

DISTRIBUCION DE NUTRIENTES **EN LA**
ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S. **DURAN**
TE EL PERIODO PRIMAVERA-VERANO -
DE 1981.

Por :

RAFAEL CERVANTES DUARTE

La Paz, B.C.S.

I N D I C E

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES
BIBLIOTECA

	PAG.
OBJETIVOS.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	9
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	10
RESULTADOS;.....	14
DISCUSIONES.....	28
CONCLUSIONES.....	31
APENDICE.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	117

Objetivos.

Mediante el **análisis** de muestreos mensuales de agua de superficie y fondo de la Ensenada de La Paz:

- a. Conocer las concentraciones de nutrientes y oxígeno.
- b. Trazar isoclinas de concentraciones de nutrientes y oxígeno para tratar de visualizar posibles tendencias de los mismos.
- c. Determinar las variaciones mensuales máximas y mínimas de nutrientes por estación de muestreo.
- d. Por medio de mapas de isoplejas, analizar la variación estacional de nutrientes.

Introducción.

A lo largo de los márgenes costeros del mundo existen **muchos** cuerpos de agua relativamente protegidos, con aguas someras y características fisiográficas **únicas**. De esos ambientes las lagunas costeras forman la mayor parte, **siendo** de gran importancia debido a su uso comercial y además por ser interesantes ejemplos de la interacción entre varios tipos de ecosistemas marinos bajo una gran variedad de condiciones **físicas** y **químicas** (V.A. Botello, 1981).

La zona costera de México **tiene** 10,000 **kilómetros** a lo largo de los bordes del **Océano** Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y el Caribe que contienen aproximadamente 125 lagunas costeras definidas como: "una depresión de la zona costera por debajo de la media alta marea, teniendo **una comunicación** permanente o efímera con el mar, pero **protegida** del mar por algún tipo de barrera" (R.R. Lankford).

El medio ambiente **físico** (clima, geomorfología, presencia de agua, concentración de sales, etc.) es la determinante primaria del tipo de ecosistema que se desarrollará en una región particular. La constancia y regularidad del ambiente **físico** es importante para determinar el grado de **alteración** de un ecosistema y a partir del cual la sucesión **ecológica** tiene lugar. De esta manera para considerar la **naturaleza** de los ecosistemas lagunares y estuarinos, es necesario describir las características físico-químicas que soportan a los mencionados sistemas (V.A. Botello, 1981).

Los estuarios y lagunas costeras poseen una serie de **características** en común, lo cual nos permite describir de una manera general los aspectos químicos de estos sistemas (H. Postma, 1969). La gran mayoría de ellos están protegidos relativamente, son cuerpos de agua someros con un comportamiento químico influenciado fuertemente por procesos **climáticos** continentales y en menor grado por la influencia de aguas oceánicas.

En la actualidad, el conocimiento de los procesos **químicos** que **actúan** en los sistemas costeros está enfocado **principal**mente a sustancias de gran importancia biológica-como son los nutrientes, micronutrientes y ciertos contaminantes (A. V. Botello, 1981).

El aporte de materia disuelta **y particulada** en los sistemas costeros depende directamente del reservorio externo y de la disponibilidad de un mecanismo de transporte que asegure su presencia en los esteros o lagunas costeras. Así es **razo**nable suponer que las mas importantes fuentes de material disuelto y **particulado** (carbono orgánico, nitrógeno y **fósfo**ro) **así** como algunos elementos traza, son a partir de **reser**vorios continentales, siendo movilizados por acción del **in**temperismo, procesos biológicos y actividades humanas (como la agricultura, industria y desechos domésticos) y **transpor**tados por escurrimiento.

Importancia de los Nutrientes.

A fines del siglo pasado y en la primera **década** de este, se inició el estudio **de la producción** marina en Alemania (D.H. Cushing, 1975).

Hensen & Apstein aplicaron métodos cuantitativos para **inves**tigar el plancton en el mar y en las aguas dulces. Brandt y **Raben** analizaron **químicamente** las aguas marinas y dulces. Apstein (1896) vió que los **lagos** varían mucho unos con respecto a otros en cuanto a riqueza de biomasa, y Brandt - - - (1899) demostró que esas diferencias eran paralelas de **dife**rencias en contenido de nitrógeno de **lagos**. Estudios **pareci**dos y con resultado similar se realizaron en el mar. **Raben** (1905) vió que el nitrógeno, silicio y **fósforo** se hallan en el mar en pequeñísimas **contidades** y llegó a la **conclusión** de que la densidad de las algas marinas fluctúa de acuerdo con las proporciones de dichos nutrientes.

Estos descubrimientos marcaron un hito en la historia de la **Oceanografía**, pues sirvieron para formular el modelo **agrícola** de la producción marina. La teoría correspondiente fue resumida por Johnstone (1908). Es sabido que von Liebig **formuló** su famosa ley del mínimo, de acuerdo con la cual el **desarrollo** vegetal depende de aquel nutriente que se halle -- presente en los suelos en la mínima cantidad.

El modelo agrícola supuso que la cantidad de fitoplancton producida solo **dependería** de la cantidad disponible del nutriente, de un modo tan sencillo como que el crecimiento del trigo depende de la cantidad de nutrientes en el suelo. Por entonces no se pudo tener en cuenta la interacción con los organismos animales consumidores. Así, las algas **proliferarían** hasta el límite del nutriente, y después **serían** pastadas por los herbívoros.

Un segundo avance en el desarrollo histórico se produce en los años veinte en Plymouth. Atkins (1923, **1925a**), adopta el modelo **agrícola** para medir **cantidades de** fósforo por **unidad** de peso fresco de algas (con el ejemplo de **Phaeodactylum**). Determinó también la declinación estacional de **nutrientes tales** como fósforo, nitrógeno **nítrico**, sílice y alcalinidad en superficie como en los fondos de la Estación Internacional E-1, próxima al faro Eddystone en el Canal de la Mancha occidental.

Atkins (1925b) creyó que la producción se detenía por falta de nutrientes en la capa **eufótica** con la formación de la -- termoclina, y no **antes** de Mayo o Junio. La producción **prosigue** en Verano y, debido a las altas tasas, **es mayor** de lo que parece si se juzga por la magnitud del stock, si bien la máxima cantidad de producción en mares templados coincide con la explosión primaveral.

También en Plymouth, Harvey, Cooper, Lebour & Russell (1935) midieron cantidades de algas muestreadas con red, según clorofila (en unidades de pigmento vegetal, PPU, o unidades de verdor). Lo más importante en aquellos estudios fue descubrir que la producción era bastantes veces mayor que el stock, y que en la medida que ella desaparecía con el pastaje era transferida a carne animal.

Parece que en los años treinta se mantenía en Plymouth dos puntos de vista alternativos acerca del mecanismo de la producción marina. El basado en el modelo agrícola sostenía que los nutrientes limitaban la producción al ser consumidos. Otro punto de vista sugería que la producción venía dada por la diferencia entre el máximo invernal y el mínimo estival de fósforo, considerando que la explosión estaría controlada por el pastaje y que la cantidad producida sería sólo fraccionalmente mayor que la cantidad pastada; la cantidad de herbívoros producida, es por supuesto mucho menor.

Se pueden reconciliar ambas tesis como sigue: la caída de nutrientes después del culmen de la explosión de fitoplancton no es sino su transferencia a través del stock de algas hacia biomasa animal, heces, materia particulada. Después de la transferencia los niveles de nutrientes son bajos y en verano la producción queda frenada por el pastaje o por falta de nutrientes, hasta reanudarse con la explosión otoñal, si ésta tiene lugar.

Nutrientes Nitrogenados en el mar.

La reserva principal de nitrógeno en el agua de mar está constituida por los nitratos y, en menor cantidad, por el amoníaco y los nitritos. Estas tres combinaciones de nitrógeno no son utilizables por los vegetales marinos para sintetizar sus proteínas (F. Fraga, 1972).

Según Harvey (1940) el amoniaco es la forma que utilizan de preferencia a los nitratos y nitritos, que son asimilados con **más** dificultad y exigen un gasto mayor de **energía**, con el consiguiente incremento de la función respiratoria de las células vegetales. El amoniaco y los nitratos pueden ser asimilados tanto a la luz como en la obscuridad, mientras que los nitritos lo son tan solo en la luz (Harvey, 1953).

Tan pronto como el fitoplancton muere o, lo que es más frecuente, es ingerido por el zooplancton y animales filtradores, comienza el proceso inverso, durante el cual los compuestos **orgánicos** se descomponen hasta regenerar de nuevo las formas **inorgánicas** de nitrógeno. Del alimento vegetal ingerido por los **herbívoros**, una pequeña fracción pasa a formar parte del animal, mientras que el resto es excretado en forma de partículas sólidas, compuestos orgánicos solubles y amoniaco procedente del metabolismo. Estas partículas junto con los restos de seres **muertos**, forman los **detritos** que se encuentran **en suspensión** con el **agua** de mar. Las bacterias actúan sobre ellas y producen, en parte, directamente amoniaco, siendo degradado el resto a productos solubles, que se descomponen posteriormente.

La velocidad de descomposición depende de la temperatura. En aguas costeras, por ejemplo, en la ría de Vigo, estos detritos tardan en descomponerse, hasta quedar reducidos a la mitad de su concentración inicial **in situ**, **9 días** en verano y **13 días** en invierno (Fraga y Vives, 1961a).

La materia orgánica nitrogenada disuelta no es toda atacable por las bacterias. Harvey (1957) encontró que la mayor parte de aquella no es utilizable por la asociación bacterias-fitoplancton, y Fraga y Vives (1961a) en el agua de la ría de Vigo, encuentran dos fracciones de sustancias di-

sueltas: una en cantidad pequeña y variable de 0.0 a 3.9 - ug-at. **N/L** atacable por las bacterias y otras,, en cantidad mayor, 5.9 ug-at. **N/L** que permanece constante y está fuera del ciclo **biológico**.

Las sustancias orgánicas en su degradación producen en -- parte aminoácidos, que pueden ser utilizados directamente por el fitoplancton (Harvey, 1940), o en forma de amoniaco **después** de la **desaminación**.

Si la descomposición predomina sobre la **similación**, el **amoniaco** sobrante se oxida a nitritos (Von Brand, Rakestraw - et al, 1937, 1939) principalmente por la **acción** de las **bacterias**. Pero éstas necesitan hierro para la **oxidación** (Spencer 1956); en su defecto puede acumularse amoniaco.

Los nitritos son poco estables en el medio marino (Cooper, - 1937a) oxidándose finalmente a nitratos y permaneciendo en esta forma hasta que un predominio de la **asimilación** sobre la **mineralización** obliga al fitoplancton a utilizar esta - reserva.

Nutrientes Fosfatados.

La **única** forma mineral de **fósforo** en el mar es el **ión** fosfato, que es utilizado por el fitoplancton tanto a la luz como a la obscuridad (F. Fraga, 1972). La cantidad de **fosfatos** que se encuentra en la zona de actividad **fotosintética** limita la cantidad de materia orgánica que se puede **producir** en el verano; pero cuando la **concentración** es inferior a 0.5 ug-at. **P/L**, no solo limita la cantidad, sino también la velocidad de **formación** (Ketchum, 1939).

Los compuestos orgánicos de fósforo de los seres vivos son muy variados pero todos ellos **tienen** de común que el fósforo está en forma de ácido fosfórico, esterificando una función alcohol de la parte orgánica, por lo que la **minerali-**

zación se realiza por una simple hidrolisis sin necesidad de que vaya acompañada de la oxidación del resto orgánico.

La mineralización directa de los compuestos del fósforo es más rápida que la de los compuestos del nitrógeno. Seiwel y Seiwel (1938) la mitad del fósforo del zooplancton fresco se mineraliza en 24 horas. La otra parte pasa a materia orgánica soluble con bastante rapidez, porque el radical -- fosfato comunica al resto orgánico una gran solubilidad. -- Por este motivo la regeneración del fósforo se realiza en su mayor parte en la capa de agua superior, cuyo espesor -- Redfield, Smith y Ketchum (1937) calculan en alrededor de -- 240 metros en el Golfo de Maine.

MATERIAL Y METODOS

El material empleado regularmente en cada muestreo fue el siguiente:

- a. Lancha de fibra de vidrio con motor fuera de borda de 50 H.P.
- b. Botellas muestreadoras tipo Niskin.
- c. Cable **oceanográfico** provisto de un peso muerto.
- d. Botellas de vidrio obscuro con capacidad para **125** ml. para la **determinación** de fosfatos.
- e. Botellas de **plástico** con capacidad para 125 ml. para la **de** terminación de nutrientes nitrogenados.
- f. **Hielera.**
- g. Reactivos.
- h. Termómetro de cubeta Kalsico, con precisión de **+ 0.1°C.**
- i. Muestreador automático Chem Lab England, cuyos componentes son:
 - 1. Bomba peristáltica cpp 30
 - 2. Colorimetro de flujo continuo.
 - 3. Baño de aceite de temperatura constante.
 - 4. Graficadores.
- j. Espectrofotómetro Perkin Elmer Modelo **Coleman** III.

El estudio de la variación de nutrientes se realizó mensualmente, durante el periodo estacional Primavera-Verano de 1981.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Ensenada de La Paz (**Fig.1**) es un cuerpo de agua costero semicerrado, localizado al sur de la Bahía de La Paz entre las coordenadas geográficas **24°11'** y **24°06'** latitud norte; y **110°19'** y **110°25'** longitud oeste.

La Ensenada **está** separada de **la Bahía** de La Paz por una **barra** arenosa de origen marino (denominada localmente "**El Mogote**"), de aproximadamente 11 kilómetros de longitud en -- sentido Este-Oeste, y aproximadamente 2.7 kilómetros en su parte más amplia.

"El Mogote" está cubierto de arbustos y plantas **halófitas**, y en el litoral, sobre todo en la parte más amplia existen entradas de agua que en partes forman canales estrechos de poca profundidad que antiguamente correspondieron a los -- pantanos o lagunas de baja **energía**, ubicadas detrás de **antiguos** promontorios arenosos de depósitos de playa y demás litorales (**C.Galli Olivier**, 1981 comunicación personal); en esta zona abunda el mangle Rhizophora sp., Avicenia sp. y Laguncularia sp.

La comunicación de la Ensenada con la Bahía de La Paz es ~ mediante un canal de mareas de aproximadamente 4 kilómetros de longitud por 1 kilómetro de ancho.

La **información** sobre la batimetría (**Fig.3**) y **distribución** -

de sedimentos (**Fig.4**) de la Ensenada de La Paz fue estudiada por F.Pico (1975).

La Ensenada presenta el tipo de marea semidiurna mixta con una amplitud media de 1.02 metros, velocidades de corrientes de hasta 0.46 mts/seg en la b-oca, con un tiempo de renovación de 4.02 ciclos de marea (F. Pico, 1976).

La Ensenada es una laguna costera, con concentraciones salinas que aumentan hacia el interior (generalmente en todas las estaciones del año), debido a la evaporación que sufre este cuerpo de agua somero; y a la escasez de precipitación y escurrimientos de agua dulce. Debido a estas **características** la Ensenada de La Paz presenta una situación antiestuarina (J. Espinoza, 1977).

En general, las concentraciones salinas son mayores en la parte sur de la Ensenada, donde descargan las aguas **municipales** por lo tanto, esto sugiere que no existe mucha **influencia** en la distribución por esta fuente de agua dulce (J. Espinoza, 1977).

En Primavera y Verano la temperatura aumenta regularmente hacia el interior de la Ensenada (con valores que van desde 20 a **23°C** en Primavera y de 26 a **29°C** en Verano), se observa generalmente una diferenciación de zonas con temperaturas **mayores** hacia el sur donde existen amplias zonas **somer**as y menores 'al norte donde existen zonas de mayor profundidad (J. Espinoza, 1977) y recientemente (R.Guerrero et.al 1981 en prensa).

Las variaciones diurnas muestran que en general las temperaturas son mayores en superficie que en el fondo, tanto en la boca como en el interior de la Ensenada (J.Espinoza, -- 1977), además, éstas presentan un comportamiento homogéneo en las zonas con profundidad a diferencia de las someras en donde el rango de variación es más amplio y por lo tanto -- más extremo (R.Cervantes, et .al 1981 en prensa).

La concentración de oxígeno regularmente disminuye desde la boca hacia el interior (de 5 a 4 ml/1 de O₂), aunque en zonas someras se pueden encontrar valores altos (hasta 6 ml/1 de O₂), debido probablemente a que en esas zonas pueden -- existir "manchas" de fitoplancton que aumenten la producción de oxígeno (J. Espinoza, 1977). Lechuga Deveze (1978) ha encontrado valores altos de clorofila "a" en zonas someras.

Comunmente, la concentración de oxígeno es mayor en la boca que en el interior de la Ensenada; ya que ésta es influenciada por el agua de la Bahía. (J. Espinoza, 1977), recientemente (R. Guerrero et .al 1981 en prensa).

La variación diurna presenta en general las mayores concentraciones por la tarde (5.6 ml/1 de O₂) y las menores en la madrugada (2.8 ml/1 de O₂) o por la mañana (J.Espinoza, -- 1977), recientemente (R.Cervantes et. al 1981).

Según J.García, 1978: "La Ensenada de La Paz, presenta concentraciones máximas de nutrientes durante el periodo Primavera-Verano, y se pueden clasificar sus aguas como ricas en

nutrientes. En el interior de la Ensenada encontramos que generalmente las concentraciones de nitratos y silicatos son - irregulares; la zona de descarga de aguas negras no puede -- ser una fuente de abastecimiento de nitritos y silicatos, -- pero puede ser de amoniaco.

Lechuga D. (1977), reporta valores de producción primaria -- del orden de 0.84 a 1.51 gr. C/M²/día y supone que la Ensenada de La Paz es un cuerpo de agua fértil.

Resultados.

Análisis Mensual de Isolíneas.

Abril.

La distribución de amonio (**Fig.6**), presentó sus concentraciones más altas en la zona de Descarga Municipal (3.5 y 2.5 ug.at/l superficie y fondo respectivamente).

Las concentraciones observadas de nitritos (Fig.7) fueron generalmente bajas.

Los valores registrados de nitratos (Fig.8) al igual que nitritos, presentaron bajas concentraciones.

La distribución de fosfatos (**Fig.9**), fue homogénea en la zona del canal de mareas y presentando sus máximas concentraciones en la zona norte y de Descarga, con valores de 7.06 y 2.38 ug.at/l superficie y fondo, respectivamente.

Mayo.

La concentración de amonio (Fig.10), **presentó** las concentraciones más altas en el interior de la Ensenada, con valores de 2.0 a 7.28 ug.at/l en el muestreo de fondo, mientras que en superficie fue de 2.0 a 3.0 ug.at/l.

La distribución de nitritos (**Fig.11**) presentó nuevamente -- concentraciones bajas.

Las concentraciones más elevadas de nitratos (**Fig.12**) se -- presentaron en la boca y zona del canal de mareas, con un valor extremo de 3.6 ug.at/l en superficie y 2.0 ug.at/l en el fondo.

La distribución de fosfatos (**Fig.13**) para el mes de Mayo -- presentó concentraciones homogéneas y altas.

Junio.

Las concentraciones observadas de nutrientes en este mes -- (Fig.14 a 17), en general, registraron valores más elevados en la boca y canal de mareas que en el interior de la Ensenada.

Julio.

La distribución de amonio (Fig.18) presentó bajas y altas concentraciones en toda el área de estudio.

Las concentraciones de nitritos observadas (Fig. 19) fueron en general bajas.

La distribución de nitratos durante este mes (Fig.20) presentó concentraciones ligeramente mas altas en la boca y canal de mareas que en el interior de la Ensenada.

En general, las concentraciones de fosfatos fueron altas y homogéneas.

Agosto.

Las concentraciones de amonio (Fig.22), en general presentaron valores menores respecto a los meses anteriores. Nótese que en la zona de Descarga Municipal estos valores son ligeramente mayores (con respecto a los registrados en este mes).

Las concentraciones de nitritos fueron en general bajas -- (Fig.23) ; excepto en la zona de Descarga. Municipal y parte interior de la Ensenada, que se registraron concentraciones de hasta 1.6 ug.at/1 en el muestreo de superficie.

La distribución de nitratos (Fig.24) presentó en general, valores bajos y homogéneos.

Las concentraciones de fosfatos registradas en este mes -- (Fig.25) son generalmente homogneas, pero bajas respecto a los meses anteriores.

Septiembre.

La distribución de amonio (Fig.26), presentó valores homogneos y bajos (similares al mes anterior y con respecto a -- los demás meses), presentándose las máximas concentraciones en la zona de Descarga Municipal.

Las concentraciones de nitritos para este mes (Fig.27) se -- conservaron bajas).

La distribución de nitratos presentó sus máximas concentra-- ciones en la zona de Descarga (en el muestreo de fondo), -- pero en general, fueron homogneas y bajas.

La distribución de fosfatos (Fig.29) presentó concentracio-- nes altas y homogneas en la zona de estudio.

Resultados Promedio de Oxigeno (superficie y fondo).

Abril.

La distribución de Oxigeno (Fig.30), presentó valores muy -- homogneos en el área de estudio, dominando generalmente un valor promedio de 4.5 ml/1 de O₂.

Mayo.

Las mayores concentraciones de oxígeno (Fig.31), se regis-- traron en el interior de la Ensenada, sin embargo, en la boca y canal de mareas los concentraciones fueron altas.

Junio.

La distribución' de oxígeno promedio durante este mes (Fig. - 32), presentó el mismo comportamiento del mes anterior.

Julio.

Durante este mes, parece existir un descenso gradual hacia el interior de la Ensenada, sin embargo, en las zonas **lito**rales norte y sur esto no se observa. En general las **con**centraciones son altas.

Agosto.

La distribución de oxígeno (Fig.32) presentó las menores - concentraciones en el litoral del interior de la Ensenada, y sus máximas en el canal de mareas.

Septiembre .

Las concentraciones observadas de oxígeno en este mes - - - (Fig. 33) presentaron valores con un rango de 3.2 a 4.8 ml/ l de O₂ en el área de estudio.

Variaciones Mensuales máximas y mínimas de nutrientes por estación de muestreo.

Estación 1 (Fig.2)

Esta **estación** se encuentra localizada en la boca de la **Ensenada** y de acuerdo a la condición de pleamar (ver tipos de marea), se consideró ésta como representativa de aguas de la Bahía.

Las concentraciones más altas de nutrientes nitrogenados (Fig.33) se registraron en Junio y las menores en Agosto.

Las concentraciones de fosfatos en general fueron altas, presentándose en Agosto los valores **mínimos**.

De las Tablas de concentraciones (Fig.50 a 54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	0.25	2.35
	0.25	2.31
Nitritos	0.05	0.66
	0.26	0.57
Nitratos	0.03	5.39
	0.04	6.79
Fosfatos	0.67	2.12
	0.67	2.36
Oxigeno	3.56	5.70

Nota.-Los valores superiores corresponden a concentración superficial y los inferiores a **concentración** de fondo.

Estación 2 (Fig.2)

Esta estación se localiza frente a la Ciudad de La Paz, en el **área** cercana al Muelle Fiscal (con posible influencia - debido al tránsito de embarcaciones).

Las concentraciones de nutrientes nitrogenados (Fig. 35) -- **presentaron** valores normales (respecto a los valores **regis**trados en las demás estaciones), sin embargo, en el mes de Junio se registraron concentraciones muy elevadas de **amo**-nio y en menor proporción de nitratos.

Las concentraciones de fosfatos (Fig.34) fueron altas, **pre**sentando su valor mínimo en Agosto.

De las Tablas de concentraciones (Fig.50- 54) se resume:

	Minimo	Máximo
Amonio	0.13	1 . 1 2
	0.19	8.5
Nitritos	0.03	0.08
	0.03	0.5
Nitratos	0.04	1.1
	0	2.04
Fosfatos	0.81	2.26
	0.81	2.48
Oxígeno	3.65	5.91

Nota. - Los valores superiores corresponden a concentración - superficial y los inferiores a concentración de fondo.

Estación 3 (Fig.2)

En esta **estación** se observan en general (Fig.36) concentraciones normales de nutrientes nitrogenados, excepto en Julio, las concentraciones de amonio superficial aumentaron notablemente en superficie y en forma moderada en el fondo.

Las concentraciones de fosfatos se mantienen altas y teniendo sus valores **mínimos** en Agosto.

De las Tablas de concentraciones (Fig.51-54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	0.48*	3.71
	0.25**	1.97
Nitritos	0.04	0.23
	0.04	0.07
Nitratos	0.07	2.76
	0.02	0.69
Fosfatos	0.79	1.72
	0.79	2.01
Oxígeno	4.61	6.76

* Superficie.

** Fondo.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
BIBLIOTECA

Estación 4 (Fig.2)

Las concentraciones de nutrientes **nitrogenados** (Fig.38) **permanecieron** normales, sin embargo las concentraciones de **amonio** fueron altas en Mayo y Julio.

Las concentraciones de fosfatos se mantienen altas, y con valores mínimos en el mes de Agosto.

De las Tablas de concentraciones (Fig. 51-a 54) se resume:

	Mfnimo	Máximo
Amonio	0.31*	3.20
	0.19**	2.49
Nitritos	0.05	0.13
	0.04	0.07
Nitratos	0.07	2.76
	0.02	0.69
Fosfatos	0.83	1.46
	0.83	1.91
Oxigeno	2.9	5.9

* Superficie.

** Fondo.

Estación 5 (Fig.2)

En esta estación los concentraciones de nutrientes nitrogenados son normales, excepto el valor elevado de nitritos -

de superficie registrado en el mes de Agosto y el de amonio de fondo en el mes de Junio.

Las concentraciones de fosfatos son elevadas y presentan -- sus valores mínimos en el mes de Agosto.

De las tablas de concentraciones (Fig.51 a 54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	0.13*	2.0
	0.16**	5.8
Nitritos	0.06	0.21
	0.05	0.63
Nitratos	0.04	0.39
	0.02	0.86
Fosfatos	0.99	2.54
	0.99	2.19
Oxigeno	3.25	6.92

* Superficie.

** Fondo.

Estación 6 (Fig.2)

Esta estación es la más cercana a la Descarga Municipal. -- En general, presenta altas concentraciones de amonio tanto en superficie como en el fondo. Se registran bajas **concentraciones** de nitritos y nitratos (Fig.41)

Las concentraciones de fosfatos se incrementaron (en **compa** ración con las estaciones anteriores) y se observan los -- valores mínimos en el mes de Septiembre (Fig.40).

De las Tablas de Concentración (Fig.51 a 54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	1.15*	3.94
	1.15**	2.52
Nitritos	0.06	0.28
	0.06	0.20
Nitratos	0	0.30
	0	0.17
Fosfatos	1.07	3.19
	1.07	3.74
Oxígeno	3.12	6.89

* Superficie.

** Fondo.

Estación 7 (Fig.2)

De acuerdo a los mapas de isoclasas, esta estación también recibe gran influencia de la Descarga Municipal.

Se registraron concentraciones altas de amonio durante el periodo Abril - Julio, y disminuyeron notablemente en Agosto y Septiembre (Fig.42).

Las concentraciones de nitritos y nitratos se mantuvieron bajas.

En general, las concentraciones de fosfatos de fondo fueron mayores que las de superficie, coincidiendo ambas en el valor mínimo en Septiembre (Fig.43).

De las Tablas de concentraciones (Fig.51 a 54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	0.31*	3.18
	0.32**	2.55
Nitritos	0.05	0.20
	0.05	0.20
Nitratos	0.03	0.30
	0.03	0.22
Fosfatos	1.05	1.92
	1.05	3.81
Oxígeno	2.92	6.89

* Superficie.

** Fondo.

-Estación 8 (Fig.2)

En general, las concentraciones de nutrientes nitrogenados (Fig.44), estuvieron bajas, excepto, la concentración de **am_onio** -registrada en el mes de Mayo (muestreo de fondo).

Las concentraciones de fosfatos (Fig.43), presentaron **valores** muy altos en los meses de Abril y Julio (superficie y fondo respectivamente) y las **mínimas** ocurrieron en Agosto.

De las tablas de concentraciones (Fig.51 a 54) se resume:

	Mfnimo	Máximo
Amonio	0.25*	1.94
	0.50**	1.61
Nitritos	0.05	0.09
	0.05	0.15
Nitratos	0	0.8
	0.02	0.9
Fosfatos	0.8	7.06
	0.8	3.77
Oxigeno	3.58	5.94

* Superficie.

** Fondo.

'Estación 9 (Fig.2)

En esta área se encuentran cultivos de almeja **Catarina** - -
(Argopecten circularis).

Las concentraciones de amonio presentan valores altos y --
bajos (siendo los mayores en el mes de Mayo y los menores
en Junio). Las concentraciones de nitritos en **general** son
bajas. Las concentraciones de nitratos de superficie son -
bajas, sin embargo, presentan un valor máximo de **Julio**, en
cambio los nitratos de fondo tienden a aumentar su **concen-**
tración al paso de los meses (Fig.45).

Las concentraciones de fosfatos presentaron en general va-
lores altos durante todo el periodo de muestreo, observán-
dose **sus mínimos** en el mes de Septiembre (Fig.46).

De las tablas de concentraciones (Fig.51 a 54) se resume:

	Mfnimo	Máximo
Amonio	0.10*	1.8
	0.09**	7.3
Nitritos	0.05	0.21
	0.38	0.14
Nitratos	0.02	0.83
	0	0.14
Fosfatos	0.99	1.97
	1.01	2.16
Oxigeno	3.25	6.77

* Superficie.

** Fondo.

Estación 10 (Fig. 2)

Las concentraciones registradas de nutrientes (Fig.47), fueron bajas, sin embargo, las concentraciones de nitratos y amonio presentaron valores altos en los meses de Julio y Septiembre (Nitratos) y Abril (Amonio).

Las concentraciones de fosfatos fueron altas, y presentaron su valor mfnimo en Septiembre.

De las tablas de concentraciones (Fig.51 a 54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	0.33*	2.25
	0.33**	3.6
Nitritos	0.08	0.29
	0.06	0.29
Nitratos	0	0.905
	0	0.905
Fosfatos	0.303	2.131
	0.303	2.131
Oxigeno	3.05	5.58

* Superficie.

** Fondo.

Estación 11 (Fig.2)

Esta estación se localiza frente al Estero Zacatecas.

Las concentraciones de nitritos son bajas, en cambio, las concentraciones de amonio presentan valores altos en Mayo y Julio. Las mayores concentraciones de nitratos se **regist**traron en Agosto (Fig.48).

Las concentraciones de fosfatos se presentan altas durante el periodo Primavera-Verano y presentan el menor valor en **Agosto** (Fig.49).

De las tablas de concentraciones (Fig.51 a 54) se resume:

	Mínimo	Máximo
Amonio	0.09*	4.04
	0.09**	2.68
Nitritos	0.05	0.10
	0.06	0.12
Nitratos	0.02	0.6
	0	0.6
Fosfatos	0.8	1.6
	0.8	2.1
Oxigeno	3.7	6.4

* Superficie.

** Fondo.

Discusiones.

La Ensenada de La Paz es un sistema antiestuarino, que actúa como una verdadera cuenca de **evaporación** durante casi todo el año y tanto temperatura como salinidad, aumentan de la **boca** hacia los interiores de la Ensenada.

Con respecto a los nutrientes en solución, se encontró que en general las concentraciones de amonio son producidas más o menos homogéneamente en toda la Ensenada. Las fuentes de amonio más importantes en esta zona parecen ser las **Descargas** de Aguas Municipales, excreción por peces y zooplancton y **difusión** a partir de los sedimentos.

Las concentraciones de nitritos registradas en el **área** de estudio fueron generalmente bajas, esto era de esperarse, ya que los procesos que lo producen como nitrificación, **denitrificación** y reducción **bacterial**, es probable que no sean un factor importante en el **reciclaje** de Nitrógeno, dado que el ambiente presenta buena **oxigenación** y penetración de luz.

Las concentraciones de nitratos en general son bajas, **presentándose** las máximas en la boca y canal de mareas, esto nos sugiere que el agua de la **Bahía** es rica en nitratos y puede ser una fuente importante de este nutriente para la Ensenada (esto dependerá del alcance de las mareas). Durante el **período** de Primavera a Otoño de 1978-1980, Nienhuis observó que la distribución del fitoplancton **obedecía** a dos patrones diferentes: unas veces homogéneo en la Ensenada y **Bahía** de La Paz, y otras en donde las especies de ambas regiones eran **diferentes**. Probablemente las concentraciones de nitratos puedan ser entre otros, uno de los factores que limiten el **desarrollo** y **distribución** de las especies **fitoplanctónicas** en esta **región**.

Las concentraciones de fosfatos observadas aunque no están en concentraciones muy elevadas, si lo están en exceso, ya que el **fitoplanctón** necesita en promedio **sólo** un átomo de --

fósforo por cada 15 de **Nitrógeno**, por lo tanto, el **fósforo** no se considera un factor limitante en este caso..

Los resultados obtenidos por estación de muestreo **indican** -- que las concentraciones de amonio registradas en las **estaciones** de muestreo de la Ensenada parecen no ser un factor **limitante** en el desarrollo de especies **fitoplanctónicas**, ya que se observaron concentraciones adecuadas de este compuesto durante todo el periodo de estudio.

Las concentraciones de nitritos observadas fueron bajas en general, mientras que las de nitratos presentaron en las estaciones de la boca y canal de mareas concentraciones mayores.

Las concentraciones de fosfatos registradas en las **estaciones** de muestreo, presentan en general una disminución en los meses de Agosto y Septiembre.

La **distribución** estacional de amonio superficial (Fig.55) -- presentó concentraciones altas en el periodo de Abril a Julio, principalmente en las estaciones de la boca y estaciones **cercanas** a la **Desacarga** Municipal. Se observa en general, una **disminución** en la concentración durante los meses de Agosto y Septiembre.

La distribución estacional de amonio de fondo (Fig.56) **presentó** en general el mismo patron observado en la superficie, aunque con un aumento en la concentración. **Durante** los meses de Abril y Mayo, se registraron en las estaciones del interior de la Ensenada (zona litoral) concentraciones altas.

La distribución estacional **de nitritos** tanto de superficie como de fondo (Fig.57 y 58) **fué** generalmente baja, esto probablemente debido a las condiciones ambientales prevalecientes.

La distribución estacional de nitratos de superficie y fondo -

(Fig.59 y 60), presentó mayores concentraciones en las estaciones de la boca y canal de mareas durante casi todo el periodo de estudio. Esto nos demuestra el aporte de nitratos de las aguas de la Bahía (ya que todos los muestreos se realizaron en marea alta), y una cierta tendencia a disminuir la concentración hacia el interior de la Ensenada, aunque puede ocurrir, que por consideraciones de cinética este compuesto sea más rápidamente asimilado por las especies fitoplanctónicas del interior de la Ensenada (ya que la concentración registrada de un nutriente, representa un equilibrio entre la producción y consumo del mismo), por lo tanto, es posible que los nitratos estén entrando al sistema a una velocidad inferior a la que es asimilado, pudiendo ocurrir lo mismo con las producidas "in situ" por nitrificación.

La distribución estacional de fosfatos tanto de superficie como de fondo (Fig.61 a 62) fué muy homogénea, con concentraciones altas durante todo el periodo de estudio, sin embargo, -- las menores concentraciones se registraron en los meses de -- Agosto y Septiembre .

En base a las concentraciones registradas en los meses de -- muestreo, parece que este compuesto no es un factor limitante para los organismos fitoplanctónicos.

La distribución estacional de oxígeno promedio (Fig.63) pre--sentó en general concentraciones altas (alejadas de las condiciones anóxicas) durante todo el periodo de muestreo, esto -- puede deberse principalmente a los procesos de fotosíntesis y circulación de aguas de la Ensenada. Sin embargo, se observó una disminución en la concentración de oxígeno durante los meses de Agosto y Septiembre, quizá debido al aumento de temperatura (de hasta 29°C propiciando una menor solubilidad de oxígeno), y disminución de algunos nutrientes que promueven la fotosíntesis.

Conclusiones.

En base a los **análisis** de los muestreos realizados mensualmente durante el periodo Primavera-Verano de 1981, se **concluye** que las aguas de la Ensenada de La Paz presentaron:

1.- Concentraciones normales de amonio, es decir, no se observaron concentraciones muy elevadas que pudieran producir efectos negativos en el Ecosistema, ni tampoco **concentraciones** tan bajas que pudieran limitar el desarrollo de especies **fitoplanctónicas**, sin embargo, se notó la influencia de la Descarga Municipal, aunque no en forma negativa.

2.- Las bajas concentraciones de nitritos muestran que los procesos de nitrificación, denitrificación y reducción **bacterial** que lo producen probablemente no sean un-factor **importante** en el **reciclaje** del **nitrógeno**, dado las **características** ambientales, como buena **oxigenación**, penetración de luz, etc.

3.- Aporte de nitratos de las aguas de la **Bahía** hacia la **Ensenada** de La Paz, en donde su distribución dependió, por un lado del alcance de las mareas, y por otro de la velocidad de consumo (asimilación) de los organismos **fitoplanctónicos**.

4.- Altas concentraciones de fosfatos (desde el punto de vista que el fitoplancton requiere un promedio de 1 átomo de **fósforo** por cada 15 de nitrógeno).

Debido a este exceso de fosfatos en la Ensenada, no puede considerarse a éstos como un factor limitante para la **producción** primaria en la zona.

5.- En general, altas concentraciones de oxígeno. Este es un factor importante ya que nos muestra la actividad **fotosintética** de la zona, la circulación eficiente de corrientes de marea y viento; **además** de crear un medio propicio para el desarrollo de comunidades **pelagicas** y bentónicas dentro de la Ensenada.

A P E N D I C E

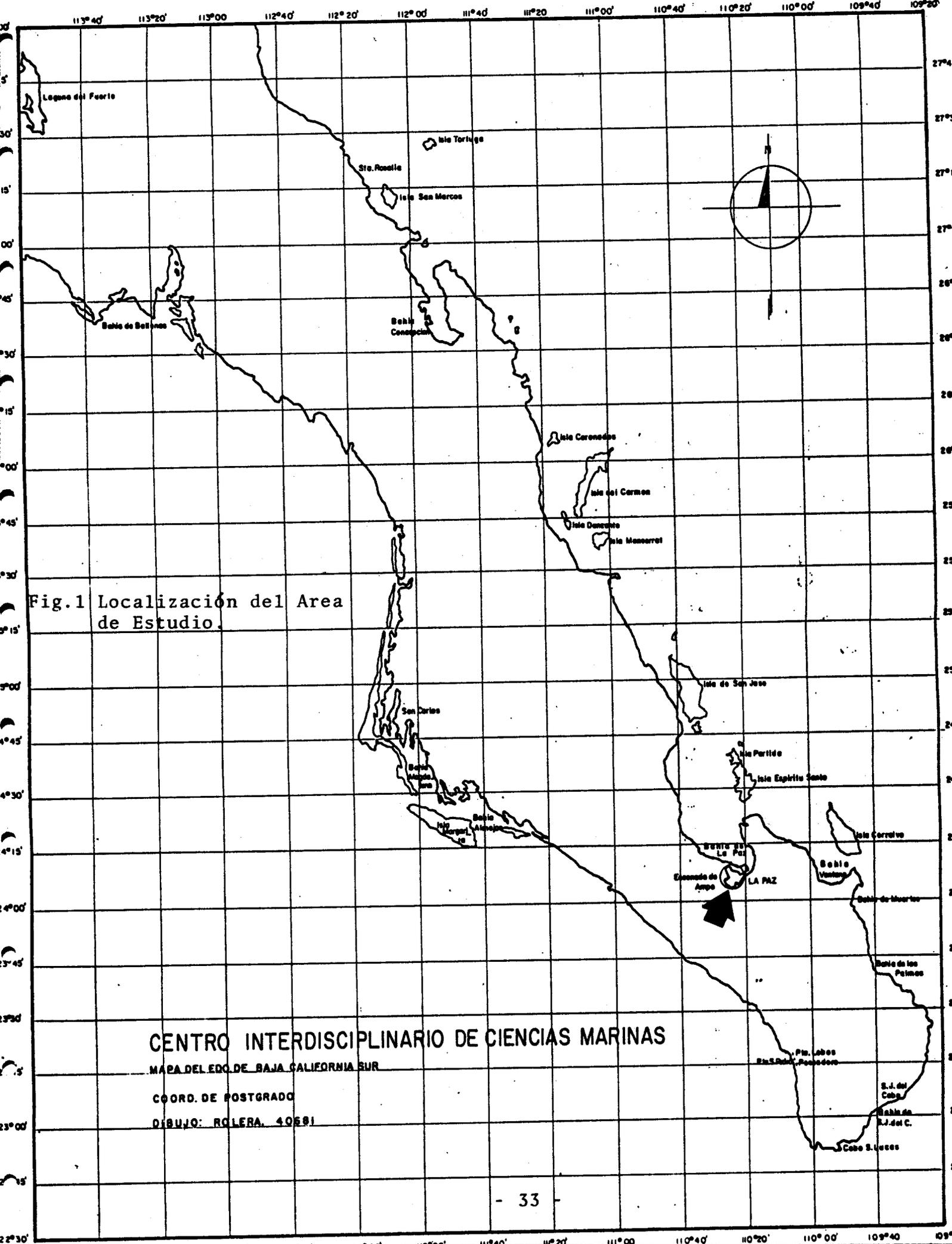


Fig.1 Localización del Area de Estudio.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

MAPA DEL EDO. DE BAJA CALIFORNIA SUR

COORD. DE POSTGRADO

DIBUJO: ROLERA, 40591

estero
zacatecas

- 34 -

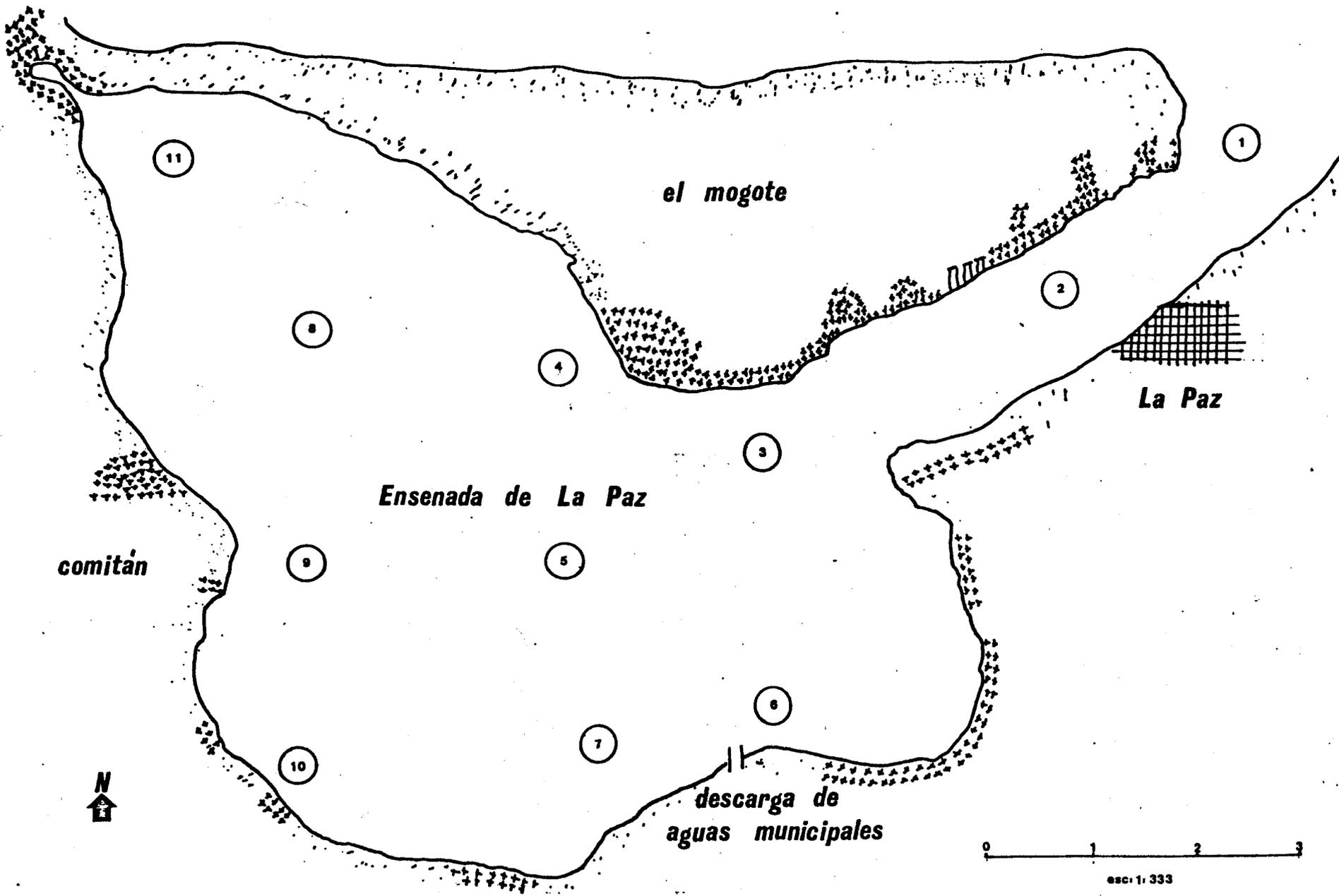


Fig. 2 Red de Estaciones Hidrológicas.

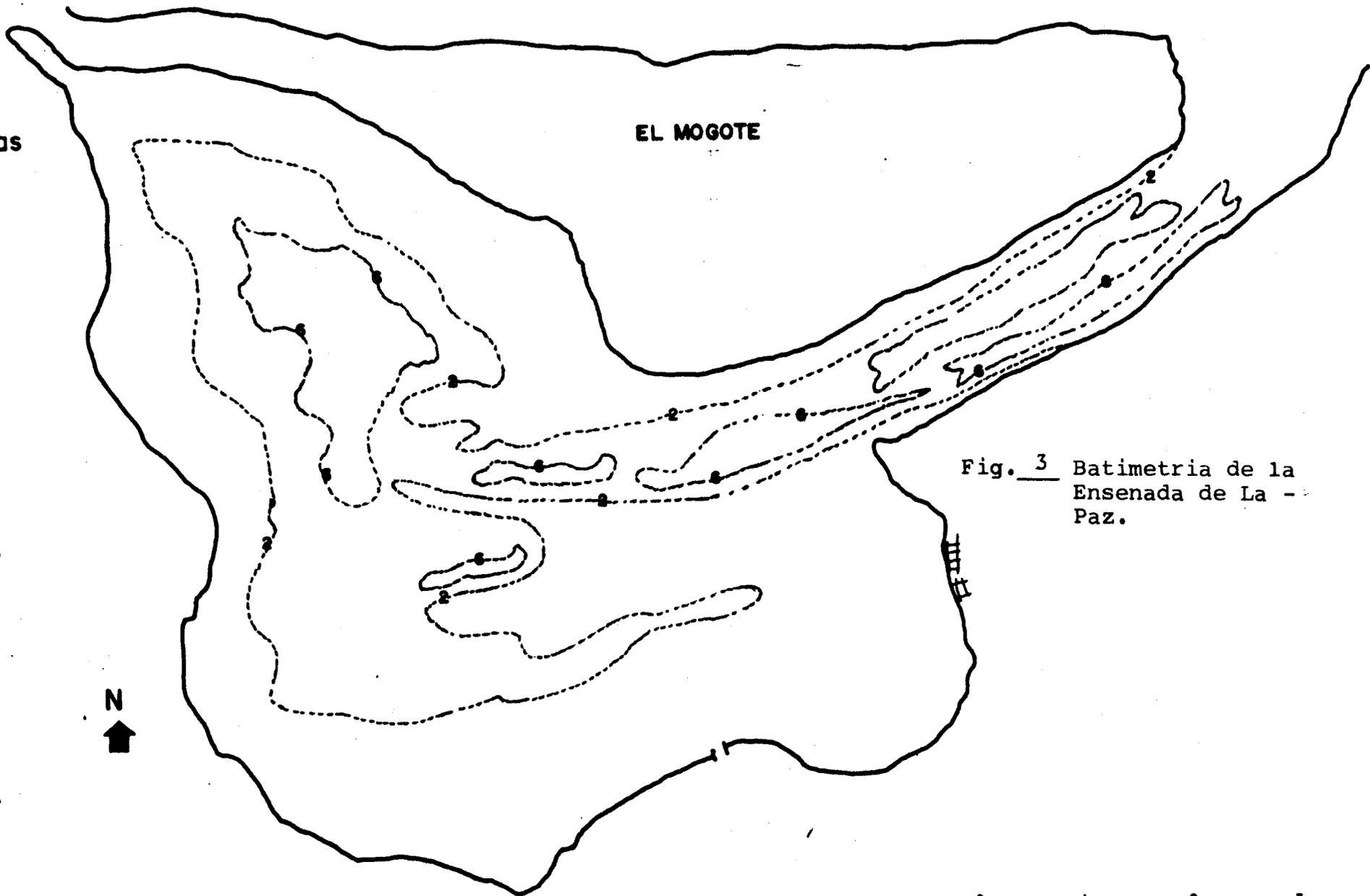
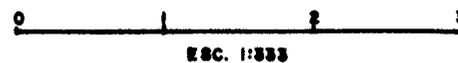
estero
zacatecas

EL MOGOTE

- 35 -



Fig. 3 Batimetria de la
Ensenada de La -
Paz.



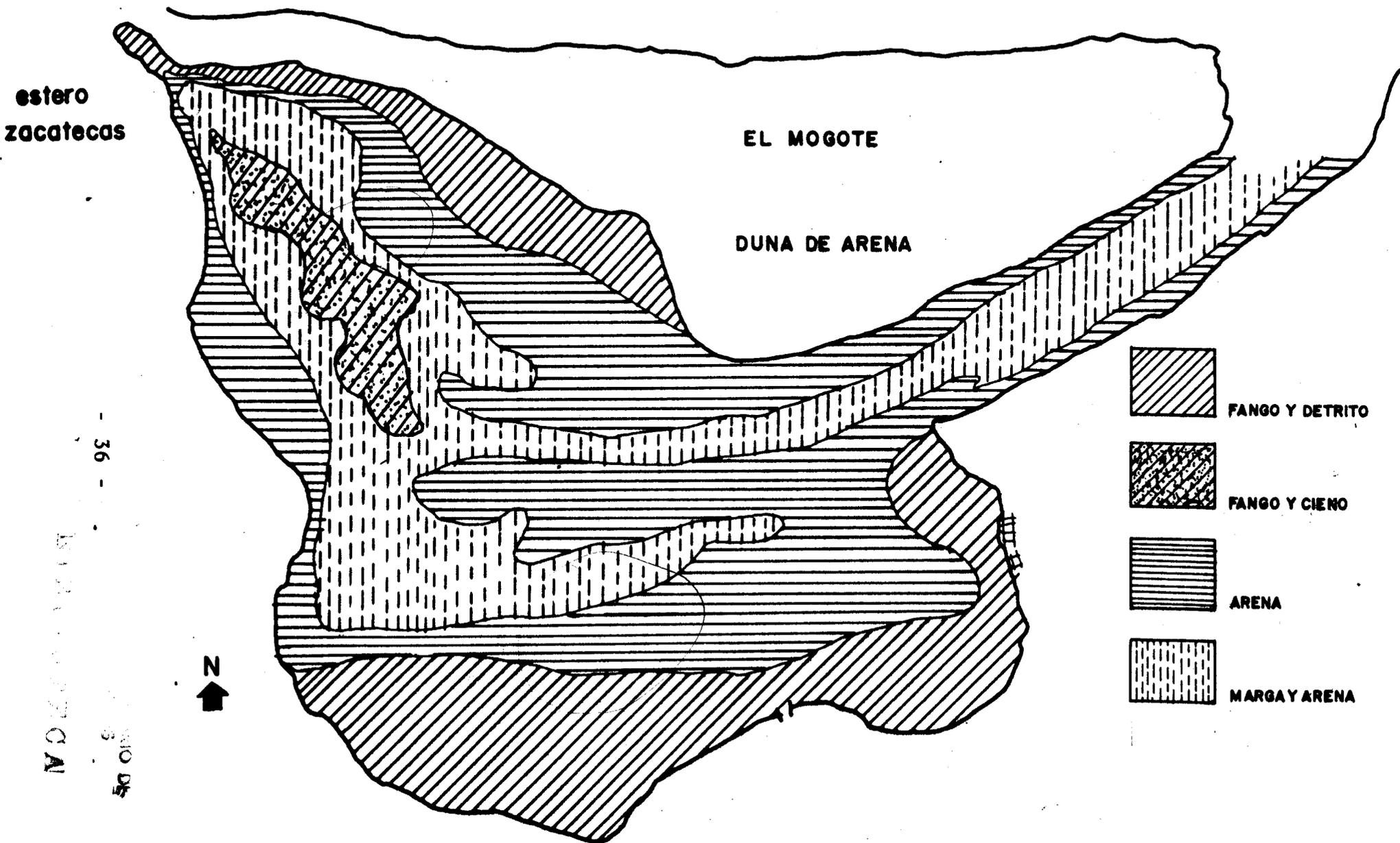
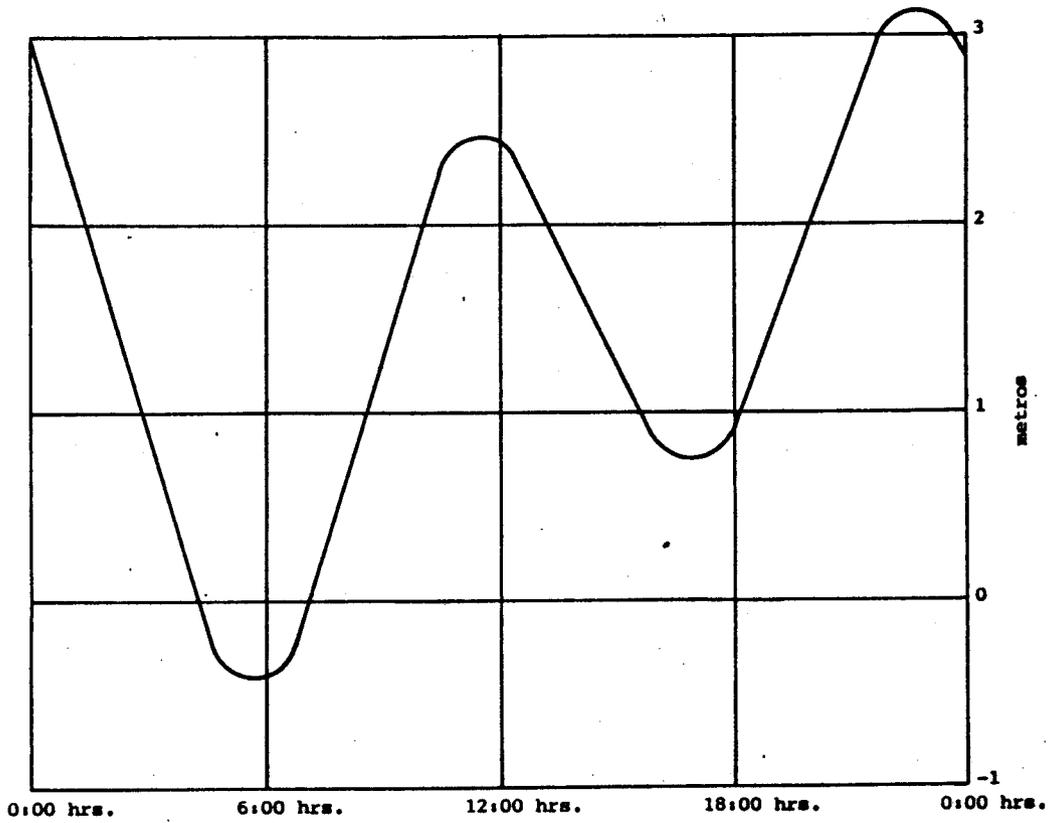
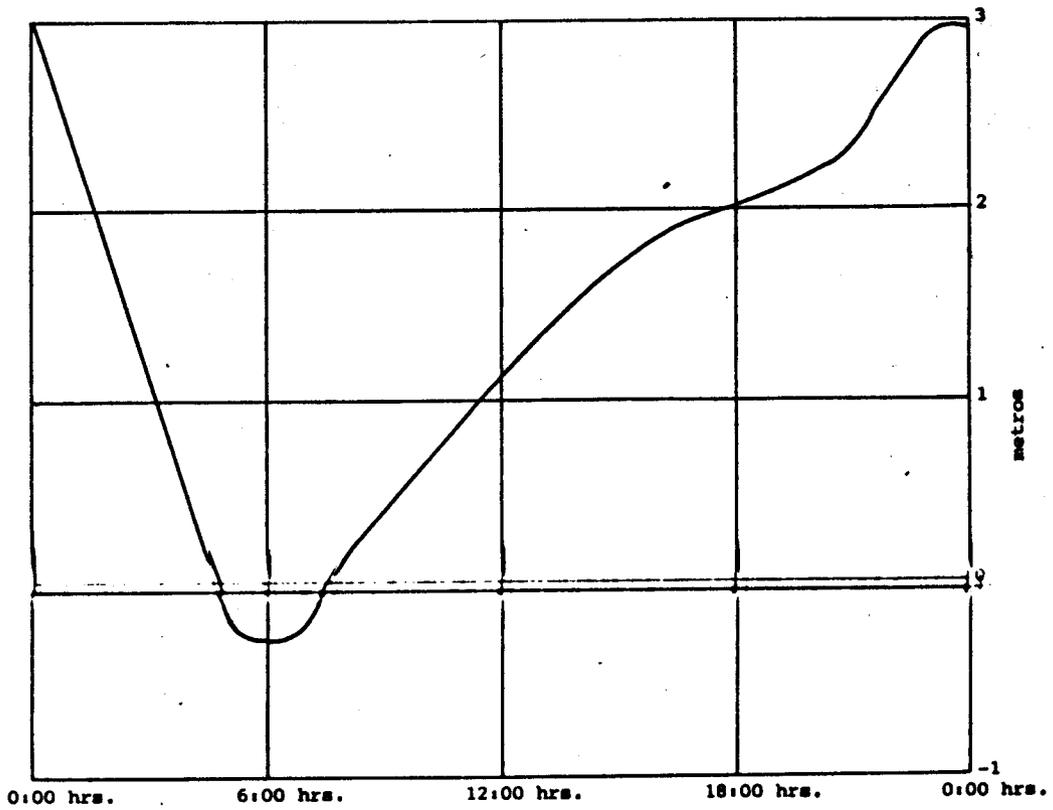


Fig. 4 Distribución y tipos de sedimentos.

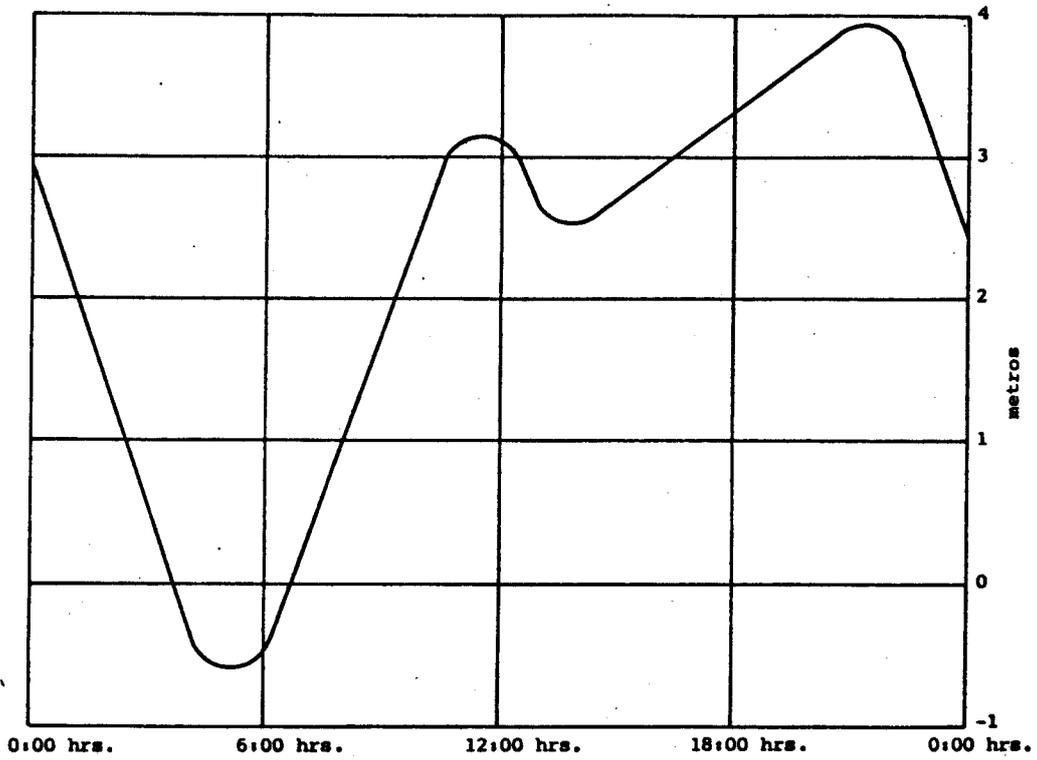


Período de Marea 6 de Abril de 1981.

Fig. 5

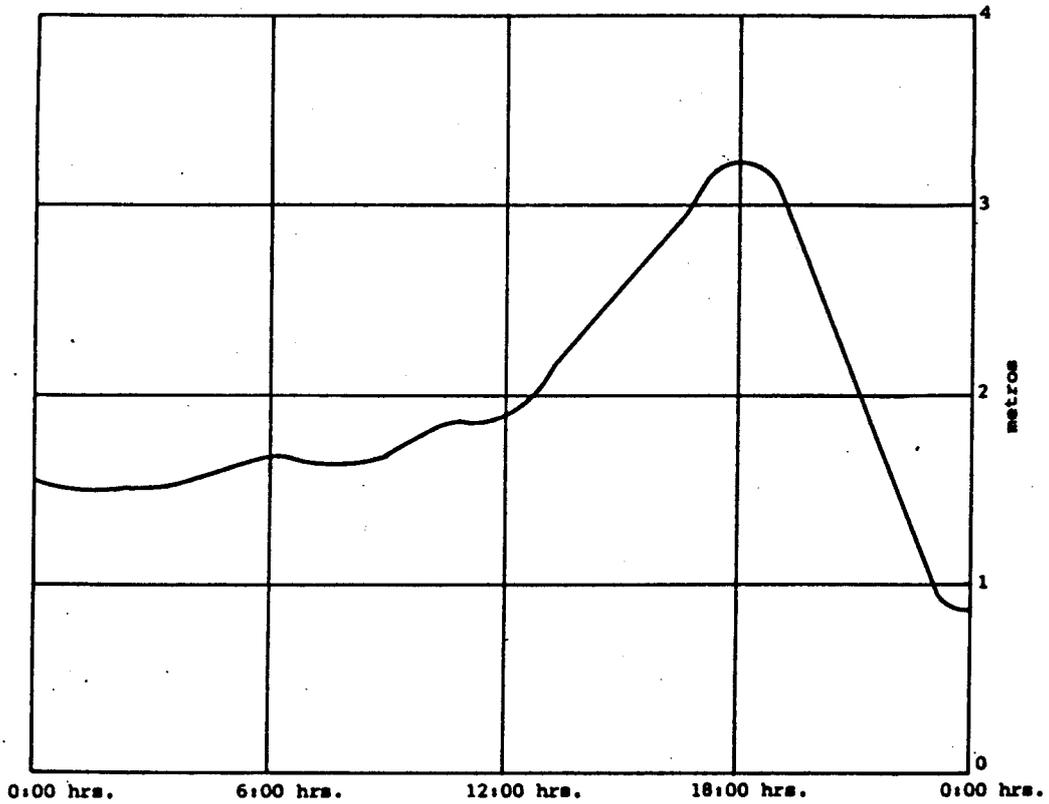


Período de Marea 8 de Mayo de 1981.

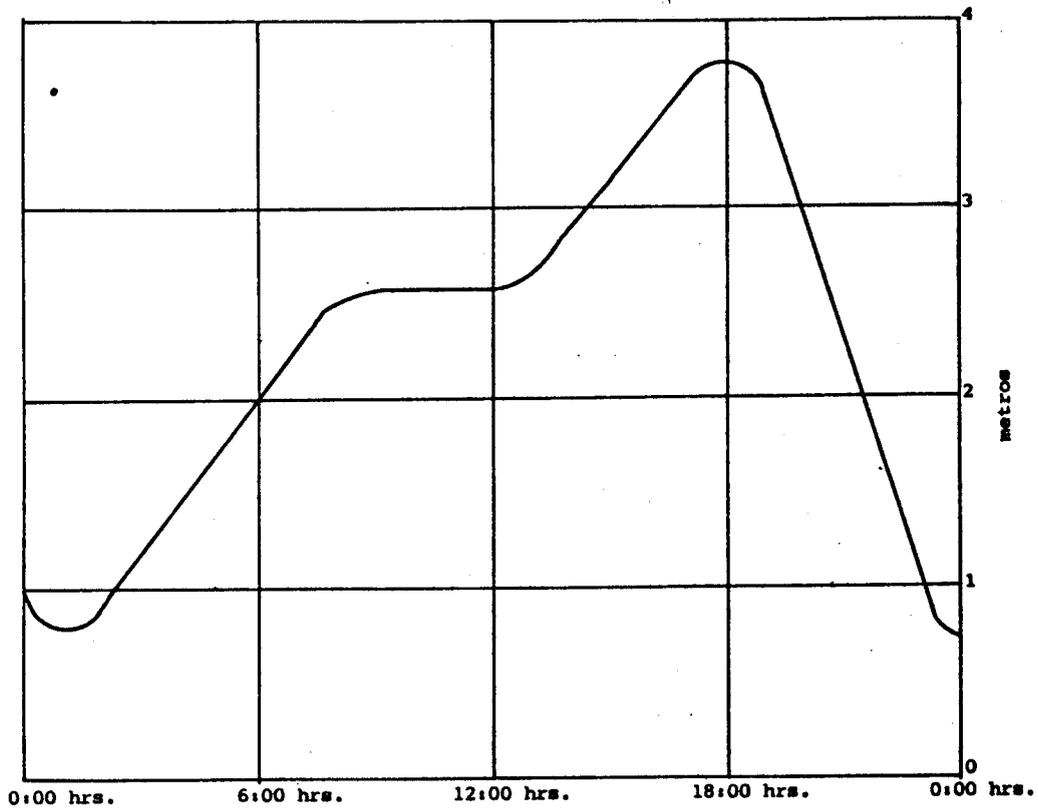


Período de Marea 4 de Junio de 1981.

Fig. 5

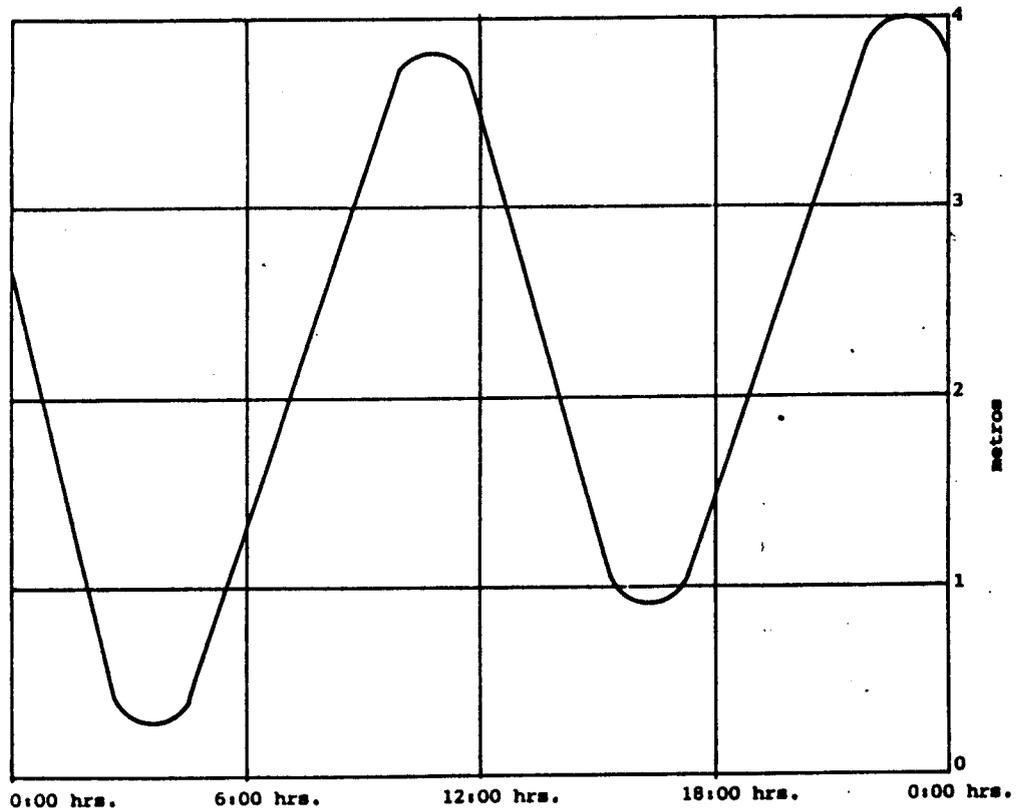


Período de Marea 10 de Julio de 1981



Período de Marea 10 de Agosto de 1981.

Fig. 5



Período de Marea 14 de Septiembre de 1981.

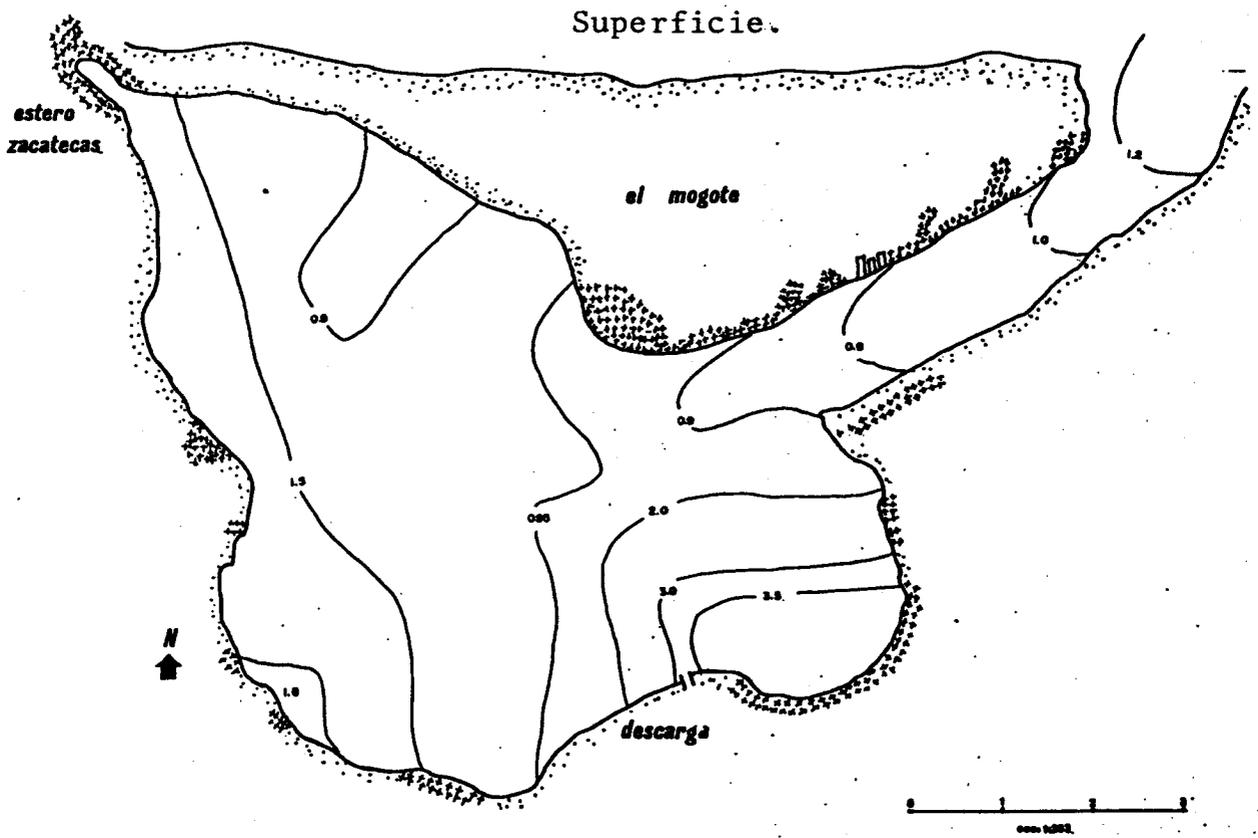
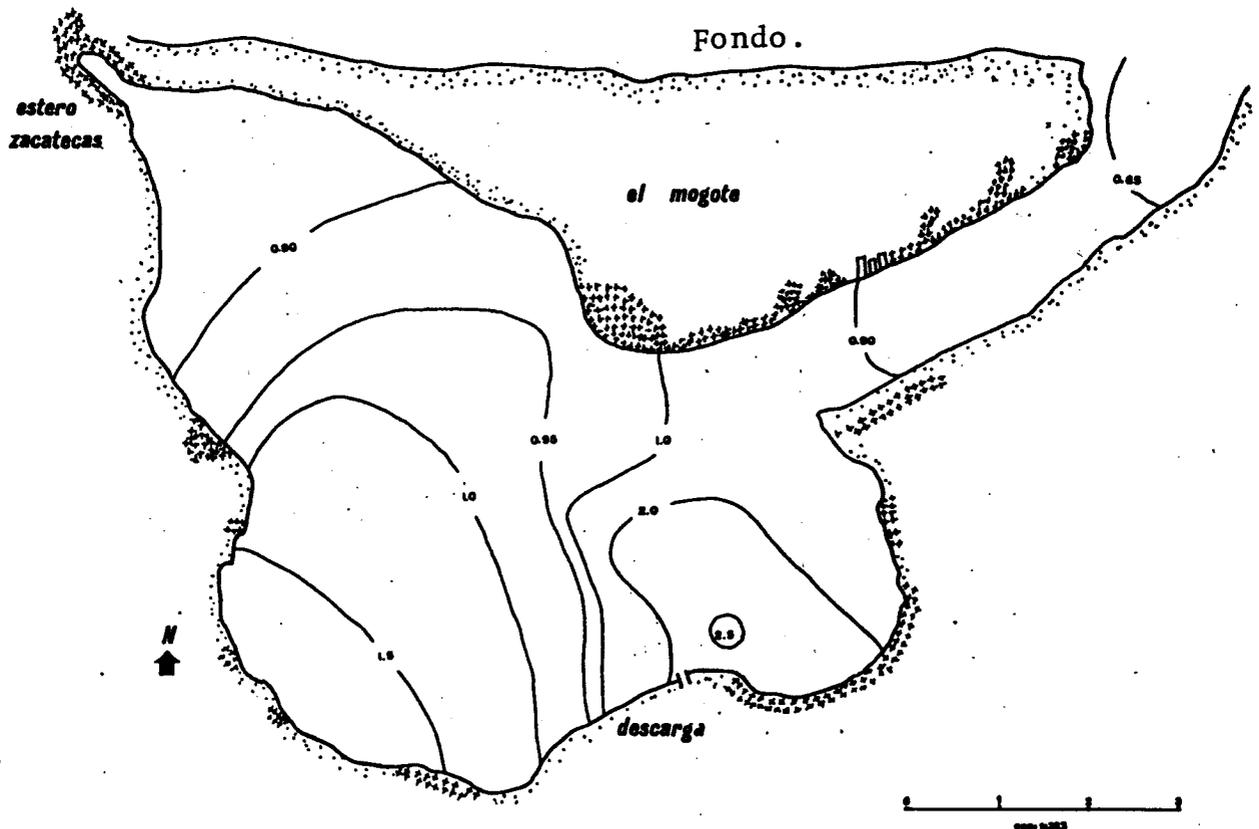


Fig. 6 Distribución de Amonio durante el mes de Abril.



Superficie.

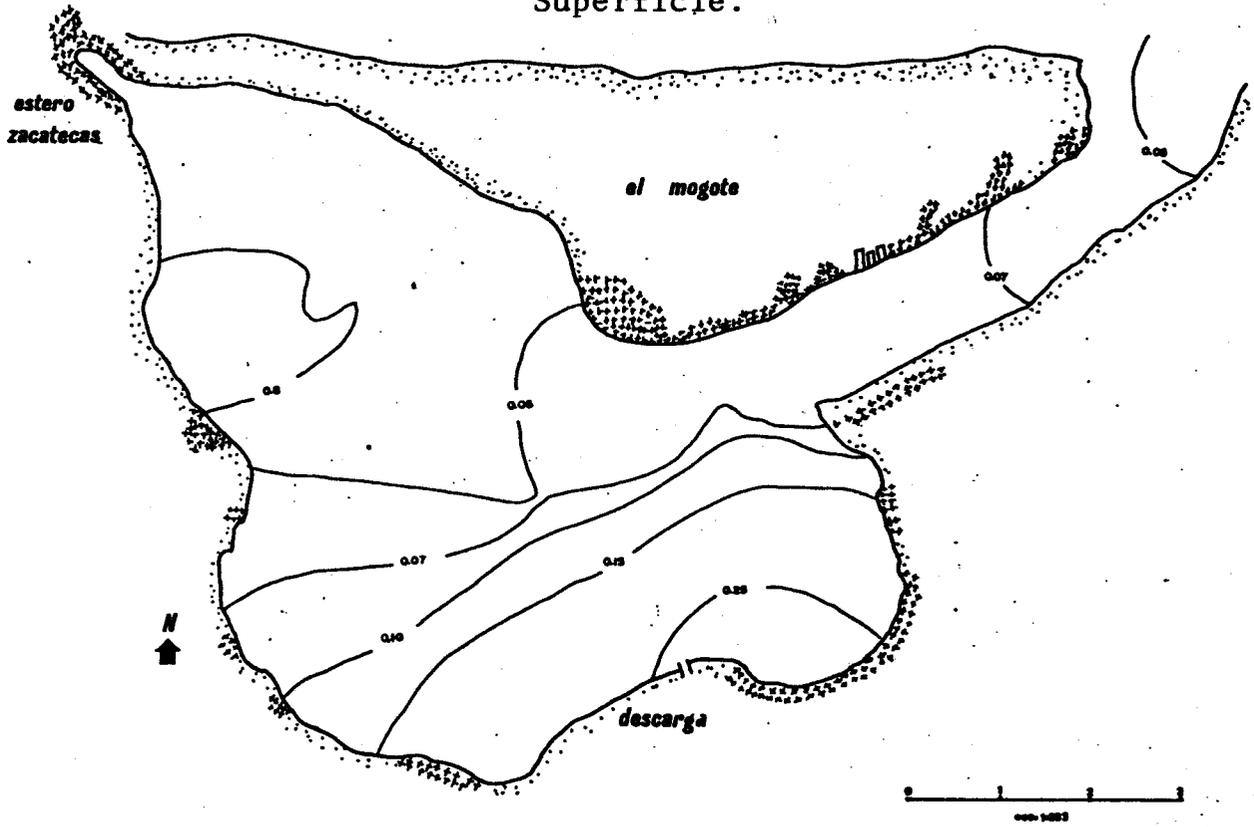
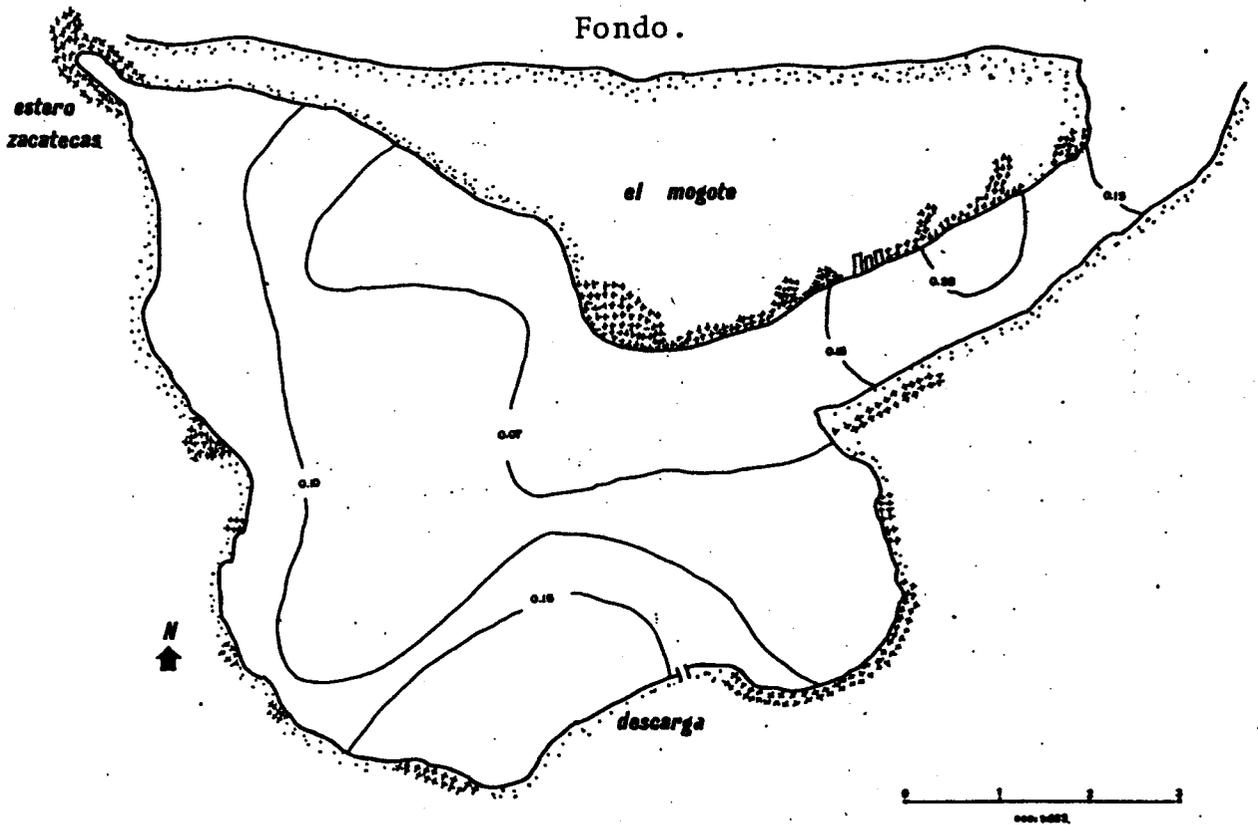


Fig.7 Distribución de Nitritos durante el mes de Abril.

Fondo.



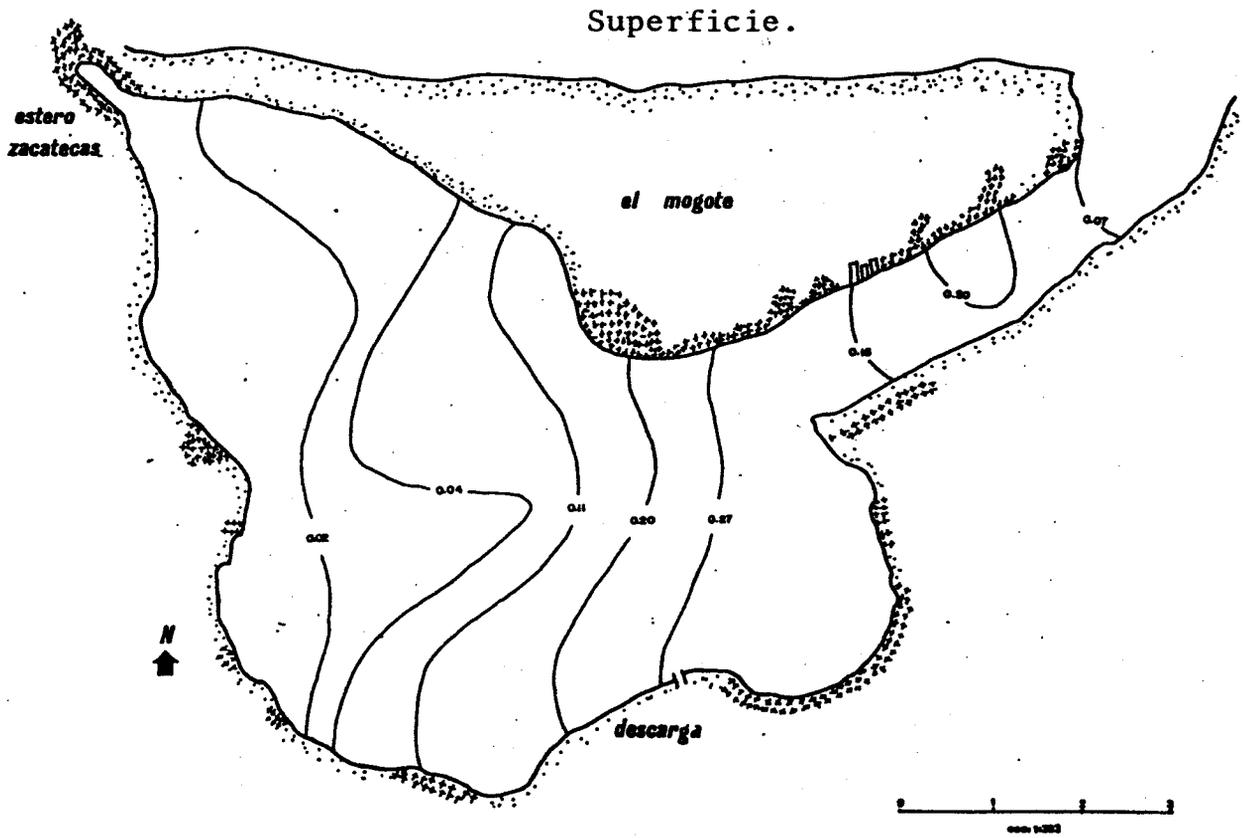
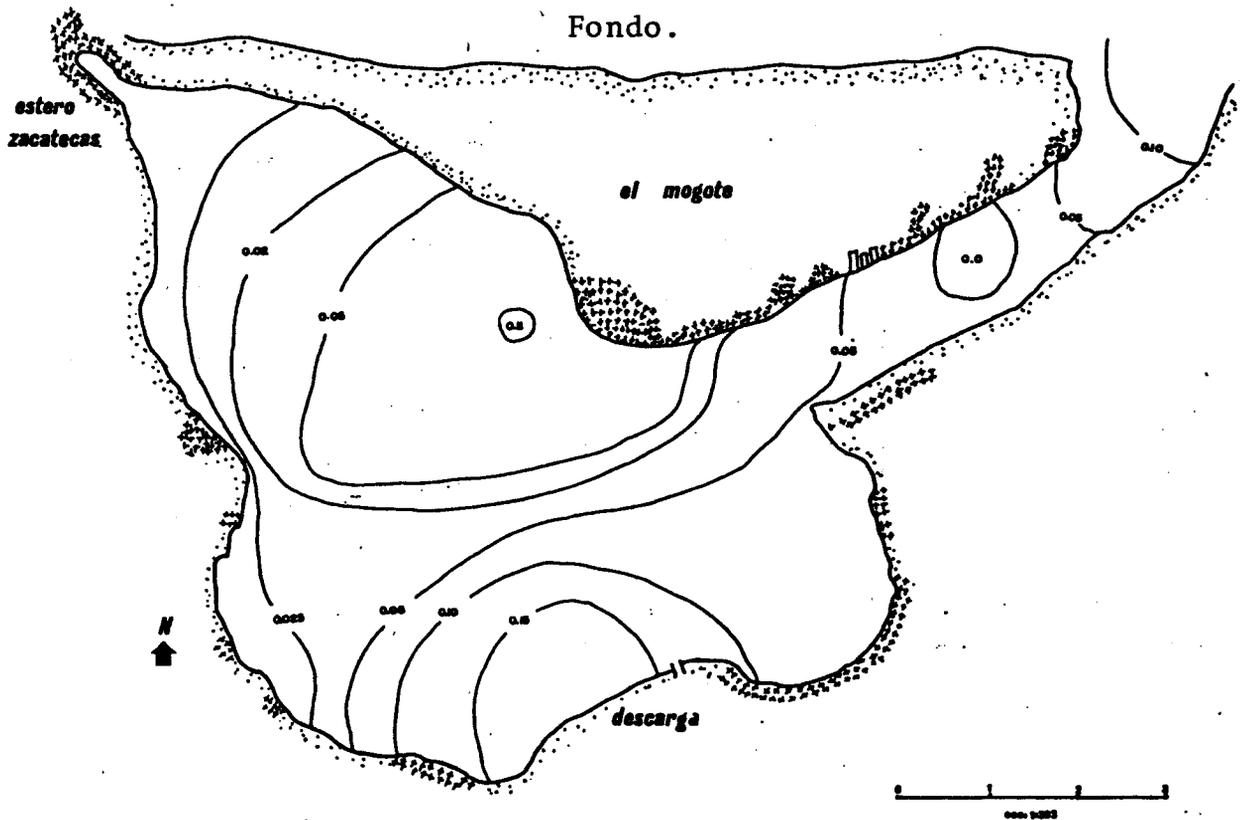


Fig.8 Distribución de Nitratos durante el mes de Abril.



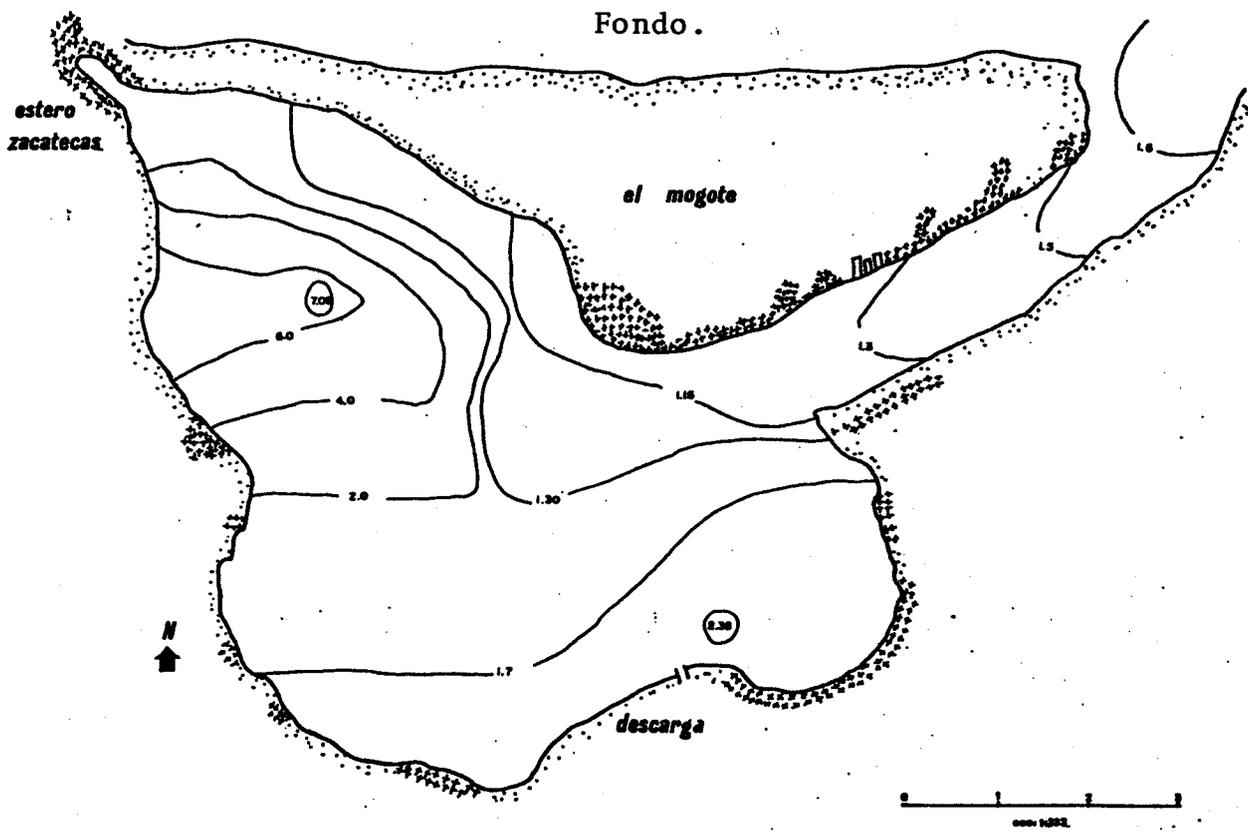
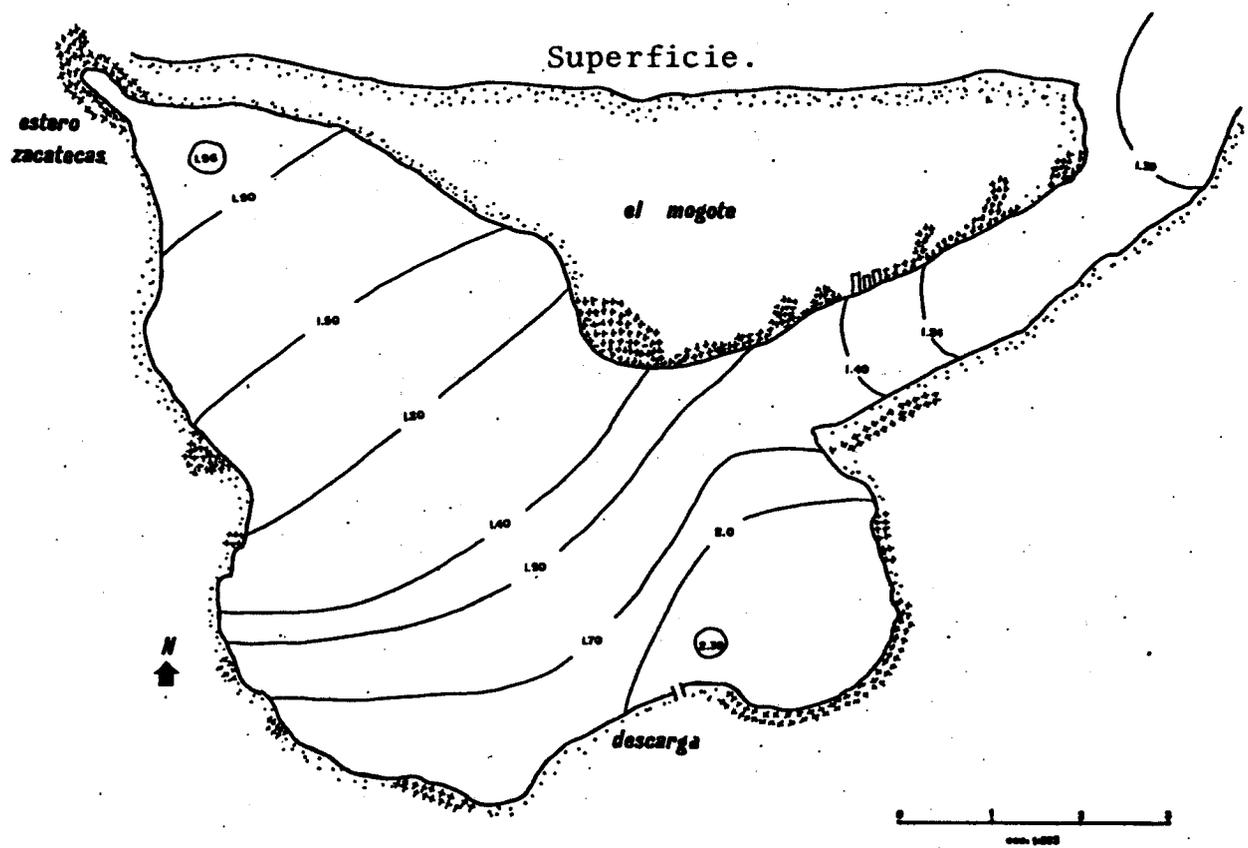


Fig.9 Distribución de Fosfatos durante el mes de Abril.



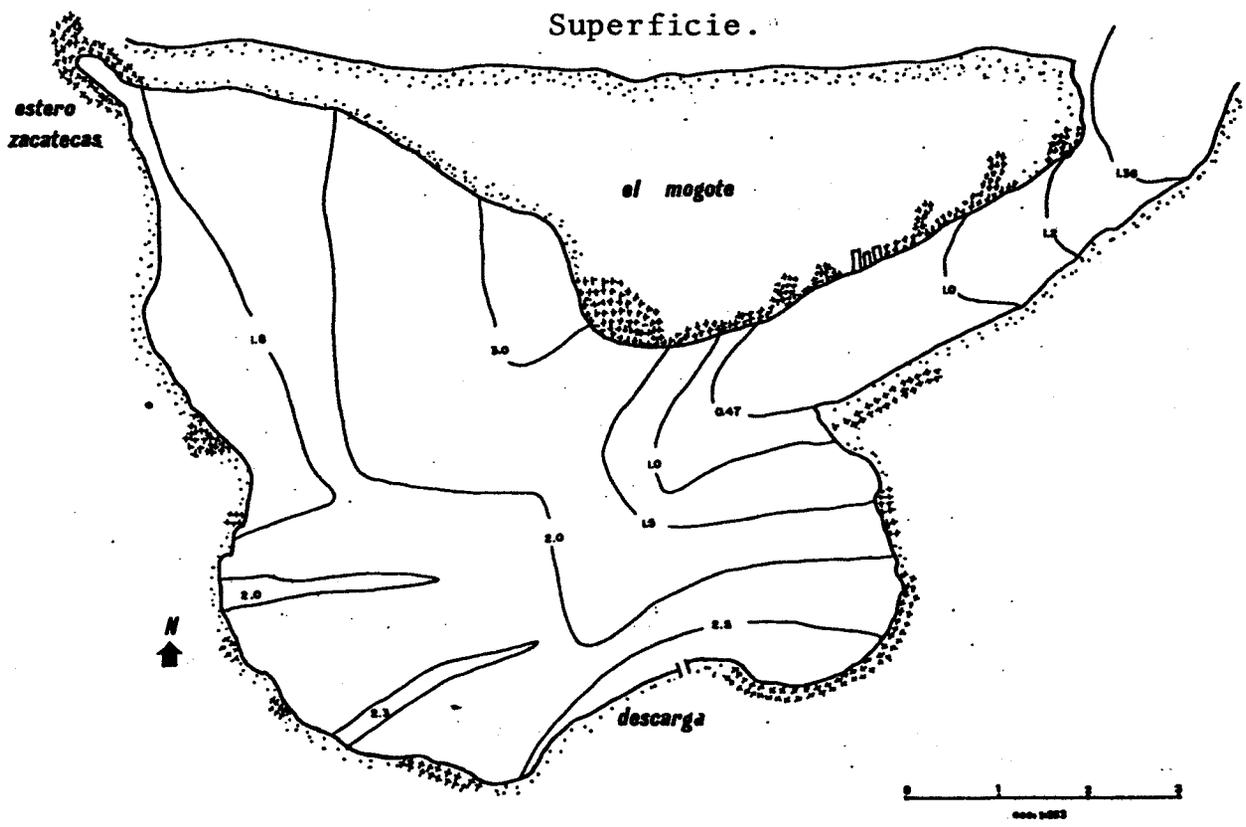
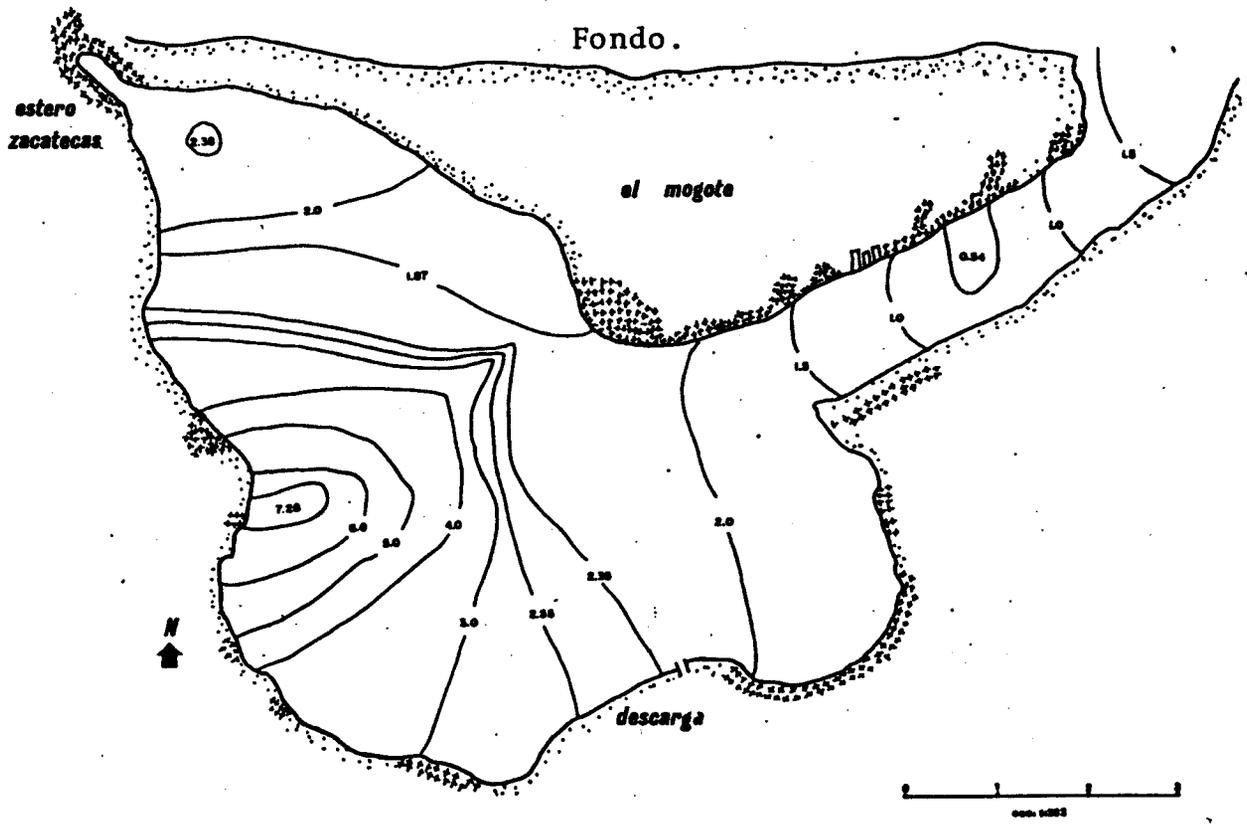


Fig.10 Distribución de Amonio durante el mes de Mayo.



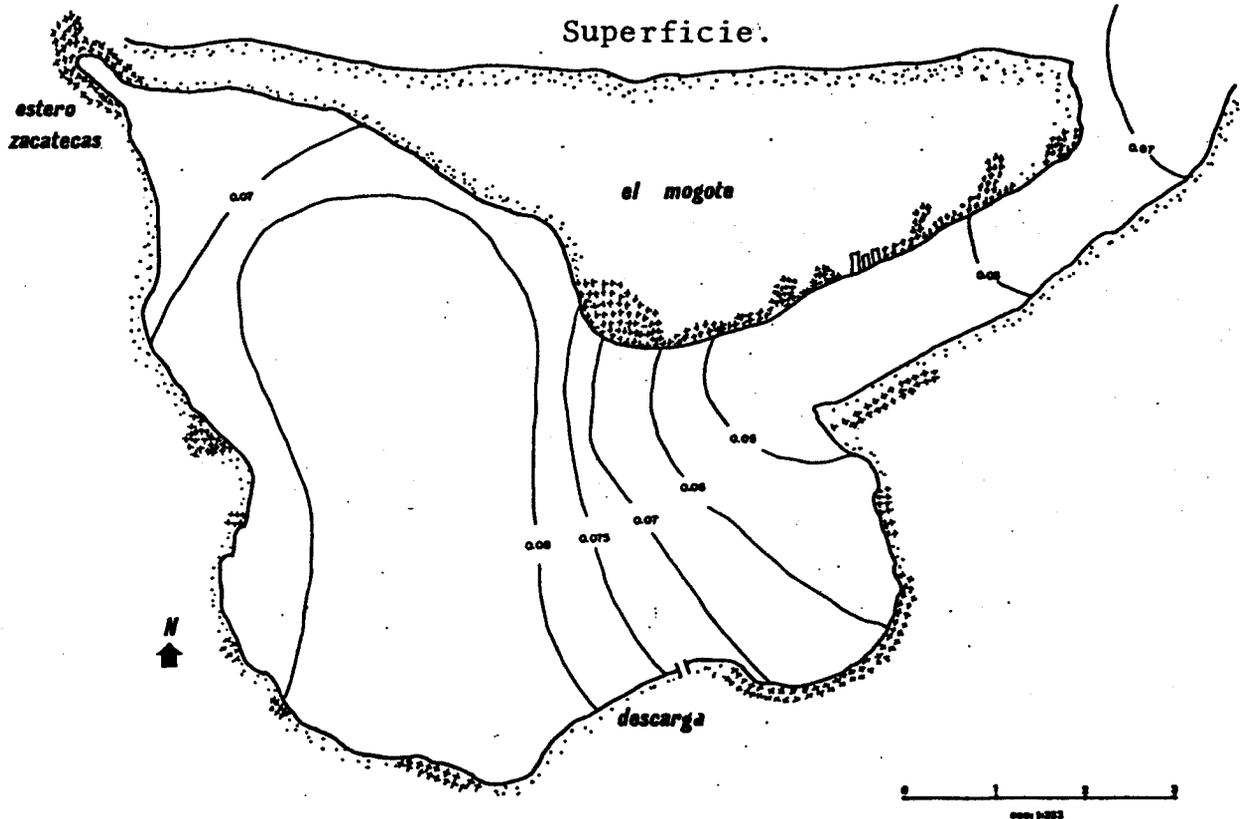
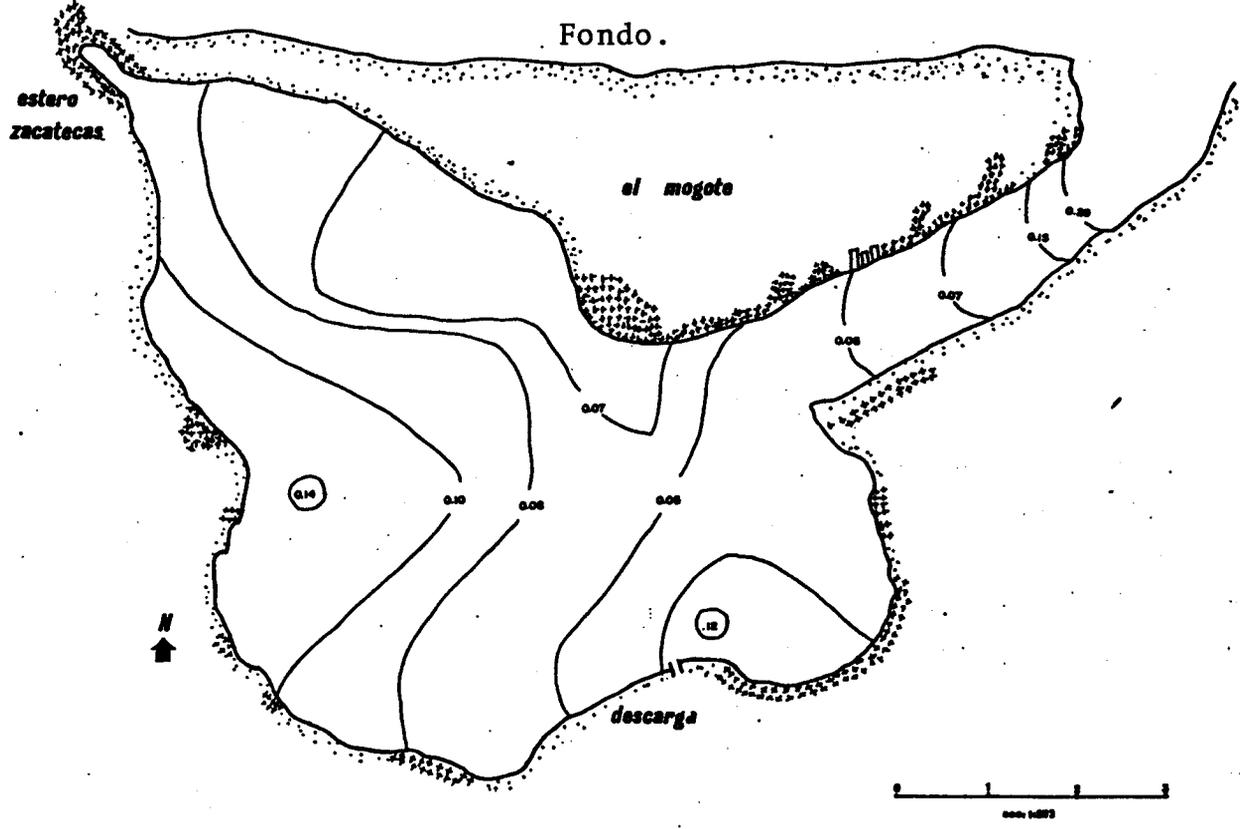


Fig.11 Distribución de Nitritos durante el mes de Mayo.



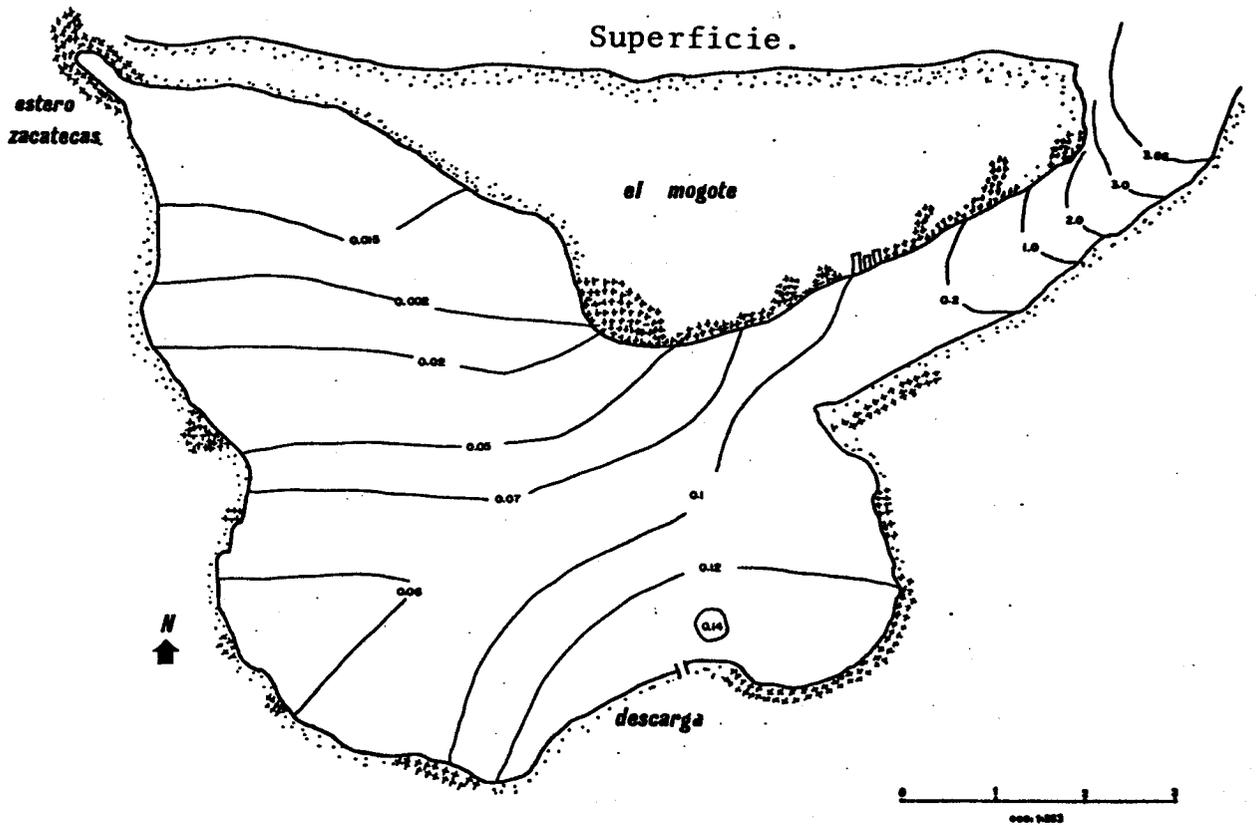
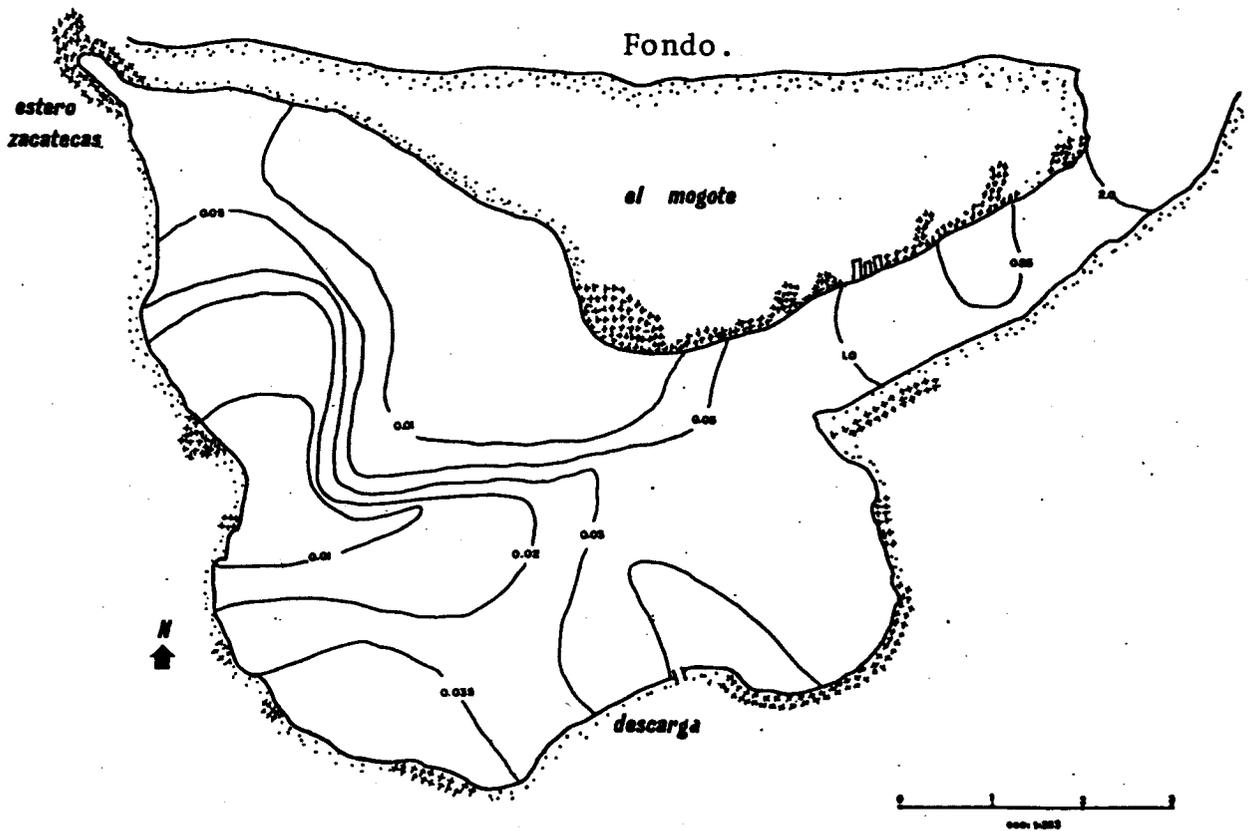


Fig.12 Distribución de Nitratos durante el mes de Mayo.



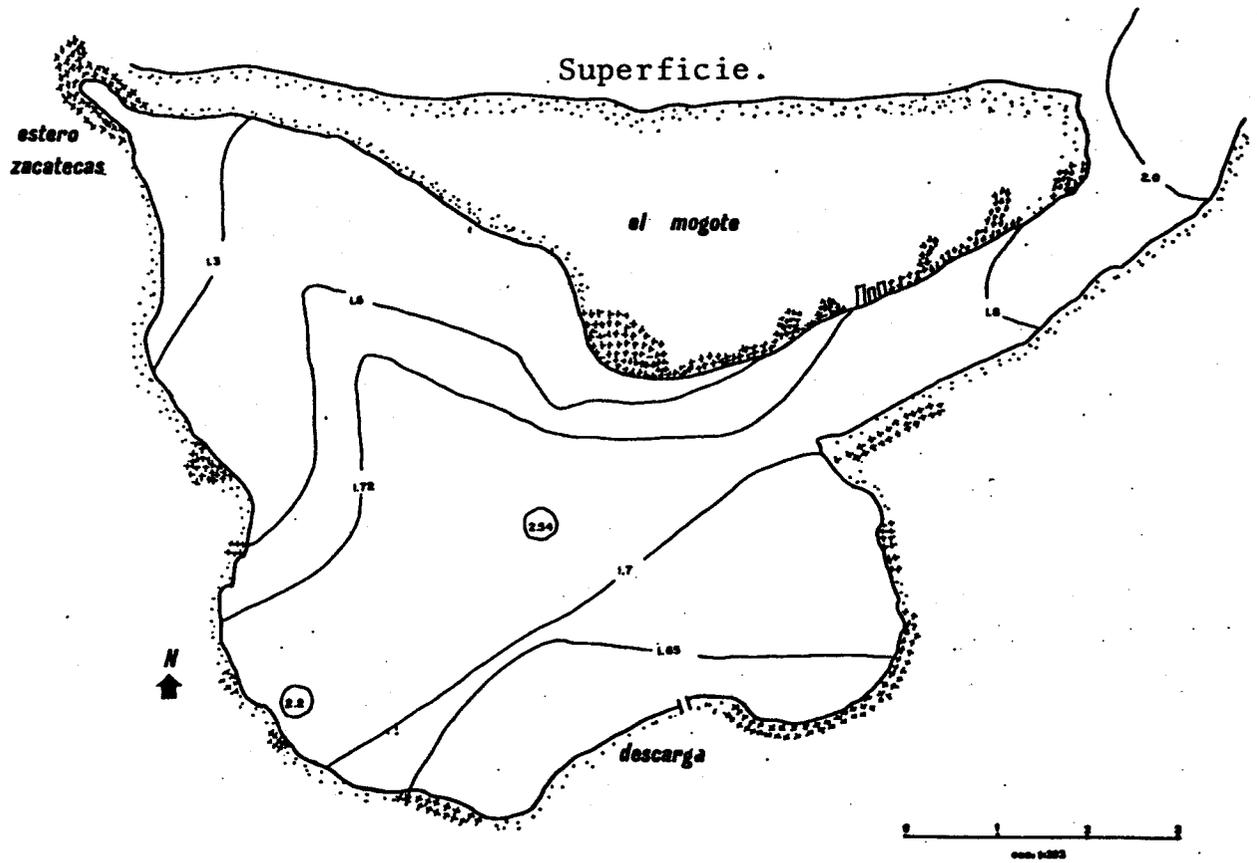
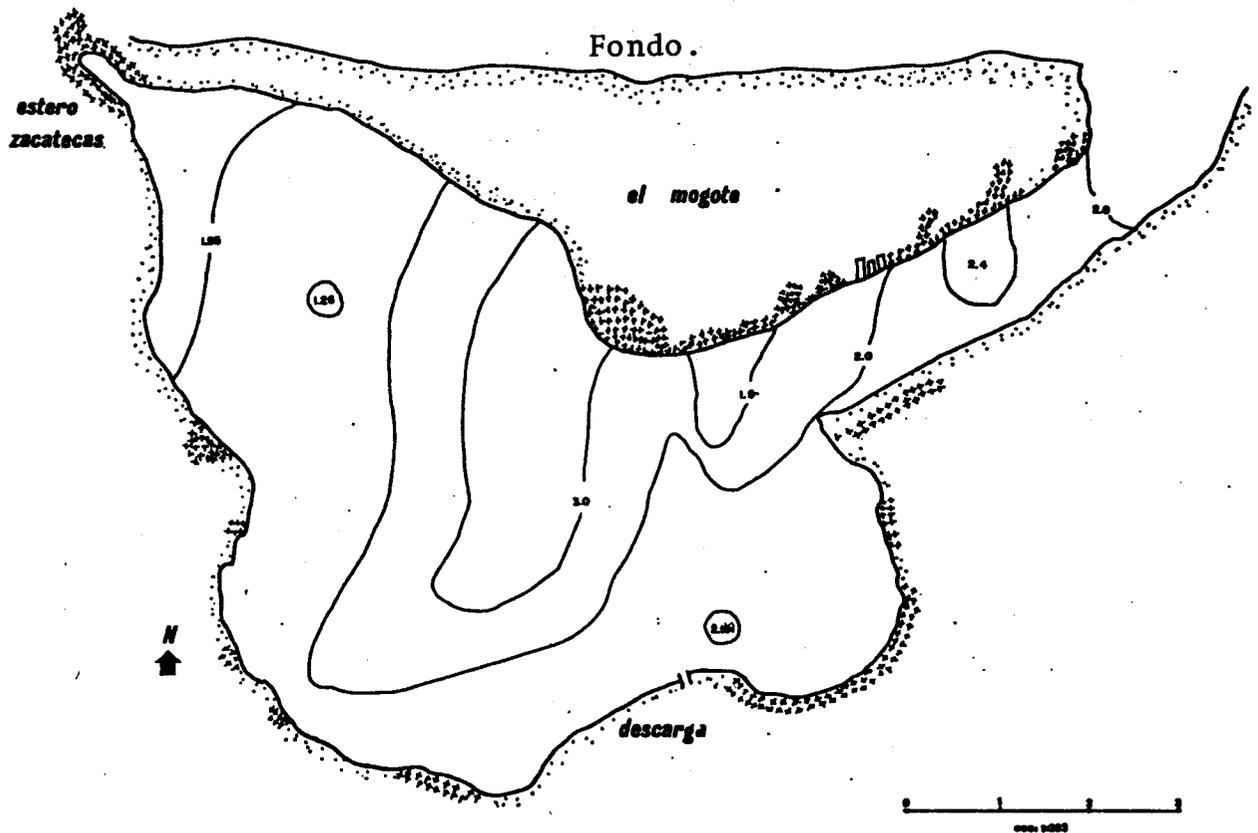


Fig.13 Distribución de Fosfatos durante el mes de Mayo.



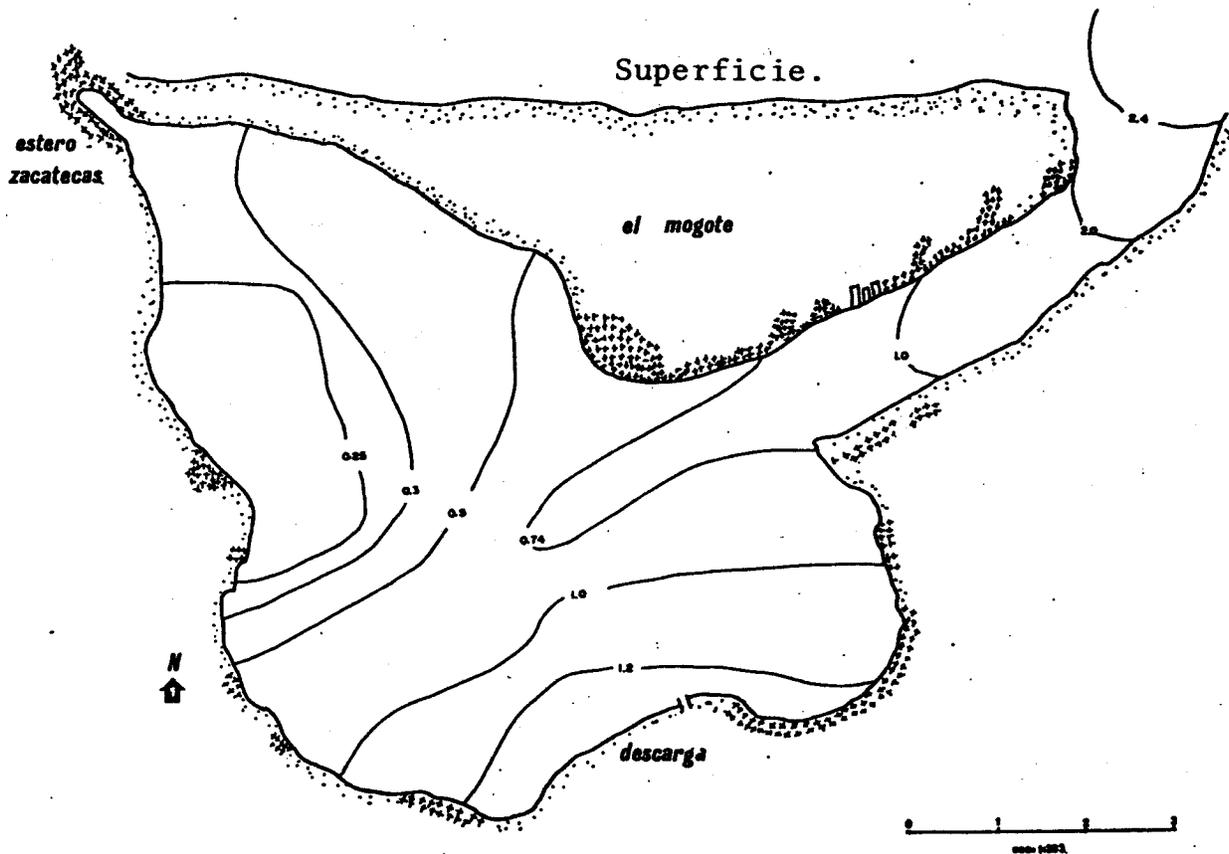
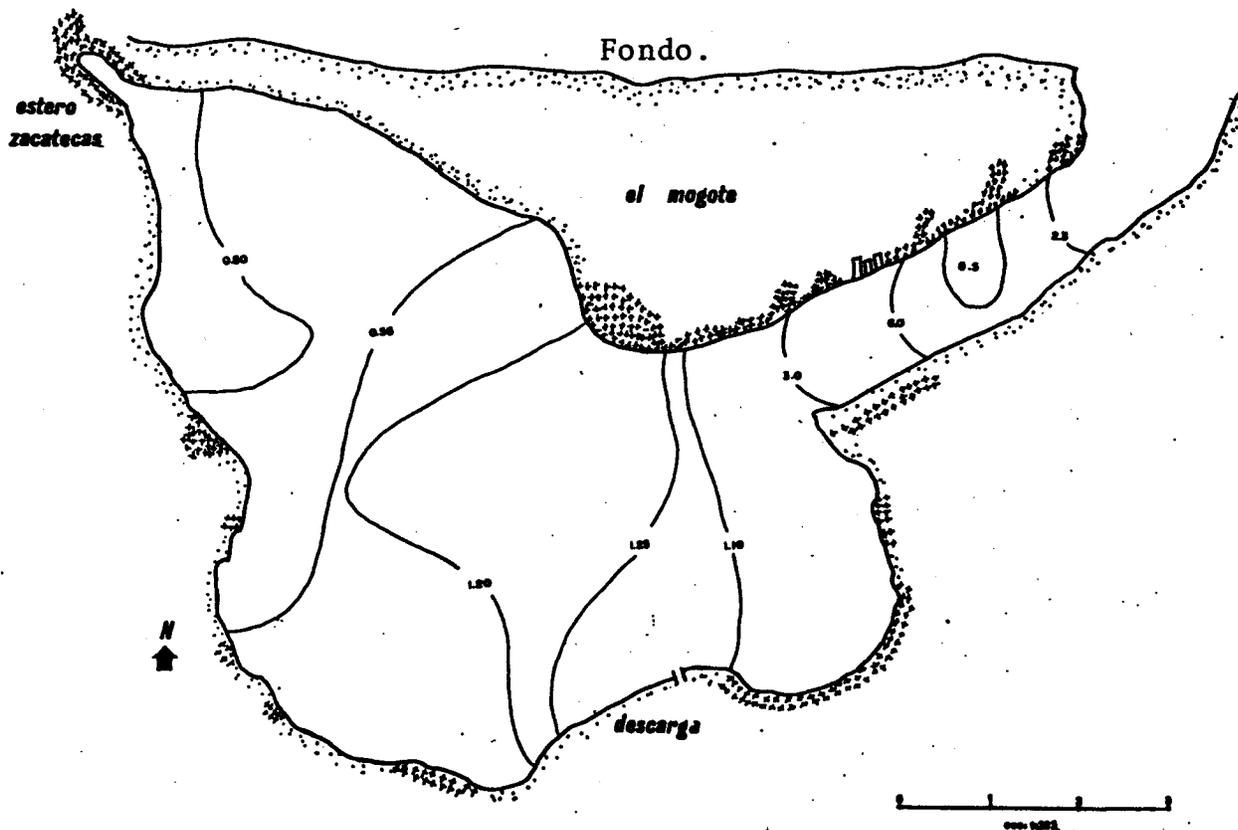


Fig.14 Distribución de Amonio durante el mes de Junio.



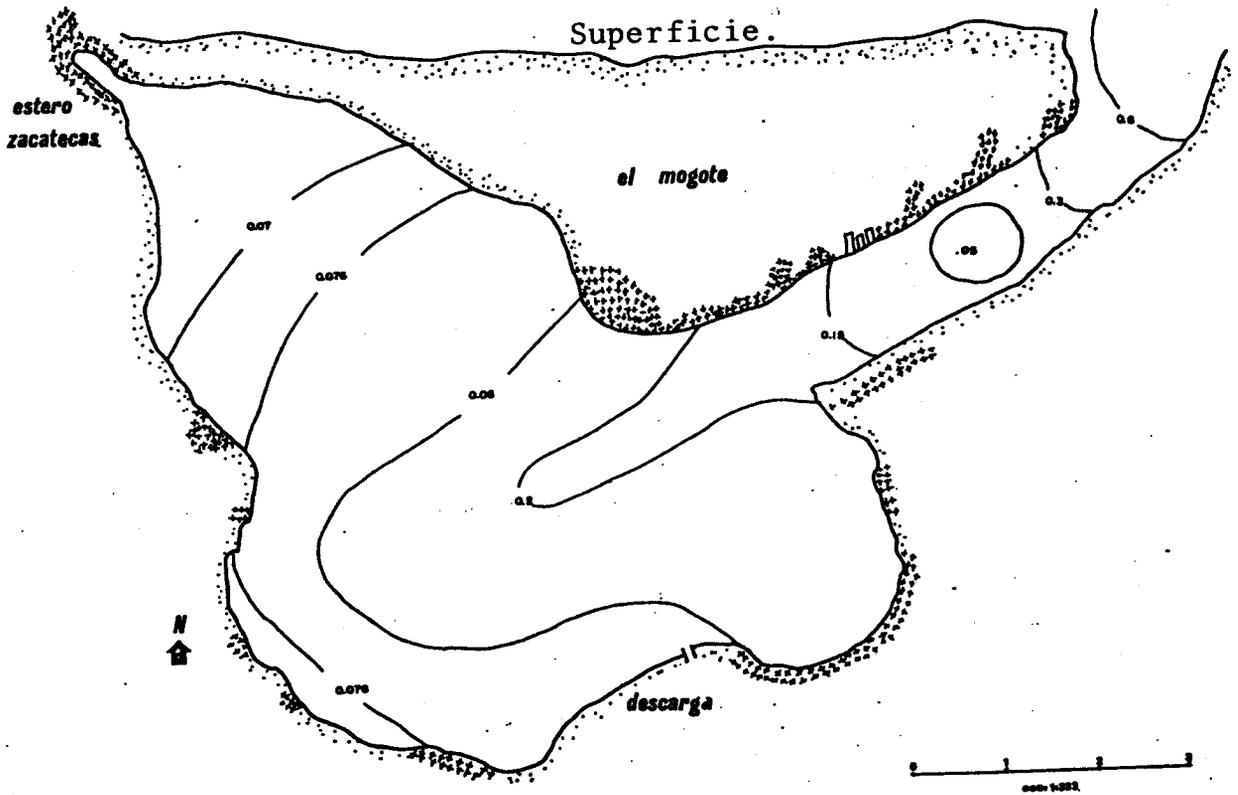
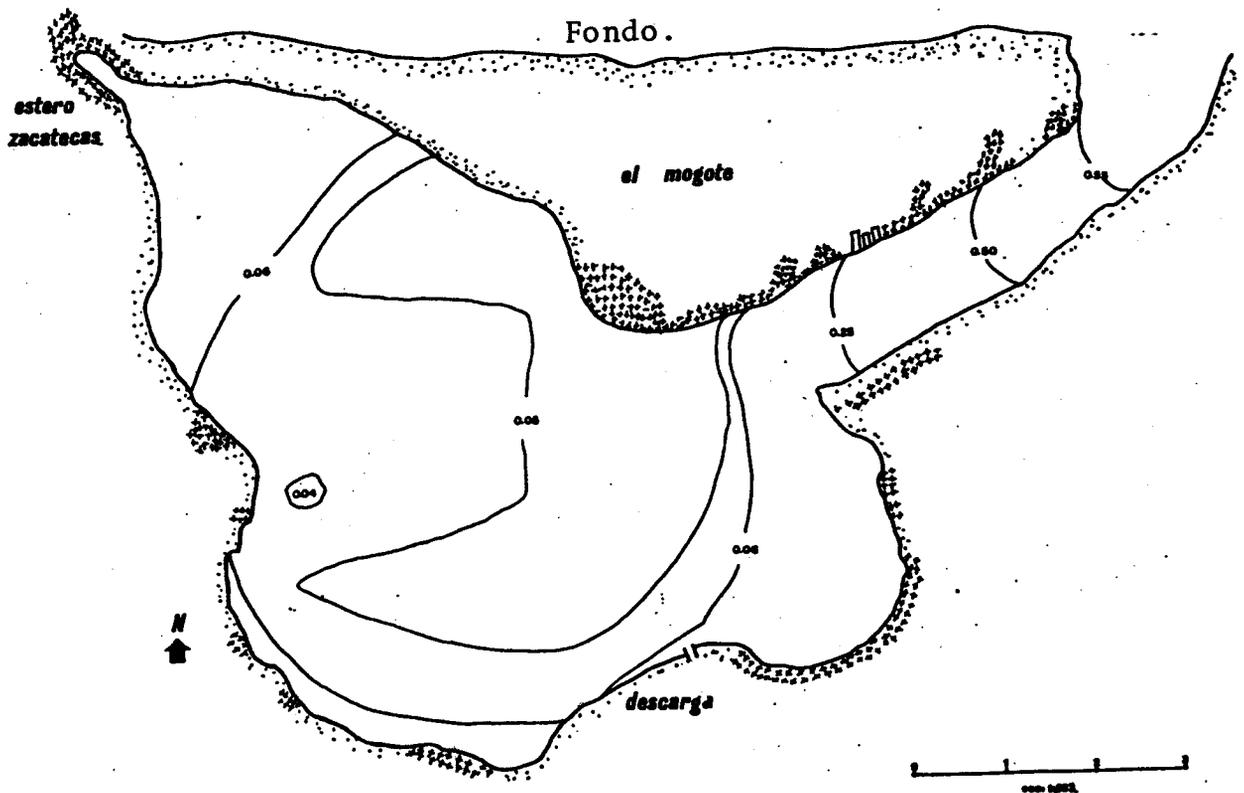


Fig.15 Distribución de Nitritos durante el mes de Junio.



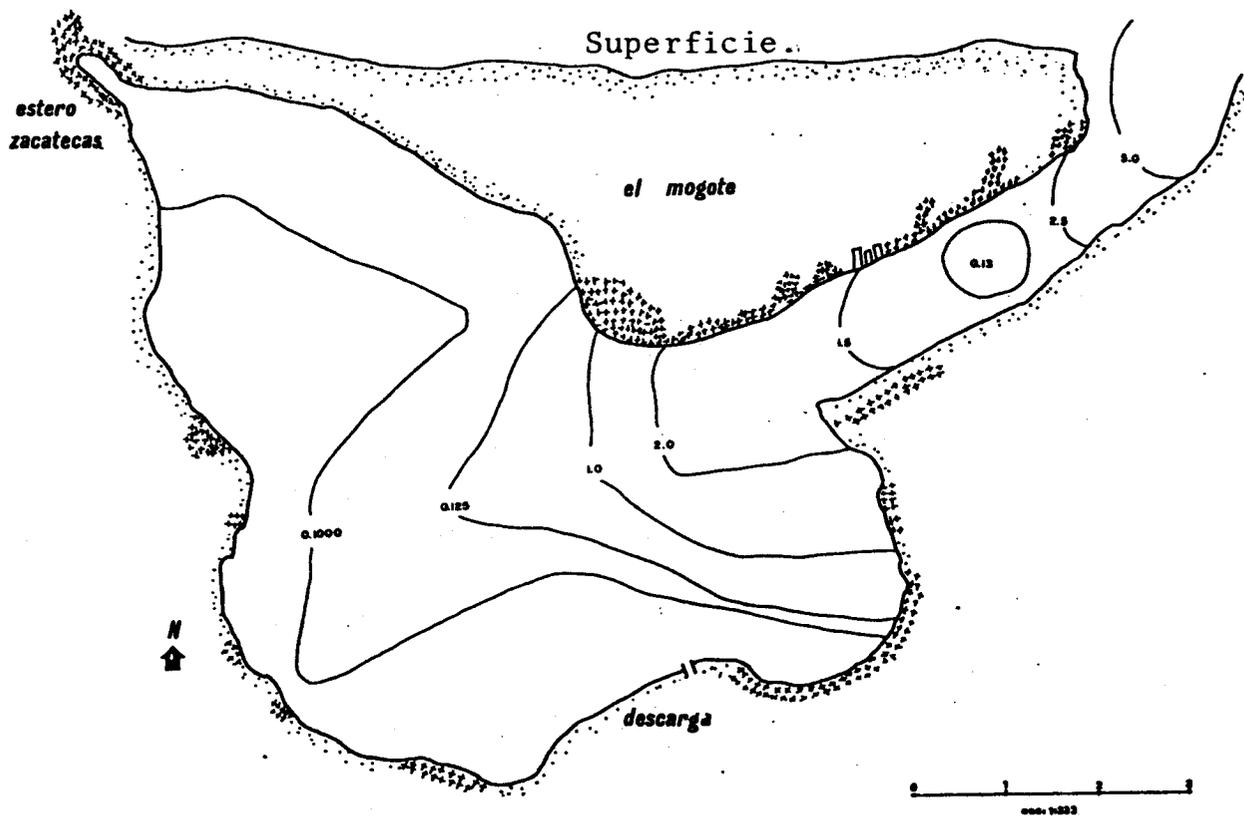
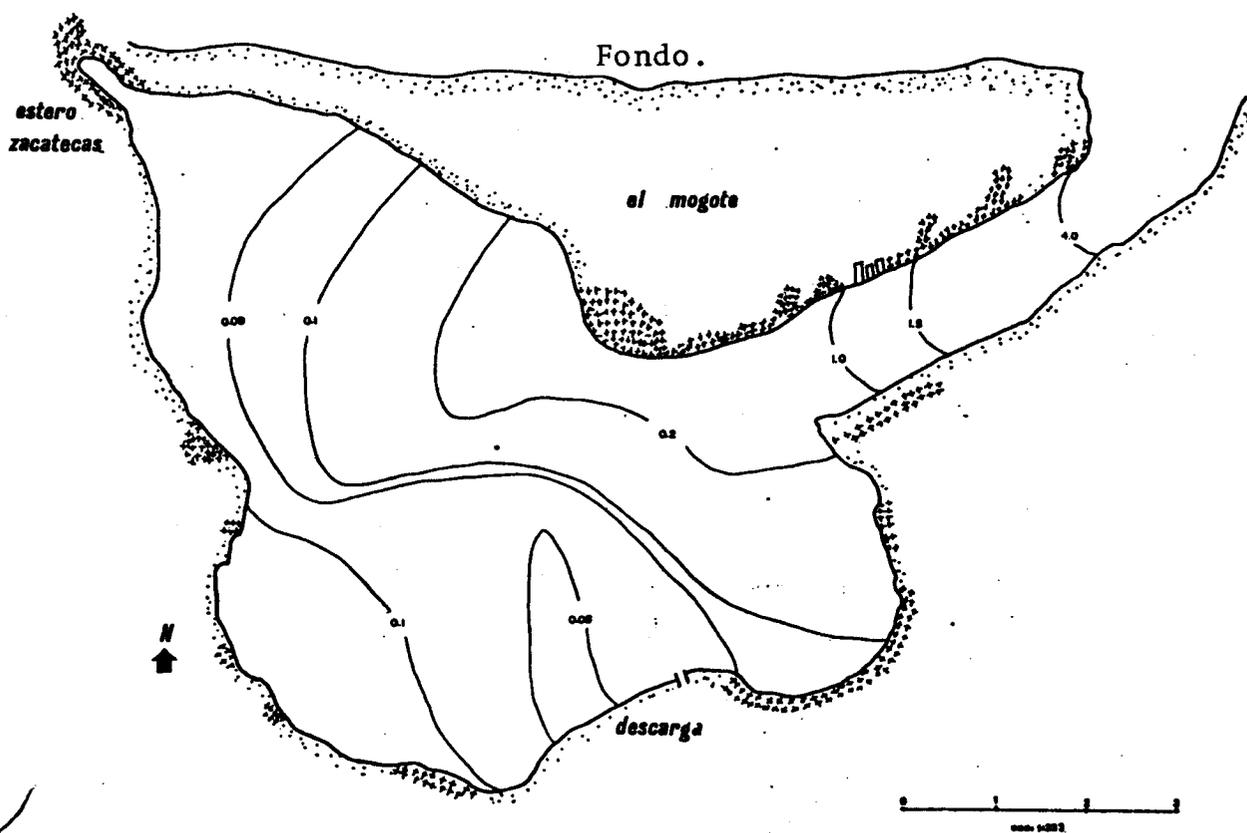


Fig.16 Distribución de Nitratos durante el mes de Junio.



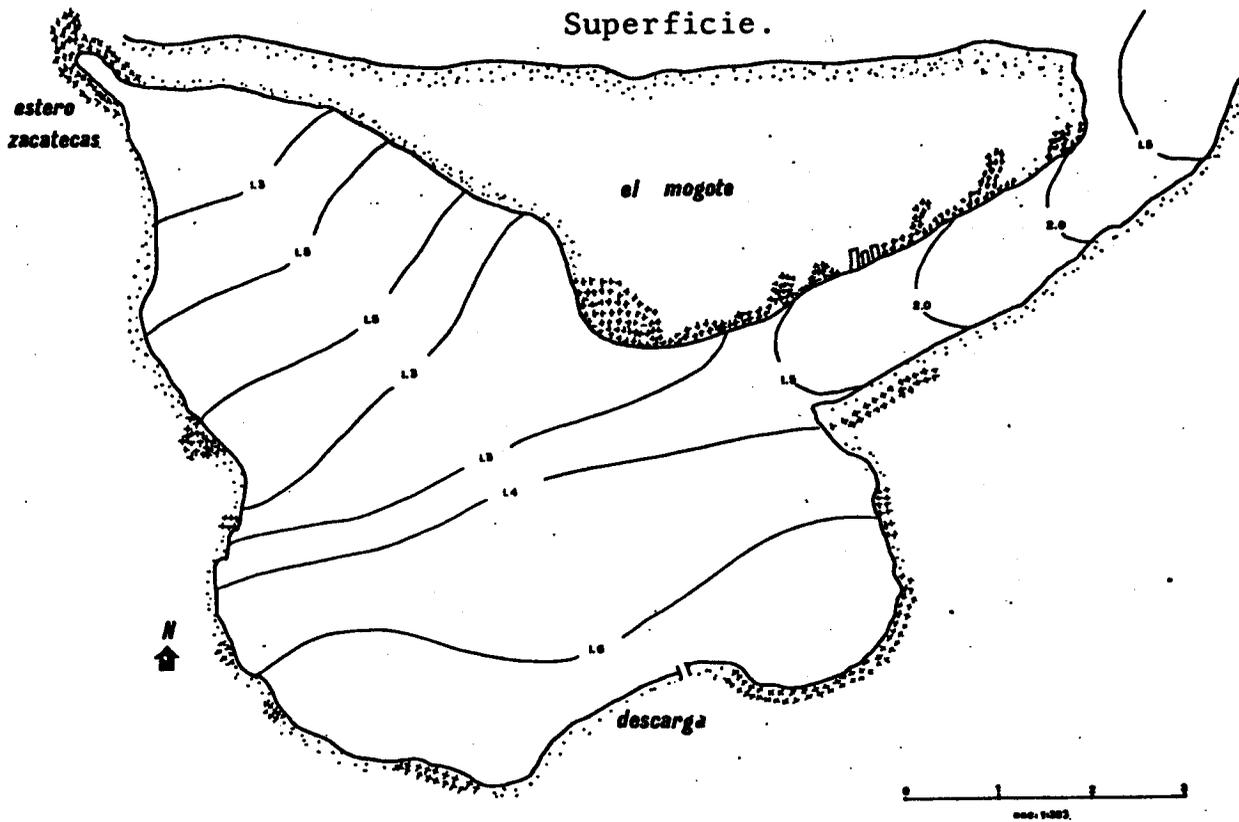
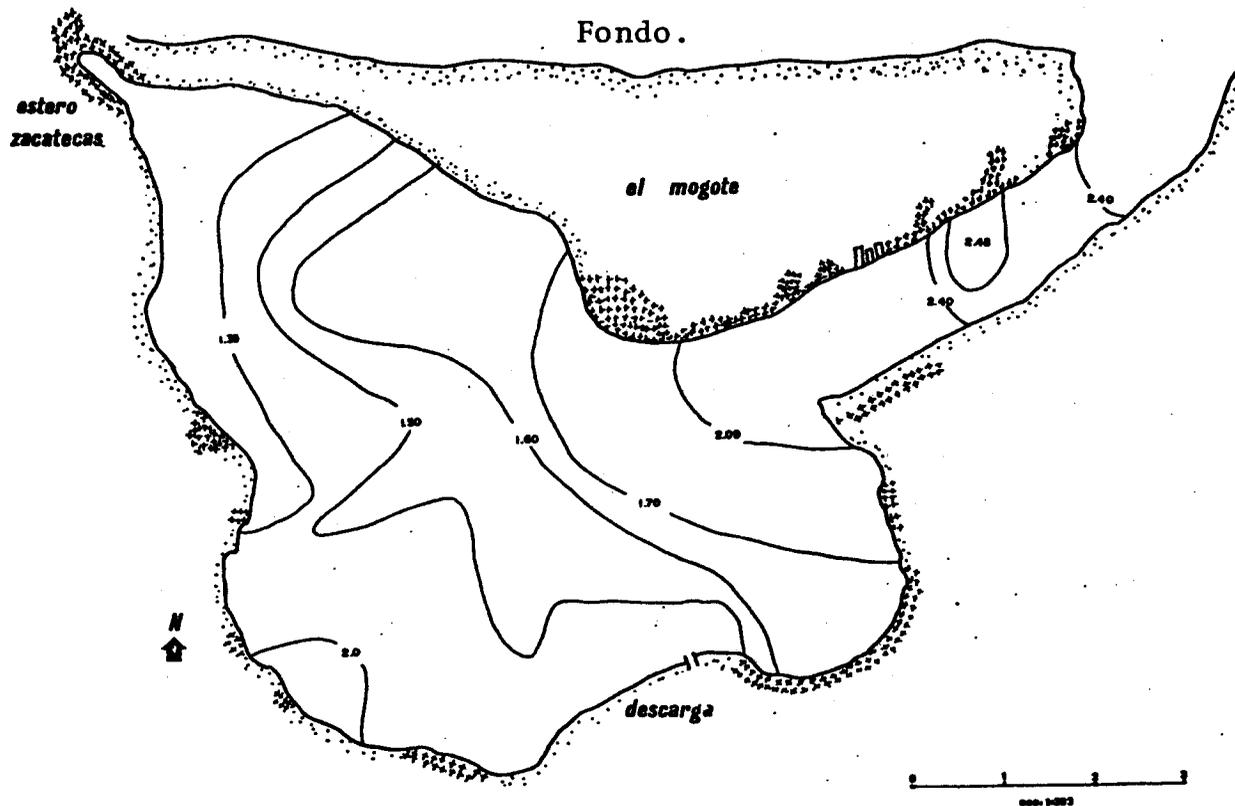


Fig.17 Distribución Fosfatos durante el mes de Junio.



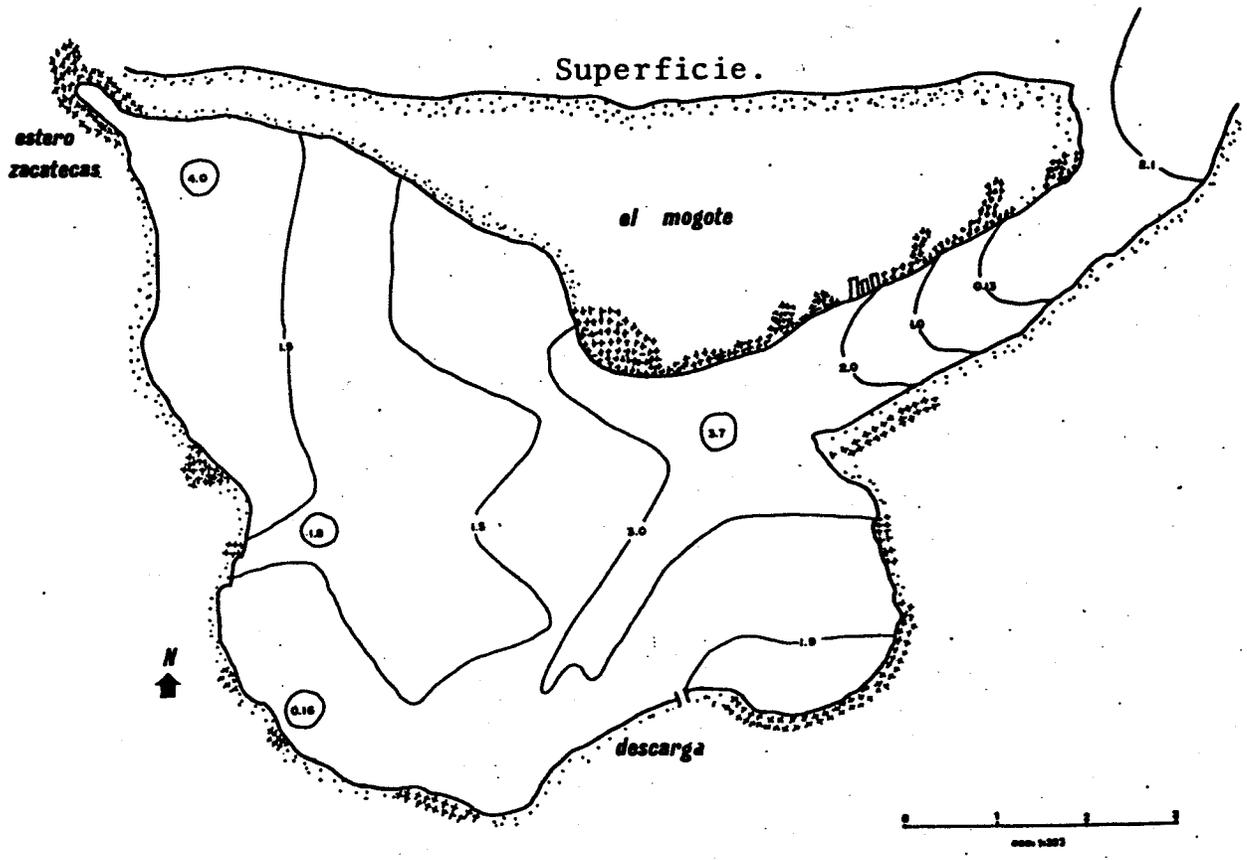
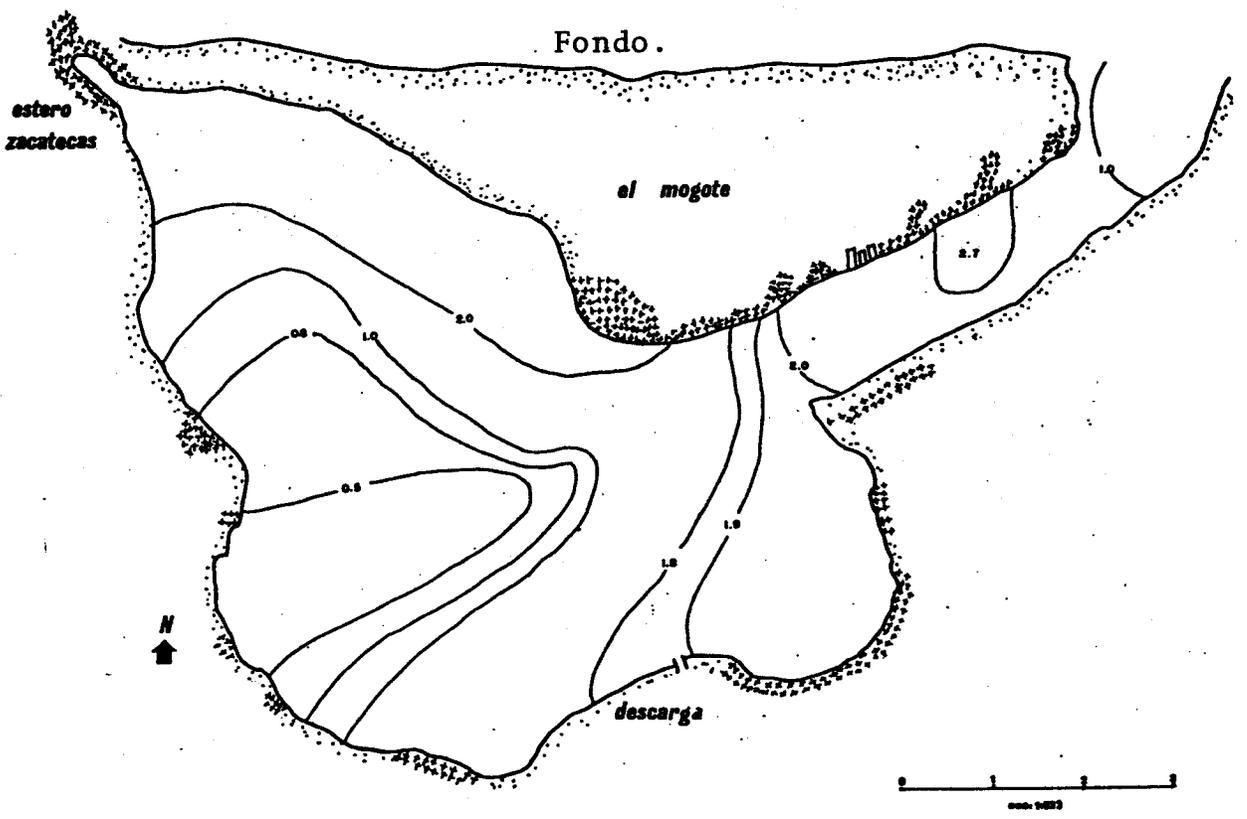


Fig.18 Distribución de Amonio durante el mes de Julio.



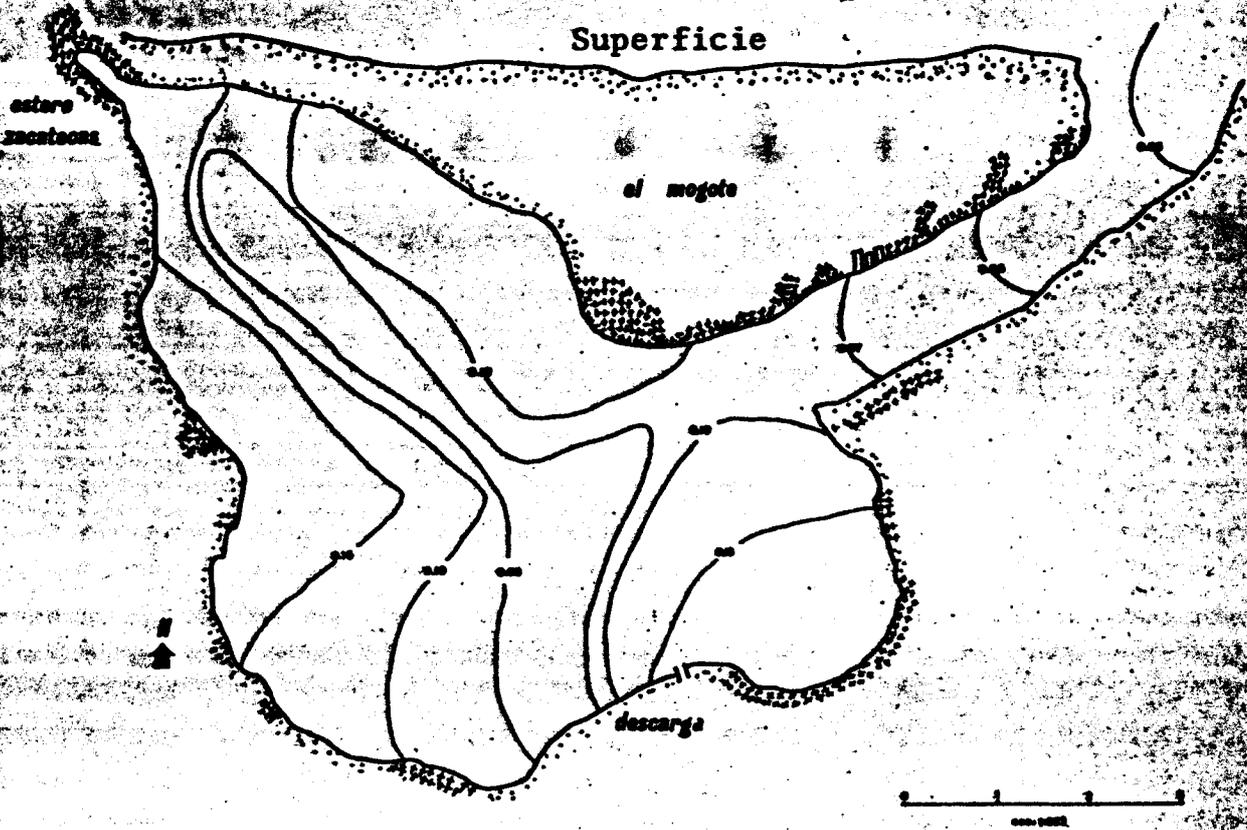
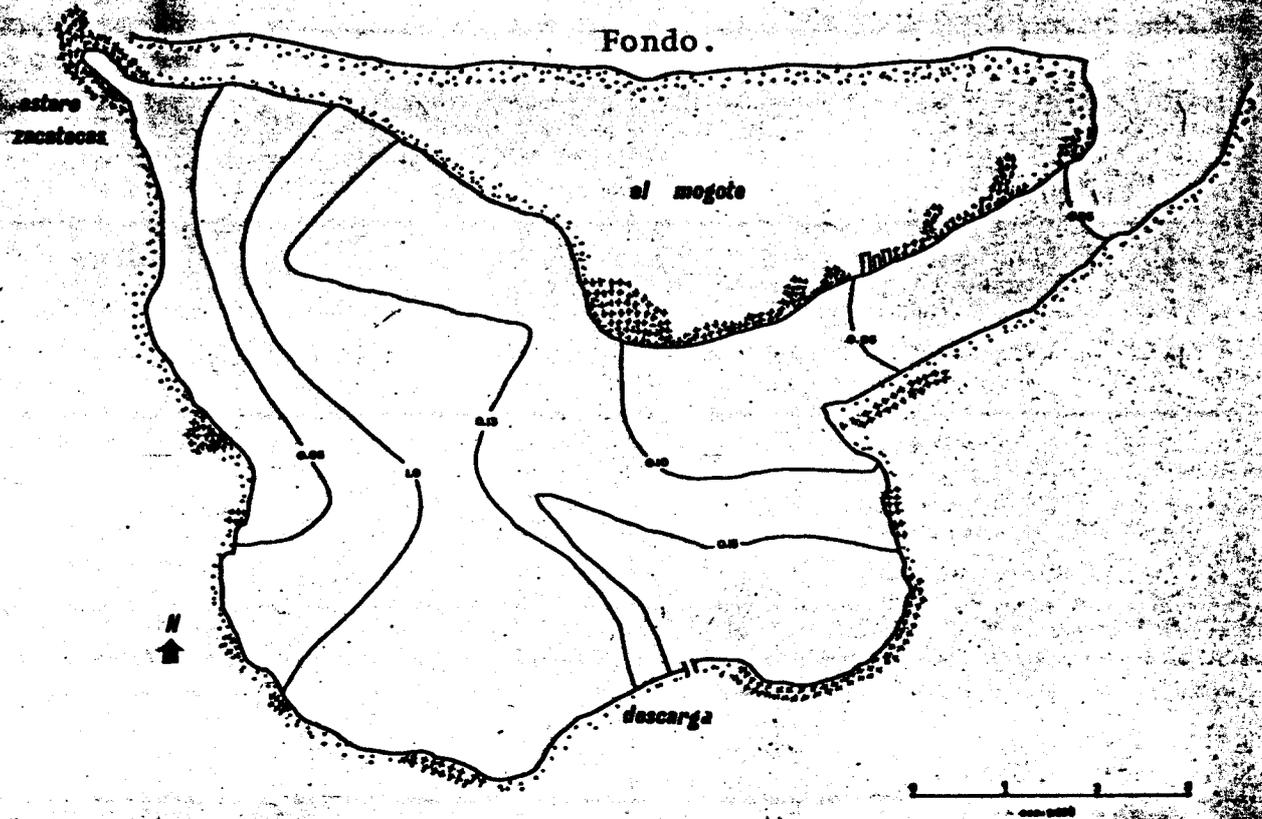


Fig.19 Distribución de Nitritos durante el mes de Julio.



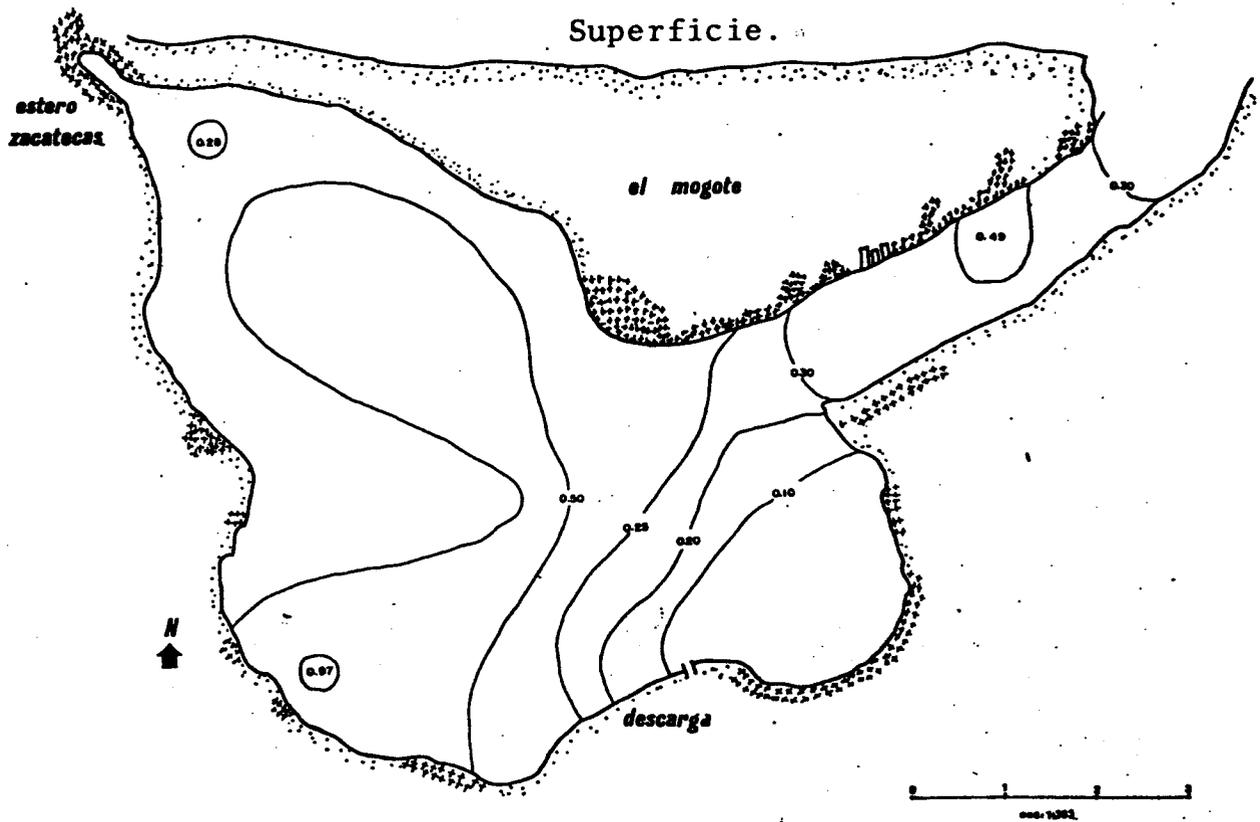
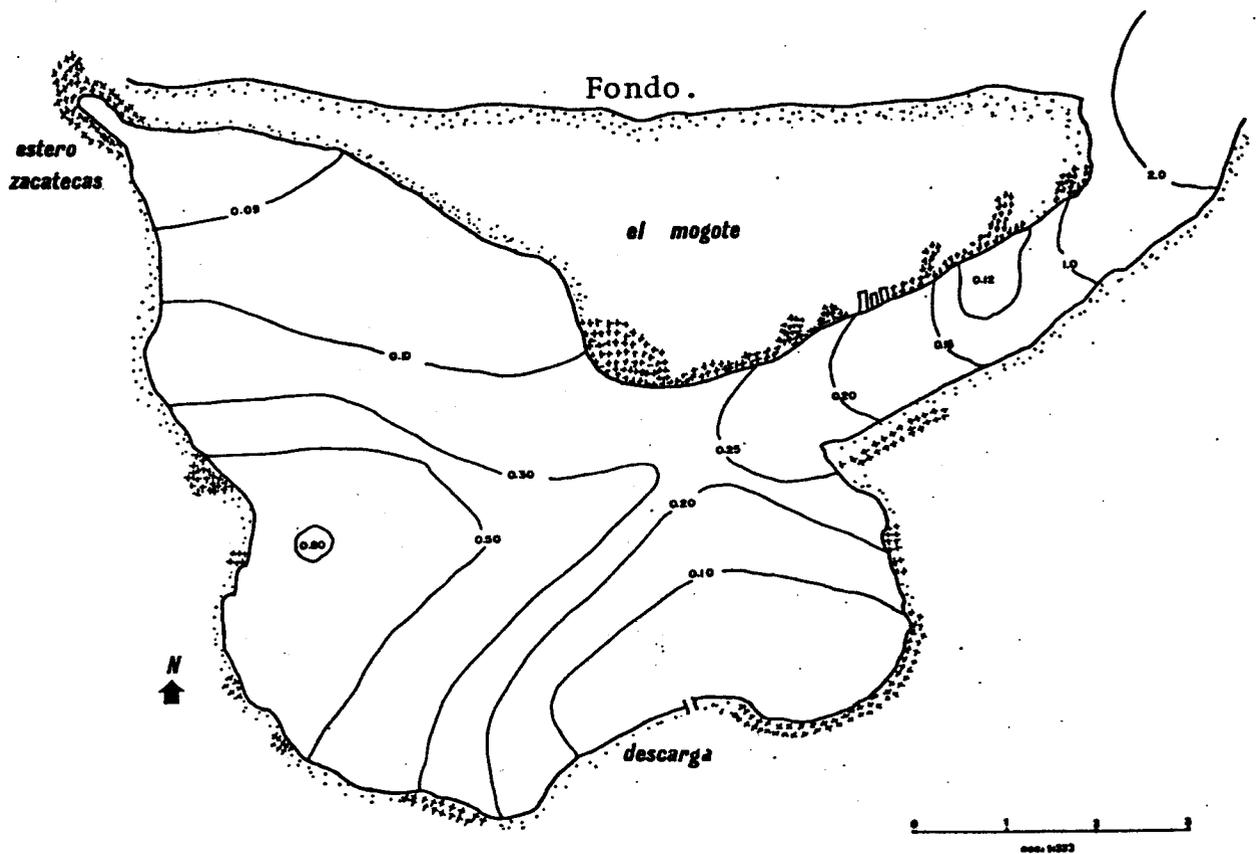


Fig.20 Distribución de Nitratos durante el mes de Julio.



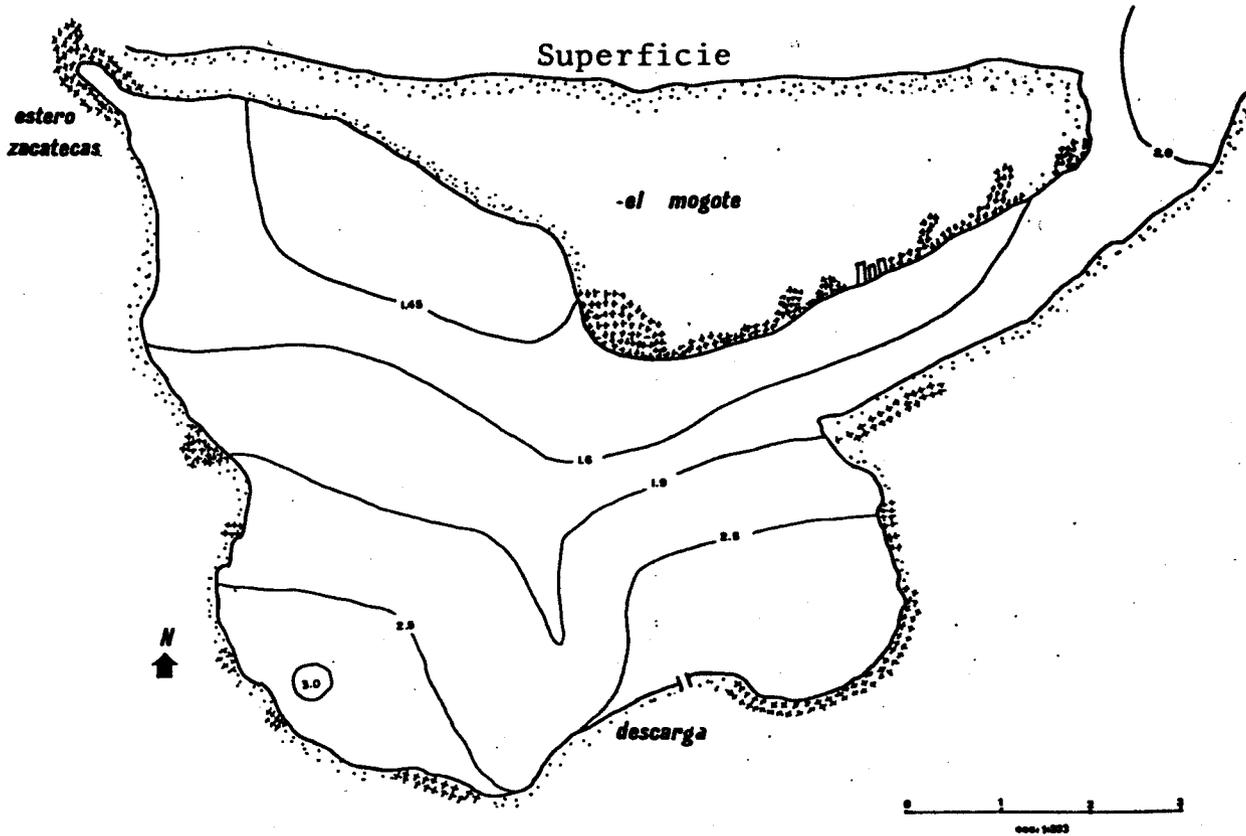
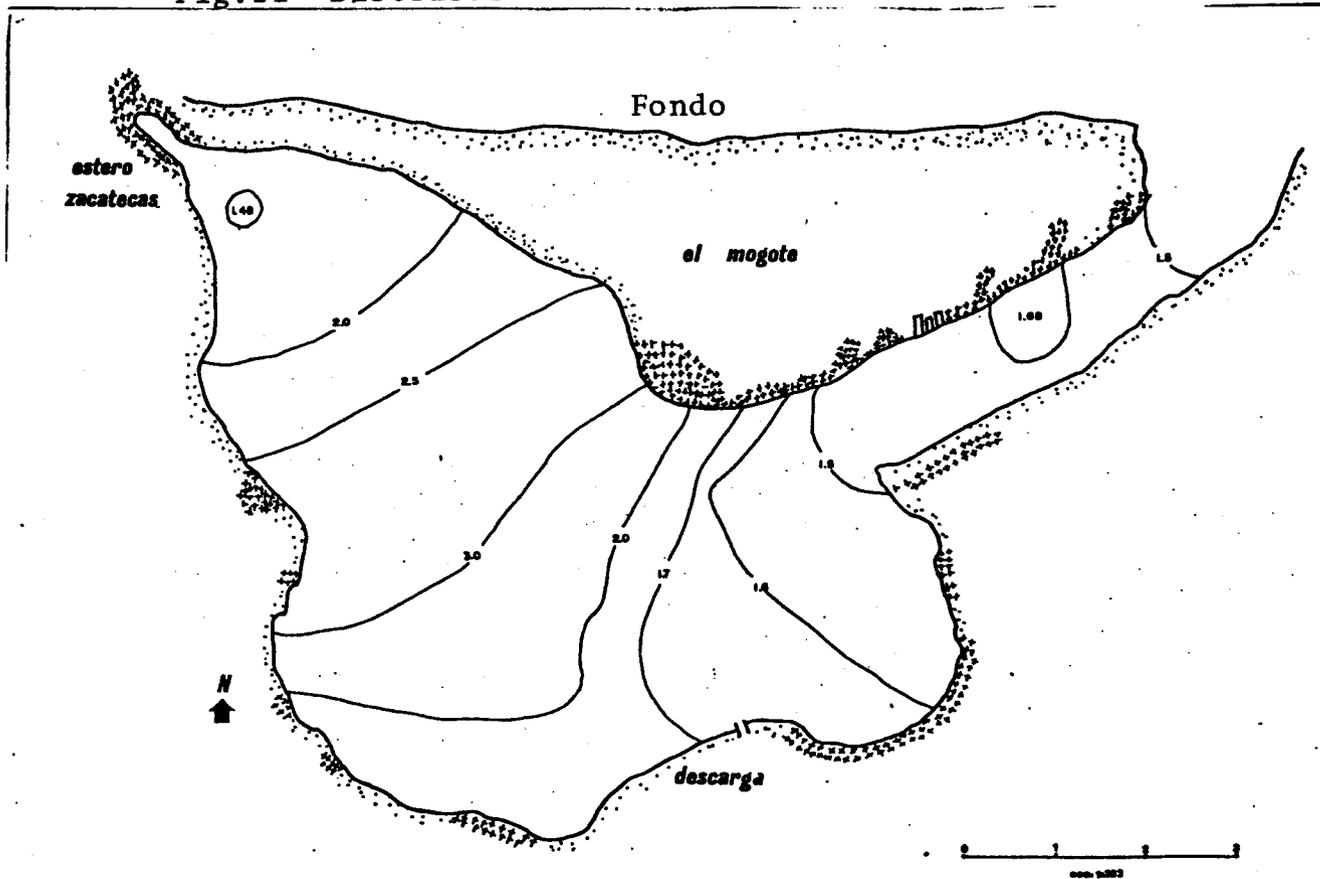


Fig.21 Distribución de Fosfatos durante el mes de Julio.



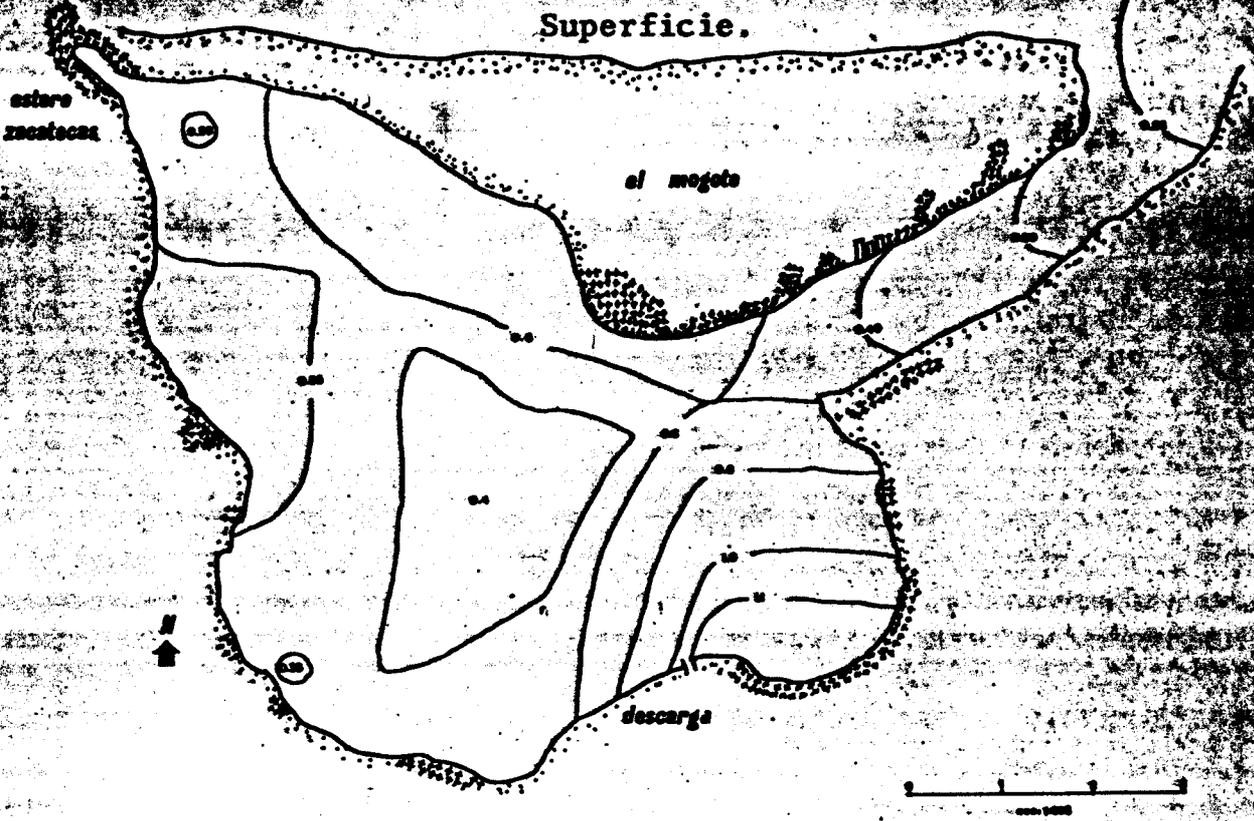
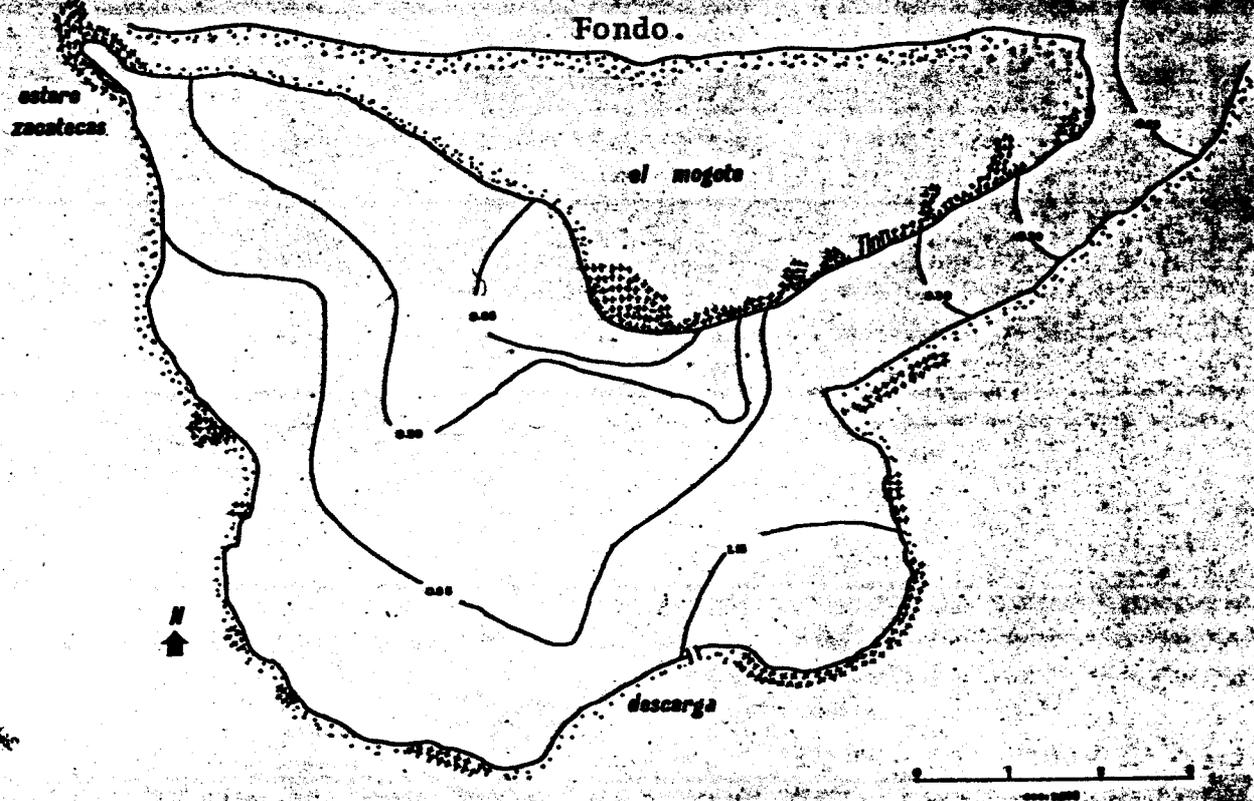


Fig.22 Distribución de Amonio durante el mes de Agosto.



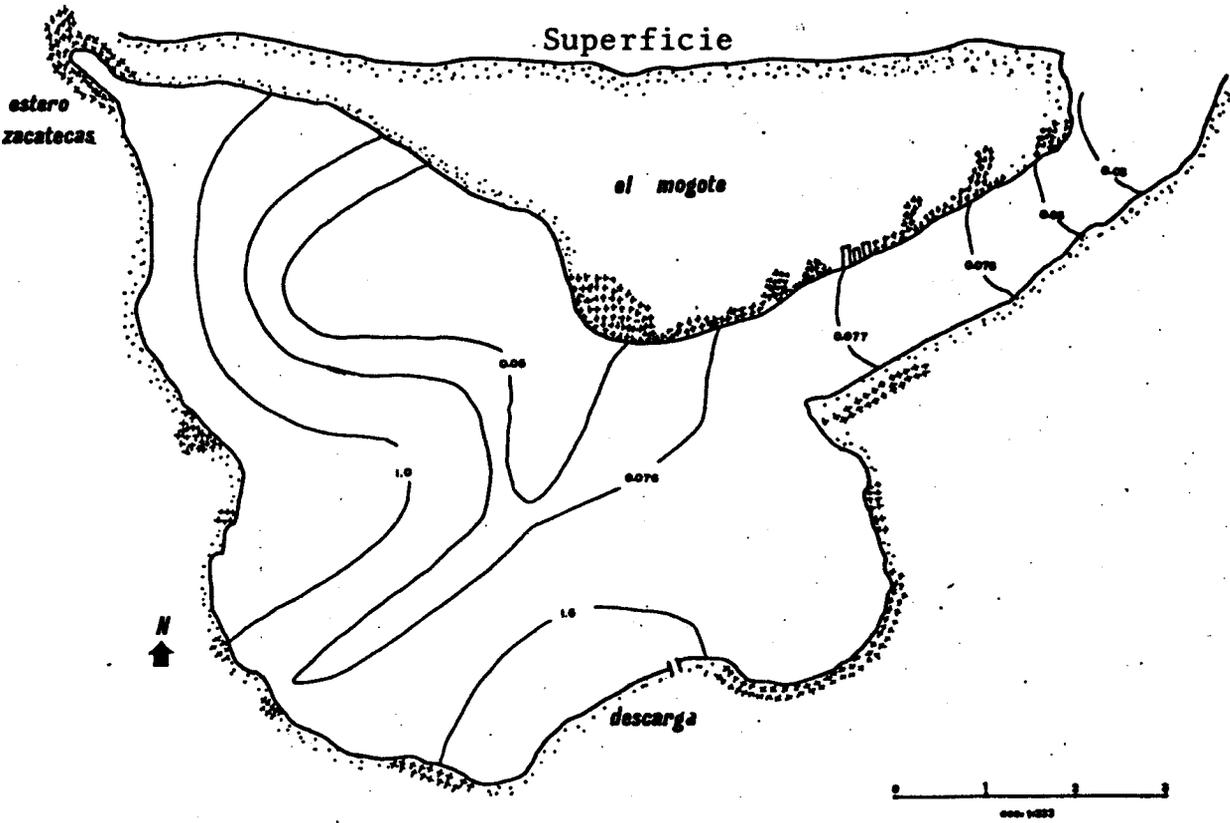
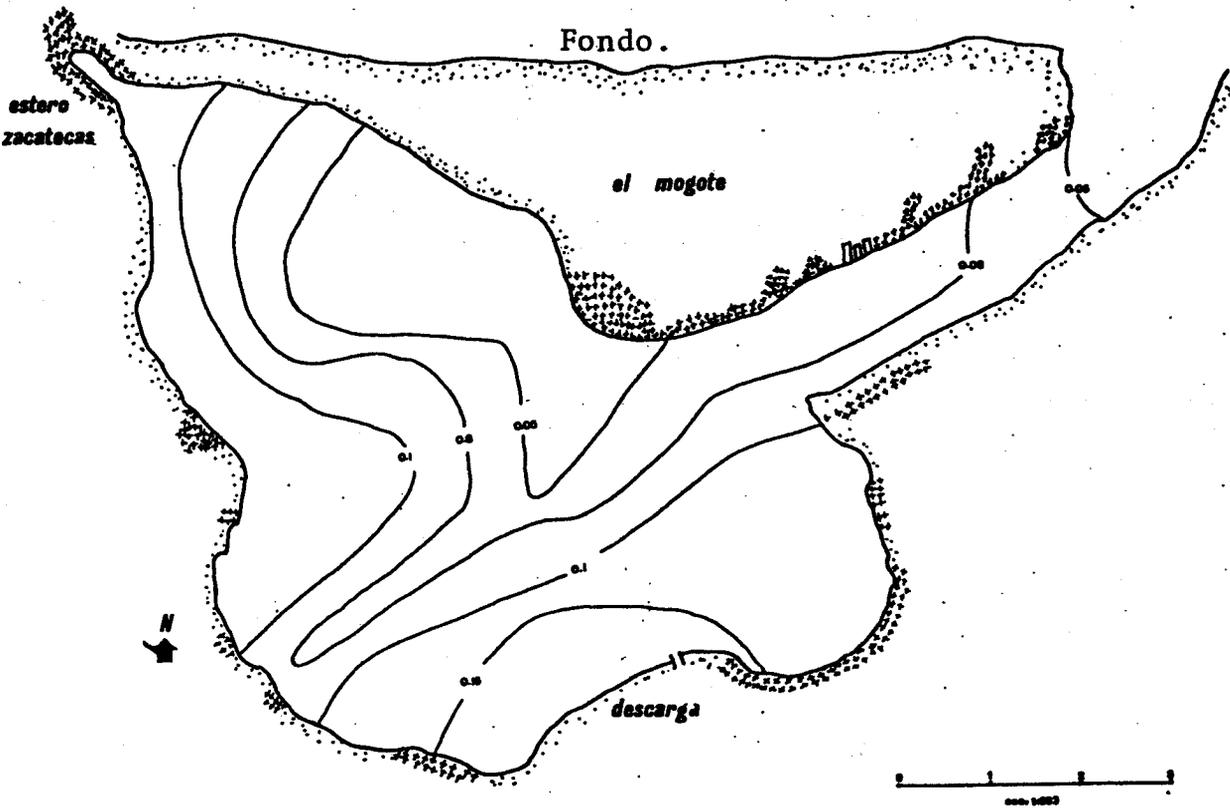


Fig.23 Distribución de Nitritos durante el mes de Agosto.



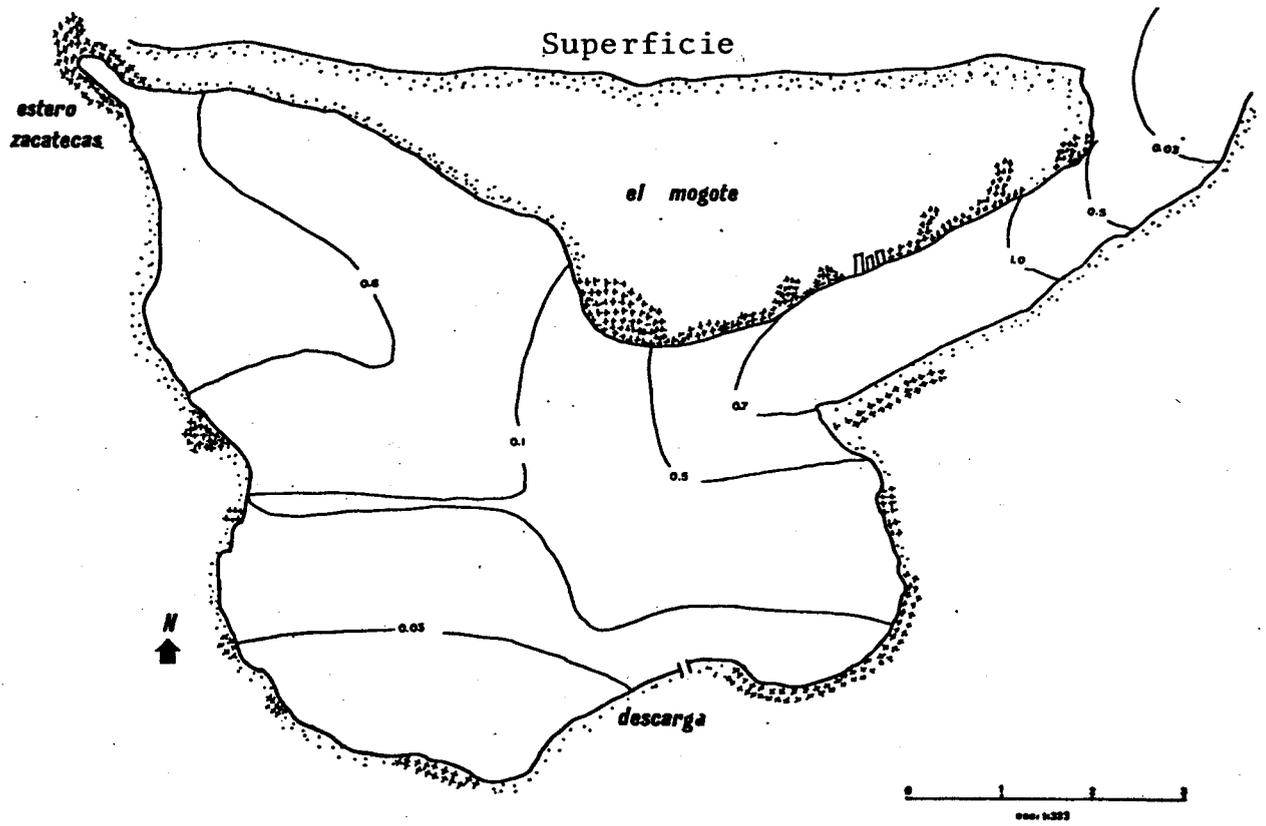
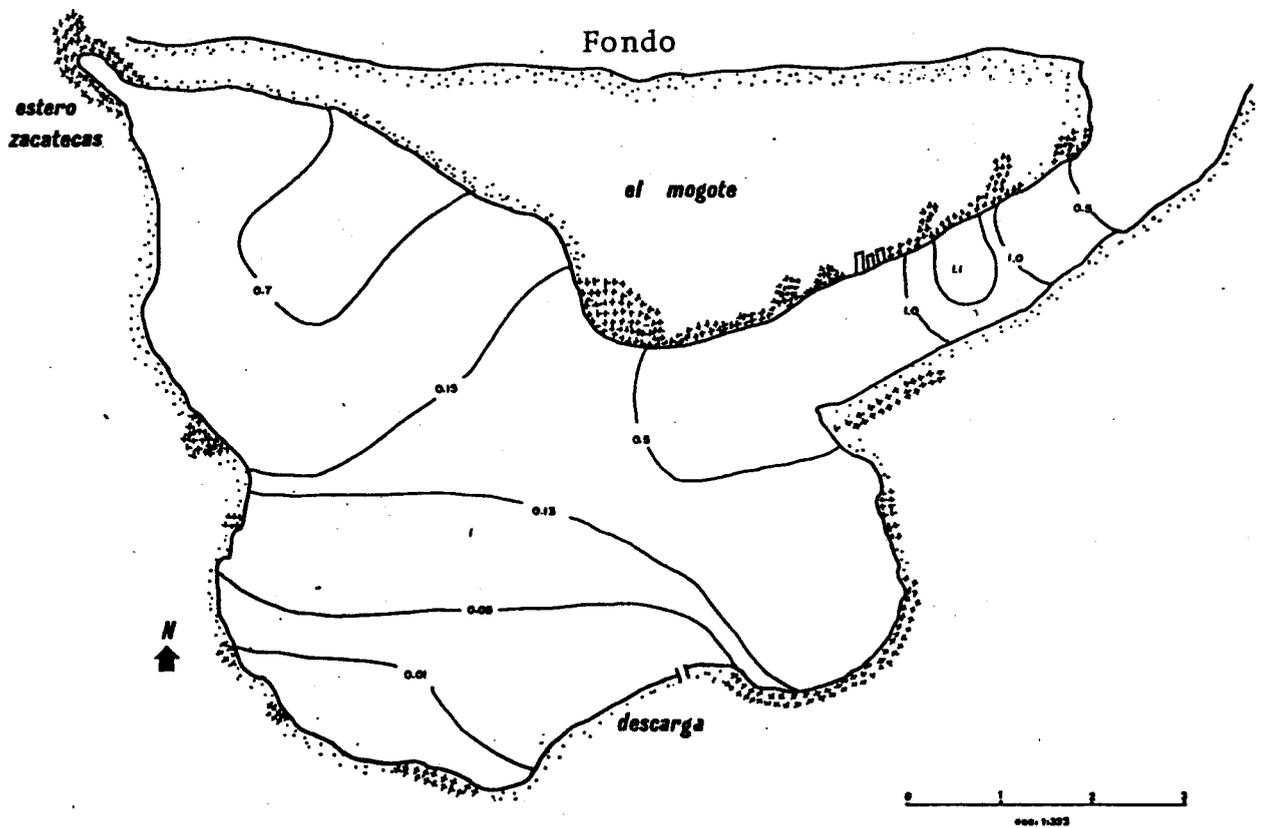


Fig.24 Distribución de Nitratos durante el mes de Agosto.



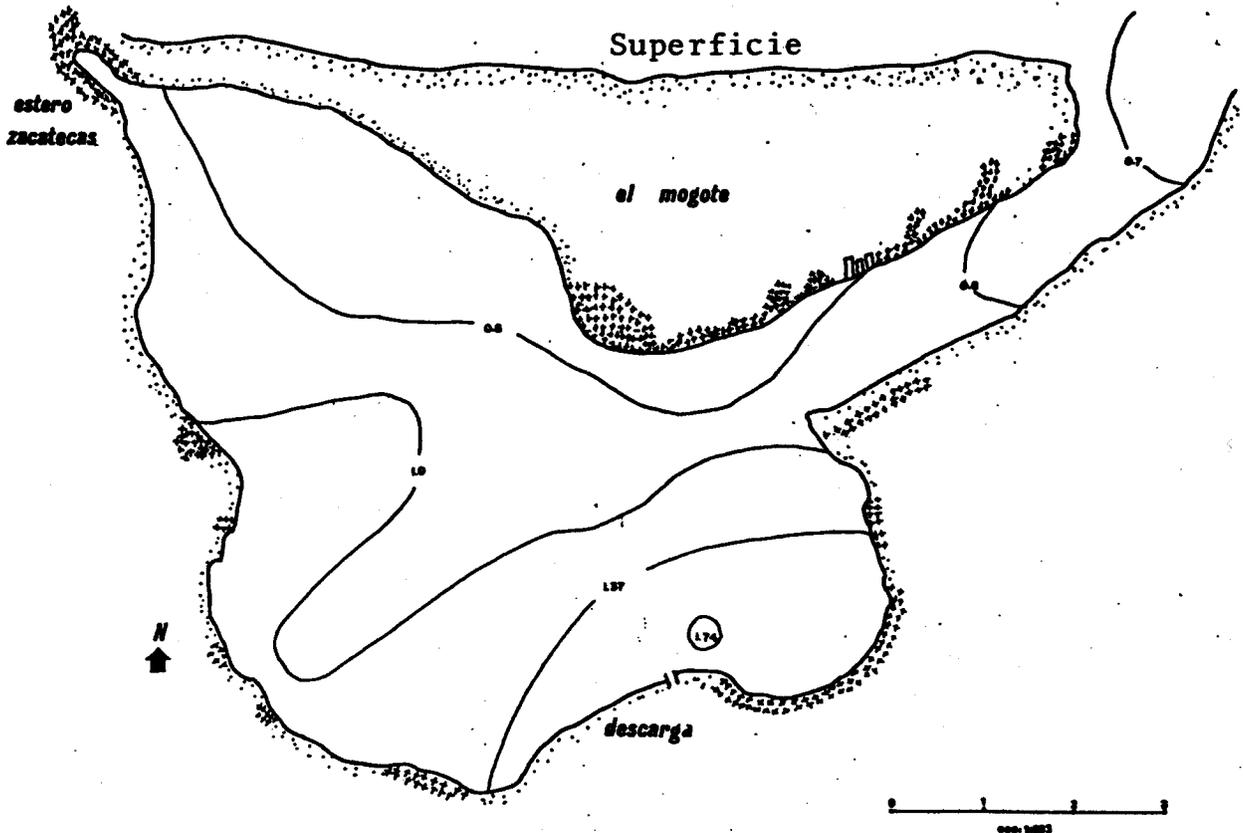
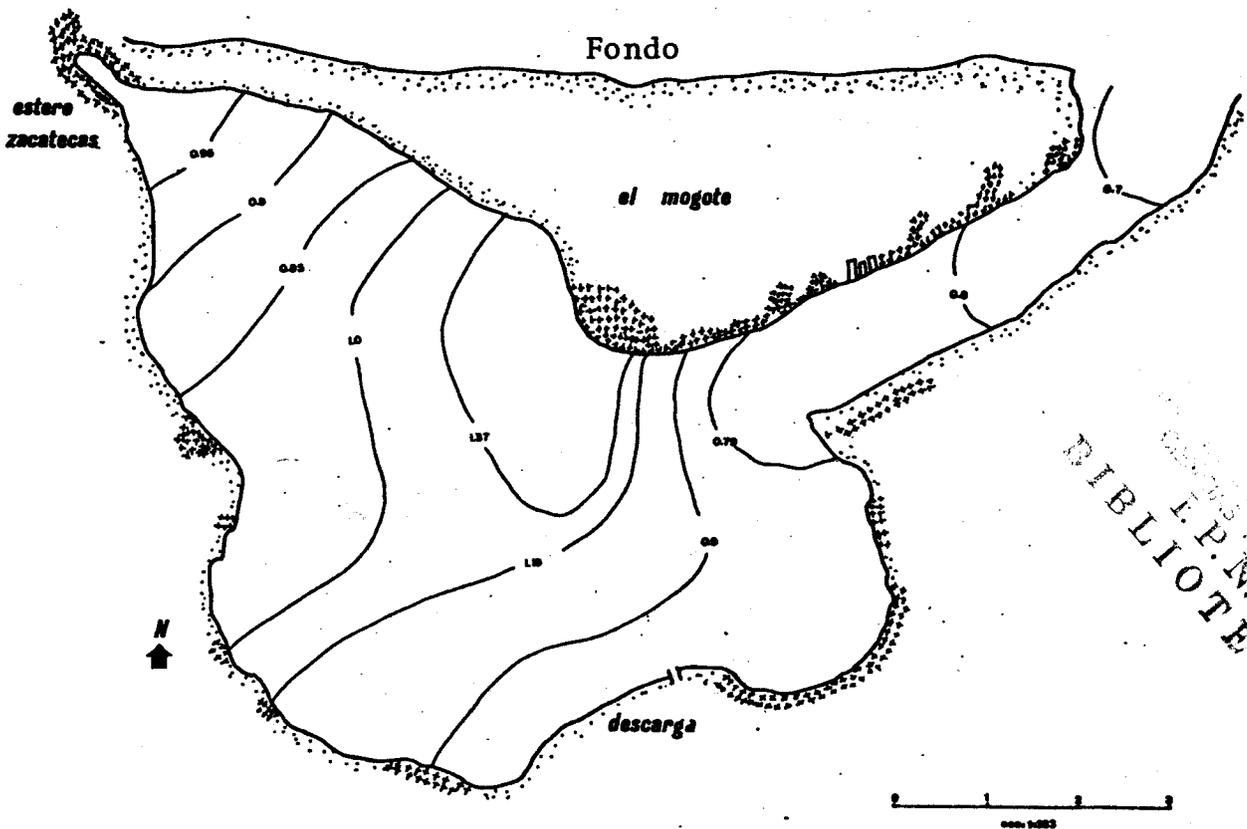


Fig.25 Distribución de Fosfatos durante el mes de Agosto.



BIBLIOTECA

LABORATORIO DE

I.P.N.

MEXICO

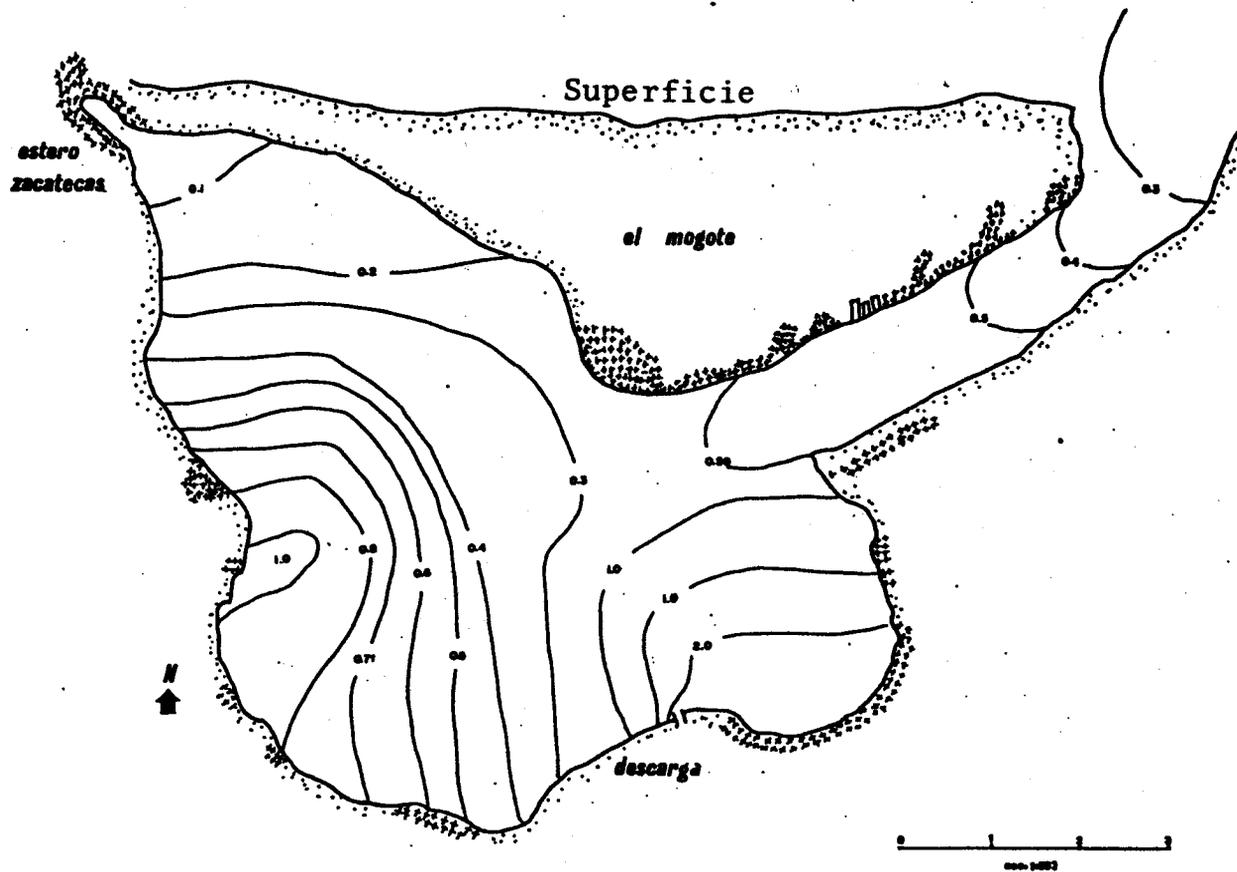
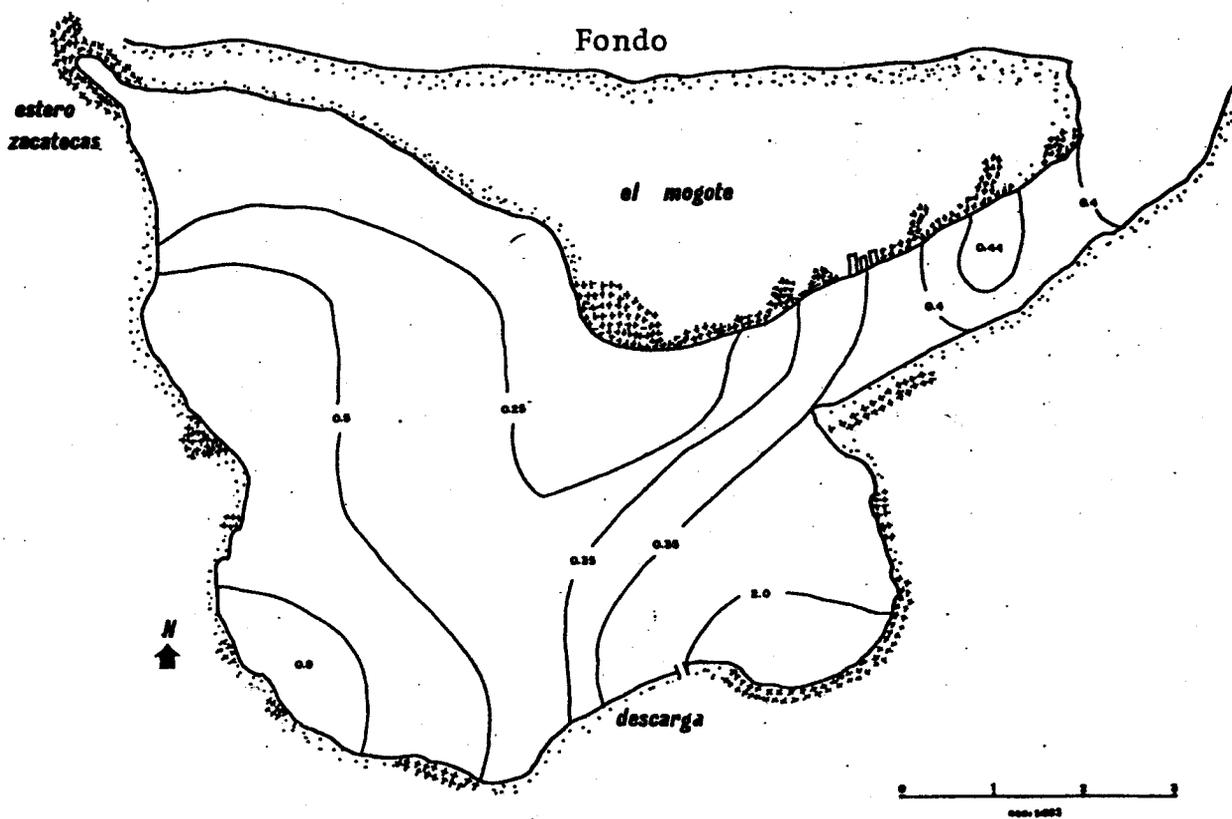


Fig.26 Distribución de Amonio durante el mes de Septiembre.



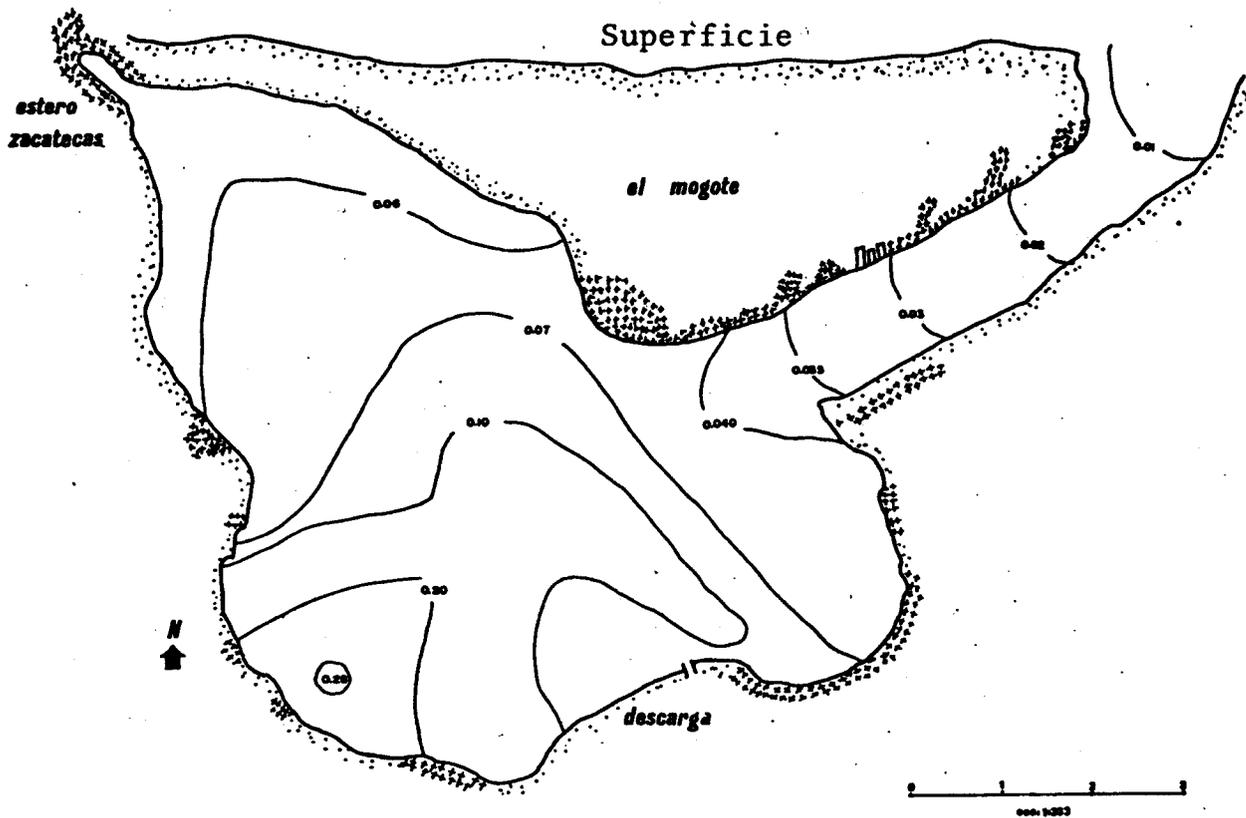
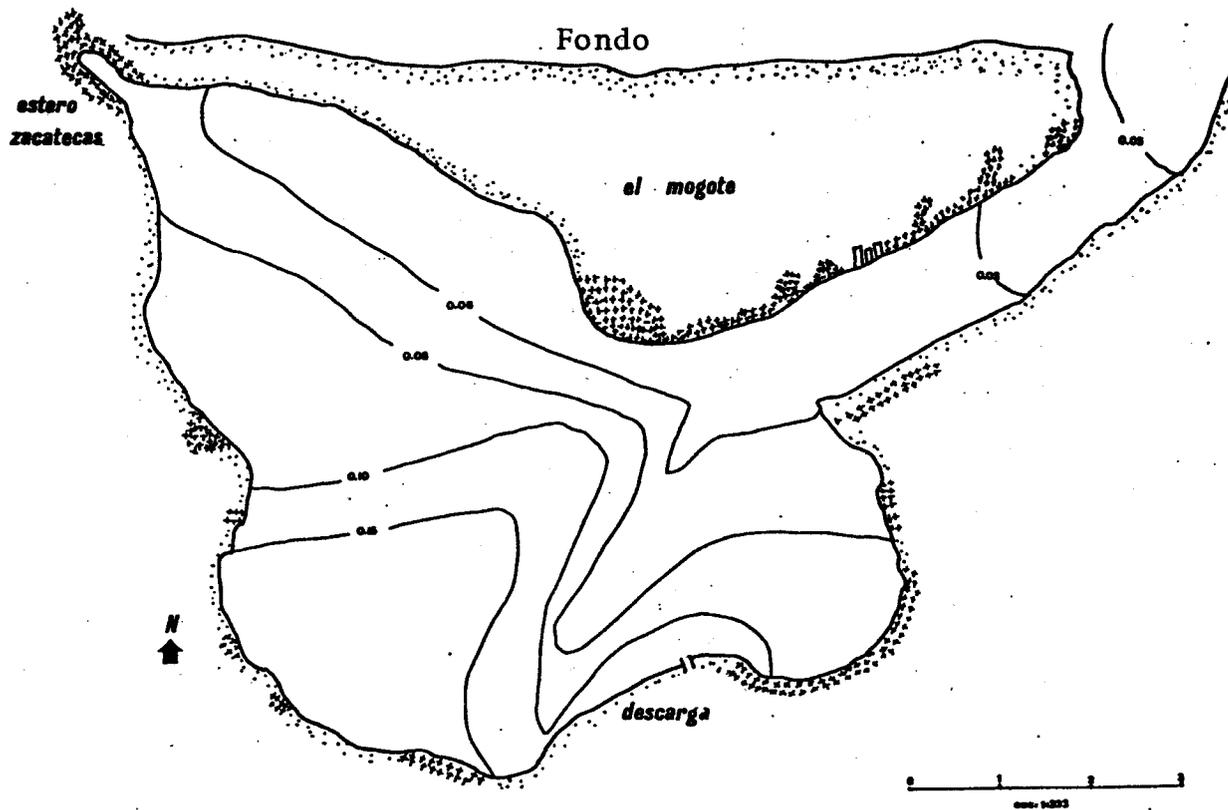


Fig.27 Distribución de Nitritos durante el mes de Septiembre.



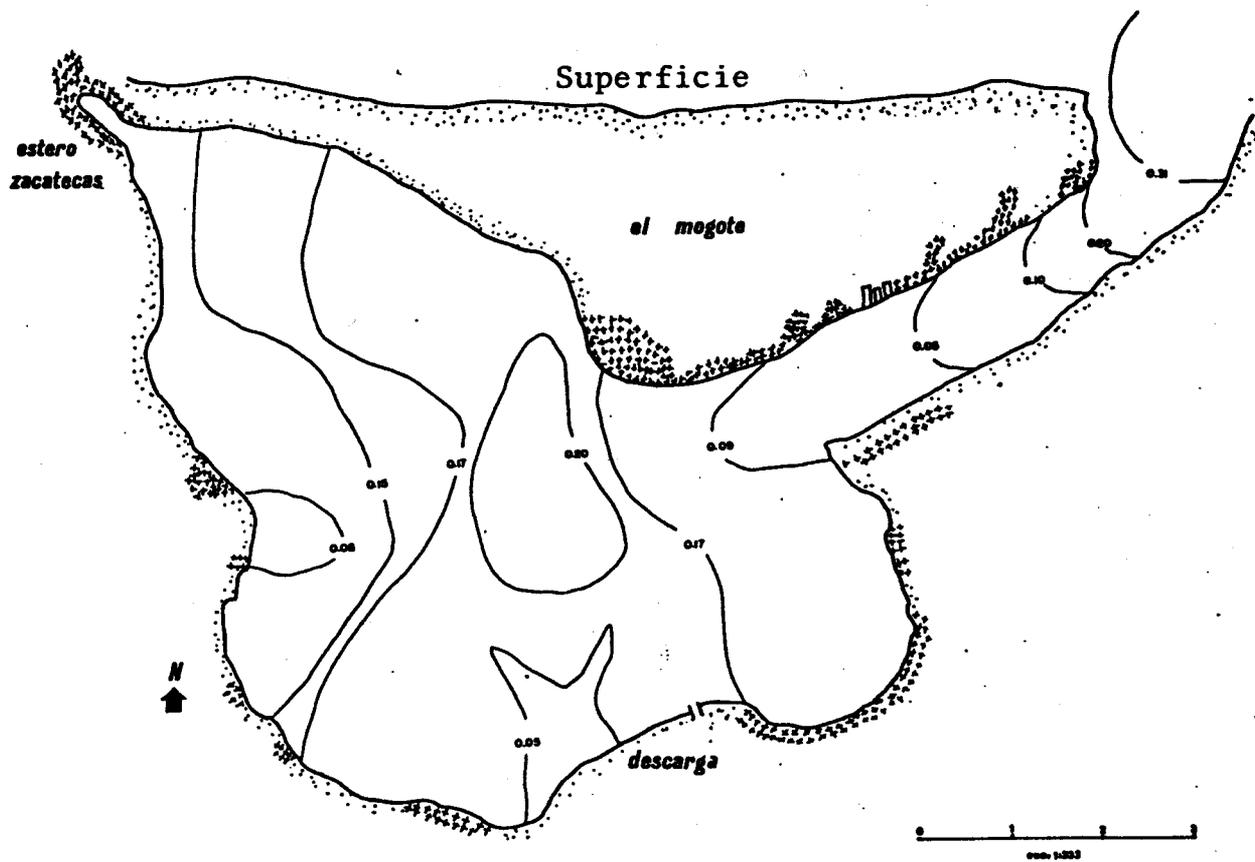
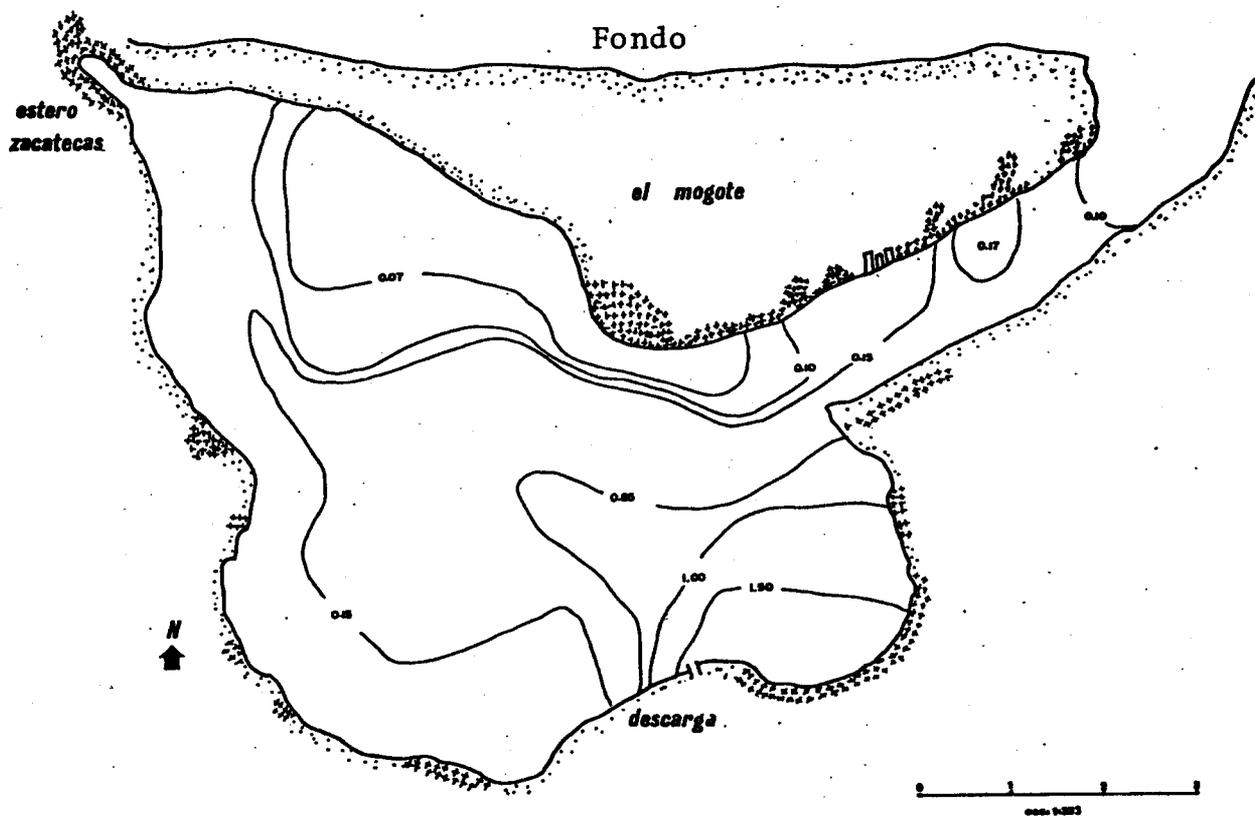


Fig. 28 Distribución de Nitratos durante el mes de Septiembre.



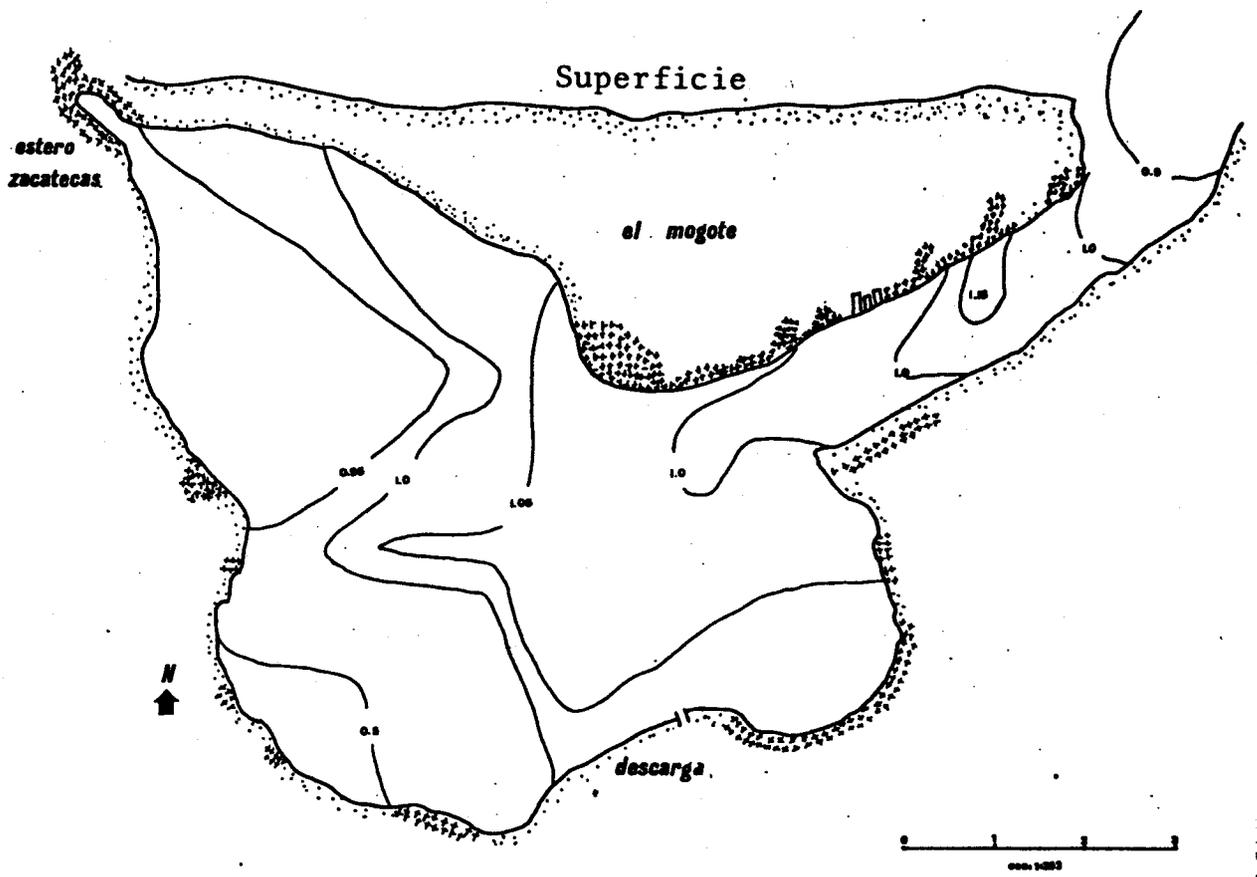
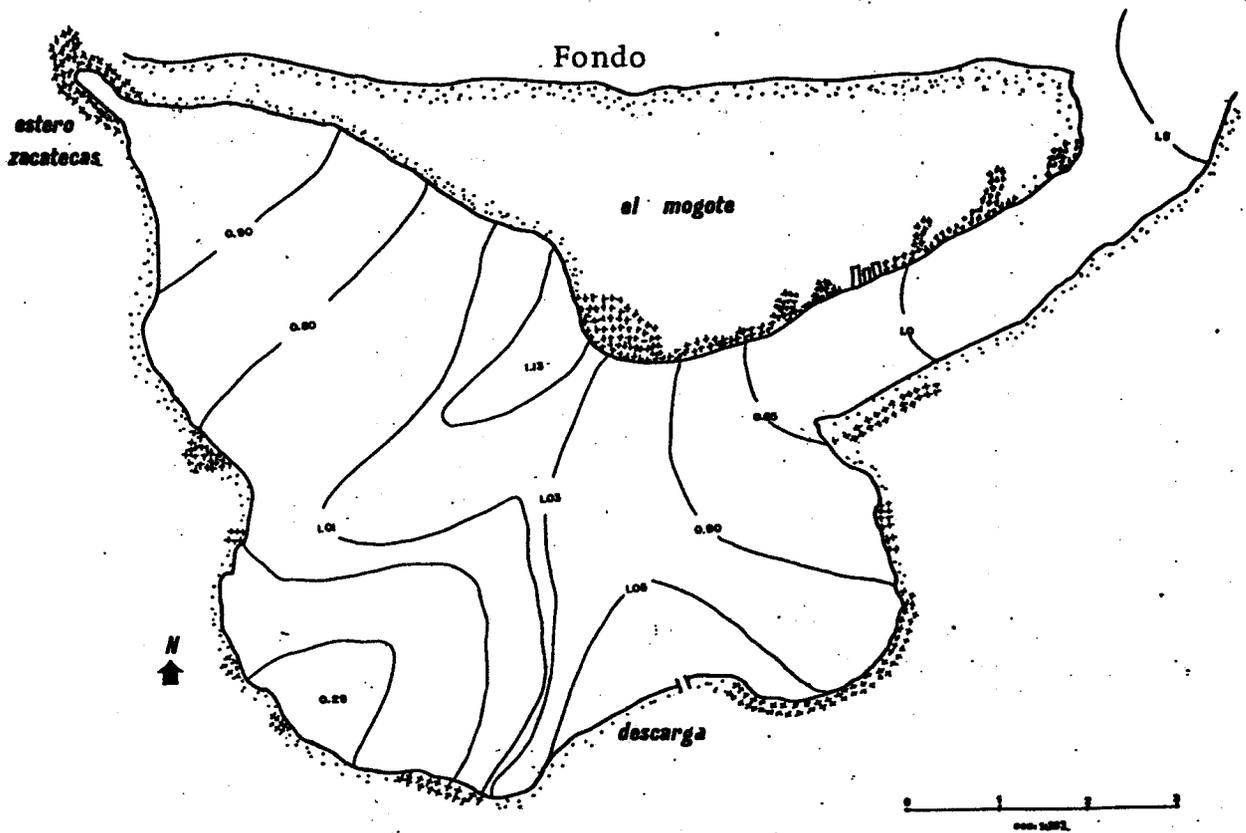


Fig.29 Distribución de Fostatos durante el mes de Septiembre.



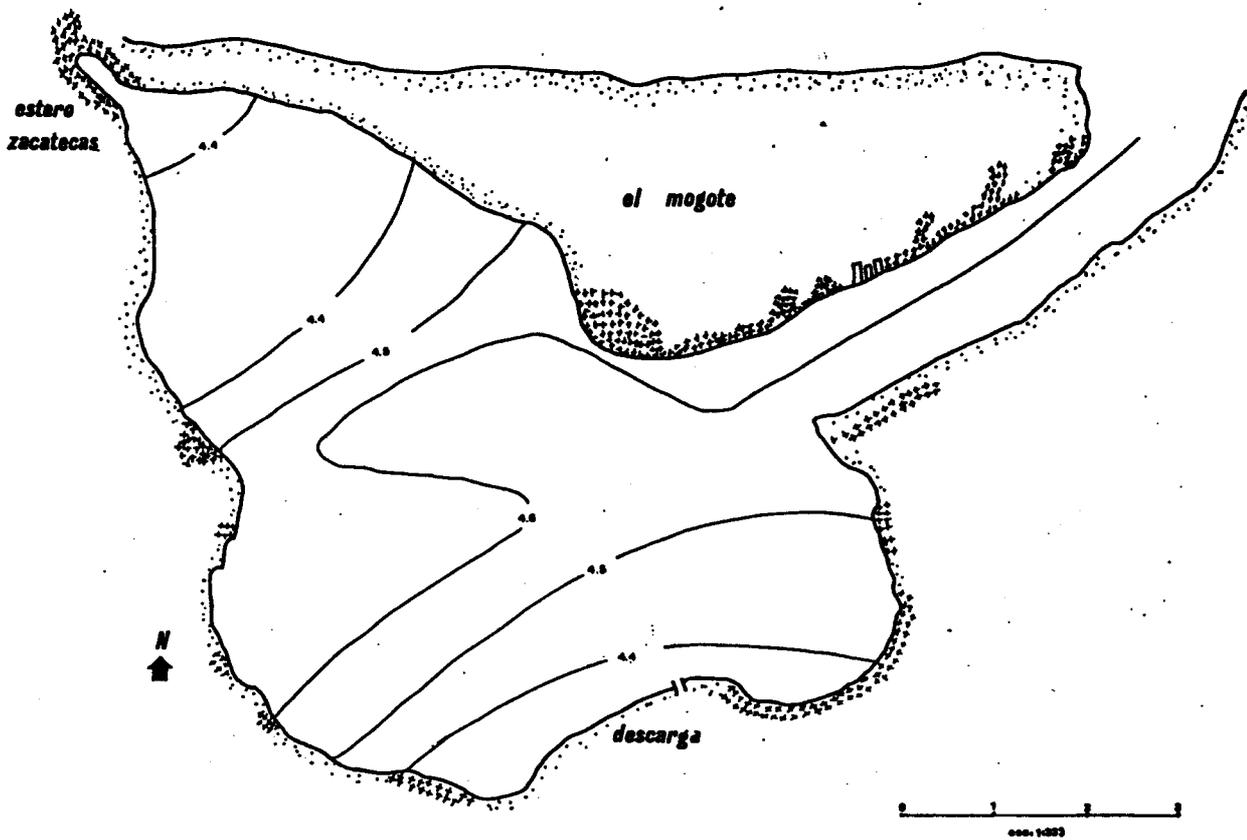
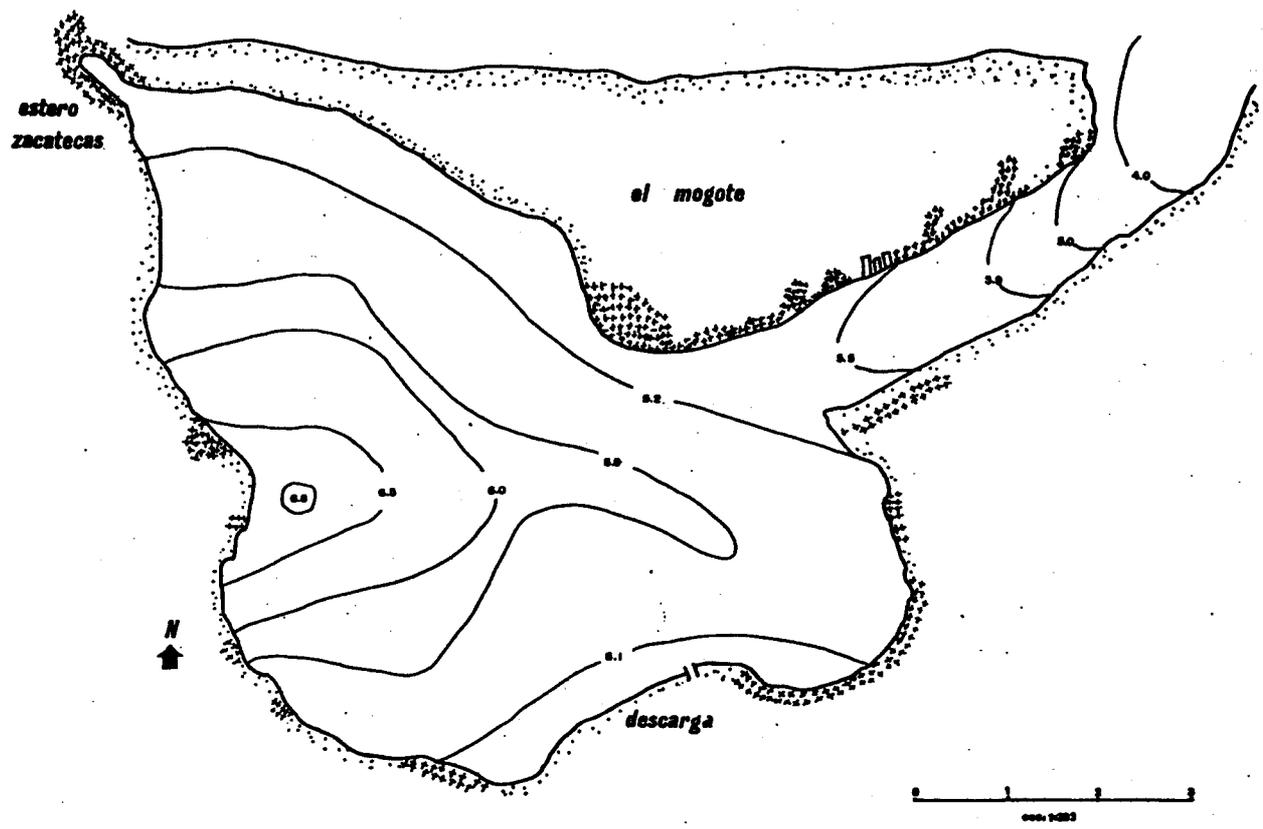


Fig.30 Distribución de Oxígeno promedio durante el mes de Abri.



Distribución de Oxígeno promedio durante el mes de Mayo.

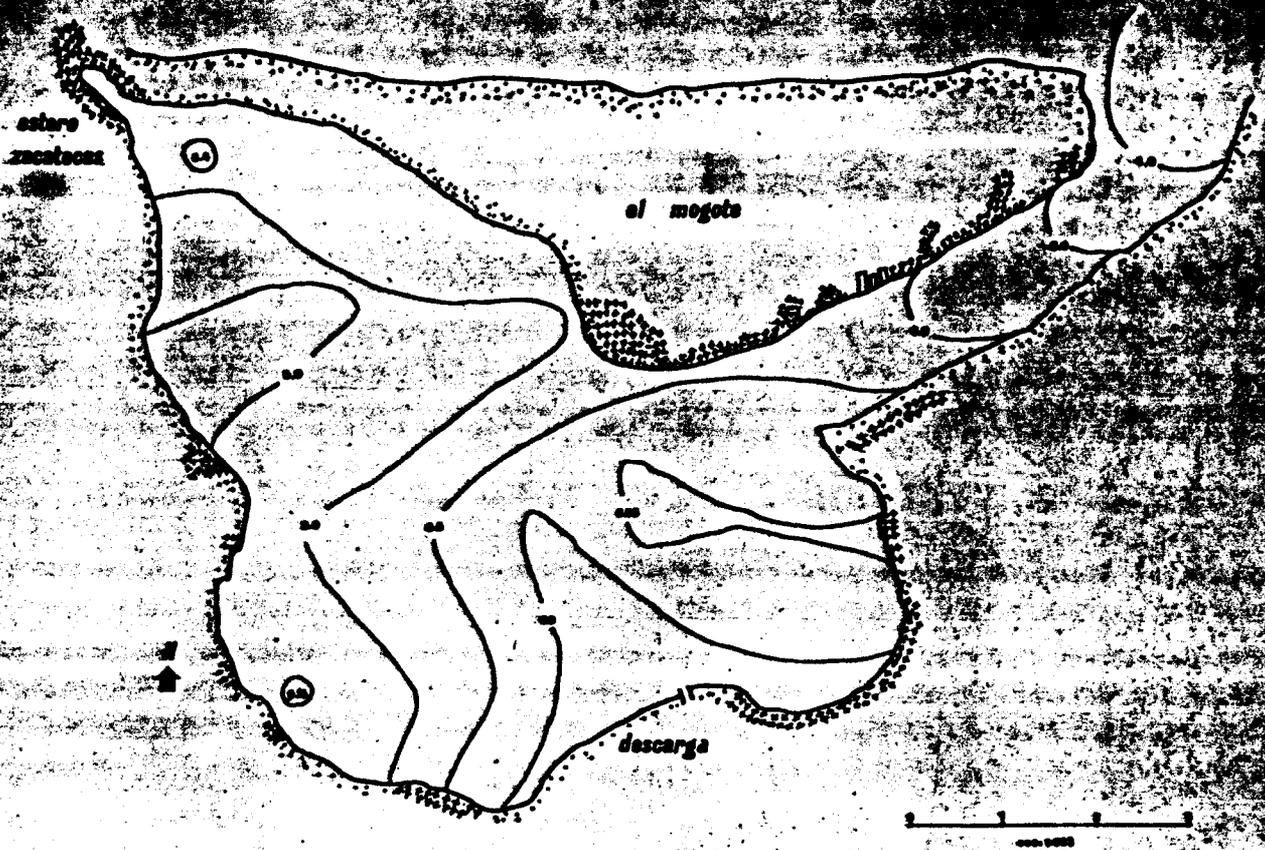
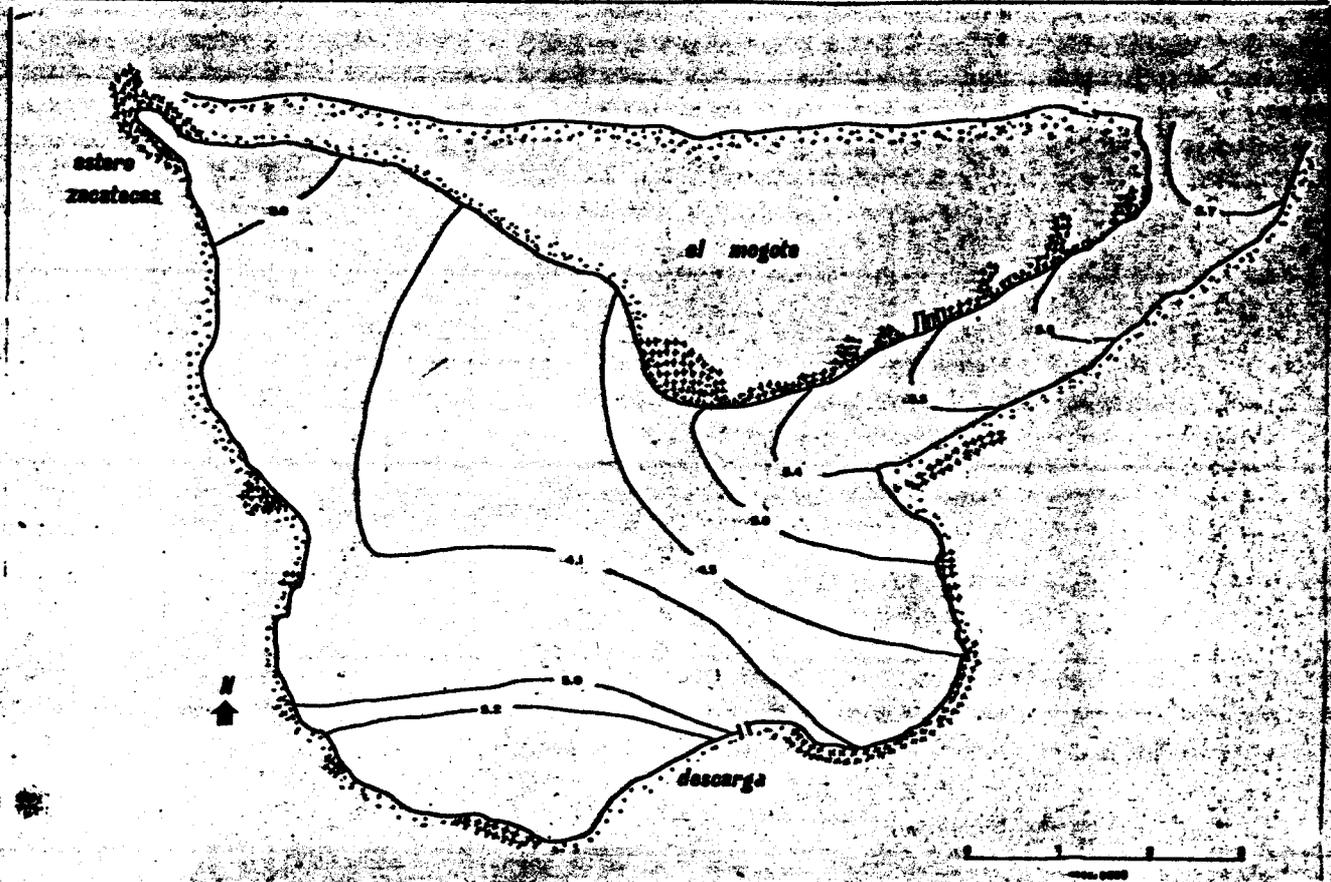


Fig.31 Distribución de Oxígeno promedio durante el mes de Junio.



Distribución de Oxígeno promedio durante el mes de Julio.

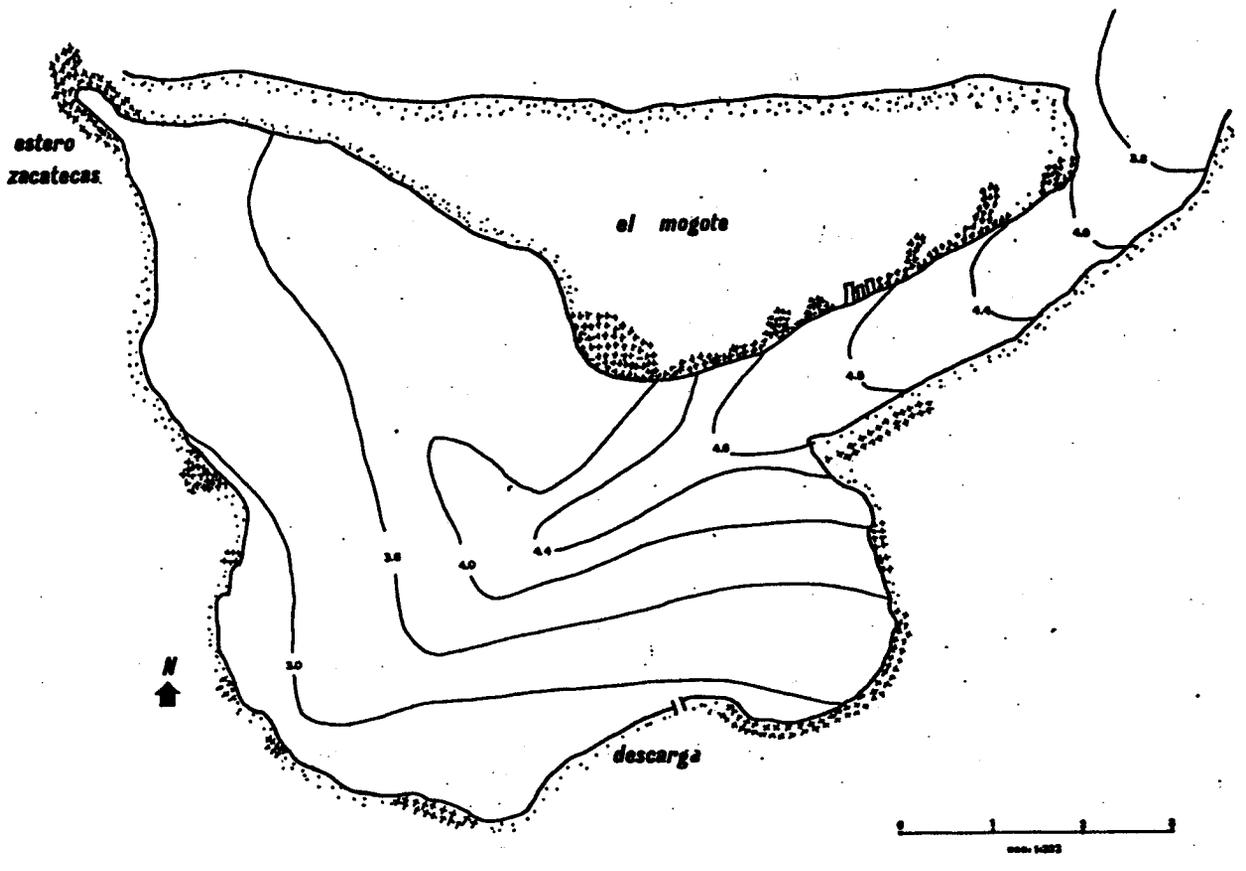
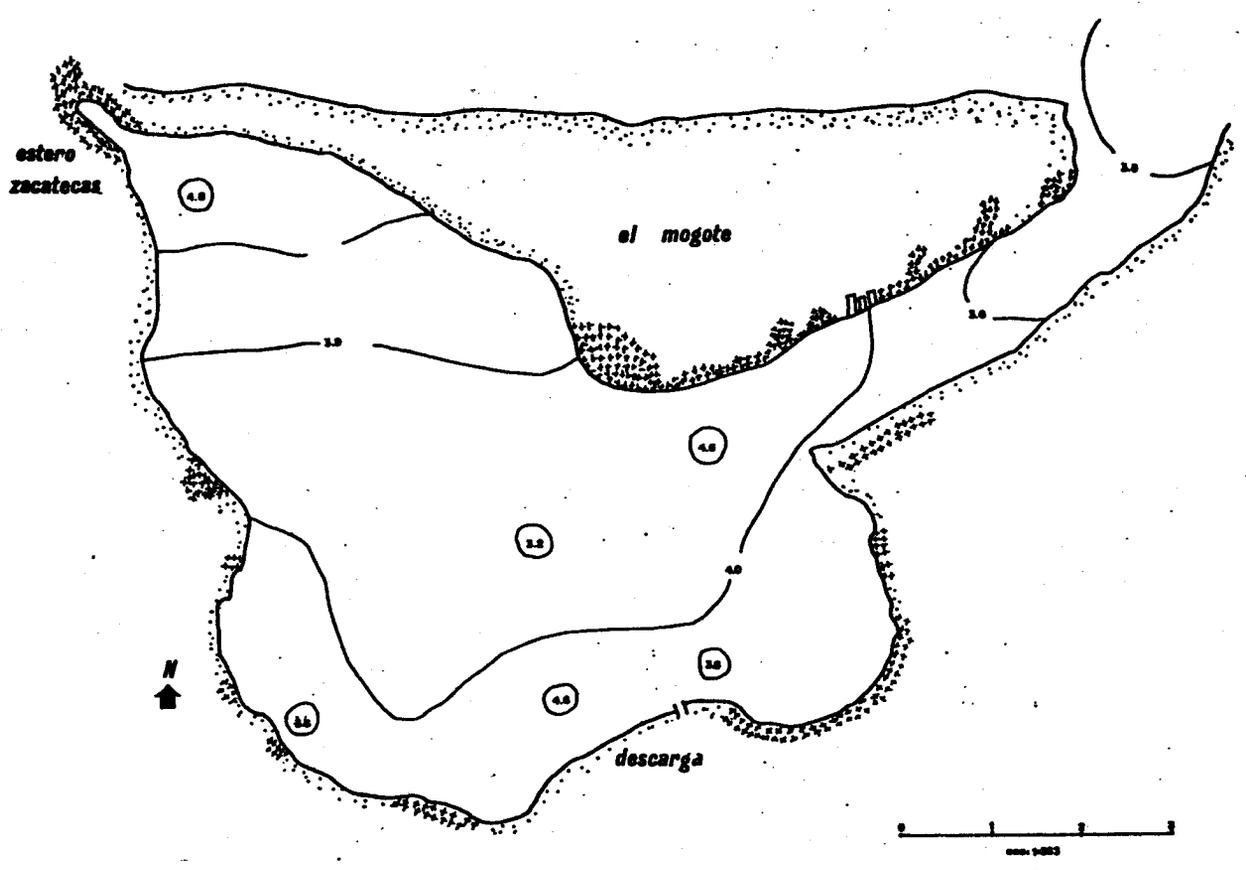


Fig.32 Distribución de Oxígeno promedio durante el mes de Agosto.



Distribución de Oxígeno Promedio durante el mes de Septiembre.

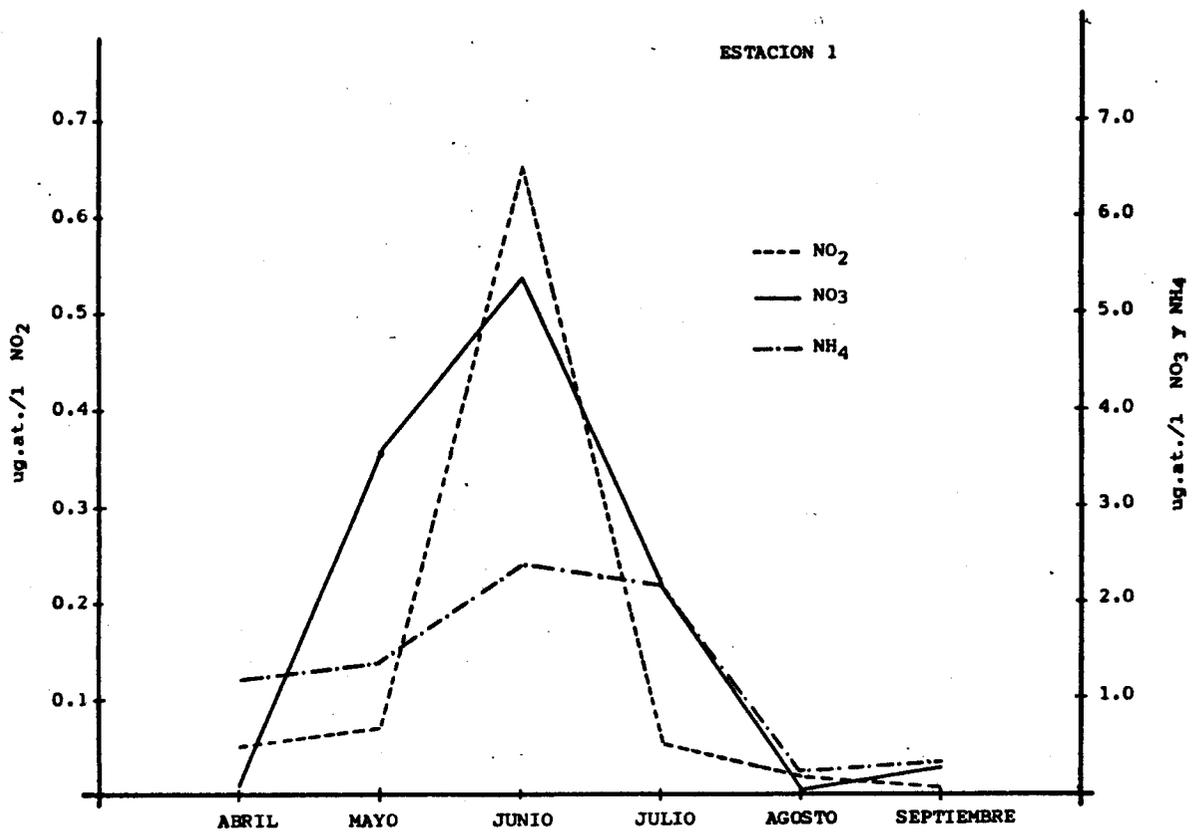
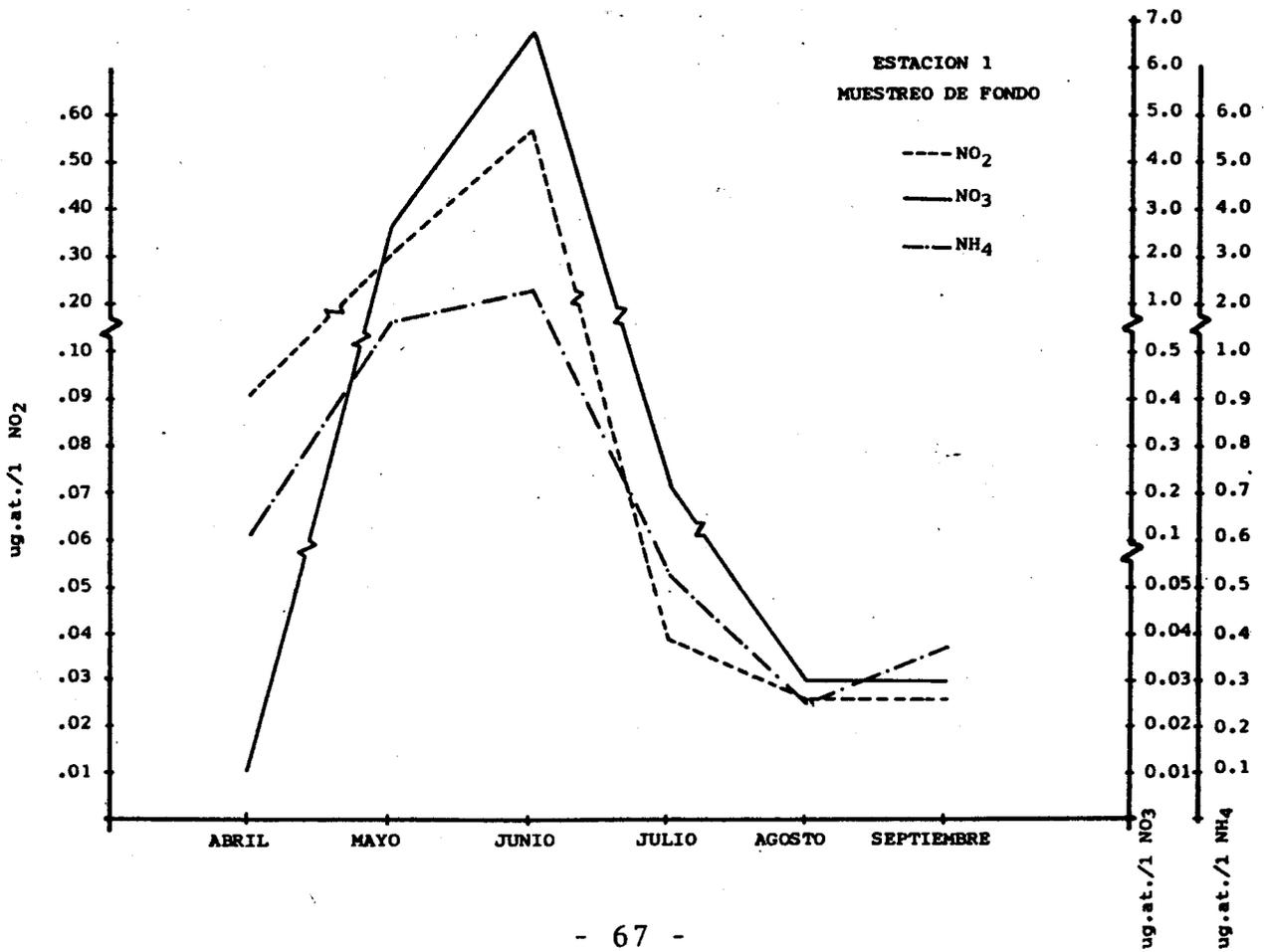


Fig.33 Concentración mensual de Nutrientes.



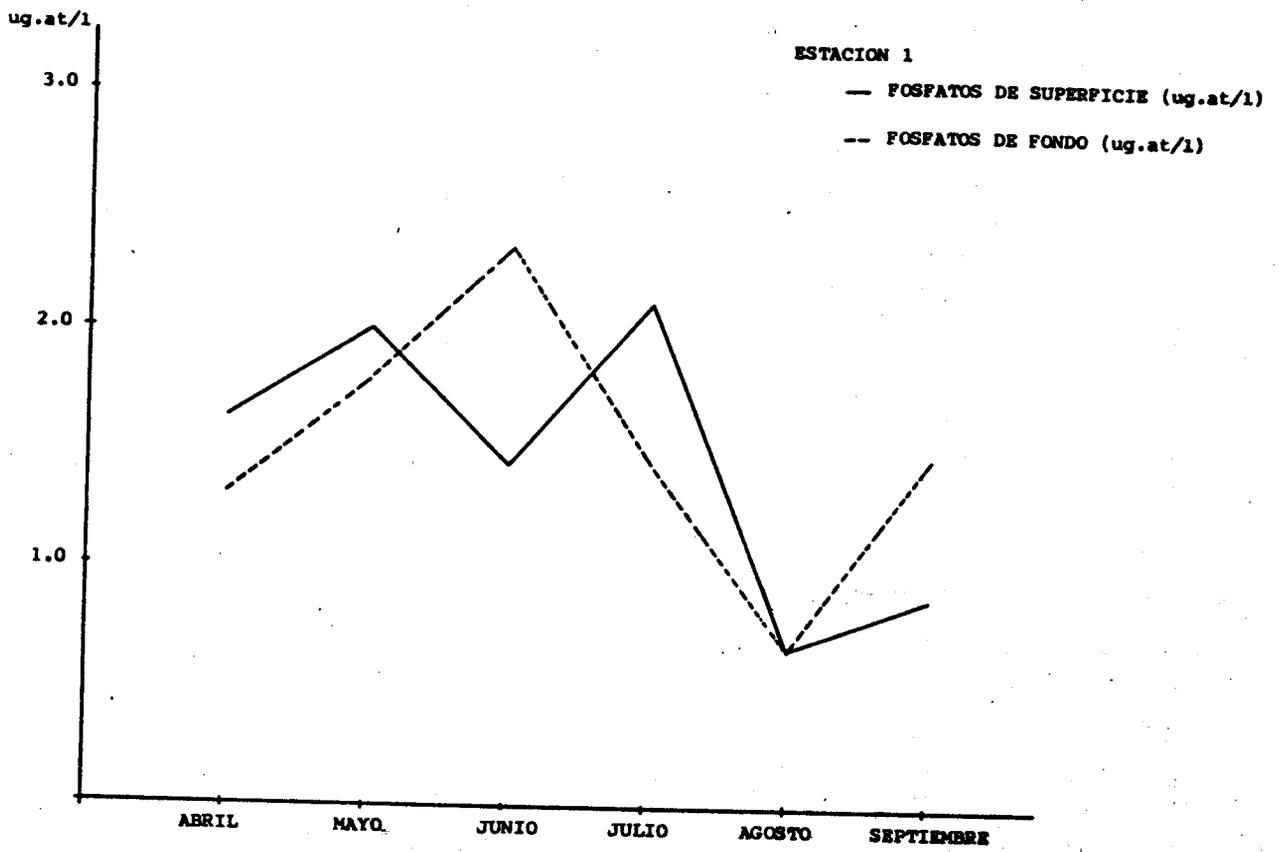
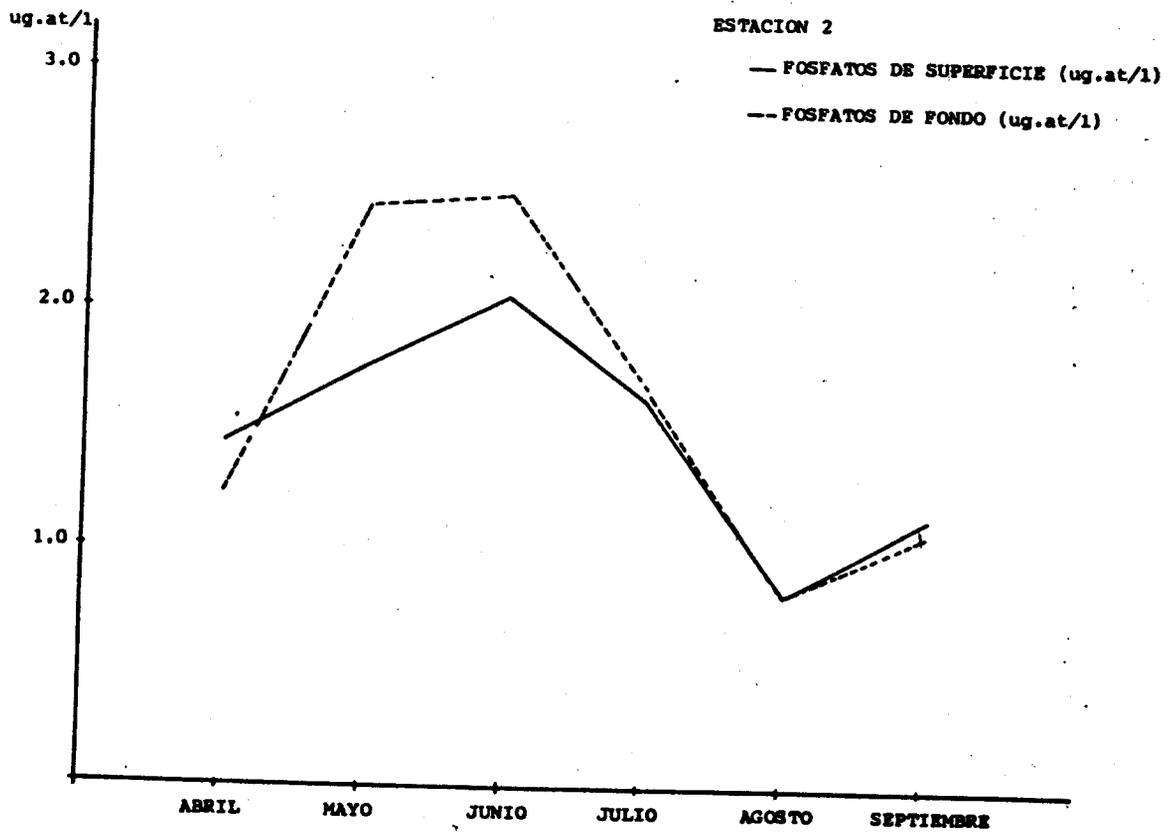


Fig. 34



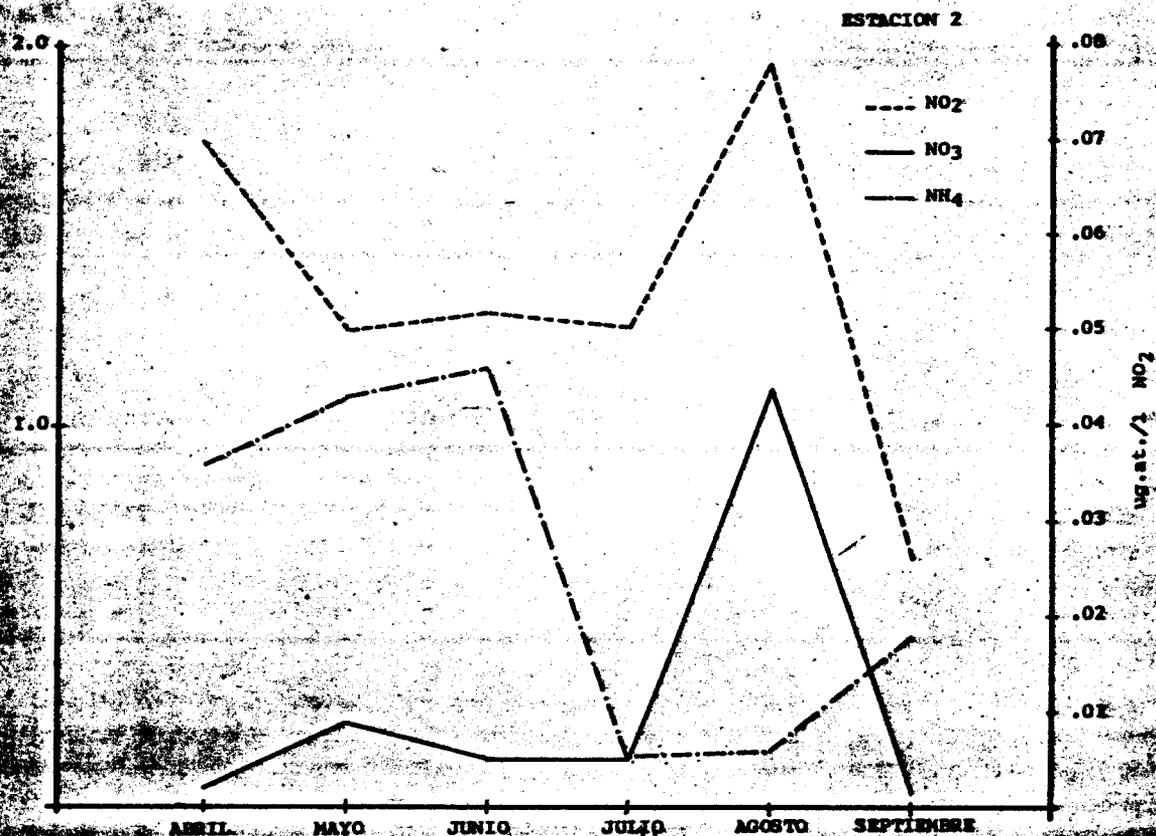
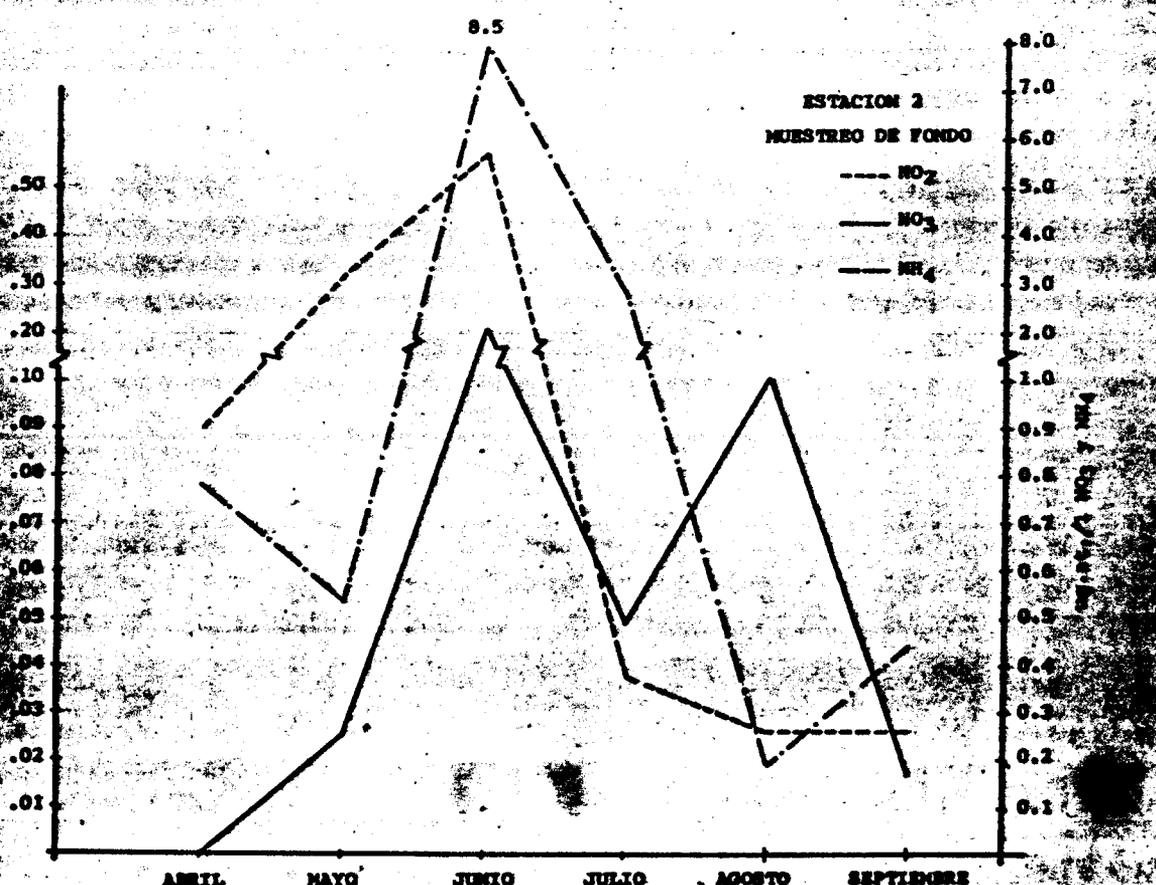


Fig. 35 Concentración mensual de Nutrientes.



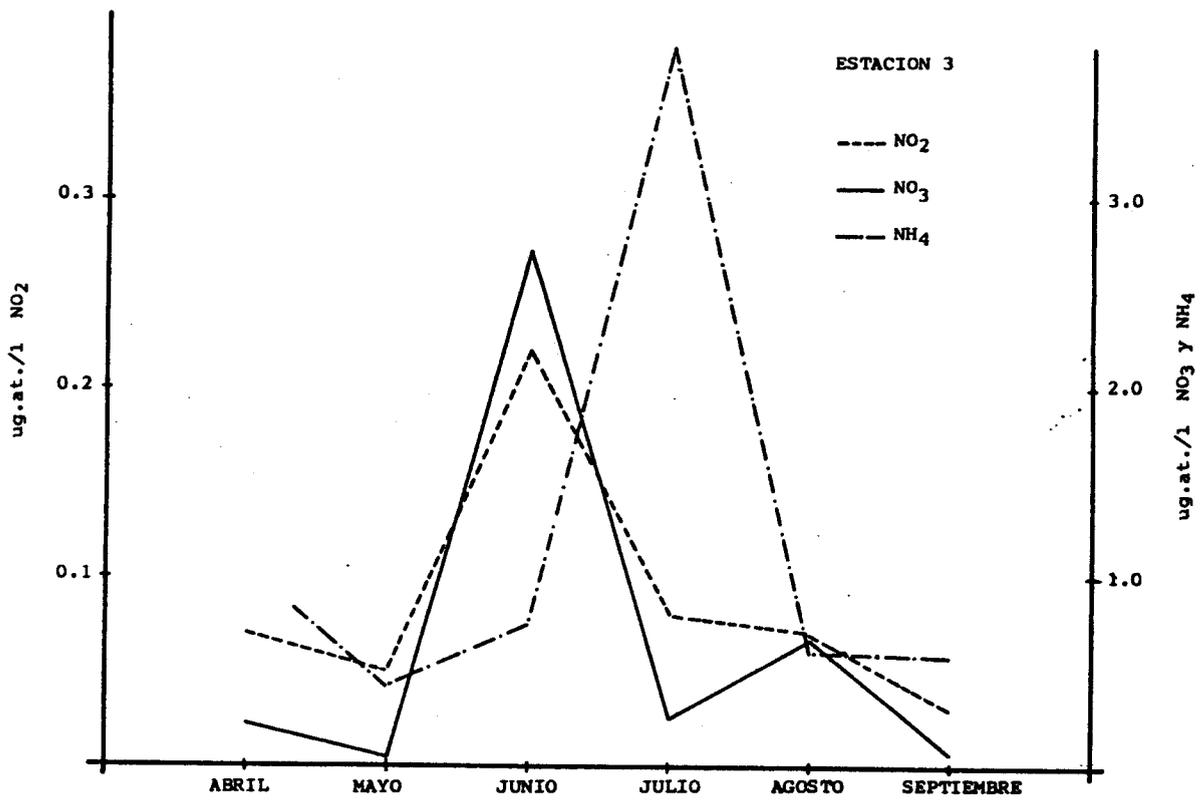
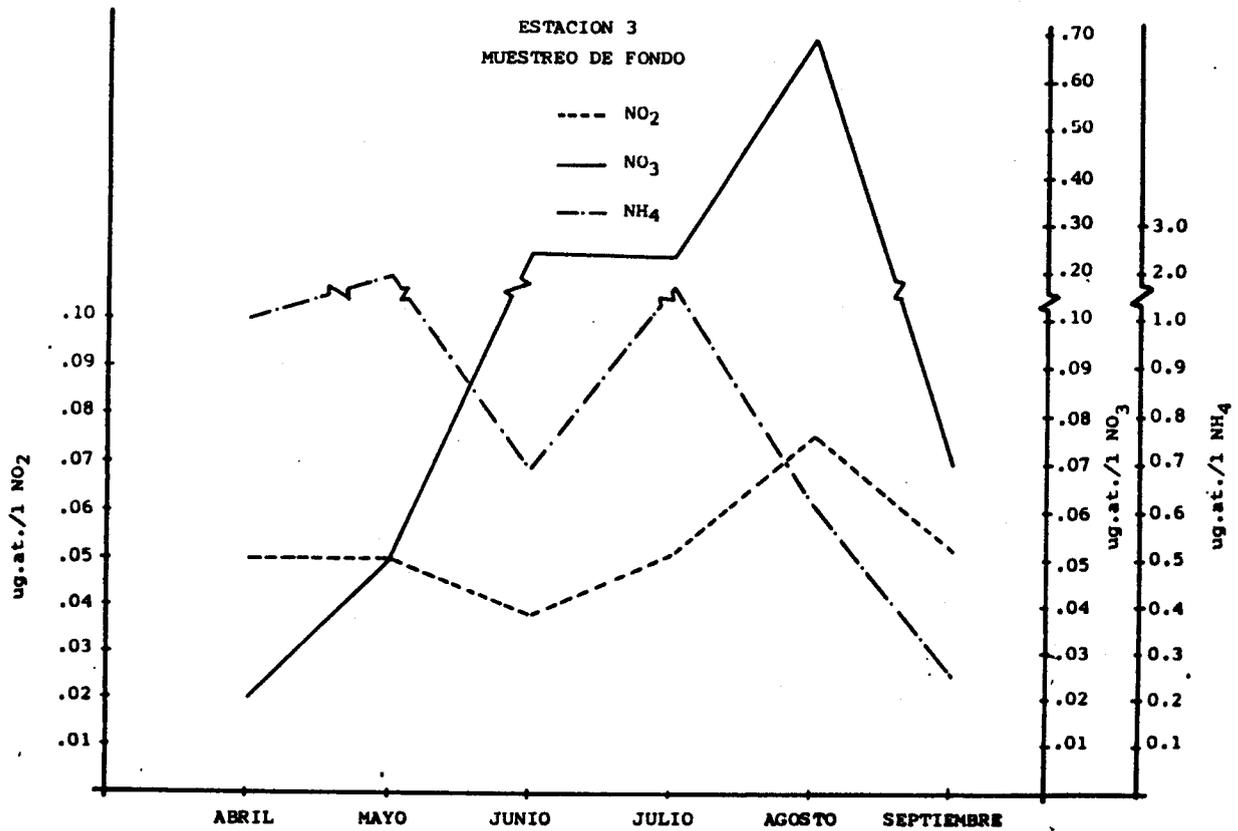


Fig.36 Concentración mensual de Nutrientes.



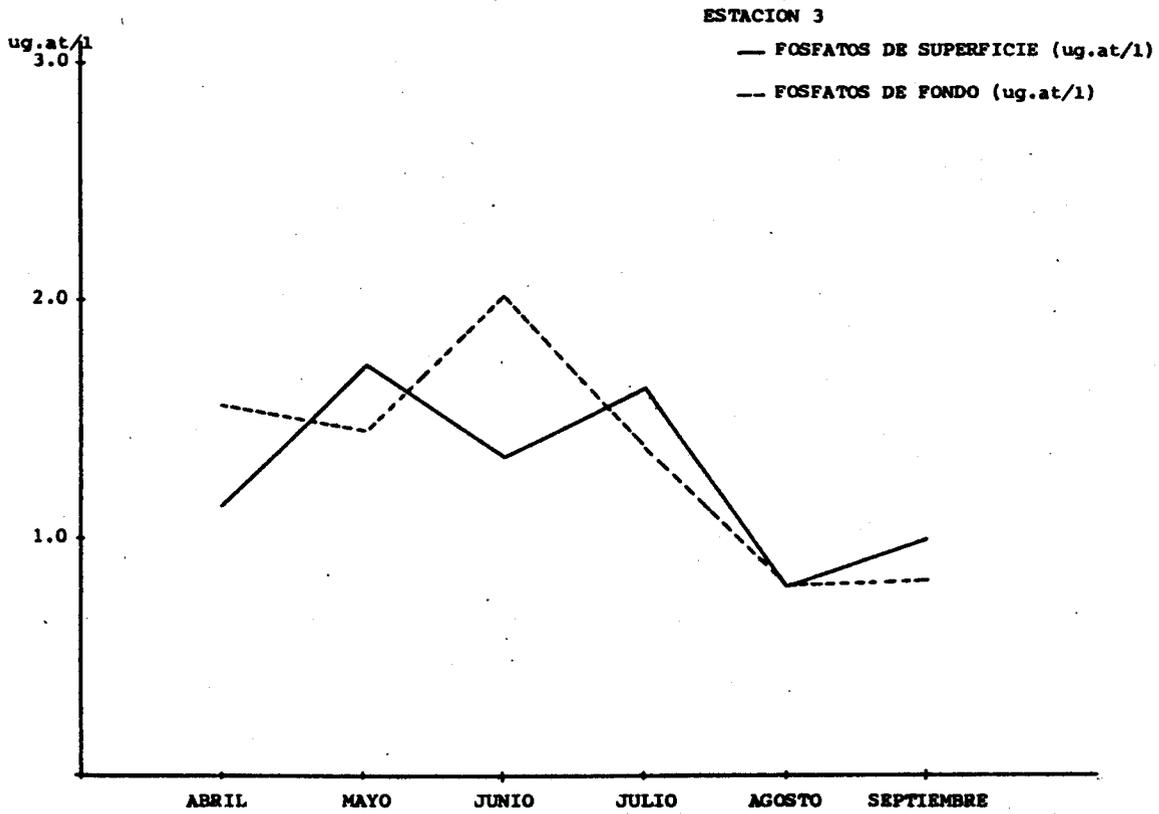
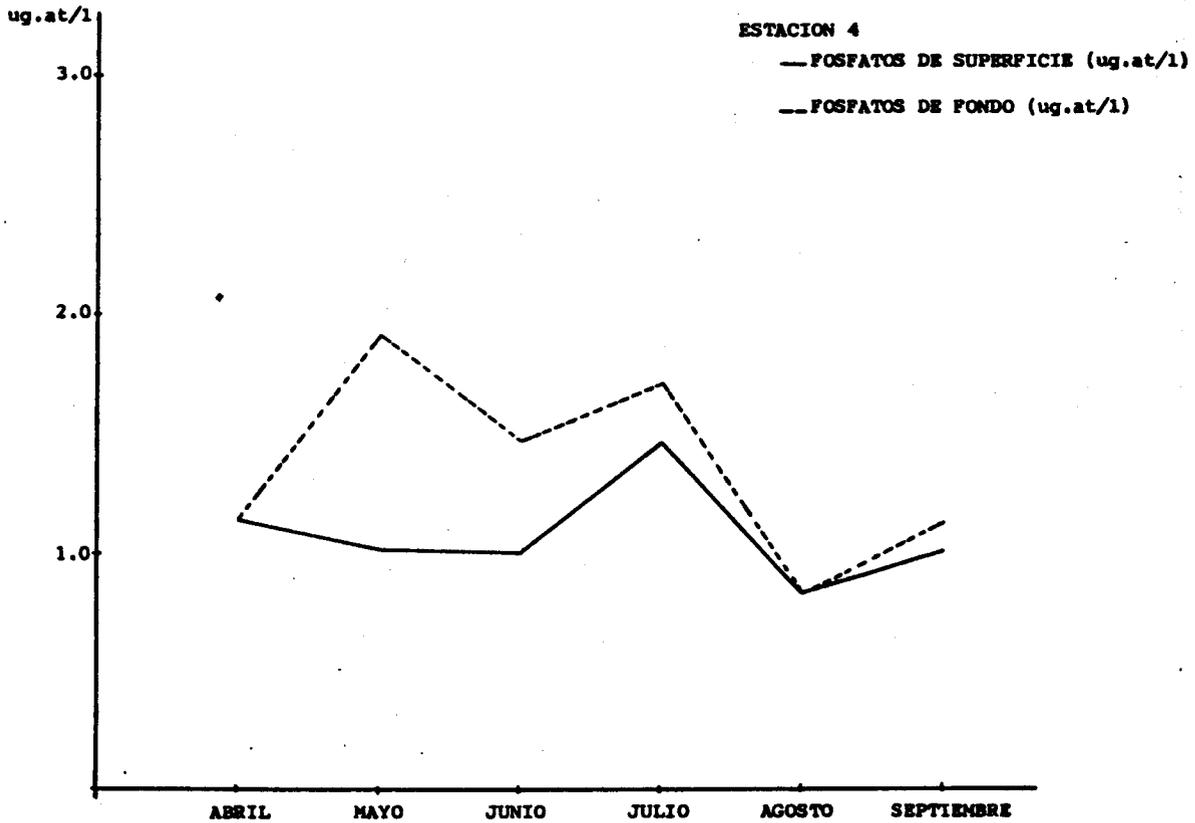


Fig. 37



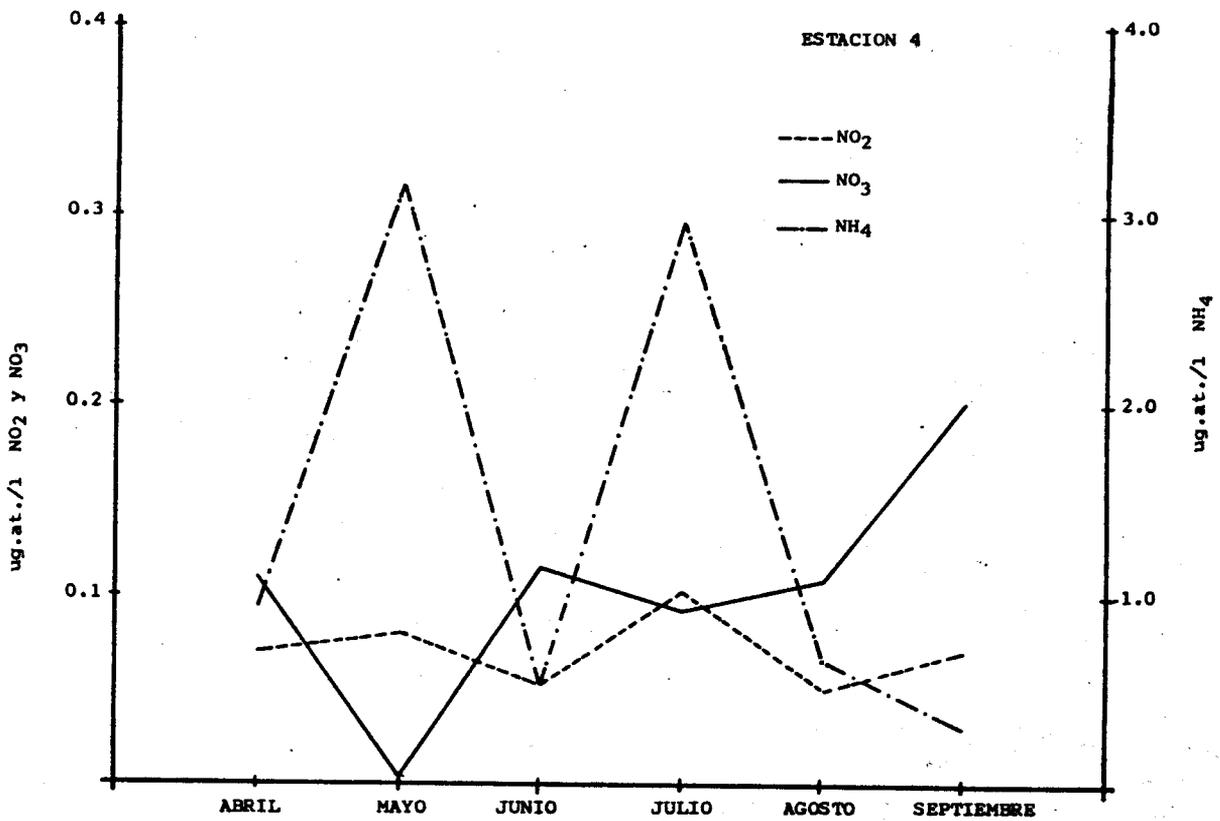
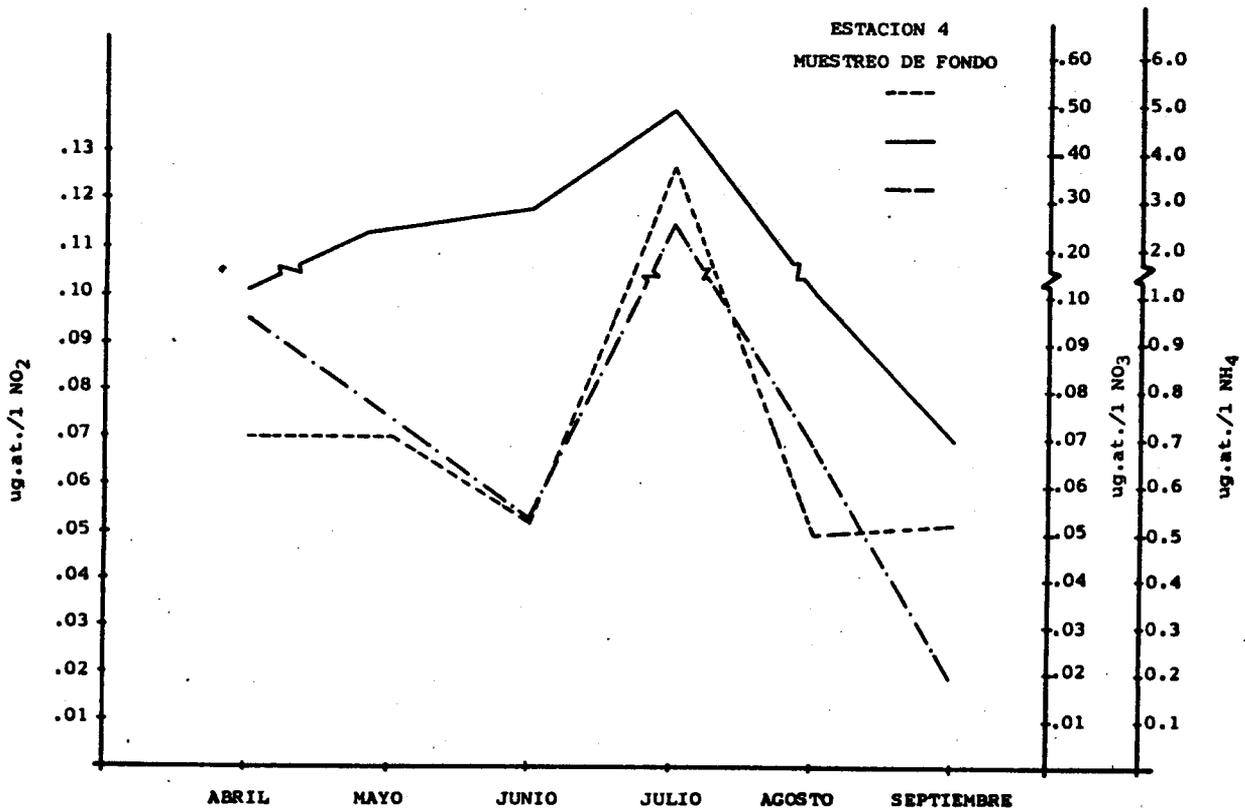


Fig.38 Concentración mensual de Nutrientes.



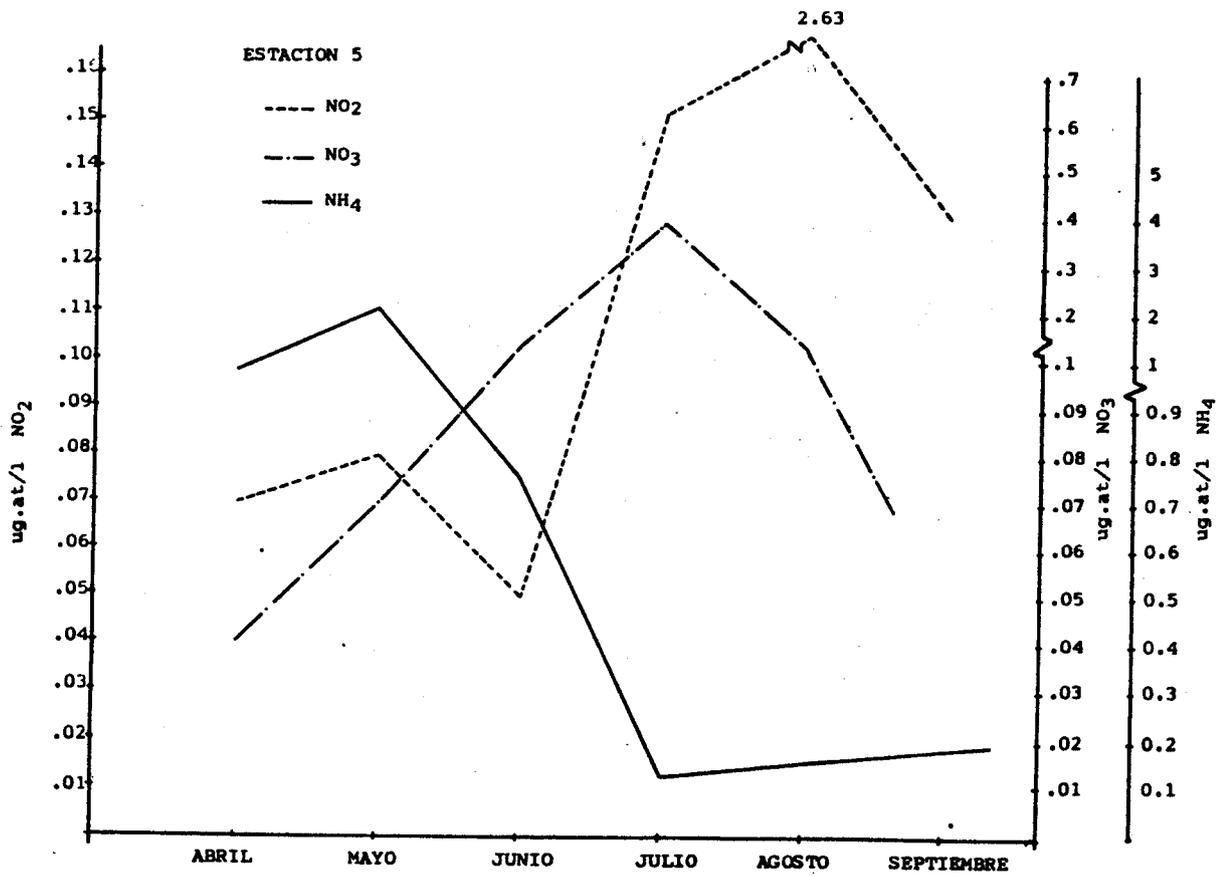
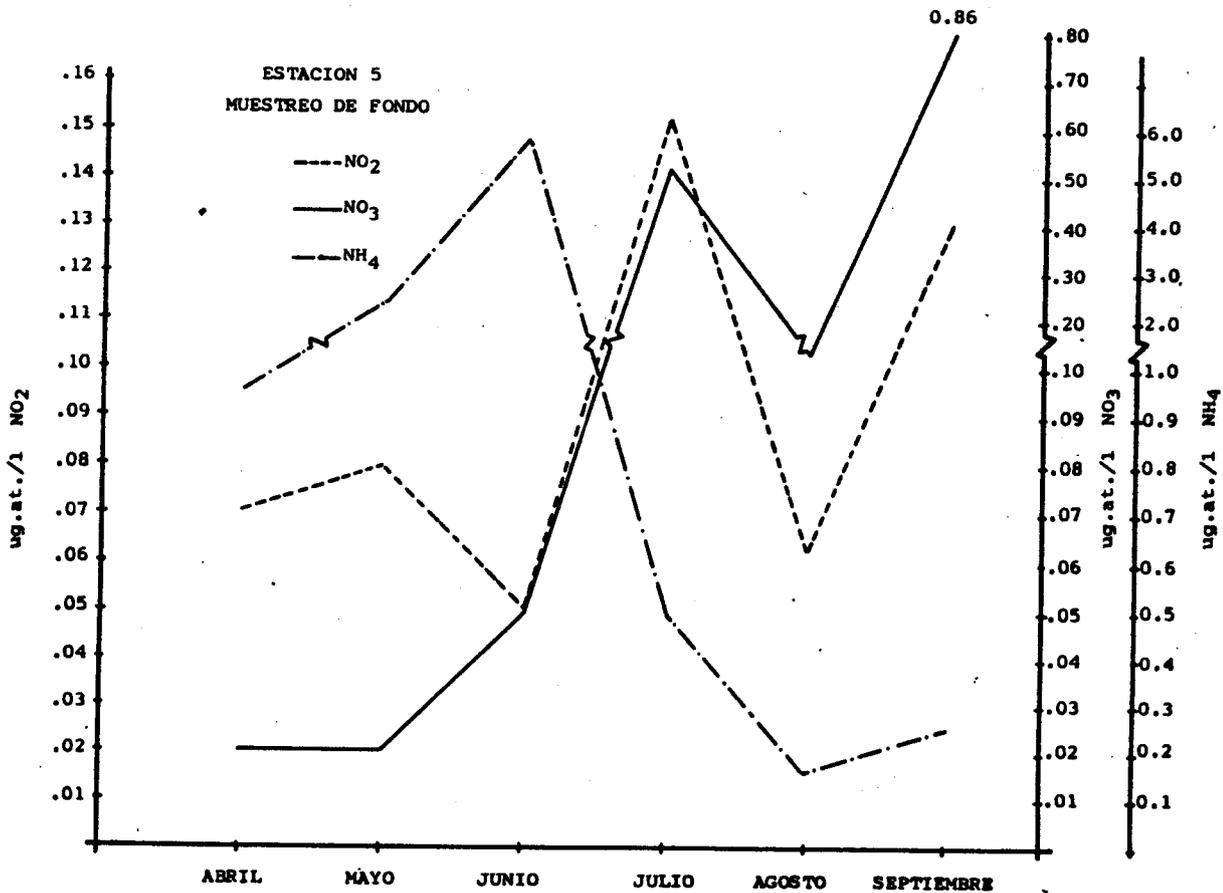


Fig.39 Concentración mensual de Nutrientes.



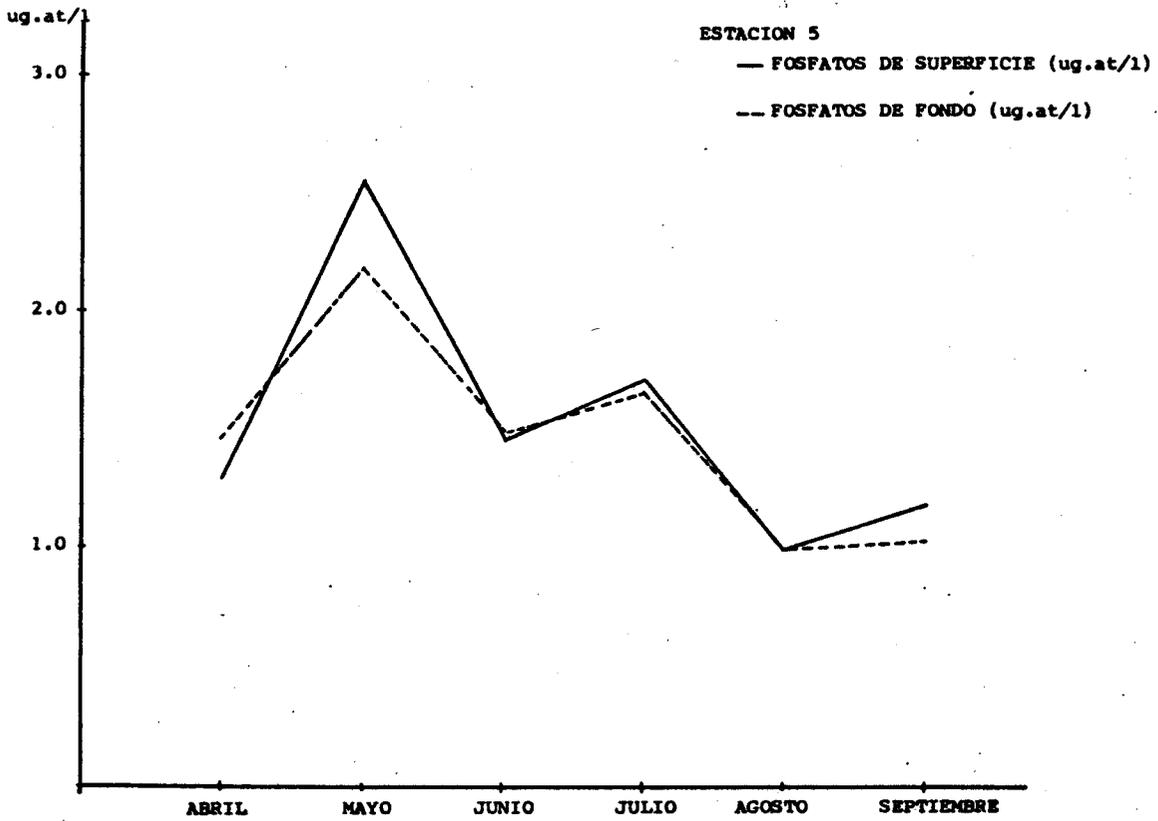
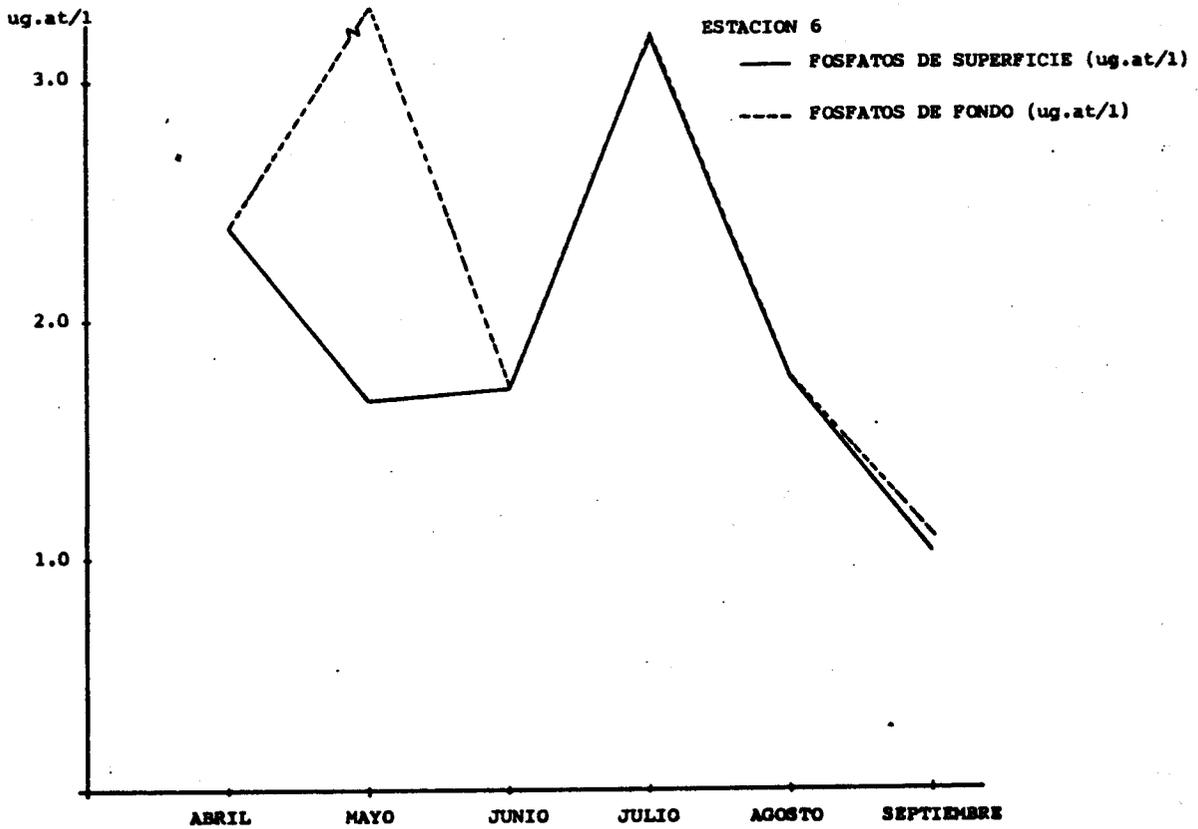


Fig. 40



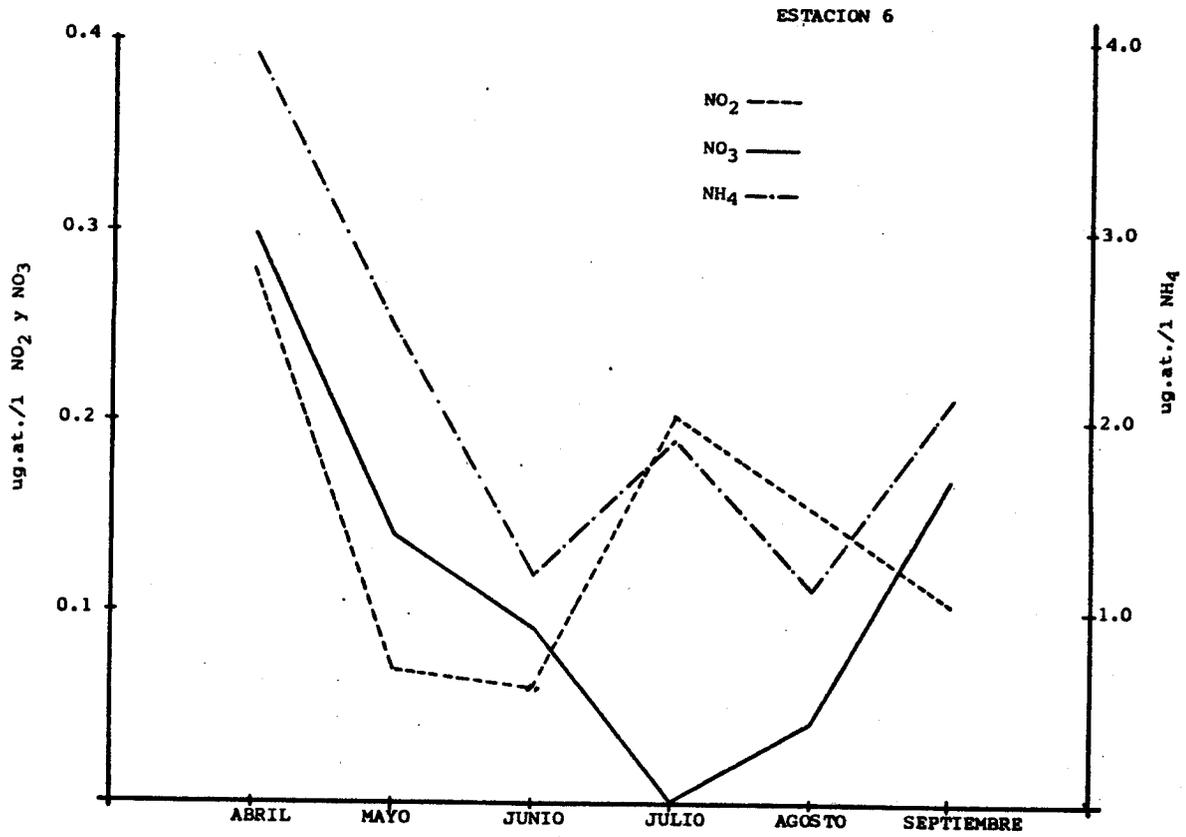
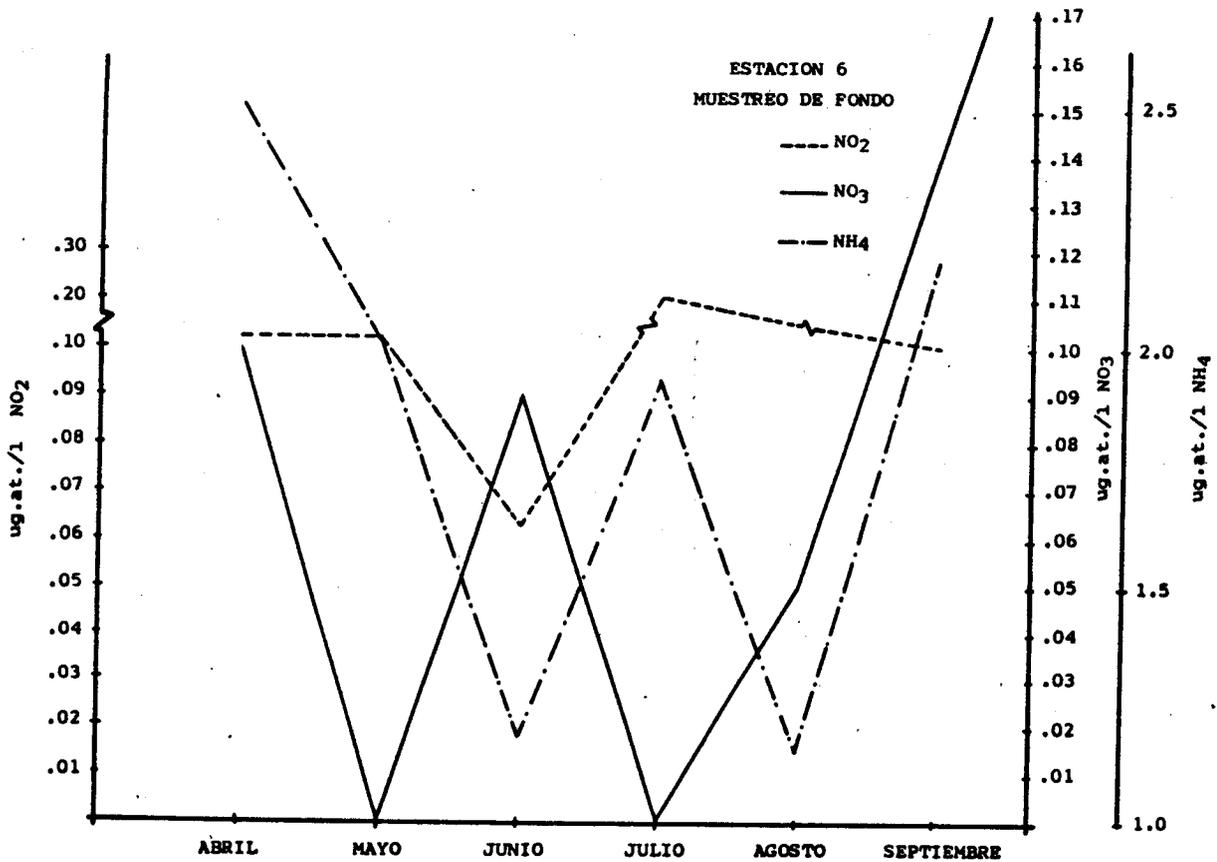


Fig.41 Concentración mensual de Nutrientes.



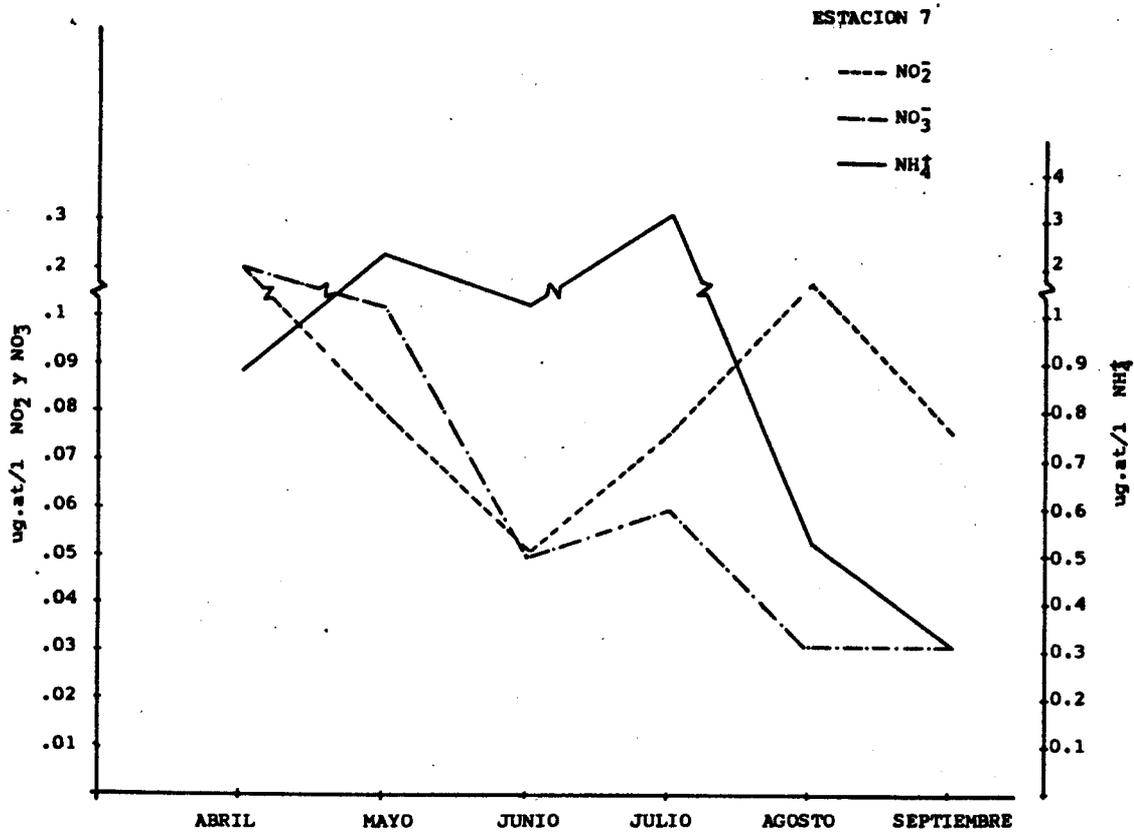
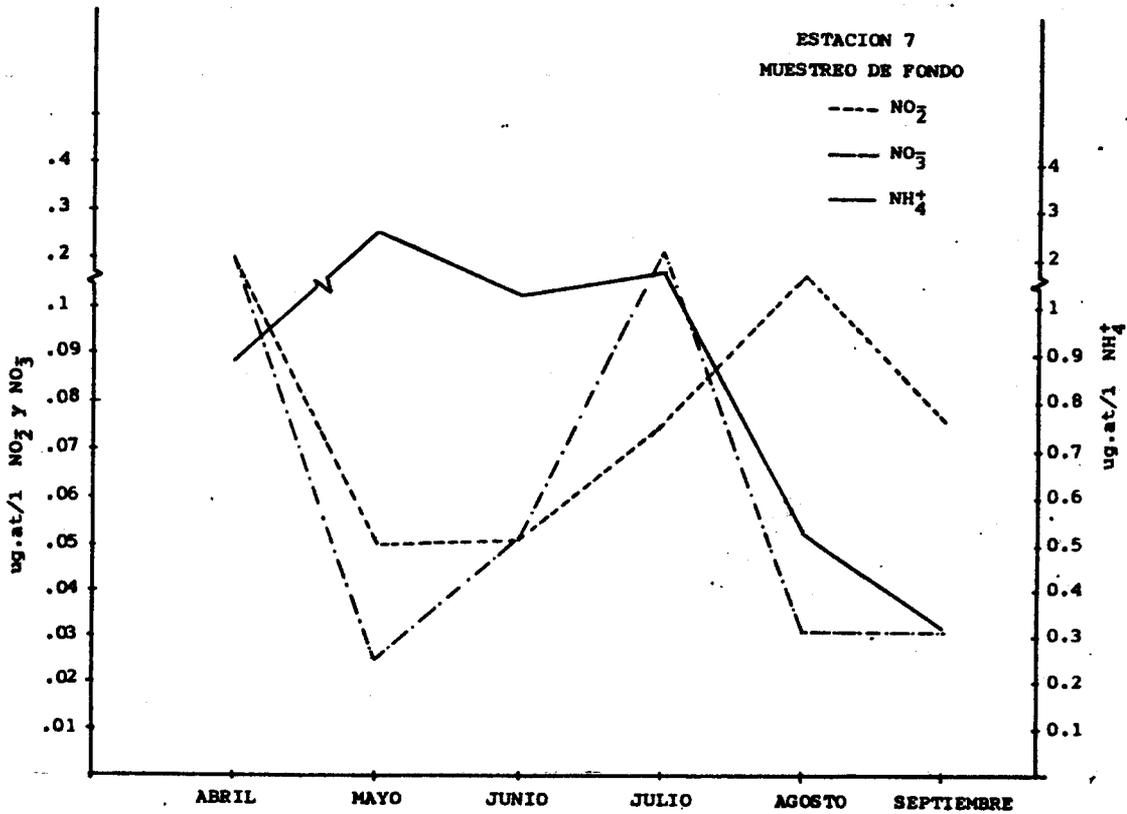


Fig.42 Concentración mensual de Nutrientes.



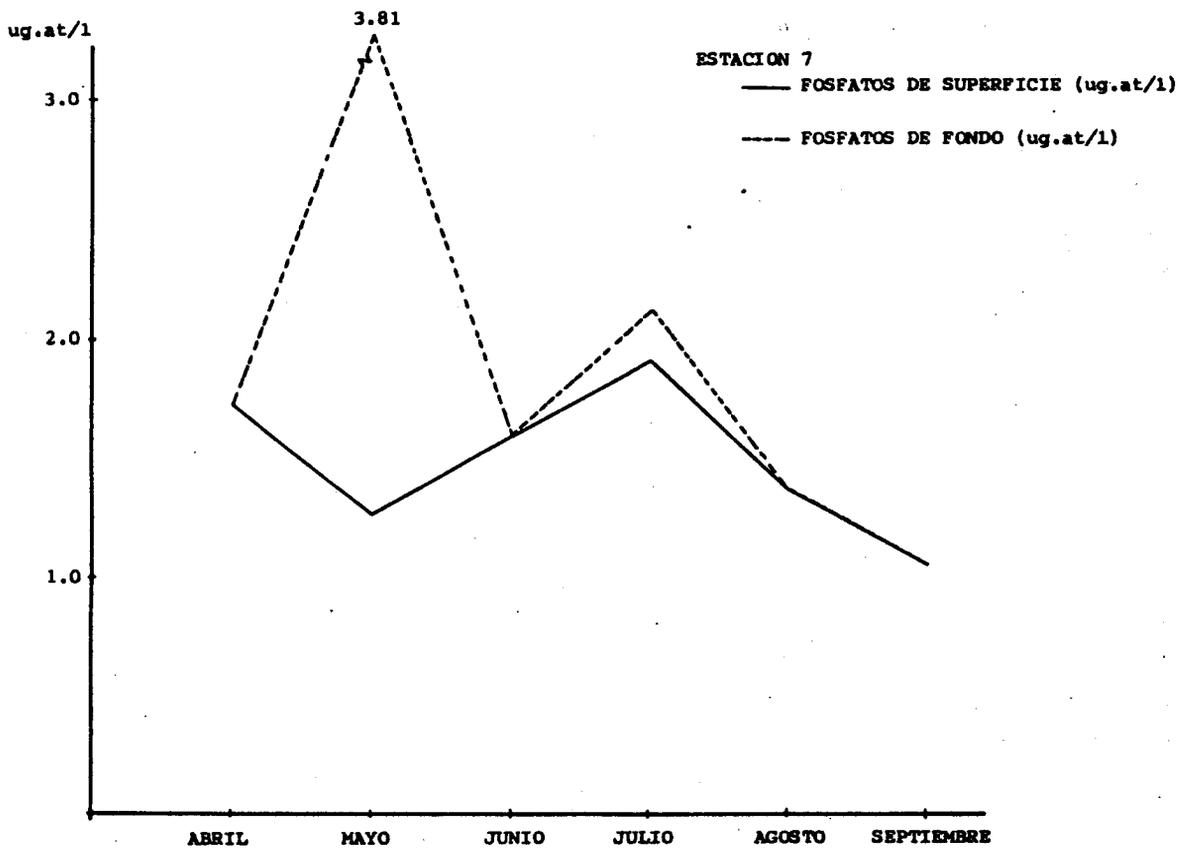
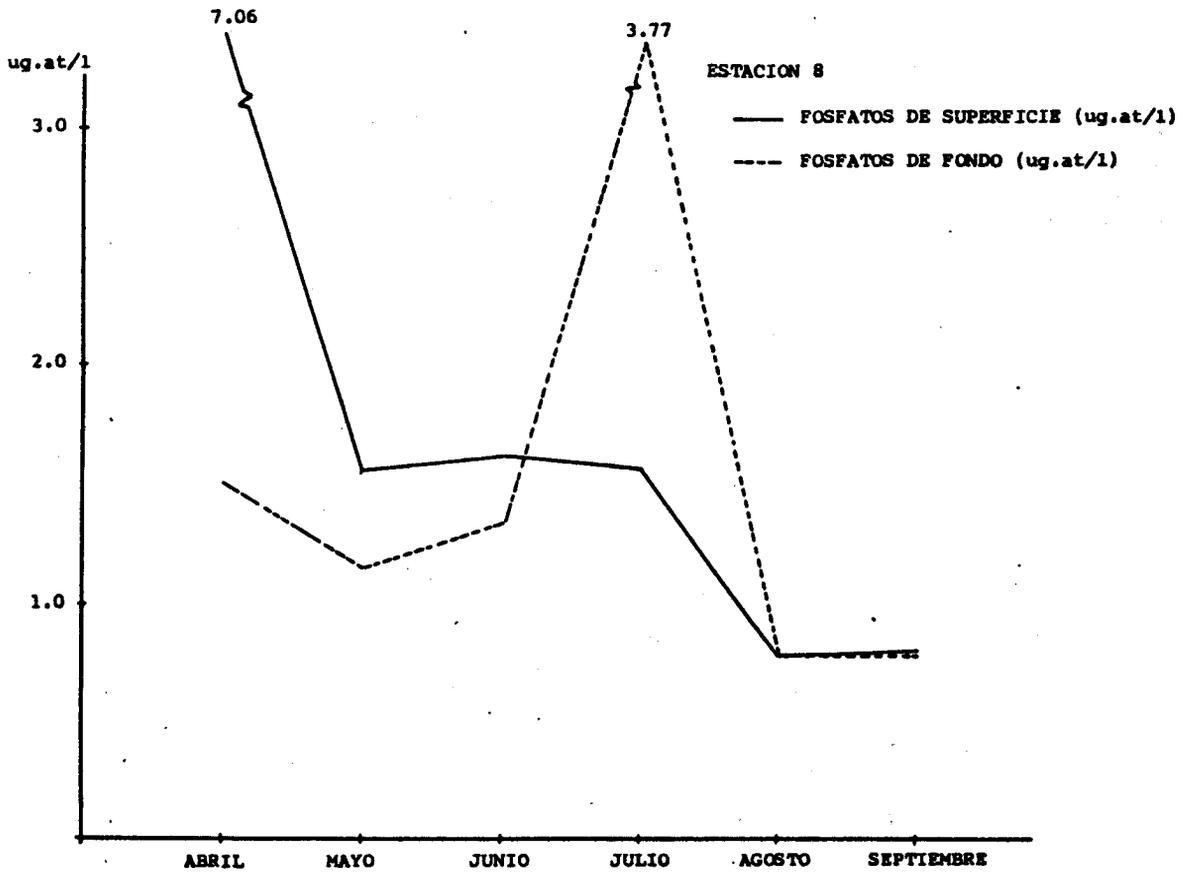


Fig. 43



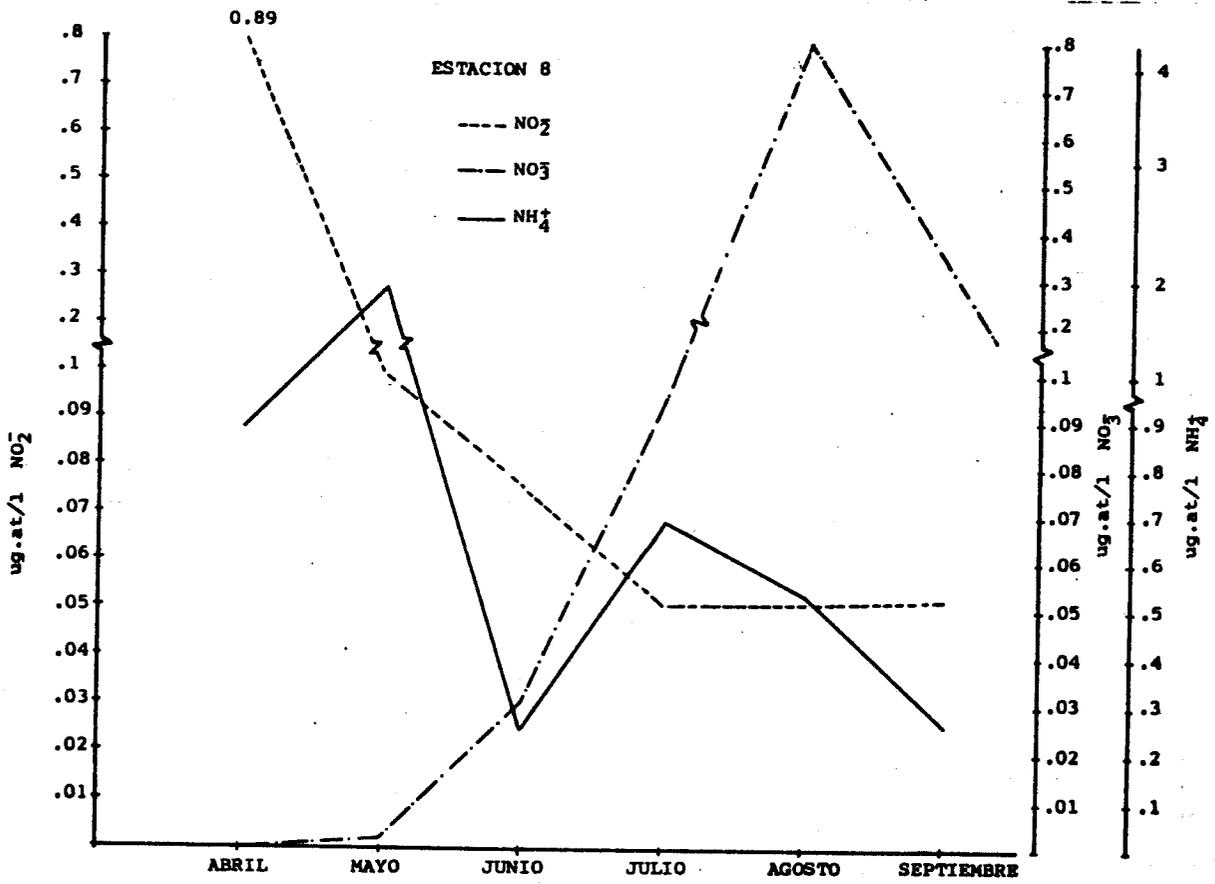
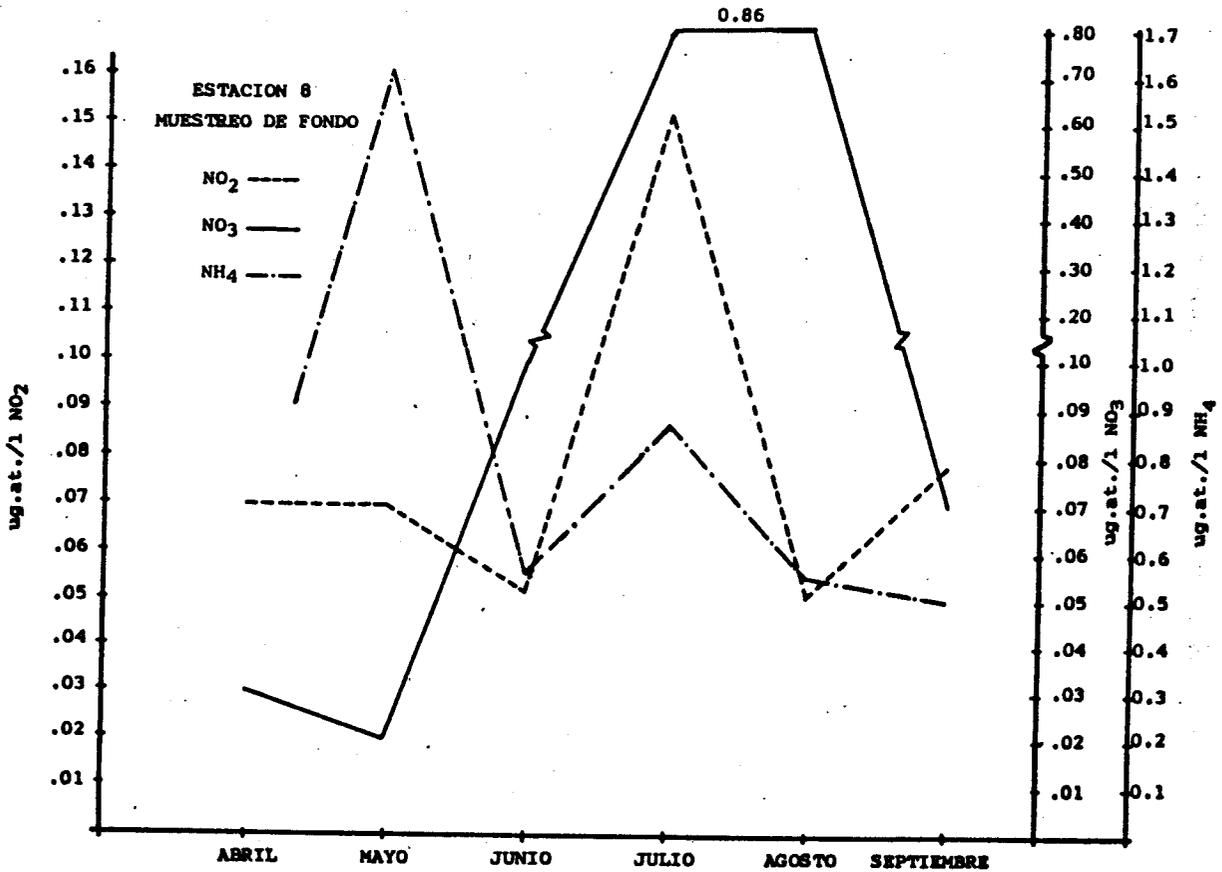


Fig.44 Concentración mensual de Nutrientes.



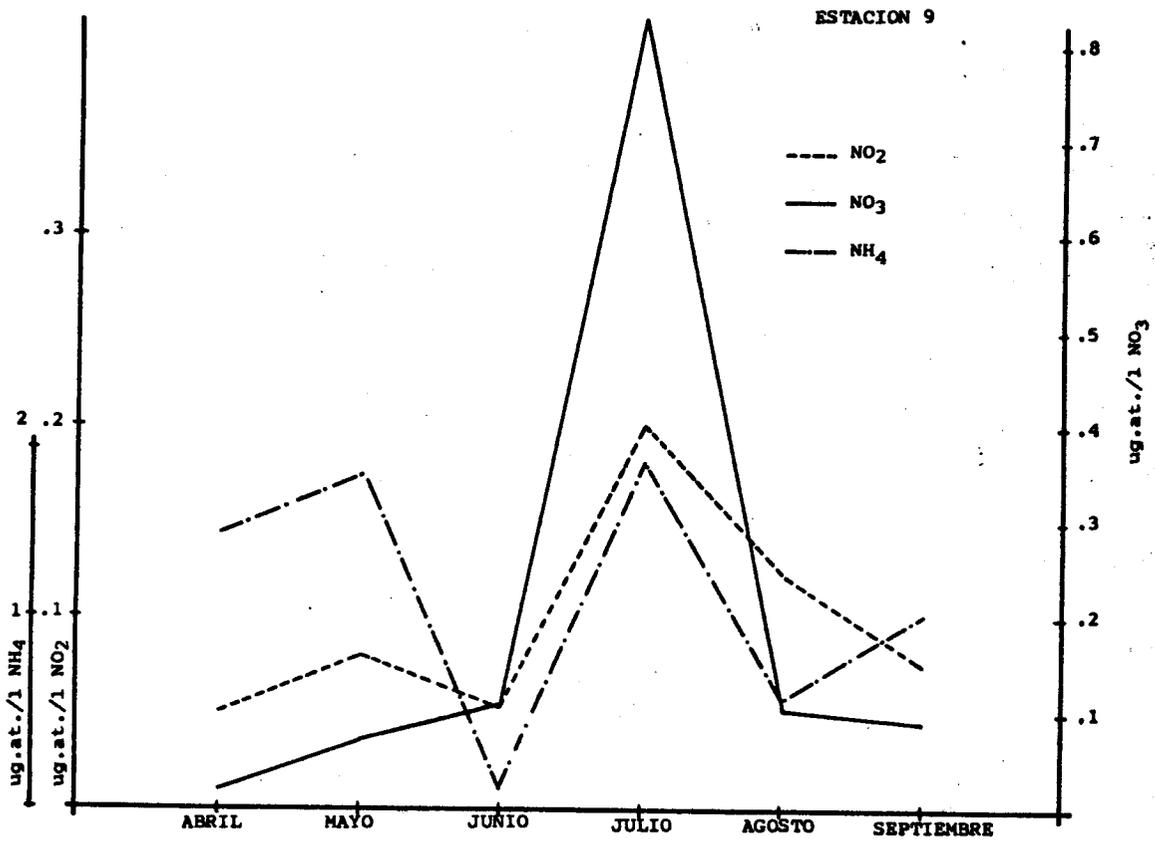
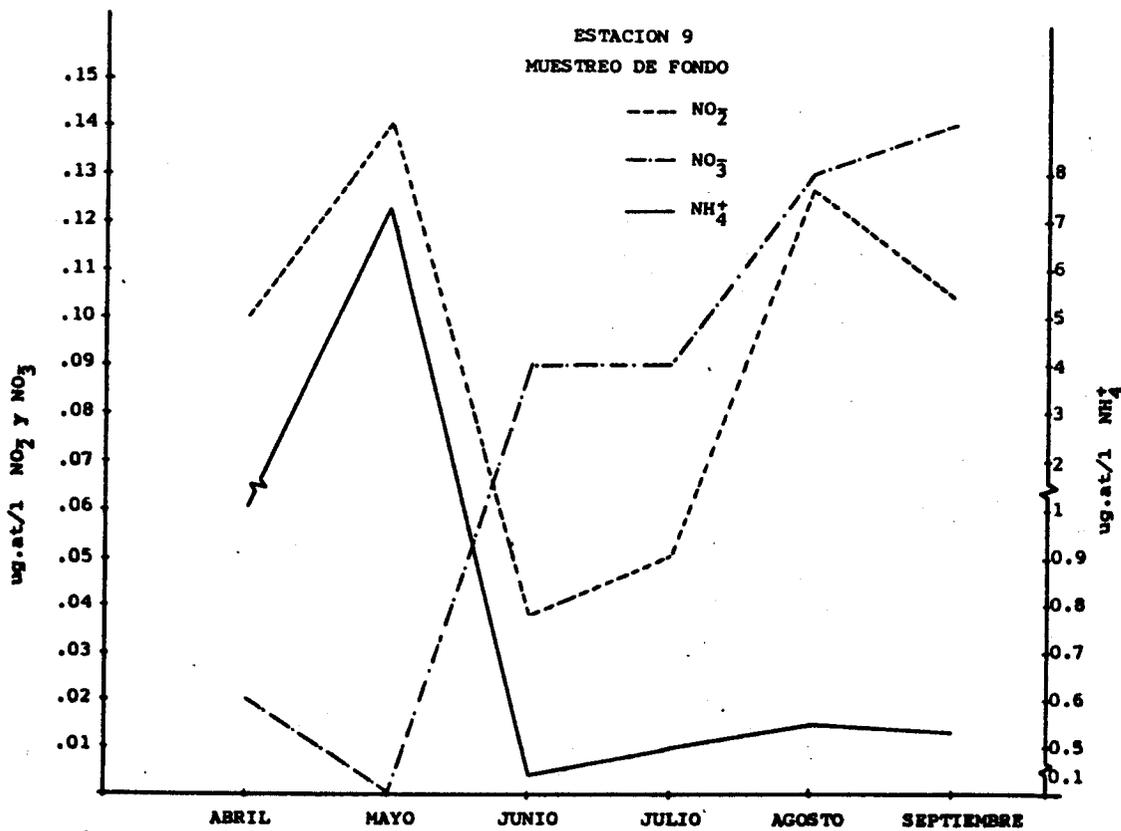


Fig. 45 Concentración mensual de Nutrientes.



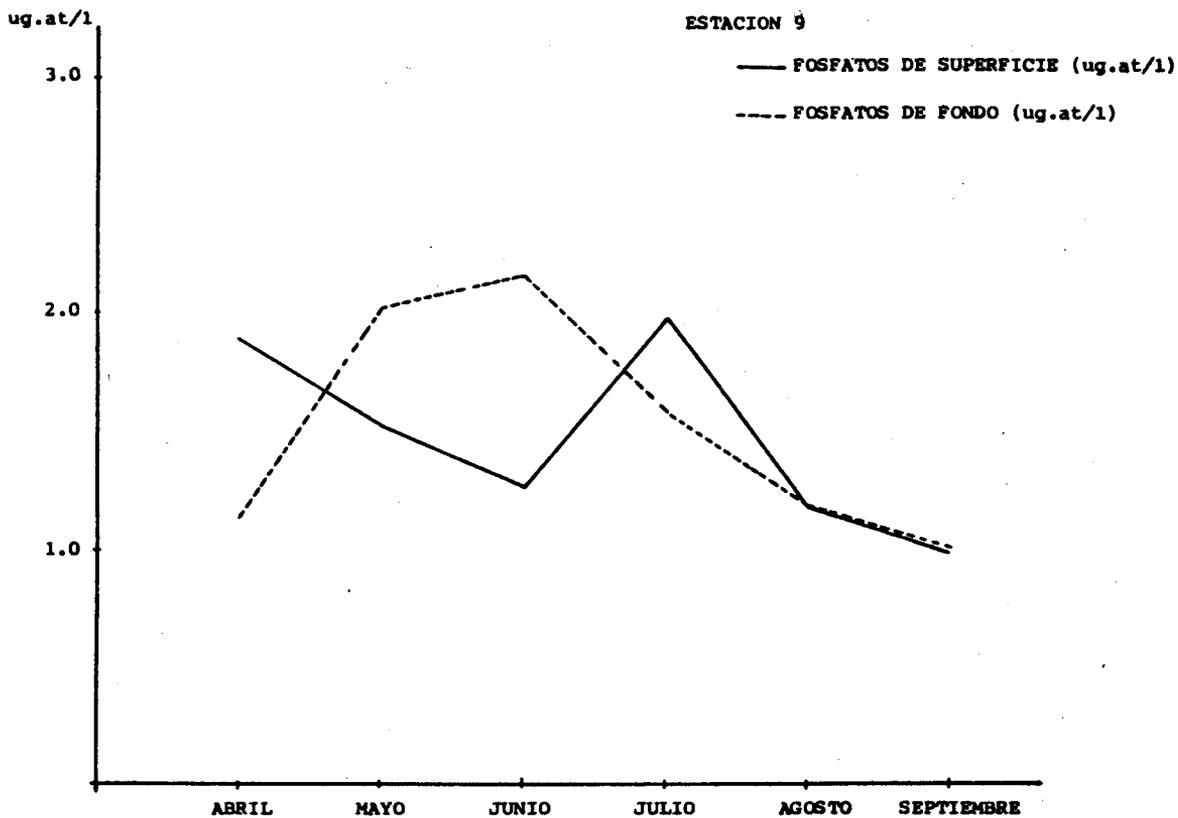
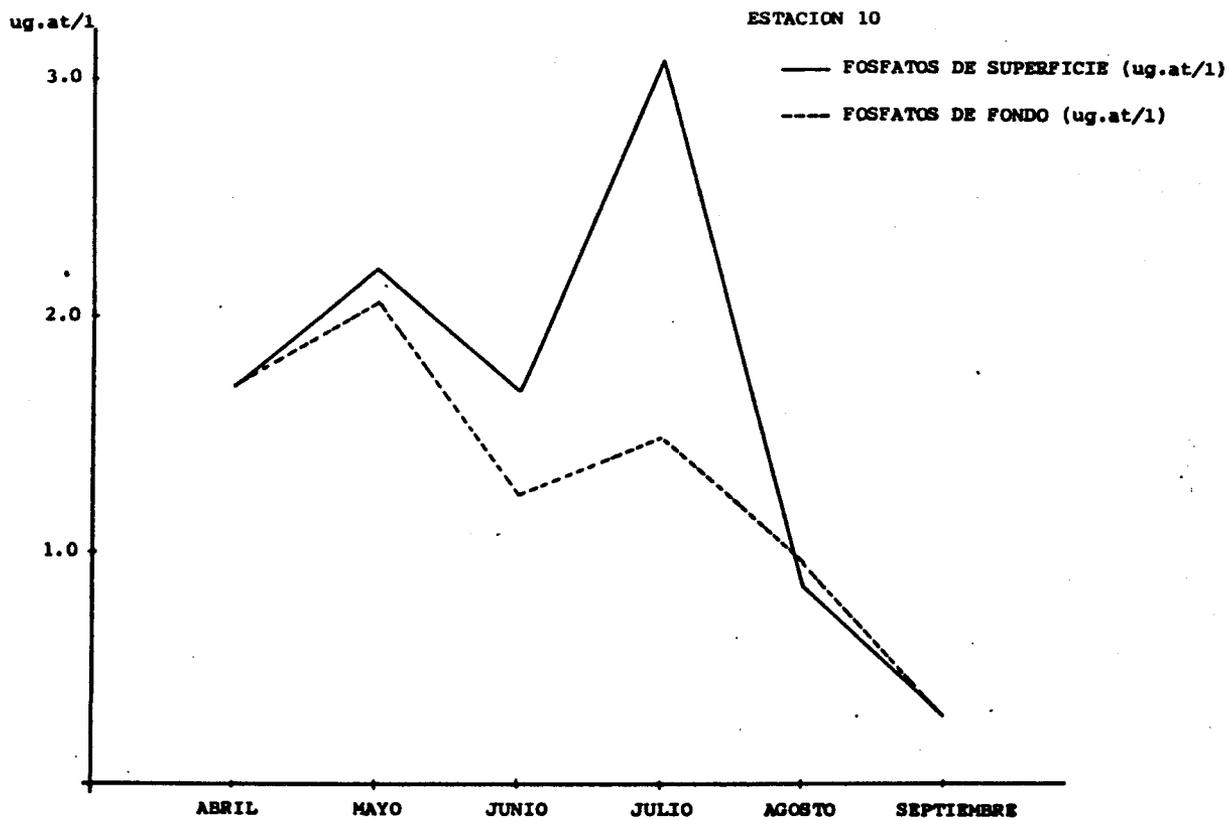


Fig. 46



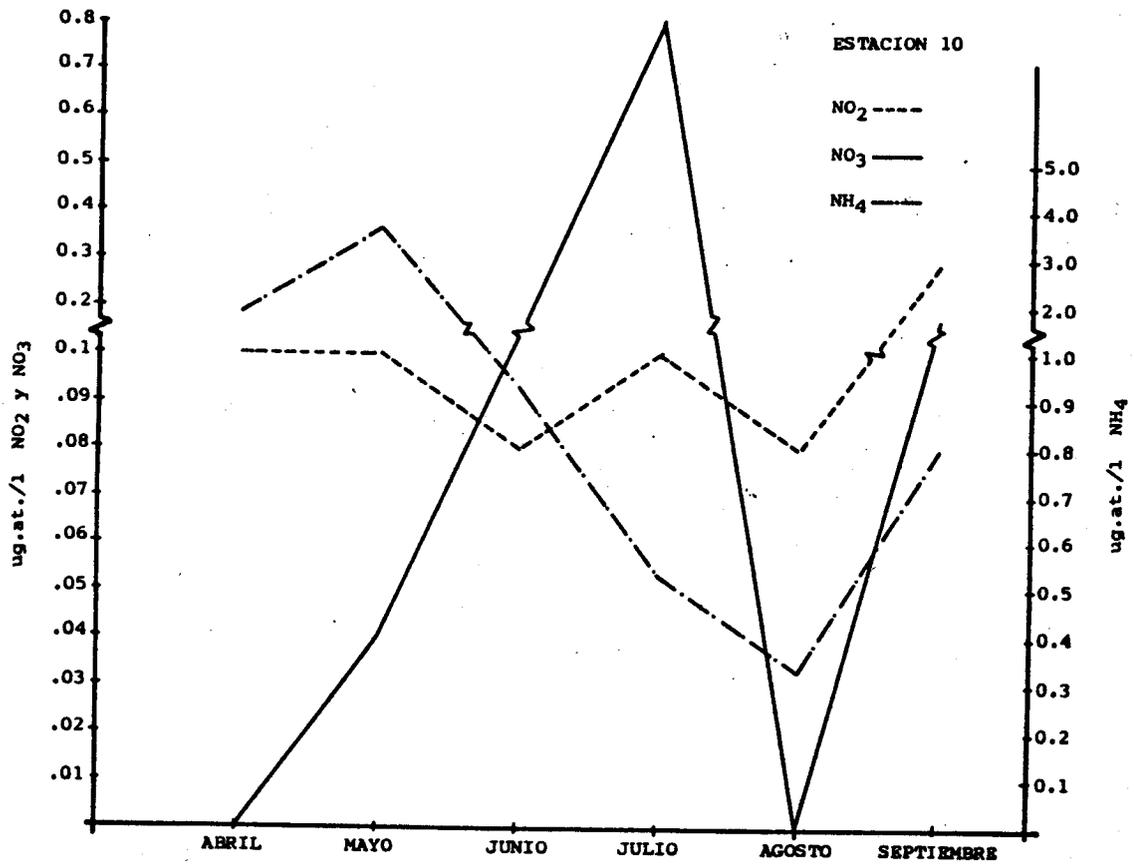
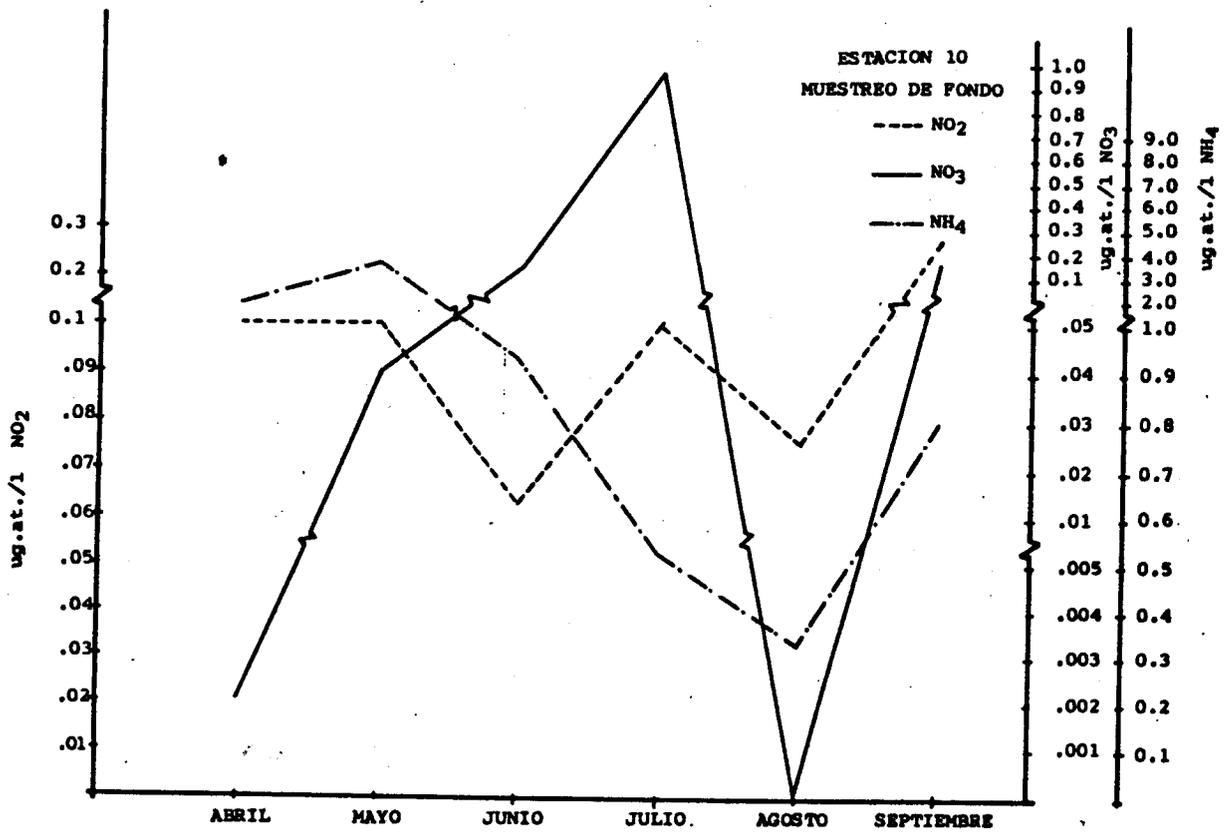


Fig.47 Concentración mensual de Nutrientes.



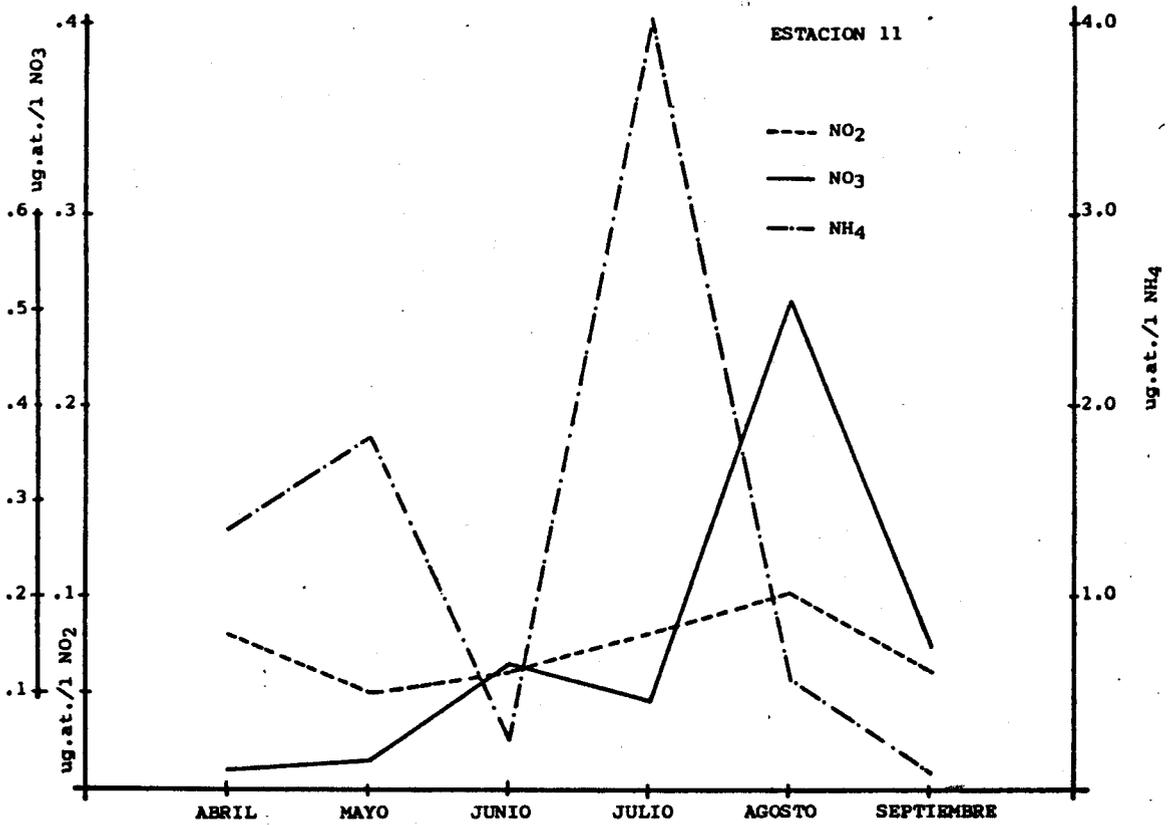
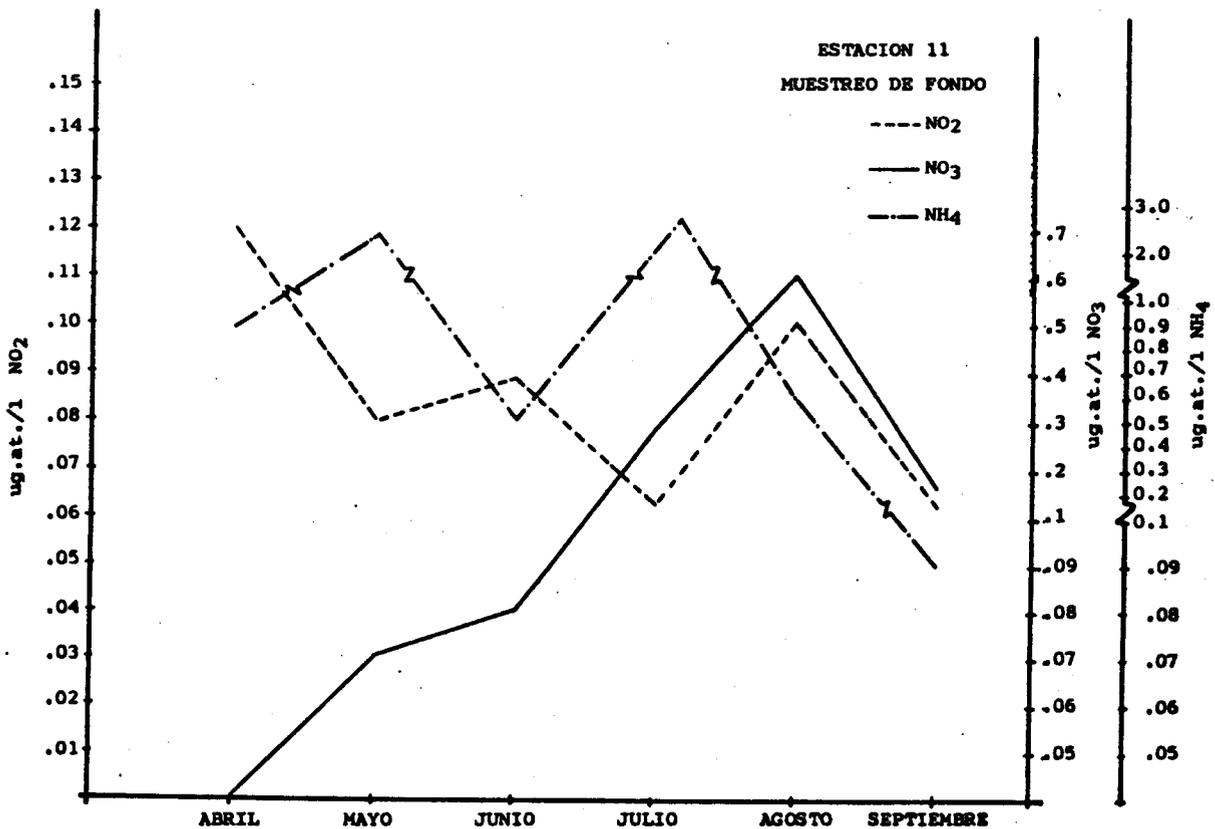


Fig.48 Concentración mensual de Nutrientes.



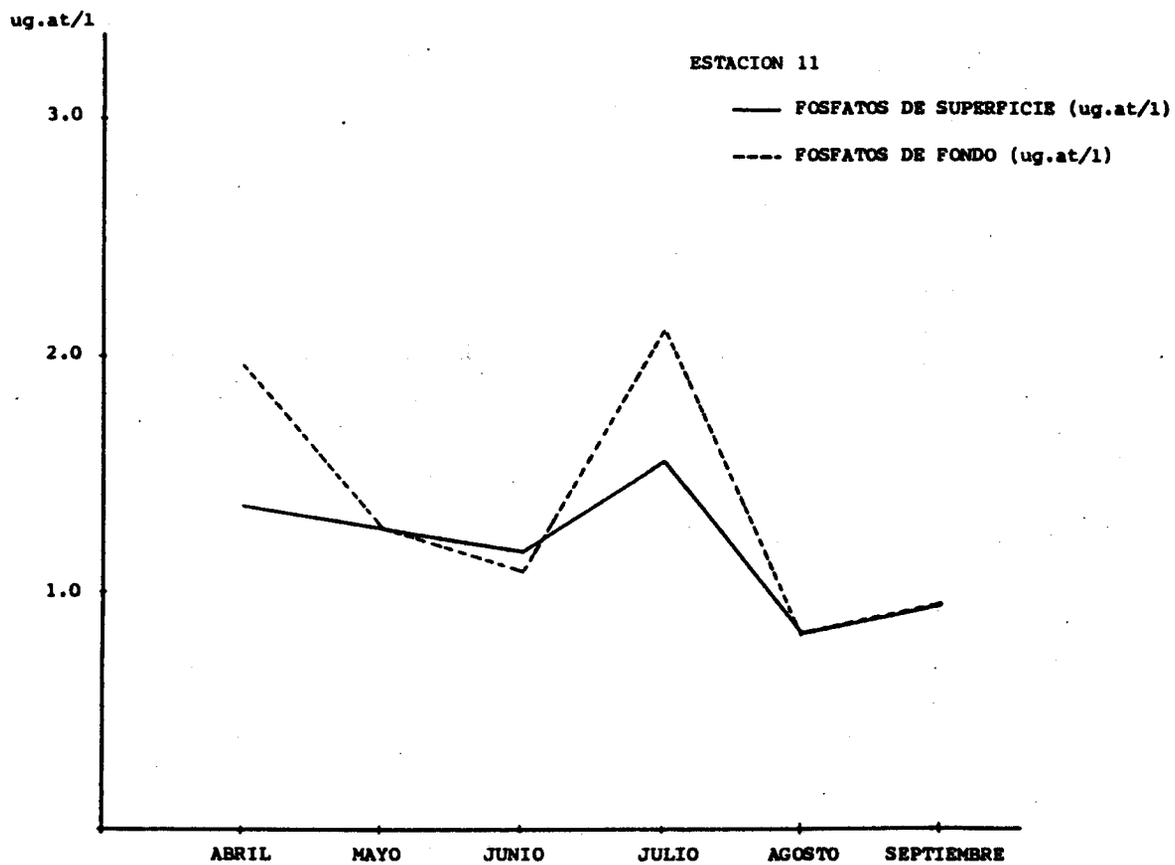


Fig. 49

Tabla No. 50 Concentración de Amonio (ug.at/1) de superficie durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	1.225	1.361	2.368	2.181	0.249	0.312
2	0.918	1.088	1.122	0.125	0.187	0.498
3	0.885	0.476	0.748	3.707	0.623	0.592
4	0.952	3.197	0.530	2.991	0.685	0.312
5	0.986	2.001	0.748	0.125	0.156	0.187
6	3.946	2.483	1.184	1.936	1.152	2.181
7	0.884	2.347	1.246	3.178	0.530	0.312
8	0.884	1.939	0.249	0.685	0.545	0.374
9	1.463	1.768	0.101	1.807	0.545	1.059
10	1.871	2.245	0.872	0.156	0.333	0.801
11	1.497	1.837	0.280	4.041	0.592	0.093

Tabla No. 50 Concentración de Amonio (ug.at/1) de fondo durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	0.612	1.565	2.305	0.530	0.249	0.374
2	0.782	0.544	8.536	2.741	0.187	0.436
3	1.020	1.973	0.685	1.682	0.623	0.249
4	0.952	1.870	0.530	2.492	0.685	0.187
5	0.952	2.347	5.826	0.498	0.156	0.249
6	2.517	2.109	1.184	1.932	1.152	1.181
7	0.884	2.551	1.246	1.745	0.530	0.316
8	0.908	1.605	0.561	0.872	0.545	0.498
9	1.122	7.279	0.094	0.498	0.545	0.523
10	1.870	3.639	0.935	0.530	0.333	0.801
11	0.884	2.381	0.498	2.679	0.592	0.093

Tabla No. 51 Concentración de Nitritos (ug.at/1) de superficie durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	0.05	0.07	0.658	0.051	0.026	0.013
2	0.07	0.05	0.052	0.051	0.078	0.026
3	0.07	0.05	0.228	0.089	0.076	0.039
4	0.07	0.08	0.052	0.127	0.051	0.076
5	0.07	0.08	0.208	0.076	0.063	0.127
6	0.28	0.07	0.063	0.202	0.152	0.104
7	0.20	0.08	0.051	0.076	0.177	0.076
8	0.89	0.10	0.076	0.051	0.051	0.052
9	0.05	0.08	0.051	0.208	0.127	0.076
10	0.10	0.08	0.076	0.114	0.076	0.288
11	0.08	0.05	0.063	0.089	0.104	0.063

Tabla No. 51 Concentración de Nitritos (ug.at/1) de fondo durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	0.090	0.320	0.573	0.038	0.026	0.026
2	0.280	0.070	0.495	0.063	0.078	0.026
3	0.050	0.050	0.038	0.051	0.076	0.052
4	0.070	0.070	0.052	0.127	0.051	0.052
5	0.070	0.080	0.0510	0.152	0.63	0.130
6	0.120	0.120	0.063	0.202	0.152	0.104
7	0.200	0.050	0.051	0.076	0.177	0.076
8	0.070	0.070	0.052	0.152	0.051	0.078
9	0.100	0.140	0.038	0.051	0.127	0.104
10	0.100	0.100	0.063	0.101	0.076	0.288
11	0.120	0.080	0.089	0.063	0.104	0.063

Tabla No. 52 Concentración de Nitratos (ug.at/1) de superficie durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	0.080	3.660	5.388	2.181	0.034	0.310
2	0.050	0.220	0.138	0.125	0.103	0.035
3	0.270	0.070	2.757	0.251	0.689	0.094
4	0.110	0.002	0.125	0.094	0.110	0.204
5	0.040	0.070	0.138	0.392	0.125	0.251
6	0.300	0.140	0.094	0	0.047	0.172
7	0.200	0.120	0.052	0.063	0.031	0.031
8	0	0.002	0.031	0.094	0.801	0.173
9	0.020	0.070	0.101	0.828	0.125	0.094
10	0.002	0.050	0.101	0.533	0	0.172
11	0.020	0.030	0.138	0.089	0.595	0.157

Tabla No. 52' Concentración de Nitratos (ug.at/1) de fondo durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	0.10	2.67	6.793	0.219	0.035	0.035
2	0	0.25	2.035	0.486	1.103	0.173
3	0.02	0.05	0.235	0.235	0.690	0.069
4	0.11	0.23	0.276	0.486	0.110	0.069
5	0.02	0.02	0.063	0.517	0.125	0.862
6	0.10	0	0.094	0	0.047	0.172
7	0.20	0.03	0.052	0.219	0.031	0.031
8	0.03	0.02	0.103	0.861	0.801	0.069
9	0.02	0	0.094	0.094	0.125	0.138
10	0.002	0.04	0.141	0.971	0	0.172
11	0	0.07	0.078	0.282	0.596	0.157

Tabla No. 53 Concentración de Fosfatos (ug.at/1) de superficie .
durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	1.62	2.00	1.43	2.12	0.67	0.89
2	1.44	1.77	2.26	1.62	0.81	1.15
3	1.13	1.72	1.34	1.63	0.79	0.99
4	1.14	1.11	1.09	1.46	0.83	1.03
5	1.28	2.54	1.44	1.71	0.99	1.19
6	2.38	1.65	1.70	3.19	1.74	1.07
7	1.72	1.26	1.59	1.92	1.37	1.05
8	7.06	1.55	1.61	1.56	0.79	0.81
9	1.89	1.52	1.26	1.97	1.19	0.99
10	1.70	2.20	1.68	3.09	0.95	0.30
11	1.36	1.27	1.17	1.56	0.83	0.95

Tabla No. 53' Concentración de Fosfatos (ug.at/1) de fondo
durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	1.31	1.78	2.36	1.44	0.67	1.49
2	1.24	2.43	2.48	1.68	0.81	1.09
3	1.56	1.45	2.01	1.39	0.79	0.81
4	1.14	1.91	1.46	1.72	0.83	1.14
5	1.45	2.19	1.48	1.65	0.99	1.03
6	2.38	3.74	1.70	3.19	1.74	1.07
7	1.72	3.81	1.58	2.12	1.37	1.05
8	1.5	1.15	1.34	3.77	0.79	0.79
9	1.14	2.02	2.16	1.58	1.19	1.01
10	1.70	2.06	1.24	1.48	0.95	0.30
11	1.96	1.26	1.08	2.12	0.83	0.95

Tabla No. 54 Concentración promedio de Oxígeno (ml/l) superficie y fondo durante el período Primavera-Verano.

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1	4.57	3.56	3.93	5.70	3.84	3.84
2	4.61	5.91	5.70	5.56	4.37	3.65
3	4.61	5.22	6.76	5.40	4.64	4.57
4	4.64	5.17	5.90	4.51	2.92	3.91
5	4.57	5.80	6.92	4.04	4.37	3.25
6	4.37	6.14	6.89	4.11	3.12	3.84
7	4.37	6.11	6.89	5.24	2.92	4.64
8	4.37	5.94	4.77	4.11	3.58	3.91
9	4.67	6.77	6.11	4.14	3.25	3.98
10	4.97	5.58	5.30	5.21	3.05	3.58
11	4.37	5.18	6.43	5.10	3.71	4.77

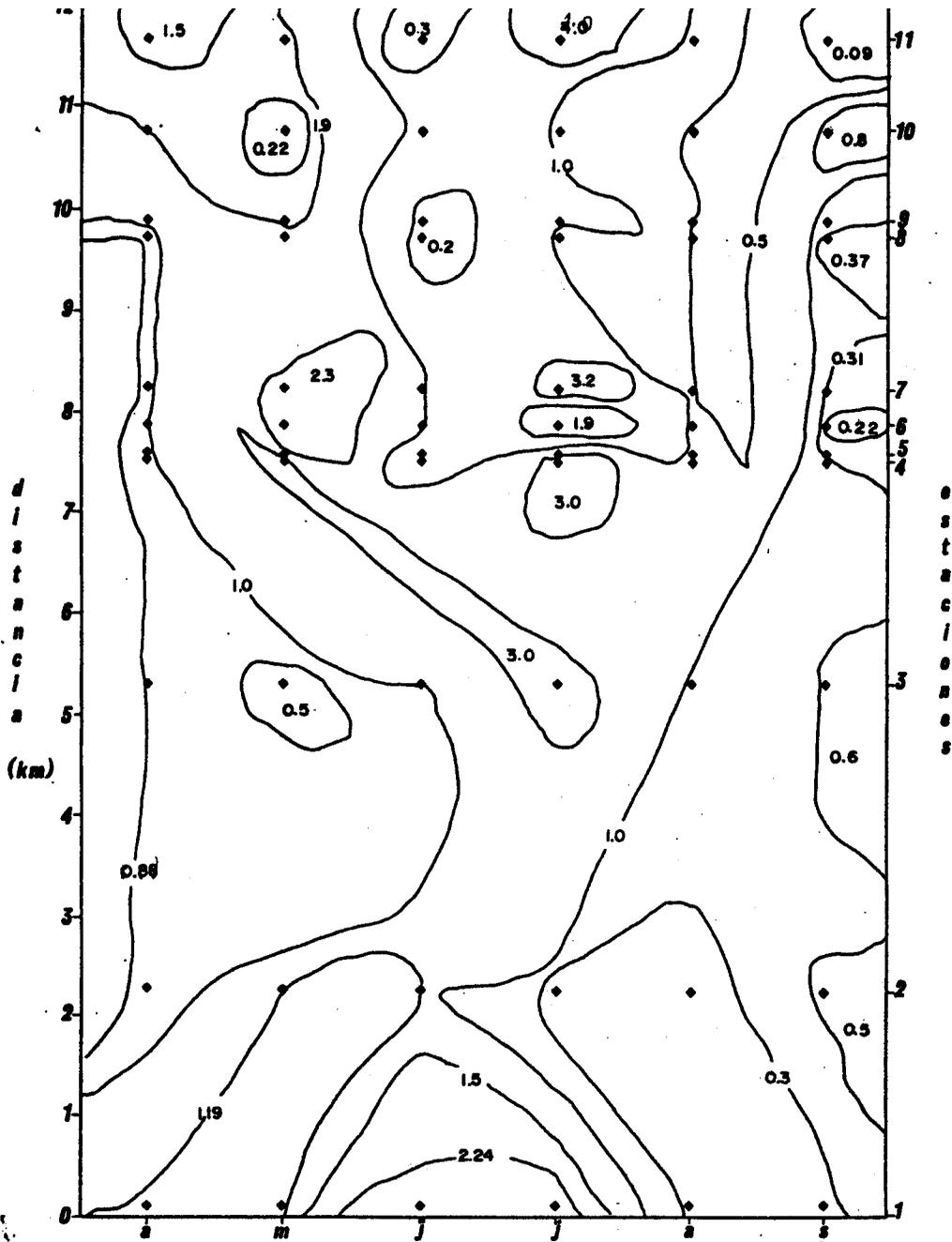


Fig.55 Distribución Estacional de Amonio Superficial.

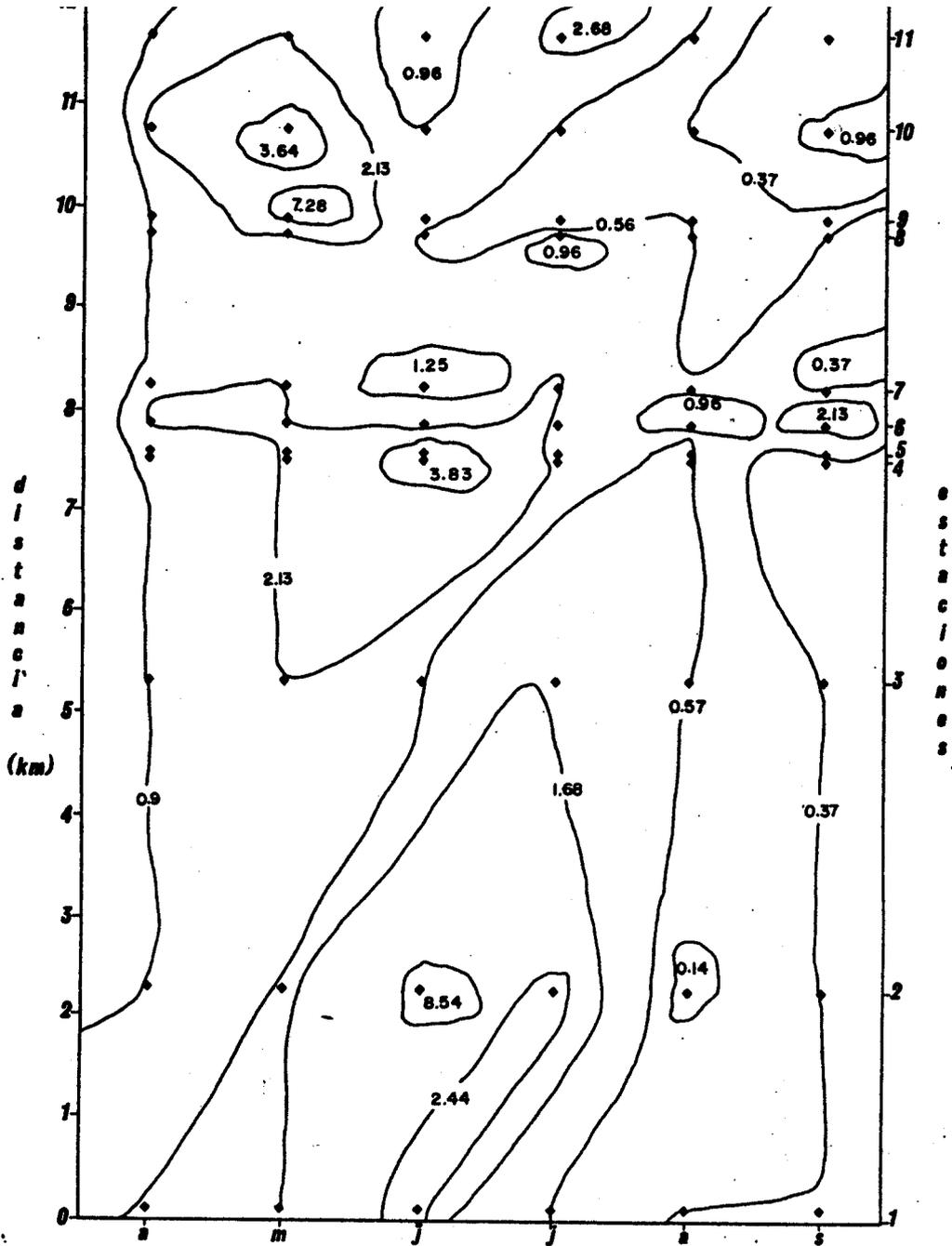


Fig.56 Distribución Estacional de Amonio de Fondo.

INTERDISCIPLINAR
 DE LAS
 BIBLIOTECAS

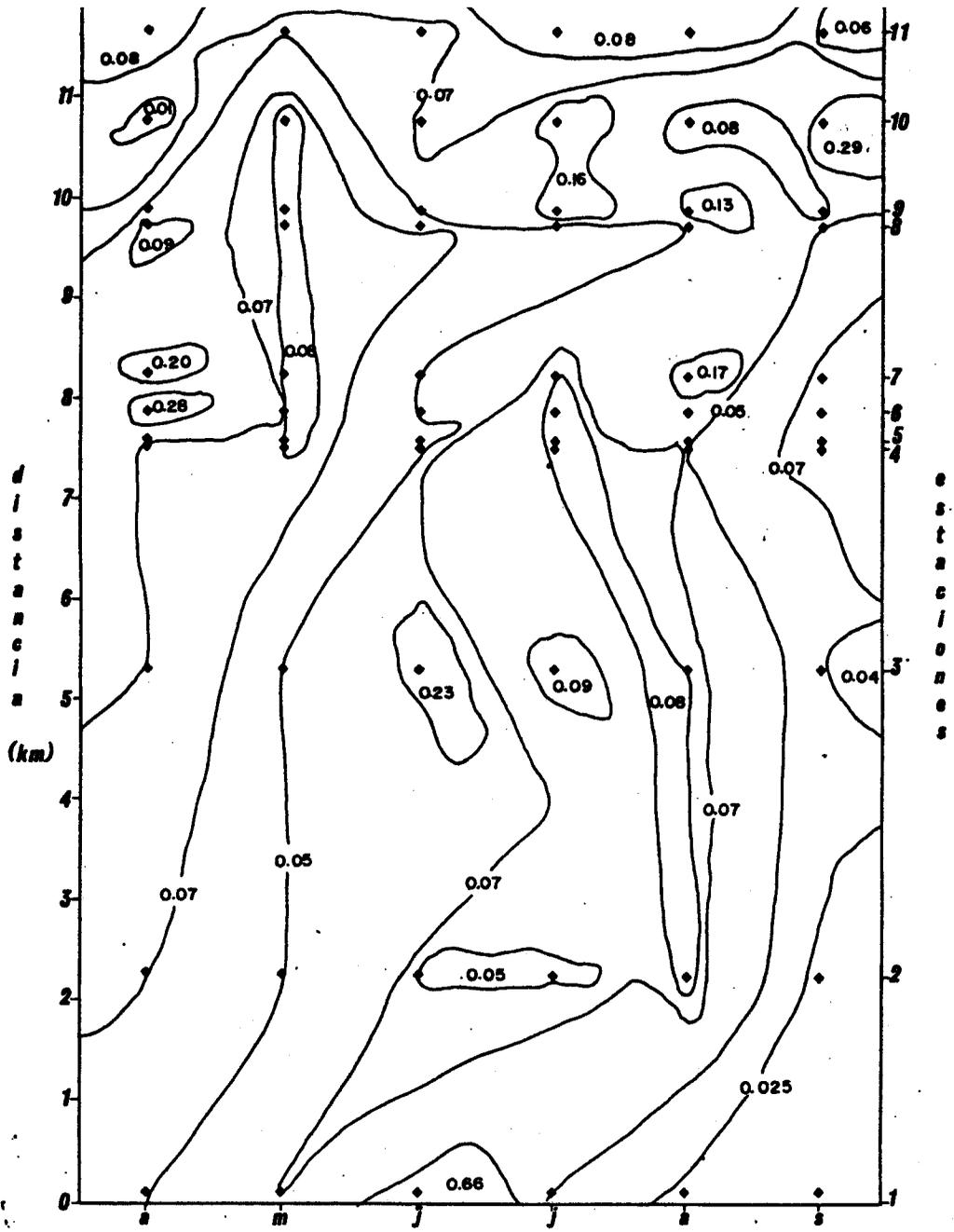


Fig.57 Distribución Estacional de Nitritos de Superficie.

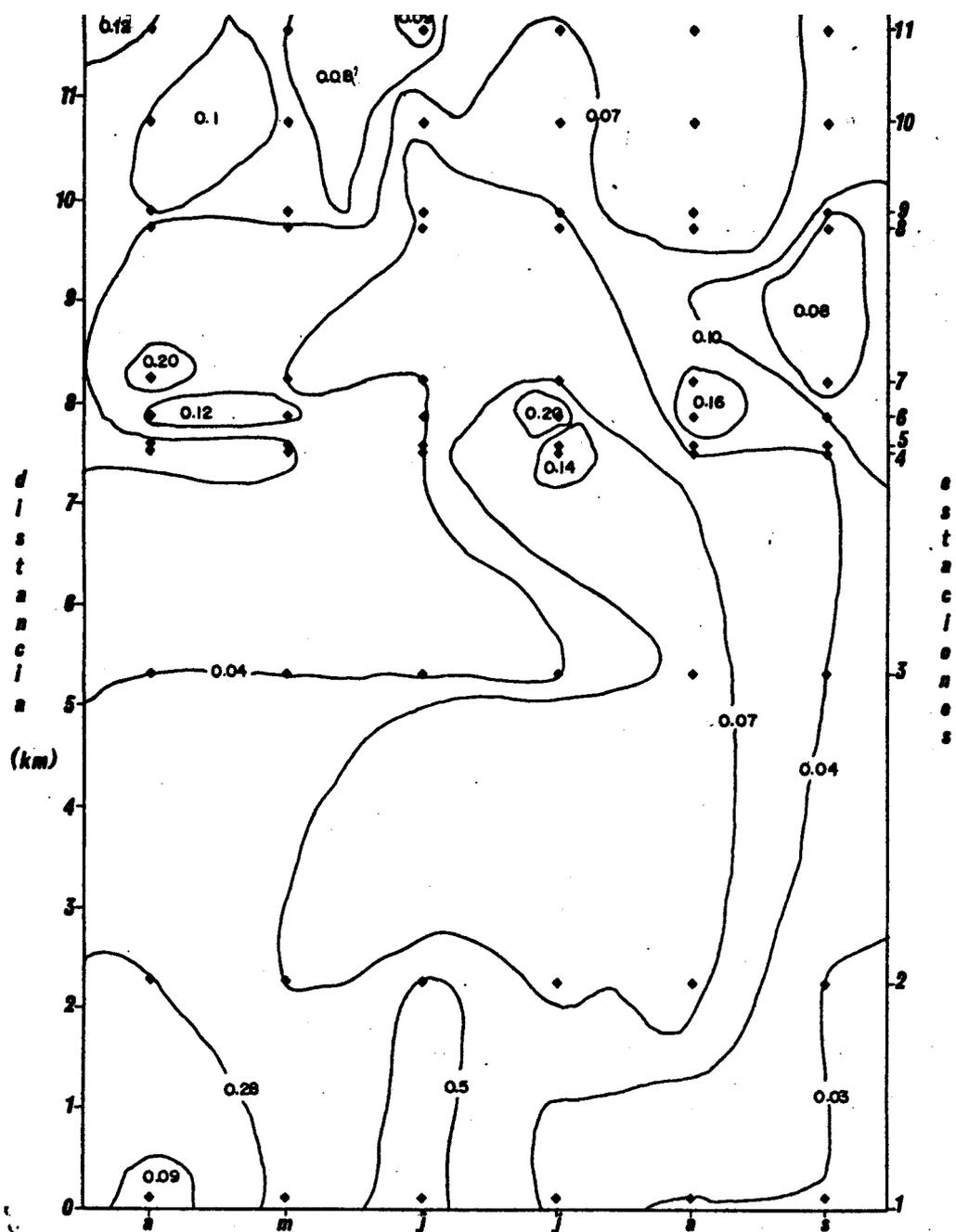


Fig. 58 Distribución Estacional de Nitritos de Fondo.

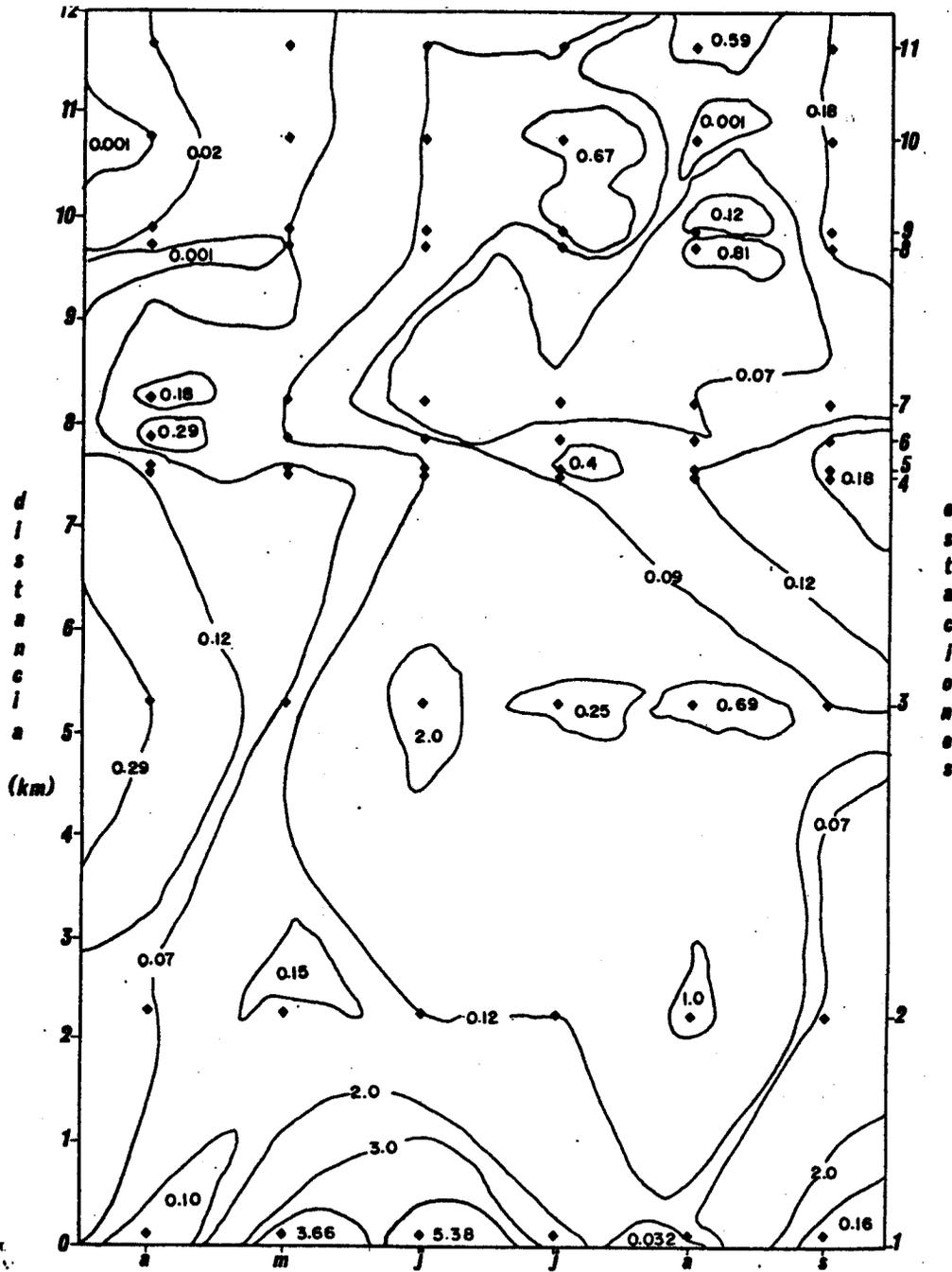


Fig.59 Distribución Estacional de Nitratos de Superficie.

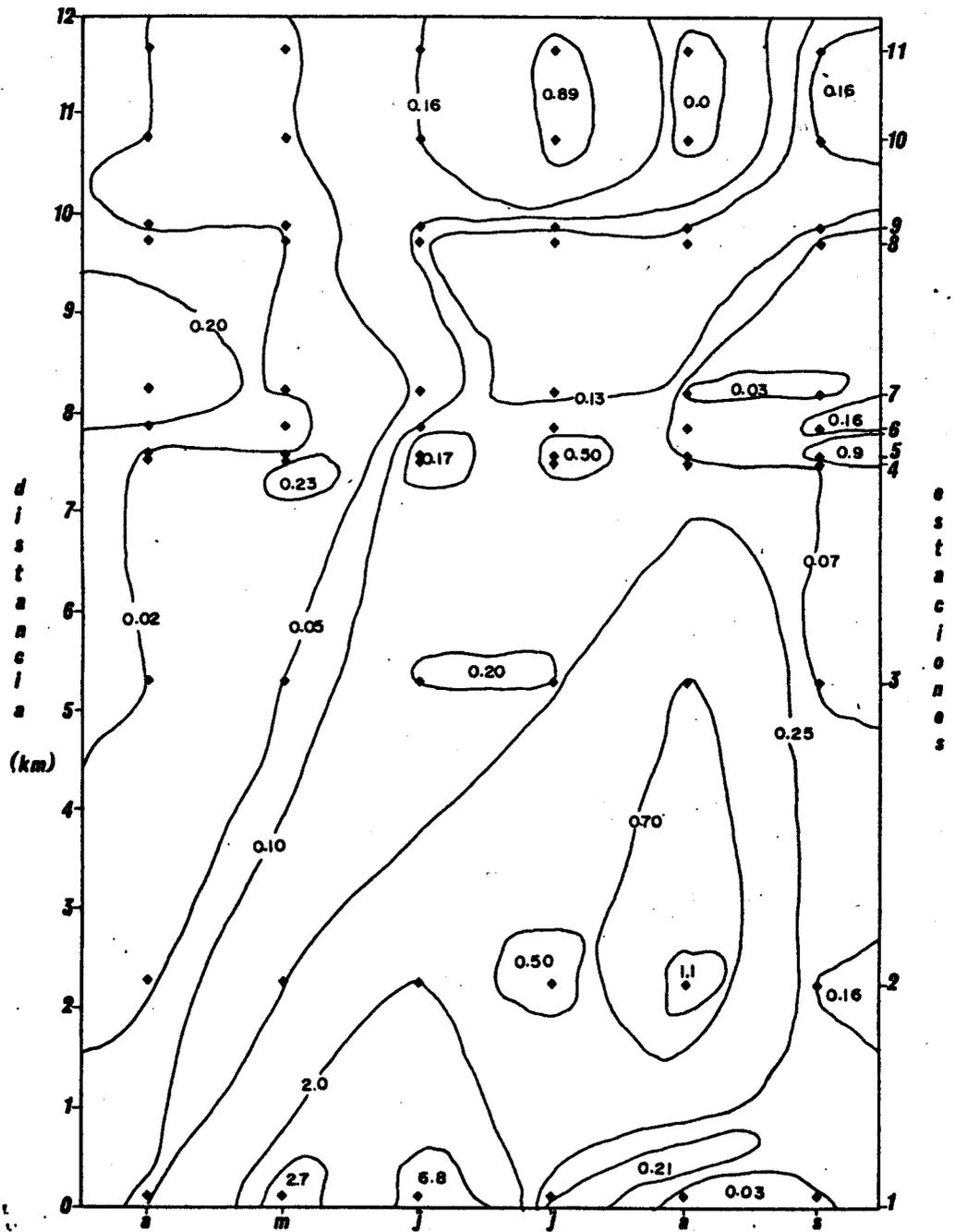


Fig.60 Distribución Estacional de Nitratos de Fondo.

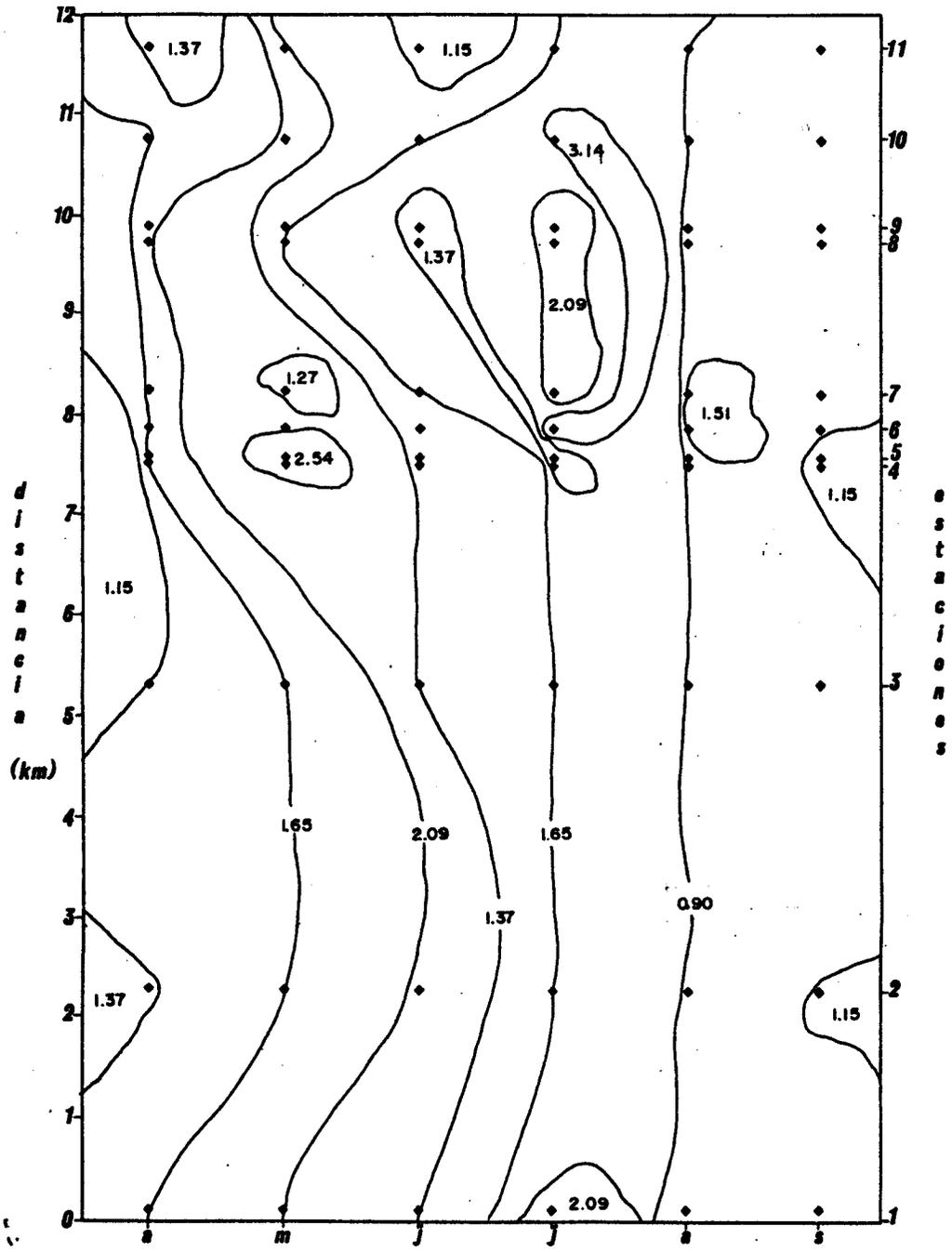


Fig.61 Distribución Estacional de Fosfatos de Superficie.

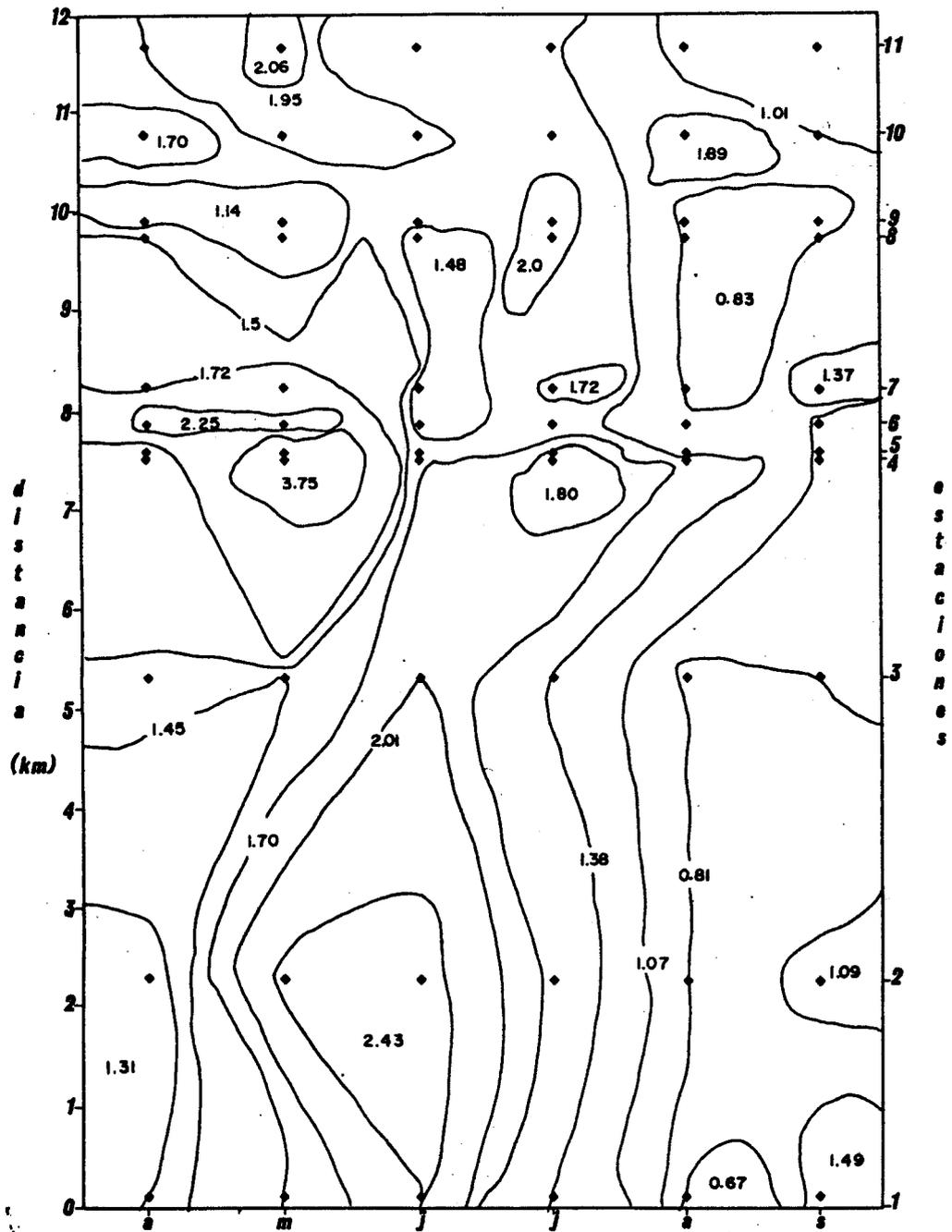


Fig. 62 Distribución Estacional de Fosfatos de Fondo.

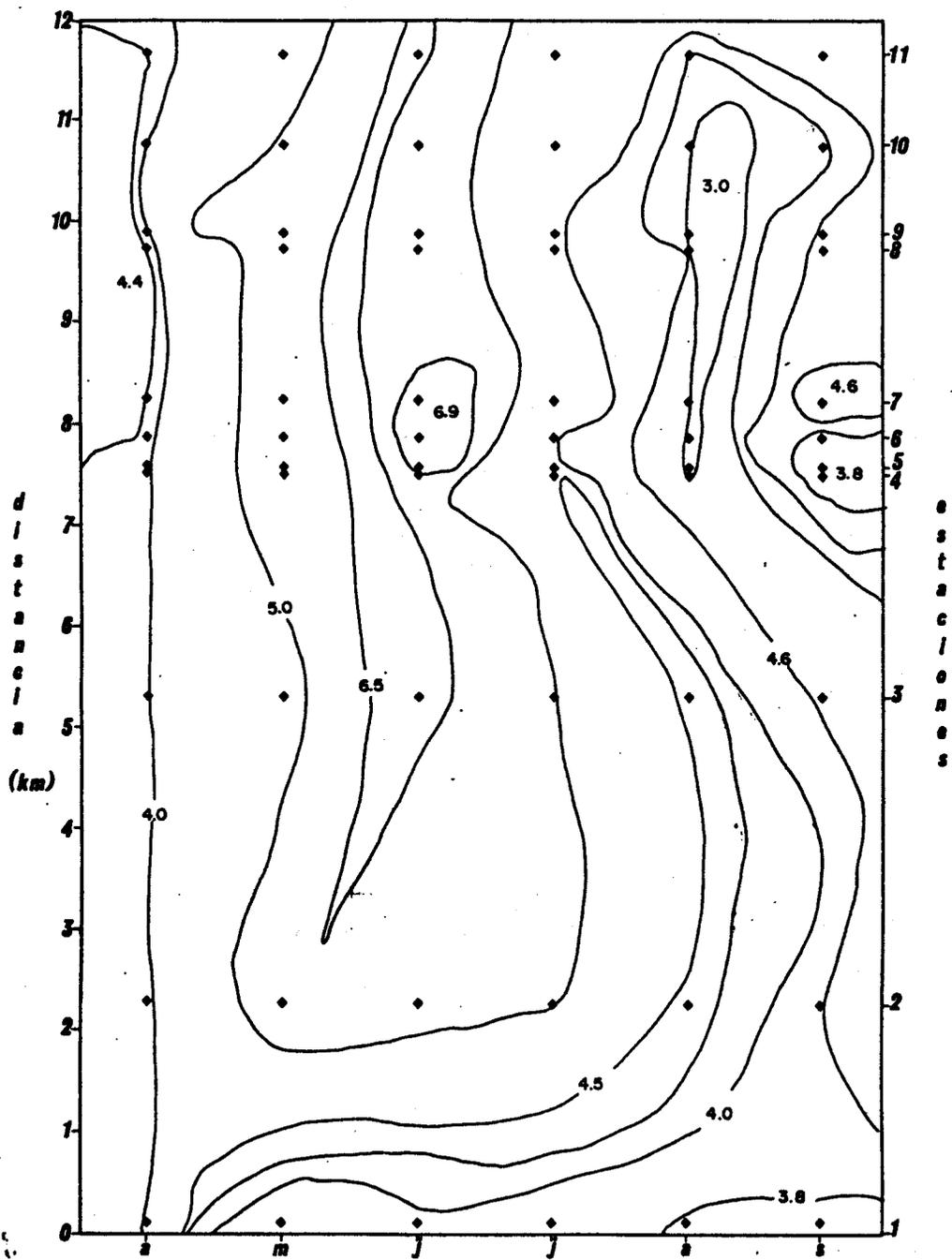


Fig.63 Distribución Estacional de Oxígeno promedio.

DETERMINACION DE NITRITO REACTIVO.

(Bendschneider & Robinson, 1952)

Fundamento.

Por este método el nitrito del agua de mar se hace reaccionar con una amina aromática, sulfanilamida en solución **ácida**. El compuesto diazo resultante se hace reaccionar con N-(1-naftil) etilendiamina y forma un tinte azo altamente coloreado, cuya intensidad es proporcional a la **concentración** de nitritos presente. Luego se mide la **extinción** de la muestra a una longitud de onda de 5430 A° usando un **espectrofotómetro** y celda de 10 Cm.

Reactivos.

1. Sulfanilamida.

Se pesan 5.0 gr. de sulfanilamida y se disuelven en una **mezcla** de 50 ml. de ácido clorhídrico concentrado (grav.espec. 1.18) y 300 ml. aproximadamente de agua destilada. Luego se completa a 500 ml. con agua destilada. La solución es estable por muchos meses.

2.- N-(1-naftil) etilendiamina.

Se pesan **0.5** gr. del compuesto y se disuelven en 500 ml. de agua destilada. La solución será guardada en una botella **ámbar** y se renovará cuando aparezca un color café fuerte.

Procedimiento.

Las muestras deberán ser tratadas con los reactivos tan pronto como sea posible.

1. Se toman 50 ml. de la muestra de agua de mar y se **vacían** a un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
2. Se **añade** 1.0 ml. del **reactivo sulfanilamida** y se mezclan bien. Luego se deja por espacio de 2 a 8 minutos.

3. Se agrega 1.0 ml. de N-(1-naftil) etilendiamina y se agita.
4. Se esperan 10 minutos para que la **solución** logre su **máxima** intensidad de color, el cual es estable por lo menos - 2 horas.
5. Se mide la **extinción** de la muestra a una longitud de onda de 5430 A°, usando un espectrofotómetro y celda de 10 Cm.
6. Se corrige la **extinción** medida por substracción de la **turbidez** y el reactivo en blanco.

Determinación del blanco.

1. Celda a celda en blanco.

Cuando ambas celdas, de la muestra y de agua destilada son llenadas con agua destilada, la **extinción** de las **dos** celdas debe ser 0.000 pero debido a ligeros defectos ópticos se -- pueden hallar valores ligeramente positivos o negativos. Esto es permitido cuando la turbidez en el **blanco** es **substraída**, pero el valor deberá ser hallado cuando se determina el reactivo en blanco. El agua en la celda de agua destilada -- deber& ser cambiada todos los **días**, ya que puede resultar -- una marcada turbidez si el agua destilada permanece en la -- celda por un largo tiempo.

2. Reactivo en blanco.

Se lleva a cabo como en el método descrito en el **procedimiento**, **párrafo 2** y **3**, usando agua destilada en lugar de agua de mar. Se corrige la extinción resultante por la celda a celda en blanco. El reactivo en blanco no **deberá** exceder en **0.03**. - El origen de este blanco es obscuro y parece producirse **cuan**do ambos reactivos son mezclados, cambiando algo dfa a **día**. - Deberá ser determinado para cada grupo de muestras, por **du-**
plicado.

3. Turbidez en blanco.

La turbidez de las aguas cercanas a la costa pueden llegar a tener una apreciable fracción de la extinción total, lo cual raramente excede de 0.3 en determinaciones de nitritos. La turbidez en blancos será determinada en muestras de superficie y a 10 mts. de profundidad en cada lanzamiento. Luego se mide progresivamente a más grandes profundidades hasta que el valor llegue a ser apreciablemente **constante**. Este valor (generalmente menor que 0.01 debajo de 25 mts. en aguas lejos de la costa) es aproximadamente igual al de la celda a celda en blanco y puede ser ligeramente negativo.

La turbidez en blanco será medida, tomando 30 ml. de muestra de agua de mar, a la cual se le agregan 1.0 ml. del reactivo de sulfanilamida.

Calibración.

Solución estandar de nitritos.

Se pesan 0.345 gr. de nitrito de sodio, secado previamente a **110°C** y se disuelven en 1000 ml. de agua destilada. Se agrega 1.0 ml. de cloroformo como preservativo, el cual **asegura** una estabilidad de 1 a 2 meses.

La **solución** debe ser almacenada en botella oscura.

Esta solución contiene:

$$1 \text{ ml} = 5 \text{ ug-at N}$$

Se miden 10.0 ml. de la **solución** estandar de nitritos y se llevan a 1000 ml. con agua destilada, para emplearla el **mis**mo **día**:

$$1 \text{ ml} = 5 \times 10^{-2} \text{ ug-at N}$$

$$1 \text{ ml} = 1.0 \text{ ug-at N/L en } 50 \text{ ml. de muestra de agua de mar.}$$

Procedimiento.

Se preparan cuatro estandares, midiendo 2.0 ml. de la **solu-**

ción estandar diluida de nitritos y completando su volúmen a 50 ml. con agua destilada, **haciéndose además** dos blancos, con 50 ml. de agua destilada cada uno. Luego se procede **co**mo se ha indicado anteriormente en el procedimiento, párrafos 2 y 3.

El factor F es calculado de la expresión:

$$F = \frac{2.00}{E_s - E_b}$$

donde: E_s = La extinción media de los 4 estandares.

E_b = La extinción media de los 2 blancos (no **corregi**do por celda a celda en blanco).

Cálculos.

La **concentración** de los nitritos en las muestras es calculada como sigue:

$$\text{ug-at NO}_2 - \text{N/L} = E_c \times F$$

donde: F = Es el factor obtenido anteriormente.

E_c = Extinción corregida, **obtenida** en el primer **proce**dimiento, párrafos 5 y 6.

Notas.

- a. Este **método** no es afectado apreciablemente por la **salini**dad, ni por pequeños cambios en la concentración de los reactivos, en el **volúmen** y por la temperatura. Sin **embar**go se recomienda mantener la temperatura **en** el rango de 15 a **25°C**. No es necesario medir exactamente 50 ml. de muestra, pero sí debe estar entre 45 y 55 ml.
- b. La **reacción** de **diazotación** requiere 2 minutos. No debe dejarse por más de 8 minutos.
- c. Para el desarrollo completo del color son necesarios 10 minutos. El color permanece constante por lo menos 2 Hrs.

DETERMINACION DE NITRATO REACTIVO.

(Strickland & Parsons, 1968)

Fundamento.

El nitrato de agua de mar es reducido cuantitativamente a nitrito, cuando la muestra pasa a través de una columna que contiene amalgama de cadmio cubierto con cobre **metálico**. El nitrito **así** producido es determinado por **diazotación** con sulfanilamida y acoplado con **N-(1 naftil) etilendiamina** para dar un tinte azo altamente coloreado, cuya extinción es medida.

Reactivos.

1. Solución concentrada de cloruro de amonio.

Se disuelven 125 gr. de cloruro de amonio calidad de **reactivo analítico**, en 500 ml. de agua destilada y se guarda en una botella de vidrio o polietileno.

2. Solución diluida de cloruro de amonio.

Se diluyen 50 ml. de la solución concentrada de cloruro de amonio en 2000 ml. de agua destilada y se guarda en una botella de vidrio o de polietileno.

3. Solución de sulfanilamida.

Se pesan 5 gr. de sulfapilamida y se disuelven en una **mezcla** de 50 **ml. de ácido clorhídrico** concentrado (grav. **espec.** 1.18) y 300 ml. aproximadamente de agua destilada. Luego se completa a 500 ml. con agua destilada. La **solución** es estable por muchos meses.

4. N - (1 - naftil) etilendiamina.

Se pesan 0.5 gr. de reactivo en 500 ml. de agua destilada. La **solución** se guarda en frascos oscuros. Preparar esta solución cada mes o bien cuando desarrolle un color café fuerte.

5. **Preparación** de las columnas cadmio-cobre.

Se preparan de la siguiente manera:

- a. Se lima finamente el metal cadmio (con 99.9% de pureza es satisfactorio) y se selecciona la fracción que pasa la malla de 2 mm, y la que es retenida en otra malla de 0.5 mm.
- b. Se toman aproximadamente 300 **gr.** de metal de cadmio -- (cantidad suficiente para 6 columnas y se lava **breve--** mente con una solución de ácido **clorhídrico** al **1%**, **lue** go se trata con una solución de sulfato de cobre **penta** hidratado (**CuSO₄. 5 H₂O**) al 2% **w/v** hasta que se **empie** cen a formar **partículas** de cobre semicoloidales en el liquido sobrenadante.
- c. Se lava con abundante agua destilada (por lo menos 10 veces), hasta que estk libre de cobre coloidal.
- d. El fondo de la columna reductora se llena con cobre -- muy fino y se agrega solución diluida de cloruro de -- amonio.
- e. Se llena la columna con los **granulos** de cadmio **coperi-** zado y se lava la columna con **solución** diluida de clo- ruro de amonio.
- f. Se regula el flujo de la muestra. El flujo de una **mues** tra de 100 ml. a través de la columna debe demorar de 10 - 12 **minutos**. Si el flujo demora menos de 8 minutos, será necesario agregar más cobre a la base o disminuir la salida del liquido. Si el flujo demora más de 12 **mi** nutos deberá quitarse cobre en la base de la columna.
- g. Se agrega pelo de ángel en el extremo superior de la - columna.
- h. Antes de la **calibración** y **reducción** de las muestras, - las columnas deberán activarse pasando a través de -- ella un litro de agua que contenga aproximadamente una concentración de 20 ug-at/L de nitritos.

- i. Cuando no se usan las columnas, ellas deberan dejarse en solución diluida de cloruro de amonio en cantidades **suficientes** que cubra el metal.
- j. Las columnas deberan ser regeneradas cuando su **eficiencia** es reducida, en la siguiente forma: Se vacia el contenido de las columnas en un vaso y se lava con una **solución diluída** de ácido **nítrico** 1% v/v, luego con una **solución** de ácido **clorhídrico** al 1%, y finalmente se lava con abundante agua destilada. Enseguida se seca a **60°C aproximadamente**. Luego se procede a la forma descrita anteriormente para la preparación de las columnas.

Procedimiento.

1. Se toman 100 ml. de agua de mar y se vacían a un matraz Erlenmeyer, luego se agregan 2.0 ml. de la solución **concentrada** de cloruro de amonio.
2. Se vacía la muestra en una columna reductora.
3. En el matraz Erlenmeyer se reciben los primeros 40 ml. de la muestra los cuales son desechados dejando tan seco como sea posible el matraz.
4. En el mismo matraz Erlenmeyer se colectan los siguientes 50 ml. de muestra.
5. Tan pronto como sea posible se les añade 1 ml. del **reactivo** sulfanilamida y se mezcla bien. Luego se deja por espacio de 2 a 8 minutos.
6. Se añade 1.0 ml. de N-(1-naftil) etilendiamina y se agita.
7. Se espera 10 minutos para que la solución logre su máxima intensidad de color, el cual es estable por lo menos 2 horas.
8. Se mide la **extinción** de la muestra a una longitud de onda de 5430 Å y usando celda de 1.0 cm: Si la **extinción** es más grande que **1.25 (ca. 30 ug-at N/L)**, se mide en celda de 0.5 cm. 0 se toman 25 ml. de la **solución** con una pipeta **volumétrica** y se vacía a un matraz Erlenmeyer y luego se **añaden** 25.0 ml. de agua destilada. Se mezcla bien y se mide su ex-

tinción doblando este valor en la formula que ha de emplea: se más abajo. Si la extinción es menor que 0.1 con celda de 1.0 cm. se debe repetir la lectura usando celda de 10.0 **cm.** Para extinción de 0.1 a 0.2 con celda de 1.0 cm. es **conve--niente** usar celda de 5.0 cm.

9. Se corrige la extinción medida por sustracción del reactivo en blanco (usando celda de 1.0, 5.0 o 10.0 cm. respectivamente), obteniendo como se describe en la determinación del blanco. Se calcula el nitrato presente de **expresión:**

ug-at **N/L** = (extinción corregida x F) - 0.95 C

donde C es la concentración de nitritos presentes en la - - muestra expresados en ug-at **N/L.**

Determinación del blanco.

1. Celda a celda en blanco.

Cuando ambas celdas, de la muestra de agua destilada son -- llenadas con agua destilada, la extinción de las dos celdas debe ser 0.000 pero debido a ligeros defectos ópticos se -- pueden hallar valores ligeramente positivos o negativos. **Es** to es permitido cuando la turbidez en blanco es **sustraída,** pero el valor deberá ser hallado cuando se determina el - - reactivo en blanco. El agua en la celda de agua destilada - deberá ser cambiada todos los **días,** ya que puede resultar - una moderada turbidez si el agua destilada permanece en la celda por un largo tiempo.

2. Reactivo en blanco.

El reactivo en blanco cuando se usa celda de 1.0 cm., es **ca** si insignificante pero deberá ser **checado** ocasionalmente, - en cambio cuando se usa celda de 10.0 cm. es muy importante.

Se lleva a cabo como en el método descrito anteriormente, - usando 100 ml. de agua destilada libre de nitratos (si el - agua destilada contiene nitratos será necesario **redestilar-**

la, agregándole un poquito de permanganato alcalino) en lugar de agua de mar. Se corrige la **extinción** resultante por la celda a celda en **blanco** y no deberá exceder de 0.1 usando celda de 10.0 cm.

3. Turbidez en blanco.

Si la concentración de nitratos es baja y se usa celda de 10.0 cm. la turbidez en blanco **será** determinada y su extinción es apreciable, las muestras deberán ser filtradas **antes** del análisis.

Calibración.

1. Agua de mar sintética.

Se disuelven 310 gr. de cloruro de sodio, NaCl ; 100 gr. de sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) y 0.50 gr. de **bicarbonato** de sodio $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en 10 litros de agua destilada. Todos los reactivos deberán ser químicamente puros.

2. Solución estandar de nitrato.

Se disuelven 1.02 gr. de nitrato de potasio (calidad del reactivo **analítico**) en 1000 ml. de agua destilada. La **solución** es estable indefinidamente en ausencia de evaporación.

$$1 \text{ ml} \equiv 10.0 \text{ ug-at N.}$$

Se diluyen 4.0 ml. de la **solución** estandar de nitratos a 2000 ml. con agua de mar sintética. Esta solución deberá ser guardada en botella oscura y será preparada inmediatamente antes de su uso.

Concentración = 20 ug-at N/L.

Procedimiento.

Se toman 100 ml. de la solución **estandar**, **diluida** de nitrato y se vacía a un matraz Erlenmeyer de 125 ml., **procediéndose** como se ha indicado anteriormente. Luego se mide la **extinción** de la muestra usando celda de 10 cm.

El factor **pára** cada columna inicialmente debe ser determinado del promedio de la extinción de los tres estandares y corregida por la extinción del reactivo en blanco. **Subsiguientemente** cada columna **será checada** diariamente con un estandar.

El factor F es calculado de la **expresión**:

$$F = \frac{20.0}{E_s - E_b}$$

donde: E_s = La extinción media de los 3 estandares para **ca** da columna.

E_b = La **extinción** media de los 2 blancos.

Notas.

- a. El uso continuo de las limaduras de amalgama de cadmio puede ocasionar una progresiva deactivación del reductor, debido posiblemente a la formación de una capa de hidróxido de cadmio o carbonato.
- b. La presencia de un poco de cloruro de amonio amortiguará el agua de mar haciéndola algo **ácida** el cual no **deactiva** las columnas.
- c. El **volúmen** del flujo a través de la columna no debe ser menor de 40 ml.
- d. Por el método descrito alrededor del 93% del nitrato es reducido a nitrito. Los cambios de temperatura no tienen efecto entre **10°** y **35°C**.
- e. No es necesario lavar las columnas entre muestras, pero si permanecen sin uso por varias horas será necesario - lavarlas con 50.0 ml. de solución diluida de cloruro de amonio antes de su **reuso**.
- f. Cantidades superiores a 2 mg. **S²/L** se ha dicho que no - interfieren en el **método** descrito, sin embargo muchos - análisis pueden desactivar las columnas debido a la formación de sulfuro de cadmio.

- DETERMINACION DE AMONIACO.
(Strickland & Parsons, 1968)

Fundamento.

La muestra de agua de mar se hace reaccionar en un medio de citrato alcalino con hipoclorito de sodio y fenol, en presencia de nitroprusiato de sodio, el cual **actúa** como **ca**talizador. El color desarrollado de azul de indo-fenol con amonio es medido a 6400 **A°**, usando celda de 10 cm.

Reactivos.

1. Agua deionizada.

Debe usarse agua deionizada para hacer las soluciones, - - blancos y estandares.

El amonio es removido del agua destilada haciéndola pasar a través de una pequeña columna de intercambiadores de resina de cationes en la forma de hidrógeno, justamente **antes de ser usado, y deberá guardarse** el agua en un frasco de vidrio bien tapado.

2. Solución de fenol.

Se pesan 20 gr. de fenol (grado del reactivo **analítico**) y se disuelven en 200 ml. de alcohol. **etílico** al 95% v/v.

3. Solución de nitroprusiato de sodio.

Se pesan 1.0 gr. de nitroprusiato de sodio $\text{Na}_2 \text{Fe} (\text{CN})_5 \text{NO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y se disuelven en 200 ml. de agua deionizada, luego se guarda en botella **ámbar**. La **solución** es estable por lo menos un mes.

4. Reactivo alcalino.

Se pesan 100 gr. de citrato de sodio y 5.0 gr. de hidróxido de sodio y se disuelven en 500 ml. de agua **deionizada**. - Esta **solución** es estable indefinidamente.

5. Solución de hipoclorito de sodio.

Se usa una solución de hipoclorito comercial (cloro) el cual es aproximadamente **1.5 N**. Esta solución **deberá** ser **chechada** periódicamente, debido a que se descompone lentamente. Para ello se pesan 12.5 gr. de sulfato de sodio de buena calidad, **Na₂S₂O₃. 5H₂O**, y se disuelven en 500 ml. de agua. Se agregan unos cuantos cristales. (aproximadamente 2 gr.) de **yoduro de potasio**, KI, a **50 ml.** de agua, y se **vacía** a un frasco pequeño agregándose después 1 ml. de la **solución** de hipoclorito.

Se agregan de 5 a 10 gotas de ácido **clorhídrico** concentrado y se titula el yodo liberado con una **solución** de **tiosulfato**. Debiéndose descartar el hipoclorito cuando se **consume** menos de 12 ml. de tiosulfato.

6. Solución oxidante.

Se mezclan 100 **ml.** del reactivo alcalino y 25 ml. de la **solución** de hipoclorito de sodio. Esta **solución** debe **prepararse** cada día y debe guardarse bien tapada.

7. Solución de bromuro de potasio.

Se pesan 1.5 gr. de bromuro de potasio (calidad del **reactivo analítico**) y se disuelven en 250 ml. de agua deionizada.

Procedimiento.

1. Se toma una probeta con 50 ml. de muestra y se **vacían** a un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
2. Se agregan 2 ml. de la **solución** de fenol y se agita.
3. Se añaden 2 ml. de la **solución** de nitroprusiato de sodio y se agita.
4. Se agregan **5 ml.** de la solución oxidante, y se agita dejándose reposar por espacio de una hora a temperaturas entre 20 y **27°C**, tapandose los matraces Erlenmeyer con -

papel de aluminio, para evitar la contaminación del amonio contenido en la atmósfera.

5. Se mide la **extinción** de la muestra a 6400 Å usando **espectrofotómetro** y celda de 10 cm., contra agua destilada.

6. Se corrige la extinción medida por el reactivo en blanco.

Determinación del blanco.

Reactivo en blanco.

Se lleva a cabo en la misma forma como se ha descrito **anteriormente** usando agua deionizada reciente en lugar de agua de mar.

Las extinciones del blanco, usando celda de 10 cm. no deben exceder de 0.075.

Calibración.

1. Solución estandar de amonio.

Se pesan 0.100 gr. de sulfato de amonio (calidad del reactivo analítico) y se disuelven en agua destilada, **completando** luego su volúmen a 1000 ml., enseguida se agregan -- 1 ml. de cloroformo y se guarda la solución bien tapada y protegida de la luz. La **solución** es estable por muchos meses.

Esta **solución** contiene:

1 ml. \equiv 1.5 ug-at N

Se toman a ml. de la solución estandar de amonio y se vacían a un frasco de 500 ml., luego se agregan 10.0 ml. de la solución de bromuro de potasio y se **completa a 500 ml.** con agua deionizada. La concentración del amonio es **equivalente** a 3.0 ug-at **N/L.**

Procedimiento.

Se preparan 4 estandares, midiendo **50 ml.** de la **solución estandar** de amonio diluida y 2 blancos usando agua deionizada en lugar de solución de amonio. Luego se procede como se ha descrito anteriormente y se calcula el factor F de la expresión:

$$F = \frac{3.0}{E_s - E_b}$$

donde: E_s = Extinción media de los 4 estandares.

E_b = Extinción media de los 2 blancos.

cálculos.

La concentración de amonio en las muestras es calculada como sigue:

$$\text{ug-at N/L} = E_c \times F$$

donde: E_c = Extinción corregida, **obtenida** en el procedimiento.

F = Factor obtenido anteriormente.

Notas.

- A. El nitroprusiato de sodio en concentraciones de 0.5% es **suficiente para catalizar** la reacción y producir un blanco estable y bajo.
- B. La fuerza y la cantidad del hipoclorito de sodio tiene un marcado efecto en la reacción en el agua de mar.
- C. Para su **reacción** completa se requieren de 60 minutos, -- luego el color producido es estable por lo menos 24 Hrs.
- D. Los **aminoácidos y la úrea** en concentraciones de 3.0 **ug--at N/L** en agua de mar filtrada dan una respuesta **negligible** a este tratamiento.
- E. El PH usado en la presente **técnica** no debe exceder de -- 9.8 para el agua de mar y de 10.4 para el agua destilada, donde el color azul formado es igual tanto en la muestra como en los blancos.

DETERMINACION DE FOSFORO REACTIVO

(Murphy & Riley, 1962)

Fundamento.

El fundamento de este método consiste en hacer reaccionar la muestra del agua de mar con un reactivo que contiene **ácido molibdico**, **ácido ascórbico** y un antimonio trivalente. El complejo resultante ácido heteropolar es reducido **in situ** para dar una **coloración** azul, el cual es medido a 8850 Å°.

Reactivos.

1. Solución de **Molibdato** de Amonio.

Se disuelve en 500 ml. de agua destilada 15 gr. de **paramolibdato** de amonio $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (de preferencia finamente cristalino). Debe guardarse en botellas de polietileno protegidas de la luz. La **solución** es estable indefinidamente.

2. Solución de Acido **Sulfurico**.

Se agregan 140 ml. de ácido **sulfurico** concentrado (grav. -- espec. 1.82) a **900** ml. de agua destilada, luego se deja enfriar y se guarda en una botella de vidrio.

3. Solución de Acido Ascórbico.

Se disuelven 27 gr. de **ácido ascórbico de buena** calidad en 500 ml. de agua destilada. Se guarda en botella de polietileno en un lugar frio. La solución es estable por muchos **meses**, pero no deberá guardarse a temperatura de laboratorio por más de una semana.

4. Solución de Tartrato antimonil potásico.

Se disuelve 0.34 gr. de tartrato antimonil potásico (**tartrato emitico**) en 250 ml. de agua destilada (calentar si es **necesario**). Se guarda en botella de polietileno o de **vidrio**. La solución es estable por muchos meses.

5. Mezcla de Reactivos.

Se mezclan 100 ml. de la solución de molibdato de amonio, - 250 ml. de la solución de ácido **sulfúrico**, 100 ml. de la solución de ácido **ascórbico** y 50 ml. de la solución de **tartra**to antimonil **potásico**. Este reactivo debe ser preparado **pa**-**ra** cada grupo de análisis y el exceso debe descartarse. No **deberá** guardarse por más de 6 horas. La cantidad preparada es adecuada para cerca de 50 muestras.

Procedimiento.

1. Se llevan a una misma temperatura todas las muestras (15 a 30°C) en baño de agua con termostato y medición de la extinción de las muestras para obtener la corrección por turbidez.
2. Se toman 50 ml. de muestra por duplicado.
3. Se agregan 5 ml. de la mezcla de reactivos a cada **mues**--**tra** y se agitan.
4. Después de 5 minutos y dentro de 2-3 horas, se mide la - extinción de las muestras a 8850 Å empleando un **espec**--**trofotómetro** y usando **celda** de 10 cm.
5. Se corrige la extinción medida por substracción de la -- turbidez y el reactivo en blanco.

Determinación del Blanco.

1. Celda a celda en blanco.

Cuando ambas celdas de la muestra y celda de agua destilada son llenadas con agua destilada, la extinción de las dos -- celdas debe ser 0.000, pero debido a ligeros defectos ópticos se pueden hallar valores ligeramente positivos o **negati****vos**. Esto es permitido cuando la turbidez del blanco es **sus****traida** (ver 3 abajo), pero el valor deberá ser hallado - cuando se determina el reactivo en blanco. En la celda en -

blanco el agua destilada deberá ser cambiada todos los días, ya que puede resultar una marcada turbidez si el agua destilada permanece en la celda por un largo tiempo.

2. Reactivo en blanco por el método estandar.

Se toman 100 ml. de agua destilada, por duplicado, en lugar de agua de mar y se procede como se ha descrito anteriormente. Luego se corrige el resultado de extinción por la celda en blanco. El reactivo en blanco no deberá exceder de 0.02 ug-at/L, si esto ocurre deberá usarse agua redestilada. Cada nueva preparación del reactivo molibdato deberá hacerse reactivo en blanco y checarsé semanalmente.

3. Turbidez en blanco del agua de mar.

La turbidez en blanco puede ser una fracción apreciable del total de extinción en aguas superficiales, y por lo tanto deberá ser determinada en muestras de superficie y a 10 mts. de profundidad en cada lanzamiento. También se medirá a más grandes profundidades hasta que los valores sean aproximadamente constantes. Este valor (generalmente menor que 0.01 debajo de 25 mts. en aguas lejos de la costa) es casi igual a la celda en blanco y puede a menudo ser ligeramente negativo.

La turbidez deberá ser medida después que todas las muestras hayan obtenido la temperatura del ambiente, antes de adicionar la mezcla de reactivos.

Calibración.

Preparación de soluciones estandares.

1. Estandar de la solución de fosfatos.

Se pesan 0.816 gr. de KH_2PO_4 anhidro, el cual ha sido previamente secado durante 3 horas a 120°C y se disuelve en 1000 ml. de agua destilada. Se agrega 1 ml. de cloroformo

(como **preservativo**) y se guarda en una botella obscura. La solución es estable por muchos meses.

Esta **solución** contiene:

1 ml. $\equiv 6.0 \times 10^{-2}$ ug-at P

Diluir 10 ml. de esta solución en 1000 ml. de agua destilada. Se agrega 1 ml. de cloroformo, y se guarda en una **botella** obscura. Es estable por muchas semanas pero, **por seguridad** debe hacerse cada 10 **días**.

1 ml. $\equiv 6.0 \times 10^{-2}$ ug-at P

1 ml. $\equiv 0.60$ ug-at **P/1** en 100 ml. de muestra de agua de mar.

2. Procedimiento.

Se preparan 4 soluciones estandares, cuya concentración sea equivalente a 3.0 ug-at **P/L** (5 ml. de la solución **diluida** de fosfatos), y se completa exactamente a 100 ml. con agua destilada y 2 muestras de 100 ml. que actúan como blancos. Luego se procede como se ha indicado anteriormente, recomendándose que tanto las soluciones estandares, como los blancos de agua de mar sintética, sean colocadas en medio de cada grupo de muestra y trabajados exactamente como los otros (ver **determinación** de blanco inciso 2-4).

Cálculo del factor F de la expresión:

$$F = \frac{3.00}{E_s - E_b}$$

donde

E_s = La extinción medida de los 4 estandares.

E_b = La extinción medida de los 2 blancos (no corregido por celda a celda en blanco).

cálculos.

$$\text{ug-at PO}_4 - \text{P/L} = E_c \times F$$

donde

F = Factor obtenido anteriormente.

E_c = Extinción corregida por substracción de la turbidez y el reactivo en blanco.

Notas:

- A. El método descrito no presenta cambios significativos de temperatura (menor de 0.2% por °C) entre 15° a 30°C.
- B. La extinción logra su máximo a los 5 minutos y permanece constante por muchas horas. Pero para trabajos más precisos se recomienda que la lectura de la extinción se haga dentro de las 2 o 3 horas, porque puede haber ligeros cambios en la primera mitad del día.

Bibliografía.

- Alvarez, S.B.; Che Barragan, A. (1976). **Distribución** Superficial de Fosfatos y Silicatos en **Bahía San Quintín, B.C.** - Ciencias Marinas. Vol.3 **Núm.1** 1976.
- Alvarez, S.B.; Rivera, J.A.; Gaxiola, G.; Acosta, M.; y - - Schwartzlose. (1978). Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias Marinas (Mex). V.5 **(2)**, 1978.
- Botello, A.V. (en prensa). Hidrología y Contaminación en -- Lagunas Costeras y Estuarios. Seminario Taller sobre ordena **ción** de la zona costera de la Región del Caribe. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Bowman, M.j. (1977). Nutrient Distributions and Transport - **in** Long Island Sound. Estuarine and **Coastal** Marine Science (1977) 5, 531-548.
- Cervantes, R.; Guerrero, R. y Escalona, R. (en prensa). Aná **lisis** de la **Variación** Diurna de los Principales Parámetros **Físico-Químicos** en la Ensenada de La **Paz**, B.C.S.
- Cushing, D.H. (1975). Ecología Marina y Pesquerías; Edito-- rial **Acribia**, pp. 41-56.
- De Alba **Pérez**, Carlos. (1980). La Contaminación del Mar, -- Baja California Sur Año Dos Mil -Perspectiva ecológica - -- Cuadernos Universitarios UABCS **No.2**.
- Eppley, R.W.; Sapienza, C. & Renger, E.H. (1978). Gradients **in** Phytoplankton Stocks and Nutrients off Southern California **in** 1974-76. Estuarine and **Coastal** Marine Science (1978) 7, 291-301.
- **Espinoza** Avalos, J. (1977). **Parámetros Hidrológicos** de la - Ensenada de La Paz, B.C.S., en Primavera y Verano. Tesis de Licenciatura.

- Fklix Pico, E. Serie de cinco reportes de la Residencia de Acuacultura en el Estado de Baja California Sur, **Bahía Concepción**, Estero San Lucas y Ensenada de La Paz. Noviembre de 1975 a Diciembre de 1976.
- Fraga, F. (1972). El Agua Marina. Ecología Marina. **Funda--ción** La Salle; Editorial Dossat, pp. 86-92.
- **García Pamanes, J.** (1977). La **Distribución Superficial** de Nitratos y Silicatos en la Ensenada de La Paz, Baja Cali--
fornia Sur. Tesis de Licenciatura.
- Guerrero, R.; Cervantes, R. y Escalona, R. (En prensa). **Variación** Estacional de Temperatura, Salinidad, Oxígeno y P. H. en la Ensenada de La Paz, B.C.S.
- Hendrik, J.N. (en prensa). Some **Aspects** of the **Phytoplank--ton** Ecology of the Ensenada de Aripes (B.C.S.), México. --
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Lechuga Deveze, C. (1977). Productividad Primaria en la **Ensenada** de La Paz. Tesis Profesional. Escuela Superior de -
Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.
- Margalef, R. (1969). Comunidades **Planctónicas** en Lagunas -
Litorales en: Lagunas Costeras, un Simposio, Mem. Simp. --
Inter. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30 1967.
- **Mee, L.D.** **Coastal Lagoons**. Chapter 42. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional **Autónoma de Mé--xico**.
- Nixon S.W.; Oviatt, C.A. & Hale, S.S. (1976). The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms **in** Decomposition Pro--
cesses. The 17th Symposium of the British Ecological So--
ciety 15-18 April 1975.

- Postma, H'. (1969). Chemistry of **Coastal Lagoons**. En: Lagunas Costeras, un simposio, Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras - UNAM-UNESCO, Nov. 28-30 1967.
- Strikland, J.D.H.; Parsons, J.R. (1972). A Practical **Handbook** of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of **Canada** Ottawa, 1972. Bulletin 167 (Second Edition).