

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**



000300



**“DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO  
EN AGUA DE MAR”**

**INFORME**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTADO POR**

**BELTRÁN BALAREZO LUIS MANUEL**

**ASESOR**

**ING° CARLOS ANCIETA DEXTRE**

**CALLAO – PERU**

**2003**

INTRODUCCION	01
TEMA DE LA EMPRESA	02
OBJETIVO	17
5.1 OBJETIVO GENERAL	17
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
ASIGNEN	18
FUNDAMENTO TEORICO	19
5.1 ESTADO NATURAL	19
5.2 PROPIEDADES FISICAS	19
5.3 PROPIEDADES QUIMICAS	20
5.4 IMPORTANCIA DEL OXIGENO PARA LA VIDA	21
5.5 OTROS METODOS	21
5.6 USO DEL OXIGENO	22

El presente Informe fue Expuesto ante el **JURADO DE EXPOSICION Y CALIFICACION** de la Facultad de Ingenieria Quimica conformada por los siguientes Profesores Ordinarios :

- |                            |    |
|----------------------------|----|
| 6.1 PARTE EXPERIMENTAL     | 23 |
| 6.1.1 PRINCIPIO DEL METODO | 23 |
| 6.1.2 MATERIAL Y EQUIPOS   | 24 |
| 6.1.3 REACTIVOS            | 27 |
| 6.1.4 PROCEDIMIENTO        | 27 |
| 6.1.5 RESULTADOS           | 28 |
| 6.1.6 CONCLUSIONES         | 29 |
| 6.1.7 ANEXOS               | 41 |
| 6.1.8 RECOMENDACIONES      | 42 |
| 6.1.9 BIBLIOGRAFIA         | 42 |
| 6.1.10 ANEXOS              | 43 |
- 
- |                                |   |            |
|--------------------------------|---|------------|
| ING° RICARDO RODRIGUEZ VILCHEZ | : | PRESIDENTE |
| ING° JUAN MEDINA COLLANA       | : | SECRETARIO |
| ING° ISABEL GALLO REJAS        | : | VOCAL      |
| ING° CARLOS ANCIETA DEXTRE     | : | ASESOR     |

Según figura en el Folio N° 146 asentado en el Acta N° 142 del Libro de Actas de fecha **CUATRO DE ABRIL DE 2003**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la modalidad de **Titulación con Informe**, de conformidad con lo establecido por el **Reglamento de Grados y Títulos**, aprobado con Resolución N° 047-92-CU de fecha 18 de Junio de 1992 y Resolución de Decano N° 171-92-DFAIQ de fecha 24 de Julio de 1992.

RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	43

# INDICE

	Pag
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>II RESEÑA DE LA EMPRESA</b>	02
<b>III OBJETIVO</b>	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
<b>IV RESUMEN</b>	18
<b>V FUNDAMENTO TEORICO</b>	19
5.1 ESTADO NATURAL	19
5.2 PROPIEDADES FÍSICAS	19
5.3 PROPIEDADES QUÍMICAS	20
5.4 IMPORTANCIA DEL OXIGENO PARA LA VIDA	21
5.5 OTROS METODOS	21
5.6 USO DEL OXIGENO	22
<b>VI ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	23
6.1 PARTE EXPERIMENTAL	23
6.1.1 PRINCIPIO DEL METODO	23
6.1.2 FUNDAMENTO DEL METODO	24
6.1.3 MATERIAL Y EQUIPOS	27
6.1.4 TOMA DE MUESTRA Y ALMACENAMIENTO	27
6.1.5 REACTIVOS	28
6.1.6 PROCEDIMIENTO	29
6.2 OTRAS ACTIVIDADES	41
6.3 APORTE REALIZADO EN BENEFICIO DE LA EMPRESA	42
6.3.1 DETERMINACION DE FOSFATO INORGÁNICO	42
6.3.2 DETERMINACION DE SILICATOS	50
<b>VII EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS</b>	65
<b>VIII CONCLUSIONES</b>	67
<b>IX RECOMENDACIONES</b>	68
<b>X BIBLIOGRAFÍA</b>	69
<b>ANEXOS</b>	70

## I INTRODUCCION

El área del Callao se encuentra localizada a los 12°S. Es considerado como uno de los puertos pesqueros más importante del litoral peruano, con características oceanográficas y geográficas muy particulares. Está dividida en dos bahías: al norte la bahía del Callao (12°00' y 12°03'S) con las playas de Cantolao y Chucuito y al sur la bahía de Miraflores (12°04' y 12°07' S), con las playas Carpayo, Los Cocos, Mar Brava y La Arenilla. Ambas bahías, caracterizada por la poca profundidad (entre 3 y 11 m de fondo)

A pesar de la gran importancia pesquera, el Puerto del Callao ha sido considerado como una de las áreas más contaminadas (GILLEN 1986), debido a la fuerte actividad antropogénica registrada bajo la forma de descargas de desechos domésticos e industriales que son introducidos en ecosistema marino.

La bahía de Miraflores y en especial las playas, La Arenilla, Los Cocos, Carpayo y Mar Brava presentan la influencia del colector costanero, proveniente del distrito de San Miguel, que afecta con sus descargas de 3.5 m<sup>3</sup>/s, un radio de 2.5 Km de la costa. Este volumen de descarga doméstica e industrial va a contribuir a alteraciones de la calidad del medio marino, es así que se ha registrado en reiteradas oportunidades decoloración del mar con presencia de concentraciones pobres de oxígeno, nutrientes de origen antropogénico, bacterias y compuestos químicos, situación atribuible al proceso de degradación de la materia orgánica transportados por la corriente a la playa impidiendo la auto purificación del agua.

Las concentraciones bajas de oxígeno disuelto en el mar, interrumpen el ciclo normal del azufre produciéndose altos valores de sulfuros de hidrógeno, gas tóxico y dañino, por lo cual se debe informar a los bañistas que acuden a éstas playas, sobre los problemas y peligros a los que están expuestos para que acepten las medidas de seguridad pertinente.

### FUNCIÓNES

- 1) El IMARPE estudia el Fenómeno del Niño desde sus primeras manifestaciones, buscando evidencias tempranas, con el objeto de prevenir al Sector Pesquero y a la ciudadanía en general de su potencial, y de poder de alguna manera limitar las producciones secundarias para atenuar los posibles efectos negativos y aprovechar convenientemente los positivos.
- 2) Evalúa la contaminación del ambiente costero.
- 3) Desarrolla actividades de investigación científica que permitan coleccionar datos mediante cruceros, prospecciones, operaciones Eureka, MOPAS, MOPEN y cualquier otra sobre el mar, construyendo una base de datos múltiples para el monitoreo del ecosistema marino peruano.
- 4) Investiga la condición de los recursos con el propósito de suministrar al Ministerio de Pesquería, sobre las épocas en que deben ser decretadas las veda y las cuotas de extracción.

## II RESEÑA DE LA EMPRESA

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE); es la institución científica que se encarga, por mandato del Estado Peruano, de las investigaciones sobre los recursos vivos del mar y las aguas continentales. Es el organismo público descentralizado del Sector Pesquería, que genera en forma oportuna y fidedigna, la información necesaria para el manejo sostenible de la pesquería nacional y la vigilancia de la calidad del ambiente marino.

### FUNCIONES

- 1) El IMARPE estudia el Fenómeno del Niño desde sus primeras manifestaciones, buscando evidencias tempranas, con el objeto de prevenir al Sector Pesquero y a la colectividad en general de su presencia, y se pueda de alguna manera tomar las precauciones necesarias para atenuar los posibles efectos negativos y aprovechar convenientemente los positivos.
- 2) Estudia la contaminación del ambiente costero.
- 3) Desarrolla actividades de investigación científica que permiten coleccionar datos mediante cruceros, prospecciones, operaciones Eureka, MOPAS, MOPFEN y cualquier otra salida al mar, construyendo una base de datos múltiple para el modelaje del ecosistema marino peruano.
- 4) Investiga la condición de los recursos con el propósito de aconsejar al Ministerio de Pesquería, sobre las épocas en que deben ser decretadas las vedas y las cuotas de extracción.

5) Hace estudios para determinar la calidad, distribución y concentración de los recursos pesqueros, comerciales, potenciales y de oportunidad.

6) El IMARPE, hace experimentos en el campo de la acuicultura a fin de desarrollar técnicas que, permitan proveer de proteína animal fresca y saludable (y sobre todo agradable) a todos los peruanos.

## ESTRUCTURA ORGANICA

### A) ALTA DIRECCIÓN

- Consejo Directivo.
- Director Ejecutivo.

### B) ORGANO CONSULTIVO

- Comité Consultivo

### C) ORGANO DE CONTROL

- Oficina de Control Interno

### D) ORGANOS DE ASESORAMIENTO

- Oficina de Asesoría Jurídica
- Oficina de Planificación

**E) ORGANOS DE APOYO**

- Oficina de Administración
- Oficina de Estadística e Informática
- Oficina de Capacitación y Difusión

**F) ORGANOS DE LINEA**

- Dirección General de Investigaciones de Recursos Hidrobiológicos.
- Dirección General de Investigaciones Oceanográficas.
- Dirección General de Investigaciones en Pesca.

**G) ORGANOS DESCONCENTRADOS**

- Laboratorios Costeros y Continentales

Son funciones de Alta Dirección las siguientes:

1) La Alta Dirección es el nivel máximo de decisión del IMARPE y está constituida por el Consejo Directivo y el Director Ejecutivo.

a) **CONSEJO DIRECTIVO.-** Establece los objetivos y los lineamientos de política científica y tecnológica del IMARPE.

- 1) Aprobar los planes y programas de investigación científica y tecnológica y supervisar su ejecución.
- 2) Aprueba el presupuesto del IMARPE y ejercer la titularidad del pliego presupuestal.
- 3) Revisa y aprueba los estados financieros y memoria anual.
- 4) Aprobar el nombramiento de Directores Generales y jefes de oficina propuestos por el Director Ejecutivo.

b) **DIRECTOR EJECUTIVO**

- 1) Ejerce la representación legal del IMARPE en ausencia del Presidente del Consejo Directivo.
- 2) Ejecuta los acuerdos y decisiones del Consejo Directivo.
- 3) Propone al Consejo Directivo, el nombramiento de Directores Generales y Jefes de Oficina.
- 4) Propone al Consejo Directivo la celebración de convenios y contratos.

- 5) Propone al Consejo Directivo la nominación de los funcionarios y servidores que representen al IMARPE ante organismos nacionales e internacionales.

Son funciones del Comité Consultivo:

- a) Absolver consultas del Consejo Directivo, formulando sus recomendaciones.

- b) Propone a su iniciativa, los planteamientos y recomendaciones para el mejor desenvolvimiento de las actividades del IMARPE.

Funciones del Organo de Control:

**a) DE LA OFICINA DE CONTROL**

- 1) Proponer y ejecutar el Plan Anual de Control Interno, mediante Auditorías y Exámenes Especiales formulados de conformidad con los dispositivos y normas que rigen el Sistema Nacional de Control y elevarlo al Consejo Directivo.
- 2) Asesora al Consejo Directivo en los asuntos relacionados con el Sistema Nacional de Control.
- 3) Controla y verifica la correcta aplicación de las normas técnicas, legales, administrativas, contables y de gestión general.

- 4) Mantiene informado al Consejo Directivo sobre las observaciones, deficiencias e irregularidades que se detecten en el ejercicio de las funciones y en cumplimiento de las actividades del IMARPE, proponiendo las medidas correctivas.

Son funciones del Órgano de Asesoramiento:

**a) LA OFICINA DE ASESORIA JURÍDICA**

- 1) Emite opinión y/o dictamen sobre aspectos técnicos administrativos de carácter legal que sean sometidos a su consideración.
- 2) Propone dispositivos legales, que permitan el perfeccionamiento de la legalización relativa al IMARPE.
- 3) Formula los proyectos de convenios y/o contratos en coordinación con las dependencias respectivas de IMARPE.
- 4) Proyecta los dispositivos legales que le da la Alta Dirección.
- 5) Cumplir con las demás funciones que le designe la Alta Dirección.

**b) LA OFICINA DE PLANIFICACION**

- 1) Asesora a la Alta Dirección en la formulación y orientación de los lineamientos de política y planes de desarrollo institucional, de profundidad con la política y objetivo del sector pesquero.
- 2) Formula en coordinación con los demás órganos de IMARPE, los objetivos y metas de corto, mediano y largo plazo.
- 3) Formula y evalúa el Plan Operativo y el Presupuesto del IMARPE, de acuerdo a los lineamientos del Sistema Nacional de Planificación.
- 4) Informa periódicamente a la Alta Dirección, sobre el cumplimiento de las metas programadas en los Planes Operativos y en los Proyectos de Inversión, tanto en su avance físico como en la ejecución presupuestal.
- 5) Diseña, identifica, analiza, actualiza y armoniza sistemáticamente los documentos técnicos - normativos de gestión institucional, así como de la organización y proponer acciones de racionalización administrativa del IMARPE.
- 6) Asesora a los órganos del IMARPE en el ámbito de ser competencia.
- 7) Cumple con las demás funciones que le asigne la Alta Dirección.

## Funciones de los Organos de Apoyo:

### a) LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN

- 1) Formula y proponer a la Alta Dirección las alternativas de política en materia de normas y medidas administrativas.
- 2) Conduce, coordina, supervisa y controla la administración de personal en concordancia con los dispositivos legales vigentes.
- 3) Mantiene actualizado y valorizado el Inventario Patrimonial de IMARPE.
- 4) Presta servicios de apoyo a la flota del IMARPE, para su operatividad, mantenimiento y reparación de los buques de investigación, así como proveerla de los servicios auxiliares.
- 5) Administra los servicios auxiliares de seguridad, vigilancia y defensa civil.
- 6) Cumple y hace cumplir las disposiciones legales vigentes, relacionadas con el ámbito de su competencia.
- 7) Promueve acciones de bienestar social, en beneficio del personal de IMARPE.
- 8) Cumple con las demás funciones que le asigne la Alta Dirección.

## b) LA OFICINA DE ESTADISTICA E INFORMATICA

- 1) Actualiza y aplica los sistemas estadísticos que generen las actividades pesqueras para la investigación científica y tecnológica.
- 2) Proporciona información estadística a los órganos del IMARPE de acuerdo a sus necesidades.
- 3) Presta servicios de informática a los órganos técnicos - científicos.
- 4) Otras funciones que le asigne el Director Científico.

## c) LA OFICINA DE CAPACITACION Y DIFUSION

- 1) Presta los lineamientos de la política de capacitación científica y tecnológica.
- 2) Mantiene actualizado los diagnósticos y necesidades de capacitación del personal científico y técnico en coordinación con la dependencia del IMARPE.
- 3) Coordina, formula y ejecuta el Plan Institucional de Capacitación del IMARPE.
- 4) Coordina, dirige y difunde las informaciones científicas y tecnológicas del IMARPE.
- 5) Apoya la realización de eventos científicos y tecnológicos.

6) Mantiene informada a la opinión pública a través de los medios de comunicación social, sobre políticas, objetivos, acciones, proyectos y realizaciones del Instituto.

7) Cumple con las demás funciones que le asigne el Director Científico.

Funciones de los Órganos de Línea:

**a) DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS HIDROBIOLOGICOS**

1) Formula y propone a la Alta Dirección los planes de investigación en el ámbito de su competencia de conformidad con el Plan Sectorial de Investigación y Desarrollo.

2) Desarrolla las investigaciones orientadas a cuantificar las existencias y capturas permisibles de los principales recursos en explotación.

3) Realiza investigaciones sobre los recursos hidrobiológicos potenciales, que por su magnitud pueden ser susceptibles de aprovechamiento a nivel comercial.

4) Coordina, programa, ejecuta y evalúa las actividades de investigación en acuicultura, desarrollando métodos de cultivo de especies hidrobiológicas seleccionadas del mar y aguas continentales, así como propiciar la difusión de las técnicas de crianza.

5) Cumplir con las demás funciones que le asigne el Director Científico.

**) DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES OCEANOGRAFICAS**

- 1) Formula y proponer a la Alta Dirección los planes de investigación en el ámbito de su competencia, de conformidad con el Plan Sectorial de Investigación y Desarrollo.
- 2) Coordina, programa, ejecuta y evalúa las investigaciones oceanográficas de conformidad con la política y planes institucionales.
- 3) Investiga los procesos físicos y químicos del mar, del sistema de corrientes, del afloramiento y del Fenómeno El Niño, así como los procesos geológicos, la productividad del mar, la contaminación y su impacto socio - económico.
- 4) Desarrolla las investigaciones electroacústicas a fin de estudiar y conocer las características físicas y químicas de los recursos hidrobiológicos.
- 4) Realiza investigaciones de Biología Básica de peces e invertebrados, del sistema planctónico y del efecto de contaminación de los recursos marinos.
- 5) Mantiene un intercambio permanente de información a nivel nacional, regional e internacional, con instituciones y organismos afines.
- 6) Cumple con las demás funciones que le asigne el Director Científico.

**c) DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES EN PESCA.**

- 1) Formula y proponer a la Alta Dirección los planes de investigación en el ámbito de su competencia, de conformidad con el plan sectorial de investigación y desarrollo.
- 2) Coordina, programa, ejecuta y evalúa las investigaciones tecnológicas de la pesca de conformidad con la política y planes institucionales.
- 3) Realiza investigaciones de detección para la captura y evaluación de los recursos hidrobiológicos.
- 4) Desarrolla las investigaciones electroacústicas a fin de estudiar y conocer las interrelaciones bióticas, que por su magnitud pueden ser susceptibles de aprovechamiento para la pesca comercial y orientar las proporciones acústicas para la evaluación de los recursos hidrobiológicos.
- 5) Realiza estudios de embarcaciones pesqueras, artes y métodos de pesca artesanales e industriales para la pesquería marina, que permitan incrementar la eficiencia de la extracción.
- 6) Recomienda convenios y/o contratos con entidades afines al IMARPE en el ámbito de su competencia.
- 7) Cumple con las demás funciones que le asigne el Director Científico.

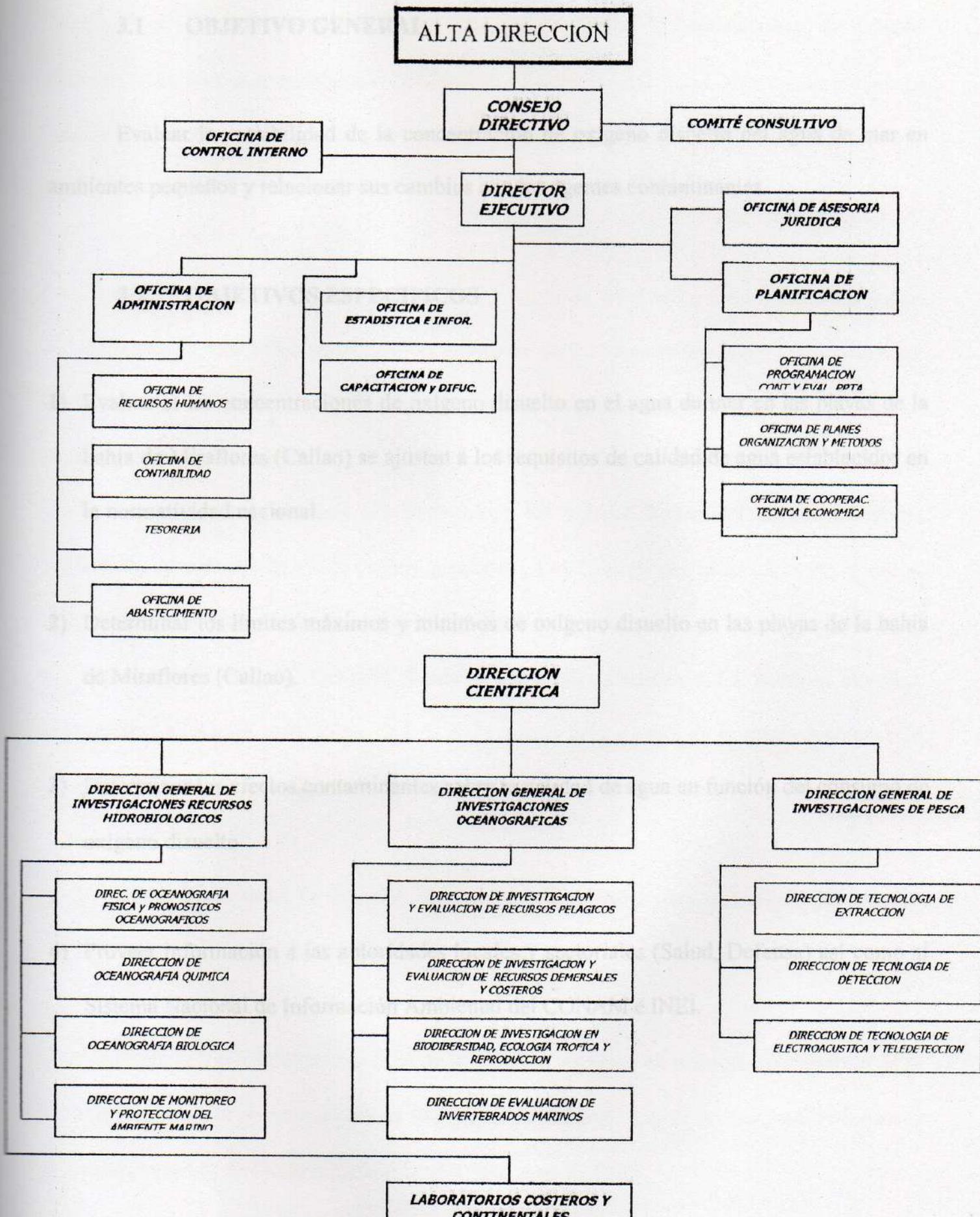
## Funciones de los Órganos Desconcentrados de los Laboratorios Costeros y

### Continetales:

- a) Formula y propone a la Dirección Científica, los planes de investigación y desarrollo en el ámbito de su competencia y jurisdicción de conformidad con el plan sectorial y regional de investigación.
- b) Coordina, programa y ejecuta las investigaciones de los recursos marinos y/o continentales, en concordancia con los lineamientos y planes operativos del IMARPE y de la región respectiva.
- c) Coordina y participa en la ejecución de las investigaciones de recursos pesqueros de distribución nacional.
- d) Estudia las características y alteraciones físicas y químicas del medio ambiente acuático, así como los aspectos biológicos que tienen relación directa o indirecta con la pesquería.
- e) Realiza investigaciones en el campo de la acuicultura marina y continental.
- f) Desarrolla investigaciones tecnológicas relacionadas con la detección y extracción de recursos hidrobiológicos.
- g) Recopila, tabula y procesa información estadística de la actividad pesquera regional.
- h) Organiza y participa en certámenes científicos y tecnológicos relacionados con la problemática pesquera regional

# ORGANIGRAMA N° 1

## ESTRUCTURA DEL INSTITUTO DEL MAR DEL PERU - IMARPE



## OBJETIVO

### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variabilidad de la concentración de oxígeno disuelto del agua de mar en entornos pequeños y relacionar sus cambios con los agentes contaminantes.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar si las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de mar en las playas de la Bahía de Miraflores (Callao) se ajustan a los requisitos de calidad de agua establecidos en la normatividad nacional.

Determinar los límites máximos y mínimos de oxígeno disuelto en las playas de la bahía de Miraflores (Callao).

Determinar los efectos contaminantes sobre la calidad de agua en función del consumo de oxígeno disuelto.

Proveer información a las autoridades locales y sectoriales (Salud, Defensa) así como al Sistema Nacional de Información Ambiental del CONAM e INEI.

#### IV RESUMEN

En el presente trabajo se realiza una evaluación de la concentración de oxígeno disuelto en agua de mar en la Bahía de Miraflores del Puerto del Callao frente a las playas: La Arenilla, Los Cocos, Carpayo y Mar Brava, para conocer el grado de contaminación ocasionados por los vertimientos de afluentes domésticos e industriales.

Los días 12 y 13 de los meses de abril y mayo de 1999 se ha monitoreado las playas del Callao frente a la bahía de Miraflores dentro de las 2 millas de la costa y a profundidades de 0 a 9 m. Obteniéndose en la capa superficial para ambos meses concentraciones de oxígeno bastante homogéneas en el rango de 5,0 a 7,0 ml/L, no presentando contaminación orgánica a este nivel, al decir por encontrarse los valores dentro del rango para zonas recreativas de contacto primario (baños, similares), Ley General de Aguas clave IV, mientras que en el fondo la concentración varía de 1,0 a 6,0 ml/L, donde valores menores de 3,0 ml/L, no aptos para bañista, se localizan frente a las playas Carpayo y La Arenilla en abril, repitiéndose el mismo proceso en Mayo, en la misma área y parte de la franja costera de la playa Mar Brava, las mismas que se fueron desplazando hacia La Punta.

Consecuentemente se describe la metodología estándar para el análisis del oxígeno disuelto en agua de mar y fuentes de contaminación.

El aporte realizado en beneficio de la empresa, consiste en efectuar el desarrollo de la metodología para la determinación de fosfatos y silicatos en el agua de mar, realizados en el laboratorio costero de Oceanografía y Medio Ambiente de Paita.

## FUNDAMENTO TEORICO

### 5.1 ESTADO NATURAL

De todos los elementos existentes sobre la superficie terrestre el oxígeno es el más abundante y el que se encuentra repartido con mayor proporción. Al estado libre forma casi el 21% del aire; combinado con el hidrógeno forma el 89% del agua y el 50% del peso de la corteza terrestre. Combinado con el carbono, hidrógeno y nitrógeno constituye la mayor parte del peso de los cuerpos de plantas y animales.

### 5.2 PROPIEDADES FISICAS

El oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido, ligeramente más denso que el aire, un litro de oxígeno a 0°C y 1 atm. pesa 1,429 g. Un volumen correspondiente de aire pesa 1,292 g. Aunque su solubilidad en agua es muy limitada (30 ml de gas en un litro de agua a 20°C), sin embargo, es muy importante para la vida de los organismos marinos. Al estado líquido el oxígeno es incoloro; a la presión atmosférica hierve a - 218.4°C. La molécula de oxígeno es biatómica (O<sub>2</sub>) y paramagnética, es decir, es atraída por un campo magnético, especialmente si se encuentra en estado líquido o sólido.

En las aguas superficiales en contacto con la atmósfera, la cantidad de oxígeno disuelto tiende, como es natural a estar en equilibrio con el atmosférico.

La cantidad de oxígeno disuelto superficial en el agua de mar oscila entre 1,0 a 8,5 ml/L, si bien esa cantidad máxima puede ser sobrepasada en ocasiones, llevándose a un

estado de sobresaturación en zonas de muy baja temperatura o en zonas donde haya una intensa actividad fotosintética.

Los factores que regulan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de mar son:

- a) Temperatura y salinidad
- b) Actividad biológica.
- c) Procesos de mezcla debido a los movimientos del agua de mar

Verticalmente el contenido máximo de oxígeno se encuentra en las capas superiores y ello tiende a decrecer conforme aumenta la profundidad (mayor presión) y disminuye la temperatura, aunque pueden existir debajo de una capa mínima de oxígeno, aguas ricas en contenido de oxígeno disuelto.

### 5.3 PROPIEDADES QUIMICAS

El oxígeno es un elemento de gran actividad química que indirecta o directamente se combina con todos los otros elementos a excepción de los gases inertes. El producto de la combinación de oxígeno con un elemento se llama óxido.

El proceso de combinación con el oxígeno es llamado oxidación, término que más adelante se usará con un significado mucho más amplio. La actividad química del oxígeno es mucho mayor a alta temperatura, cuando está puro y en presencia de un catalizador. Todos los metales, incluyendo el mercurio, se combina directamente con el oxígeno y forma óxidos, a temperatura ordinaria la reacción es lenta en la mayoría de los casos.

Así mismo muchos de los elementos no metálicos se combinan directamente con el oxígeno y forman anhídridos. Los halógenos (Flúor, Cloro, Bromo e Iodo) no se combinan directamente con el oxígeno, sin embargo, se conocen los ácidos que forman.

#### 5.4 IMPORTANCIA DEL OXIGENO PARA LA VIDA

La energía que requiere el cuerpo humano para mantener su temperatura y su actividad molecular se deriva de la lenta oxidación de las sustancias que contiene. En los pulmones el oxígeno se combina con la hemoglobina y produce la oxihemoglobina. En esta forma se incorpora al torrente sanguíneo, que lo transporta a los diversos tejidos del cuerpo, donde se consume al reaccionar con los materiales oxidables que encuentra produciendo principalmente bióxido de carbono y agua. Las reacciones que se efectúan en el organismo con intervención del oxígeno son en realidad oxidaciones lentas, catalizadas por un grupo de sustancias llamadas enzimas.

#### 5.5 OTROS METODOS

Existen diversas técnicas de determinación de oxígeno disuelto, entre ellos volumétricos (Winkler, 1966), gasométricos (Wheatland & Smith, 1955; Scholander et al., 1955), espectrofométricos (Loomis, 1954; Broenkow & Cline, 1969; Deurol et al., 1974), de cromatografía de gases (Swenneston et al., 1962, 1964; Weiss & Craig, 1973) y electroquímicos (amperimétricos como los de Carritt & Kanwisher, 1959 y Grasshoff, 1962, 1963). De todas estas técnicas, solo las electrométricas y volumétricas se emplean en forma general.

## 5.6 USO DEL OXIGENO

Los animales utilizan el oxígeno en el proceso metabólico llamado respiración, este elemento es tan indispensable al organismo que el ser humano solo puede subsistir breves minutos sin él.

El oxígeno es esencial para la combustión destinada a producir calor, para la descomposición de los materiales orgánicos y para ciertos procesos metalúrgicos, grandes cantidades de oxígeno se consumen en los sopletes oxhídricos y de acetileno, para el corte y soldadura de los metales.

La cantidad de oxígeno disuelto en un litro de agua de mar varía desde cero a 0,90 mg-atomo de oxígeno aproximadamente (10 ml de oxígeno medido a TNP.)

En zonas relativamente cercanas a la superficie del mar, de elevada actividad fotosintética del fitoplancton, puede elevarse los valores del oxígeno.

El método más común para la determinación del oxígeno disuelto es el de Winkler, el cual ha sido revisado por CARRITT y CARPENTER.

## VI ACTIVIDADES REALIZADAS

### 6.1 PARTE EXPERIMENTAL

#### 6.1.1 PRINCIPIO DEL METODO

La determinación del oxígeno disuelto en el agua de mar es importante en los estudios de la oxidación de la descomposición de la materia orgánica, en la estimación de la productividad del océano desde la medida de oxígeno consumido (en respiración) o producido (en fotosíntesis); para establecer la relación entre el contenido de nutrientes y la depleción del oxígeno.

La cantidad de oxígeno disuelto en un litro de agua de mar varía desde cero a 0,90 mg - átomo de oxígeno aproximadamente (10 ml de oxígeno medido a TNP.)

En zonas relativamente cercanas a la superficie del mar, de elevada actividad fotosintética del fitoplancton puede levantar los valores del oxígeno.

El método más común para la determinación del oxígeno disuelto es el de Winkler, el cual ha sido revisado por CARRITT y CARPENTER.



La muestra es acidificada con ácido sulfúrico llevándola a un pH menor que 2,5, pero mayor que 1. La acidificación disuelve el precipitado, liberando los iones manganeso (III).

### 6.1.2 FUNDAMENTO DEL METODO

El Método de Winkler consiste en tres pasos casi independientes:

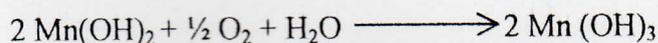
- 1° Toma de muestra
- 2° Tratamiento y
- 3° Valoración de ellas.

Cada uno de los pasos mencionados incluye varias operaciones y reacciones químicas. La esencia del método es convertir al oxígeno disuelto en la muestra de agua de mar en el equivalente químico de yodo susceptible de ser valorado cuantitativamente.

Para obtener esta conversión, primeramente el oxígeno disuelto en un volumen conocido del agua muestreada es fijado enlazándolo químicamente a un precipitado blanco gelatinoso de hidróxido de manganeso (II), este precipitado ha sido formado tras tratar la muestra añadiendo una solución concentrada de cloruro de manganeso y una solución concentrada de hidróxido de sodio y yoduro de sodio.



El oxígeno disuelto reacciona con el hidróxido de manganeso (II) oxidándolo a manganeso (III), en una reacción heterogénea que produce un precipitado de color café.



La muestra es acidificada con ácido sulfúrico llevándola a un pH menor que 2,5, pero mayor que 1. La acidificación disuelve al precipitado, liberando los iones manganeso (III),

que en medio ácido son agentes oxidantes fuertes y reaccionan con el yoduro previamente añadido, oxidándolo a yodo, el cual a su vez forma un complejo triyodado en presencia del exceso de yoduro.



En esta etapa, el yodo formado es equivalente al oxígeno de la muestra, el cual es determinado por titulación con una solución valorada de tiosulfato. Aquí el yodo es reducido a yoduro y el tiosulfato es oxidado a tetratiónato.



El punto final de la titulación es indicado por detección potenciométrica. Asimismo el almidón es un indicador visual satisfactorio para las titulaciones de rutina.

## INTERFERENTES

El método de WINKLER sólo debe ser empleado para la determinación de oxígeno en aguas relativamente puras. El no considerar la presencia de sustancias interferentes puede ser causa de errores de magnitud en la determinación del oxígeno disuelto. Los interferentes que ocasionan problemas si acaso están presentes en concentraciones excesivas son: materia orgánica, nitrito, sales ferrosas, sulfito, tiosulfato, cloro libre e hipoclorito.

En presencia de materia orgánica en cantidades apreciables (hasta  $1 \text{ g.dm}^{-3}$ ), la acidificación puede realizarse en cuanto al precipitado haya decantado hasta  $1/3$  del frasco de muestra. En caso de grandes cantidades de materia orgánica (hasta unos  $5 \text{ g.dm}^{-3}$ ), se puede efectuar el análisis antes de que el precipitado decante.

La presencia de sulfitos, tiosulfatos, politionatos, cloro libre e hipoclorito, característica de desechos provenientes de plantas de pulpa y papel o de efluentes clorados, obliga a emplear una solución adicional de hipoclorito alcalino.

b) COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA MUESTRA. La muestra debe ser tomada antes que otra muestra del balde o de la botella Niskin, usando tubo de jete, evitando las burbujas de aire. Las botellas deben ser bien enjuagadas por lo menos con un volumen igual a la botella.

Tan rápido como sea posible los reactivos deben ser agregados en el siguiente orden.

1) 1 ml de  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  (i)

2) 1 ml de  $\text{NaOH} \cdot \text{NaI}$  (ii)

### 6.1.3 MATERIAL Y EQUIPOS

Son necesarios:

- Botellas de vidrio color ámbar con tapa esmerilada 100 ml
- Frascos Erlenmeyer 125 ml
- Micro - bureta automática de 10 ml, graduada en unidades de 0,10 ml
- Pipetas volumétricas de 10 ml
- Pipetas automáticas de 1 ml
- Agitador magnético con sus respectivos imanes recubiertos de material plástico.

### 6.1.4 TOMA DE MUESTRA Y ALMACENAMIENTO

- a) **BOTELLAS PARA COLECCIÓN DE MUESTRAS.**- Cuando el contenido entero de la botella se usa para la titulación, la calibración se hace con una exactitud de 0.1 % del volumen de la botella. En este caso la calibración deberá ser hecha por peso.
- b) **COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA MUESTRA.**- La muestra debe ser tomada antes que otras muestras del balde o de la botella Niskin, usando tubo de jebe, evitando las burbujas de aire. Las botellas deben ser bien enjuagadas por lo menos con un volumen igual a la botella.

Tan rápido como sea posible los reactivos deben ser agregados en el siguiente orden:

1) 1 ml de  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  (I)

2) 1 ml de  $\text{NaOH} - \text{NaI}$  (II)

La pipeta automática que contiene cada reactivo debe tocar la superficie de la solución en el cuello de la botella. El reactivo se hundirá rápidamente.

- 3) La botella se agita fuertemente dejando que el precipitado se asiente.
- 4) Cuando ha precipitado totalmente se agrega 1 ml de  $H_2SO_4$  (III), con una pipeta automática y se agita fuertemente hasta que el precipitado se disuelva.

### 6.1.5 REACTIVOS

Son los siguientes:

- a) **CLORURO MANGANOSO.**- Se pesa 600 mg de  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  y se disuelve el agua destilada y se diluye a un litro. Siempre debe probarse si hay presencia de sales férricas; si las hay, será necesaria una purificación por cristalización.
- b) **SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO - YODURO DE SODIO.**- Se pesa 320 g. de NaOH y 600 gramos de NaI se disuelve en agua destilada por separado, luego se mezcla y se diluye a un litro.
- c) **ACIDO SULFÚRICO .-** Se prepara  $H_2SO_4$  10 N (280 ml  $H_2SO_4$  con./L), libre de compuestos de nitrógeno. Estas sustancias pueden estar presentes como impurezas y causar concentraciones demasiado altas para el oxígeno debido a la liberación del yodo por los óxidos de nitrógeno.

d) **SOLUCION INDICADOR DE ALMIDON.**- Se pesa 3,0 g. de almidón soluble y se disuelve en 100 ml de glicerina, luego se calienta a 190°C hasta que la solución llegue a ser transparente. Después se enfría a temperatura del laboratorio.

e) **SOLUCION DE TIOSULFATO DE SODIO.**- Se disuelve 5,0 g. de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  y 0,1 g. de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  en agua destilada, previamente hervida para repeler el  $\text{CO}_2$  y se completa a un litro, se agrega una gota de  $\text{CS}_2$  como preservante.

### 6.1.6 PROCEDIMIENTO

Cuando se usa el total del volumen de la botella como muestra se procede de la siguiente manera:

- a) El contenido de la botella de muestra previamente calibrada, se pasa a un erlenmeyer de 125 ml
- b) Se titula con la solución estándar de tiosulfato de sodio hasta que tome un color amarillo pálido.
- c) Se agrega dos gotas de indicador.
- d) Se continúa la titulación con la solución de tiosulfato de sodio.
- e) Cuando el punto final ha sido logrado, una porción de ésta solución se disuelve dentro de la botella de muestra y nuevamente al erlenmeyer. La solución se titula otra vez hasta que el color desaparezca.

- f) Se anota el volumen gastado de tiosulfato
- g) Se corrige el volumen de ml de solución de tiosulfato de normalidad N gastado en la titulación por sustracción del reactor en blanco.

### DETERMINACION DEL BLANCO

En un erlenmeyer que contiene 50 ml de agua destilada se agrega 1,0 ml  $H_2SO_4$  (III) y 10 ml de solución NaOH NaI (II), se agita y después se agrega 1.0 ml de solución Mn. Si no aparece coloración azul los reactivos están libres de oxidantes. Si aparece este color se titula, si se gasta más de 0.05 ml de la solución de tiosulfato de sodio deberá verificarse cual de los elementos contiene sustancias oxidantes.

### STANDARIZACION

- a) **SOLUCIÓN STANDARD.**- En la preparación de la solución estándar se disuelve en agua destilada 0,3567 g. de  $KIO_3$  recristalizado, se completa a un litro en una fiola graduada y se mezcla fuertemente. La normalidad es exactamente 0,0100 N. La solución es estable indefinidamente.

b) **STANDARIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE TIOSULFATO DE SODIO.**- Con una pipeta volumétrica se toma 10,0 ml  $\text{KIO}_3$  0,01N se vacía en un erlenmeyer, luego se añade 50 ml de agua destilada. Enseguida se le agrega 1,0 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (III) y 1,0 ml de solución  $\text{NaOH} - \text{NaI}$  (II) El yodo liberado es titulado con la solución de tiosulfato de sodio. El factor (f) es calculado de la siguiente manera:

### CALCULOS

**a (ml)** = Consumo de tiosulfato en la titulación de la muestra.

**b (ml)** = Volumen de la botella

$$f = \text{factor de tiosulfato} = \frac{5}{v}$$

Donde :

**v** : Volumen de tiosulfato gastado para 10 ml de solución estándar  $\text{KIO}_3$  0,01N

Luego :

Una botella contiene :

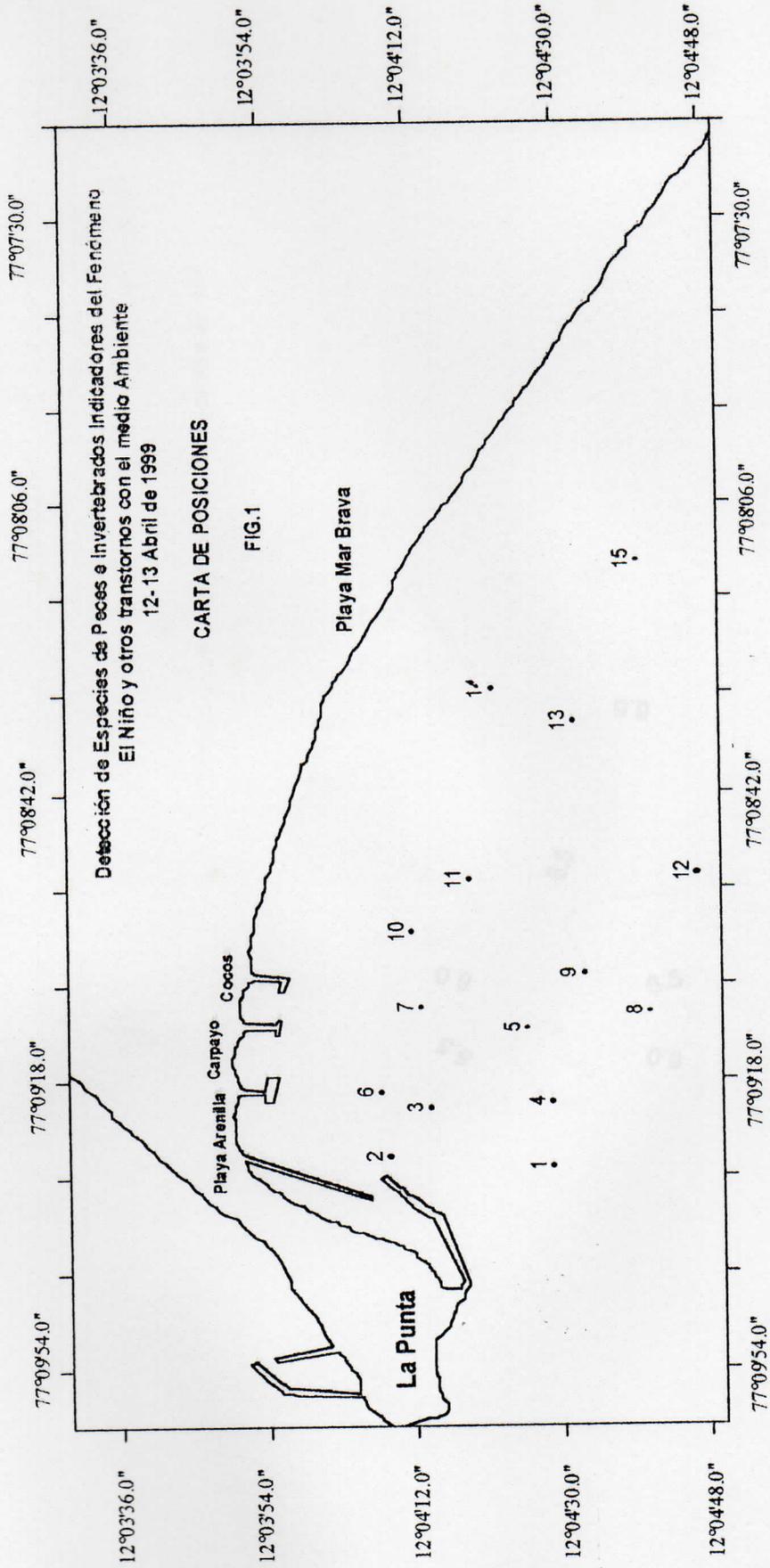
a . f . 8 mg oxígeno

TABLA N° 1

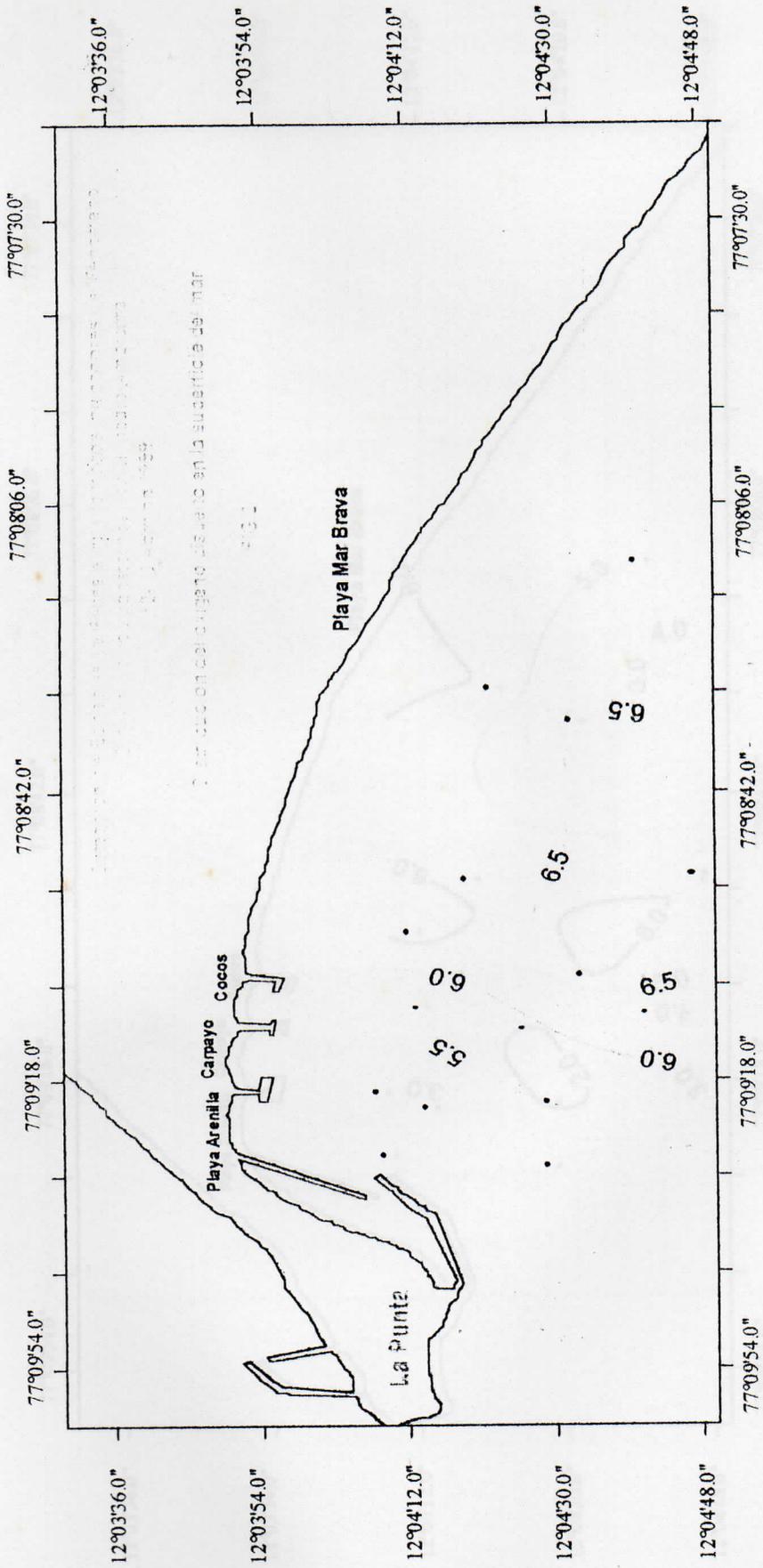
**CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTUO DURANTE LA EVALUACIÓN  
DETECCIÓN DE ESPECIES DE PECES INVERTEBRADOS INDICADORES  
DEL FENÓMENO DEL NIÑO Y OTROS TRANSTORNOS CON EL MEDIO  
AMBIENTE (12 - 13 DE ABRIL DE 1999)**

Est.	Fecha	Hora Lat.	POSICIÓN		Prof. (m)	Oxígeno (ml/L)
			Lat.	Long.		
15	12/04/99	09:50	12°04'28"	77°07'27"	0	6,16
14		10:15	12°04'15"	77°07'42"	4	4,84
					0	6,16
13		10:45	12°04'34"	77°07'53"	9	5,91
					0	6,53
12		11:15	12°04'26"	77°08'14"	9	1,97
					0	6,56
11		11:40	12°04'06"	77°08'05"	9	6,03
					0	6,32
10		12:05	12°04'01"	77°08'23"	7	5,65
					0	6,50
09		12:30	12°04'22"	77°08'29"	7	6,49
					0	6,61
08		12:55	12°04'23"	77°08'25"	8	6,21
					0	6,41
07	10:00	12°04'00"	77°08'34"	8	3,97	
				0	5,52	
06	10:15	12°04'01"	77°08'44"	8	3,32	
				0	5,44	
05	10:50	12°04'22"	77°08'50"	7	3,00	
				0	5,89	
04	11:00	12°04'11"	77°08'57"	7	1,82	
				0	5,52	
03	11:25	12°04'00"	77°08'57"	8	1,78	
				0	5,26	
02	12:10	12°03'56"	77°08'53"	5	3,38	
				0	5,23	
01	12:40	12°04'10"	77°09'04"	5	4,26	
				0	4,98	
				6	3,18	
			77°09'09"			

DIBUJO N° 1



DIBUJO N°2



DIBUJO N° 3

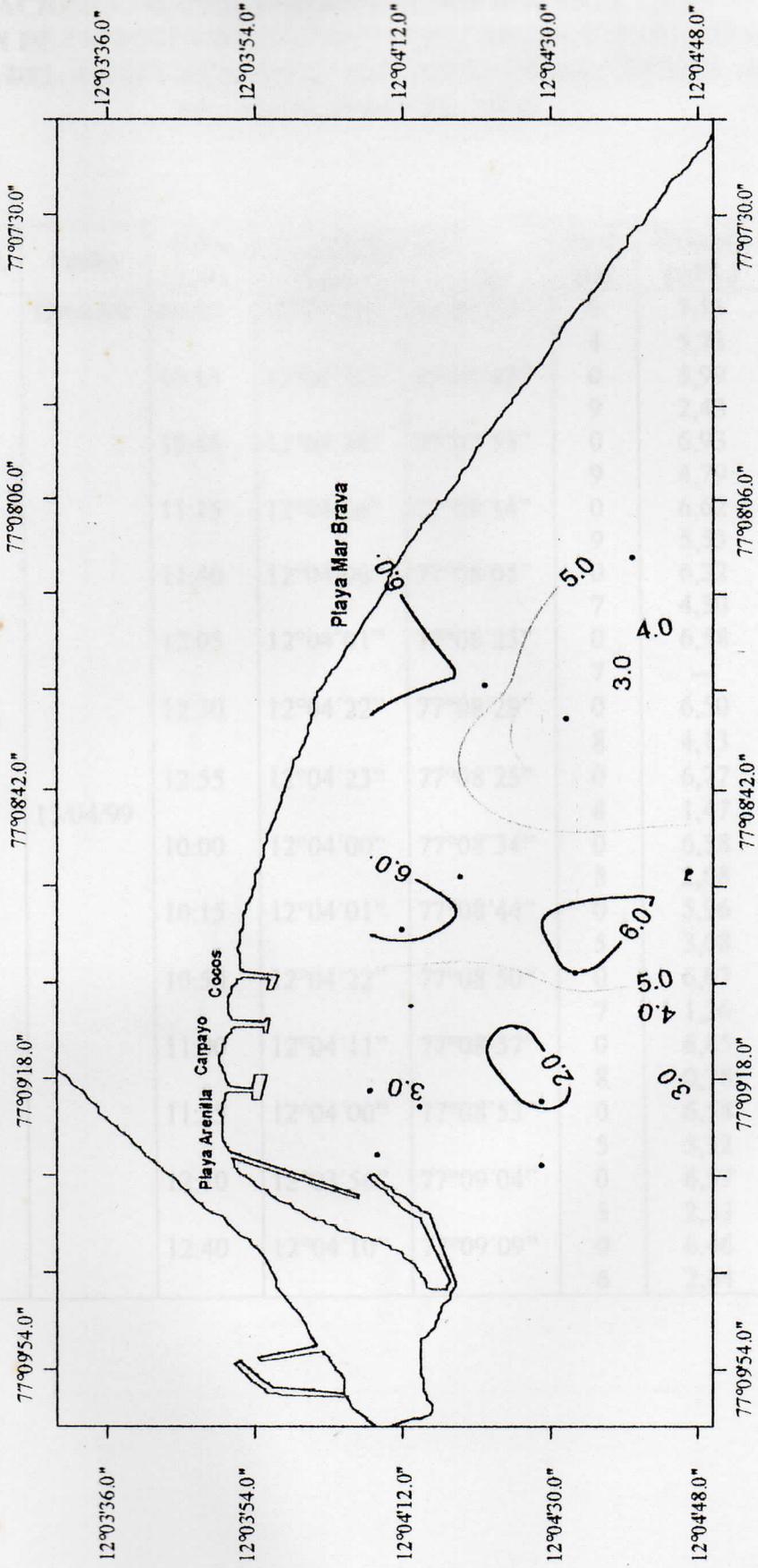
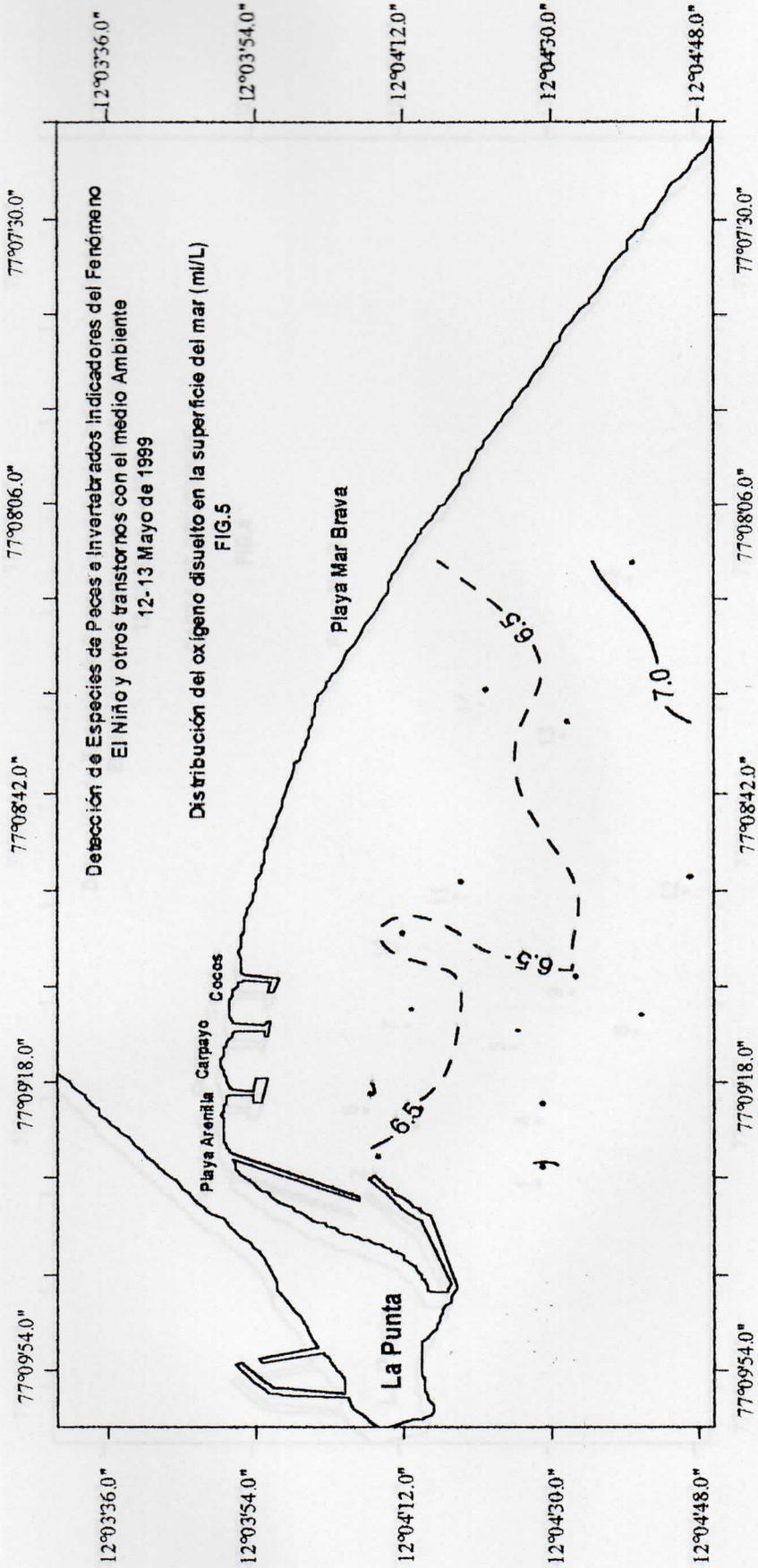


TABLA N° 2

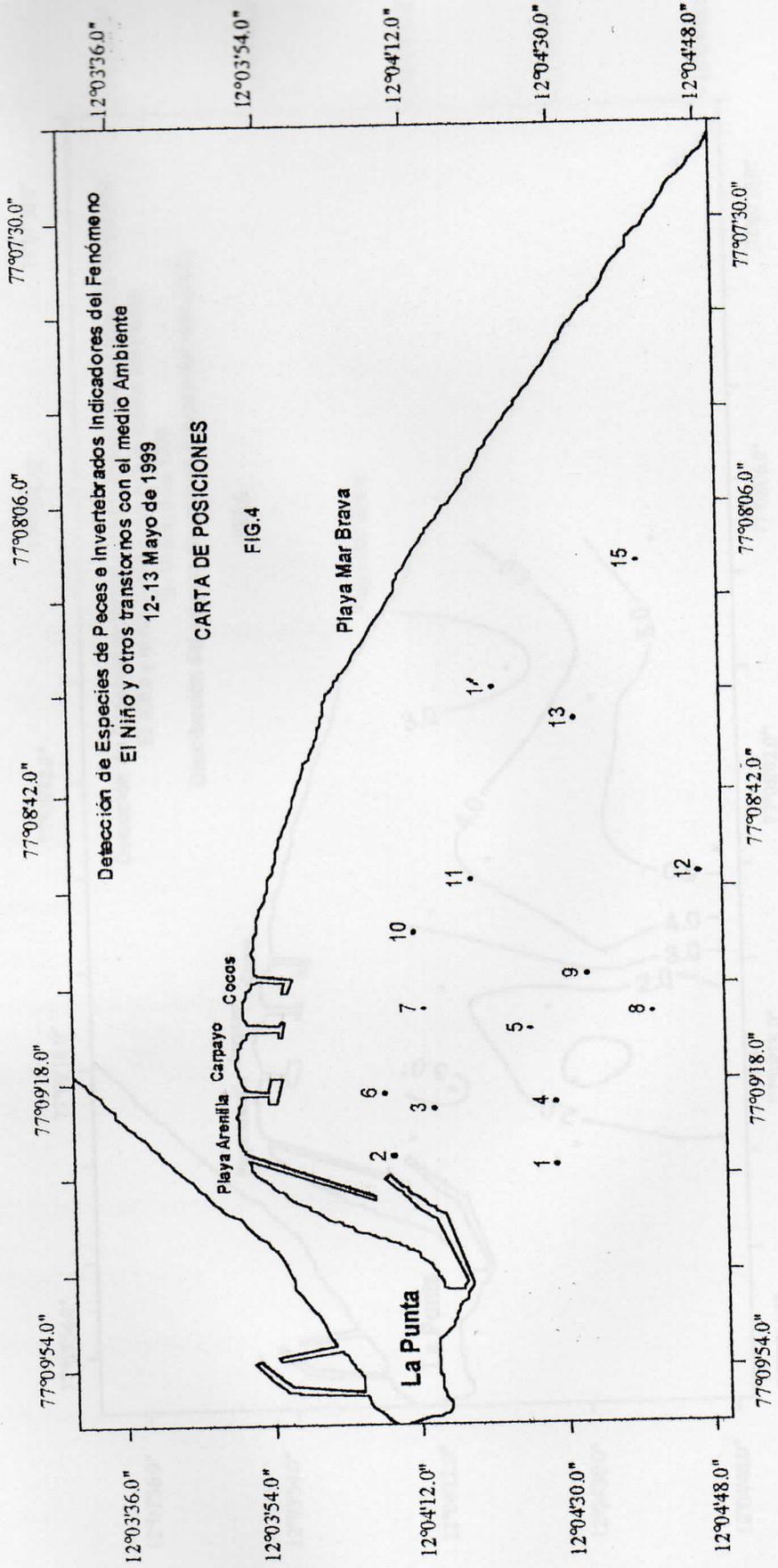
**CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTOS DURANTE LA EVALUACIÓN  
DETECCIÓN DE ESPECIES DE PECES INVERTEBRADOS INDICADORES DEL  
FENÓMENO DEL NIÑO Y OTROS TRANSTORNOS CON EL MEDIO AMBIENTE  
(12 - 13 DE MAYO DE 1999)**

Est.	Fecha	Hora Lat.	POSICIÓN		Prof. (m)	Oxígeno (ml/L)
			Lat.	Long.		
15	12/04/99	09:50	12°04'28"	77°07'27"	0	7,16
					4	5,73
14		10:15	12°04'15"	77°07'42"	0	5,99
					9	2,43
13		10:45	12°04'34"	77°07'53"	0	6,93
					9	4,79
12		11:15	12°04'26"	77°08'14"	0	6,62
					9	5,53
11		11:40	12°04'06"	77°08'05"	0	6,32
					7	4,30
10		12:05	12°04'01"	77°08'23"	0	6,58
					7	---
09		12:30	12°04'22"	77°08'29"	0	6,50
					8	4,13
08		12:55	12°04'23"	77°08'25"	0	6,77
	8				1,47	
07	10:00	12°04'00"	77°08'34"	0	6,38	
				8	2,08	
06	10:15	12°04'01"	77°08'44"	0	5,96	
				5	3,08	
05	10:50	12°04'22"	77°08'50"	0	6,67	
				7	1,26	
04	11:00	12°04'11"	77°08'57"	0	6,85	
				8	0,78	
03	11:25	12°04'00"	77°08'53"	0	6,58	
				5	3,32	
02	12:10	12°03'56"	77°09'04"	0	6,57	
				5	2,33	
01	12:40	12°04'10"	77°09'09"	0	6,46	
				6	2,64	

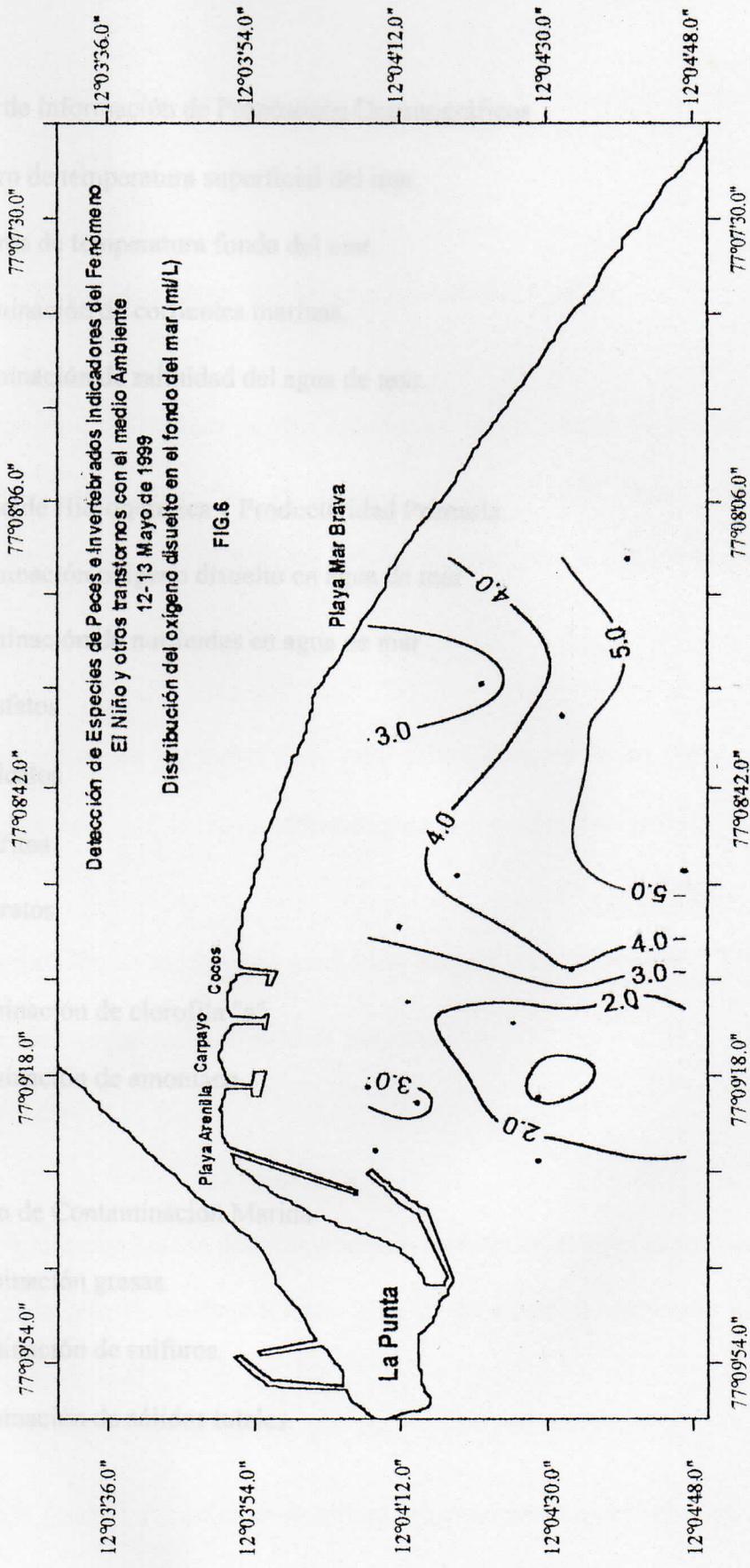
DIBUJO N° 4



### DIBUJO N° 5



DIBUJO N° 6



## 6.2 OTRAS ACTIVIDADES

### a) Dirección de Información de Pronósticos Oceanográficos

- . Registro de temperatura superficial del mar.
- . Registros de temperatura fondo del mar.
- . Determinación de corrientes marinas.
- . Determinación de salinidad del agua de mar.

### b) Laboratorio de Hidroquímica y Productividad Primaria.

- . Determinación oxígeno disuelto en agua de mar
- . Determinación de nutrientes en agua de mar
  - Fosfatos
  - Silicatos
  - Nitritos
  - Nitratos
- . Determinación de clorofila "a"
- . Determinación de amoníaco

### c) Laboratorio de Contaminación Marina

- . Determinación grasas.
- . Determinación de sulfuros.
- . Determinación de sólidos totales.

### 6.3 APORTE REALIZADO EN BENEFICIO DE LA EMPRESA

Desarrollo de Metodología para determinar fosfatos y silicatos en el agua de mar en el Laboratorio Costero Paita.

#### 6.3.1 DETERMINACION DE FOSFATO INORGANICO

Los compuestos del fósforo pueden hallarse en varias formas, ya sea en solución como materia orgánica, como partículas de materia o en solución como iones inorgánicos (ortofosfatos), siendo estos últimos valiosos como nutrientes para el crecimiento de las plantas y animales.

La utilización de los nutrientes tiene lugar principalmente en las capas superficiales del mar, en las cuales la cantidad de luz es adecuada para la actividad fotosintética.

La concentración de los fosfatos en el agua de mar varía entre 0,00 – 3,50 ug - at  $PO_4$  - P/L. Ocasionalmente puede hallarse valores mayores que 3,50 ug - at  $PO_4$  - P/L en algunas profundidades del mar.

Todos los métodos para la determinación de fosfatos en el agua de mar dependerán de la formación del complejo de fosfomolibdato y de la subsiguiente reducción a un compuesto altamente coloreado de azul.

El método descrito a continuación difiere principalmente en el volumen de muestra, del método de MURPHY y RILEY (1962) descrito por STICKLAND y PARSONS (1968)

## FUNDAMENTO DEL METODO

El fundamento de este método consiste en hacer reaccionar la muestra de agua de mar con un reactivo que contiene ácido molíbdico, ácido ascórbico y antimonio trivalente. El complejo resultante ácido heteropolar es reducido in situ para dar una coloración azul, el cual es medido a 885 nm

## PRECISION DEL METODO

El error relativo en la exactitud en la determinación de fosfatos es de  $\pm 15\%$  a niveles bajos ( $0,2 \mu \text{ mol/dm}^3$ ),  $\pm 5\%$  a nivel medio ( $0,9 \mu \text{ mol/dm}^3$ ) y  $\pm 2\%$  a niveles altos ( $2,8 \mu \text{ mol/dm}^3$ )

## INTERFERENTES

La mayor ventaja del uso del ácido ascórbico como reductor está en que el complejo molíbdico azul formado es estable y que las variaciones de salinidad no influyen en la intensidad de color.

Sin embargo, existen otros iones que se encuentran en aguas naturales y cuya influencia debe de ser considerada. El principal interferente es el silicato seguido por arseniato y sulfuro de hidrógeno. De menor importancia son otros iones y compuestos que no se encuentran en concentración suficiente en agua de mar.

## EQUIPOS Y APARATOS

Son necesarios:

- Botella de polietileno de 250 ml
- Pipetas de 10. ml
- Matraces de 125 ml
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica

## TOMA DE MUESTRA Y SU PROCESAMIENTO

Se usan botellas de polietileno de 250 ml de capacidad para tomar las muestras, pero antes deberán ser enjuagadas dos veces con el agua de mar que va a ser analizada. Las muestras deberán ser guardadas en un lugar frío y en la oscuridad y solamente ser calentadas a la temperatura del ambiente cuando las muestras van a ser analizadas. Deberán las muestras ser refrigeradas a 0°C o menos, si los análisis van a ser realizados después de 1 - 2 horas.

## REACTIVOS

a) **Solución de Molibdato de Amonio.**- Se disuelve en 500 ml de agua destilada 15 g de Paramolibdato de Amonio  $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Debe guardarse en botellas de polietileno protegidas de la luz. La solución es estable indefinidamente.

b) **Solución de Ácido Sulfúrico.**- Se agrega 140 ml de ácido sulfúrico concentrado a 900 ml de agua destilada, luego se deja enfriar y se guarda en botella de vidrio.

- c) **Solución de Ácido Ascórbico.**- Se disuelve 27 g de ácido ascórbico en 500 ml de agua destilada, se guarda en botella de polietileno en el congelador y recongelarse nuevamente.
- d) **Solución de Tartrato de Antimonio Potásico.**- Se disuelve 0,34 g de tartrato de antimonio potásico QP en 250 ml de agua destila, la solución es estable por mucho tiempo.
- e) **Mezcla de Reactivos.**- Se mezclan 100 ml de la solución de molibdato de amonio, 250 ml de la solución del ácido sulfúrico, 100 ml ácido ascórbico y 30 ml de solución tartrato amonil potásico. Este reactivo, debe ser preparado para cada grupo de análisis y el exceso debe descartarse.

**TABLA N° 3**  
**MEZCLA REDUCTORA PARA FOSFATOS**

<b>NOMBRE DEL REACTIVO</b>	<b>VOLUMEN (ml) 10 MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN (ml) 15 MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN (ml) 20 MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN (ml) 25 MUESTRAS</b>
Molibdato de Amonio	5,0	7,5	10,0	12,5
Ácido Sulfúrico	12,5	19,0	25,0	31,25
Ácido Ascórbico	5,0	7,5	10,0	12,5
Tartrato Antimonil Potasio	2,5	4,0	5,0	6,25

**TABLA N° 4**  
**MEZCLA REDUCTORA PARA SILICATOS**

<b>NOMBRE DEL REACTIVO</b>	<b>VOLUMEN (ml) 10 MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN (ml) 15 MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN (ml) 20 MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN (ml) 25 MUESTRAS</b>
Metol Sulfito	50,00	75,00	100,00	125,00
Ácido Oxálico	30,00	45,00	60,00	75,00
Ácido Sulfúrico	30,00	45,00	60,00	75,00
Agua Destilada	40,00	60,00	80,00	100,00

## PROCEDIMIENTO

- a) Se lleva a una misma temperatura todas las muestras ( $15^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ )
- b) Se toma 25 ml de muestra.
- c) Se agrega 2,5 ml de mezcla de reactivos reductor a cada muestra y se agita.
- d) Después de 5 minutos y dentro de una hora se mide la extinción de las muestras a 885 nm empleando un espectrofotómetro y usando una celda de 5 cm.

## STANDARIZACION

Preparación de soluciones estándares:

- a) **Estándar de Fosfatos I.**- Se pesa 0,816 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  anhidro, el cual ha sido previamente secado durante 3 horas a  $120^{\circ}\text{C}$  y se disuelve en 100 ml de agua destilada en fiola graduada. Se agrega 1,0 ml de cloroformo (como preservante) La solución es estable por muchos meses. Esta solución contiene:

$$1 \text{ ml} = 6.0 \text{ mg - at } \text{PO}_4 - \text{P}$$

b) **Solución Estándar de Fosfatos II.**- 10 ml de solución estándar de Fosfatos I, son diluidos a 1 litro con agua destilada. Se agrega 1,0 ml de cloroformo.

$$1 \text{ ml} = 6,0 \times 10^{-2} \text{ mg-at PO}_4\text{-P}$$

$$1 \text{ ml} = 6,0 \text{ mg-at P/L en 100 ml de muestra de agua de mar.}$$

### PROCEDIMIENTO

#### a) CURVA DE CALIBRACION PARA FOSFATOS

- 1) Se preparan 10 fioles de 100 ml
- 2) Se procede a agregar volúmenes de 1, 2, 3, ... 10 ml de estándar II a cada fiola en orden correlativo.
- 3) Luego se enrasa hasta 100 ml a cada fiola con agua destilada.
- 4) Paralelamente se preparan 10 erlenmeyer de 125 ml y a cada uno se le agrega 25 ml de cada fiola donde se ha preparado la dilución.
- 5) A los 25 ml que contiene cada erlenmeyer se le adiciona 2,5 ml de mezcla reductora para fosfatos, se agita y se deja en reposo una hora.
- 6) Se procede a medir la extinción en el espectrofotómetro a longitud de onda de 885 nm.

## b) CALCULOS

1) Concentración  $st_1 = 6.0 \frac{\text{mg-at}}{\text{ml}}$

## 2) Primera dilución

Concentración  $st_2 = 6.0 \frac{\text{mg-at}}{\text{ml}} \times 10 \frac{\text{ml}}{1\text{L}} = 60 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}}$

$C_{st_2} = 60 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}}$

## 3) Diluciones siguientes

$C_3 = 60 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}} \times \frac{"Vd"(ml)}{100 \text{ ml}}$

$C_3 = 0,6 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}} \times "Vd"$

Ej: Si para un  $Vd = 1\text{ml} \longrightarrow C_3 = 0,6 \times 1 = 0,6$

Se procede a realizar un cuadro Concentración & absorbancia para obtener la curva de calibración.

## INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

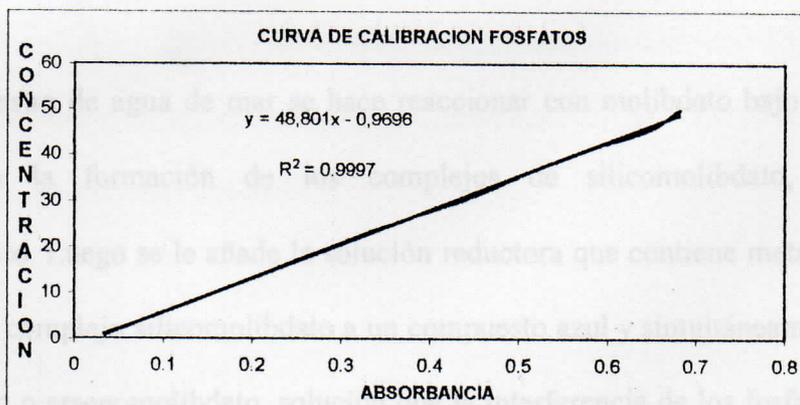
Laboratorio Costero de Paíta

CURVA DE CALIBRACIÓN : FOSFATOS  
 EQUIPO : SPECTRONIC200  
 CELDA : CILÍNDRICA  
 FECHA : 08/01/99  
 ANALISTA : LUIS BELTRÁN BALAREZO  
 TIEMPO DE REACCION : 1 HORA  
 R = 0,9998449

TABLA N° 5

MUESTRA	ABSORBANCIA	CONCENTRACIÓN
1	0,03	0,6
2	0,04	1,2
3	0,05	1,8
4	0,06	2,4
5	0,08	3,0
6	0,09	3,6
7	0,10	4,2
8	0,11	4,8
9	0,13	5,4
10	0,14	6,0
11	0,15	6,6

GRAFICO N° 1



### 6.3.2 DETERMINACION DE SILICATOS

La sílice esta considerada como un nutriente porque es un constituyente de las diatomitas de otros organismos fitoplanctónicos. El rango normal de silicato en el agua de mar es de 0,00 a cerca de 200 mg-at de silicato - sílice por litro.

Los compuestos de la sílice se hallan en el agua de mar, ya sea en verdadera solución, en estado coloidal o en partículas en suspensión.

Todos los métodos para la determinación de silicatos en el agua de mar dependen de la reducción del complejo silicomolibdato.

El método descrito a continuación es de MULLIN Y RILEY (1955), modificado por TRICKLAND y PARSONS (1968)

#### FUNDAMENTO DEL METODO

La muestra de agua de mar se hace reaccionar con molibdato bajo ciertas condiciones que permitan la formación de los complejos de silicomolibdato, fosfomolibdato y arsenomolibdato. Luego se le añade la solución reductora que contiene metal y ácido oxálico el cual reduce el complejo silicomolibdato a un compuesto azul y simultáneamente descompone el fosfomolibdato o arsenomolibdato, solución que la interferencia de los fosfatos y arseniatos son eliminados, luego se mide la extinción a una longitud de medida de 810 nm, usando un espectrofotómetro.

## INTERFERENTES

La presencia de concentraciones de sulfuro mayores de  $5 \text{ mg/dm}^3$  interfiere en las reacciones. Tal concentración sólo se encuentra en situaciones acentuadas de anoxia, en cuyo caso se debe oxidar el sulfuro con agua de bromo (0,9 %), arrastrando el exceso de bromo remanente con una corriente de aire antes del análisis.

## FUENTES DE ERROR

La temperatura no tiene un efecto marcado en este método, pero debe ser mayor que  $18^\circ\text{C}$  durante la graduación y no debe sobrepasar los  $30^\circ\text{C}$  en ningún momento, por cuanto se produce una descomposición del complejo silicomolibdato.

## TOMA DE MUESTRAS Y SU ALMACENAMIENTO

La salinidad tiene un efecto marcado sobre la reacción, produciendo diferencias en el coeficiente de absorción, lo cual obliga a preparar la curva de calibración con agua de mar artificial. La variación del error salino es función lineal de la salinidad. La diferencia es menor del 3% en el rango de salinidad práctica de 25 a 35, lo que no hace imperioso corregir cada una de las concentraciones, de aguas oceánicas o costeras no sujetas a fuerte dilución, a menos que se precise de resultados muy exactos.

## EQUIPOS Y APARATOS ESPECIALES

Son necesarios:

- a) Botellas de PVC 250 ml
- b) Probetas graduadas con tapa de vidrio de 50 ml
- c) Pipetas automáticas de 10 ml
- d) Pipeta volumétrica de 25 ml
- e) Espectrofotómetro de Absorción Atómica
- f) Fiolas de 500 ml
- g) Vasos de precipitados.

## TOMA DE MUESTRAS Y SU ALMACENAMIENTO

Las muestras de agua de mar deberán ser tomadas inmediatamente que las botellas muestreadas (Niskin) estén a bordo, en botellas de 250 ml PVC y guardadas en la oscuridad para prevenir la multiplicación de las diatomeas, las cuales pueden consumir silicatos.

Si las muestras van a ser analizadas a bordo deberán ser guardadas en una congeladora a  $-20,0^{\circ}\text{C}$ .

**REACTIVOS**

Son los siguientes:

- a) **Reactivo de Molibdato.**- Se pesa 4,0 g de paramolibdato de amonio Q.P. y se disuelve en 300 ml de agua destilada, se le agrega 12 ml de ácido clorhídrico concentrado, se mezcla bien y se completa a 500 ml en agua destilada en una fiola graduada, se guarda en botella de polietileno y protegida de la luz.
- b) **Solución Metol – Sulfito.**- Se disuelve 6,0 g de sulfito de sodio anhidro en 500 ml de agua destilada y luego se le añade 10,0 g de metol (p. metilamino fenol sulfato). Cuando el metol ha sido disuelto se filtra a través de papel Whatman N° 1 y se guarda en botella de polietileno.
- c) **Solución de Ácido Oxálico.**- Se pesa 50 g de ácido oxálico y se disuelve en 500 ml de agua destilada, se deja decantar, luego la solución se guarda en botella de polietileno.
- d) **Solución de Ácido Sulfúrico 50% V/V.**- Se añade 250 ml de ácido sulfúrico concentrado en 250 ml de agua destilada. Se deja enfriar a temperatura de laboratorio y se completa a 500 ml con agua destilada.
- e) **Reactivos Reductores.**- Se mezcla 100 ml de solución metol sulfito con 60 ml de la solución de ácido oxálico. Enseguida se añade lentamente 60 ml de solución de ácido sulfúrico al 50% agitando constantemente y se completa a 300 ml con agua destilada. Esta solución deberá ser preparada para cada grupo de muestras.

## PROCEDIMIENTO

- a) Las muestras deberán ser llevadas a temperaturas entre 18 y 25°C.
- b) Se toma 10 ml de solución de molibdato y se coloca en una probeta con tapa de 50 ml de capacidad.
- c) Se agrega 25 ml de muestra de agua de mar dentro de la probeta graduada que contiene la solución de molibdato y se tapa. Luego se mezcla bien y se deja por espacio de 10 minutos.
- d) Se añade el agente reductor dentro de la probeta graduada que contiene la solución de molibdato y muestra de agua de mar hasta completar 50 ml exactamente. Enseguida se agita bien.
- e) Después de 2 a 3 horas se lee la extinción de la solución en un espectrofotómetro, usando una longitud de medida de 810 nm.

## DETERMINACION DEL BLANCO

**Reactivo en Blanco.**- Se toma 25 ml de agua destilada en lugar de agua de mar y se procede como se ha descrito anteriormente. La extinción del blanco no debe exceder de 0,01 mg-at/L cuando se emplea celda de 1,0 cm y de 0,1 mg-at/L cuando se usa celda de 10 cm y deben ser medidos para cada grupo de reactivos.

**ESTANDARIZACIÓN.- Preparación de solución estándar**

- a) **Solución Estándar de Silicatos I.-** Se disuelve 0,960 gramos de fino polvo puro de fenosilicato de sodio,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  en agua destilada y se completa a 1 litro en una fiola graduada. Luego la solución deberá ser graduada inmediatamente en una botella de polietileno y permanecerá estable indefinidamente. Esta solución contiene:

$$1 \text{ ml} = 5 \text{ mg-at Si}$$

- b) **Solución Estándar de Silicato II.-** Se diluye 10 ml de la solución estándar de Silicato I y se completa a 500 ml con agua destilada en una fiola graduada. Esta solución deberá usarse inmediatamente para la calibración porque el contenido de silicatos comienza a decrecer a las pocas horas debido a la polimerización.

$$1 \text{ ml} = 0,1 \text{ mg-at Si}$$

# CURVA DE CALIBRACION PARA SILICATOS

## PROCEDIMIENTO

### Preparación de Curva de Calibración

- a) Se preparan 10 fioas de 100 ml
- b) A cada fiola en orden correlativo se le agrega 5 ml de solución estándar (fiola 1), 10 ml (fiola 2), ....., 50 ml (fiola 10).
- c) Luego se enrasa a cada fiola a 100 ml con agua destilada.
- d) Se prepara 10 probetas de 50 ml con tapa.

### PREPARACIÓN DE LA CURVA

- e) A cada probeta se le agrega 10 ml de solución de molibdato de amonio.
- f) Agregar 25 ml de la solución anteriormente preparadas de cada fiola a cada probeta en el orden anterior.
- g) Después de 10 minutos completar a 50 ml con la mezcla reductora a cada probeta. Se agita, se deja reaccionar durante 2 horas y se lee la extinción a 810 nm.

## CALCULOS

$$C_1 = 5 \frac{\text{mg-at}}{\text{ml}} \text{ (concentración de Estándar I)}$$

Dilución del Estándar I en 500 ml

$$C_2 = 5 \frac{\text{mg-at}}{\text{ml}} \times \frac{10 \text{ ml}}{500 \text{ ml}} = 0,1 \frac{\text{mg-at}}{\text{ml}}$$

$$C_2 = 0,1 \frac{\text{mg-at}}{\text{ml}} \times \frac{1000 \text{ ml}}{\text{L}} = 100 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}}$$

$$C_2 = 100 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}}$$

MUESTRA	ABSORBANCIA	CONCENTRACIÓN
1	0,133	1
2	0,266	2
3	0,399	3
4	0,532	4
5	0,289	10
6	0,358	15
7	0,436	20
8	0,499	25
9	0,560	30
10	0,642	35
11	0,682	40

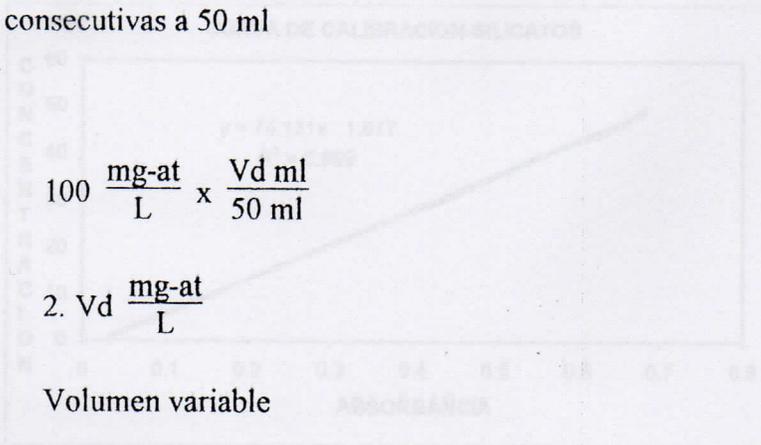
## PREPARACIÓN DE LA CURVA

Diluciones consecutivas a 50 ml

$$C_3 = 100 \frac{\text{mg-at}}{\text{L}} \times \frac{V_d \text{ ml}}{50 \text{ ml}}$$

$$C_3 = 2 \cdot V_d \frac{\text{mg-at}}{\text{L}}$$

$$V_d = \text{Volumen variable}$$



Ej: Si  $V_d = 5 \longrightarrow C_3 = 10$

## INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Laboratorio Costero de Paita

CURVA DE CALIBRACIÓN : FOSFATOS  
 EQUIPO : SPECTRONIC200  
 CELDA : CILÍNDRICA  
 FECHA : 08/01/99  
 ANALISTA : LUIS BELTRÁN BALAREZO  
 TIEMPO DE REACCION : 1 HORA  
 R = 0,999499875

TABLA N° 6

MUESTRA	ABSORBANCIA	CONCENTRACIÓN
1	0,033	1
2	0,092	5
3	0,159	10
4	0,223	15
5	0,289	20
6	0,358	25
7	0,436	30
8	0,498	35
9	0,560	40
10	0,642	45
11	0,682	50

GRAFICO N° 2

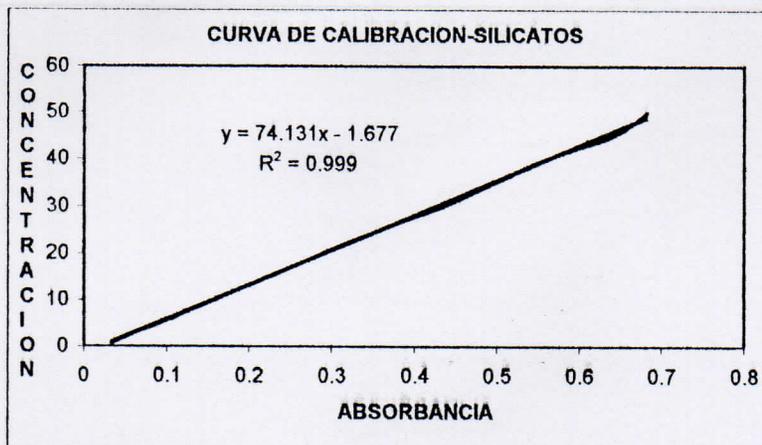
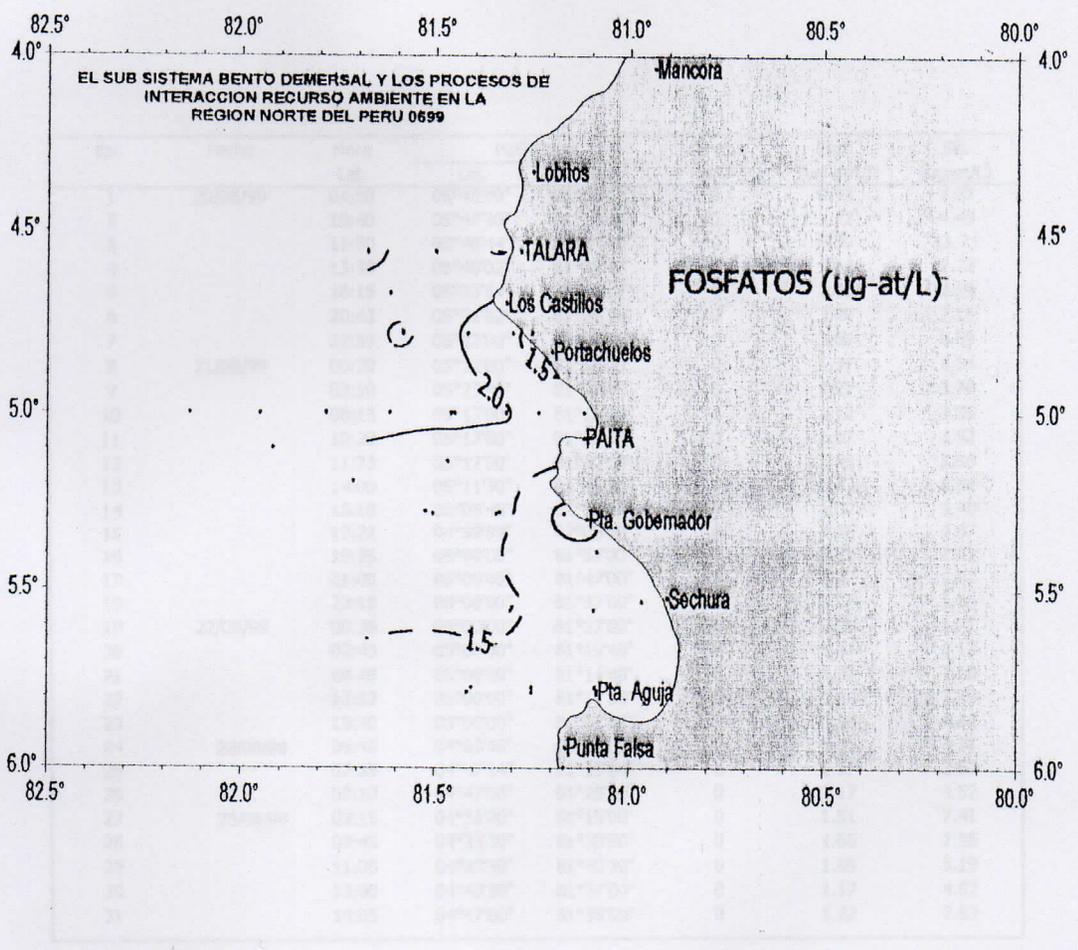


TABLA N° 7

**RESUMEN DE DATOS OCEANOGRAFICOS  
EL SUBSISTEMA BENTO – DEMERSAL Y LOS PROCESOS  
EN LA REGION NORTE DEL PERU  
17 AL 22 DE JUNIO DE 1999)**

Est.	Fecha	Hora Lat.	POSICION		Prof. (m)	Temp. (°C)	Fosf. (ug-at/L)	Sill. (ug-at/L)
			Lat.	Long.				
1	17/06/99	19:57	05°16'57"	81°10'34"	0	17.4	0.83	3.85
2	18/06/99	16:57	05°47'30"	81°05'15"	0	17.6	1.26	8.23
3		23:08	05°47'14"	81°15'04"	0	17.7	1.17	7.20
4	19/06/99	01:19	05°47'09"	81°25'04"	0	18.1	1.17	4.44
5		04:25	05°39'16"	81°21'38"	0	17.6	1.51	8.74
6		06:10	05°33'00"	81°18'15"	0	17.5	1.56	7.56
7	20/06/99	11:15	05°16'45"	81°20'56"	0	17.3	1.66	5.63
8		16:33	05°16'42"	81°31'30"	0	17.7	1.71	6.00
9		18:41	05°06'00"	81°28'00"	0	17.2	1.56	8.15
10		20:59	05°00'00"	81°27'29"	0	16.8	2.05	10.30
11	21/06/99	05:53	05°00'00"	81°19'05"	0	16.5	2.20	11.49
12		15:08	05°00'00"	81°07'00"	0	17.8	2.00	16.96
13		17:21	04°53'58"	81°11'30"	0	17.2	1.46	9.34
14		19:00	04°47'00"	81°15'04"	0	17.2	1.37	12.45
15		21:52	04°47'20"	81°25'00"	0	16.4	1.90	12.31
16		23:52	04°47'01"	81°35'01"	0	16.5	2.59	12.16
17	22/06/99	02:39	04°40'19"	81°37'01"	0	17.2	2.29	14.75
18		04:31	04°33'28"	81°40'32"	0	17.3	1.81	11.71
19		08:00	04°33'30"	81°30'00"	0	16.9	2.34	13.34
20		13:42	04°33'36"	81°19'45"	0	16.9	2.54	14.01

RESUMEN DE DATOS...  
EL SUBSISTEMA BENTO DEMERSAL Y LOS PROCESOS DE  
INTERACCION RECURSO AMBIENTE EN LA  
REGION NORTE DEL PERU 0699  
**DIBUJO N° 7**  
(AGOSTO 1999)



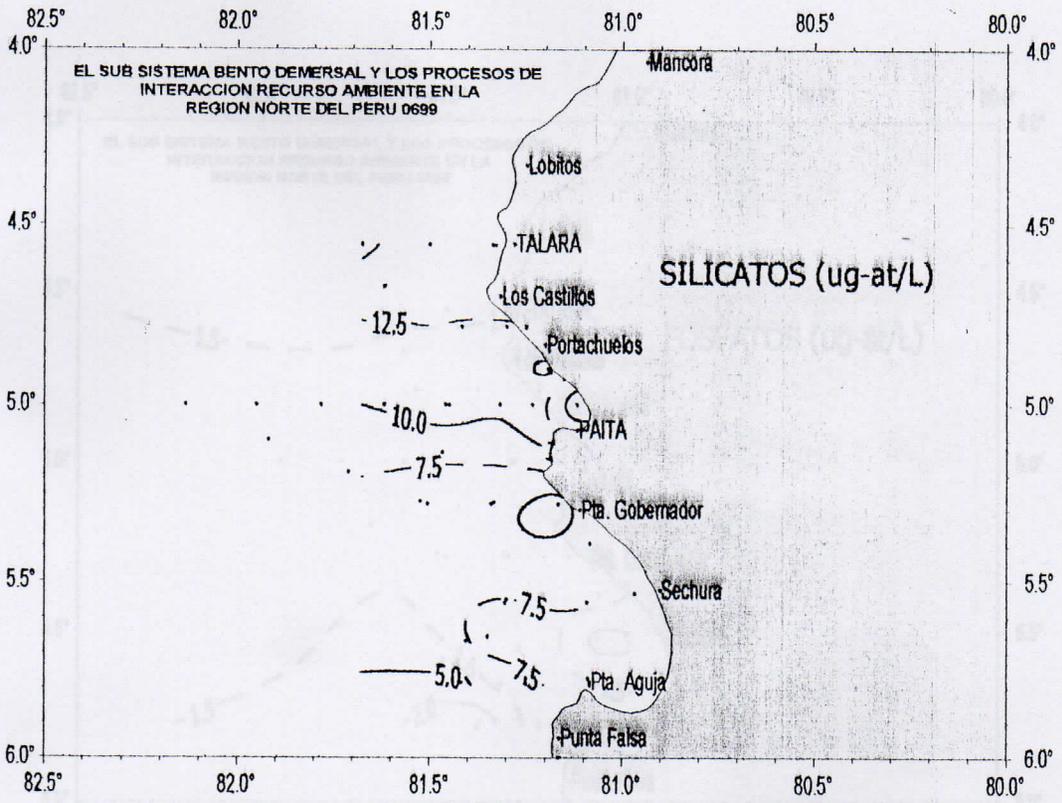
## TABLA N° 8

**RESUMEN DE DATOS OCEANOGRÁFICOS  
EL SUBSISTEMA BENTO – DEMERSAL Y LOS PROCESOS  
DE INTERACCIÓN RECURSO – AMBIENTE EN LA REGIÓN NORTE DEL PERÚ  
(AGOSTO 1999)**

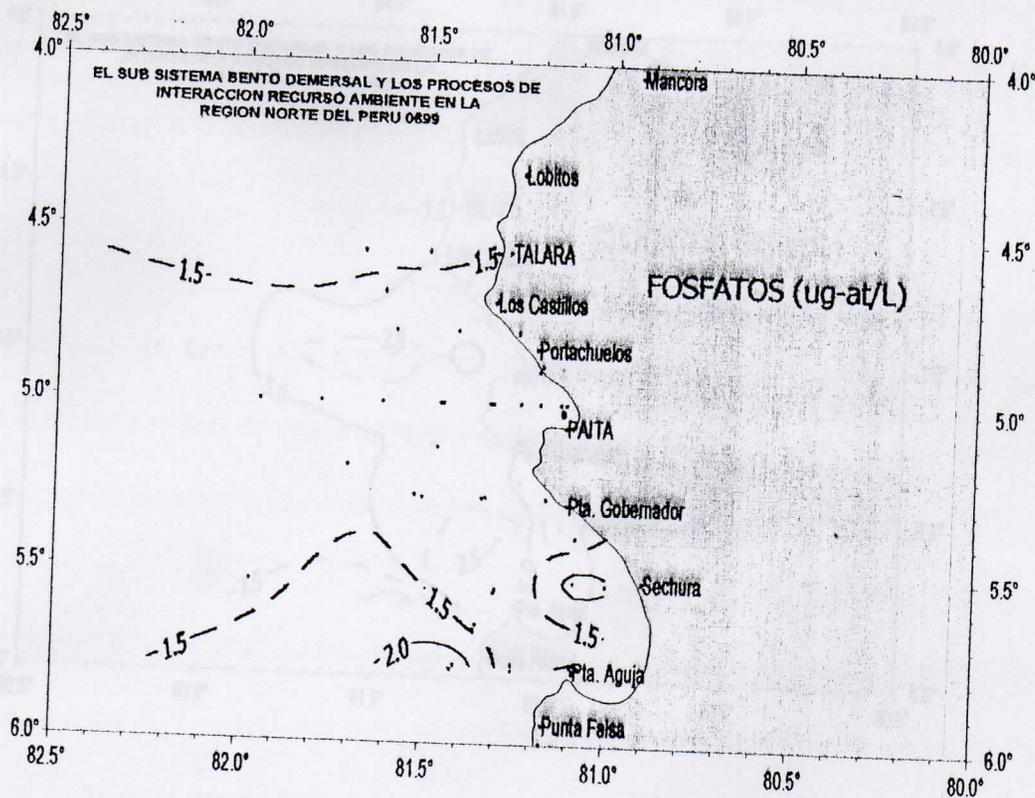
Est.	Fecha	Hora Lat.	POSICION		Prof. (m)	Fosf. (ug-at/L)	Sili. (ug-at/L)
			Lat.	Long.			
1	20/08/99	04:50	05°48'30"	81°05'23"	0	0.93	4.87
2		10:40	05°47'30"	81°15'00"	0	1.22	4.45
3		11:50	05°46'44"	81°24'47"	0	2.39	11.71
4		13:38	05°40'02"	81°21'47"	0	1.42	2.22
5		18:15	05°33'54"	81°18'15"	0	1.02	2.59
6		20:43	05°31'52"	81°05'18"	0	2.20	2.15
7		22:53	05°32'00"	81°00'01"	0	2.05	8.89
8	21/08/99	00:30	05°32'00"	81°58'00"	0	1.37	5.34
9		02:10	05°23'45"	81°05'00"	0	1.27	5.78
10		08:15	05°17'00"	81°10'00"	0	1.12	3.85
11		10:20	05°17'00"	81°20'48"	0	1.07	2.52
12		11:33	05°17'00"	81°30'19"	0	1.46	5.56
13		14:00	05°11'30"	81°42'30"	0	1.42	5.56
14		15:10	05°05'48"	81°55'00"	0	1.32	5.48
15		17:22	04°59'59"	82°08'00"	0	0.98	4.67
16		19:35	05°00'00"	81°57'00"	0	1.22	7.71
17		21:00	05°00'00"	81°47'00"	0	1.27	2.67
18		23:15	05°00'00"	81°37'00"	0	1.07	1.56
19	22/08/99	00:36	05°00'00"	81°27'00"	0	0.98	1.71
20		02:45	05°00'00"	81°19'49"	0	1.37	3.19
21		06:45	05°00'00"	81°14'48"	0	1.32	7.19
22		13:52	05°00'00"	81°11'36"	0	1.07	2.89
23		15:30	05°00'00"	81°07'00"	0	0.98	4.82
24	23/08/99	06:45	04°53'00"	81°11'00"	0	1.56	3.71
25		07:35	04°47'14"	81°15'04"	0	1.07	2.67
26		09:10	04°47'00"	81°25'00"	0	1.17	4.52
27	23/08/99	09:15	04°33'00"	81°19'00"	0	1.51	7.41
28		09:45	04°33'30"	81°30'00"	0	1.66	7.56
29		11:05	04°33'30"	81°40'30"	0	1.85	5.19
30		13:00	04°40'30"	81°37'00"	0	1.17	4.82
31		14:05	04°47'00"	81°35'00"	0	1.22	7.63

DIBUJO N° 8

DIBUJO N° 9



DIBUJO N° 9



## VII. EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

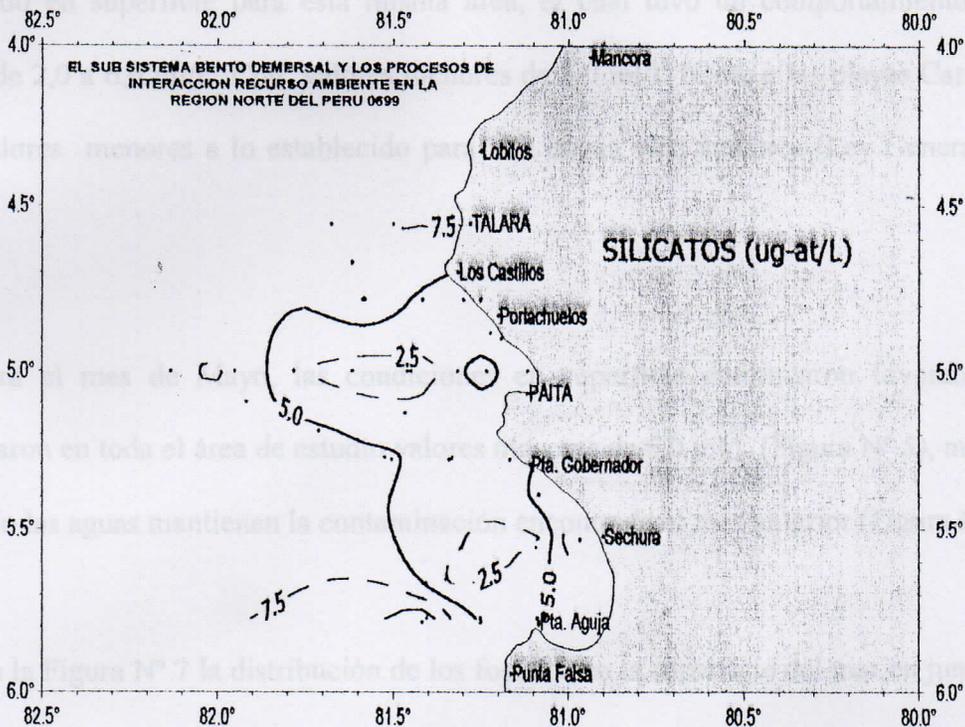
En la Figura N° 2, se muestra la distribución en la superficie del agua de silicatos disueltos durante la segunda quincena de abril de 1999, apreciándose una distribución bastante homogénea con valores entre 2.5 a 7.5  $\mu\text{g-at/L}$  en aguas de zonas recreativas de contacto primario, Ley general de Aguas (L.O.A) clase IV.

DIBUJO N° 10

En la Figura N° 3, a medio metro del fondo del mar se muestra lo contrario a lo determinado en la superficie para esta zona área, en el cual tuvo un comportamiento que diferenció variando de 2.5 a 7.5  $\mu\text{g-at/L}$  en aguas de zonas recreativas de contacto primario y Las Cajas, valores menores a la establecida por la Ley General de Agua (L.O.A) clase V).

En la zona de Paita, predominaron en toda el área de estudio las aguas de contacto primario, mientras que en el fondo las aguas mantuvieron la contaminación de la zona de estudio (L.O.A) clase V).

En la Figura N° 7 la distribución de los silicatos en la zona de estudio presentó concentraciones entre 0,75 a 3,41  $\text{mg-at/L}$ , con valores menores de 1,0  $\text{mg-at/L}$  al sur de Paita, los más pobres cerca de la costa asociados a un débil afloramiento costero, mientras que frente a Colán se formó un pequeño núcleo de 3,0  $\text{mg-at/L}$ .



## VII EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

En la Figura N° 2, se muestra la distribución en la superficie del mar del oxígeno disuelto durante la segunda quincena de abril de 1999, apreciándose una distribución bastante homogénea con valores entre 5,5 a 6,5 ml/L, valores dentro del rango de aguas de zonas recreativas de contacto primario, Ley general de Aguas (L.G.A) clase IV.

En la Figura N° 3, a medio metro del fondo del mar se muestra lo contrario a lo determinado en superficie para esta misma área, el cual tuvo un comportamiento diferente, variando de 2,0 a 6,0 ml/L. Con valores menores de 3,0 ml/L frente a las playas Carpayo y Los Cocos, valores menores a lo establecido para una buena vida acuática (Ley General de Agua clase V)

Para el mes de Mayo, las condiciones en superficie continuaron favorables, donde predominaron en toda el área de estudio valores mayores de 6,0 ml/L (Figura N° 5), mientras que en el fondo las aguas mantienen la contaminación encontrada el mes anterior (Figura N°6)

En la Figura N° 7 la distribución de los fosfatos en la superficie del mar en junio presentó concentraciones entre 0,78 a 3,41 mg-at/L, con valores menores de 2,0 mg-at/L al sur de Paita, los mas pobres cerca de la costa asociados a un débil afloramiento costero, mientras que frente a Colán se formó un pequeño núcleo de 3,0 mg-at/L.

En la Figura N° 8 los silicatos mostraron valores entre 1,78 a 16,96 mg-at/L donde predominan concentraciones pobres de 5,0 mg-at/L pegados al sur de Paita y pegados a la costa (Bahía de Sechura), los valores mas altos se muestran frente a Colán donde el afloramiento costero se encuentra fortalecido.

La distribución de los nutrientes fosfatos y silicatos para agosto (Figs. 09 y 10), muestran un ligero fortalecimiento del afloramiento frente a Sechura con valores de 2,0 ug-at/L para los fosfatos, mientras que los silicatos permanecen pobres.

## VIII CONCLUSIONES

- 1) Abril registró concentraciones de oxígeno disuelto en la superficie del mar entre 4,98 a 6,56 ml/L, valores dentro del rango para la vida acuática.
- 2) Cerca del fondo, durante abril las concentraciones fueron variables, fluctuaron entre 1,78 a 6,49 ml/L con valores menores de 3,0 ml/L frente a las playas Carpayo y Los Cocos, marcando focos de agua contaminada por influencia de desechos orgánicos.
- 3) Durante el mes de Mayo y al mismo nivel que en abril, el oxígeno varía entre 5,96 a 7,16 ml/L, concentraciones ligeramente mayores que el mes anterior, indicando baja contaminación superficial.
- 4) En el fondo durante mayo, el rango de concentraciones fue de 0,78 a 5,73 ml/L, valores relativamente menores a los obtenidos en abril, con focos más contaminados, llegando casi a la anoxia total frente a la playa Los Cocos.
- 5) Los fosfatos mostraron concentraciones relativamente bajas al sur de Paita asociadas aun débil afloramiento durante junio, para agosto en comportamiento fue opuesto los valores más altos frente a Sechura y los más bajos al norte de Paita. Mientras que los silicatos en junio mostraron concentraciones moderadas al norte de Paita y pobres al sur, para agosto en toda el área evaluada se observó valores bajos donde predominaron concentraciones de 5,0  $\mu\text{g-at/L}$ .
- 6) La principal causa de la modificación de las características físicas y químicas del agua de mar es la presencia de materia orgánica que al descomponerse origina una reducción de la concentración del oxígeno disuelto en el agua de mar

## IX RECOMENDACIONES

- 1) Es necesario continuar los programas de evaluación de efectos de la contaminación marina sobre los organismos, como un elemento indicador para determinar las normas de calidad ambiental.
- 2) La considerable carga de nutrientes, especialmente de fosfatos, proveniente de fuentes terrestres, favorece el proceso de eutroficación que se manifiesta en el deterioro de la calidad de agua: anoxia, turbidez, floración, sulfuros etc.
- 3) Buscar solución a las dificultades en el tratamiento de aguas residuales de la producción por carecer de tecnología adecuada que permita optimizar el uso de la materia prima
- 4) La solución de yodo acidificado es estable por muchas horas y días, pero si la muestra tiene mucha materia orgánica, ésta puede ser oxidada lentamente por el yodo. Es recomendable no demorar en la titulación.
- 5) La titulación debe ser rápida y debe comenzar inmediatamente después de vaciar al erlenmeyer, para evitar la volatilización del elemento yodo ( $T^{\circ} > 25^{\circ} C$ ).
- 6) Evitar la descarga de contaminación no relacionados directamente con la actividad pesquera, como son los originados por los servicios sanitarios

**X BIBLIOGRAFIA**

- 1) UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO “COMPENDIO DE METODOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS COMPONENTES DEL AGUA DEL MAR MAS REQUERIDOS EN ESTUDIOS AMBIENTALES Y OCEANOGRÁFICOS.”  
Publicación Ocasional, Noviembre 1995
- 2) OSCAR GUILLÉN y RAQUEL I. “ANÁLISIS QUÍMICO Y DE PRODUCTIVIDAD EN EL AGUA DE MAR”  
La Punta, 1973
- 3) REVISTA “OPERATION AND METHODS SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHIC”  
La Joya, CA99093 - 0902 – USA, November 1994
- 4) STRICKLAND J. D. & PARSONS T. “MANUAL OF SEA WATER ANALYSIS”  
1965

ANEXOS

ANEXO 1  
 LISTA GENERAL DE AGUAS D.E. A. 17193

DESCRIPCION	CANTON DE AGUAS			CANTON DE AGUAS			CANTON DE AGUAS			UNIDAD DE MEDIDA	VALORES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aguas	0.05	0.20	0.30	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Asbestos	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Boro	0.10	0.15	0.20	0.10	0.15	0.20	0.10	0.15	0.20	mg/l	0.10
Cadmio	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	mg/l	0.01
Cianuro	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Cobalto	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Cromo	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Cupero	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Fluoruro	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Mercurio	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	mg/l	0.01
Molibdeno	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Niobio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Niquel	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Plata	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Plomo	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Selenio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Sodio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Stroncio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Talio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Tungsteno	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Vanadio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Zinc	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05
Zirconio	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15	mg/l	0.05

ANEXOS

1. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

2. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

3. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

4. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

5. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

6. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

7. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

8. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

9. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

10. Agregar el subsector de agua potable en el sector de agua potable.

## LEY GENERAL DE AGUAS D.L. N. 177512

DENOMINACION	CURSOS DE AGUA						AGUA MARITIMA						EXPRESADO
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	
	—	—	—	1.00	-1	—	—	—	1.00	1	+1	—	
Aluminio	0.10	0.10	0.20	1.00	0.01	0.05	—	—	1.00	1.00	0.01	—	mg / l como Al
Arsenico	0.10	0.10	0.10	1.00	+0.50	—	—	0.10	0.20	1.00	0.01	0.05	mg / l como As*
Bario	0.01	0.01	0.05	0.50	0.0002	0.004	—	0.10	0.50	0.50	+0.50	—	mg / l como Ba
Cadmio	0.20	0.20	+1	—	0.005	0.005	—	0.20	0.05	—	0.0002	0.004	mg / l como Cd*
Cianuro	—	—	—	0.20	+0.20	—	—	0.20	+1	—	0.005	0.005	mg / l como CN*
Cobalto	1.00	1.00	0.50	3.00	+0.1	—	—	0.50	0.20	0.20	+0.20	—	mg / l como Co
Cobre	0	10	20	30	+30	—	—	1.00	3.00	3.00	+0.01	—	mg / l como Cu
Color	0.05	0.05	1.00	5.00	0.05	0.05	—	0.05	5.00	5.00	0.05	0.05	UNIDAD DE COLOR
Cromo Hexa	8.8	20,000	5000	5000	1000	20000	—	20000	5000	5000	1000	20000	mg / l como Cr*
COLIFORMES TOTALES	0	4,000	1000	1000	200	4000	—	4000	1000	1000	200	4000	NMP / 100 ml**
COLIFORMES FECALES	0	3	3	3	5	4	—	3	3	3	5	4	NMP / 100 ml**
Oxigeno Disuelto	5	5	15	10	10	10	—	5	15	10	10	10	mg / l como O.D.
D.B.O	0.0005	0.001	+0.001	—	0.002	0.002	—	0.0005	0.001	0.001	0.002	0.002	mg / l como D.B.O.
Fenoles	0.30	0.30	1.00	—	—	—	—	1.00	+0.001	—	—	—	mg / l como P.O.
Hierro	1.50	1.50	2.00	5.00	—	—	—	2.00	1.00	—	—	—	mg / l como Fe
Fluoruro	—	—	—	—	+5.00	—	—	1.50	5.00	5.00	+5.00	—	mg / l como F
Litio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	mg / l como Li
Magnesio	—	—	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	mg / l como Mg
Manganeso	0.10	0.10	0.50	—	—	—	—	0.10	—	—	—	—	mg / l como Mn
Material EXT. En Rexano	1.50	1.50	0.50	0.00	No. Perc.	—	—	1.50	0.50	0.00	No Perc.	—	mg / l*
(grasas)	0.002	0.002	0.01	—	0.0001	0.0002	—	0.002	0.01	—	0.0001	0.0002	mg / l como Hg*
Mercurio	0.01	0.01	0.10	—	—	—	—	0.01	0.01	—	—	—	mg / l como N*
Nitrato	0.002	0.002	0.002	0.50	0.002	—	—	0.002	0.002	0.50	0.002	—	mg / l como Ni*
Niquel	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	—	—	6-9	6-9	6-9	6-9	—	mg / l como Ni*
P.H	0.05	0.05	0.05	—	—	—	—	0.05	0.05	—	—	—	mg / l como Ag
Plata	0.05	0.05	0.10	—	0.01	0.03	—	0.05	0.10	—	0.01	0.03	mg / l como Pb*
Plomo	0.001	0.001	+0.001	—	0.002	0.002	—	0.001	+0.001	—	0.002	0.002	mg / l como PCB
P.C.B	0.01	0.01	0.05	0.05	0.005	0.01	—	0.01	0.05	0.05	0.05	0.01	mg / l como Se*
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	Moder.	—	—	0.00	0.00	Peq. Cant.	Moder.	—	mg / l como Se*
Solidos Flotantes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	+100	—	mg / l
Solidos Suspendidos	—	—	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	mg / l como SO
Sulfatos	0.001	0.002	+0.005	—	0.002	0.002	—	0.002	+0.005	—	0.002	0.002	mg / l como X*
Sulfuros	5	5	25	—	0.020	**	—	5	25	—	0.020	**	mg / l como Zn
Zinc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\* Sustancias Potencialmente Peligrosas.

\*\* Entendido como valor maximo en 80% de 5 o mas muestras mensuales.

La ley general de aguas aprobado por D.S. No. 261 - 69 con los siguientes textos:

Artículo 81 : Para los efectos de la aplicación del presente reglamento la calidad de los cuerpos de agua en general ya sea terrestres o maritimas del pais se clasificaran respecto a sus usos de la siguiente manera:

- I. Agua de abastecimiento domestico con simple desinfeccion.
- II. Agua de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración, cloración aprobados por el por el Ministerio de Salud
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo / consumo de animales.
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños, similares).
- V. Aguas de zonas de pesca de marisco bivalvos.
- VI. Aguas de zonas de preservación de fauna acuatica y pesca recreativa o comercial.