino Osorio.

Por último a todas y cada una de las personas no mencionadas, -- que de alguna manera contribuyeron en la realización del presente estudio.

RESUMEN.

La Laguna de Alvarado, Ver. es considerada como un centro pesquero de importancia nacional, porque sus productos surten en gran parte al centro del país.

Al ser el fósforo, un elemento que al encontrarse en exceso altera la dinámica general de cualquier cuerpo acuático, induciendo una eutrofización "artificial" producto de las actividades urbanas, -- agrícolas e industriales. de ahí se hizo necesario evaluar los niveles de fósforo total disuelto y particulado circulantes en las aguas de la Laguna de Alvarado, Ver., así como también las condiciones físicas y químicas bajo las cuales se encuentra ésta.

Los resultados experimentales permiten afirmar que el aspecto hidrológico de mayor importancia en este momento para la laguna, fué la marcada presencia de fósforo total particulado, mismo que le diera un carácter hiper-eutrófico al ecosistema lagunar producto de las descargas del Río Papaloapan. Aunado a la contribución interna proveniente de los sedimentos, que por efecto de las corrientes y mareas son nuevamente reincorporados a la columna de agua.

Destacan también los aportes de fósforo total disuelto y particulado, producto de las aguas domésticas de desechos hacia el interior de la laguna, mediante la red de drenajes de la calle Juárez (fig. 4, estación 8) de la población de Alvarado. Aguas que se desvían de su dirección normal hacia el mar, para proyectarse laguna arriba -- por la influencia del sistema de corrientes generadas a partir de la actividad de mareas (pleamar), y su impacto sobre el interior de la laguna en cuestión, podría ser una de las causas por las cuales la producción ostrícola y camaronera de la misma han declinado.

La baja profundidad de la laguna permitió que los valores de los parámetros evaluados, registraran características homogéneas en la superficie y fondo de la columna de agua de la misma.

La salinidad por su lado dió un carácter hipo-halino al ecosistema lagunar debido a la influencia de los ríos y época de lluvias.

INTRODUCCION

Sabemos que el entendimiento de la naturaleza, la dinámica y la historia de las lagunas costeras tienen varias implicaciones -- científicas y económicas. Por un lado, se habla de que a partir del conocimiento de éstas, se pueden reconstruir la paleo-oceanografía de las lagunas antiguas (Ayala-Castañares, 1969). Esto es de interés en la explotación de petróleo, por otro lado, se dice que estas lagunas son empleadas para recreación, turismo, pesca y la navegación (Ecoplan, SAHOP 1982), pero frecuentemente llegan a ser basureros de desechos industriales de las comunidades.

El conocimiento de las lagunas litorales de régimen marino y -- fluvial toman gran interés día a día y no faltan científicos -- que las consideren como áreas que en el futuro pudieran quedar sujetas al completo control del hombre y la posibilidad de incrementar su productividad al seleccionar y cultivar especies -- de mayor rendimiento económico (Villalobos et al., 1975).

Las lagunas, son sistemas altamente dinámicos y su biología no puede ser entendida excepto dentro de la estructura de su forma ción, evolución y subsecuente declinación. Después de la salini dad, la característica más importante de las lagunas, la cual a su vez afecta a otros, es su baja profundidad.

Actualmente las lagunas costeras son de gran importancia para -- el hombre, ya que éstas representan áreas de gran potencial pes

quero, sobre todo por la presencia de especies de importancia comercial entre las que destacan camarones, ostiones y diversas especies de peces.

Un ecosistema lagunar se caracteriza por su particular alargamiento, relativa amplitud y su eje principal paralelo a la línea de costa (Phleger, 1969). Estas características y otras más, los sitúan como ecosistemas únicos, en donde frecuentemente se observa que las aguas de los ríos fluyen hacia la laguna y finalmente hacia el mar. Sin embargo, estas aguas lóxicas llevan implícito una carga de nutrientes y algunas sustancias más. Las cuales pueden quedar atrapados por los sistemas de contracorrientes (mareas). Estos fenómenos inducen cambios en la distribución de los nutrientes en dirección del sentido del flujo. Cuando se genera el rango de mezcla entre el agua dulce (más ligera) y el agua de mar (más densa), se produce a este nivel una "trampa de nutrientes". Donde se retiene y se recircula a éstos elementos dentro del cuerpo lagunar como lo sugiere Odum, (1972) para los estuarios. Los nutrientes que se acumulan en la dirección del flujo de la corriente superficial, pueden desarrollar un crecimiento algal a partir de los nutrientes que fueron llevados hacia el mar, mediante el flujo superficial y estos eventualmente se fijan hasta mineralizarse. Los productos así mineralizados son llevados tierra adentro por efectos de contracorriente que se mueven y reemplazan la entrada de agua superficial (Stumm, 1973).

Generalidades

Fósforo: El fósforo (del griego phos y pherein; significa portador de luz) fué descubierto en 1669 por Henning Brand cuando calentaba el residuo sólido obtenido por la evaporación con arena en un experimento del que se esperaba poder obtener la "piedra filosofal", que se creía era el material con que podría transformarse en oro otros elementos. En su lugar había descubierto una sustancia resplandeciente en la obscuridad, en realidad el fósforo blanco (Brescia et al., 1977).

El fósforo en estado natural se encuentra distribuido en la corteza terrestre como roca fosfórica, que es una forma impura de fosfato de calcio, $Ca_3(PO_4)_2$. Es también un principal componente de toda materia vegetal y animal, por ejemplo, se sabe que los huesos tienen alrededor de 55 a 100% de fosfatos. Las plantas necesitan fosfatos solubles para su crecimiento apropiado. Es por tanto, necesario abonar el suelo con fertilizantes artificiales de fosfatos (Brescia, op.cit.).

El fósforo existe en tres formas alotrópicas diferentes: blanco (elaboración de pinturas fosforescentes), rojo (fabricación de cerillos) y el fósforo negro que es la variedad más estable.

Desde el punto de vista químico, resulta difícil englobar en pocas líneas a todos los elementos químicos con los cuales el elemento fósforo se combina. Sin embargo, para los fines de

este trabajo se hace necesario citar algunas combinaciones. -- Como la que se lleva a cabo con el oxígeno o el aire para formar una serie de óxidos, entre los que destacan dos importantes el óxido de fósforo (III), P_4O_6 y el óxido de fósforo (V), P_4O_{10} . Al hidrolizarse ambos óxidos forman respectivamente ácido fosforoso, H_3PO_3 y ácido fosfórico, H_3PO_4 . (Brescia et al., 1977).

El principal uso del ácido fosfórico impuro es la fabricación de superfosfatos doble, triple y fosfatos de amonio para fertilizantes las cuales se convierten finalmente en fosfatos. En la actualidad muchas de las bebidas carbónicas embotelladas y algunas conservas contienen ácido fosfórico como ingrediente de sabor ácido agradable parecido al ácido de las frutas. Este ácido tiene muchas aplicaciones en la industria de preparación de alimentos. Por ejemplo, se usa en la fabricación de azúcar. Además se emplea para impedir la corrosión de metales en revestimientos protectores de los metales férreos (Kirk y Othmer, 1962).

Los fosfatos, sin embargo, encuentran los usos más grandes en fertilizantes, detergentes y ablandadores de agua. La mayor parte de los detergentes de lavandería contienen entre 35 y 75% de trifosfatos de sodio (tres moléculas de ácido fosfórico).

Los compuestos orgánicos que contienen fósforo, comunmente estan representados por los insecticidas orgánicos. Entre ellos

podemos citar al tetrafosfato hexaetilico (TPHE), $(C_2H_5)_6P_4O_{13}$ y el pirofosfato tetraetilico (POTE), $(C_2H_5)_4P_2O_4$. Los insecticidas antes mencionadas y otras más fueron aceptados rápidamente porque, a diferencia del DDT, son muy activos contra pulgones y ácaros. Aunque estos insecticidas son muy tóxicos para el hombre y han de manejarse con extremo cuidado, afortunadamente se hidrolizan con formación de compuestos inocuos. Otra clase de insecticidas orgánicos de fósforo tienen acción sistémica; esto es: son absorbidos y translocados por las plantas en cantidad suficiente para matar insectos que se alimentan de la planta en lugares distintos del punto de aplicación. Estudios con este tipo de insecticidas fosforados han demostrado que su absorción por las plantas aumenta por exposición a la luz y por deficiencia de fósforo (Kirk y Othmer, 1962).

Los métodos tradicionales de disponer la basura y aguas negras urbanas, así como el estiercol animal representan fuentes de sobrefertilización que no son muy adecuados. Es un hecho que la sobrefertilización de los cuerpos naturales, sean atribuidos en gran medida al fosfato. (Brescia et al., 1977).

Los análisis detallados distinguen ocho formas de fósforo, cada una de las cuales está diferenciada atendiendo a su reactividad con el molibdato, facilidad de hidrólisis y tamaño de la partícula (Strickland y Parsons, 1972).

Existen cuatro categorías operativas: (a) fósforo soluble --

reactivo, (b) fósforo soluble no reactivo, (c) fósforo particula do reactivo y (d) fósforo particulado no reactivo. Sin embargo, estos métodos operativos no se corresponden necesariamente con los tipos químicos de compuestos del fósforo, ó en sus papeles - en el ciclo biológico del fósforo, (Wetzel, 1981).

La mayoría de datos sobre el fósforo de las aguas dulces se refieren al fósforo total y al fósforo inorgánico soluble (orto-fosfato). Las concentraciones totales de fosfatos en las aguas - naturales no contaminadas estan comprendidas entre amplios límites, desde menos de 1 microgramo/l hasta niveles extremos en lagos salinos cerrados (mayor a 200 mg/l). Las concentraciones de fósforo total en muchas aguas superficiales no contaminadas estan entre 10 y 50 microgramos/l (Wetzel op. cit.).

En el agua de mar el fósforo disuelto se encuentra como fosfato o compuesto de fósforo orgánico, mientras que el fósforo -- suspendido se puede encontrar adsorbido como fosfato ó combinado orgánicamente en suspensión. Además los polifosfatos empleados - en detergentes y en tratamientos de aguas pueden estar presentes también, en el agua dulce y en el agua de mar. Sverdrup, (1942)- propone que los valores promedios de fosfatos para el océano --- Atlántico varían de 1.9 a 2.2 microgramos-átomos/l.

En estuarios donde la introducción de polifosfatos por medio de la acción de ríos es primordial llegan a aparecer constantes-florecimientos fitoplanctónicos con la subsecuente formación de-

materia orgánica en considerable cantidad lo que conlleva a un gran volumen de materia orgánica en proceso de descomposición, esto implica un agotamiento del oxígeno disuelto, a este fenómeno se le denomina eutrofización y es debido principalmente al fósforo. En las lagunas costeras tropicales han sido detectadas concentraciones promedio de fosfatos de 1.51 a 4.21 microgramo-átomo/l de fósforo total (Contreras, 1984b).

Stefansson y Richards (In: Burton y Liss, 1976) detectaron la existencia de un sistema de amortiguamiento en el estuario del Río Columbia, E.U.A. del cual observaron que los niveles de fosfatos fueron invariables, a rangos de salinidades del estuario. Sin embargo, los trabajos de Butter y Tibbits (In: Burton y Liss, 1976) concluyen que el comportamiento conservador encontrado en las formas disueltas de fósforo no se debieron a los efectos biológicos, sino más bien, suponen que los sedimentos estuarinos pueden funcionar como un verdadero sistema de amortiguamiento reversible de fosfatos (PO_4^{3-}), porque en los minerales arcillosos se llevan a cabo enlaces entre los aniones fosfatos y los extremos de las cargas positivas de las arcillas y sustituyen a los silicatos por fosfatos en dichas arcillas.

Carrit y Goodgal (In: Burton y Liss, 1976) demostraron que un pH fijo e incrementando la salinidad, decrecía la magnitud para remover fosfatos, y proponen que esto se debía al bloqueo de los sitios de intercambio de aniones por iones, como los cloruros (Cl^-) y sulfatos (SO_4^{2-}) presentes en el agua del mar. Sin embargo, se dice que la absorción de fosfatos es más intensa en presen

cia de luz, especialmente bajo condiciones favorables de CO_2 ; -- también se menciona que el rango óptimo para la absorción de fosfatos es entre 3 y 7 de pH, aunque Wetzel (1981), supone que el fósforo se combina rápidamente con el aluminio (Al^{3+}), fierro -- (Fe^{3+} ó Fe^{2+}) y manganeso (Mn^{3+}); mientras que si el pH era 6 ó superior a este número, el fosfato se combina con calcio, dando lugar a cantidades progresivamente mayores de apatito y fosfato-cálcico. También numerosos experimentos demostraron que la absorción del fosfato se incrementaba con los aumentos de la temperatura. Adicionalmente a lo anterior, se menciona el efecto del -- potencial redox en la remoción de fósforo, del cual se dice varía con cambios en la concentración de los iones H^+ , por lo consiguiente deberá reflejarse en el pH (ver nota anterior). Por ejemplo, -- un aumento en una unidad de pH es acompañado por una caída en el potencial redox de 59 mv a un pH de 7; por tanto una disminución -- hacia el lado ácido, deberá restársele esa misma cantidad y se -- añadirá esta cantidad a cada unidad incrementada en el lado -- alcalino.

Por último, se menciona que las bacterias que movilizan el fósforo, son las que se encuentra incluídas dentro de los géneros -- Pseudomonas, Bacterium y Chromobacterium. Estas son abundantes, -- al menos hasta 15 cm. de profundidad, en los embalses (Gak, 1959, 1963. In: Wetzel, 1981). Su abundancia y distribución vertical -- varían según el tipo de sedimentos. En sedimentos arenosos con -- pequeñas cantidades de limo eran poco abundantes y se hallaban -- concentrados cerca de la interfase. La concentración máxima se en -- contró en depósitos de limo con gran cantidad de materia orgánica (Wetzel, 1981).

El objetivo de este estudio tiene la finalidad de establecer si existe alguna relación entre los valores de fósforo total disuelto y particulado con algunos de los parámetros físicos y químicos en el agua lagunar. Para de forma indirecta determinar el estado "eutrófico" de la misma. Esto daría una pauta para que a futuro se realicen estudios más detallados al respecto, a corto y largo plazo en la laguna, lo cual traería consigo un mejor entendimiento de la dinámica del elemento fósforo dentro del ecosistema lagunar, y por consiguiente tratar de establecer algunas sugerencias de su conservación.

Debido a la poca información que se tiene al respecto y a la discontinua evaluación que se lleva a cabo en nuestro país sobre lagunas costeras se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:- Evaluar la variación espacial y temporal de los niveles de fósforo total, como un medio para conocer la condición dinámica del sistema lagunar en ésta forma química de fósforo.

Objetivos Generales:- Cuantificar los niveles de fósforo total disuelto y particulado mensualmente, en superficie y el fondo en el área de estudio.

- Relacionar los valores de los parámetros físicos (temperatura, conductividad, salinidad, transparencia y velocidad de corrientes) y químicos (pH, oxígeno disuelto, alcalinidad y nitrito) del sistema lagunar con las concentraciones de fósforo total del mismo.

ANTECEDENTES.

Las más importantes lagunas costeras en el Golfo de México, tanto por su extensión como por sus pesquerías, se pueden mencionar: La Laguna de Términos (Campeche), La Laguna de Alvarado (Veracruz), - La Laguna Madre (Tamaulipas) y La de Tamiahua, (Ver.). De la Laguna de Alvarado, área de estudio del presente trabajo, se pueden citar los siguientes trabajos:

Los estudios de Villalobos et al., (1966), sobre consideraciones en la hidrografía y productividad de la Laguna de Alvarado, Ver.; Sánchez, (1969), hizo una prospección de moluscos comerciales en la misma; Signoret, (1969), realizó un estudio sobre las medusas; Villalobos et al., (1969), abordó un estudio acerca de las relaciones entre las postlarvas planctónicas de Penaeus sp y los caracteres ambientales; Fuentes, (1973), sobre la contribución al conocimiento de la biología del robalo prieto (Pisces, Centropomus poeyi chávez); Reséndez, (1973), cuyo estudio trató sobre los peces de dicha laguna; Gómez-Aguirre, (1975), realizó un estudio -- sobre las observaciones comparativas de resultados de estudios -- del plancton de las lagunas costeras del Golfo de México, incluyendo la de Alvarado; Villalobos et al., (1975), llevan a cabo un estudio hidrobiológico; Sevilla, (1977), reportó datos hidrográficos en la misma Laguna, incluyendo los niveles de ortofosfatos de las aguas lagunares; la SARH, (1981), versó su estudio acerca de la calidad para la certificación sanitaria en zonas de explotación de los recursos marinos y lacustres en las aguas de las lagunas - de Tamiahua, Pueblo Viejo y la de Alvarado; Flores-Coto y Zavala-

(1982), en su estudio hacen énfasis sobre la descripción de huevos y larvas de *Dormitator maculatus* (Bloch; pisces Gobiidae, en la misma laguna), y el de Flores-Coto y Méndez (1982), sobre una contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna en cuestión.

Sin embargo, un análisis de esta literatura permite precisar que se refieren en su mayoría a aspectos biológicos, descuidando los factores abióticos, características físicas y químicas del ecosistema lagunar que nos ocupa en el presente trabajo.

Plantear una discusión estacional de los valores de los parámetros en cuestión; así como la relación de los mismos con los valores del fósforo total, hace necesario disponer de una mayor información más detallada sobre estos temas. En este aspecto destacan los estudios realizados por Correl et al., (1975), quienes realizaron estudios acerca del flujo del fósforo dentro de la circulación estuarina en Rhode River Stuary of Chesapeake Bay, U.S.A.; Harwood et al., (1969), analizaron comparaciones en algunos métodos en el análisis de fósforo total; Stumm, (1973), centró su estudio sobre los procesos hidrogeoquímicos en el ciclo de fósforo y Nakijima et al., (1981), con su estudio acerca de la dinámica de fósforo y nitrógeno durante el florecimiento algal dentro de un ecosistema controlado.

De toda la literatura antes citada, se ve que los trabajos específicos sobre el tema fósforo son relativamente escasos y lo son aún más aquellos los que de alguna manera están relacionados con aguas lagunares ó estuarinas, los cuales, sin embargo serán considerados como importantes en este estudio, por corresponder a los únicos antecedentes básicos para el conocimiento de la química lagunal del cuerpo acuático en cuestión: Arenas y De la Lanza, (1981), realizaron experimentos sobre el secado y rompimiento del sedimento en la disponibilidad de fósforo en una laguna costera; Botello, (1978), realizó estudios sobre la variación de los parámetros hidrológicos, en las épocas de sequías y lluvias (mayo y noviembre de 1974) en la Laguna de Términos, Campeche; otros estudios hacen referencia sobre los valores de fosfatos en forma secundaria ó como información de apoyo: Es el caso del estudio de Cruz, (1973), en su análisis parcial del microplancton en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Alvarado se localiza en la litoral del Golfo de México, entre los paralelos $18^{\circ} 40'$ y $18^{\circ} 50'$ de latitud norte y los meridianos $95^{\circ} 45'$ y $95^{\circ} 55'$ de longitud oeste (fig. 1). Tiene una forma alargada y es más o menos paralela a la línea de la costa; su extensión total es de aproximadamente 27 Km. desde el extremo occidental de la Isla Vives, hasta la costa noroccidental de la Laguna Camaronera y una amplitud que no excede los 5 Km. En realidad el área de estudio es un complejo lagunar que comprende un cuerpo de agua central que se comunica mediante la Boca de Tragadero hacia el sur, con la Laguna de Talixcoyan, en la que desembocan los ríos Blanco y Camarón, hacia el noroeste, pasando por la pequeña laguna de Buen País y mediante un estrecho canal, se une con la laguna Camaronera. Se conecta al mar mediante una sola boca, situada en su extremo noroeste.

En general, la laguna de Alvarado es somera, tiene una profundidad media de 1.0 m. Este cuerpo lagunar está situado en la costa del Golfo de México (región E); clasificada dentro de las lagunas costeras mexicanas del tipo de erosión diferencial (tipo I) y denominado también como boca de río con barrera -- inundado (D). En la cual existe una barrera física, con un continuo o estacional flujo de agua de desagüe; donde la forma y la batimería son usualmente modificada por el delta lagunar y por la formación de sub-lagunas; la energía debido a la acción de mareas y el flujo del río; la salinidad usualmente posee un

gradiente hiposalino (Lankford, 1977). Esta laguna se comunica con el mar por la Boca de Alvarado (Paso Nacional) que se sitúa en la porción oriental y está a su vez delimitada por una barra de arena y tres cuerpos lagunares interiores (Laguna de Tlaxicoyan, Camaronera y la de Buen País).

De acuerdo con García, el clima es de tipo Aw²⁽ⁱ⁾; la región hidrográfica es la 28 que corresponde al clima cálido con lluvias en verano, y que por su alta pluviometría lo convierte en el más húmedo de los sub-húmedos. La temporada de sequía puede considerarse emplazada entre los meses de enero a mayo, con regímenes de lluvias en los meses de julio a octubre; con una temperatura anual promedio de 26.3°C y una precipitación máxima de 425 mm en septiembre. Los vientos dominantes presentan una dirección de NO y E con una frecuencia de 60%; la temporada de "nortes" en la zona ocurre en los meses comprendidos en la época de otoño e invierno.

Las mareas son predominantemente diurnas. Las corrientes internas están dadas principalmente por las aportaciones de las aguas de los ríos y por la acción de vientos. Los cuatro ríos que descargan sus aguas en la Laguna de Alvarado son: el río Papaloapan, que procede de la sierra del Ixtlan, Oax., y llega al Edo. de Veracruz en la confluencia con el río Tonto, recorre la zona de Cosamaloapan y fluye a la Laguna Tequiapan, comunicada a su vez con la de Alvarado, y el Golfo de México; en sus orillas se encuentran las poblaciones de Otatitlán, Chacaltinguis, Cosamaloapan y Tlacotalpan; sus principales tributarios son los ríos Obispo,

Tesochoapan, Playa Vicente y San Juan, (Enciclopedia de México, 1977).

El río Blanco nace en las cumbres de Acultzingo y Maltrata, escurre al oriente y en asociación con el río Camarón, desembocan en la Laguna Tlalixcoyan, mediante la Boca de Tragadero en el sur y hacia el NO, pasando por la pequeña laguna de Buen País y mediante un estrecho canal, se une con la laguna Camaronera. Se sabe de la existencia de un canal en la porción más estrecha de la barrera arenosa que comunica a la laguna Camaronera directamente con el Golfo de México (Depto. de Pesca, 1977). Los principales tributarios del río Blanco son: el río Orizaba, Metlac, Cacique y Acula, (Enciclopedia de México, op. cit.).

Durante la estación de lluvias, las frentes de agua dulce alcanzan la Boca de Alvarado y se establecen estratificaciones en esta región a profundidades de 9-13 m, y al influjo de marea (Gómez-Aguirre, 1975).

El registro térmico (Flores-Coto y Méndez, 1982) en el verano - fué de 25 a 31°C, reportando una masa de agua de alta temperatura en la parte central de la laguna, decreciendo hacia sus alrededores. Los valores más bajos reportados se ubicaron en el extremo SE del sistema lagunar. También, a finales del otoño, la temperatura reportada fluctuó de 19.3 a 19.8°C en la región central, mientras que los registros más altos fueron encontrados en la región SE del cuerpo lagunar.

Según los autores antes citados, la salinidad durante el verano, registró un valor de 4.0‰ en la laguna de Buen País, tanto para la superficie como para el fondo; decreciendo hacia el extremo Oriental del sistema lagunar con 2.0‰. La Laguna de Tlalixcoyan, a través de la Boca de Tragadero presentó 2.0‰. La Laguna Camarocera se mostró uniforme en su porción Este con 4.0‰, y decreciendo hacia el Oeste, tanto en la superficie como en el fondo, hasta alcanzar 2.0‰. Para el otoño, también se reporta una masa de agua con altos valores de salinidad frente a Punta Grande, decreciendo en forma radial hacia el resto de la laguna. En la porción SE a partir de Punta Chica, se reportaron las menores salinidades, inclusive alcanzando hasta un valor de 0.0‰ frente a Isla Vives. Para el fondo reportan valores de 10.0‰ de salinidad, a manera de isolíneas en sentido perpendicular al eje principal de la laguna, a nivel de las áreas frente a Punta Grande y parte media entre ésta última y la Boca de Tragadero, (Gómez-Aguirre, 1975).

La distribución de sedimentos en el fondo, está dada principalmente por el tipo arcilloso; en la ribera sur, frente al canal de comunicación con el mar, existe una zona de arenas, posteriormente hacia el centro de la laguna se observa una secuencia de tipos de fondos que van del arenoso al tipo arcilloso-arenoso y por último el tipo limo-arcilloso (figura 3). En el fondo del sistema lagunar, existe material en estado de descomposición de fragmentos de conchas de ostión y almejas, (SARH, 1981).

La vegetación en los alrededores de la laguna y sus afluentes -- es de tipo manglar, aunque en algunas partes esta vegetación toma otro aspecto y corresponde al tipo de selva tropical lluviosa secundaria y sabana. La comunidad de manglar dominante (con excepción de la barrera lagunar), esta representada por las especies Rhizophora mangle (mangle rojo), Avicennia germinans (mangle negro) y Laguncularia racemosa (mangle blanco). En las --- áreas donde el mangle no aparece, generalmente habitan pastos -- halófitos, árboles y palmeras ó bien, son áreas pantanosas. --- Entre las especies vegetales se encuentran también: Spartina sp. (llamado "carrizo"), Thypha angustifolia ("tule"), Eichornia -- crassipes ó Crinum erubescens, especies de "lirio" frecuentemente encontrados en las desembocaduras de los ríos; Pachyra acuática, Coccoloba shiedena, Tuga spuria, Chlorophora sp. y también -- se encuentra distribuida ampliamente Ruppia maritima la cual desaparece paulatinamente, siendo substituída por algunas especies de algas, entre las que destaca por su abundancia la rodofita -- Gracilaria varrucosa.

Con la fanerógama Ruppia sp. encontramos asociados una fauna -- particular entre las que destacan varios moluscos como Polymesoda caroliniana (almeja prieta) y la Rangia cunnata (almeja gallo) y la Rangia flexuosa (almeja casco de burro); el mitílido Brachidontes recurvus que prospera aún sobre las raíces de mangle, asociado con Balanus amphitrite y los neritínidos Neritina virginea y -- N. reclivata. Entre los crustáceos, predominan Palaemonetes sp. --

y Macrobrachium acanthurus; juveniles del camarón café, Penaeus aztecus, y de "jaibas" de las especies Callinectes sapidus y C. rathbunae. Varias especies de peces complementan esta comunidad destacando entre ellas juveniles de Dormitator maculatus (Gobiidae) muy abundantes, Poecilia mexicana-mex., dos especies de -- "ronco": Bairdiella chrysura y B. ronchus, las mojarras Eucionotomus melanopterus y Diapterus rhombeus y el signátido Syngnathus scovelli.

Frente a Barra Vieja se localizan uno de los bancos ostrícolas de la laguna. En este sitio, en estrecha asociación con Crassostrea virginica y conchas de Brachidontes recurvus, se forma otra comunidad en la que se han colectado entre otros peces, Opsanus beta, Gobiosoma bosci, Blennius nicholsi, Gobiosoma strumosus, -- Archosargus probatocephalus y Myrophis punctatus.

Finalmente en las aguas someras con fondos lodosos del extremo Occidental de la Isla Vives, laguna de Tlalixcoyan y cerca de la desembocadura de los ríos, se presentan "praderas" de otra fanerógama (Vallisneria americana). En ellas se han colectado dos especies de cíclidos, Cichlasoma octafasciatum y C. salvini (Reséndez, 1973).

MATERIAL Y METODOS

Trabajo de campo.

Los muestreos se efectuaron en el año de 1983, los cuales tuvieron una duración de 30 días entre uno y otro, coincidiendo con los términos o inicios de cada mes. La primera salida se realizó en mayo (salida de prospección) y la última en el mes de noviembre del mismo año. Algunas de las observaciones en campo de la primera salida como: el área total, la profundidad, las condiciones topográficas y dinámicas (corrientes) y otras características más del área de estudio; dieron lugar al establecimiento de un total de doce estaciones a lo largo y ancho de la laguna. (fig. 2). Estos muestreos se llevaron a cabo en una lancha de 7 metros de eslora, utilizando un motor fuera de borda de 25 HP. En cada estación las muestras se tomaron a 50 cm. bajo la superficie y a 50 cm. sobre el fondo. Para la obtención de muestras se utilizó una botella Van Dorn de 3 litros de capacidad, estas muestras, se colocaron en botellas de plástico de 1 litro que contenían cloruro-mercúrico que funciona como un conservador, afín de obtener mejores resultados. Además las muestras para el análisis del fósforo-total (disuelto y particulado), así como las de nitritos se transportaron en refrigeración a 4°C hasta llegar al laboratorio. Las muestras de oxígeno disuelto y alcalinidad, se analizaron en campo. Con respecto a las muestras de salinidad éstas se tomaron en frascos de vidrio de 125 ml. y la temperatura se determinó con un termómetro de precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$. La transparencia fué registrada --

con un disco de Secchi. La profundidad se midió con una plomada. La humedad relativa utilizando el psicrómetro ventilado. La velocidad de corrientes con una cruz de deriva y con una brújula se determinó la dirección de éstas.

Trabajo de Laboratorio.

Los lotes de muestras correspondientes al fósforo total disuelto y particulado, fueron debidamente filtrados, utilizando filtros - Whatman CF/c del No. 42-44 con un diámetro de 12.5 cm y con un -- porcentaje de cenizas del 0.01%, empleando para el filtrado una - succión por vacío ligera. Todos los análisis anteriores se llevaron a cabo siguiendo las técnicas que a continuación se mencionan:

- a).- Fósforo total disuelto y particulado....1° fase: una reducción al ácido ascórbico, (Stricklan y Parsons, 1972)...2° fase: la conversión de polifosfatos a ortofosfatos, mediante el método de ignición, (Solórzano y Sharp, 1980).
- b).- Oxígeno disuelto: por el método de Winkler, con modificación de la azida, (In: Ros, 1979).
- c).- Alcalinidad total: fué analizada por la técnica de Wattenberg, (In: Ros, op. cit.).
- d).- Nitritos: por el método del ácido sulfanílico, (In: Swingle, - 1969).

e).- Salinidad: Mediante el salinómetro de inducción; modelo portátil RS-7B y marca Beckman (1965).

Trabajo de Gabinete.

Este se llevó a cabo de la siguiente forma:

1).- Se aplicaron pruebas de t-Student, para ver si los valores de la superficie y en fondo a cada uno de los parámetros en cuestión, eran estadísticamente diferentes. También, se realizaron análisis de la varianza (anova), para determinar si los parámetros eran estadísticamente significativos en el tiempo, ambas pruebas fueron aplicadas con un nivel de confianza del 95%.

2).- Para buscar posibles correlaciones entre las variables dependientes (fósforo total disuelto y particulado) y las variables independientes (pH, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, alcalinidad y nitritos), se aplicaron análisis del coeficiente de correlación simple y múltiple, estos últimos fueron realizados mediante el uso del paquete computarizado STATIX, versión 2.1.

3).- Se aplicó el análisis de discriminantes de Fisher, según el paquete computarizado SPSS, realizado en una computadora Burroughs 7800 del P.U.C (Programa Universitario de Computo, UNAM), en donde las variables implícitas tomaron el orden de entrada siguiente:

X_1 (P-disuelto), X_2 (P-particulado), X_3 (pH), X_4 (Oxígeno disuelto),

X_5 (Alcalinidad), X_6 (nitritos), X_7 (salinidad), X_8 (temperatura) y X_9 (mes). Fijando también como variables dependientes a las dos primeras variables, primero una y después la otra, y el resto -- de los parámetros fueron tomados como variables independientes.

Este análisis implica el uso de un modelo matemático de la forma: Ecuación 1 $y = B_0 + B_n x_n$ de donde B_0 es un valor constante y B_n corresponde a los valores de los coeficientes de las funciones discriminantes (1 a 5; tabla 11), mientras que letra X nos representa a las variables antes enumeradas, correspondientes a cada uno de los parámetros en cuestión. Las ecuaciones quedan construidas de la forma siguiente: Ec. 2 $y' = B_0 + B_1 x_1 + \dots + B_9 x_9$, y de ahora en adelante representadas por las letras D_1 (Ec.1) y D_2 (Ec.2) nos denotarán solamente la época del año (mes del muestreo), y que de hecho una es consecuencia de la otra. Razón por la cual en lo futuro una tomará el lugar de la otra indistintamente.

DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS.

Solamente algunos parámetros mencionados en los objetivos tales como: la transparencia, coeficiente de extinción, velocidad de corrientes y humedad relativa; con excepción de la transparencia, sus valores fueron solamente tabulados sin considerar su discusión (información de apoyo).

Junio: primer muestreo.

Fósforo Disuelto.

Para este mes el fósforo registró sus mayores concentraciones (0.005 mg de $F/PO_4^{3-}/l$) a profundidades de aproximadamente 1.10 m. y 3.20 m., frente a Costa de la Palma (estación 6) y cerca al punto conocido como Tiburcio (estación 12) respectivamente, coincidiendo en el primer caso con áreas de baja profundidad y de marismas, las características intrínsecas de estas áreas, así como los procesos de inundación a que se ven sometidas ciertas zonas de sus alrededores, las sitúa como posibles vías de entrada de fósforo disuelto hacia la columna de agua; por lo que respecta a las masas de agua frente a la localidad conocida como Tiburcio, se observó que estos valores estuvieron asociados con zonas de manglar y de pantanos, que como se sabe estos lugares alojan ciertos tipos de aves marinas, las cuales depositan guanos ricos en esta variedad de fósforo. La caracte-

rística anterior las convierte en zonas exportadoras de este elemento. Además en este mismo renglón de la química lagunar, destaca también las aportaciones que se reciben a través de las descargas de agua provenientes del río Papaloapan, el cual recibe cantidades de agua de desecho, producto de las actividades humanas, y éstas a su vez son transferidas directamente sobre las aguas del río en cuestión, sin ningún tratamiento previo para posteriormente dejarse sentir sobre las aguas superficiales donde desemboca el mismo río en la laguna; otra fuente potencial de fósforo disuelto lo representan los ríos tributarios del río Papaloapan, así como los lavados a que se ven sometidos los suelos de estas áreas por las lluvias. Los registros más bajos se ubicaron en las zonas frente a Arbolillo (tabla # 1), mientras que en el resto de las estaciones los valores se mantuvieron con fluctuaciones pequeñas y a su vez éstas fueron bajas, (Sevilla, 1977).

Fósforo Particulado.

De la misma forma que el fósforo disuelto, la variedad particulada de este elemento registró sus niveles más altos (0.842 mg de PO_4^{3-}/l) en las aguas superficiales cercanas a Isla Vives (estación 2), con la implicación de las mismas fuentes de aportación de fósforo, tal como se hiciera referencia para el fósforo disuelto para la misma área, pero ahora los niveles más bajos (0.0324 mg de PO_4^{3-}/l) de esta variedad de fósforo fueron encontrados en la misma estación 2, en las aguas del fondo.

Sin embargo, el resto de las estaciones fluctuaron en valores intermedios y con poca variación entre sus niveles de la superficie y el fondo.

pH.

Se observa que los valores del pH, fueron aparentemente uniformes en casi todo el cuerpo lagunar. El registro más alto (8.0) fué encontrado a una profundidad de 0.90 m. en las inmediaciones de la Boca de Tragadero. En el resto de la laguna este parámetro osciló entre 6 y 7 (tabla # 1).

Temperatura.

El valor más alto se presentó en las masas de agua de Costa de la Palma (estación 7), a una profundidad de 50 cm. de la superficie, siendo de 31.3°C, y con un registro menor (26.0°C) en las aguas profundas (13.0 m) de la Boca de Alvarado. El primer registro esta asociado en gran medida con áreas de poca profundidad, mientras que el segundo se ubica en las áreas donde confluye el río Papaloapan. El resto de las estaciones registraron valores en temperatura con poca variación y a su vez quedaron implícitas dentro del rango anterior.

Salinidad.

Osciló desde un valor alto (15.26‰) en las aguas de la Boca de -

Buen País y a una profundidad de 1.0 m, el valor más bajo -- (0.284‰) fué ubicado en las aguas profundas de la Boca de Alvarado, originándose un gradiente de dilución en la primera -- área y finalizando en la segunda. Sin embargo, los primeros -- registros dan evidencia de una entrada de agua marina vía co-- nexión artificial entre la laguna Camaronera y el Golfo de Mé-- xico; aunque se sabe que este conducto permanece bloqueado du-- rante la época de secas, y es en la época de lluvias cuando -- ocurre su apertura, por los efectos de la erosión hídrica y la actividad de las mareas. Por el contrario los niveles más ba-- jos fueron influenciados por las descargas de agua provenientes de los ríos en la zona y en forma más específica por las del - río Papaloapan. El resto de las estaciones registraron salinidades con poca variación entre ambos niveles.

Conductividad.

Esta presentó el mismo patrón de distribución que el de la sali-- nidad, ya que ambos parámetros se relacionaron en forma directa (gráficos #1), por ser dependientes ambas de la temperatura. Por tanto su comportamiento gráfico y teórico en los próximos mues-- treos quedará implícita a la salinidad.

Oxígeno Disuelto.

El cuerpo entero de agua, registró buena oxigenación debido a la acción de los vientos y aguas pluviales; ya que este muestreo fué realizado unos minutos después de haber llovido. Sin embar-- go, aparecen repuntes (13.21 mg de O_2/l) de la concentración

de este gas en las aguas superficiales frente a las áreas donde descarga sus aguas el río Acula, y sus más bajos niveles (6.05-mg de $O_2/1$) fueron a su vez detectados a una profundidad de 4.0 m. frente a Isla Vives. En general el resto de las estaciones registraron también aceptables concentraciones de oxígeno.

Alcalinidad.

Este parámetro registró su mayor concentración (118.12 mg de $CaCO_3/1$) en las aguas del fondo de la estación 8, a su vez su nivel más bajo (76.56 mg de $CaCO_3/1$) fué detectado en las aguas superficiales frente a la Costa de la Palma (estación 6). Las concentraciones más altas pudieron estar relacionadas a la descomposición de componentes vegetales y animales, los cuales conducen a liberaciones de anhídrido carbónico (CO_2), que arrastrado en las aguas subterráneas de las aguas de lluvias puede disolver el calcio del suelo y el aporte directo de desechos que contienen carbonatos de calcio. Los valores anteriores y los del resto de las estaciones parecen indicar que los niveles de la alcalinidad son los adecuados para el desarrollo de la vida acuática, (Rodier, 1981).

Nitritos.

La concentración más alta (0.063 mg de $NO_2^-/1$) de este nutriente fué localizada a una profundidad de aproximadamente 0.7 m. frente a la población de Alvarado (estación 3), mientras que su con

centración más baja ($0.0 \text{ mg de NO}_2^-/1$) estuvo a su vez localizada frente al punto conocido como Tiburcio, en las aguas superficiales de la estación 12. El resto de las estaciones, como los valores antes mencionados cayeron dentro del límite propuesto por la reglamentación francesa, (In: Rodier, 1981). Dado que es la más adecuada para este fin porque menciona que un aporte superior al rango ($0.10 \text{ mg de NO}_2^-/1$) hace suponer un aporte de aguas ricas en materia orgánica en vías de oxidación.

Julio: segundo muestreo:

Fósforo disuelto.

En este muestreo se registraron los valores más altos ($0.066 \text{ mg de PO}_4^{3-}/1$) del fósforo disuelto a lo largo del lapso de estudio, correspondiendo estos valores a las aguas de Costa de la Palma (estación 7) a una profundidad de 1.00 m. Estos registros tienen una relación estrecha con el tipo de sedimento, el cual por observaciones hechas en campo y en el laboratorio, posee un color negro (Tablas de Munsell, 1975), característico de sedimentos ricos en materia orgánica, aunque no se descarta la influencia de la evaporación en el área, resultando una desecación gradual debido a su baja profundidad, acelerando los procesos de premineralización de la materia orgánica ó posibles errores aleatorios o sistemáticos en el manejo de la técnica. Por el contrario, sus registros más bajos ($0.001 \text{ mg de PO}_4^{3-}/1$) fueron localizados en las aguas superficiales de la Boca de la Laguna Tlalixcoyan y frente a la población de Alvarado, mientras que

el resto de las estaciones sus valores fueron poco variables - y bajos a la vez.

Fósforo particulado.

La variedad particulada de fósforo registró sus concentraciones más altas (0.240 mg de PO_4^{3-}/l), frente a Isla Vives. El valor anterior estuvo influenciado por las descargas del río Papaloapan, mientras que los registros más bajos (0.084 mg de PO_4^{3-}/l) - fueron localizados en las áreas frente a la población de Alvarado (estación 3); aunque, tanto los niveles anteriores como el resto de las estaciones fueron también casi invariables y bajos.

pH.

Sus valores más altos (7.6), fueron detectados en las aguas superficiales de la Boca de Tragadero, mientras que sus registros más bajos (6.23) fueron a su vez encontrados en las masas de - aguas superficiales, frente a las descargas del río Acula. El resto de las estaciones osciló en un rango de valores muy cercano a los neutros.

Temperatura.

Este parámetro físico, reportó un modelo de distribución bastante homogéneo, lo cual se debió a la baja profundidad de la laguna en cuestión. Se denotó que el valor más alto (33.0°C) fue - registrado en las aguas superficiales de Costa de la Palma, y -

los más bajos (28°C) fueron ubicados en las áreas donde tiene su influencia el río Papaloapan (estaciones 2 y 1).

Salinidad.

La salinidad por su lado, reportó sus valores más altos (7.05‰) a una profundidad de 1.0 m. en la Boca de la laguna de Buen País, y los más bajos registros (0.042‰) fueron a su vez ubicados en las aguas frente a la población de Alvarado; mientras que el resto de las estaciones se mantuvieron dentro del rango anterior y Costa de la Palma, los cuales sitúan a estas masas de aguas, como de características limnéticas (menor 0.5‰) con una limitada área oligo-halina (menor 5.0‰) en las aguas del fondo de la estación 8. Lo cual coincide con las apreciaciones hechas por Villalobos, (1975) al respecto en la misma área de estudio. Sin embargo, el registro más alto de la salinidad nos indica que hubo incursiones de aguas marinas, vía conexión entre laguna Camaronera y el Golfo de México ó a posibles atrapamientos de masas de aguas marina, cuando las mareas incursionan laguna adentro, para después escurrir sus aguas hacia la Boca de Alvarado y posteriormente por evaporación incrementar la salinidad del agua de mar.

Oxígeno disuelto.

Este gas reportó sus mayores concentraciones (8.04 mg de $O_2/1$) a una profundidad de 1.20 m. frente a Arbolillos y sus más bajos registros (3.44 mg de $O_2/1$) fueron detectados en las descargas del río Papaloapan, principalmente en sus aguas superficiales.

Estos altos registros se deben al contacto continuo entre la atmósfera y las aguas superficiales de la laguna y sobre todo por la ubicación de estas áreas, al encontrarse en el margen lagunar más cercano del Golfo de México (parte NO de la laguna), la cual pudo haber permitido incursiones de masas de aire provenientes del mar laguna adentro, aunque habrá de tomarse en cuenta también los efectos de los sistemas de corrientes, ya que a través de esta puede incrementarse el fenómeno de turbulencia. Por el contrario los registros más bajos estuvieron asociados a las descargas del río Papaloapan, los cuales llevan implícitos una carga de materia orgánica, y su posterior oxidación habrá de repercutir en la baja del oxígeno; llegando inclusive a niveles muy cercanos de los niveles críticos para la supervivencia de los peces (conc. menores a 3 mg de $O_2/1$). En general, el resto de las estaciones y el primer nivel anterior presentaron niveles adecuados del oxígeno, siendo de vital importancia para la respiración de los organismos aeróbicos, mientras que su nivel más bajo dá indicios de "Síntomas" de su agotamiento, lo cual puede ser adverso para la supervivencia de los organismos.

Alcalinidad.

Reportó su mayor concentración (81.0 mg de $CaCO_3/1$) en las aguas profundas de la Boca de Alvarado, mientras que su más bajo registro fué localizado en las aguas superficiales frente a la localidad del Paraíso (estación 11). Este valor estuvo ligado a los niveles de calcio (Ca^{2+}) presentes en las aguas de los ríos (Reid-

y Wood, 1976). Aunque de tomar en cuenta los porcentajes de anhídrido carbónico (CO_2) y el pH de estas aguas, sus valores de alcalinidad más bien parecen estar influenciados por los bicarbonatos (HCO_3^-) presentes en el agua de los mismos. De esa misma forma, podemos observar que el resto de las estaciones registraron valores poco variables e intermedios en alcalinidad.

Nitritos.

Este nutriente reportó su nivel más alto (0.092 mg de $\text{NO}_2^-/1$) en las aguas superficiales frente a Costa de la Palma (estación 7), y su nivel más bajo (0.0 mg de $\text{NO}_2^-/1$) fue a su vez localizado frente a las áreas del punto conocido como el Paraíso mientras que el resto de las estaciones, al igual que los valores antes citados se encuentran dentro de un rango permisible para aguas dulces, tal como se bosquejó en el mes anterior. Aunque sus más altos niveles pudieron estar ligados directamente con las actividades agrícolas y topografía del suelo, los cuales permitieron que materiales como: nitratos (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y N-orgánico, fueran acarreados y posteriormente reducidos u oxidados por la acción microbiana a nitritos, y detectados de esta forma en la parte Oeste del cuerpo lagunar.

Agosto: tercer muestreo.

Antes de empezar a detallar el comportamiento vertical, diremos que las concentraciones mayores de fósforo disuelto favorecieron

al fondo; aunque se observaron algunas excepciones, y es el caso de la estación 5. Analizando los valores de la superficie, sus mayores registros fueron localizados a una profundidad aproximada de 50 cm. de la superficie frente a Costa de la Palma, con un valor de 0.004 mg de PO_4^{3-}/l ; y su registro más bajo fué ubicado en las aguas frente a Paraíso, estación 8 y otras áreas más (tabla 3); atribuible al primer comportamiento y a la baja profundidad de la zona, lo cual permitió que los niveles circulantes en el agua de fósforo disuelto, fueran concentrados aún más por los efectos de la evaporación e inducir liberaciones de fosfatos de los sedimentos hacia la columna de agua, cuando éstos llegan a secarse y quebrarse, tal como lo proponen los estudios de Arenas y De la Lanza, (1981). Para el fondo, encontramos que sus mayores registros fueron localizados a una profundidad de 1.0 m. de las aguas de la Boca de la Laguna de Buen País, con 0.020 mg de PO_4^{3-}/l , y sus más bajos registros se ubicaron frente a los puntos conocidos como Barcelona, Costa de la Palma y Boca de Alvarado, con un valor de 0.001 mg de PO_4^{3-}/l . Estos registros están directamente influenciados por actividades humanas producto de los asentamientos humanos establecidos en los alrededores de la laguna Camaronera y la de Buen País.

Fósforo particulado.

Al igual que en los meses anteriores, se tomaron los niveles más altos y los más bajos, como punto de referencia. Detectándose los primeros en las áreas frente a Isla Vives, a una profundidad de 4.0 m. aproximadamente y con un valor de 0.116 mg de PO_4^{3-}/l ,

mientras que los segundos fueron detectados en la estación 7, (tabla 3) de las aguas del fondo. Lo mismo se observó en las aguas superficiales de las estaciones 1 y 11 respectivamente, con valores bajos (misma tabla), el resto de las estaciones al igual, que uno de los niveles anteriores se mantuvieron con poca fluctuación a su vez estos fueron considerados como bajos.

pH.

Este parámetro presentó tendencias hacia valores ligeramente alcalinos y ácidos. La superficie presentó su valor más alto (7.36) enfrente de la población de Alvarado y cerca de Arbolillos; por el contrario su registro más bajo (6.62) fué detectado en las descargas del río Acula. De la misma forma, el fondo reportó sus mayores registros (8.19) a una profundidad de 1.20 m. aproximadamente en las descargas del río Acula. Por el contrario su registro más bajo (7.17) fué detectado en las áreas correspondientes a la estación 7. Este valor puede deberse al incremento de los niveles de los bicarbonatos (HCO_3^-) de las aguas poco tamponadas, (Burton y Liss, 1976). En general estos rangos de valores del pH, pueden ser atribuidos a las influencias recibidas a través de las descargas de los ríos en la laguna, los cuales incrementan su caudal durante la época de lluvias, dándole un carácter de bajo tamponamiento, como consecuencia de una reserva alcalina moderada la cual esta determinada por la presencia del ión bicarbonato (HCO_3^-).

Temperatura.

Esta sigue manteniendo un comportamiento casi uniforme a lo largo del cuerpo lagunar, aunque se detectó un ascenso de ésta -- (33.0°C) frente a Costa de la Palma principalmente en las aguas del fondo, mientras que sus descensos (27°C) fueron localizados en las estaciones 1 y 2. Se observa que sus incrementos estuvieron directamente influenciados por la baja profundidad de las áreas en cuestión, por el contrario sus descensos se relacionaron con la descarga de aguas del río Papaloapan.

Salinidad.

La salinidad para este mes, reportó su nivel más alto (3.518‰) en las aguas del fondo de la boca de la Laguna de Buen País; proyectándose a partir de esta área un gradiente de dilución NW-SE con terminación en la Boca de Alvarado, lugar donde se incrementa su dilución por efecto de las aguas del río Papaloapan, y donde se ubicaron a su vez los más bajos (0.11‰) registros de la salinidad, mientras que el resto de las estaciones reportaron -- también valores dentro de este rango, siendo estos poco variables y bajos.

Oxígeno disuelto.

En los valores de la superficie se puede observar que sus más -- altos valores (8.77 mg de O₂/l) fueron detectados en las cercanías del punto conocido como Barcelona a una profundidad de 1.3 m.

este mismo nivel arrojó su valor más bajo (6.90 mg de O_2/l) frente a las descargas del río Acula. En este mismo orden, observamos que a nivel de fondo se registraron las mayores cantidades - (10.48 mg de O_2/l) frente a la población de Alvarado, lo cual rebasa al 100% de saturación de oxígeno. Sin embargo, el comportamiento de estos valores en esta última área no deja de causar expectación, ya que éstas han presentado en algunos de los muestreos anteriores, niveles más bajos en las concentraciones de este gas como resultado de la oxidación de la materia orgánica. Por el contrario su valor más bajo (8.66 mg de O_2/l) fué a su vez detectado en las áreas donde confluye el río Blanco, concretamente en la boca de Tragadero. El resto de las estaciones, -- así como los niveles antes expuestos dan la pauta para considerar a este muestreo como uno de los más favorecidos en la concentración de oxígeno dentro de la columna de agua, como consecuencia de posibles fenómenos meteorológicos en la zona.

Alcalinidad.

Partió de un valor más alto (105.0 mg de $CaCO_3/l$) en las masas de aguas frente a la Costa de la Palma, mientras que su registro más bajo (70.0 mg de $CaCO_3/l$) fué encontrado en las cercanías de Isla Vives, concretamente donde descarga sus aguas el río Papaloapan. Del mismo análisis de datos en las estaciones, observamos la existencia de dos gradientes en los valores de la alcalinidad, uno que tiene su origen en la estación 6 y que finaliza en la estación 2, y el otro que inicia en la estación 11 y finaliza en la estación 1. Esto parece indicar que los suelos de los

alrededores, tanto como los sedimentos del interior de la laguna, presentaron una reserva mayor de carbonatos en la porción SO de la laguna donde se localizan las estaciones 6, 7 y 5 respectivamente, mientras que registros más bajos de ésta eran detectados en la entrada de agua dulce, donde descarga el río Papaloapan.

Nitritos.

Las concentraciones de los nitritos, reportaron sus concentraciones más altas a una profundidad de 1.10 m. en la estación 6 mientras que el registro menor (0.0 mg de $\text{NO}_2^-/1$) fué encontrado en la estación 11. Atribuible al primer comportamiento a la influencia del río Blanco, a través de la laguna de Tlalixcoyan y Boca de Tragadero, del cual se dice recibe cantidades significativas de nitratos (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y otras fuentes de nitrógeno como contaminante, (SAPH, 1981).

Septiembre: cuarto muestreo.

Fósforo disuelto.

El fósforo disuelto en forma global en las estaciones respecto a agosto parece haber recuperado su incremento de los dos primeros meses. La superficie por un lado, registró su concentración más alta (0.008 mg de $\text{PO}_4^{3-}/1$) frente a la localidad conocida como el Paraíso, mientras que sus registros más bajos (0.001) se ubicaron en las descargas del río Acula y Costa de la Palma respectivamente. Los primeros valores son atribuidos a las áreas de manglar-tu

lar, sobre todo cuando estas zonas son inundadas por el efecto de las corrientes de agua que se generan a través de las lluvias y - por la gran cantidad de aves marinas que se alojan en el tipo de vegetación existente en el área, dado que dichas aves aportan una gran cantidad de guanos y éstos a su vez son ricos en fosfatos. - De la misma forma, el fondo reportó su valor más alto (0.016 mg - de PO_4^{3-}/l) en las inmediaciones de Boca de Tragadero, por el contrario su valor más bajo (0.001 mg de PO_4^{3-}/l) fue detectado frente a Isla Vives.

Fósforo particulado.

Asimismo el fósforo particulado, arrojó su concentración más alta (0.223 mg de PO_4^{3-}/l) a una profundidad de 11.0 m. en las inmediaciones de la Boca de Alvarado. Este valor pudo estar asociado a - las características propias de las aguas de desechos domésticos - descargados por la población de Alvarado, de las cuales se dice - llevan implícitos una serie de compuestos de fósforo; entre los - que destacan los detergentes y los residuos de las actividades -- humanas (Winkler, 1986). De la misma forma detectamos que los niveles menores (0.079 mg de PO_4^{3-}/l), se encontraron con una misma magnitud en las aguas superficiales de los puntos conocidos como el Paraíso y Arbolillos. Estos valores fueron poco variables, así como las estaciones restantes, pero algunos valores fueron altos - y sobre todo los del fondo, aunque con la excepción del nivel -- bajo anterior.

pH.

Los reportes del pH, denotaron que el valor más alcalino del -- muestreo (8.10) fue ubicado en las aguas superficiales frente de Arbolillos, mientras que valores ligeramente ácidos (6.10) eran localizados en las estaciones 3 y 2, a profundidades de 50 y 80-cm. respectivamente.

Temperatura.

En este momento, se registró un comportamiento isotérmico, aun -- que se denotó también un ligero repunte de ésta (29.5°C) frente a la estación 11, y a una profundidad de 80-cm., aunque eran encontrados también registros con tendencias a la baja (26.0°C) -- en las estaciones 1 y 2. Los datos anteriores dan evidencias de la existencia de masas de aguas de mayor registro térmico en la porción NO de la laguna, mientras que las de menor temperatura -- eran localizadas en las cercanías de las descargas del río Papaloapan.

Salinidad.

En el presente muestreo, la salinidad siguió observando mayores -- registros (0.806‰) frente a las aguas de la Boca de la Laguna de Buen País, siendo detectadas a una profundidad de 1.0 m. Por el -- contrario registros más bajos (0.069‰) eran detectados a una -- profundidad de 50 cm. por abajo de la superficie frente a Isla -- Vives. Ambos valores estuvieron asociados en el primer caso, con

efectos de evaporación en el área correspondiente, incrementando la salinidad ligeramente en las regiones más someras de la laguna, y en el segundo caso, estuvo asociado a descargas de masas de aguas más frías provenientes del río Papaloapan.

Oxígeno Disuelto.

Este parámetro arrojó sus registros más altos (8.42 mg de $O_2/1$) en las aguas que provienen de la Laguna de Buen País, y frente a la localidad conocida como Barcelona; ambos valores fueron detectados a 50 cm. por abajo de la superficie. De la misma forma, detectamos valores más bajos (4.69 mg de $O_2/1$) frente a las descargas del río Acuña, a una profundidad de 1.5 m. El resto de las estaciones registraba también niveles aceptables en la concentración de este gas.

Alcalinidad.

Para el presente mes, la alcalinidad registró su valor más alto (130.0 mg de $CaCO_3/l$) y lo es también de todo el estudio, quedando ubicado frente a Costa de la Palma, a una profundidad de 90.0 cm.; mientras niveles más bajos (82.5 mg de $CaCO_3/l$) eran localizados a una profundidad de 11.0 m. aproximadamente en las inmediaciones de la Boca de Alvarado. A pesar de los valores alcanzados en alcalinidad, el resto de las estaciones se mantenían dentro de este rango, con pocas fluctuaciones y a su vez estos valores eran catalogados como aceptables (Rodier, 1981). Los valores anteriores debieron estar directamente influenciados por el sistema --

$\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-\text{-CO}_3^{2-}$, así como por los efectos de los organismos, dando le a este cuerpo de agua una capacidad de reserva alcalina moderada, la cual se refleja en los niveles del pH.

Nitritos.

Este parámetro como fuente de nitrógeno, registró su nivel más alto (0.002 mg de $\text{NO}_2^-/1$) en las aguas del fondo de las estaciones 1 y 4, mientras que niveles más bajos eran localizados en la mayoría del resto de las estaciones (tabla # 4).

Octubre: quinto muestreo. (*)

Fósforo disuelto.

De un total de cinco estaciones muestreadas, se observó un incremento en los valores de fósforo disuelto, principalmente en las aguas superficiales de la estación 10, arrojando valores de 3.017-mg de $\text{PO}_4^{3-}/1$. Por el contrario, niveles más bajos eran localizados en la estación 2 (0.002 mg de $\text{PO}_4^{3-}/1$) en las aguas superficiales de ésta. A pesar de los registros anteriores se observa que el resto de las estaciones arrojaron concentraciones bajas.

(*) Este muestreo, fué realizado bajo condiciones muy especiales de la época porque el día en que fue realizado éste, ocurrió un "norte" en la zona impidiendo de esta manera el registro completo de todas las estaciones de muestreo, tal como se había contemplado en el cronograma de actividades.

Fósforo Particulado.

Bajo estas condiciones, observamos que los mayores registros de esta variedad de fósforo (0.153 mg de PO_4^{3-}/l) correspondieron a las aguas de la estación 12, y a una profundidad de 3 m. En el caso opuesto vemos que los registros menores (0.063 mg de PO_4^{3-}/l) se encontraron frente a las aguas superficiales de la estación 2, manteniéndose también esta tendencia en las concentraciones de las estaciones restantes.

pH.

En ese mismo orden, tenemos que el pH reportó valores más altos (7.92) en las aguas superficiales de la Boca de la laguna de Buen País, mientras que niveles más bajos (6.71) eran detectados a 4.0 m. de profundidad en las descargas del río Papaloapan. También se observa una tendencia hacia valores neutros en el resto de las estaciones.

Temperatura.

La temperatura se incrementó hasta 24°C en las estaciones 6, 10 y 12, mientras que sus descensos (23°C) eran localizados en la estación 2, cabe aclarar que existen valores por abajo de este número, pero estos son poco representativos por las condiciones mencionadas al inicio del muestreo.

Salinidad.

Su registro más alto (2.06‰) fue detectado en el punto conocido-

como Arbolillos, mientras que registros más bajos (0.354%) eran ubicados frente a las aguas de descarga de la población de Alvarado. Por lo que respecta al resto de las estaciones sus valores se mantenían con leves variaciones con respecto al rango anterior.

Oxígeno.

El oxígeno arrojó su valor más alto (9.28 mg de $O_2/1$) en las aguas de la Boca de la laguna de Buen País a una profundidad de 1.0 m. su valor más bajo (7.46 mg de $O_2/1$) estuvo ubicado en las descargas del río Papaloapan a una profundidad de 50 cm.

Alcalinidad.

La concentración más alta (100 mg de $CaCO_3/1$) fué detectada a una profundidad de 1.4 m. frente al CETMAR (estación 12), a su vez el registro más bajo (75.0 mg de $CaCO_3/1$) fué localizado en las aguas superficiales de la estación 2 (frente a Isla Vives). Asimismo, observamos que el resto de las estaciones mantenían concentraciones muy similares al rango antes mencionado.

Nitritos.

En ese mismo orden, encontramos que la concentración más alta de nitritos fué de 0.005 mg de $NO_2^-/1$ frente a las aguas superficiales de la estación 9, y los registros más bajos fueron ubicados en las cuatro estaciones restantes (6,8,10 y 12).

Noviembre: sexto muestreo.

Fósforo disuelto.

En este último muestreo, el fósforo disuelto registró su valor más alto (0.038 mg de PO_4^{3-}/l) en las aguas del fondo de la estación 5, concretamente en las descargas del río Blanco, hecho al cual se atribuye dicho comportamiento, dado que este río recibe una serie de contribuciones de aguas ricas en fósforo producto de los campos agrícolas, residuos industriales y otra fuente de contaminación en este elemento, según lo denota un estudio realizado por la SARH, 1981 en la misma zona. Por el contrario, sus valores más bajos (0.0042 mg de PO_4^{3-}/l) eran localizados en las aguas superficiales de la estación 3.

Fósforo particulado.

En este mes la superficie registro su valor más alto (0.0645 mg de PO_4^{3-}/l) en las masas de agua de la estación 5, mientras que su concentración más baja (tabla 6) era detectada en la estación 1. Por el contrario, el fondo marcó su valor mas alto (0.141 mg de PO_4^{3-}/l) en las aguas de la estación 11, y su valor más bajo (0.050 mg de PO_4^{3-}/l) era localizado en las aguas de la estación-1. Los valores anteriores, así como los del resto de las estaciones tuvieron variaciones suficientes como para que se le tratara por separado, estos valores a su vez son propios para aguas de lagunas costeras tropicales (Contreras, 1984b).

pH.

Los valores del pH, en este mes fueron ligeramente "alcalinos" (7.92) y se localizaron en la estación 1, aunque registros con

tendencia ligeramente ácidas (6.41) eran ubicados en las aguas del fondo de la estación 2. Los valores anteriores, así como los del resto de las estaciones estuvieron muy cercanos de los neutros (pH 7).

Temperatura.

Las aguas de mayor registro térmico (28°C) en la superficie, fueron las aguas de las estaciones 5, 6 y 8; mientras que las de menor registro térmico (26.5°C) se ubicaron en la estación 3. El fondo por su lado, reportó masas de aguas con mayor temperatura (27°C) en las estaciones 1, 2, 5, 6 y 8; al mismo tiempo detectamos masas de menor temperatura (25.5°C) en las áreas de la estación 12. El resto de las estaciones registraron valores dentro del rango anterior. La variación y registros aparentemente altos, estuvieron relación estrecha con las condiciones climáticas propias y sobre todo cuando el muestreo se estaba realizando. Sin embargo, podemos suponer que sus variaciones en ambos estratos fueron influenciados por la invasión de aguas más frías provenientes de los ríos cercanos al área.

Salinidad.

Para este último muestreo la salinidad, reportó su nivel más alto (9.21‰) en las aguas del fondo de la estación 1, lo anterior da evidencias de penetración del agua del Golfo de México, a través de la Boca de Alvarado, y detectándose principalmente a nivel de fondo, a manera de una cuña de agua salina de mayor densidad. De-

La misma forma observamos valores más bajos (0.031%) de salinidad en las masas de agua de la estación 5. Este último comportamiento estuvo ligado a los aportes de agua provenientes del Río Blanco, al parecer fueron aguas de menor temperatura.

Oxígeno.

La concentración del oxígeno en este último muestreo, siguió siendo aceptable y a su vez reportó su valor más alto (7.16 mg de O_2/l) en las aguas superficiales de la estación 6, mientras que su valor más alto (5.25 mg de O_2/l) fué localizado en las aguas del fondo de la estación 12. Todo lo anterior parece indicar que porcentajes mayores de la concentración de oxígeno se ubicaron en la parte central de la laguna y los porcentajes más bajos eran localizados en el extremo SE de la misma.

Alcalinidad.

La alcalinidad por su lado, reportó su valor más alto (108.75 mg de $CaCO_3/l$) del muestreo en las aguas superficiales de la estación 6, por el contrario su valor más bajo (61.25 mg de $CaCO_3/l$) fué localizado en la estación 1 de su parte superficial. Estos registros reafirman una vez más que las masas de agua frente a Costa de la Palma (estación 6) son ricas en bicarbonatos, carbonatos y bióxido de carbono; como consecuencia de la exportación de estos compuestos a partir de los terrenos de los alrededores, aunque no se descarta también la influencia de la evaporación y profundidad del área en los reportes anteriores, como consecuen-

cia de la pérdida de agua hacia la atmósfera. Los resultados -- anteriores, así como los del resto de las estaciones fueron poco variables e intermedios.

Nitritos.

Para finalizar parte de la discusión en los parámetros físicos y químicos y refiriéndose exclusivamente a las concentraciones de los nitritos del sexto muestreo, diremos que su valor más alto -- (3.008 mg de $\text{NO}_2^-/1$) del muestreo, fué ubicado en las aguas superficiales de la estación 5, mientras que sus valores más bajos -- fueron localizados en las áreas correspondientes a las estaciones 6,8,9 y 10 (cuadro 6). El primer valor permite afirmar que -- las aguas vertidas a la laguna por el río Blanco, a través de la laguna de Tlalixcoyan, poseen cantidades significativas de compuestos nitrógenados, principalmente aquellas formas las que por procesos de oxidación o reducción originan nitritos.

DISCUSION DE RESULTADOS

Fósforo disuelto.

Las concentraciones promedio de esta forma química de fósforo en el área de estudio fueron relativamente variables de junio a noviembre de 1983, tal como se observa en la tabla 7. Esto está apoyado por los resultados del análisis de varianza (anova) en los seis meses, las cuales arrojaron valores estadísticamente diferentes a un nivel de confianza del 95% (tabla 9). Por lo cual las concentraciones de fósforo disuelto fueron variables como resultado de la desigual distribución del régimen de lluvias, coincidiendo en algunos casos con mayores registros de fósforo disuelto en los meses de mayor precipitación (Tarjeta 07, SARH Dir. Gral. Servicio Meteorológico Nal). Comportamientos similares se obtuvieron con el avance de la temporada de lluvias y poco después del término de ésta (gráficos No. 1). Esta última afirmación fué compartida por Botello, (1978), en sus resultados de fosfatos del mes de noviembre (1974) para la Laguna de Términos Campeche, Méx. Además el muestreo con mayor concentración de este nutriente durante el presente estudio (julio) fué realizado un día después de haber llovido. Generandose a través de este fenómeno mayores aportes de fósforo disuelto en la columna de agua, como resultado de la alteración de los sedimentos por los procesos de turbulencia (Zicker y col., 1965. In: Wetzel, 1981), los cuales se incrementan durante la llegada de la época de lluvias. Por otro lado, las concentraciones de -

fósforo disuelto se pueden incrementar también por los aportes externos por acción de escurrimiento de los ríos hacia el interior de la Laguna, y al aporte terrestre producido por la lixiviación del suelo en zonas de los alrededores de la misma. Por lo que parece evidente que las aguas de escurrimiento transportan nutrientes hacia la laguna, aunque gran parte de estas concentraciones se viertan finalmente al mar.

Gráficamente se observa que los meses correspondientes al verano parten de un valor inicial promedio bajo en junio (gráficos No. 1), para después incrementarse al mes siguiente poco más que el doble; posteriormente a finales de agosto este parámetro descende casi en forma similar al valor de junio. Al mes siguiente las concentraciones del parámetro en cuestión se mantuvo casi invariable respecto a agosto. Con los incrementos reportados para octubre se deja sentir una tendencia a la alza que correspondió a los meses de la época de otoño. Lo anterior da la pauta para pensar en la existencia de dos épocas mas o menos definidas (verano y otoño), aunque se observa en la misma gráfica también mayores concentraciones de este parámetro para el verano. Lo anterior coincide con lo reportado por Burton y Liss (1976) para aguas estuarinas.

Los picos máximos de la gráfica para el mismo parámetro (gráficos No. 2) dan idea de que los mayores registros alcanzados durante el presente estudio correspondieron a las aguas cercanas a Costa de la Palma (estación 7, figura 2). Estas zonas por su

baja profundidad corresponden a áreas de alta evaporación, las cuales llegan algunas veces, inclusive a presentar porciones - casi secas, (observaciones constataadas en campo). Los estudios de Arenas y de la Lanza (1981) reportan que estas características en los sedimentos de una laguna costera puede llegar a alterar la estructura de los sedimentos. Llegando a acelerar los procesos de mineralización y premineralización de la materia orgánica de éstos, con la subsecuente liberación de ortofosfatos. Cabe mencionar además que los sedimentos de estas zonas - presentaron un color negro (datos obtenidos solamente en el - muestreo de prospección), el cual fue sacado por comparación - del sedimento con la serie de colores de la tabla de Munsell - (1975). Correspondiendo este color a suelos ricos en materia - orgánica. Sin embargo, es importante recalcar que las aguas de la Boca de la Laguna de Buen País presentaron concentraciones - promedio más altas (gráficos No. 2) que las zonas antes mencio - nadas. Por ello hay posiblemente un importante papel en la con - tribución de las aguas de dicha boca hacia las primeras zonas - y sobre todo hacia la estación 7, lugar donde confluye el sis - tema de corrientes de la Boca de Laguna de Buen País cuando las corrientes se dirigen hacia el mar. Además Wetzel (1981) propo - ne que la elevada adsorción de fosfato por las arcillas es fa - vorecida por valores bajos del pH (aprox. de 5 a 6) y como se - puede observar este comportamiento del pH es compartido por -- las aguas de la Costa de la Palma (gráficos No. 2). Aunado a - lo anterior Margalef, (1983) menciona que las aguas fuertemen - te alcalinas (valores promedio de la estación 7, gráficos No.2),

y por ello pobres en calcio, generalmente de poca profundidad retienen en solución cantidades elevadas de fosfatos. Así mismo los mecanismos de la liberación de fosfatos de los sedimentos, antes mencionados y propuestos por Arenas y de la Lanza, (1981) pueden verse activados por los incrementos de temperatura de estas aguas (valores promedio, gráficos No. 2). Por consecuencia podría aparecer en un momento dado mayores aportaciones de fósforo disuelto de los sedimentos hacia la columna de agua, pasando por mayores registros de este parámetro en las aguas del fondo de dichas zonas.

Aunque en este renglón de la química lagunar no se descarta la influencia que se realiza bajo el contacto entre agua de mar y las del interior del sistema lagunar, ya que se sabe existen liberaciones de elementos adsorbidos al sedimento, a través de los intercambios iónicos previos al mezclado de dichas aguas (Kharkar et al., 1968. In: Burton y Liss, 1978).

De un total de ocho descargas de aguas residuales domésticas-muestreadas a lo largo de la población de Alvarado (figura 4) cuyos valores aparecen en la tabla 8. Se observa en ambos que las salidas de los drenajes que más contribuyeron con aguas de mayor concentración de fósforo disuelto hacia el interior de la laguna, fueron las de la red de drenajes cercanos a la Calle Rayon, Calle Juárez y Calle Bravo, y cercanías del mercado municipal (figura 4, estación 4, 8 y 2).

Fósforo Particulado.

A fin de lograr un panorama conjunto sobre la dinámica de ambas formas químicas del fósforo en el ecosistema lagunar, se hizo necesario graficar también el comportamiento de este parámetro (gráficos No. 1), registrando su valor promedio más alto al inicio del verano (muestreo de junio) e ir descendiendo con el avance de la época. Comportamiento que es atribuido a la temprana llegada de la época de lluvias, ya que generalmente el régimen de lluvias se inicia en el mes de julio y termina en el mes de octubre, sobre todo porque el muestreo de junio se realizó media hora después de haber llovido. Esta fué la causa principal del pico máximo del valor de fósforo particulado al cual se hiciera referencia anteriormente (valor promedio de junio), producto de los acarrees de materiales en suspensión a través de los ríos hacia el interior del ecosistema lagunar; dado que a mayores aportes de estos materiales la mayoría de las veces se tiene mayor concentración de este parámetro. Por ello en las aguas de descargas del río Papaloapan (gráficos No. 2 y figura 2) se encontraron las concentraciones más altas del fósforo particulado ($0.842 \text{ mg/l de NO}_4^{3-}/\text{l}$), de este río se tiene antecedentes de que recibe una cantidad considerable de sólidos en suspensión hacia el interior de la laguna (aprox. 2500 ton/día; Szekely, 1978). Al mismo tiempo se observa una relación inversa del fósforo particulado y los de transparencia (tabla 7, estación 1 y 2), es decir a valores altos de fósforo correspondieron valores bajos de transparencia.

Desde otro punto de vista e implícito en los valores de transparencia, existe una relación casi directa entre las concentraciones del fósforo particulado y el material en suspensión, vistos estos valores como una medida indirecta de la transparencia en aguas de las zonas antes mencionadas, como se sabe estos materiales son nuevamente incorporados a la columna de agua por efecto de turbulencia y la mezcla de los sedimentos por acción del viento. Relaciones similares fueron encontrados por Cruz, (1973) en las aguas de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver., entre las concentraciones de fosfato total y la transparencia durante la época de otoño de 1967.

En los meses correspondientes a otoño, los valores se mantuvieron con poca variación en toda la época (gráficos No. 1), comportamiento gráfico que al ser comparado con la otra época denotan la presencia de dos épocas más o menos definidas.

Todo lo anterior dan la pauta para considerar la influencia del río Papaloapan como una de las principales causas del azolve de la laguna, sobre todo donde el ecosistema lagunar se hace más estrecho (estación # 3, figura 2) y una prueba de ello es también la baja profundidad de estas zonas (aprox. 1 metro o menos).

Del registro de las ocho descargas de aguas domésticas residuales, se tiene que las más altas concentraciones del fósforo particulado coincidieron con las mismas salidas de los drenajes

cercanos a las calles de Rayón y Juárez, respectivamente (figura 4, estación 4 y 8). Lo anterior da una idea de como las actividades urbanas contribuyen al deterioro de las aguas lagunares. Ya que se sigue teniendo la idea de que estos ecosistemas pueden hacer las veces de "basureros" para agua de desecho, porque se tiene la idea de que la basura y las aguas de desecho serán finalmente llevadas hacia el mar. Sin embargo, se ha visto que en algunos estuarios como el del Río Támesis (Board, 1873. In: Burton y Liss, 1976), el transporte de lodo y basura río arriba cambia y proponen que esto se debe tener en cuenta para la clase de residuos y la cantidad vertida hacia éstos. Lo mismo puede ocurrir en el ecosistema que nos ocupa, porque el sistema de corrientes durante la pleamar puede remontarse laguna arriba -- (observaciones constatadas en campo y por revisión bibliográfica) y sobre todo esto es más factible durante la época de secas, cuando la laguna presenta su menor capacidad de dilución.

Otros estudios fueron realizados en la misma área con los mismos fines y son el de Sevilla (1977) quién reporta valores de ortofosfatos de enero a noviembre desde los 0.03 ppm hasta valores ligeramente superiores a los 0.10 ppm, posterior a la temporada de lluvias; otro estudio fué realizado por la SARH (1981) en el mes de junio, con valores promedio de fosfatos totales que varían desde los 0.80 a 1.33 ppm; promedios para el mes de diciembre -- (1980), un último estudio fué realizado por el Laboratorio de Oceanografía de la UAMI 1984 In: Contreras, (1985) con valores que oscilan entre los 0.51 y 4.48 $\mu\text{g-at/l}$. Sin embargo, algunos-

autores consideran que los estuarios pueden registrar valores próximos a los 2 ppm, mientras que la zona oceánica generalmente presenta valores cercanos a los 0.1 ppm de fosfatos.

pH

El rango presentado para el pH durante el transcurso del tiempo de verano a otoño, y dentro de las estaciones de muestreo, fue casi constante. Tal como se observa en los gráficos No. 1 y No. 2 respectivamente. Lo cual estuvo determinado principalmente por los aportes de agua dulce de los ríos, así como por la constante influencia del mar, la agitación de los sedimentos, los procesos de descomposición de la materia orgánica y la influencia de los asentamientos humanos e industriales en el área. Margalef, (1983) menciona cierto rango de pH (6.5 a 8.5), dentro del cual se incluyen los valores promedio de la tabla # 7 para aguas propiamente continentales, y que a su vez este rango estuvo regido principalmente por el ión bicarbonatos (HCO_3^-), debido a la baja reserva alcalina presentada por el agua lagunar.

Estudios anteriores sobre este parámetro, son los realizados por la SARH, (1981) con valores promedios de pH que varían en un rango de 7.90 a 8.30 (valores promedios para el mes de diciembre de 1980) otro trabajo realizado con el mismo fin fue el de Laboratorio de Oceanografía de la UAMI, 1984 In: Contreras, (1985) quienes reportan valores en un rango de pH de 7.7 a 8.4.

Temperatura.

En forma gráfica se observa, que en promedio la temperatura registró un incremento en julio, respecto a junio y se mantuvo casi este valor a finales de agosto (gráficos No. 1). Para el otoño se presentó una tendencia a la baja, en los meses de septiembre y octubre para reportar nuevos ascensos térmicos a finales de noviembre.

De lo anterior se puede afirmar que la temperatura mostró también dos épocas térmicas. Aunque por otro lado, vemos que las más altas temperaturas fueron ubicadas en la porción NO de la laguna, como consecuencia de su baja profundidad; mientras que temperaturas más bajas eran localizadas en la porción SE de la misma, producto de aguas más frías que provenían de las descargas del río Papaloapan.

En general, la variación de la temperatura fué muy homogénea -- como consecuencia de la baja profundidad de la laguna, lo que permitió que sus aguas fueron calentadas en forma casi uniforme. Aunque de antemano se sabe que el comportamiento de la temperatura estuvo determinado por las condiciones de la época en la zona.

Estudios realizados con este fin en la misma área han sido varios; entre ellos se pueden citar los siguientes: El de Villalobos et al., (1976); Villalobos et al., (1975) quién destaca que la temperatura es un parámetro que determina las características

de esta masa de agua, y que sus valores en las aguas someras son resultado de la insolación ó bien del enfriamiento del aire por las noches; Sevilla, (1977); SARH, (1981); Flores-Coto y Méndez- (1982), destacan que la temperatura estuvo influenciada por tres factores: los aportes importantes de aguas frías del Río Papaloag pan respecto a los del sistema lagunar, corrientes generadas por mareas (poca influencia sobre la temperatura), el tercero la topografía y la profundidad; que permitían un mayor calentamiento de las aguas someras; un último reporte fué el del Laboratorio de Oceanografía de la UAMI, 1984. In: Contreras, (1985) quienes reportan un rango de temperatura de 25.5 a 31.0 °C.

Salinidad.

Se observa un decremento de junio a septiembre en la salinidad de las aguas de la laguna como consecuencia de los aportes de agua dulce de los ríos y la llegada de la época de lluvias (descripción del área de estudio), al mismo tiempo se observa en el gráfico No. 1 una recuperación de la salinidad en los meses de octubre y noviembre. De todo lo anterior se puede desprender también la existencia de dos épocas, en lo que se refiere a los valores promedio de salinidad.

Por otro lado, en el gráfico No. 2 se denota que las masas de agua que alcanzaron mayor salinidad fueron las que se encontraron en la boca de la Laguna de Buen País, como resultado de la influencia marina proveniente del Golfo de México. La cual estuvo determinada por la incursión de la pleamar a través de la

conexión que existe entre la laguna Camaronera y el Golfo de México (Departamento de Pesca, 1977). También cabe destacar la presencia de un patrón de dilución de aguas de mayor salinidad desde el lugar antes mencionado hasta la Boca de Alvarado. Adicionalmente se menciona la presencia de una "cuña de agua salina en las aguas del fondo de la Boca de Alvarado, durante el mes de noviembre (descripción de resultados mensuales), la cual fué detectada también por Villalobos et al., (1969) a manera de una zona de influencia nerítica en el mes de agosto y durante la época de lluvias.

En general las aguas de la laguna registraron tendencias hipohalinas durante los seis meses de estudio como consecuencia de los aportes de agua dulce de los ríos, lluvias y los devenires de las mareas. Lo cual concuerda con lo reportado por Lankford, (1977); Sevilla, (1977); Flores - Coto (1982), así como los reportes del Laboratorio de Oceanografía de la UAMI, 1984 In: Contreras (1985) en la misma zona. Sin embargo, las tendencias limnéticas del agua de la laguna podrían propiciar un mayor incremento de fosfatos. Cuando se lleva a cabo la mezcla de agua dulce y salina, los espacios que dejan libres los iones del agua marina (cloruros y sulfatos) podrían ser reemplazados por los iones fosfatos (PO_4^{3-}) del agua lagunar al ocurrir el intercambio entre ambas aguas, tal como lo proponen Carrit y Goodgal y Burns y Salomon. In: Burton y Liss (1976).

Conductividad.

La conductividad reportó un comportamiento similar a la salinidad, ya que estos dos parámetros están influenciados por la temperatura y existe una relación directa entre ambas. Además la manera de evaluar a la segunda, comunmente se realiza en función de la primera a una cierta temperatura (descripción en material y métodos).

Oxígeno.

Las concentraciones promedio de este gas describieron un comportamiento casi oscilatorio durante los seis meses (gráficos No.1), producto de la actividad fotosintética en el área, acción del viento, contacto de la interfase atmósfera - agua, temperatura y salinidad del agua lagunar.

En los gráficos No. 2 se observa un comportamiento oscilatorio también en las concentraciones promedio de oxígeno. De la misma se deduce que las más altas concentraciones de oxígeno correspondieron a las masas de agua cercanas a Costa de la Palma (estación 6), y probablemente determinada por la escasa profundidad del área, repercutiendo en una mayor concentración de este gas a través de la columna de agua. Del mismo modo se denota que los valores más bajos de oxígeno fueron detectados en las masas de agua de la población de Alvarado (estación 3). Lo anterior nos lleva a pensar que estos valores bajos se debieron a los procesos de oxidación de la materia orgánica, producto de las aguas de desecho urbanas que se mezclan con las aguas de la laguna. De

Bibliografía revisada para esta área se menciona que el río Papacapan acarrea hacia la laguna una serie de contaminantes y descargas municipales de agua que contienen cantidades considerables de sólidos suspendidos (2,500 ton/día), tal como lo proponen los reportes en Szekely, (1978) para la Laguna de Alvarado. Lo que podría consumir el oxígeno disuelto a través de los procesos de oxidación de la materia orgánica.

Las concentraciones de oxígeno en la laguna han sido evaluadas en varias ocasiones, en la misma época pero en diferentes años y destacan los siguientes: Villalobos et al., (1975), quienes reportan valores bajos para el mes de agosto de 1966, en las aguas de la Boca de Alvarado (2.79 ml/l) y Boca del río Acuña (2.86 ml/l), con valores máximos en la Laguna de Buen País (7.69 ml/l) para el mismo mes; Sevilla (1977) reporta valores bajos para las aguas del fondo de la Boca de la Laguna de Tlalixcoyan con 2.69 y 2.58 ml/l en los meses de julio y noviembre respectivamente, mientras que las concentraciones más altas correspondieron a las áreas cercanas a Punta Grande (estación 10, figura 2) con valores de 5.6 ml/l en el mes de julio e igual concentración para el mismo mes se encontraron en las aguas superficiales de Costa de la Palma (estación 7 figura 2); SARH (1981) reporta en promedio un rango de 5.3 a 8.13 mg/l, para el mes de diciembre (1980) con valores que predominaban muy cerca a los 5 mg/l, con concentraciones más bajas en la zona de influencia de la población de Alvarado y la Laguna de Tlalixcoyan; por último se mencionan los reportes del Laboratorio de Oceanografía de la UAMI, 1984 In: --

Contreras, (1985) con valores mínimos de 2.1 y máximos de 5.6 - ml/l.

Alcalinidad.

Las concentraciones promedio de carbonato de calcio (CaCO_3) como índice de la alcalinidad, para el verano fueron relativamente - altos al inicio de esta época (junio), para después descender en julio y volver a recuperarse ligeramente a finales de agosto. - Para el otoño se registró una concentración similar a junio, pa - ra volver a descender en los dos meses restantes de esta época - (gráficos No. 1). Lo anterior da la pauta para considerar la pre - sencia de dos estaciones así como también por los resultados -- obtenidos en los patrones de distribución de la concentración - del parámetro en las estaciones de muestreo (gráficos No. 2). - La alcalinidad y el pH están asociados en gran medida, debido - a que ambos son afectados por los mismos factores.

Las concentraciones de mayor relevancia de alcalinidad dentro de la laguna, fueron las localizadas en áreas cercanas a Costa de - la Palma (estación 7, figura 2), atribuible en gran medida a las características químicas de los terrenos de los alrededores, los sedimentos, así como también a la influencia de la entrada de - mareas que hacen posible la mezcla de agua dulce y salada, tal - como se detectó en los valores de salinidad de las aguas del -- fondo de la Boca de Alvarado. El agua de mar puede regular la - alcalinidad y la ácida de las aguas dulces de la laguna, como - consecuencia de su gran capacidad de amortiguamiento. Retomando -

los rangos del pH conjuntamente con los de alcalinidad, se puede proponer que el sistema de equilibrio de tamponamiento ($\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-\text{-CO}_3^{2-}$), estuvo definido por el ión bicarbonato (HCO_3^-), dado que éste es el principal indicador de agua dulce (Margalef, 1983) y en este caso su presencia nos indica que los suelos de los alrededores de la laguna son de características pobre en caliza, lo anterior se reafirma por su baja reserva alcalina detectada.

Los estudios realizados en el área en cuestión han sido muy pocos y entre ellos podemos citar el de la SARH (1981) quienes reportan valores promedio para el mes de diciembre (1980) con un rango de 72.6 a 157 mg/l de CaCO_3 .

Nitritos.

El nitrógeno bajo la forma de nitrito reportó también una delimitación de las estaciones de verano y otoño, tal como se puede observar en los gráficos No. 1. La variación estacional estuvo asociada a una desigual distribución de la época de lluvias en la zona, y con mayores aportes de éste nutriente durante su presencia.

Los gráficos No. 2 denotan que las concentraciones promedios más altas de nitritos fueron detectadas en las cercanías de Costa de la Palma (estación 7), lo que parece indicar que sus valores estuvieron asociados a zonas donde se localizan mayores reservas de materia orgánica, (discusión del fósforo disuelto) y por con-

secuencia su descomposición incrementa los valores de nitritos. Aunque no se descarta la influencia de otras formas de nitrógeno que por procesos bacterianos pudieran ser convertidos a nitritos. Estudios anteriores acerca de este parámetro son muy pocos y entre ellos se mencionan los de la SARH, (1981) quienes reportan valores promedio para el mes de diciembre (1980) en un rango de 0.002 a 0.007 mg/l en las aguas localizadas frente a la población de Alvarado; el Laboratorio de Oceanografía de la UAMI, 1984 In: Contreras (1985) quienes reportan un rango que va de 1.41 a 4.90 $\mu\text{g-at/l}$ de nitrógeno en forma de nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) conjuntamente.

Transparencia.

En la laguna como en todo sistema estuarino predominan los fondos lodosos (fig. 3), sobre todo cuando aparece la época de lluvias, y que por influencia de ésta los sedimentos son nuevamente recirculados e incorporados a la columna de agua, con su posterior impacto en la transparencia. De junio a noviembre de 1983 se llevaron a cabo evaluaciones de la visibilidad (transparencia) del agua lagunar, mediante el uso del disco de Secchi. Los valores de éste parámetro aparecen en la tabla # 7, con datos bajos de visibilidad donde descarga sus aguas el río Papalapan (estación 2, figura 2), y éstos a su vez estuvieron asociados con valores altos de la velocidad de las corrientes (aproximadamente 36.25 cm/seg.). La baja visibilidad de las aguas de estas áreas estuvo determinada por la gran cantidad de sólidos-

suspendidos que son transportados por este río hacia el interior de la laguna y el mar, ya que se tienen antecedentes de que el río Papaloapan aporta a la Laguna de Alvarado un gran volumen de sólidos suspendidos (aproximadamente 2,500 ton/día), según lo denotan los estudios en Szekely, (1978).

Por otro lado, los valores más altos de visibilidad fueron detectados en las masas de agua de Costa de la Palma (estación 7), -- coincidiendo estos valores con áreas de reposo hidrológico, tal como lo señalan los estudios de Villalobos et al., (1969).

De lo antes propuesto se puede despejar la idea de que las concentraciones de sólidos suspendidos van ganando terreno día a día en el azolve de la laguna conforme los procesos de erosión -- se van incrementando producto de la deforestación de los montes en los alrededores, y por consecuencia la laguna se va azolvando rápidamente, dado que se tienen datos históricos de que hace -- aproximadamente cinco décadas entraban a la laguna de Alvarado, -- navíos marítimos de algunos cientos de toneladas que remontaban el río Papaloapan hasta la población de Tlacotalpan, según lo denotan los datos tomados de la Geografía General de México, Tamayo (1962), y esta incursión río arriba es casi imposible realizarla en la actualidad, a menos que éstas sean desolvadas, acción que sería incosteable en el presente.

Análisis Estadístico.

A partir de los resultados del estadígrafo T-de student se pudo-

comprobar que los parámetros hidrológicos en cuestión no registraron diferencias significativas en sus concentraciones de superficie y fondo, por lo que no fue necesario tratar a ambos niveles en forma independiente, sino como un solo nivel.

Por otro lado, los resultados del análisis de la F-de Fisher (anova) permitieron comprobar que las concentraciones de fósforo disuelto y particulado, registraron variaciones significativas en sus concentraciones a lo largo del tiempo (tabla 10.1 bajo los criterios de Scheffler, 1981). Con la previa aclaración de que dichos análisis fueron solamente aplicados en ambos parámetros por corresponder éstos al objetivo central del presente estudio.

La aplicación de correlaciones simples (entre X y Y), solamente permitieron comprobar la existencia de una correlación verdadera entre el fósforo disuelto y la transparencia (variación de Y explicada por X), tal como se observa en la tabla 10.2 de la correlación entre ambas variables. El fósforo particulado por el contrario, no registró ninguna correlación de significancia con otra variable, aunque en la misma tabla se observa una correlación aparente entre el fósforo particulado y el fósforo total (fósforo disuelto y particulado), lo cual es bastante lógico -- pero carece de validez su resultado, porque las concentraciones totales de fósforo a que se hiciera referencia están constituidas en gran proporción por el fósforo particulado, y en menor grado por el fósforo disuelto.

Con respecto a las correlaciones múltiples aplicadas entre las variables dependientes (fósforo disuelto y particulado) y las variables independientes (pH, temperatura, oxígeno disuelto, et.). Aunque cabe hacer notar de que dicho análisis hizo las veces de un ejercicio, ya que para su aplicación se debió hacer una previa estandarización de los datos de cada parámetro a -- analizar bajo este criterio, por lo cual, los valores de los parámetros en cuestión debieron registrar una distribución lineal, como requisito para que dicho análisis fuese aplicado.

Por ello sus resultados tabulados carecen de validez para el presente estudio. Además para que estos valores fueran correctos las probabilidades debieron ser bajas y la distribución F-alta; requisitos no cumplidos en dichos análisis.

Por último, a partir del análisis de discriminantes de Fisher, y retomando las ecuaciones de la parte correspondiente al trabajo de gabinete para el mismo (inciso 3). Se deduce que las ecuaciones 1 (D_1), 2 (D_2), 5 (D_5) de las funciones de -- igual número (tabla 11). Cuando los valores de sus coeficientes son reemplazados en éstas, quedan construídas de la forma siguiente: por ejemplo, la ecuación:

$$D_1 = 0.137X_1 + (-0.074)X_2 + 0.049X_3 + (-0.554)X_4 + (-0.592)X_5$$

y

$D_2 = (-0.559)X_1 + 0.301X_2 + 0.15X_3 + (-0.199)X_4 + (-0.172)X_5$,
y así sucesivamente hasta la ecuación D_5 . Se observa que solamente son válidas para las primeras cinco variables (X_1 a la

X_5), porque las restantes variables (X_6 a la X_9) han sido rechazadas por dicho análisis. Haciendo un análisis en los meses se observa que el primero (región bajo los números unos) quede regido por la función de discriminantes canónicos 2 del extremo izquierdo del gráfico # 3, en la región de los negativos. Este mismo muestreo estuvo distribuido en todo el rango (negativo y positivo) de la función de discriminantes canónicos 1 de la distribución horizontal del mismo gráfico. Por tanto, para que se cumpla la ecuación D_1 la variable fósforo disuelto (X_1) deberá partir de un valor bajo; por lo que respecta a la variable fósforo particulado (X_2) este será alto para que el carácter negativo-predomine el (X_3) deberá ser también bajo; mientras que los valores del oxígeno (X_4) y la alcalinidad necesariamente deberán ser altos para que el carácter negativo subsista y domine.

Para el muestreo de julio (región de los números 2) le correspondrán los valores positivos de la función de discriminantes canónicos 1 y abarcando también todo el rango de la función de discriminantes canónicos 2; por lo consiguiente este muestreo deberá quedar regido por los comportamientos (positivo ó negativo) - en los signos de los factores de la ecuación D_1 , en la cual se espera un valor alto de fósforo disuelto (X_1) para que se pueda mantener el carácter positivo de la misma ecuación, el fósforo particulado (X_2) por su lado deberá descender para que el efecto del carácter negativo sea mínimo, el pH (X_3) deberá también incrementarse para que el carácter positivo domine aún más para que se cumpla la ecuación D_1 en la región positiva de la función de-

discriminantes canónicos 1, y por consecuencia el oxígeno y la alcalinidad deberán también descender.

En agosto y septiembre los parámetros antes mencionados variaron paulatinamente respecto a los meses anteriores, ya que de esa manera se explica el área cerrada de ambos en el gráfico # 3. El comportamiento de estos dos muestreos estuvo definido dentro del rango de los positivos de la función discriminantes canónicos 2. Por otro lado el muestreo tres estuvo a su vez regido en una pequeña región positiva (del cero a la derecha) de la función de discriminantes canónicos 1; lo mismo ocurría con el cuarto muestreo, pero ahora en una pequeña región (del cero a la izquierda) negativa de la misma función.

Para el mes de octubre no se presentó un patrón de distribución bien definido, debido a la falta de registros que como se citó en la discusión mensual para dicho mes éstos fueron muy escasos, por lo cual la discusión del muestreo deberá pasarse por alto, ya que para cumplir los requisitos del programa fue necesario substituir los valores faltantes por cero.

El mes de noviembre debió también ser afectado por las causas que pudieron derivar de la falta de datos del mes de octubre. Solamente diremos que su región de distribución en el gráfico fué bastante cerrado, lo cual indica que los valores de los parámetros en cuestión debieron ser muy similares, para estos que cayeran dentro de la región propuesta para este muestreo.

Caracterización General de la Laguna de Alvarado

En general se puede afirmar que la Laguna de Alvarado se mantuvo durante el verano y el otoño de 1983, como un medio ambiente estuarino "eutrófico" (Wetzel, 1981), debido a que las concentraciones de fósforo disuelto (tabla 7; valor mínimo y valor máximo) fueran en algunos casos relativamente altas a pesar de su alta capacidad de dilución que presenta la laguna durante la época de lluvias; así como por la pérdida del mismo hacia el mar y a los sedimentos, que por procesos de adsorción con las arcillas pueden pasar a otras formas de combinación del elemento fósforo (con el elemento calcio, fierro y aluminio). Sin embargo, de tomar en cuenta las concentraciones de fósforo particulado (valores máximos; tabla 7), las aguas lagunares podrían adquirir en un momento dado una característica "hiper-eutrófica". Además por los registros de la transparencia se observa que el ecosistema estuvo dominado por la presencia de agua turbias. Donde se observa una relación inversa entre los valores de transparencia y las concentraciones del fósforo particulado; coincidiendo valores bajos -- del primer parámetro con valores altos del segundo, principalmente donde descarga sus aguas el río Papaloapan y en lugares donde la velocidad de corrientes es alta como en la Boca de Alvarado.

Tomando en cuenta los niveles de oxígeno, se puede afirmar que el cuerpo lagunar en general registró una buena oxigenación como resultado de la acción de los vientos procedentes del NO y por -

la presencia de "nortes" característicos de la época en la zona; contacto de la interfase atmósfera - agua y la temperatura del agua, así como por la actividad del fitoplancton (Villalobos et al., 1975).

La salinidad estuvo determinada por la afluencia de agua dulce procedente de los ríos que bañan a la laguna; misma que le da un carácter hipohalino, así como por la influencia de la actividad de las mareas en el área, aunque también destacan los efectos de la evaporación en los registros anteriores de la salinidad.

A partir de los resultados de este trabajo y a otros estudios - revisados en el área, aunado a las observaciones en campo, se puede afirmar que el ecosistema ha sido alterado medianamente - por las actividades urbanas, agrícolas e industriales, inclusive puede ser que esta apreciación halla sido rebasada a la fecha, ya que se tienen reportes del descenso de la producción ostrícola y camaronera en la laguna (Szekely, 1978).

Sin embargo, es de esperarse que en el futuro la población, la industria y la actividad agrícola se incrementan, como consecuencia del acelerado crecimiento poblacional en la zona (tasa de crecimiento anual de 3.4%; Ecoplan, 1982), repercutiendo de esta manera en cuadros de mayor magnitud de la contaminación del agua; y dificultándose así la capacidad del abastecimiento futuro de agua. Además porque tanto los ríos como la laguna representan fuentes potenciales de agua potable para la población.

Los índices de la contaminación del agua podrían ser más evidentes, cuando el ecosistema tiene menor capacidad de dilución (época de secas) y como consecuencia registrar una mayor vulnerabilidad a la contaminación.

Del efecto de la contaminación de las aguas de los ríos y laguna, se han tenido publicaciones al respecto en los periódicos nacionales como Excelsior (21 de enero de 1986) y la Jornada (18 de octubre de 1986). En el primero se hace énfasis sobre la contaminación de los ríos de Veracruz, entre ellos, el río Blanco con una acentuada explosión industrial cerca de su cuenca hidrológica; en este mismo diario se cuestiona la muerte del río Papaloapan por la contaminación que arrojan los diferentes ingenios del Estado. En el segundo diario se menciona la creciente contaminación de las aguas de la laguna de Alvarado, mediante la acción de aguas sucias del río Papaloapan y los agroquímicos utilizados en la pesca clandestina (por ejemplo, en la captura del camarón se utiliza el Arriero, agroquímico que mata a la hormiga arriera. Según la versión del diario los pescadores no cooperativistas arrojan en la noche éste producto y las diferentes especies huyen a las orillas de la laguna, donde son capturados con facilidad). Producto de esta actividad sigue diciendo este segundo diario se ha reducido en un 70% la captura de chucumite y robalo, y el desmoronamiento de la empresa Paraestatal Productos Pesqueros de Alvarado, que desde su fundación en 1964 ha trabajado con números rojos. Además otro problema relacionado con la pesca en este puerto destaca el mismo diario, es el cementerio

de barcos. Todo lo anterior parece indicar que la Laguna de Alvarado se dirige también a un proceso de declinación, tal como está ocurriendo con algunos otros esturios nacionales, entre ellos el esturio del río Coatzacoalcos y Pánuco, aunque por diferentes causas el resultado final es la contaminación de sus aguas.

Partiendo de la idea de que todo ecosistema acuático, de tipo abierto, no está exento de la influencia de otros factores externos, tales como: la contaminación de los suelos, mediante los desechos sólidos que se arrojan en los ejes carreteros y caminos vecinales; desechos domésticos, entre los que destacan las latas de cervezas y bolsas de plástico; otra fuente contaminante lo representa los basureros a cielo abierto, donde sus componentes son fácilmente transportados por la acción de los vientos hasta las tierras de pastoreo, agrícolas, y llegando inclusive laguna adentro cuando se presenta la época de "nortes" (Ecoplan; SAHOP, 1982). Además otra fuente bibliográfica reporta aportaciones de sustancias tóxicas activas al azul de metileno, grasas, aceites, a través de las descargas de los ríos Papaloapan, Blanco y Acula; descargas urbanas y del Puerto Piloto. Aunado a la contaminación bacteriológica del agua continúa diciendo la misma fuente (SARH, 1981).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de los parámetros en cuestión durante el período de junio a noviembre de 1983, se concluye lo siguiente:

El nutriente fósforo total disuelto, se mantuvo dentro de los rangos reportados como normales (Generalidades) para las lagunas costeras. Como resultado de la capacidad de dilución del cuerpo lagunar característica de la época de lluvias.

Las concentraciones del fósforo total particulado como contaminante externo, estuvieron asociados a las descargas del río Papaloapan y aguas de desechos provenientes de la población de Alvarado. Como consecuencia de estos aportes se registran relaciones inversas entre los valores de la transparencia y las concentraciones de fósforo particulado (figura 2, tabla 7) en las masas de agua de los lugares antes mencionados.

La variación de la temperatura en el área de estudios fué muy homogénea, (tabla 7) producto de la baja profundidad de la laguna. Lo cual permitió que las aguas lagunares fueran calentadas en forma casi uniforme por los rayos solares propios de la época, y por su relación con las corrientes internas, de mareas e influencia de los ríos.

Los datos de la salinidad denotaron la existencia de dos influencias de agua marina provenientes del Golfo de México. -

Una en la cercanía de la Boca de la Laguna de Buen País, como resultado de la acción de las mareas a través de la conexión entre esta laguna con la Laguna Camaronera y esta última a su vez con el mar; mientras que la otra influencia, se percibió a manera de una "cuña" de agua de mayor salinidad en el fondo de la Boca de Alvarado.

Los datos del oxígeno en el área, fueron bastante aceptables (tabla 7), como resultados de la influencia de los vientos y de interacción entre la interfase agua-aire. Sin embargo, se detectaron valores bajos en las masas de agua donde descarga sus aguas el río Papaloapan. Como consecuencia del consumo de éste gas de parte de los procesos de oxidación de la materia orgánica característica de estas aguas.

Con base en los datos de la alcalinidad (tabla 7), podemos concluir que las aguas lagunares registraron una reserva alcalina moderada, producto del lavado de los terrenos y sedimentos de los alrededores lo cual se reflejó también en los valores cercanos a la neutralidad del pH.

El nutriente nitrógeno en su forma de nitrito, reportó valores aceptables de su distribución en el ecosistema lagunar. Sin embargo se detectaron valores altos en las áreas situadas frente a Costa de la Palma (tabla 7, figura 2). Este comportamiento esta asociado a los aportes significativos de aguas nitrógenadas que reciben estas áreas a través del río-

Blanco, del cual se sabe recibe una serie de contribuciones de este elemento, producto de las actividades agrícolas e industriales a lo largo de su cauce.

De lo antes propuesto, se concluye que los aspectos de mayor importancia para las épocas de verano y otoño de 1983, fueron las condiciones cambiantes de las concentraciones de los parámetros como resultado de las condiciones ambientales en la zona, las cuales influyeron para que la mayoría de los parámetros (con excepción del oxígeno disuelto y el pH, gráficos No. 1) definieran la presencia de dos épocas (verano y otoño) durante el lapso de tiempo que cubrió el presente estudio.

Es importante recalcar también, que se presentó un carácter eutrófico en cuanto a las concentraciones circulantes de fósforo total particulado (potencialmente transformable a la forma disuelta) en el agua lagunar. Que bajo ciertas condiciones podría alcanzarse características hiper-eutróficas, principalmente durante la época de estiaje.

De la evaluación de aguas residuales de desecho en la población de Alvarado, se concluye que la línea de la red de drenaje que más contribuyó con concentraciones de fósforo total disuelto y particulado hacia el interior de la laguna fué la salida de la línea ubicada en la calle Juárez de la misma población. Corregiendo éstos lugares a terrenos de menor pendiente con respecto al total muestreados y se encontraron localizados en las

cercanías donde ocurre el mezclado entre el agua lagunar con la del mar (observaciones en campo). Sin embargo, la dirección normal hacia el mar de éstas aguas de desechos puede cambiar, proyectándose laguna arriba por influencia del sistema de corrientes a través de la actividad de las mareas, sobre todo durante el período de la pleamar. Dado que se tienen datos bibliográficos (SARH, 1981) y observaciones en campo de que esto ocurre. - Aunado a las influencias agrícola e industriales en área de estudio. Mismas que podrían ser algunas de las causas por las cuales la producción ostrícola y camaronera (parte correspondiente a la caracterización general de la laguna en cuestión) hallan - declinado.

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

RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS PERSONALES

Se propone que se realicen más monitoreos en la laguna de preferencia que incluyen los aportes siguientes: Urbano, en la cuenca de los ríos Papaloapan y Acula; Industrial, en la cuenca del río Blanco; así como el perjuicio que confieren éstas actividades al sistema lagunar de Alvarado (lagunas de Buen País, Tlalixcoyan, Camaronera y Alvarado).

Evaluar a futuro desde el punto de vista de la contaminación, los niveles circulantes de fósforo bajo sus diferentes formas en la columna de agua y fase sedimento-agua. Además se deberá cuantificar los valores circulantes de los metales con el cual el fósforo se combina en ambas fases, y son los casos de los metales calcio, fierro y aluminio.

Se infiere del conjunto de ideas de que a largo plazo será necesario la construcción de una planta depuradora de aguas negras, lo cual hará disminuir la contaminación bacteriológica del agua por un lado, y por el otro descenderá los niveles de fósforo que provienen de las actividades humanas, aunque una solución alternativa para la eliminación de las aguas negras, podría ser la construcción de una laguna artificial de oxidación, ubicando ésta en los lugares áridos y de preferencia lejos de la laguna de Alvarado; al mismo tiempo estas aguas podrían ser utilizadas después de un tiempo en un sistema de riego aunque claro ésta última idea aparentemente es de menos

costo que la primera, con la desventaja de que en la segunda, el problema que representan las aguas negras todavía subsiste. La decisión de una de las dos ideas habrá de tener en cuenta la acción eólica de la zona.

Sin embargo, algunos especialistas en el área de contaminación proponen que la eliminación del fósforo en las aguas puede ser atacada de varias formas entre las que destacan las siguientes: mediante el uso de agentes físicos, químicos y biológicos. Un ejemplo del primero sería la introducción de una corriente de aire en forma de burbujas por debajo de la termoclina, con el fin de reducir el crecimiento de algas cianofíceas (algas indicadoras de procesos de eutrofización género *Oscillatoria*) casos de algunos lagos.

El segundo está representado por un método combinado, el cual incluye una mezcla de hierro III y una cantidad equivalente de calhidra, según la literatura en cuestión parece ser uno de los métodos más rentables y económicos en la eliminación del fósforo; pero este último método incluye la adición de compuestos de hierro (III) calculado estequiométricamente en función de los niveles de fosfatos en el agua a tratar, mientras que la cantidad de calhidra deberá ser adicionada en función de los niveles de la alcalinidad y dureza de la misma agua en cuestión. Sin embargo este método incluye la sedimentación de los compuestos fosfatados y solamente es capaz de eliminar los ortofosfatos, ya que los polifosfatos son más difíciles de separar. Para la remoción

biológica del fósforo en las aguas residuales, se utiliza la capacidad de algunos microorganismos para absorber el exceso de fósforo de sus requerimientos nutricionales inmediatos y -- almacenándolos en la célula microbiana bajo la forma de polifosfatos. Dichos polifosfatos se eliminan luego del sistema -- junto con los lodos ricos en fosfatos. El proceso más recomendable para este fin es el "Bardenpho" y el "Phostrip" que remueven aproximadamente 85% y 90% respectivamente (métodos detallados más ampliamente en Winkler, 1986).

Es necesario controlar este tipo de pesca clandestina, ya que puede traer consecuencias nocivas para la salud humana y preservación de las especies en cuestión. Una medida bastante viable para aumentar la producción pesquera y aprovechar la mano de obra de los técnicos egresados de la Escuela CETMAR, sería el cultivo de peces de agua dulce en lugares de los alrededores de los ríos y Laguna de Alvarado, donde las condiciones topográficas y socio-económicas lo permitan.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Arenas, V. y G. de la Lanza, 1981. The effect of dried and cracked sediment on the availability of phosphorus in a coastal Lagoon. Estuarine Research Federation. México Inst. Biol. UNAM, 4 (3): 206-212.
- Ayala - Castañares, A. y F.B. Phleger, (Ed.), 1969. Lagunas Costeras: Un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. México, 1967.
- Botello, V.A., 1978. Variaciones de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequías y lluvias (mayo-septiembre, 1974) en la Laguna de Términos Camp., México. An. Centro Cien. del Mar y Limnol. UNAM 5 (1): 150-178.
- Brescia, F., S. Mehlman, F.C. Pellegrini y S. Stambler, 1977. Química. Editorial Interamericana, México 654 p.
- Burton, D.J. y P.S. Liss, 1976. Estuarine chemistry. Academic Press Inc. London Ltd. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. 39-217.
- Contreras, E.F., 1984 b. Manual de Técnicas Hidrobiológicas. UAM México, D.F., 147 p.
- _____, 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca (México) 253 p.
- Correl, L.D., M.A. Faust y D.J. Severn., 1975. Phosphorus flux cycling in estuaries. In: Cronin L.E. (Ed) Estuarine Research. Academic Press Inc., New York. 108-136.
- Cruz, R.M., 1973. Análisis parcial del microplancton en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver., México. Revta. Soc. Mex. Histo. Nat. Tomo XXXIV. 327-367.
- Depto. de Pesca, 1977. Monografía No. 6 del Puerto de Alvarado, Ver. México. Dirección General de Tecnología Pesquera.
- Enciclopedia de México, 1977. Segunda Edición, Tomo I y XII.
- Flores-Coto, C y F. Zavala G., 1982. Descripción de huevos y - larvas de *Dormitator maculatus* (Bloch) de la Laguna de Alvarado, Ver., (Pisces: - Gubiidae). An. Inst. Cienc. del Mar y - Limnol. UNAM 9(1): 127-140.

- _____, M.L. Méndez, 1982. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la Laguna de Alvarado, - Ver. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. - UNAM 9(1): 141-166.
- Fuentes, C.D., 1973. Contribución al conocimiento de la biología del robalo prieto (Pisces, Centropomus poeyi Chávez) en el área de Alvarado, Ver., México Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 34:369-421
- Gómez-Aguirre, S., 1975. Observaciones comparativas de resultados de estudios del plancton de las lagunas costeras del Golfo de México. In: II Simposio Latinoamericano Oceanogr. Biól. Univ. de Oriente -- Cumana, Venezuela, 1: 19-32.
- Harwood, J.E., R.A. van Steenderen y A.L. Kuan, 1969. Comparison of some methods for total phosphate analyses. Water Research, Pergamon Press. Great Britain vol. 3., 425-432.
- Kirk, E.R. y D.F. Othmer, 1962. Enciclopedia de Tecnología Química, (Fibras-Grasas). Tomo VIII. Editorial U.T.E.H.A. México.
- Lankford, R.R., 1977. Coastal Lagoon of México, their origin and classification. In: Wiley, M., (Ed.) Estuarine Processes. Academic Press Inc. 182-215.
- Margalef, R., 1983. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 39-846.
- Munsell, 1975. Munsell soil charts. Soil Test. Inc. 2205 Lee st. Evanston Il., USA.
- Nakajima, M., H. Nishimura y M. Kumagai, 1981. Dynamics of phosphorus and nitrogen during algal blooms in a controlled ecosystem. Verh. Internat. Verein. Limnol. Stuttgart., 21: 263-267
- Odum, P.E., 1972. Ecología. Editorial Interamericana. México, D.F., 639 p.
- Phleger, B.F., 1969. Some general features of costal Lagoons. In: Ayala-Castañares, A., y F.B. Phleger, (Ed.). Lagunas costeras. Un simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas costeras. UNAM-UNESCO. México 1967.
- Reid, G.K. y R.D. Wood, 1976. Ecology of Inland waters and estuaries. Second Edition D. Nostrand CD, New York, 485 p.

- Reséndez, M.A., 1973. Estudio de los peces de la laguna de Alvarado Ver., México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 34: 183-281.
- Rodier, S.A., 1981. Análisis de las aguas, naturales, residuales y marinas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 822-864.
- Ros, J., 1979. Prácticas de ecología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España 182 p.
- S.A.H.O.P., 1982. Ecoplanes de municipios urbanos; 10 del Edo. de Veracruz (Alvarado). Contrato EU-04-032-82
- Sánchez, G.Y., 1969. Prospección de Moluscos en Alvarado, Ver., México. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM. 31 p.
- S:A:R:H., 1981. Estudio de la calidad del agua y su evaluación para la certificación sanitaria en zonas de explotación de los recursos marinos y lacustres. Laguna de Tamiahua, Pueblo Viejo y Alvarado. Tomo III, México. IMASA. 88p.
- Scheffler, C.W., 1981. Bioestadística. Editorial Fondo Educativo Interamericano. México. 267 p.
- Sevilla, M.L., 1977. Introducción a la ecología Marina. I.P.N. 220 p.
- Signoret, P.M., 1969. Contribución al conocimiento de las medusas de las Lagunas de Tamiahua y Alvarado, Ver., México Tesis Profesional Fac. de Ciencias, UNAM: 91 P.
- Solórzano, L. y H.J. Sharp, 1980. Determination of total dissolved phosphorus and particulate phosphorus in natural waters. Limnology and Oceanography., 25(4): 754-758.
- Strickland, H.D.J. y T.R. Parsons, 1972. A practical Handbook of seawater analysis. J. fish. Res. Bd. Canadá Bull., 167. 311 p.
- Stumm, W., 1973. The aceleration of the hydrogeochemical -- cycling of phosphorus. Water Research. Pergamon Press. Great Britain. Vol. 7: 131-144.

- Sverdrup, H.V., M.W. Johnson y R.H. Fleming, 1942. The Oceans: Their Physics chemistry and General Biology. Prentice - Hall, Englewood cliff. N.J. 1087 p.
- Swingle, H.S., 1969. Methods of analysis for waters, organic matter and Pond botton soils in fisheries Research. Auburn University. 119 p.
- Szekely, F., 1978. El medio ambiente en México, Editorial Nueva Imagen. México.
- Tamayo, L.J., 1962. Geografía General de México, (Geografía Física). Tomo II 2° Edición. Inst. Mex. de Inv. Económicas, México.
- Villalobos, F.A., J.A. Suárez-Caabro, S. Gómez, G. de la Lanza, M. Aceves, F. Manrique y J. Cabrera, 1966. Consideration on the hidrography and productivity of Alvarado Lagoon, Ver., México Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. Nineteenth Anual Sess. 75-85.
- _____, G. de la Lanza, 1969. Relación entre postlarvas planctónicas de Penaeus sp. y caracteres ambientales en la Laguna de Alvarado, Ver., México. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO Nov. 28-30, 1967. México, D.F., 601-620.
- _____, S. Gómez, V. Arenas, J. Cabrera, G. de la Lanza y F. Manrique, 1975. Estudios hidrobiológicos en la Laguna de Alvarado, Ver., México - (febrero-agosto, 1966). An. Inst. Biol. UNAM 46; Ser Zoología (1): 1-34.
- Wetzel, G.R., 1981. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 679 p.
- Winkler, M., 1986. Tratamiento Biológico de Aguas de Desecho. Editorial Limusa. México.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Aguirre, M.J., 1982. El medio acuático y su contaminación. In: López, P.R. (Compilador). El Medio Ambiente en México, Temas, Problemas y Alternativas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México, 169-183.
- Andersen, J.M., 1980. Effect of nitrate concentration in late-water on phosphate release from the sediment. Water Research, Pergamon Press. -- Great Britain, 16 (17): 1119-1126.
- A.P.H.A., 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington, D.C. 1134 p.
- Barnes, R.S.K., 1974. Estuarine Biology, (Studies in Biology No. 49). The Camelot Press Ltd, Southampton, - Great Britain. 1-11.
- _____, 1980. Coastal Lagoons, (The natural history of neglected habitat). Cambridge University Press, 106 p.
- Boari, G.L. y R. Passino., 1976. Selective renovation of eutrophic waste-phosphates removal. Water Research Bulletin. Water Res. Pergamon Press. Great Britain, Vol. 10. 421 p.
- Cochran, G.W. y G.M. Cox, 1981. Diseños Experimentales. Editorial Trillas, México, D.F. 661 p.
- Contreras, E.F., 1984 a. Estudios Hidrobiológicos en las lagunas costeras. Ciencia, 35(1): 13-18.
- Daniels, W.W., 1980. Bioestadística. Editorial Limusa, México, D.F. 155-191.
- Deming, G.H., 1979. El agua. (un recurso insustituible). Ediciones Nuevo Mar. México, D.F., 223-247.
- D.G.U.A. y P.C., 1978. Aspectos generales sobre el control de la contaminación del agua. Dirección Gral. de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. México, D.F., 155-191.
- Farnoworth, G.E. y F.B. Golby, 1977. Ecosistemas frágiles, (evaluación de la investigación y aplicaciones en los neotrópicos). Editorial Fondo de - Cultura Económica. México, D.F., 381 p.

- Gerlach, A.S., 1981. Marine Pollution, (Diagnosis and therapy). Springer-Verlag Berlin; Heirdelberg, New-York. 7-27 y 191-195 pp.
- Head, P.C., 1985. Practical Estuarine chemistry a Handbook. Cambridge University Press. Great Britain. 337 p.
- Hsu, P.H., 1976. Comparison of iron III and aluminium in precipitation of phosphates from solution. - Water Research, Pergamon Press. Great Britain, Vol. 10., 903 p.
- Hutchinson, E.G., 1957. A treatise on Limnology. Vol. I (Geography, Pysics and Chemistry), John Wiley and Sons. Inc. New York. 727 - 751.
- Laevastu, T., 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera, (recopilación). Editorial Acribia-FAO. Zaragoza España, 243 p.
- Mancilla, P.M., y M. Vargas Flores, 1980. Los primeros estudios - sobre la circulación y el flujo neto de agua a través de la Laguna de Términos, Campeche, México. An. Centro. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM 7(2): 1-12.
- Manmar, 1976. Manual of marine weather observing. relative humidity tables for use with Taylor higrometers. Fihht, Edition Toronto-Ontario, Canadá 90-93 p y tablas 2-10
- Margalef, R., 1974. Ecología Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 967 p.
- Owen, S.O., 1980. Natural resource conservation an ecological approach. Th. edition, Mcmillan Publishing, copyright Co. Inc. New York. (1971-1975): 165-448.
- Pesson, P., 1979. La contaminación de las aguas continentales, incidencias sobre las biocenosis acuática. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España -- 335 p.
- Ramade, F., 1977. Elementos de la Ecología aplicada. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 301-355.

- Sevilla, M.L. y A. Chee-Barragán, 1974. Contribución al conocimiento hidrográfico de la Laguna de Alvarado, Ver., México. V. Congreso Nal.. Oceanogr. Guaymas, Son. México.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf, 1979. Biometría. (Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica). Ediciones H. Blume. Madrid, España. 832 p.
- Uhlmann, D., 1979. Hydrobiology. A text for engineers and scientists. A. Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons., (Germany, 1975. veb. Gustav. Fisher Verlag, Jena)-Hydrobiologie: 105-257.
- Vallentyne, R.J., 1969. Introducción a la Limnología. Ediciones-Omega, S.A. Barcelona, España. 169 p.
- Wetzel, G.R. y G.E. Likens, 1979. Limnological analyses. W.B. - Saunders Company Phyladelphia. 188 p.
- Yañez-Arancibia, A. y I.W., Day, Jr., 1981. Ecological Characterization of Términos Lagoon a tropical-Lagoon-estuarine system in the southern Gulf of México. Proc. International Symposium on Coastal Lagoon. ESCOR-UNESCO, BORDEAUX, FRANCE, sept., 7-14.
- _____, L. Lara-Domínguez, P. Chavance y D.F. Hernández, 1983. - Environmental behavior of Términos Lagoon ecological system. Camp. México. - An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 10 (1): 137-176.

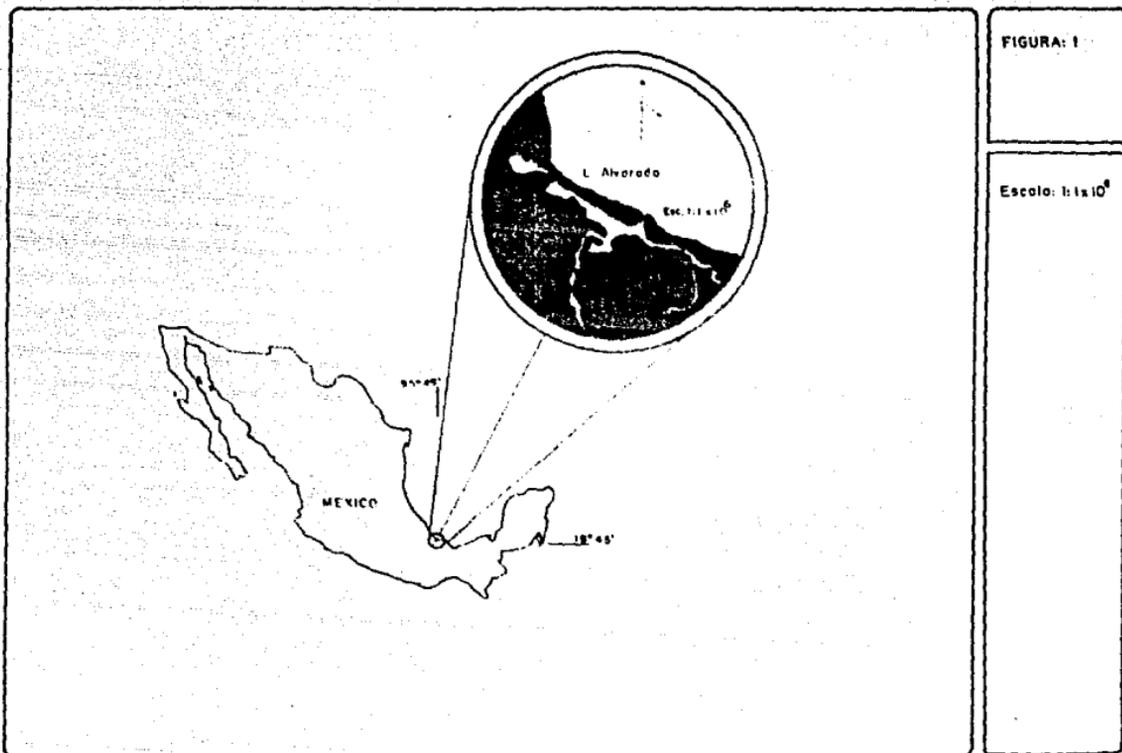


FIGURA: 1

Escola: I: 1 x 10⁶

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.

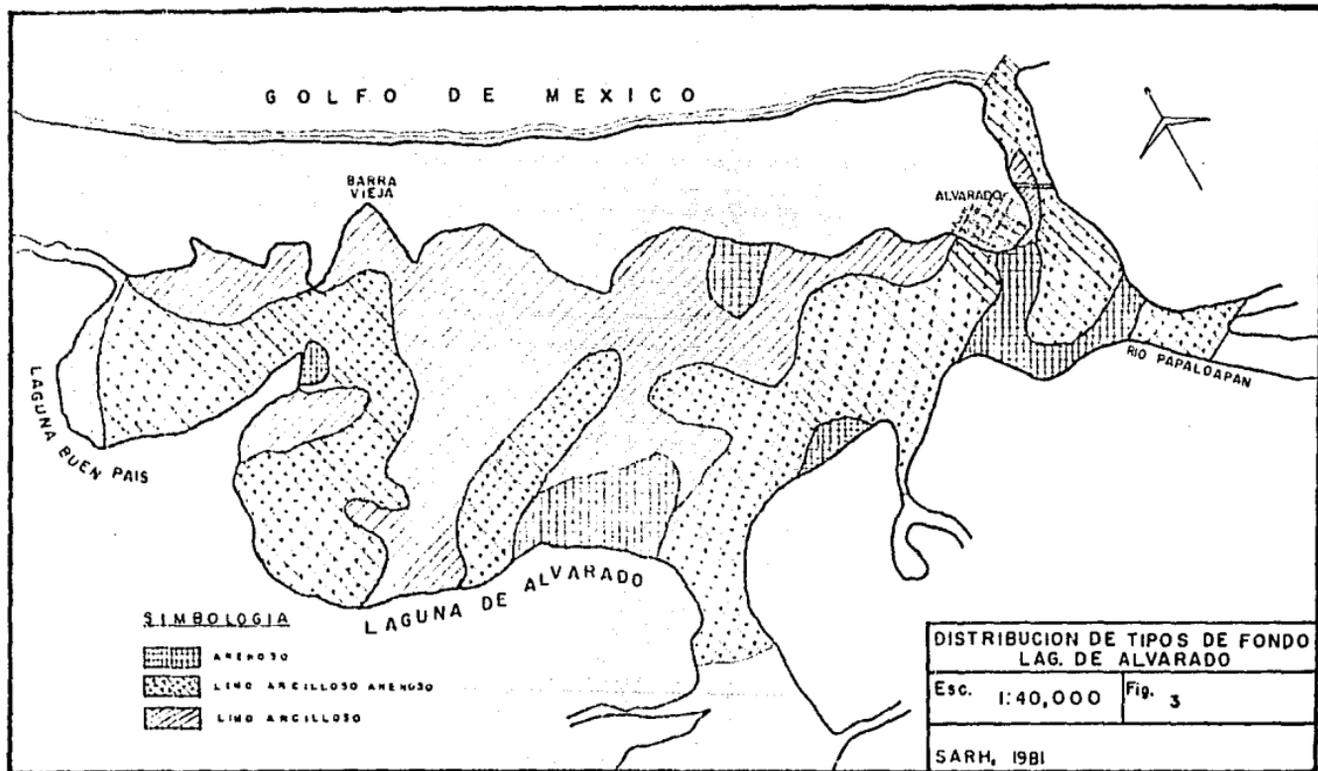


Figura: 4
 Fie de Estacione.
 de muestreo de
 Aguas Negras a
 Inst Portuarias

SIMBOLOGIA

- ① Est. de muestreo Aguas negras
- ② Emplazamiento de planta
- ③ Mera marginal
- ④ Pta. Mudo Puentes
- ⑤ Puente
- ⑥ Captimo del Pto.
- ⑦ Alrededores
- ⑧ Miras para "Punto"
- ⑨ Muestra de madero de PEMEX
- ⑩ Balsa limpiadora Para "El Torito"
- ⑪ Canal de navegación de sin barcos de antelación
- ⑫ Salida de aguas negras sin flujo y no muestreadas

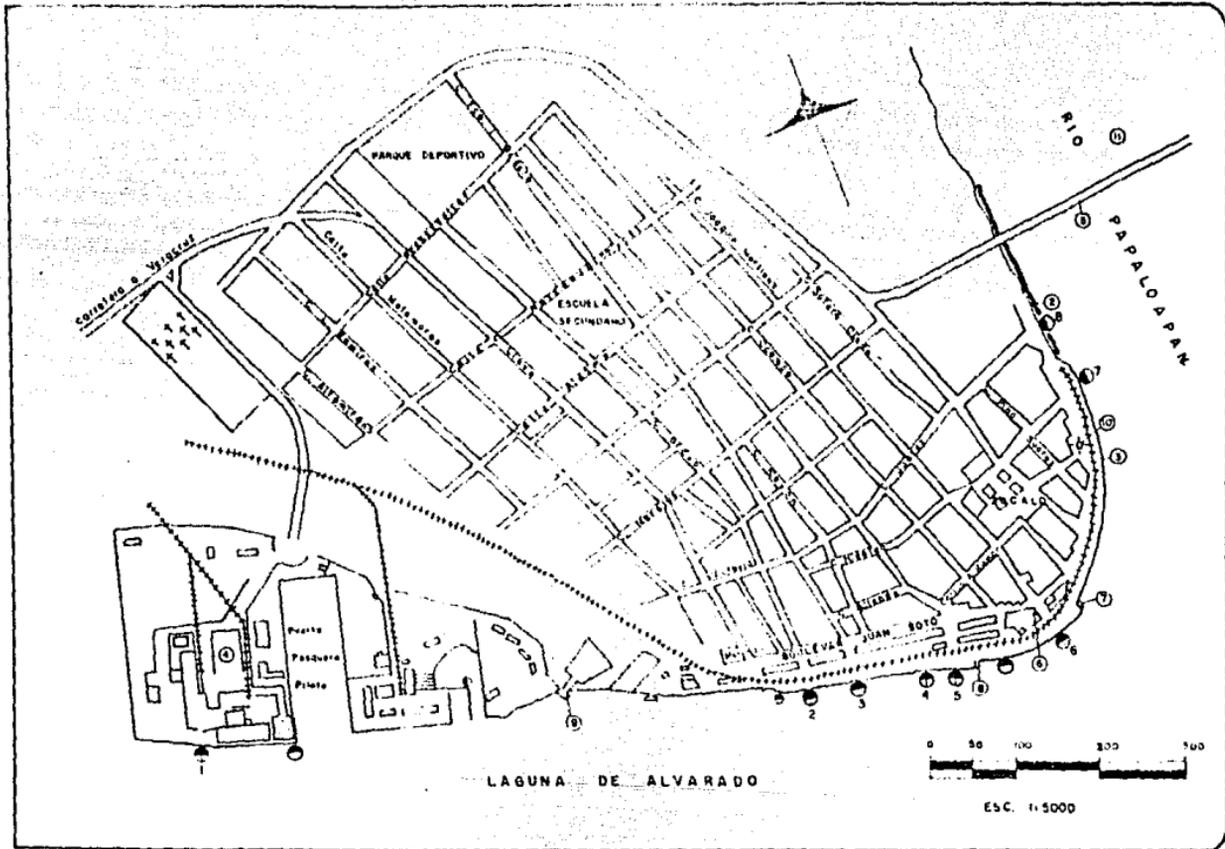


TABLA I
VALORES DE LOS PARAMETROS, EN EL MES DE JUNIO,
DE 1983. EN LAS ESTACIONES CORRESPONDIENTES DENTRO DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.

UNIDADES

- Pídisvita, por L, y total en mg/l
- O₂, ALG, NO₂ en mg/l
- Sol, en %.
- Conduct, en μ mhos/cm

* v.l.: VALOR INDTECTABLE

HORA DE MUESTREO	EST.	FOSFORO DISUELTO		FOSFORO PARTICULAR		FOSFORO TOTAL		PH		TEMPERATURA		OXIGENO DISUELTO		ALCALINIDAD		SALINIDAD		CONDUCTIVIDAD.		NITRITO		TRANSPARENCIA, CM.	COEF. DE EXT.	VEL. DE CORRIENT. CM/seg	HUM. REL. %
		SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO	SUP. FONDO						
11:10	1	0.003	0.001	0.264	0.68	0.267	0.690	6.0	7.0	28.0	26.0	9.41	7.24	107.19	102.5	0.629	0.284	0.023	0.010	0.037	0.037	12.0	14.161	66.67	89.0
12:00	2	v.l.	0.006	0.842	0.032	0.842	0.037	6.0	7.0	28.0	27.0	8.77	6.08	106.25	105.0	0.142	0.357	0.004	0.013	0.028	0.049	7.5	22.66	66.67	85.8
12:20	3	0.004	0.000	0.277	0.316	0.281	0.316	7.0	7.0	28.8	28.0	8.21	8.36	111.87	111.56	1.516	1.589	0.058	0.057	0.040	0.083	24.0	7.08	66.67	79.27
13:10	4	0.001	0.002	0.389	0.306	0.390	0.308	7.0	7.0	30.0	29.0	13.21	9.63	106.0	108.12	2.786	2.737	0.096	0.095	0.037	0.080	26.0	6.07	66.67	89.0
13:50	5	0.000	0.003	0.237	0.342	0.237	0.345	7.0	8.0	29.0	28.0	8.37	8.97	86.62	89.37	1.040	1.146	0.038	0.042	v.l.	0.014	36.0	5.86	66.67	89.0
14:30	6	0.002	0.005	0.389	0.405	0.391	0.410	7.0	7.0	30.0	29.8	9.63	9.97	76.56	80.0	8.840	8.234	0.179	0.175	v.l.	v.l.	58.0	2.93	66.67	92.64
15:05	7	0.001	0.001	0.566	0.208	0.567	0.209	8.0	7.0	31.0	30.5	6.37	10.67	113.12	112.50	8.775	9.523	0.3131	0.306	v.l.	0.008	70.0	2.42	66.67	92.64
16:00	8	v.l.	0.003	0.264	0.219	0.264	0.222	6.0	7.0	29.0	28.0	8.37	6.69	105.0	118.12	14.053	15.257	0.464	0.472	v.l.	v.l.	51.0	3.33	44.33	92.64
16:20	9	v.l.	v.l.	0.305	0.447	0.305	0.447	6.0	7.0	29.0	28.8	6.37	6.37	107.19	103.12	13.749	13.66	0.429	0.426	v.l.	0.004	59.0	2.88	18.87	92.64
16:45	10	0.001	v.l.	0.197	0.194	0.198	0.194	6.0	6.8	29.0	28.0	6.69	7.16	113.12	107.8	12.871	12.781	0.404	0.401	0.007	0.002	83.0	3.20	16.67	98.26
17:30	11	0.001	v.l.	0.305	0.336	0.306	0.336	6.0	7.0	29.0	28.0	6.21	8.37	111.28	118.12	8.775	8.183	0.285	0.266	0.003	0.002	40.0	4.25	12.7	89.0
18:00	12	0.001	0.005	0.305	0.316	0.306	0.321	6.0	7.0	29.0	28.8	7.80	7.32	117.19	111.25	6.624	7.276	0.218	0.238	0.000	0.001	40.0	4.28	18.33	92.36

TABLA 2

VALORES DE LOS PARAMETROS, EN EL MES DE JULIO.

DE 1983.

EN LAS ESTACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.

UNIDADES

- Pfluentes, pH, y Oxígeno mg/l
- O₂, AL, NO₂ en mg/l
- Sal, en ‰
- Conduct. en $\mu\text{mhos/cm}$

HORA DE MUESTREO	EST	FOSFORO DISUELTOS		FOSFORO PARTICULADO		FOSFORO TOTAL		PH		TEMPERATURA		OXIGENO DISUELTOS		ALCALINIDAD		SALINIDAD		CONDUCTIVIDAD		NITRITO		TRANSPARENCIA, CM.	COEF DE EXT. CM/100	VEL. DE CORRIENT. CM/seg	HUM. REL. %
		SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO	SUP. FONDO	FONDO				
8:20	1	0.002	0.005	0.134	0.185	0.136	0.190	7.28	7.23	28.0	28.0	4.21	4.40	78.28	81.0	0.402	0.147	0.018	0.008	0.082	0.018	14.0	18.0	18.0	88.17
9:20	2	0.007	0.005	0.240	0.210	0.247	0.215	7.08	7.28	28.0	28.0	3.44	4.31	78.23	77.0	0.155	0.133	0.004	0.004	0.008	0.008	10.0	17.0	13.83	80.98
9:55	3	0.001	0.013	0.084	0.153	0.085	0.168	7.34	7.28	32.0	32.0	8.36	8.38	68.80	68.8	0.676	0.042	0.025	0.001	0.021	0.010	20.0	8.8	10.0	81.83
12:15	4	0.003	0.008	0.096	0.148	0.099	0.156	6.23	6.38	31.0	32.0	5.07	3.64	68.0	69.23	2.214	2.731	0.078	0.085	0.020	0.009	22.0	7.7	20.0	87.43
12:45	5	0.001	0.029	0.125	0.141	0.128	0.170	7.60	7.36	32.0	32.0	8.31	5.74	64.5	72.78	0.310	0.312	0.011	0.012	0.032	0.020	27.0	6.2	10.0	80.98
13:30	6	0.002	0.019	0.043	0.112	0.095	0.126	7.05	7.38	33.0	32.0	6.70	6.98	69.75	64.80	0.640	0.331	0.001	0.012	0.071	0.017	53.0	3.2	33.33	80.33
13:55	7	0.005	0.008	0.118	0.136	0.122	0.152	6.78	7.60	32.0	31.0	2.87	7.08	63.73	63.73	2.095	1.738	0.074	0.128	0.092	0.038	88.0	2.4	31.67	80.98
14:35	8	0.004	0.033	0.103	0.114	0.107	0.147	6.44	7.25	31.0	32.0	7.66	7.78	69.0	69.0	3.667	2.049	0.126	0.231	0.1	0.003	83.0	2.6	40.83	80.33
14:57	9	0.004	0.010	0.136	0.180	0.141	0.190	7.31	7.21	32.0	32.0	7.84	8.04	63.75	66.6	3.354	3.509	0.116	0.120	0.1	0.1	46.0	3.6	40.83	78.12
15:20	10	0.006	0.031	0.145	0.102	0.151	0.133	7.22	7.19	32.0	32.0	7.37	6.31	68.0	68.8	1.771	1.934	0.083	0.089	0.1	0.1	32.5	0.2	32.8	80.33
16:35	11	0.002	0.013	0.153	0.132	0.157	0.147	6.34	6.27	31.0	30.0	5.74	5.36	64.8	65.0	1.884	1.868	0.088	0.087	0.000	0.1	25.0	6.6	34.88	84.07
16:55	12	0.002	0.008	0.167	0.154	0.161	0.142	6.30	6.44	31.0	31.0	5.26	5.74	63.0	67.25	1.180	1.973	0.043	0.070	0.011	0.001	32.0	5.3	28.53	86.01

TABLA 3
VALORES DE LOS PARÁMETROS, EN EL MES DE AGOSTO,
DE 1983. EN LAS ESTACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE LA LABANA DE ALVARADO, VER.

UNIDADES

- Fósforo, part. y total en mg/l
- O₂, AL, NO₃ en mg/l
- Sól. en %
- Conduct. en $\mu\text{mhos/cm}$

CAMA DE MUESTRO	EST.	FOSFORO DISUELTO		FOSFORO PARTICULADO		FOSFORO TOTAL		PH		TEMPERATURA		ORIGENO DISUELTO		ALCALINIDAD		SALINIDAD		CONDUCTIVIDAD		NITRITO		TRANSPARENCIA. CB.	COEF. DE EXT. CN/100	VEL. DE CORRIENT. %	NUM. BBL.
		SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO				
8-55	1	0.001	0.001	0.008	0.077	0.009	0.078	8.98	7.88	27.0	27.0	8.71	10.16	75.75	71.29	0.629	0.120	0.023	0.004	v.l.	v.l.	18.0	9.44	30.00	98.0
9-45	2	v.l.	0.002	0.063	0.116	0.063	0.118	7.24	7.98	27.0	27.0	8.18	9.73	73.75	70.00	0.108	0.110	0.004	0.004	0.001	0.002	12.0	14.16	63.33	81.8
10-25	3	0.001	0.003	0.046	0.037	0.049	0.040	7.36	7.83	27.5	30.0	8.43	10.48	76.23	75.00	0.147	0.180	0.005	0.003	v.l.	v.l.	18.0	9.44	0.00	100.0
10-55	4	v.l.	0.006	0.045	0.023	0.045	0.029	6.62	8.19	30.0	31.0	8.90	8.72	98.75	98.78	0.879	0.882	0.032	0.032	0.001	0.001	26.0	6.83	14.17	88.0
11-25	5	0.002	0.002	0.015	0.051	0.018	0.052	6.70	7.69	30.0	30.0	7.01	8.66	102.50	102.50	0.227	0.210	0.008	0.008	0.002	v.l.	28.0	6.07	23.33	81.8
12-10	6	0.004	0.005	0.037	0.072	0.041	0.077	6.95	7.19	31.0	30.0	8.13	9.15	103.75	105.00	0.298	0.348	0.009	0.031	0.002	0.013	31.0	5.48	0.00	88.8
12-30	7	v.l.	0.001	0.032	0.007	0.052	0.008	6.86	7.17	32.0	33.0	7.97	9.75	103.75	104.80	0.577	0.810	0.021	0.023	v.l.	v.l.	31.0	5.31	0.00	78.8
13-05	8	v.l.	0.020	0.026	0.043	0.026	0.065	7.06	7.89	31.0	31.0	7.48	9.88	92.80	91.25	1.803	3.818	0.180	0.121	v.l.	0.001	21.0	8.09	28.33	82.0
13-25	9	0.002	0.012	0.043	0.012	0.047	0.024	7.38	7.88	31.0	31.0	8.61	9.08	83.75	83.78	2.056	2.086	0.078	0.074	v.l.	0.001	46.0	3.69	0.00	78.0
14-10	10	0.001	0.001	0.019	0.053	0.020	0.054	7.10	7.72	30.0	30.0	8.77	8.88	92.50	86.0	1.821	1.789	0.046	0.083	v.l.	v.l.	38.0	4.47	0.00	82.0
14-45	11	v.l.	0.003	0.008	0.045	0.009	0.048	7.0	7.87	31.0	30.0	7.17	8.20	94.25	93.78	1.111	1.023	0.041	0.037	0.000	0.000	27.0	6.27	0.00	82.0
15-10	12	0.003	0.013	0.046	0.062	0.049	0.074	6.78	7.83	30.0	24.0	7.06	8.98	88.75	90.0	0.673	0.660	0.025	0.024	0.001	0.002	24.0	7.08	6.67	86.0

TABLA 4
VALORES DE LOS PARÁMETROS, EN EL MES DE SEPTIEMBRE
EN LAS ESTACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.

UNIDADES

- P, en mg/l
- D, en mg/l
- S, en ‰
- C, en μmhos/cm

HORA DEL MUESTREO	EST.	FOSFORO DISUELT		FOSFORO PARTICULAR		FOSFORO TOTAL		PH		TEMPERATURA		OXIGENO DISUELT		ALCALINIDAD		SALINIDAD		CONDUCTI- VIDAD		NITRITO	TRANSPA- RENCIA, CM	COEF. DE EXT.	VEL. DE CORRIEN- TE, CM/seg	HUM. REL. %		
		SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO							
8:10	1	0.002	0.004	0.198	0.223	0.150	0.227	6.88	6.85	28.0	28.0	5.74	6.03	22.50	82.5	0.184	0.242	0.006	0.006	0.000	0.002	30.0	5.667	100.0	98.0	
8:58	2	0.001	0.001	0.127	0.108	0.128	0.109	6.22	6.10	28.0	28.0	5.93	5.84	83.75	90.0	0.069	0.074	0.001	0.002	0.001	1.1	29.0	5.862	100	98.0	
9:36	3	0.002	0.009	0.116	0.117	0.118	0.126	6.10	6.20	27.0	27.0	4.88	4.78	101.25	107.5	0.207	0.223	0.007	0.008	v.l.	v.l.	26.0	6.536	1.67	87.0	
10:10	4	0.001	0.005	0.090	0.198	0.091	0.153	6.88	6.90	27.0	27.0	4.88	4.89	87.5	90.0	0.182	0.171	0.006	0.006	v.l.	0.008	19.0	6.947	14.17	87.0	
10:55	5	0.003	0.006	0.123	0.096	0.124	0.111	7.40	7.60	28.0	28.0	5.45	5.58	112.50	117.50	0.182	0.156	0.009	0.005	0.000	v.l.		31.0	5.494	14.33	84.0
11:35	6	0.001	0.003	0.104	0.118	0.103	0.111	7.10	7.06	28.0	28.0	6.60	7.37	112.5	150.0	0.401	0.365	0.014	0.014	v.l.	v.l.	60.0	2.833	8.53	98.0	
12:00	7	0.002	0.001	0.125	0.19	0.141	0.152	7.90	6.60	28.0	28.0	6.32	7.39	120.0	87.5	0.320	0.358	0.012	0.013	v.l.	0.000		3.289	7.6	88.0	
12:35	8	0.004	0.008	0.100	0.093	0.104	0.101	8.00	8.00	29.0	29.0	6.42	7.75	117.50	112.50	0.791	0.808	0.009	0.029	v.l.	0.000	40.0	2.833	11.25	88.0	
13:05	9	0.004	0.008	0.082	0.110	0.086	0.119	8.10	7.10	29.0	28.0	7.94	7.75	105.00	95.00	0.478	0.494	0.017	0.018	0.000	v.l.	38.0	4.389	8.0	88.0	
14:00	10	0.003	0.003	0.10	0.092	0.113	0.093	7.86	7.75	29.0	29.0	6.42	6.98	115.00	105.00	0.420	0.486	0.018	0.017	v.l.	0.000	30.0	5.667	7.5	80.0	
14:30	11	0.008	0.010	0.079	0.093	0.087	0.103	7.47	7.06	29.0	29.0	6.79	5.93	122.50	106.25	0.377	0.403	0.014	0.015	v.l.	0.000	14.0	12.145	100	84.0	
15:10	12	0.004	0.006	0.112	0.113	0.116	0.111	7.40	7.10	28.0	29.0	6.70	6.31	122.50	118.25	0.320	0.349	0.011	0.012	0.001	0.000	21.0	6.095	14.33	84.0	

TABLA 5
VALORES DE LOS PARAMETROS, EN EL MES DE 1 OCTUBRE.
DE 1988.

EN LAS ESTACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.

UNIDADES

- P(disoluble, part. y total) en mg/l
- Oxi, ALC, NO₂ en mg/l
- Sal, en ‰
- Conduc. en $\mu\text{mhos/cm}$

HORA DE MUESTREO	EST.	FOSFORO DISUELTO		FOSFORO PARTICULADO		FOSFORO TOTAL		pH		TEMPERATURA		OXIGENO DISUELTO		ALCALINIDAD		SALINIDAD		CONDUCTIVIDAD		NITRITO	TRANSPARENCIA, CM.	COEF. DE EXT.	VEL. DE CORRIENT. CM/seg	HUM. REL. %	
		SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO						
-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11:55	2	0.002	0.003	0.053	0.114	0.065	0.117	7.81	8.71	23.0	23.0	7.46	7.56	76.0	80.0	0.820	0.809	0.019	0.019	0.003	0.002	34.0	8.0	30.33	80.0
-	3	-	-	-	-	-	-	7.71	7.66	-	-	-	-	-	-	0.384	0.349	0.013	0.013	-	-	-	-	-	-
-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17:45	6	0.010	0.003	0.130	0.151	0.140	0.164	7.20	7.48	24.0	24.0	8.71	8.61	95.0	80.0	0.673	0.686	0.025	0.024	v.l.	v.l.	16.0	10.62	-	81.0
-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17:15	8	0.012	0.010	0.148	0.127	0.160	0.137	7.92	7.22	23.0	23.0	8.61	8.28	88.0	77.5	1.131	1.108	0.041	0.040	v.l.	v.l.	34.0	5.0	-	95.0
-	9	0.-	-	-	-	-	-	7.31	7.70	-	-	-	-	-	-	2.055	2.046	0.073	0.072	0.008	v.l.	-	-	-	-
16:15	10	0.017	0.003	0.127	0.106	0.144	0.119	7.43	7.20	24.0	22.0	8.42	8.52	77.5	92.5	0.754	0.747	0.027	0.027	v.l.	v.l.	32.0	5.31	-	91.0
-	11	-	-	-	-	-	-	7.40	7.87	-	-	-	-	-	-	0.709	0.709	0.026	0.026	-	-	-	-	-	-
16:00	12	0.004	0.010	0.153	0.102	0.157	0.112	7.37	6.93	24.0	23.0	8.80	8.32	95.0	100.0	0.756	0.794	0.027	0.241	v.l.	v.l.	25.0	6.8	-	83.0

TABLA 6
VALORES DE LOS PARAMETROS, EN EL MES DE NOVIEMBRE,
DE 1985. EN LAS ESTACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.

UNIDADES

- Fósforo, part. y total en mg/l
- O₂, ALC, NO₂ en mg/l
- Sal, en ‰
- Conduct. en $\mu\text{mhos/cm}$

HORA DE MUESTREO	EST.	FOSFORO DISUELTO		FOSFORO PARTICULADO		FOSFORO TOTAL		pH		TEMPERATURA		OXIGENO DISUELTO		ALCALINIDAD		SALINIDAD		CONDUCTIVIDAD		NITRITO	TRANSPARENCIA, CM.	COEF. DE EXT. DE EXT.	VEL. DE CORRIENT. CM/seg	HUM. REL. %	
		SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO	SUP.	FONDO						
11:33	1	0.007	0.014	0.028	0.050	0.035	0.064	7.92	8.83	27.0	27.0	6.05	5.99	61.25	82.5	0.682	9.208	0.025	0.296	v.l.	0.001	50.0	3.4	45.0	92.0
12:35	2	0.007	0.005	0.042	0.081	0.049	0.086	7.19	6.41	27.0	27.0	6.37	5.41	62.5	73.75	0.303	2.240	0.011	0.079	0.002	0.003	47.5	3.58	33.33	96.0
13:00	3	0.004	0.005	0.045	0.063	0.049	0.072	7.33	7.00	26.8	26.0	5.75	5.33	66.0	67.5	0.510	1.023	0.019	0.037	0.003	v.l.	44.0	3.86	33.33	95.0
13:20	4	0.005	0.006	0.053	0.063	0.058	0.069	7.67	7.87	27.0	26.0	5.73	-	98.75	78.25	1.600	1.582	0.057	0.056	0.001	v.l.	42.0	4.05	16.67	-
13:40	5	0.008	0.038	0.065	0.108	0.070	0.146	7.26	6.73	28.0	27.0	6.53	6.21	106.25	107.25	0.031	0.995	0.037	0.036	0.008	0.007	56.0	4.72	16.67	-
13:55	6	0.010	0.010	0.054	0.075	0.064	0.085	7.36	7.07	28.0	27.0	7.18	7.00	108.75	98.75	0.091	1.203	0.040	0.043	v.l.	v.l.	50.0	3.4	33.33	-
14:10	7	0.007	0.027	0.051	0.121	0.058	0.148	7.83	7.00	27.0	26.0	6.84	6.53	93.75	97.5	1.945	1.983	0.069	0.070	v.l.	0.024	68.0	2.5	2.5	-
14:30	8	0.013	0.013	0.042	0.100	0.055	0.113	7.29	6.77	28.0	27.0	6.21	5.99	95.0	93.75	1.975	2.00	0.070	0.071	v.l.	v.l.	37.0	4.59	19.33	91.00
14:50	9	0.008	0.027	0.050	0.123	0.058	0.152	7.63	7.10	27.0	26.0	5.75	5.75	97.5	98.75	0.731	0.742	0.027	0.027	v.l.	v.l.	50.0	3.4	6.67	88.00
15:05	10	0.014	0.014	0.054	0.077	0.068	0.081	7.28	6.98	27.0	26.5	6.69	5.89	100.0	100.0	1.658	1.948	0.059	0.069	v.l.	v.l.	62.0	3.27	14.17	88.0
15:25	11	0.009	0.005	0.031	0.141	0.040	0.146	6.79	6.94	26.0	26.0	6.69	5.73	101.25	98.75	0.057	1.735	0.038	0.057	v.l.	0.044	49.0	3.47	11.33	100.0
15:45	12	0.012	0.018	0.037	0.088	0.049	0.081	7.40	7.31	26.0	25.5	5.89	5.26	78.75	87.5	0.876	0.760	0.032	0.026	0.004	v.l.	42.0	4.05	80.0	88.0

547
TABLA 7

UNIDADES: —

- ρ (dens., part. / tonel.), en mg/l
- C_u , A_{SC} , NO_3 , en mg/l
- Temp., en $^{\circ}C$
- S_{O_2} , en % p.
- D_{90}
- Conduct., en $\mu mhos/cm$

VALORES PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y FÍSICOS DE FONDO SE MANTIENE A LAS ESTACIONES CDM, VALCOT, FUERTILES (PROMEDIOS DE VALCOT SUP Y DEL FON. 7). AL MISMO TIEMPO, SE SACARON LOS VALO- RES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE CADA UNO DE LOS PARÁMETROS DURANTE LOS MESES DE JUNIO A NOVIEMBRE DE 1983 EN LA LAGUNA DE "ALVARADOVER".

ESTACIONES	FOSFORO CUMPLETE		NITRÓGENO PARTICULAR		FOSFORO TOTAL (LOS PART.)		pH		TEMPERATURA		OPACIDAD DISUOLTA		SOLUCIÓN P-10		SALINIDAD		CONDUCTIVIDAD		T.S.P. P-10		TRANS. 1P	FOOT. EXT.	VEL. DE CORRIEN.	NUM. BAC.										
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.														
1	0.004	0.00	0.04	0.0	0.008	0.669	0.186	0.00	0.885	7.640	8.000	7.920	27.000	18.000	28.000	6.780	4.210	10.160	86.870	51.200	182.200	1.251	16.120	9.318	0.042	16.000	0.296	0.026	1.000	0.027	26.800	9.930	51.930	91.030
2	0.004	0.00	0.007	0.14	0.032	0.847	0.170	0.00	0.842	7.307	8.220	7.960	17.400	15.000	28.000	6.420	3.440	9.730	76.000	60.000	106.200	0.353	10.065	2.240	0.014	10.200	0.079	0.010	0.049	23.350	11.900	36.250	66.540	
3	0.005	0.00	0.015	0.12	0.037	0.116	0.131	0.00	0.518	7.100	7.930	7.420	18.400	17.000	32.000	6.440	4.780	10.480	80.000	61.000	118.870	0.245	0.041	1.990	0.010	10.000	0.040	0.020	0.040	25.000	7.000	22.350	68.540	
4	0.004	0.00	0.008	0.18	0.027	0.189	0.140	0.00	0.589	7.170	8.220	7.190	19.000	17.000	32.000	6.910	3.640	13.210	10.400	86.000	118.180	1.571	10.075	2.710	0.075	10.000	0.040	0.010	0.040	27.400	6.619	26.340	87.110	
5	0.010	0.00	0.038	0.31	0.016	0.344	0.141	0.00	0.942	7.320	8.710	8.000	13.200	17.000	37.000	7.390	5.450	8.470	87.000	74.000	117.000	0.489	0.031	1.100	0.010	10.000	0.040	0.020	0.040	31.600	6.627	26.200	63.860	
6	0.006	0.001	0.014	0.144	0.037	0.403	0.190	0.00	0.400	7.120	8.950	7.460	28.750	24.000	33.000	8.070	6.400	10.670	53.000	44.000	104.286	0.241	10.140	0.047	0.040	0.076	0.010	0.010	0.027	4.170	6.704	26.330	68.830	
7	0.013	0.00	0.068	0.147	0.007	0.568	0.180	0.00	0.568	7.000	8.000	7.600	29.800	27.000	33.000	7.360	6.370	9.730	58.000	53.000	112.000	3.193	0.023	3.770	0.103	0.070	0.031	0.031	0.000	0.052	58.000	3.180	21.670	63.270
8	0.012	0.00	0.033	0.118	0.028	0.264	0.127	0.00	0.264	7.240	8.660	8.000	28.470	23.000	32.000	7.450	6.210	9.990	53.000	43.000	116.120	4.372	0.791	10.240	0.121	0.030	0.472	0.001	0.000	0.003	44.330	4.407	29.810	68.180
9	0.010	0.00	0.027	0.150	0.012	0.447	0.180	0.00	0.447	7.290	8.000	8.100	29.310	18.000	32.000	7.320	1.730	3.010	62.470	47.750	107.190	3.747	10.471	13.750	0.183	0.017	0.439	0.003	0.000	0.005	48.000	3.586	14.270	63.930
10	0.010	0.00	0.031	0.108	0.019	0.197	0.116	0.00	0.197	7.190	8.000	7.800	28.210	21.000	32.000	7.510	6.710	8.860	54.300	61.000	115.000	3.244	0.420	12.870	0.107	0.018	0.404	0.003	0.000	0.007	39.580	4.820	18.170	63.270
11	0.007	0.00	0.018	0.133	0.000	0.338	0.140	0.00	0.338	7.000	8.000	7.470	26.900	26.000	31.000	6.520	5.260	5.200	37.200	84.500	122.500	2.234	0.057	8.775	0.078	0.014	0.283	0.007	0.000	0.044	31.000	6.587	13.720	61.810
12	0.007	0.000	0.018	0.135	0.037	0.318	0.142	0.00	0.318	6.990	8.000	7.830	27.420	23.000	31.000	6.950	5.150	8.980	94.700	83.000	122.000	2.400	0.370	7.396	0.081	0.011	0.241	0.001	0.000	0.011	30.670	5.926	34.330	66.060

* 0.001 VALOR INDETECTABLE

GRAFICOS N. 2

VALORES PROMEDIO DE LOS PARAMETROS A
LO LARGO DE LAS ESTACIONES DENTRO DE
LA LAGUNA DE ALVARADO, VER. DURANTE
EL PERIODO DE JUNIO A NOVIEMBRE DE
1982

SIMBOLOGIA

Superficie - - - -
Fondo - - - -

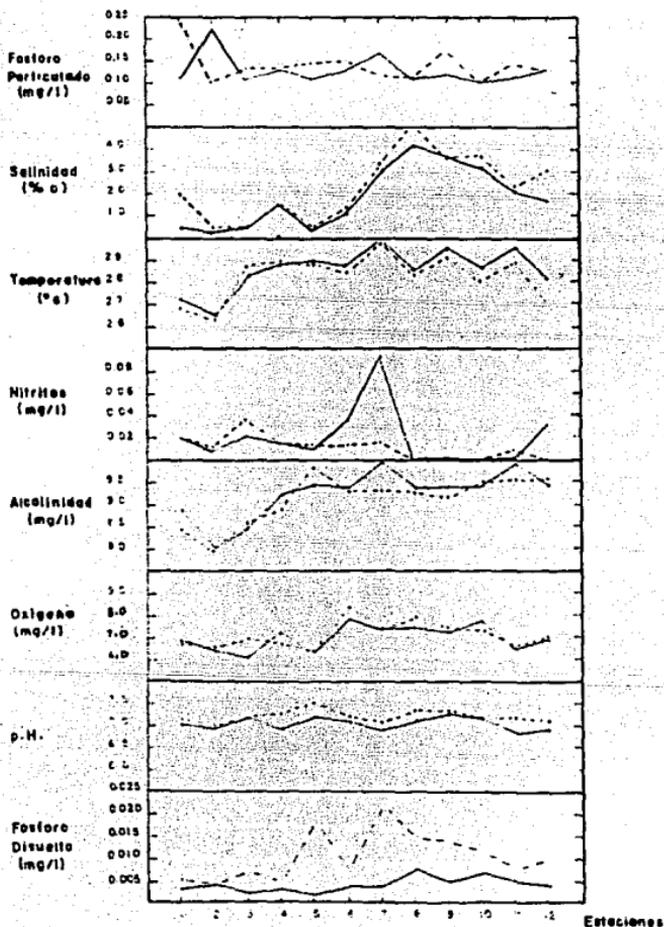


GRAFICO No.3

DISTRIBUCION DE LOS MUESTREOS DE JUNIO A NOVIEMBRE DE 1983; EN LA LAGUNA DE ALVARADO, VER. SEGUN EL ANALISIS DE DESCRIMINANTES DE FISHER TOMANDO COMO BASE LOS VALORES DE LOS PARAMETROS (P. DISUELTO, P. PARTICULADO, pH, OXIGENO DISUELTO, ALCALINIDAD, NITRITOS, SALINIDAD, TEMPERATURA Y MES),

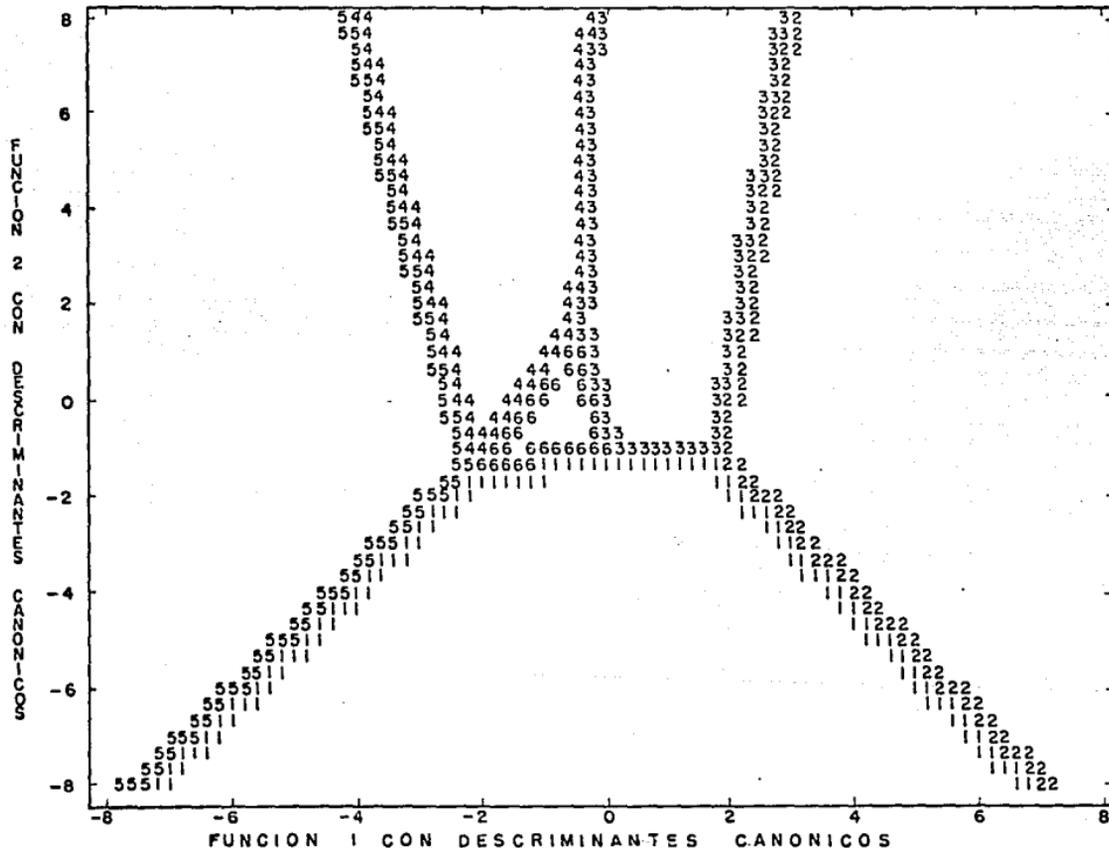


TABLA N.8

VALORES DE FOSFORO EN AGUAS NEGRAS
(en mg/l/0.5 min.)

ESTACION	FOSFORO DISUELTO	FOSFORO PARTICULADO
1	0.126	0.420
2	0.297	0.452
3	0.170	0.405
4	0.244	0.512
5	0.091	v.l.
6	0.235	0.336
7	0.248	0.435
8	0.297	0.524
Promedio	0.207	0.441

TABLA 9a

Análisis de varianza (Anova) de los valores de fósforo t. disuelto, entre niveles (sup. y fondo) y tiempo (junio-nov, 1983).

Fuente	SC	g.l.	MC	F
Niveles	0.000,962	1	0.000,962	$F_{0.05}$ tablas* 4.96
Lugares dentro niveles (sup. y fondo)	0.01	10	0.001	$F'_{(1,10)} = \frac{MC_{\text{dreas}}}{MC_{\text{est. dentro de niveles}}}$ $F' = 0.96$ (0.05)
Residuo	0.000,962	118	8.15×10^{-8}	$F''_{(10,118)} = \frac{MC_{\text{est. dentro de niveles}}}{MC_{\text{residual}}}$ $F'' = 122.7$ (0.05)
Total	0.011924	120		
$F_{\text{cal. exp.}} < F_{\text{tablas}}$	H_0 : se acepta			F' : no es estadísticamente significativo (e. s.)
$F_{\text{cal. exp.}} \geq F_t$	H_A : se acepta			F'' : si es e. s.

TABLA 9b

Análisis de varianza (Anova) de los valores de fósforo t. particulado, entre niveles (sup. y fondo) y tiempo (junio-nov, 1983).

Fuente	SC	g.l.	MC	F
Niveles	0.0	1	0.0	$F_{0.05 \text{ tablas}} = 4.96$
Lugares dentro niveles (sup. y fondo)	5.04	10	0.504	$F'_{(1,10)} = \frac{MC_n}{MC_{\text{dentro niveles}}} = 0.0$ (0.05)
Residuo	2.96	118	0.03	$F''_{(10,118)} = \frac{MC_{\text{dentro niveles}}}{MC_{\text{residuo}}} = 16.8$ (0.05)
Total	2.08	129		
$F_{\text{cal. exp.}} < F_{\text{tablas}}$	H_0 : se acepta			F' : no es s.s.
$F_{\text{cal. exp.}} \geq F_t$	H_A : se acepta			F'' : sí es s.s.

VALORES PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS, TOMADOS DE LA TABLA 7.

0.004	0.181	0.185	7.06	27.00	6.78	86.27	1.251	0.042	0.029	24.89	5.93	51.93	91.03
0.004	0.168	0.172	6.92	26.42	6.42	79.50	0.393	0.014	0.010	23.33	11.38	36.25	86.54
0.005	0.126	0.131	7.15	29.45	6.49	85.09	0.556	0.020	0.027	26.45	7.08	33.37	92.55
0.004	0.136	0.140	7.07	29.05	6.91	90.14	1.571	0.055	0.016	27.40	6.66	26.34	87.11
0.010	0.131	0.141	7.35	29.20	6.38	96.10	0.459	0.020	0.012	31.60	5.65	26.20	83.86
0.006	0.144	0.150	7.15	28.75	8.06	93.29	1.269	0.047	0.012	44.67	4.74	28.33	89.29
0.013	0.147	0.160	7.60	29.85	7.36	96.01	3.093	0.103	0.031	58.09	3.18	21.67	85.27
0.012	0.115	0.127	7.24	28.42	7.65	93.01	4.572	0.151	0.001	44.33	4.41	28.61	98.16
0.010	0.150	0.160	7.29	29.35	7.32	92.43	3.747	0.123	0.003	48.00	3.59	14.27	83.95
0.010	0.106	0.116	7.19	28.21	7.51	94.30	3.244	0.107	0.003	39.58	4.52	14.17	89.27
0.007	0.133	0.140	7.00	28.95	6.52	97.26	2.234	0.078	0.007	31.00	6.59	13.72	91.81
0.007	0.135	0.142	6.99	27.42	6.75	94.79	2.400	0.091	0.001	30.67	5.93	34.53	88.06

ANALISIS DE CORRELACION MULTIPLE

ARCHIVO: ra

FORMATO: (F5,3), (F5,3), X, F5,3, X, F4, 2, X, F5, 2, X, F4, 2, X, F5, 2, X, F5, 3, X, F5, 3, X, F5, 3, X, F5, 2, X, F4, 2,

VARIABLE	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	CORRELACION ENTRE X Y	COEFICIENTE DE REGRESION	DESVIACION ESTANDAR DE T	VALOR DE T
fosp	0.1393	0.0208	-0.469959	-0.96718	18446744073709553000.000000	0.0000
fast	0.1470	0.0195	-0.336066	0.96543	18446744073709553000.000000	0.0000
pH	7.1175	0.1330	0.455078	0.00037	18446744073709553000.000000	0.0000
t	28.4183	1.0139	0.589411	-0.00006	18446744073709553000.000000	0.0000
oxi	7.0292	0.5476	0.433823	-0.00013	18446744073709553000.000000	0.0000
dic	91.5233	5.3217	0.666257	0.70001	6064043571940425630.000000	0.0000
sal	2.0632	1.3762	0.719311	-0.00017	18446744073709553000.000000	0.0000
cond	0.0701	0.0444	0.724395	0.00594	18446744073709553000.000000	0.0000
nitr	0.0119	0.0100	-0.153062	0.00044	18446744073709553000.000000	0.0000
trans	35.8150	10.9121	0.816958	0.00001	6454665413672963300.000000	0.0000
cc	6.0000	2.3046	-0.795607	0.00003	20367043330645894000.000000	0.0000
DEPENDIENTE						
fosd	0.0077	0.0032				

INTERCEPTO----- -0.0010985

COEFICIENTE DE DETERMINACION----- 0.9983285

COEFICIENTE DE CORRELACION MULTIPLE-- 0.9994141

ANALISIS DE CORRELACION MULTIPLE

ARCHIVO: T2

FORMATO: (F5.3,X,F5.3,X,F5.3,X,F4.2,X,F5.2,X,F4.2,X,F5.2,X,F5.3,X,F5.3,X,F5.3,X,F5.2,X,F4.2

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F
RESIDUA A LA REGRESION	11	0.0011	0.00001	0.00000
DESVIACION DE REGRESION	0	0.00000		
TOTAL	11	0.0011		

PROBABILIDAD ASOCIADA 1.000000000000

ESTADISTICA DURBIN WATSON 2.7493

ANALISIS DE CORRELACION MULTIPLE

ARCHIVO: ra

FORMATO: (F5.3,X,F5.3,X,F5.3,X,F4.2,X,F5.2,X,F4.2,X,F5.2,X,F5.3,X,F5.3,X,F5.3,X,F5.2,X,F4.2)

VARIABLE	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	CORRELACION ENTRE X Y	COEFICIENTE DE REGRESION	DESVIACION ESTANDAR DE T	VALOR DE T COEF.REG.
fbsd	0.0077	0.0032	-0.469959	-0.99899	18446744073709553000.000000	0.0000
fbst	0.1470	0.0195	0.989280	1.00002	18446744073709553000.000000	0.0000
ph	7.1175	0.1330	-0.435647	0.00001	18446744073709553000.000000	0.0000
t	28.4183	1.0139	-0.408614	0.00001	18446744073709553000.000000	0.0000
oxi	7.0292	0.5476	-0.254795	0.00001	18446744073709553000.000000	0.0000
alc	91.5233	5.3217	-0.521100	0.00000	6099358785912963100.000000	0.0000
sal	2.0682	1.3762	-0.404210	0.00008	18446744073709553000.000000	0.0000
cond	0.0701	0.0444	-0.415808	-0.00220	18446744073709553000.000000	0.0000
nitr	0.0119	0.0100	0.331565	-0.00008	18446744073709553000.000000	0.0000
trans	35.8150	10.9121	-0.226645	0.00000	6553521959379490300.000000	0.0000
cc	6.0000	2.3246	0.548230	0.00001	20462987849747729000.000000	0.0000
DEPENDIENTE						
fosp	0.1393	0.0208				

INTERCEPTO----- -0.0005489

COEFICIENTE DE DETERMINACION----- 0.9997430

COEFICIENTE DE CORRELACION MULTIPLE-- 0.9998715

ANALISIS DE CORRELACION MULTIPLE

ARCHIVO: ra

FORMATO: (F5.3,X;F5.3,Y;F5.3,X;F4.2,X;F5.2,X;F4.2,X;F5.2,X;F5.3,Y;F5.3,X;F5.3,Y;F5.2,X;F4.2)

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F
DEBIDA A LA REGRESION	11	0.30477	0.00943	0.00000
RESVIACION DE REGRESION	0	0.00000		
TOTAL	11	0.00477		

PROBABILIDAD ASOCIADA 1.0000000000000000

ESTADISTICA DURBIN WATSON 0.6352

TABLA N. II

FUNCIONES DESCRIMINANTES CON COEFICIENTES
CANONICOS ESTANDARIZADOS.

VARIABLE S	FUNCION 1	FUNCION 2	FUNCION 3	FUNCION 4	FUNCION 5
X_1	0.1374	-0.5589	-0.0080	0.0968	0.8314
X_2	-0.0740	0.3012	0.0043	-0.0522	-0.4480
X_3	0.0493	0.1505	0.1484	0.0633	-0.4444
X_4	-0.5542	-0.1991	-0.1010	-0.9212	0.2132
X_5	-0.5923	-0.1719	-0.7779	0.2828	-0.0590