

COMISION NACIONAL DE ESTUDIOS GEO-HELIOFISICOS



CENTRO NACIONAL PATAGONICO



ESTUDIO PRELIMINAR DE LA VARIACION
ESTACIONAL DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS
EN EL AREA DE BAHIA NUEVA
(GOLFO NUEVO - PROVINCIA DEL CHUBUT)



Norma De Vido de Mattio *



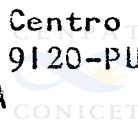
Jose Luis Esteves *



1978



* Investigadores del Centro Nacional Patagónico
28 de Julio N°28 - 9120-PUERTO MADRYN (CHUBÚT)
REPUBLICA ARGENTINA



I N D I C E

1.- INTRODUCCION.....

Pag.

3

2.- DESCRIPCION DEL BIOTOPO.....

6

3.- TOMA DE MUESTRAS Y METODOS.....

10

4.- ANALISIS DE RESULTADOS.....

12

4.1. Temperatura

12

4.2. Oxígeno.....

15

4.3. Nutrientes.....

27

4.3.1. Importancia.....

27

4.3.2. Análisis de Nitratos

29

4.3.3. Análisis de Nitritos.....

34

4.3.4. Análisis de fosfatos.....

36

4.3.5. Análisis de Clorofila "a"....

38

5.- CONCLUSIONES.....

42

TABLA DE VALORES.....

45

BIBLIOGRAFIA.....

52

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA VARIACION ESTACIONAL DE PARAMETROS
FISICOS Y QUIMICOS EN EL AREA DE BAHIA NUEVA.
(GOLFO NUEVO - PROVINCIA DE CHUBUT)

Abstract

Preliminar study of the stational variation of the physical and chemical parameters in the Bahía Nueva Zone. (Golfo Nuevo - Provincia de Chubut).-

During two years, in Bahía Nueva (Golfo Nuevo), it has been made a research on the variation of the most important physical and chemical parameters: temperature, nutrients (nitrate, nitrite and phosphate) and Chlorophyll "a".-

The samples have been taken weekly at 0,5 and 10 meters depth.-

The graphs were plotted with the monthly data average showing the individual variation of the analysed components and, sometimes, the relationships among them. Sometimes all the samples were plotted in.-

The temperature shows periodic variations; it has been made a mathematic aproximation to visualize probable changes due to thermic pollution.-

The oxygen shows big variation. An hypothesis is given to justify them.-

A great and constant diminution of this parameter is also seen, what could mean the begining of anaerobiosis not in the mass of water but in the sediment level, in a little time.-

Regarding nutrients, the nitrate seems to be the limiting of the primary production and it agrees with the registered analysis of chlorophyll "a".-

Doesn't happen the same with the phosphate; it doesn't seem to limit the phytoplankton development.-

Resumen

Durante dos años consecutivos (julio de 1975 hasta octubre de 1977) se ha realizado un estudio de las variaciones de los siguientes parámetros físicos y químicos más relevantes en el área de Bahía Nueva, en el Golfo Nuevo: temperatura, nutrientes (nitratos, nitritos y fosfatos) y clorofila "a".-

El muestreo se ha realizado semanalmente a tres profundidades: 0,5 y 10 metros. Los gráficos se han realizado teniendo en cuenta las medias mensuales, mostrando las variaciones individuales unas veces y correlacionándolos otras.-

La temperatura muestra variaciones periódicas; una aproximación matemática se ha realizado para visualizar posibles cambios por contaminación térmica. El oxígeno muestra amplias variaciones; se da una hipótesis para justificarlas. Se observa asimismo una marcada y constante disminución de este parámetro que implicaría en la zona costera, un principio de anaerobiosis en un futuro cercano, si no en la masa de agua, sí a nivel de sedimentos.-

En lo que respecta a nutrientes, el nitrato parece ser el limitante de la producción primaria. Esto concuerda bien con los análisis registrados de clorofila "a". Sucede lo mismo con los fosfatos, que no parecen limitar el desarrollo fitoplanctónico.-

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA VARIACION ESTACIONAL DE PARAMETROS
FISICOS Y QUIMICOS EN EL AREA DE BAHIA NUEVA.

I. INTRODUCCION

El establecimiento de un polo de desarrollo o la industrialización de uno ya existente, trae implicado cambios en las características ecológicas de su medio ambiente. Dichos cambios se manifiestan ya sea por una variación de la estructura biológica de los habitats normales (agua, sedimento, playas) o por cambios de las variables físicas y químicas como pueden ser temperatura, pH, nutrientes minerales, clorofilas, etc.. La importancia de conocer estos índices biológicos y/o físico-químicos a través del tiempo estriba en el hecho de que sus variaciones originan un método relativamente directo para predecir a corto plazo la influencia que, sobre la vida marina, puede tener la implantación de industrias, aumento de la población, etc. y llegar finalmente a dar las bases necesarias para que esta influencia sea insignificante.-

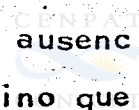
En zonas costeras, la existencia de micronutrientes minerales tiene gran importancia como eslabón de partida de la cadena trófica. Su existencia está íntimamente ligada también a las características de la costa con los sedimentos marinos. En general, se observa mayor concentración de nutrientes en zonas costeras que en oceánicas por el aporte

de ríos y vientos. Dicho aporte puede ser debido también, en forma natural, a la degradación de materia orgánica, proceso que se lleva a cabo principalmente en sedimentos marinos. Lejos de ser un ciclo cerrado, el hombre aporta nutrientes a la masa de agua ya sea en forma directa o indirecta. En forma directa, como provenientes de la lixiviación de terrenos cultivados por la utilización de fertilizantes. Indirectamente, por el aporte de materia orgánica que a posteriori sufrirá una degradación más o menos intensa para transformarse en nutrientes minerales. En cuanto a los orígenes de esta materia orgánica, podemos mencionar además de los emisarios urbanos, los de algunas industrias tales como fábricas de harina de pescados, textiles, etc.. Su aporte influirá entonces primeramente en la carga de elementos nutritivos en el mar; de acuerdo a la concentración y tipo de contaminante influirá posteriormente en el grado de toxicidad del agua y en un fenómeno de consumo de oxígeno muy importante de evaluar.-

El presente trabajo es un estudio que durante 28 meses se ha llevado a cabo en Bahía Nueva, sobre la variación de la concentración de los siguientes parámetros:

- Oxígeno
- Clorofila "a"
- Nitratos
- Nitritos
- Fosfatos

y determinación de temperatura.-



Ya que la existencia de uno de ellos, sugiere, en la mayoría de los casos, la presencia o la ausencia de otro, no solo los analizaremos aisladamente, sino que los interrelacionaremos para tratar de llegar a conclusiones válidas.-



2. DESCRIPCION DEL BIOTOPO

El Golfo Nuevo, se extiende desde los $43^{\circ}30'$ S. hasta los $42^{\circ}59'$ S. en latitud y desde los $68^{\circ}08'$ W. a los $65^{\circ}01'$ W. en longitud (ver Figura 1).-

La Bahía Nueva se encuentra en el extremo oeste del Golfo Nuevo; en sus costas se ubica la ciudad de Puerto Madryn (Ver Figura 2).-

Si bien aún no hay absoluta evidencia, las características batimétricas y costeras influyen altamente en las corrientes de la zona e inclusive harían de la Bahía Nueva una cuba de concentración que se mezcla difícilmente con el agua del resto del Golfo Nuevo (Lanfredi, 1974).-

En las zonas costeras se producen corrientes de alta difusión que implica que en los parámetros a estudiar rara vez se encuentran gradientes apreciables en función de la profundidad; dichas corrientes son debidas principalmente a dos fenómenos, a saber:

- La influencia del viento.
- La existencia de una gran amplitud de marea.

El viento es en esta zona un fenómeno común; la duración de las calmas rara vez supera las 24 horas. En estaciones expuestas, los vientos más frecuentes se ubican en el rango de velocidades entre 16 y 19 Km/h y solo el 25% del tiempo las velocidades son inferiores a los 16 Km/h. (Rivero y Barros, 1977).-

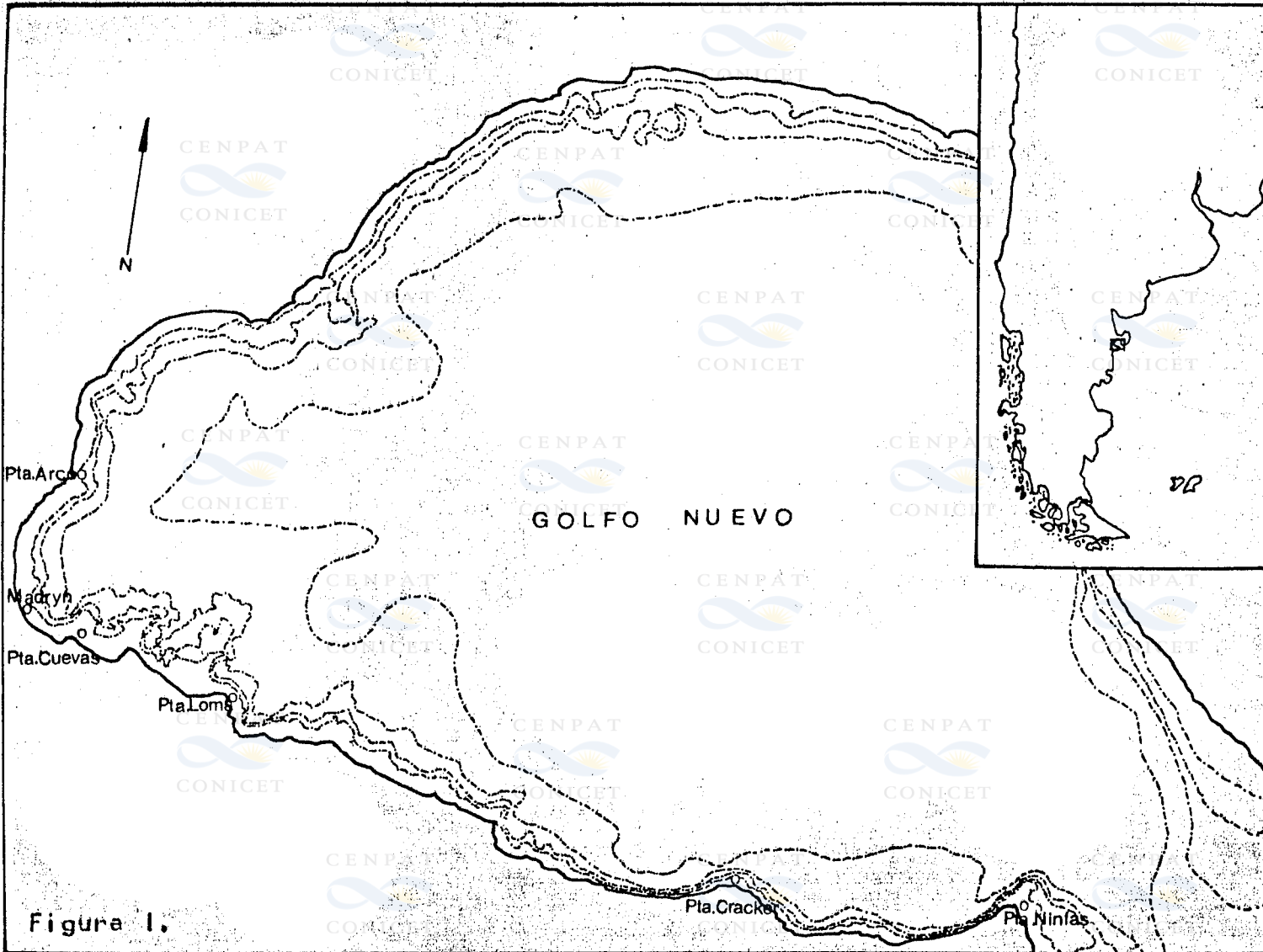


Figura 1.

- 7 -

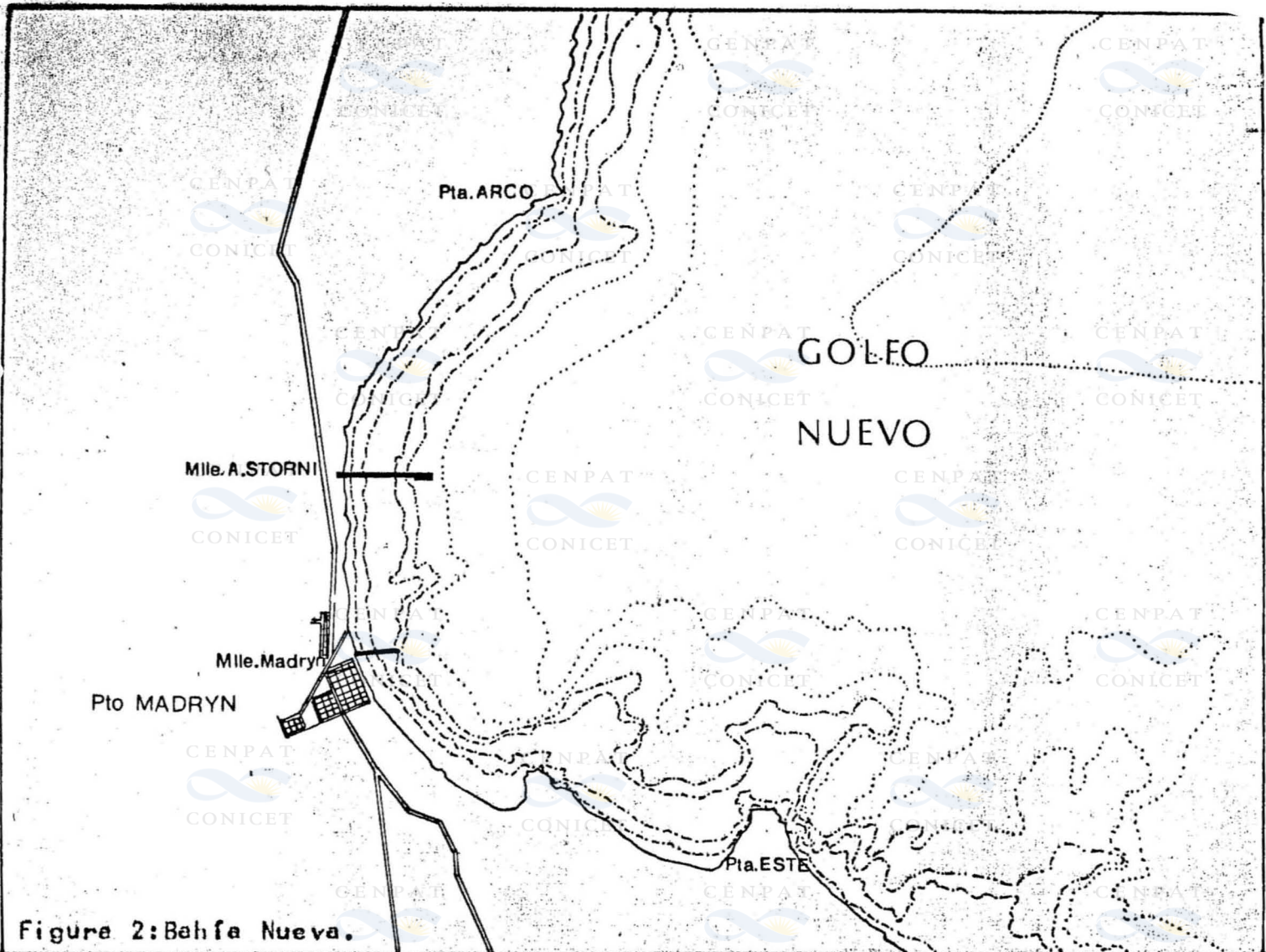
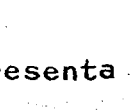
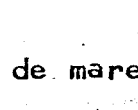


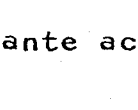
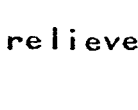
Figure 2: Bahía Nueva.



Los vientos fuertes son los que soplan del oeste y oeste-noroeste y son además los que predominan a lo largo del año, aunque tienen mayor frecuencia en primavera y son más escasos en otoño (Rivero y Barros, 1977).-



El régimen de marea semidiurno presenta una amplitud media de 4.62 metros y su existencia descubre en bajamares amplias playas, si bien el relieve exterior es bastante accidentado.-



3. TOMA DE MUESTRAS Y METODOS

El punto elegido para la toma de muestras en el presente trabajo ha sido el muelle Almirante Storni; los motivos son los siguientes:

- La ausencia práctica de tráfico marítimo.

Los barcos que desde el exterior traen la materia prima para la Planta de Aluminio de la zona, lo hacen con lapsos de tiempo que oscilan en los tres meses y siendo el tiempo de estadía de menos de una semana. Otro tipo de tráfico (Naval, turístico, etc.) es prácticamente despreciable.-

- La facilidad de llegar por vía terrestre.

La toma de muestras se ha realizado por medio de botellas Nansen a las profundidades de 0,5 y 10 metros (siendo la profundidad máxima con pleamar de 25 metros aproximadamente).-

La temperatura de superficie se ha tomado por medio de termómetro de cubeta.-

El análisis de Oxígeno se ha realizado siguiendo la técnica clásica de Winckler (Strickland y Parsons, 1968).-

Los Nitratos y Nitritos se han analizado por medio de la técnica colorimétrica de Wood, Armstrong y Richards, (1967)-

Los Fosfatos se han determinado mediante la técnica de

Murphy y Riley, (1962).-

El análisis de clorofila "a", se ha llevado a cabo siguiendo el método de Richards utilizando la fórmula de conversión propuesta por Parsons y Strickland (Strickland y Parsons, 1968).-

Todos estos análisis están muy bien descritos en "A Practical Handbook of Seawater Analysis" (Strickland y Parsons, 1968) por lo que obviamos la descripción de tales métodos.-

Si bien el muestreo ha sido semanal, se han tomado en la mayoría de los casos las medias mensuales a los fines de mayor claridad en la observación e interpretación de los resultados. Dichos valores se encuentran condensados en la Tabla Nº 1.-

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. TEMPERATURA

El sistema de aguas costeras responde rápidamente a la acción de las fuerzas externas y el paso de frentes meteorológicos puede reflejarse por los cambios de temperatura de la columna de agua.-

La Figura 3 y la Tabla Nº 1 muestran la variación de la temperatura en función del tiempo. Ya que la curva de temperatura es continua y periódica en función del tiempo, nos sugiere una aproximación matemática.-

Utilizando los registros de temperatura diaria del mareógrafo local (desde 1962 hasta 1973), y mediante series de Fourier tratamos de encontrar una ecuación válida que cumpla lo más exactamente posible la variación real.-

Mediante el desarrollo de Series de Fourier, tendremos:

mos:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cdot \cos. \frac{n \cdot x \cdot \pi}{L} + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cdot \text{sen.} \frac{n \cdot x \cdot \pi}{L} \quad (1)$$

en donde: $f(x)$ = temperatura (°C)

a_0 = amplitud (°C)

x = tiempo (meses)

n = número de datos

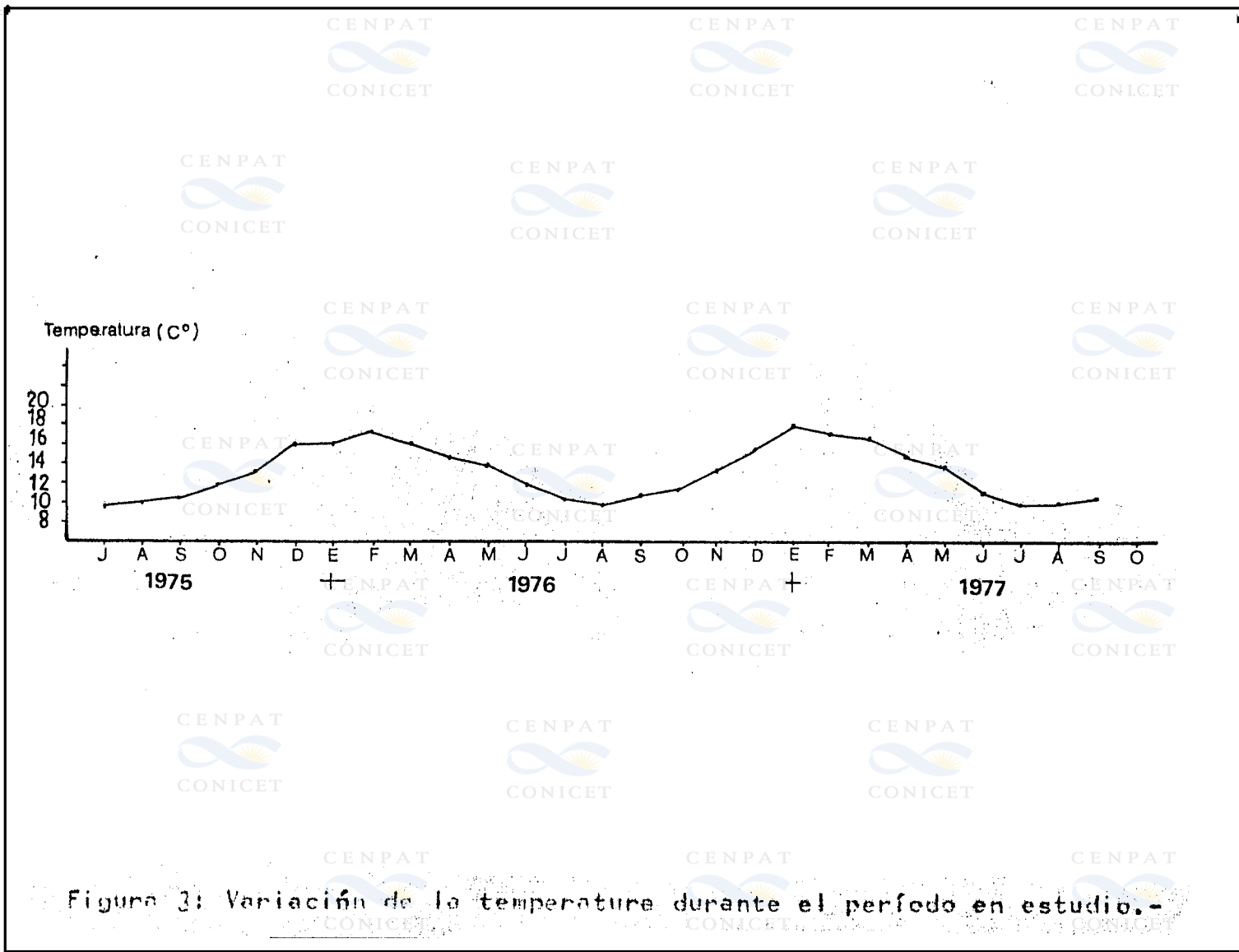


Figura 3: Variación de la temperatura durante el período en estudio.-

$2L$ = período

a_n y b_n = coeficiente de Fourier

y:

$$\frac{a_0}{2} = \frac{1}{2L} \int_C^{C+2L} f(x) \cdot dx \quad (2)$$

$$a_n = \frac{1}{L} \int_{-\pi}^{+\pi} f(x) \cos \frac{n \cdot x \cdot \pi}{L} \cdot dx \quad (3)$$

$$b_n = \frac{1}{L} \int_{-\pi}^{+\pi} f(x) \sin \frac{n \cdot x \cdot \pi}{L} \cdot dx \quad (4)$$

resolviendo (2), (3) y (4) y dando valores en (1):

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + a_1 \cdot \cos \frac{x \cdot \pi}{6} + b_1 \cdot \sin \frac{x \cdot \pi}{6} + a_2 \cdot \cos \frac{x \cdot \pi}{3} + b_2 \cdot \sin \frac{x \cdot \pi}{3}$$

reemplazando por los valores encontrados:

$$f(x) = 13,31 + (-3,81) \cos \frac{x \cdot \pi}{6} + 0,10 \sin \frac{x \cdot \pi}{6} + 0,08 \cos \frac{x \cdot \pi}{3} + (-0,14) \sin \frac{x \cdot \pi}{3}$$

La Figura 4 muestra la curva resultante y la buena correlación existente con los datos prácticos obtenidos en dos años de muestreos.-

La Figura 5 muestra el intervalo de confianza con un 95% de probabilidad.-

El significado práctico de este gráfico radica en su utilización como guía para un control rápido de temperatura de masas de agua costeras.-

La temperatura constituye un factor limitante en las aguas continentales y oceánicas, puesto que la mayor parte de los organismos que allí viven son estenotermos, es decir, poseen una débil tolerancia a las fluctuaciones térmicas. Pequeños cambios de temperatura, pueden ejercer una influencia catastrófica en las biocenosis acuáticas (Ramade, 1974).-

4.2. OXIGENO

Para un mejor análisis de los datos obtenidos haremos una revisión del comportamiento del Oxígeno en el medio marino para luego tratar de interpretar nuestro propios resultados.-

La distribución del oxígeno en el océano es el resultado neto de un consumo y producción biológicos y una producción física debido a advección y mezcla.-

La concentración de oxígeno en las capas superficia-

Температура (°C)

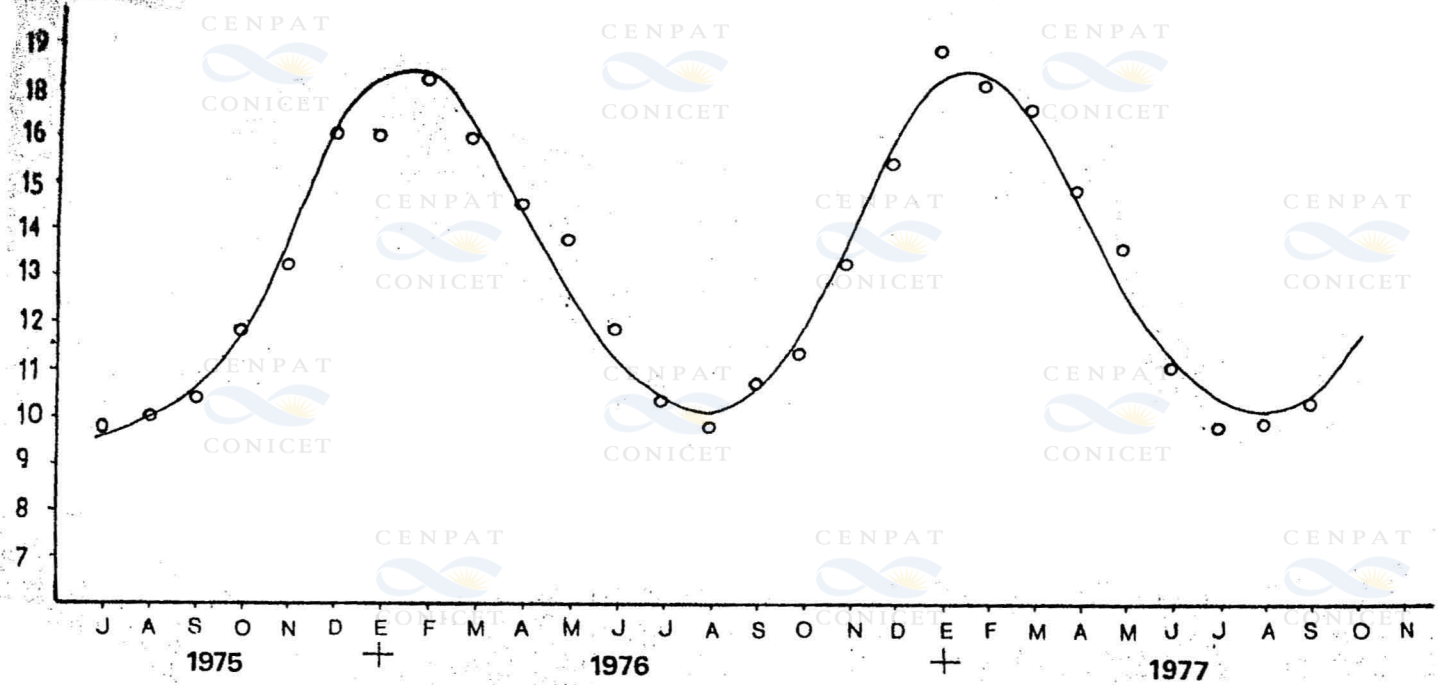


Figura 4: Correlación existente entre la curva obtenida aplicando modelo matemático y datos obtenidos en dos años de muestreo (o).

Temperatura (C°)

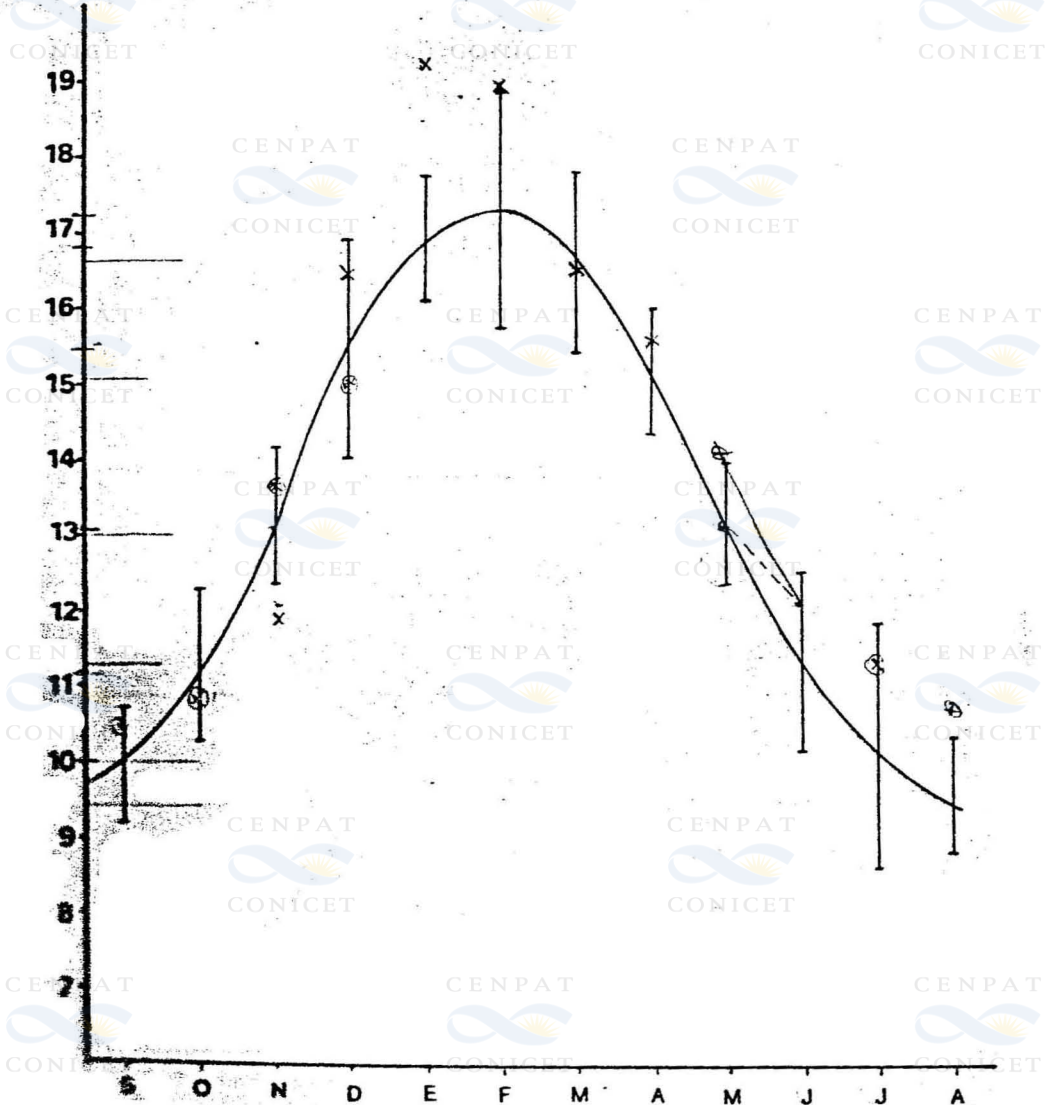


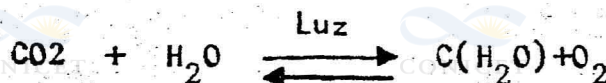
Figura 5: Medias de temperaturas tomadas entre 1902 y 1973; se indica límite de confianza del 95%.-

les se establece por el intercambio con la atmósfera que es determinado ampliamente por la solubilidad del oxígeno en el agua. Dicha solubilidad depende de varios factores, presión atmosférica, temperatura, salinidad, superficie de contacto, etc., pero se logra el equilibrio gaseoso entre la atmósfera y el agua de mar cuando la presión parcial del gas es la misma en las dos fases.-

De acuerdo a las tablas de la UNESCO, 1973, para nuestro caso $S\%_o = 33,8$ y en un rango de temperaturas comprendido entre 10°C y 17°C , obtendríamos los valores de saturación dados en la siguiente tabla:

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	10	11	12	13	14	15	16	17
Oxígeno (ml/lit)	6,39	6,25	6,12	5,99	5,87	5,75	5,63	5,52

Pero hemos dicho que la actividad biológica juega un papel muy importante y muchas veces tiene mayor influencia que los fenómenos de mezcla y difusión sobre la concentración de oxígeno en agua de mar. Esta actividad se pone de manifiesto en la llamada fotosíntesis que define la Producción Primaria; la ecuación simplificada podría escribirse:



que representa la conversión de la energía radiante del sol en energía química potencial de compuestos orgánicos de organismos vivos.-

La producción de oxígeno con aumento de la biomasa implica consumo de CO_2 y nutrientes del medio.-

Esta producción en particular en áreas costeras, puede aumentar la concentración de oxígeno por encima de la saturación, principalmente en aguas eutróficas.-

La ecuación inversa define la oxidación biológica que consume el oxígeno del medio con aumento en la concentración de CO_2 y nutrientes. Esta reacción será más rápida cuanto mayor concentración de materia orgánica y oxígeno disuelto en el medio existan y será llevada a cabo por bacterias y organismos heterótrofos.-

Existe un concepto emitido por Redfield, (1942), llamado "Apparent Oxygen Utilisation" (AOU); en este, el autor supone que la concentración de oxígeno de una masa aislada de la superficie cambiará solamente por actividad biológica la cual, en aguas profundas, se limitará al consumo de oxígeno involucrado en remineralización de materia orgánica.-

Un cambio en la utilización de oxígeno en un punto, si bien no indica necesariamente utilización de oxígeno, puede ser el resultado de una mezcla de aguas que tienen diferentes valores de AOU. Sin embargo la utilización aparente de oxígeno es una verdadera reflexión de la magnitud de los

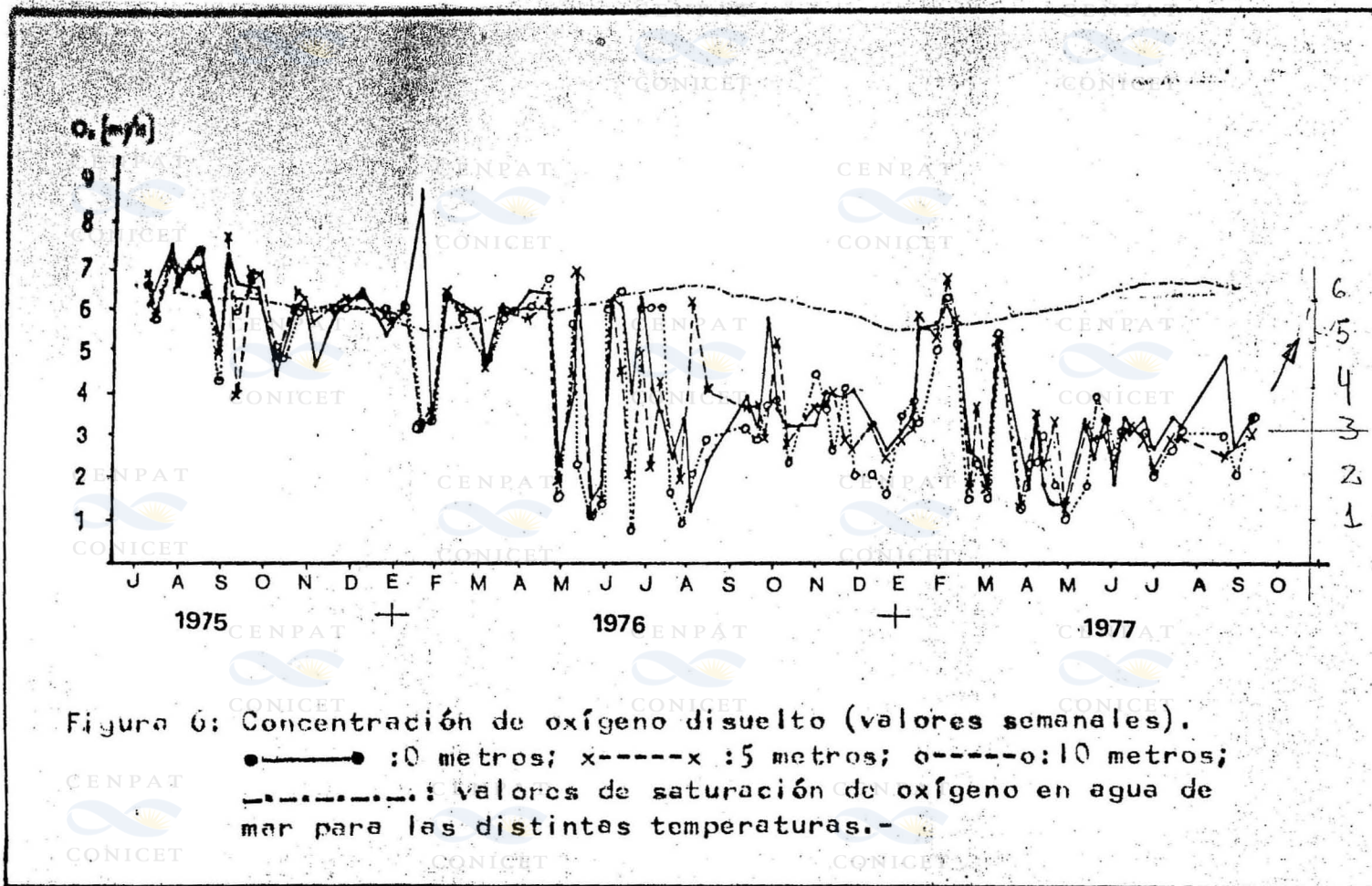
cambios oxidativos que han ocurrido en cada masa de agua y de las proporciones relativas de las dos que producen la mezcla (Kester, 1975).-

La Figura 6 muestra la variación semanal de oxígeno en superficie y la Tabla. N° 1 la variación media mensual a través de 26 meses de muestreos periódicos (VII.1975 hasta IX.1977). Graficamos también el valor de saturación, es decir, la concentración de oxígeno máxima en equilibrio con la atmósfera.-

Existen dos tipos de anomalías que se deben distinguir; por un lado la concentración de oxígeno muestra variaciones semanales muy notables y cuya causa aún no está muy bien dilucidada. Por otro lado se observa una disminución rápida y continua en función del tiempo y es esta variación muy importante de observar y analizar.-

En cuanto a la primera anomalía, la observación práctica nos permite establecer una hipótesis fundamentada en los siguientes fenómenos:

- **Arribazón:** A causa de un mar de fondo ocasionado por los vientos, se produce en las costas una acumulación de algas arrancadas de su fijación; una vez en las playas estas sufren una degradación (putrefacción) con gran consumo de oxígeno del medio, quedando la masa de agua costera, insaturada de oxígeno.-



Rezumación de la playa: Análisis realizados en Madryn, de aguas que filtran a través de las playas, nos dan concentraciones de oxígeno del orden del 40% (datos aún no publicados), y que pueden provenir ya sea de un lecho de algas en putrefacción por debajo de la capa superficial de arena, ya sea por rezumación de los pozos sépticos de la ciudad. Esto produce también una masa más ó menos importante de agua insaturada de oxígeno.-

Utilizando, aunque indebidamente, el concepto de Redfield sobre "utilización aparente de oxígeno", podemos encontrar masas de agua con diferentes valores de AOU, y que, al no lograr una mezcla homogénea, nos dan valores de oxígeno muy por debajo de lo normal. Una vez producida la mezcla (difusión, etc.) a causa del viento y/o movimientos de marea su valor retoma el umbral normal de concentración.-

La segunda anomalía y la que requiere mayor cuidado en su interpretación se refiere a la rápida disminución de la concentración de oxígeno en función del tiempo.-

En la Figura N° 7 se observa la disminución de oxígeno y la variación en la concentración de nitratos a lo largo del período analizado. El hecho de que presentemos estas dos curvas simultáneamente se debe a que la utilización de oxígeno está unida a cambios en los nutrientes que acompañan el proceso.-

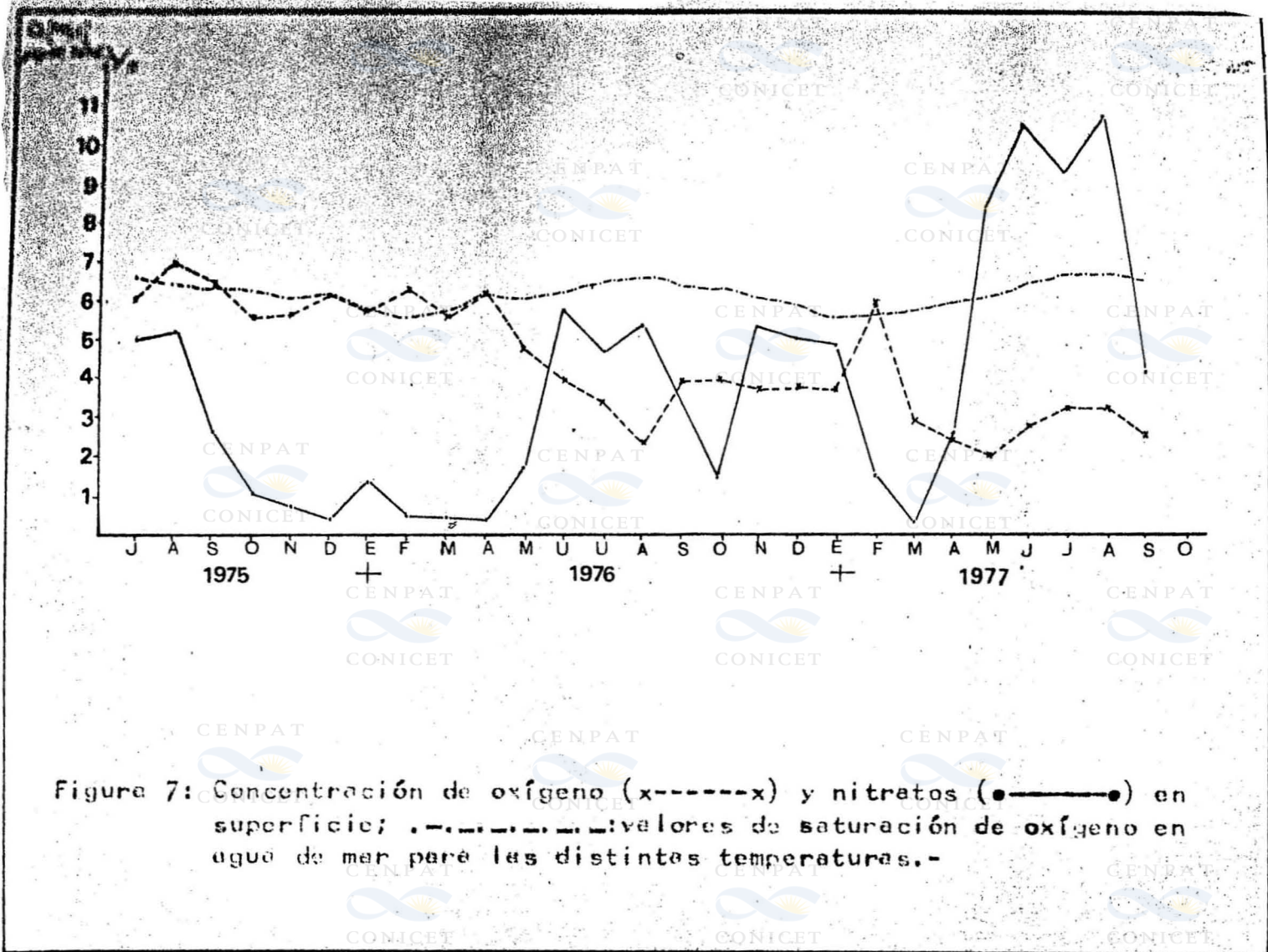


Figura 7: Concentración de oxígeno (x-----x) y nitratos (●—●) en superficie; .-.-.-.-. valores de saturación de oxígeno en agua de mar para las distintas temperaturas.-

La concentración de oxígeno se mantiene constante y dentro de los valores de saturación desde julio 1975 hasta abril de 1976 en que desciende debido a oxidaciones biológicas que tienen lugar luego del verano, como consecuencia de una concentración en materia orgánica y su remineralización posterior. A partir de agosto de 1976 aumenta por la Producción Primaria generadora de oxígeno y consumidora de nutrientes pero, contrariamente a lo esperado, la concentración de oxígeno no alcanza ya los niveles normales de saturación y se sitúa alrededor del 70% de saturación. Solamente se observa un pico máximo en el mes de febrero de 1977 debido al consumo de nutrientes por el fitoplancton y una disminución posterior por las exigencias de un metabolismo heterotrófico. Aquí tampoco se logra una buena reaeración en el agua y se producen nuevamente bajas concentraciones.-

La causa de esta grave disminución la podemos buscar en un aporte excesivo y desmedido de materia orgánica que provoca, por un lado, un consumo de oxígeno muy peligroso y por otro lado, un aumento en los nutrientes que se observan claramente en la Figura 7 aunque sea en una época del año en la que no deben esperarse esas altas concentraciones (Noviembre 1976-febrero 1977).-

Esta disminución constante de oxígeno, nos permite aproximarnos matemáticamente y tratar de extrapolar los valores a una concentración cero de oxígeno a fin de determinar el tiempo en que esto habría de ocurrir.-

Es necesario aclarar que el valor cero de oxígeno es en este momento un dato irrealista porque tanto los fenómenos físicos como la fotosíntesis contribuirían a la disolución del mismo en el agua.-

Sin embargo, a nivel de sedimentos, estos podrán fácilmente llegar a condiciones anaeróbicas al consumirse todo el oxígeno y comenzaría la utilización de otros oxidantes.-

La Figura 8 muestra la recta encontrada por regresión lineal que responde a la siguiente ecuación:

$$Y = 6.62 + (-0.17).X \quad r = 0.88$$

en donde: X = tiempo(meses)

Y = oxígeno (ml/lit)

extrapolando para Y = 0

$$X = \frac{6.62}{0.17} = 38,94 \cong 40 \text{ meses}$$

Es decir, dadas las actuales condiciones, cabría esperar una concentración cero de oxígeno hacia octubre de 1978.

Análisis realizados recientemente, junio de 1978 (datos no publicados) dan para oxígeno concentraciones del orden de 1.7 ml/lit (20% de saturación), en la misma zona de muestreo.-

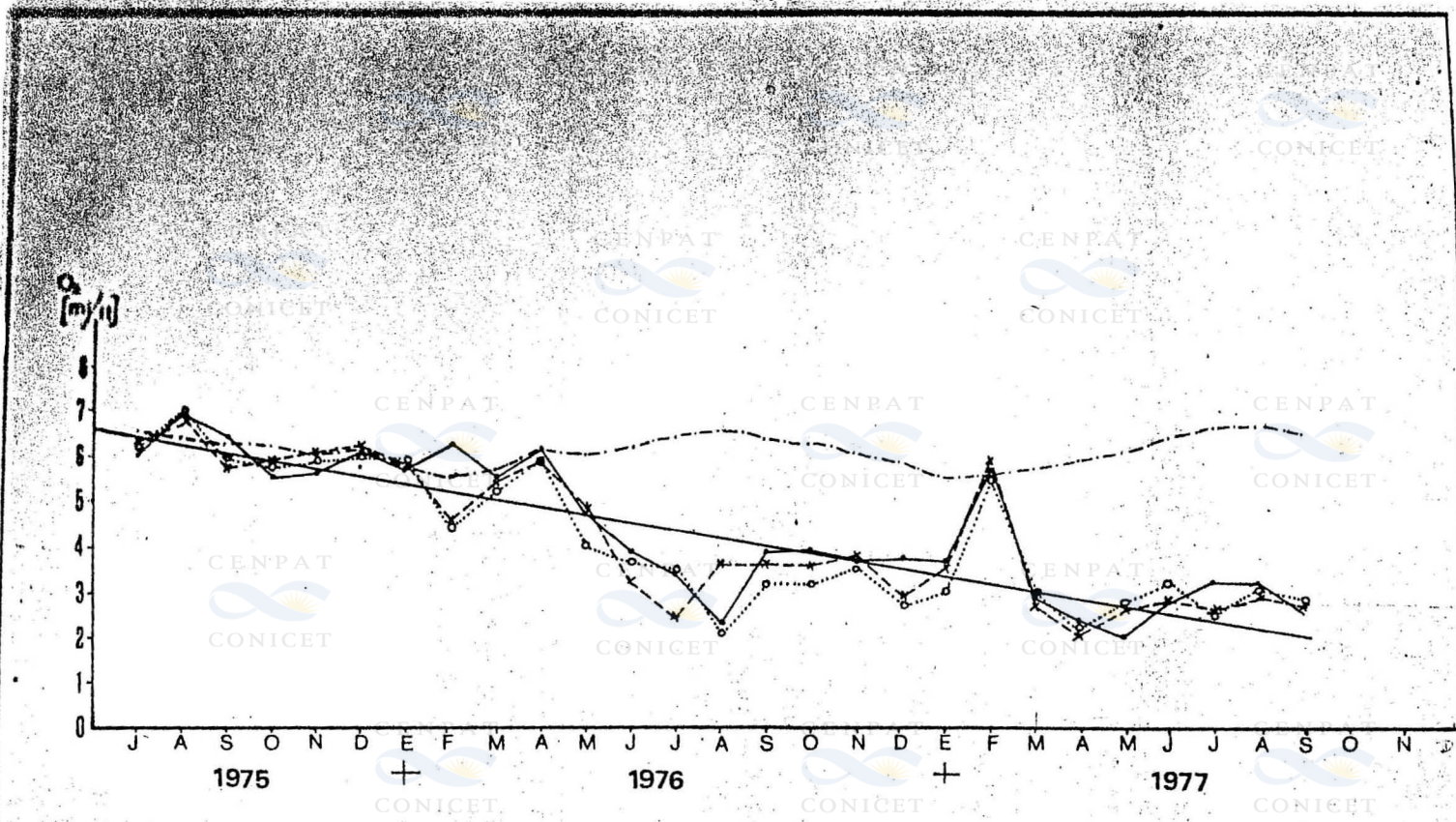


Figura 5: Concentración de oxígeno (medias mensuales); ●—●: 0 metros; x-----x: 5 metros; o.....o: 10 metros; -.-.-.-.-: valores de saturación (explicaciones en el texto).

4.3. NUTRIENTES

4.3.1. Importancia:

Es a partir de micronutrientes minerales que los organismos autótrofos (fitoplancton, bacterias, etc.) podrán desarrollarse y su presencia en el agua es, en consecuencia, extremadamente importante para el desarrollo de toda la cadena trófica.-

La génesis de los mismos puede ser debida a procesos geoquímicos y geofísicos en la corteza terrestre pero también se pueden obtener en porcentaje elevado de dos fuentes bien definidas, en ciertas zonas costeras:

- aporte por ríos de nutrientes provenientes de actividades agrícolas y humanas en general.-
- reciclaje de materia orgánica.-

Esta, una vez depositada en los sedimentos, o aún en la masa de agua, es atacada por bacterias heterótrofos, produciéndose así su degradación y la formación de nutrientes.-

La velocidad de fotosíntesis por el fitoplancton es determinada primariamente por la cantidad y actividad de material celular fotosintético presente, intensidad de luz, concentración de dióxido de carbono y por la temperatura (Foss, 1975).-

La concentración de dióxido de carbono no es

limitante de la Producción Primaria, lo mismo que la temperatura y la intensidad de la luz en primavera.-

En cuanto a la cantidad y actividad de material celular fotosintético este está determinado por una complejidad de factores que incluyen el aprovisionamiento de nutrientes que a su vez depende de las velocidades de remineralización, movimientos de agua, presencia de zooplankton, etc..-

Durante el invierno, debido a las condiciones físicas limitantes (luz, temperatura) se produce un enriquecimiento del agua de mar en nutrientes. En primavera se produce entonces el llamado "bloom primaveral" al conjugarse todos los factores indispensables a la Producción Primaria. En mares templados, la concentración de los mismos cae a límites muy bajos, cercana a cero y esto hace que los nutrientes sean limitantes de la Productividad Primaria.-

La importancia de cada elemento (N, P, Si, Fe, etc.) varía con las necesidades de distintos grupos planctónicos por lo que el agotamiento de un elemento u otro depende de la población predominante (Fraga, 1967).-

Thomas, 1969, (citado por Fogg, 1975) descubre, sin embargo, que el Nitrógeno fue el elemento considerado más limitante en el Pacífico Este Ecuatorial pero esto puede ser verdadero en muchas áreas marinas (Strickland, 1972 en Fogg, 1975); (Thomas, 1969); (Dugdale, 1967).-

En aguas poco profundas y con alto coeficien-

te de mezcla, la disminución en la concentración de estos elementos es uniforme a través de la columna de agua, ya que si bien la fotosíntesis se limita a las capas superiores, la mezcla vertical dispersará los efectos a través de la columna de agua.-

Las Figuras 9, 10, 11 y 12 y la Tabla N° 1, muestran las variaciones de la concentración en función del tiempo, de nitratos, nitritos, fosfatos y clorofila "a" respectivamente.-

4.3.2. Análisis de Nitratos:

Este proviene de la oxidación bacteriana de amonio y nitritos. Es un compuesto termodinámicamente estable y sustrato adecuado para la fotosíntesis.-

El análisis sucinto de la Figura 9 nos muestra la primera caída brusca del mismo entre los meses de septiembre y octubre de 1975. Esto está en concordancia con el comportamiento natural en esta época del año en la cual la temperatura, longitud del día solar, etc., inducen el llamado "bloca primaveral". Observando la Figura 12 corroboramos dicho consumo por la producción a igual velocidad de clorofila "a" en la masa de agua. La velocidad de consumo de nitratos es en esta etapa de $0.03 \mu\text{gr-at N-NO}_3/\text{lt.día}$ y coincide suficientemente bien con una producción de clorofila de $0.068 \mu\text{gr}/\text{m}^3 \text{ día}$.-

Durante la primavera y principios de verano la

$\mu\text{g-at NNO}_3/\text{ll}$

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O
1975 + 1976 + 1977

Figura 9: Concentración de nitratos: ●—●: 0 metros; x-----x: 5 metros; o-----o: 10 metros (medias de cuatro datos mensuales).

concentración de nutrientes en general permanece baja aunque no llega a anularse.-

En regiones antárticas y algunas áreas costeras, si bien hay un consumo considerable de nutrientes disueltos, la existencia es tan abundante que el crecimiento de fitoplancton se vé limitado, no ya por la falta de uno de ellos, sino por otros factores, con el resultado de que una considerable concentración de nutrientes subsiste aún en el agua (Spencer, 1975).-

En el mes de enero se observa un débil aumento en su concentración, pero un rápido consumo al existir aún condiciones favorables al desarrollo del fitoplancton. Efectivamente, se observa en este momento un crecimiento fitoplanctónico al aumentar la clorofila en esta temporada.-

Es a mediados de otoño que se inhibe el crecimiento planctónico como consecuencia de varios factores limitantes que pueden actuar conjuntamente: baja o nula concentración de nutrientes, temperatura, longitud del día solar, etc. Consecuencia de esto es un aumento gradual de nutrientes.-

Suponiendo que la Bahía Nueva se pueda considerar como una cuba de concentración con un intercambio muy lento con el resto del Golfo Nuevo (Lanfredi, 1974), prácticamente toda la producción de nutrientes se le debería imputar a la degradación de la materia orgánica en los sedimentos, ya que además no existen ríos que contribuyan con sus

vertidos a aumentar dicha concentración en el Golfo Nuevo.-

La velocidad de producción de nitratos está en el orden de $0.09 \mu\text{gr-at N-NO}_3/\text{litro.día}$, llegando a una concentración máxima de $5.7 \mu\text{gr-at NO}_3/\text{litro}$. Simultáneamente (ver Figura 12) la concentración de clorofila disminuye con una velocidad de $0.024 \text{ mgr}/\text{m}^3.\text{día}$, manteniéndose prácticamente constante durante el invierno con una concentración de $0.5 \text{ mgr}/\text{m}^3$.-

El bloom primaveral en el año 1976, si bien se realiza normalmente como ocurrió el año anterior, con una velocidad de consumo de $0.07 \mu\text{gr-at NO}_3/\text{lt.día}$ la concentración mínima de este nutriente se mantuvo en un límite alto, de $1.5 \mu\text{gr-at}/\text{lt}$ y por un período de tiempo sumamente corto.-

En los meses de octubre a noviembre la concentración se eleva bruscamente hasta lograr el mismo valor que en los meses de invierno ($5.40 \mu\text{gr-at NO}_3/\text{lt}$), es decir, cuando la actividad fitoplanctónica se encuentra completamente inhibida.-

En lugar de mantenerse una baja concentración de nutrientes como cabría esperar por la época del año y las condiciones físicas (temperatura no limitante), esta concentración no solo se mantiene en altos valores ($1.30 \mu\text{gr-at}/\text{lt}$) sino que aumenta de manera desmedida ($0.13 \mu\text{gr-at}/\text{litro.día}$) debido, ya no a una regene-

ración de nutrientes de tipo biológico sino muy probablemente a un aporte exterior.-

Entre los meses de enero y marzo de 1977, se produce un consumo masivo que se verifica por una disminución del nutriente hasta llegar a concentraciones tan bajas como $0.28 \mu\text{gr-at NO}_3/\text{lt.}$ -

Esta disminución brusca puede ser debido a:

- una disminución del aporte exterior,
- un gran desarrollo fitoplanctónico; si bien no hay datos de Clorofila "a" en esta etapa, observamos en la Figura N° 7 un aumento notable en la concentración de oxígeno que justifica plenamente esta segunda hipótesis:
- una contribución de ambas causas.-

A partir de marzo de 1977 y adelantándose un mes al año anterior y a pesar que la temperatura es más elevada (16.2°C contra 14.2°C) se observa un claro incremento en la concentración del nutriente.-

La velocidad de producción es alta aunque similar al año anterior, $0,12 \mu\text{gr-at/lt.día}$. La concentración máxima alcanzada es ahora de $9.20 \mu\text{gr-at/lt}$, ó sea, un 60% más alto que la encontrada hasta el momento.-

Esto puede derivar del mismo aporte externo que se produciría a la misma velocidad que en el mes de octubre solo que el máximo se ve aumentado por el reciclaje de la materia orgánica.

4.3.3. Análisis de Nitritos:

Los nitritos se presentan normalmente en el mar en concentraciones más bajas que las otras formas de nitrógeno inorgánico y en el orden de 0,1 a 1 $\mu\text{gr-at N-NO}_2^-/\text{lt}$ (Fraga, 1967); es un estado de oxidación intermedio entre amonio y nitrato y puede aparecer indistintamente en la oxidación de amonio como en la reducción de nitrato. Las interconversiones puramente químicas entre la mayoría de las formas del nitrógeno son extremadamente lentas y prácticamente todo el comportamiento del nitrógeno en medios naturales está condicionado a la actividad microbiológica.-

La Figura N° 10 muestra la variación de nitritos en función del tiempo. La variación estacional es similar a la de los nitratos, salvo en los meses de mayo-junio de 1976 y 1977, en que es opuesta, por la oxidación de nitritos a nitratos.-

El aumento de nitritos en julio de 1976 como la constancia de los mismo en junio de 1977 nos parece anómalo ya que debe existir en esta época una oxidación a nitrato que implicaría un consumo del mismo.-

Vaccaro y Ryther (1960) (en Spencer, 1935), han mostrado que el nitrito es producido por ciertas algas marinas unicelulares bajo débil intensidad de luz incidente y con cantidades suficientemente grandes de nitratos en el medio; estas condiciones se dan al principio del otoño en esta zona, como se vé en la Figura 10, pero no demuestra la presencia del mismo en los meses de invierno.-

mg-NH₂/l

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2

J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S
1975 1976 1977

Figura 10: Concentración de Nitritos: ●—●: 0 metros; x-----x: 5 metros; ○-----○: 10 metros (medias de cuatro datos mensuales).

Wooster (1967) (en Spencer, 1975) ha observado en el océano Pacífico Oeste, concentraciones máximas de nitrito asociadas con concentraciones del orden de $0,15 \text{ cm}^3/\text{lt}$ o menos, de oxígeno disuelto. Este no parece ser nuestro caso en donde no hemos encontrado aún concentraciones tan bajas de oxígeno.-

Como conclusión podemos pensar que existe un aporte externo en forma de materia orgánica que sufre posteriormente una oxidación y producción de nitratos y nitritos.-

4.3.4. Análisis de Fosfatos:

Tanto el ciclo como la variación estacional del fósforo son similares al Nitrógeno pero existe una sola forma mineral en el mar, los fosfatos, que son utilizados por el fitoplancton tanto a la luz como en la oscuridad. Pero el fitoplancton puede utilizar además algunos compuestos orgánicos de fósforo (inositahexafosfato, glicerofosfato, etc.) sin intervención de bacterias. Muchas algas son capaces de reasimilar el fósforo orgánico disuelto excretado por ellas mismas o por otras algas, si bien difieren aparentemente en las cantidades o tipos de compuestos orgánicos fosforados que son capaces de asimilar.-

La mineralización directa de los compuestos de fósforo a partir de materia particulada parece ser más rápida que la de los compuestos de nitrógeno.-

Seiwell y Seiwell (1938) (en Fraga, 1967) señalan

lan que la mitad del fósforo del zooplancton fresco se mineraliza en 24 horas y que esta mineralización es llevada a cabo en plancton y detritus por acción microbiana cuando estos están suspendidos en el mar y en la oscuridad.-

Las grandes velocidades de excreción de compuestos de fósforo informadas muchas veces, pueden ser debido, en la mayoría de los casos, a una asimilación ineficiente bajo condiciones de exceso de alimentos, pero aún suponiendo esto, la velocidad de turnover del fósforo del zooplancton es alta y muchos de estos organismos pueden, en ocasiones, excretar entre 10 y 40% del fósforo de su cuerpo (Spencer, 1975). De esta manera, al fósforo raramente lo encontraríamos como limitante de la Producción Primaria. Thomas y Dodson (1968) encuentran velocidades de crecimiento mayores del 90% con respecto a las máximas velocidades obtenidas, utilizando concentraciones de fosfatos de más de 0,30 $\mu\text{gr-at/lit}$, para cultivos de Chaetoceros gracilis; por debajo de 0,20 $\mu\text{gr-at/lit}$, la velocidad decrece bruscamente y de manera lineal con la disminución de la concentración; la concentración limitante, para este cultivo se encontraría entonces en los 0,22 $\mu\text{gr-at/lit}$. Similar es la conclusión de Goldberg et al (1951) que descubre para Asterionella japonica una concentración limitante de 0,25 $\mu\text{gr-at P-PO}_4/\text{lit}$. Para cultivos de Thaerodactylum tricornutum esta concentración sería de 0,55 $\mu\text{gr-at/lit}$ (Ketchum, 1939). Sin embargo, si bien los fosfatos pueden ser limitantes de la Producción Primaria en aguas dulces y posiblemente en el mar, esto último no está aún muy

bien establecido (Eppley y Thomas, 1969).-

La Figura N° 11 muestra la concentración de fosfatos en función del tiempo. Si bien su variación estacional no es tan evidente como sucede con los nitratos, la figura nos muestra que, aunque sea a fines de la primavera, su concentración no desciende a límites tan bajos como para que sea limitante de la Producción Primaria. Los mayores picos los encontramos en los meses de invierno, con un máximo de hasta $2 \mu\text{gr-at P-PO}_4/\text{lt}$ y los mínimos en noviembre-diciembre con $0.5 \mu\text{gr-at P-PO}_4/\text{lt}$. Su constante variación puede ser debido a la rápida velocidad de reciclaje que presentan los compuestos del fósforo. Hacia el invierno de 1977, se observa un aumento algo más significativo y disminuye bruscamente a causa del bloom primaveral.-

4.3.5. Análisis de Clorofila "a":

La clorofila puede ser tomada como un índice del potencial fotosintético del agua de mar ya que su presencia implica productividad. Un plancton en el que una parte importante del pigmento, por ejemplo más del 60%, esté constituido por clorofila "a", corresponde a un plancton muy productivo. La síntesis de clorofila "a" es más rápida que la de otros pigmentos clorófilicos y por ello, su concentración responde enseguida a un enriquecimiento en elementos nutritivos (Margalef y Vives, 1967).-

La Figura N° 12 muestra la variación de cloro

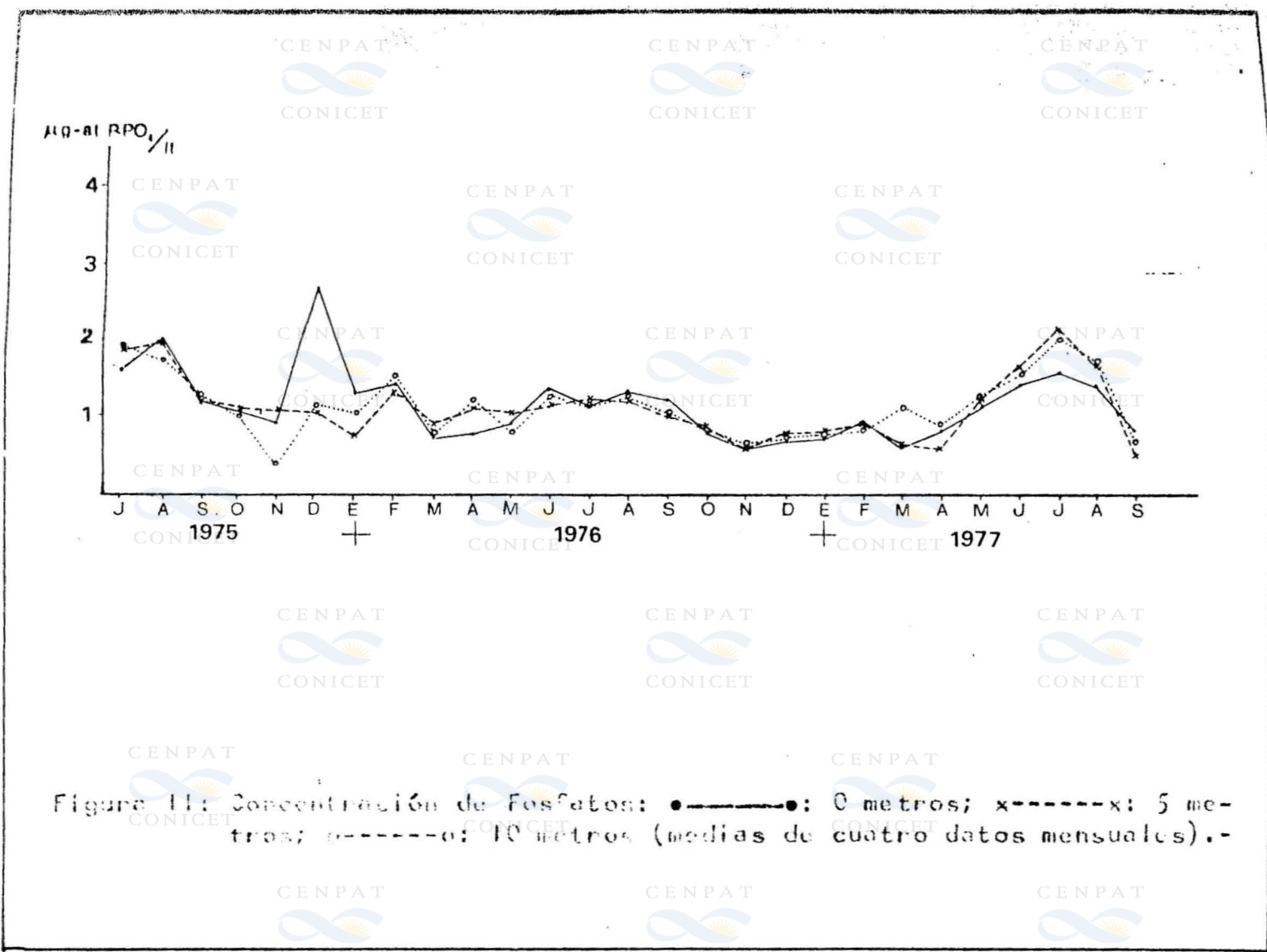


Figura 11: Concentración de Fosfatos: ●—●: 0 metros; x-----x: 5 metros; o-----o: 10 metros (medias de cuatro datos mensuales).-

Fila "a" en función del tiempo. Las variaciones estacionales siguen aproximadamente la forma opuesta de los nutrientes (nitratos en especial), que nos indica que la producción de uno se basa en el consumo de otro. Encontramos picos máximos hasta 1.8 mgr/m^3 pero la población decae con cierta rapidez como consecuencia de una merma en la concentración de nitratos, que se mantiene baja durante el resto de la primavera y parte del verano. En la Figura N° 11 vemos que en el mes de noviembre de 1975 la concentración de fosfatos aumenta mucho; sin embargo, al no aumentar clorofila "a" en este mismo período, que indicaría una utilización del nutriente, podemos establecer que el nitrato es aquí el factor limitante de la Producción Primaria. Ya que los análisis de clorofila "a" se han realizado desde julio de 1975 hasta agosto de 1976, en que toman un valor bajo y constante de aproximadamente $0,4 \text{ mgr/m}^3$, los datos de que disponemos impiden hacer otros comentarios. Estos se han retomado a partir de octubre de 1977 y se analizarán luego de un ciclo estacional completo.-

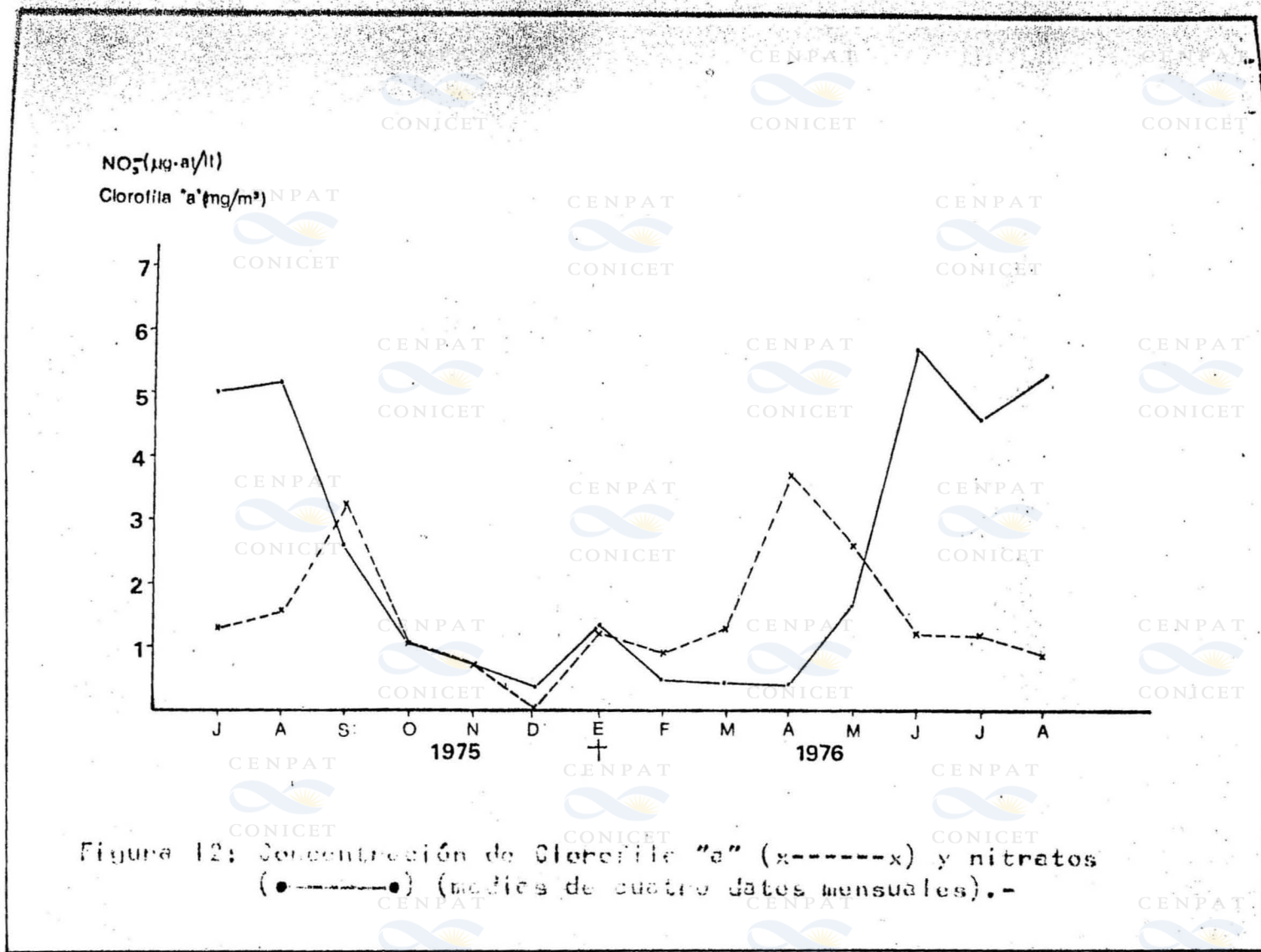


Figura 12: Concentración de Clorofila "a" (x-----x) y nitratos (●-----●) (medias de cuatro datos mensuales).-

5. CONCLUSIONES

Del análisis suscito de los datos obtenidos podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Temperatura: No muestra variación anormal en función del tiempo. Una ecuación matemática se ha obtenido a partir de 10 años de datos (de 1962 hasta 1973) de temperaturas diarias utilizando un desarrollo en series de Fourier. La curva obtenida concuerda perfectamente con nuestros propios datos. La importancia de dicha curva estriba en el hecho de que cualquier alteración brusca de la temperatura a lo largo del tiempo, como consecuencia de una contaminación térmica podrá ser rápidamente detectada.-

- Oxígeno: Este parámetro presenta amplias variaciones semanales; nuestra hipótesis apoya la idea de que esta variación podría ser debida a la existencia de masas de agua con diferente concentración de oxígeno disuelto. Estas masas uniformarían su concentración en oxígeno por medio de fenómenos de difusión y mezcla.-

La existencia de agua insaturada de oxígeno se debería a una degradación de las algas que arriban a la costa, como consecuencia de un "mar de fondo" ocasionado por los vientos, sumado a una corriente de agua salobre, insaturada de oxígeno que filtra a través de la playa. Sin

embargo, esta hipótesis no pretende interpretar la disminución constante que se opera en la concentración de oxígeno a lo largo de estos dos años de medidas. Se ha obtenido con las medias mensuales de oxígeno, una ecuación de regresión lineal con un coeficiente de 0,88; esto nos indicaría que en octubre de 1978 nos encontraríamos con concentraciones de oxígeno cercanas a cero; si bien el valor sería difícil de encontrar de manera práctica por los fenómenos de difusión en la interfase aire-agua y en la masa de agua a causa de los vientos, las concentraciones en junio de 1978 llegan hasta el 20% de saturación, lo que nos debe llamar la atención para controlar este parámetro con mucho cuidado en los próximos meses. Un análisis de los sedimentos será igualmente importante para conocer su contenido en oxígeno ya que sería el lugar en donde encontraríamos las primeras manifestaciones de anaerobiosis.-

- **Nutrientes:** De los tres nutrientes analizados (Nitratos, Nitritos, Fosfatos), es en el nitrato en el que se pueden seguir más claramente las variaciones de este ecosistema. Una disminución del mismo implica a su vez producción de colorifla "a" y oxígeno disuelto (es decir, un aumento en la Productividad Primaria).-

Por las características de su variación en función del tiempo, vemos que responde bien al ciclo planctónico. Sin embargo, un brusco incremento del mismo en una época lla

memos "insólita" para la aparición de este nutriente, como es el verano, nos hace pensar en la existencia de una fuente externa, probablemente de materia orgánica. Esta, a expensas del oxígeno disuelto se degradaría en nutrientes minerales, principalmente del ciclo del nitrógeno. Un estudio profundo de este elemento deberá hacerse para poder determinar fehacientemente el origen del nitrato en esta época del año.-

- Fosfato: Es rápidamente regenerado a partir de la materia orgánica que lo contiene y no parece ser limitante de la Producción Primaria dadas las altas concentraciones que mantiene durante casi todo el año. No muestra tampoco un excesivo incremento en su concentración cuando lo hace el nitrato y esto puede ser debido a la labilidad de los compuestos del fósforo con respecto al nitrógeno.-

- Clorofila: Este es un parámetro que se debe relacionar constantemente con los datos de nitratos y da una idea directa sobre la Productividad de esta zona. El "bloom" de primavera se presenta hacia septiembre de 1975 y consume prácticamente los nitratos presentes; pero otra explosión tiene lugar a principios de marzo con similar duración.-

TABLA N° 1

Datos de medias mensuales (valores semanales) de los parámetros en estudio.-

Fecha	Prof. (m)	Temp. (°C)	Oxígeno		Clorofila "a" (mgr/m3)	Nitratos (ugr-atNNO ₃ /lt)	Nitritos (ugr-atNNO ₂ /lt)	Fosfatos (ugr-atPPO ₄ /lt)
			(ml/lt)	%sat.				
7-75	0	9.7	6.02	6.50	0.650	5.00	0.29	1.60
	5		6.35		0.064	5.28	0.23	1.85
	10		6.23		0.301	5.11	0.22	1.88
8-75	0	10.0	6.99	6.40	0.770	5.16	0.28	1.99
	5		6.81		0.631	5.48	0.27	1.97
	10		7.04		0.587	4.78	0.36	1.71
9-75	0	10.4	6.40	6.35	1.616	2.60	0.19	1.18
	5		5.76		1.735	2.53	0.22	1.23
	10		5.93		2.680	2.00	0.26	1.25
10-75	0	11.8	5.57	6.30	0.510	1.03	0.09	1.06
	5		5.90		0.597	0.47	0.10	1.08
	10		5.86		0.537	0.41	0.08	1.02
11-75	0	13.2	5.61	6.00	0.347	0.73	0.01	0.88
	5		6.13		0.527	0.80	0.06	1.07
	10		5.97		---	0.65	0.03	0.37

TABLA N° 1 (Continuación)

Datos de medias mensuales (valores semanales) de los parámetros en estudio.-

Fecha	Prof. (m)	Temp. (°C)	Oxígeno		Clorofila "a" (mgr/m3)	Nitratos (Ugr-atNNO ₃ /lt)	Nitritos (ugr-atNNO ₂ /lt)	Fosfatos (ugr-atPPO ₄ /lt)
			(ml/lt)	%sat.				
12-75	0	16.0	6.15		0.001	0.38	0.04	2.68
	5		6.22	5.65	0.024	0.32	0.12	1.03
	10		6.07		0.027	0.16	0.09	1.23
1-76	0	16.0	5.73		0.590	1.34	0.12	1.29
	5		5.83	5.65	0.365	1.85	0.13	0.74
	10		5.97		0.845	0.98	0.10	1.02
2-76	0	17.2	6.27		0.453	0.50	0.06	1.43
	5		4.56	5.50	0.788	0.52	0.06	1.31
	10		4.47		0.772	0.25	0.13	1.50
3-76	0	16.0	5.59		0.649	0.41	0.09	0.71
	5		5.49	5.65	0.469	0.46	0.11	0.90
	10		5.29		0.813	0.18	0.07	0.79
4-76	0	14.5	6.15		1.851	0.40	0.10	0.77
	5		5.92	5.80	2.032	0.27	0.15	1.10
	10		5.95		1.585	0.41	0.11	1.19

TABLA N° 1 (Continuac.)

Datos de medias mensuales (valores semanales) de los parámetros en estudio.-

Fecha	Prof. (m)	Temp. (°C)	Oxígeno		Clorofila _a (mgr/m ³)	Nitratos (ugr-atNNO ₃ /lt)	Nitritos (ugr-atNNO ₂ /lt)	Fosfatos (ugr-atPPO ₄ /lt)
			(ml/lt)	%sat.				
5-76	0	13.8	4.73	5.90	1.306	1.68	0.28	0.90
	5		4.88		1.146	1.11	0.31	1.02
	10		4.07		1.062	1.51	0.30	0.79
6-76	0	11.9	3.91	6.15	0.599	5.71	0.13	1.31
	5		3.29		0.568	4.21	0.12	1.15
	10		3.72		0.568	4.50	0.11	1.23
7-76	0	10.4	4.47	6.35	0.600	4.63	0.25	1.15
	5		3.43		0.640	5.22	0.31	1.21
	10		4.57		0.500	4.96	0.21	1.16
8-76	0	9.8	2.36	6.45	0.460	5.32	0.43	1.30
	5		3.68		0.420	5.44	0.35	1.19
	10		2.12		0.520	5.10	0.36	1.26
9-76	0	10.7	3.91	6.30	---	---	0.41	1.22
	5		3.67		---	---	0.37	1.01
	10		3.20		---	---	0.36	1.08

TABLA N° 1 (Cont.)

Datos de medias mensuales (valores semanales) de los parámetros en estudio.-

Fecha	Prof. (m)	Temp. (°C)	Oxígeno		Clorofila "a" (mgr/m ³)	Nitratos (ugr-atNNO ₃ /lt)	Nitritos (ugr-atNNO ₂ /lt)	Fosfatos (ugr-atPPO ₄ /lt)
			(ml/lt)	%sat.				
3-77	0	16.7	2.97		---	0.28	0.11	0.63
	5		3.09	5.60	---	0.35	0.13	0.64
	10		2.71		---	0.28	0.13	1.12
4-77	0	14.9	2.44		---	2.52	0.24	0.80
	5		2.10	5.80	---	2.55	0.19	0.59
	10		2.23		---	1.87	0.21	0.87
5-77	0	13.7	2.05		---	8.42	0.63	1.23
	5		5.95		---	8.03	0.65	1.28
	10		2.85		---	8.83	0.54	1.36
6-77	0	11.1	2.82		---	10.43	0.42	1.43
	5		2.88	6.25	---	9.67	0.45	1.62
	10		3.28		---	10.22	0.48	1.53
7-77	0	9.8	3.18		---	9.25	0.42	1.56
	5		2.68	6.45	---	8.60	0.50	2.14
	10		2.59		---	8.80	0.61	2.00

TABLA N° 1 (Cont.)

Datos de medias mensuales (valores semanales) de los parámetros en estudio.-

Fecha	Prof. (m)	Temp. (°C)	Oxígeno		Clorofila "a" (mgr/m ³)	Nitratos (ugr-atNNO ₃ /lt)	Nitritos (ugr-atNNO ₂ /lt)	Fosfatos (ugr-atPPO ₄ /lt)
			(ml/lt)	%sat.				
8-77	0	9.9	3.27		---	10.62	0.37	1.42
	5		2.99	6.45	---	7.54	0.47	1.65
	10		3.10		---	9.95	0.47	1.70
9-77	0	10.4	2.58		---	4.05	0.80	0.82
	5		2.74	6.35	---	3.47	0.64	0.47
	10		2.85		---	3.98	0.76	0.67



AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al personal del Laboratorio de Química del Centro Nacional Patagónico por sus sugerencias y ayuda en la recolección y análisis de las muestras.-

Nuestro agradecimiento también a la Srta. Graciela FORMELLA por dactilografiar el manuscrito y a la Sra. María Ema IVANISSEVICH por la realización de los gráficos.-

BIBLIOGRAFIA

DUGDALE, R.C. (1967). Nutrient limitation in the sea;

dynamics, identification and significance.

Limnol.Oceanogr. 12: 685- 695.-

EPPLEY, R.W. y THOMAS, W.H. (1969). Comparision of

half-saturation constants for growth and

nitrate uptake of marine phytoplankton. Journ.

Phycol. 5: 375-379.-

FOGG, G.E. (1975). Primary Productivity, en Chemical

Oceanography. Vol.II. Riley J.P. & Skirrow G.

ed. Academic Press.London. pp.:498-556.-

FRAGA, F. (1967). El agua marina, en Ecología Marina ed.Fun-

dación Lasalle. pp.:67-99.-

GOLDBERG, E.D., WALKER, T.J. y WHISENAND, A. (1951). Phosphate

utilization by diatoms. Biol.Bull. 101:274-284.

KESTER, D.R. (1975). Dissolved Gases other than CO₂; en

Chemical Oceanography. Vol. I. Riley J.P. &

Shirrow G. ed. Academic Press.London pp.:

498-556.-

KETCHUM, B.H. (1939). The absorption of phosphate and nitrate by illuminated cultures of Nitzschia closterium. Amer. J. Bot. 26: 399-407.-

LANFREDI, N.W. (1974). Corrientes Superficiales en aguas costeras del Golfo Nuevo. Informe Centro Nacional Patagónico, Pto. Madryn, Chubut, Argentina.-

MARGALEF, R. y VIVES F. (1967). La vida suspendida en las aguas; en Ecología Marina. ed. Fundación Lasalle pp.: 493-562.-

RAMADE F. (1974). Pollution des eaux continentales et océaniques; en Eléments d'écologie appliquée. Ediscience. Mc Graw-Hill. pp.: 299-362.-

REDFIELD, A.C. (1942). Pap. Phys. Oceanogr. N° 9, 22 pp.-

RIVERO, M. y BARROS, V. (1977). Estadística de la red micrometeorológica de Pto. Madryn y aplicaciones a modelos de difusión. Informe Centro Nacional Patagónico, Pto. Madryn, Chubut, Argentina.-

SPENCER, C.P. (1975). The micronutrient elements, en Chemical Oceanography. Vol. II. Riley J.P. & Shirrow G. ed. Academic Press. London. pp.: 245-300.-

STRICKLAND, J.D.H. y PARSONS, T.R. (1968). A practical Handbook of seawater Analysis. Fish. Res. Bd. of Canada. Bull. N° 125.-

THOMAS, W.H. y DODSON, A.N. (1968). Effects of Phosphate concentration on cell division rates and yield of a tropical oceanic diatom. The Biological Bulletin, 134 (1): 199-208.-

THOMAS, W.H. (1969). On nitrogen deficiency in tropical oceanic phytoplankton: Photosynthetic parameters in rich and poor water. (Submitted to Limnology and Oceanography).-

UNESCO (1973). International Oceanographic Tables. Vol. 2. Nat. Institute of Oceanography, Wormley, Surrey, England.-

PUBLICACIONES DEL CENTRO NACIONAL PATAGONICO

<u>Den.</u> <u>Ant.</u>	<u>Título</u>	<u>Cont.Nº</u>
1. 1.1.	Corrientes Superficiales en aguas costeras del Golfo Nuevo Néstor W. Lanfredi - 1974 -	1
1.10.1.	Estado Actual de las poblaciones de vieiras "Chlamys Tehuelches" en las costas norte y sur del Golfo San José, Provincia del Chubut.- Santiago Olivier, José M.Orensanz , Ricardo Capitoli y Luis Quesada Allue - 1974 -	2
1. 5.1.	Aspectos de la climatología de la difusión atmosférica de la zona de Puerto Madryn (Pcia.del Chubut).- Nicolas Mazzeo, José Aiello y Daniel Barrera - 1974 -	3
DA. 1.	Boletín hidrometeorológico de la Pcia. del Chubut. 1º se- mestre 1974.-	4
DA. 2.	Boletín hidrometeorológico de la Pcia. del Chubut. 2º se- mestre 1974.-	5
1. 5.2.	Concentraciones máximas probables de contaminantes a produ- cir por la fábrica de aluminio de Puerto Madryn.- Vicente Barros - 1975 -	6
1. 5.3.	Las calmas nocturnas durante la primavera de 1974 en Puerto Madryn.- Vicente Barros y M.M. Rivero - 1975 -	7
1. 5.4.	Aspectos estadísticos de la brisa de mar en Puerto Madryn durante el verano 1974-1975.- M.Rivero y V.Barros - 1975 -	8
1. 7.1.	Informe técnico del Programa Balance superficial de aguas en la Pcia. del Chubut. Beatriz Scian y Héctor Mattio - 1975 -	9
1. 4.1.	Dinámica de la Población "Otaria Flavellescens" en el área Península de Valdés.- Isafas Ximenes - 1975 -	10



CENPAT

BIBLIOTECA

CENTRO NACIONAL PATAGÓNICO

Den.
Ant.

Título

Cont.Nº

1. 4.2.	Censo de elefantes marinos en el Territorio Continental Argentino. José A. Scolaro - 1975 -	11
1. 3.1.	Relevamiento de los Bosques de Macrocytis Pyrifera y Normas para su explotación.- Hugo L. Barrales - 1975 -	12
1.10.2.	Análisis de los Resultados de la Primera Campaña Oceanográfica en el Golfo San José.- Mariano Pizarro - 1975 -	13
DI. 1.	Nociones de meteorología.- Beatriz Scian y Héctor F. Mattio - 1975 -	14
DI. 3.	Boletín hidrometeorológico de la Pcia. del Chubut. 1º semestre 1975.-	15
	Evolución anual de las características oceanográficas del Golfo Nuevo.- Barros, V. y Krepper, C. -1976 -	16

