

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

"BALANCE CATIONICO EN LOS RIOS DEL OCCIDENTE DEL PAIS
Y SUS EFECTOS EN LA VIDA DE LOS HABITANTES DE LA ZONA.
APLICACIONES DE MARCHAS ESPECTROQUIMICAS EN EL ANALI-
SIS TOXICOLOGICO"

Tesis de Graduación

presentada por

JOSE ANTONIO CABALLERO BANOS

para optar al título de

LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

Diciembre - 1979

SAN SALVADOR

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA



T
551.483
C1136

UES BIBLIOTECA CENTRAL



INVENTARIO: 10120682

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Ing. Félix Antonio Ulloa

SECRETARIO GENERAL:

Lic. Ricardo Calderón

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO:

Dra. Leticia Calderón de Machado

SECRETARIO:

Dra. Lucy de Miralda

JURADO DE TESIS:

Dr. Antonia Guzmán de Velásquez.

Ing. Orlando Altamirano.

Ing. Carlos Roberto Ochoa.

ASESORES:

Dra. Lilian Navarrete Azurdia.

Dra. Ana Gloria Zavala de Barrientos.

DEDICATORIA

ACTO QUE DEDICO :

AL CREADOR,

A MIS PADRES :

José y Antonia.

A MI TIA :

Francisca v. de Baños

A MIS COMPANEROS DE TRABAJO Y AMIGOS.

J.M.J

DEDICATORIA:

PARA MI UNICO IMPULSO,

Gladis del Rosario Cristales Luna.

INDICE

	<u>PAGINA</u>
I - INTRODUCCION Y OBJETIVOS -----	1
II - CONTAMINACION DE LOS RECURSOS ACUATICOS. Tipos y Origen. -----	3
1.0 Polución y Contaminación -----	3
2.0 Alteraciones Ambientales que afectan nocivamente la calidad de los Recursos Acuáticos. -----	4
3.0 Origen de los desperdicios industria- les contaminantes. -----	12
III - CONTAMINANTES EN LA ZONA. FUENTES Y EFECTOS ---	15
1.0 Fuentes de Contaminación en los ríos de la Zona. -----	15
2.0 Contaminantes a analizar. -----	18
3.0 Efectos generales causados en las - aguas de los ríos de la Zona Occiden- tal por los contaminantes. -----	19
4.0 Breves aspectos fisiológicos y toxico- lógicos de los Metales. ----- Límites de permisión.	20
IV - CALIDAD DE AGUA. NORMAS. -----	23
1.0 Calidad de agua para Consumo Humano. -----	23
2.0 Calidad Bacteriológica para Consumo Humano. -----	24

	<u>PAGINA</u>
V - JUSTIFICACION PARA EL MUESTREO. MAPA. -----	31
1.0 Justificación de las zonas escogidas para verificar el muestreo. -----	31
VI - PREPARACION DE MATERIAL. -----	34
1.0 Frascos de recolección. -----	34
2.0 Recolección de la muestra -----	34
VII - METODOS DE ANALISIS. -----	35
1.0 Métodos Bacteriológicos. -----	35
2.0 Métodos Químicos. -----	35
3.0 Métodos Instrumentales (Espectroscopía en general). -----	36
VIII - INICIO DE OPERACIONES. -----	50
1.0 Preparación de Patrones Primarios. ---	50
2.0 Preparación de Muestras Patrones para comparación directa. -----	51
3.0 Complemento sobre equipo. -----	52
4.0 Técnica del Boro. -----	56
IXA - COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS EN LOS DISTINTOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL ANALISIS DE LAS TRAZAS METALICAS. -----	59
1.0 Cómo operar con datos obtenidos en gráficas de Registrador de Absorción Atómica 305-B con accesorio Horno de Grafito. -----	59
2.0 Cómo operar con datos obtenidos en el equipo 370-Abs. At. Ionización de llama con Voltímetro digital. -----	60

3.0	Cómo operar con datos obtenidos en porcentajes de absorbancia (Equipo 305-B, Ionización de llama sin Registrador). -----	61
4.0	Cómo operar con los datos obtenidos en el Espectrofotómetro 55 "COLEMAN". -----	62
IXB	- COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS BACTERIOLOGICO. -----	63
1.0	Resultados del sembrado de 5 tubos con 10 ml. de muestra. -----	63
X	- RESULTADOS GENERALES. -----	65
1.0	Resultado de los análisis de los elementos metálicos. -----	66
2.0	Resultado de los análisis bacteriológicos. -----	74
XI	- ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES -	77
1.0	Trazas de elementos metálicos. ---	77
2.0	Análisis Bacteriológico. -----	81
3.0	Conclusión General. -----	82
4.0	Daños mayores en la Zona. -----	83
XII	- RECOMENDACIONES. -----	85
XIII	- EFECTOS DE LA CONTAMINACION DE LA ZONA DE ESTUDIO. -----	93
	REGENERACION DE RECURSOS.	

	<u>PAGINA</u>
1.0 Influencia de la Contaminación en La Zona. -----	93
2.0 Regeneración de Recursos Acuífie-- ros. -----	95
XIV - COMPLEMENTO GENERAL: TABLAS. -----	102
1.0 Composición de desechos por Indus-- trias Específicas en El Salvador. -	102
2.0 Análisis utilizado para medir el grado contaminante de los desechos.	103
3.0 Clasificación de aguas crudas para uso potable.	104
4.0 Clasificación de cuerpos de aguas superficiales (usos considerados: potable, riego, piscicultura, indus-- trial, energía, recreación y abre vadero). -----	105
5.0 Límites de calidad de agua, favo-- rables para la propagación de pe-- ces. -----	106
6.0 Normas de calidad de agua para a-- brevaderos de ganado. -----	107
7.0 Clasificación de aguas para irri <u>ga</u> ción. -----	108

A N E X O S:

- 1 - GRAFICA DE LAS OPERACIONES UNITARIAS EN LA PREPARACION DE AGUA POTABLE.
- 2 - GUIA DE LA INTOXICACION CON PLOMO. CUADRO.-
- 3 - TOLERANCIAS MAXIMAS ESTABLECIDAS REBASADAS POR EL USO DE INSECTICIDAS EN AREAS CENTRO-AMERICANAS. TABLA.-
- 4 - EJEMPLO DE GRAFICAS OBTENIDAS EN EL ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO Y GRAFICADOR CORRESPONDIENTE.
- 5 - PATRONES GENERALES PARA LA CALIDAD DE AGUA.

BIBLIOGRAFIA.-



Preferiría sentarme a la taza de café y conversar con analítica y correcta sensibilidad a plantear las medidas y técnicas importantes para resolver los problemas que a cuanto agua potable y nutrición aquejan al sector rural -así brillan y se entienden mejor los Objetivos.

Pero tengo esperanza que las cortas sugerencias aquí expresadas sean un paleativo para los dotados de un enorme bagaje experimental en las complejas lides de remediar la excesiva demanda de educación y bienestar de las aisladas comunidades rurales.

PREFACIO

La constitución DEL ECOSISTEMA ACUATICO SE ENCUENTRA TOTALMENTE AMENAZADA por los desbordes de la Tecnología del Siglo XX. Los sistemas naturales están dotados de orden y de cierto grado de estabilidad, pero el hombre y sus actividades económicas trastorna estos sistemas, a veces sin ninguna necesidad. Por tanto, debemos reducir al mínimo el peligroso conflicto entre el sistema ecológico de la naturaleza y el sistema económico del hombre, para poder así garantizar UN MEDIO AMBIENTE EXENTO DE DANOS GENETICOS Y FISIOLOGICOS.-

I.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Siendo el agua uno de los medios indispensables para la vida humana y animal, así como también para la agricultura que es fuente de los alimentos en nuestros Países, donde cada vez es más difícil conseguir alimentos de buena calidad y en cantidades necesarias para alimentar a una población cada vez más numerosa, actualmente no hay en nuestro País -o si la hay no se encuentra adaptada a nuestras necesidades- una legislación que regule adecuadamente el uso de nuestras fuentes de abastecimiento de agua; y el abuso en cuanto a la contaminación de éstas es cada día más alarmante, de manera que si este estado de cosas sigue, llegará un momento en que el agua adecuada para uso humano y animal será tan escasa que la vida en nuestro país será muy difícil o el reacondicionamiento de estas fuentes será muy costosa y problemática.

Los métodos modernos de análisis espectroquímicos proporcionan serias bases para tomar conciencia sobre el problema de cómo muchos productos de la Tecnología Moderna aumentan la bonanza y seguridad del hombre, pero también amenaza con trastornar los principios básicos del equilibrio natural: Residuos de fertilizantes y plaguicidas para la agricultura, desechos orgánicos o inorgánicos industriales, aguas domésticas y mayores, envenenan al por mayor la mayoría de los ríos de nuestro País, causando efectos contraproducentes para los humanos y para la flora y fauna acuática.

El objeto de este trabajo es demostrar el grado de contaminación con algunos metales pesados y bacterias en los ríos más importantes de la Zona Occidental; con esto se pretende dar fundamento para alguna legislación relacionada en la cual se normalice el uso de las fuentes de agua, así como también la introducción de aguas de desechos industriales y aguas servidas a los ríos de esta Zona.

OBJETIVOS:

- 1.- Demostrar la gama de elementos contaminantes que polulan en los ríos de la zona muestreada.
- 2.- Concientizar a las autoridades competentes de la necesidad de promulgar leyes y reglamentos que regulen el uso de las fuentes de agua de todo el país.
- 3.- Demostrar la importancia del análisis instrumental en la determinación de trazas de elementos metálicos en las aguas; aplicable también a otras sustancias de origen animal, vegetal o mineral.

II.- CONTAMINACION DE LOS RECURSOS ACUATICOS. Tipos y Origen.

1.0 - POLUCION Y CONTAMINACION

No es fácil dar una definición precisa de la palabra "polución" o de la palabra "polulante". Hay mucho escrito acerca de estos términos, ya desde 1876 existen Actas en Inglaterra haciendo mención de la palabra "polución", ahí se decía que si un río era turbio, coloreado, o contuviera suspensión :isible, materias flotantes o despidiera olores, se le consideraba como polución.

La palabra polución se deriva del latín "Pollutus" que quiere decir: manchar, corromper o ensuciar.

El Departamento Legal de Aguas de Inglaterra dio una definición de la palabra Polución y es la siguiente: ----
"La adición de cualquier sustancia o materia que cambie la calidad natural del agua, es decir, que alteren sus --
propiedades"

Actualmente se ha hecho una diferencia entre los términos polución y contaminación que se definen de la si----
guiente manera:

Contaminación: se considera como los perjuicios que se causan en la calidad del agua por desechos industriales o drenajes que pongan en peligro la salud pública y la flora y fauna acuática.

Este trabajo se referirá a contaminación.

2.0 ALTERACIONES AMBIENTALES QUE AFECTAN NOCIVAMENTE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS ACUATICOS.-

La contaminación de dichos recursos puede ser: sólida o líquida. La líquida puede deberse a materiales como arena, grava, tierra, cenizas, carbón, basura de drenajes, vegetales, maderas, parafinas, papel o pulpa de este, etc.-

2.1 DIFERENTES TIPOS DE CONTAMINACIONES SOLIDAS O LIQUIDAS

a. QUIMICA { ORGANICA (Derivados del carbón)
INORGANICA (Componentes Minerales)

b. FISICA { COLOR
TURBIDEZ
TEMPERATURA
MATERIAS SOLIDAS EN SUSPENSION
RADIOACTIVIDAD
ESPUMA

c. ORGANO--
LEPTICA { GUSTO O SABOR (mal sabor)
OLOR

d. BIOLO--
GICA { BACTERIAS (PATOGENAS)
VIRUS
ANIMALES
PLANTAS

2.1-1 Descripción de la Contaminación Orgánica

Contaminación por proteínas que son sustancias orgánicas de alto peso molecular, que se encuentran en desechos de animales y vegetales; contienen Carbono, Oxígeno, Hidrógeno, Nitrógeno, Azufre y Fósforo; como ejemplo de ellas se dan las siguientes: albúmina de huevo, gelatinas en los huesos y tejidos, keratina en la madera, caseína en la leche, etc.

Estas, bajo la influencia de bacterias y otros microorganismos entran rápidamente en putrefacción dando aminoácidos, grasas y ácidos aromáticos, numerosas bases orgánicas, aminas alifáticas, putrecinas, cadaverinas, idoletilamina, indol, escatol, así como ácido sulfúrico y compuestos de Fósforo.

Otros contaminantes químico-orgánicos, son:

TABLA II-1

<u>CONTAMINANTE</u>	<u>FUENTE DEL CONTAMINANTE:</u>
ACEITES	Desechos de industrias metalúrgicas, obras de Ingeniería, Lubricantes de talleres, hidrocarburos para combustibles, transportes en barcos, oleoductos.
CARBOHIDRATOS	Glucosa y sacarosa de ingenios, elaboradoras de almidón, celulosa de papeleras.
RESINAS	Manufactura del linoleum y lacas, textileras.
CAUCHO	Desechos de industrias llanteras.
CARBON	Minas.
ALQUITRAN	Destilación destructiva de maderas o turba. El alquitrán contiene hidrocarburos aromáticos, fenoles, bases orgánicas como: acridina, piridina, quinoleina, que son extremadamente peligrosas como contaminante de ríos, causando la destrucción de bacterias, peces y otras formas de vida acuática.
COLORANTES	Fábricas de tintas, fotografía, textileras, papeleras. La mayor parte de estos colorantes son preparados a base de Benceno, Tolueno, Xilenos, Nafaleno, Antraceno y muchos otros sintéticos.

Continuación Tabla II-1

<u>CONTAMINANTE</u>	<u>FUENTE DEL CONTAMINANTE</u>
Detergentes -----	Fábricas que laboran con Lauril sulfato de sodio, Dodecil bencen sulfato de sodio y Eter poliglicólico.
Jabones -----	Fábricas que utilizan: Palmitato de sodio, Oleato de sodio y Estearato de sodio.

2.1-2 Contaminación Inorgánica o Mineral (Ref. 10)

Esta puede ser por:

- a. *Ácidos y Alcalis.*
- b. *Compuestos tóxicos inorgánicos específicos.*
- c. *Salas solubles.*
- d. *Sustancias inorgánicas inertes o insolubles.*

2.1-2 a : Acido y Alcali.

Muchos desperdicios industriales contienen ácidos y álcalis inorgánicos corrosivos, los cuales pueden destruir bacterias y otros microorganismos e inhibir la auto-purificación de un río y variar sus valores normales de pH; son también mortales para las formas de vida acuática.

2.1-2 b : Compuestos tóxicos inorgánicos.

Las sustancias tóxicas inorgánicas más comunes están en forma libre: Cloro, Amonio, Sulfuro de Hidrógeno, sulfuros solubles y las sales de muchos metales pesados (Cobre, Zinc, Plomo, Níquel, Vanadio, etc.). Cualquier cantidad perceptible de estos tóxicos puede causar la muerte de las formas de vida acuática, ya sea vegetal o animal.

Como ejemplo de ésta se tienen las siguientes:

- i) Las concentraciones letales de Sulfato de Cobre para algunas especies de vida acuática (Trucha, Huro y Parca), son de 0.14, 0.75 y 2.1 ppm, respectiva --

mente.

ii) De sales de Zinc se reportan en 0.15 ppm como dosis letal para peces; las sales de Plomo y Arsénico constituyen un peligro no sólo para la fauna acuática, sino para la salud pública.

iii) Algunos gases como el Sulfuro de Hidrógeno son sumamente tóxicos para la fauna acuática, pues basta con 0.5 a 1.0 ppm para morir; el Cloro de 0.05 a 0.2 ppm; Ozono 0.1 a 1.0 ppm; Fosfina con 3.6 ppm.

2.1-2 c Sales Solubles

Comúnmente encontradas en ríos y descargas a éstos, incluye cloruros, sulfatos, nitratos, bicarbonatos, fosfatos de Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro y Manganeso, pequeñas concentraciones de éstos son inofensivas para peces de agua dulce, pero arriba de 1000 ppm ya resultan mortales, aunque ciertos peces de agua dulce resisten hasta 2000 ppm y las causas de la mortalidad de estas especies es debida a los rápidos cambios de presión osmótica; Ésta, arriba de 6 atmósferas de presión resulta mortal para peces de agua dulce.

2.1-2 d Sustancias Inorgánicas Inertes o Insolubles.

Como carbonato de Calcio, yeso, barro, arcilla, son inconvenientes porque incrementan la turbidez de

los ríos y la cantidad de materia suspendida.

2.1-3 Típos de Contaminación Física (Ref. 5)

- a) COLOR: En su mayor parte, debido a colorantes orgánicos, pero hay algunas sustancias bastante coloreadas de origen mineral, especialmente compuestas de hierro y cromo.
Algunos colorantes pueden causar daños a la vida acuática.
- b) TURBIDEZ: La turbidez es ocasionada por la presencia de materia coloidal o suspendida finamente dividida o por soluciones verdaderas de moléculas y iones: Estas son partículas de menos de una milimicra de diámetro.
- c) CONTAMINACIONES COLOIDALES O AGREGADOS MOLECULARES: Son partículas de 1-100 milimicras y suspensiones, o partículas grandes de más de 10 milimicras; este tipo de contaminación no causa daño a la vida acuática.
- d) TEMPERATURA: Influye en las aguas contaminadas con materia orgánica, acelerando las reacciones para la descomposición de ésta, y también sobre la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas.
A temperatura más elevada, LA SOLUBILIDAD del

oxígeno es menor; la descarga de aguas con altas temperaturas influye sobre el crecimiento de hongos.

- e) MATERIA SUSPENDIDA: Es la forma más común de contaminación por drenajes o desechos industriales; estos pueden ser orgánicos o inorgánicos-minerales. El material orgánico entra en putrefacción agotando el oxígeno y dando formación a gran cantidad de sustancias tóxicas, gases, etc.

El inorgánico-mineral, puede permanecer suspendido, pudiendo ser peligroso o no, dependiendo del material que se trate o que se deposite en los fondos modificando éstos.

2.1-4 Contaminación Organoléptica.

- a) SABOR: Cantidades extremadamente pequeñas de ciertas sustancias dan al agua sabor que puede ser detectado al ingerirse; por ejemplo, unas sales de Hierro a una dilución de 1:10 000 000; el Cloro que se detecta cuando se encuentra a una dilución de 0.1 ppm, o sea una parte de éste en 10 000 000 de agua.
- b) OLOR: Como en el caso anterior, pequeñísimas partes de algunas sustancias dan olores a las aguas. Por ejemplo, el Sulfuro de Hidrógeno a una concentración de

0.0011 ppm da un olor nauseabundo; Cloro 0.010 ppm; Escatol 0.0012 ppm, característico de materias fecales; Etil Mercaptano ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$) 0.00019 ppm, da un olor a vegetales podridos, etc.

2.1-5 Contaminación Biológica.

Gran número de bacterias y parásitos sobre todo, que convierten el uso del agua de los ríos, como atentatorio para la salud humana.

3.0 ORIGEN DE LOS DESPERDICIOS INDUSTRIALES CONTAMINANTES

- A) DESPERDICIOS MINERALES EN LA NATURALEZA.
- B) DESPERDICIOS CONTENIENDO MATERIAS ORGANICAS PROVENIENTES DE PROCESOS INDUSTRIALES.
- C) DESPERDICIOS CON CIERTA RADIOACTIVIDAD.

3.1 - ORIGEN MINERAL-NATURAL

- i) Desperdicios de salmueras.
- ii) Lavado de mineral, minas de arena, quebradoras de piedra.
- iii) Desagues de minas.
- iv) Plantas eléctricas.
- v) Ablandadores de agua.
- vi) Aguas de condensación por su alta temperatura.
- vii) Desperdicios de la manufactura de compuestos químicos inorgánicos.

- viii) Pigmentos inorgánicos.
- ix) Lavados de minas de carbón.

3.2 - ORIGEN DE PROCESOS INDUSTRIALES

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> i) Pozos Petroleros. ii) Refinerías. iii) Oleoductos. iv) Tanques de almacenamiento de Hidrocarburos. v) Descarga y carga de barcos. vi) Estaciones de gasolina. vii) Fábricas que usen como combustible el Diesel. | } | <p>Desperdi--
cios de
Hidrocarbu
ros.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> viii) Producción de Aminoácidos. ix) Productos farmacéuticos sintéticos. x) Fibras textiles sintéticas (Rayón, Nylon, etc.) xi) Manufactura de productos quí
micos orgánicos. xii) Pinturas y barnices. | } | <p>Otros des-
perdicios
químicos
orgánicos</p> |

- xiii) Plantas de gas y productos de carbón.
- xiv) Destilaciones de Alquitrán, petróleo crudo para carreteras, Plantas creosotadoras.
- xv) Plantas Químicas.
- xvi) Destilación de la madera.
- xvii) Manufactura de los colorantes.
- xviii) Curtidoras.
- xix) Farmacéuticos (Penicilina).
- xx) Industria del alcohol.
- xxi) Diferentes tipos de fermentaciones industriales.
- xxii) Manufactura textil de fibras naturales: algodón, lana y seda.
- xxiii) Pegamentos y Plantas de gelatina.
- xxiv) Manufactura de papel.

- xxv) Enlatadoras.
- xxvi) Leche y sus derivados.
- xxvii) Productos derivados del maíz.
- xxviii) Fábricas de azúcar (Ingenios).
- xxix) Fábricas de dulces y chocolates.
- xxx) Planta de procesado de pescado.
- xxxi) Plantas deshidratadoras.
- xxxii) Fábricas de cerveza.

Desperdicios
Biológicos.

Desperdicio
del Procesado de Alimentos.

3.3 ORIGEN RADIOACTIVO

- i) Isótopos radioactivos usados en Medicina.
- ii) Estaciones experimentales de energía atómica.

III - CONTAMINANTES EN LA ZONA. FUENTES Y EFECTOS

III - CONTAMINANTES EN LA ZONA. FUENTES Y EFECTOS.

1.0 FUENTES DE CONTAMINACION EN LOS RIOS DE LA ZONA. (Ref. 4)

Pueden considerarse como fuentes de contaminantes en cuerpos de aguas superficiales de la Zona Occidental Salvadoreña, los siguientes procesos naturales o artificiales:

- a) Deposición de metales o compuestos de éstos, presentes como trazas en la atmósfera, sobre los cuerpos de aguas.
- b) Inclusión de metales, debido a su presencia como compuestos solubles en los suelos del área drenada por los ríos.
- c) Vertimiento de efluentes industriales o municipales en los ríos.
- d) Disposición o desechamiento de residuos agrícolas y ganaderos, directa o indirectamente, a las aguas en mención.
- e) Filtración de impurezas de excrementos a través de las capas del subsuelo hasta los pozos conectados con las corrientes de aguas.

1.1 PROCESOS QUE PUEDEN DAR ORIGEN A CONTAMINANTES EN EL AREA DE ESTUDIO. DISCUSION INDIVIDUAL.

Aluminio (Al) : Pocos desechos solubles pueden esperarse

de los procesos industriales. Son los --
suelos ricos en $Al_2O_3(H_2O)_n$ la principal
fuente. (Ref. 3)

- Bario (Ba) : No se le asocia a procesos industriales
específicos directamente.
- Boro (B) : La industria no la presenta en forma con-
creta como contaminante en sus desechos.
Potencialmente puede existir en la efluen-
cia de residuos de la producción de cueros
y de la impermeabilización de la madera.
- Cadmio (Cd) : Es usado ampliamente en la producción de
cerámica y en impresiones textiles; algu-
nas sales son utilizadas como fungicidas.
(Ref. 5)
- Cobalto (Co) : No causa mayores problemas. (Indispensable
para los procesos bioquímicos)
- Cromo (Cr^{+6}) : Algunos compuestos de cromo se usan en
calderas como inhibidores de corrosión
(Fábrica de Implementos Agrícolas); además
se usan en curtiembres (Tenerías).

- Cobre (Cu) : Los óxidos que se forman en los acabados de bronce y cobre, son removidos por baño de dichas piezas en ácidos concentrados. La solución que se adhiere a la superficie del metal o aleación es lavada en muchos casos, en determinados cuerpos de aguas, contaminándolos de esta forma.
- Hierro (Fe) : Fuentes potenciales de éste son operaciones de trituración mineral y tenerías. Además, residuos de hierro son también encontrados debido al uso de fertilizantes y nutrientes que contienen sales de este elemento en el renglón ganadero.
- Manganeso (Mn) : Es posible su presencia por los fertilizantes especializados empleados en la Agricultura.
- Plomo (Pb) : Es usado como materia prima en la producción de tintes.
- Zinc (Zn) : Entre los procesos que pueden arrojar cantidades significativas de Zinc en el área, se encuentran el de fertilización de zonas aldoneras aledañas a las aguas superficiales.

ciales.

Finalmente, la letrinización inadecuada es la fuente mayor de la contaminación bacteriológica de los ríos.

2.0 CONTAMINANTES A ANALIZAR.

La determinación de los contaminantes cuyas concentraciones se consideró de importancia analizar, se hizo en base a los criterios siguientes:

- a) Su importancia toxicológica: Cd, Cr⁺⁶, Cu, Pb, Zn.
- b) Su urgente determinación para evitar daños graves (sobre todo en el humano) : Bacterias, Cr⁺⁶, Cd.
- c) Su probable presencia en las aguas superficiales de la Zona: B, Cr⁺⁶, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn.
- d) Su variado origen, sin tener el calificativo de "elemento tóxico" : Al, B, Co.
- e) Su amplia gama de posibles efectos tóxicos: Fe, Mn, Zn (Humanos, Agricultura, Biota Acuática).
- f) Usos rurales de las aguas superficiales no compatible con la presencia de materia contaminante:
 - Consumo humano.
 - Contacto directo: lavado, baño, natación, pesca, etc.
 - Abrevadero de animales.

- Irrigación de cultivos.
 - Proyectos de explotación piscícola.
- g) Su acción destructura sobre la fauna acuática que constituye fuente alimenticia para el área rural: Bacterias patógenas, Cd, Cr⁺⁶.
- h) Su factibilidad de cuantificación por los métodos espectroquímicos escogidos: La mayoría (Absorción Atómica), excepto el B, que se analizó en Espectrofotómetro 55 Coleman y el de las bacterias que se hizo por métodos microbiológicos.

3.0 EFFECTOS GENERALES CAUSADOS EN LAS AGUAS DE LOS RIOS DE LA ZONA OCCIDENTAL POR LOS CONTAMINANTES.

MATERIA ORGANICA (Desechos): Disminución de- O₂ del agua.

Muerte de peces.

Olores Nauseabundos.

Infecciones en los humanos.

SUSTANCIAS TOXICAS (Pesticidas)

: Destruyen bacterias características de los ríos.

Alérgenos por contacto (Humanos).

Extinción de peces y otros animales.

Problemas internos y respiratorios en el humano.

CONSTITUYENTES MINERALES : Aumento de dureza (limitando su uso).

Intoxicaciones varias.

MICROORGANISMOS PATOGENOS --

NOS : Daños al ganado y al humano.

Ej.: E. coli, causante de enfermedad diarreica en niños que puede llegar a cuadro septicémico y toxemia y muerte.

Ej.: Salmonellosis: Cuadros de sintieriformes por deshidratación o toxemia.

4.0 BREVES ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y TOXICOLÓGICOS DE LOS METALES. LIMITES DE PERMISION. (Ref. 7 y 25).

Al : En suministros de agua potable no presenta problemas:

Límite: 1.0 - 12.0 ppm (Humanos)

Ba : Su acción es la de disminuir la concentración del ión sulfato a niveles alarmantes en los mantos acuíferos:

Límite: Menor que 1.0 ppm (Organismo Humano).

- B : Poco tóxico para los animales, siendo las plantas las más sensibles:
Límite: Menor que 4.0 ppm para irrigación.
- Cd : Ataca los órganos de reproducción y causa problemas cardíacos en el humano. Es acumulativo.
Límite menor que 10.0 ppb (humano y Biota Acuática).
- Co : Poco tóxico:
Límite: 0.2 a 10.0 ppm (Consumo Humano).
- Cr⁺⁶ : Carcinógeno y de acción sinérgica con otros metales.
Límite: 0.05 ppm (Vida humana y Biota acuática).
- Cu : Con temperatura y pH adecuados puede presentar problemas al mamífero (Vómitos).
Límite: 1.0 ppm (Mamíferos).
- Fe : Poco tóxico.
Límite: 0.30 ppm (Humanos).
- Mn : Únicamente el óxido por inhalación provoca problemas en los organismos humanos (Deslocalización cerebral progresiva).
Límite: 0.05 ppm (poco tóxico para el humano).

Pb : El metabolismo celular humano es afectado por su efecto acumulativo; el daño a los peces es considerable.

Límite: 0.05 ppm o nada (Humanos).

Zn : Con la sinergia del Cadmio aumenta la toxicidad en el organismo viviente. Poco tóxico para el humano.

Límite: 0.05 ppm (Vida acuática).

* * * * *
* * * * *
* * * * *

IV - CALIDAD DE AGUA. NORMAS

IV - CALIDAD DE AGUA. NORMAS.-

(Ver Anexo N° 1.-)

1.0 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.(Referencia 2)

La calidad del agua para el uso humano se estudia desde el punto de vista agua potable, que se define como "aquella agua cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud!"

Pero la salud humana depende no sólo de la cantidad, sino también de la calidad del agua que se utiliza. Según la Organización Mundial de la Salud, "casi la cuarta parte de las camas disponibles en todos los hospitales del mundo están ocupadas por enfermos cuyas dolencias se deben a la insalubridad del agua!" Esto quiere decir que cuando el agua, por el contacto con la tierra o con el hombre ha modificado su composición, puede convertirse en un peligro y ocasionar grandes daños.

El aspecto del agua no basta para conocer si es apropiada para el uso humano, especialmente la de bebida, pues puede contener sales nocivas que actúen como venenos, aunque sea lentamente, o bacterias y parásitos que produzcan enfermedades y que no son apreciables a simple vista.

En la elaboración de Normas y Procedimientos para la lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua, son muchos los casos en que no se reconoce debidamente el carácter esencialmente preventivo del abastecimiento público de agua y de otras actividades de higiene del medio.

Para vigilar la calidad del agua, se necesita la existencia de u--nas normas, tanto en interés de la salud del público, como para facilitar la buena marcha de las operaciones.

Se dice que norma es la codificación de todo proceso que se repite múltiples veces, con el fin de obtener siempre idénticos resultados; aplicando este concepto tanto a los procesos técnicos como a los científicos. Se establece la norma que permite esta identidad en tanto se crea que es lo más conveniente, ya que la norma está sujeta a revisión, pues la marcha ascendente de la ciencia y de la técnica exige ir acomodando las normas a sus avances.

2.0 CALIDAD BACTERIOLOGICA PARA CONSUMO HUMANO

Las normas para aguas potables estipulan el número permisible de organismos coliformes, en términos de las porciones normales del volumen (10 ml. y 100 ml.) y el número de porciones que se examinan. Cuando se examinan 5 porciones de 10 ml. por el método de tubos múltiples, la ausencia de gas en todos los tubos se interceptan comúnmente como indicando que esa muestra aislada satisface las normas (Índice de coliforme 0). Una prueba positiva confirmada en 3 ó más tubos o la presencia de 4 ó más organismos coliformes en muestras de 100 ml. indica la necesidad de una acción correctiva inmediata y de exámenes adicionales. Se deben tomar muestras diarias de la estación de muestreo y se han de examinar con toda prontitud, hasta que los resultados que se obtengan, cuando menos con dos muestras consecutivas, hagan concluir que el agua es de calidad satisfactoria y apta para el consumo.

Las normas internacionales y regionales existentes proporcionan una base para las normas nacionales, que deben adecuarse a la etapa de desarrollo del país. En la elaboración de esas normas nacionales es absolutamente necesario respetar los límites -

bacteriológicos y de sustancias tóxicas, pero las circunstancias locales pueden exigir que se aplique un criterio flexible en cuanto a ciertos requisitos químicos y físicos. Sin embargo, en todos los casos las normas deben ser adecuadas para garantizar la salud de la población y su aplicación debe ser de fácil vigilancia.

A continuación, las Normas que da la Organización Mundial de la Salud, (OMS) :

TABLA N° IV-1

NORMAS DE CALIDAD PARA EL AGUA POTABLE

COMPUESTOS QUE INFLUYEN SOBRE LA POTABILIDAD DEL AGUA (Ref. 18)

COMPONENTE	CRITERIOS	
	Máxima Tolerable	Máxima Permissible
Plomo (como Pb)	0.1 mg/l	0.05 ppm
Selenio (como Se)	0.05mg/l	0.01 ppm
Arsénico (como As)	0.2 mg/l	0.05 ppm
Cromo (como Cr ⁶⁺)	0.05mg/l	0.05 ppm
Cianuro	0.01mg/l	0.2 ppm
Cadmio	X	0.01 ppm
Bario	X	1.0 ppm
Compuestos fenólicos	X	0.002ppm
COMPONENTE	Admisible	Excesiva
Sólidos totales	500 mg/l	1500 mg/l
Color	5 unidades	50 unidades
Turbidez	5 unidades	25 unidades

Continuación Tabla IV - 1.

COMPONENTE	Admisible	Excesiva
Magnesio (Mg)	50 mg/l	150 mg/l
Sulfato (SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l
Cloruro (Cl)	200 mg/l	600 mg/l
Grado de pH	7.8 - 8.5 mg/l	6.5 - 9.2mg/l
(Mg + Na)SO ₄	500 mg/l	1000 mg/l
Compuestos Fenólicos	0.01 mg/l	0.002 mg/l
INDICADORES QUIMICOS DE CONTAMINACION (Ref. 18)		
INDICADOR	Límite máximo de contami nación (mg/ l)	
Demanda química de oxígeno	10	
Demanda bioquímica de oxígeno	6	
Nitrógeno total, excluido el NO ₃	1	
Amoniaco	0.5	
Extracto de carbón con cloroformo	0.5	
Grasa	1	

TABLA IV - 2: La Dirección General de Salud de El Salvador ha fijado los siguientes límites aceptables.

SUSTANCIA	CONCENTRACION MAXIMA ACEPTABLE.	CONCENTRACION MAXIMA TOLERABLE.	INCONVENIENTES QUE PUEDE TENER.
pH	6.5 ppm	9.2	Sabores-Corrosión
Color real	5 U	20 U	Mal aspecto
Turbidez	5 U	25 U	Irritación gastrointestinal.
Sabor	Agradable	-	-
Olor	Inodoro	-	-
Alcalinidad total.	250 ppm	400 ppm	Menores de 25 ppm problemas de Floculación.
Calcio	75 ppm	200 ppm	Formación excesiva de incrustaciones.
Magnesio	50 ppm	150 ppm	Sabor y coloración
Dureza (CaCO ₃)	250 ppm	500 ppm	Sabor
Sulfatos (SO ₄)	200 ppm	400 ppm	Irritación gastrointestinal.
Cloruros (Cl)	200 ppm	600 ppm	Sabor
Hierro	0.3 ppm	1 ppm	Sabor. Coloración Proliferación de ferro-bacterias.
Manganeso	0.085 ppm	0.5 ppm	Sabor. Coloración Turbidez.
Flúor <u>1/</u>	0.6 ppm	1.4 ppm	Caries Dentales. Abajo de 0.6 manchas en los dientes más de 1.5
Cobre	0.05 ppm	1.5 ppm	Gusto astringente. Coloración.

Unidades de la escala Platino-Cobalto
Unidades turbidimétricas.

1/ Los límites dependen de la temperatura de la zona.

SUSTANCIA	CONCENTRACION MAXI <u>MA</u> ACEPTABLE.	CONCENTRACION MAXIMA TOLERA <u>BLE</u> .	INCONVENIENTES QUE PUEDE TE <u>NER</u> .
Nitrato <u>2/</u>	10 ppm	45 ppm	Puede producir alteración de la san <u>gre</u> en los niños de corta edad.
Sólidos disuel <u>tos</u> .	300 ppm	500 ppm	Sabor, olor, turbid <u>ez</u> e irritación gastro-intestinal.
Sólidos Totales	500 ppm	1500 ppm	Sabor, turbidez, olor, irritación gastro-intestinal.

2/ Si el contenido de nitratos excede los límites, se debe advertir al público de los peligros del agua para alimentación infantil.

2.1 INTERVALOS MAXIMOS ENTRE DOS TOMAS SUCESIVAS DE AGUA SIN DESINFECTAR AL ENTRAR EN LA RED DE DISTRIBUCION.-

POBLACION ABASTECIDA	INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMAS SU- CESIVAS.
Menos de 20.000 habitantes	1 mes
20.000 a 50.000 "	2 semanas
50.000 a 100.000 "	4 días
más de 100.000 "	1 día

2.2 INTERVALOS MAXIMOS ENTRE TOMAS SUCESIVAS Y NUMERO MINIMO DE MUESTRAS QUE DEBEN ANALIZARSE.

POBLACION ABASTECIDA	INTERVALO MAXIMO EN TRE TOMAS SUCESIVAS	NUMERO MINIMO DE - MUESTRAS QUE DEBEN TOMARSE EN TODA LA RED DE DISTRIBUCION.
Menos de 20.000 habit.	1 mes	1 muestra por cada
20.000 a 50.000 "	2 semanas	5000 habitantes y
50.001 a 100.000 "	4 días	por mes.
Más de 100.000 "	1 día	1 muestra por cada 10000 habitantes y por mes.

TABLA IV - 3. NORMAS BACTERIOLOGICAS. (Referencia 11)

	NMP/100 ml. bacterias coliformes	
Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.	0	- 50
Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección).	50	- 5000
Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos.	5000	- 50000
Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales; estas fuentes sólo se utilizarán en último extremo.	Más de 50000	

VI - PREPARACION DE MATERIAL

VI - PREPARACION DE MATERIAL

1.0 FRASCOS DE RECOLECCION

Se usaron frascos plásticos previamente lavados con detergente, luego con ácido nítrico diluido y finalmente enjuagados con agua desionizada, de aproximadamente 1 galón para la recolección y transporte de las muestras. Para las muestras bacteriológicas, se utilizaron frascos de vidrio de 250 ml. previamente esterilizados por autoclave.

2.0 RECOLECCION DE LA MUESTRA

Se introdujo el frasco en la corriente de agua en diversas zonas del sitio escogido para muestreo, con la finalidad de obtener una muestra representativa.

Al mismo tiempo que se tomó la muestra, se determinó la temperatura (termómetro convencional) y profundidad del muestreo -- (30 - 40 cms. de preferencia).

El traslado de las muestras al laboratorio del Centro Universitario de Occidente, se procuró hacerlo en el menor tiempo posible para filtrar el contenido (papel filtro corriente) e inmediatamente tomarles el pH a cada una de las muestras.

pH metro digital, Beckman 3550.

VII - METODOS DE ANALISIS

VII - MÉTODOS DE ANÁLISIS

Los muchos y muy diversos métodos que se han aplicado o pueden aplicarse en el análisis de muestras de AGUA, se clasifican en tres grupos fundamentales:

- Métodos Bacteriológicos.
- Métodos Químicos.
- Métodos Instrumentales.

Los tres tienen gran aplicación en la determinación de contaminantes acuíferos.

1.0 MÉTODOS BACTERIOLÓGICOS

Son los utilizados para determinar un contaminante o -- fuente de impurezas que van en perjuicio de la salud humana.

- a) Coliformes totales.
- b) Otros métodos específicos.

2.0 MÉTODOS QUÍMICOS

En general, las técnicas de análisis químico cuantitativo comprenden los siguientes métodos:

- a) Gravimétricos.
- b) Volumétricos.
- c) Calorimétricos.

- d) Cromatográficos.
- e) Nefelométricos y turbidimétricos.

3.0 MÉTODOS INSTRUMENTALES (Espectroscopía en general)

En términos generales, el análisis instrumental es la aplicación a la química analítica de ciertos métodos físicos y físico-químicos especiales. Su empleo se ha generalizado debido a la extrema rapidez y eficiencia con que se realizan determinados análisis. Entre los métodos instrumentales en especial se pueden citar las siguientes técnicas:

- a) Espectrometría de emisión.
- b) Espectrometría de absorción (región ultravioleta e infrarroja).
- c) Difracción de Rayos X.
- d) Espectrometría de Masas.
- e) Polarimetría.
- f) Microscopía.
- g) Refractometría.

El método instrumental que fue utilizado para determinar las diversas concentraciones metálicas en los ríos del Occidente del País, fue el de Espectrofotometría por Absorción Atómica.

3.1 Espectroquímica Práctica.

En los últimos años la Espectroscopía por Absorción Atómica ha crecido tremendamente como método analítico.

Se le utiliza en este momento para la determinación cuantitativa de casi 20 elementos metálicos en todos los niveles de concentración debido a su sensibilidad, bajo costo, simplicidad de operación y carencia en general de interferencias. Debido a su especificidad y selectividad, este método cubre un amplio rango de aplicaciones, tales como:

Medicina, Farmacia, Toxicología,
Industrias Petroquímicas, Inspección de
Alimentos, Metalurgia, y en muchos otros
campos.

El principio básico de la Absorción Atómica, es que el elemento de interés en la muestra, no se excita para hacer que emita radiación, como sucede en los métodos de emisión, sino simplemente se disocia de sus enlaces químicos, haciendo pasar la muestra por la llama proveniente de un quemador, llevándose a un estado no excitado, no ionizado y mínimo de energía. En este estado fundamental, el elemento es capaz de absorber radiación emitida a una longitud de onda específica, generalmente a la misma longitud de onda que emitiría radiación el elemento al excitarse. Esta radiación específica para el elemento que se va a analizar, proviene de una lámpara de cátodo hueco, cuyo cátodo está fabricado o revestido por el elemento de interés y tiene una fuente llena de argón o neón a muy -

baja presión. El espectro emitido por esta lámpara es el del elemento junto con el del gas de relleno. Este espectro se hace pasar por un filtro o monocromador, el cual está ajustado para que sólo deje pasar la línea de resonancia de interés que luego incide sobre el fotodetector y pasa al sistema electrónico.

La transición desde el nivel de energía o estado E al estado $E + h\nu$ (h : constante de Planck y ν : frecuencia), se muestra en la figura VII-1. Esta transición se produce en un átomo como resultado de una absorción de energía de radiación correspondiente a una frecuencia ν . El regreso del nivel superior al nivel E está acompañado por la emisión de energía.

Los procesos implicados en Absorción Atómica, cuando un átomo pasa del nivel de energía E al nivel $E + h\nu$, pueden resumirse en tres pasos consecutivos. (Fig. VII-2)

En la Figura VII-2, un rayo de luz de una intensidad (I) y una longitud de onda específica es emitido desde una fuente. En el caso de atomizar un blanco, no habrá absorción y toda la energía de radiación llegará al fotodetector, pero si hay algunos átomos neutros libres en su estado basal, que puedan absorber una parte de la energía de radiación usada para excitar los átomos; ellos, por supuesto, también regresan su energía de radiación, que se

transmite en todas direcciones y en muchos casos esta fracción observada por el fotodetector no produce ninguna alteración notoria en la medición de la radiación sin absorber.

Otra forma de representar un sistema simple de Absorción Atómica, es mostrado en la Fig. VII-3. Este sistema se conoce con el nombre de Haz Simple Alterno, debido a que la luz de la lámpara se rebana produciendo una corriente alterna, mientras la luz de la llama permanece inalterada. El circuito electrónico está diseñado de tal manera que sólo amplifique la señal alterna ignorando la señal que proviene de la llama. En esta forma se evitan las interferencias que ocurrirían debido a la radiación emitida por la llama.

3.1-1 Fuentes Luminosas.

Lámparas de cátodo hueco son corrientemente utilizadas casi exclusivamente como fuentes luminosas. Estas lámparas consisten de un tubo de vidrio en el cual están sellados el cátodo y el ánodo. El cátodo es cilíndrico y consiste de ese elemento particular que debe ser determinado cuantitativamente. El tubo de vidrio se llena con un gas noble generalmente neón o argón.

Si se aplican aproximadamente 350 V a ambos electrodos, el gas noble es ionizado. Los iones resultantes

son acelerados en el campo eléctrico y chocan contra el cátodo. Los átomos de metales en consecuencia, son expulsados del cátodo y excitados. De acuerdo al material del cátodo estas válvulas emiten espectros característicos.

Ultimamente, están siendo utilizadas válvulas compuestas por más de un elemento. Estas son llamadas lámparas de multi-elementos y son empleadas cuando varios elementos deben ser determinados rutinariamente y en paralelo.

La lámpara de deuterio es empleada para compensación de pérdidas de luz no-específicas. Contrariamente a la lámpara de cátodo hueco, ésta emite un espectro continuo en el rango de 190 - 450 nm.

3.1-2 Quemador.

La muestra, que es generalmente analizada en la forma líquida, es alimentada a un quemador laminar que quema con una mezcla de aire / acetileno u óxido nítrico/ acetileno. Los elementos contenidos en la muestra son reducidos a átomos neutros en esta llama y pueden, en consecuencia, absorber la luz espectral entrante de la válvula de acuerdo con la Ley de Lambert-Beer.

Cuando la luz pasa a través de la llama, se produce no sólo absorción de acuerdo con la Ley de Lambert-Beer, sino también fotodispersión (absorción de fondo no espe--

cificado). De manera de detectar la extensión de la fotodispersión, la llama es expuesta no solamente a las distintas líneas espectrales de la válvula, sino también a una radiación continua de una lámpara de deuterio. La absorbancia de luz de este tipo de rayo, es en consecuencia realizada casi exclusivamente por fotodispersión.

La comparación de la absorción de emisión de línea espectral y emisión continua de la absorción "verdadera" del elemento (compensación de fondo de deuterio).

3.1-3 Atomización sin Llama.

Para la atomización sin llama, puede ser instalado un horno de grafito de alta potencia. Obtiene una temperatura de atomización de 3100°C en un tubo de grafito eléctricamente calentado. La muestra es insertada en el tubo de grafito con una micropipeta, secada de acuerdo a un programa de temperatura ajustable, incinerada y atomizada. Finalmente, el horno es limpiado en la fase de quemado.

Hay otro método sin llama para la determinación del mercurio. La solución de mercurio es tratada con dicloruro estánico, el mercurio no combinado resultante es extraído de la solución por una corriente de aire y conducido a través de una cubeta de cuarzo. El pico de rendimiento de absorción es un índice para la obtención del conte-

nido de mercurio de la muestra.

3.1-4 Monocromador

En el monocromador, la línea de resonancia correspondiente está separada de las líneas de gas noble y se fija un ancho de banda de radiación continua específica, incluyendo la línea de resonancia. Un número suficiente de diferentes anchos de reja es necesario para producir la resolución requerida, como ser una relación alta de apertura del monocromador, de manera de obtener la relación más práctica señal/ruido. Como la determinación de elemento se realiza predominantemente en bajo UV, la energía es optimizada a 250 nm (rejilla glaselada a 250 nm).

3.1-5 Electrónica y Visualizador de Datos.

En el sistema electrónico de datos regulados por el fotomultiplicador, son amplificadas las intensidades de luz, convertidas en unidades de absorbancia y, si es necesario, sustraída la absorción de fondo. Los resultados son visualizados ya sea analógica o digitalmente.

3.1-6 Interferencias.

Se conocen como interferencias aquellos efectos que causan error en los análisis, exceptuándose los factores que afectan la precisión o sensibilidad del equipo. Existen diferentes tipos de interferencias, las más comunes son:

- a) Interferencias Químicas.
- b) Interferencias de Ionización.
- c) Interferencias de Bulto o Matriz.

a) INTERFERENCIAS QUIMICAS. Generalmente resultan de la disociación incompleta del elemento por determinar. En este caso, algunos compuestos se disocian menos que otros y los resultados de la determinación de un metal, pueden depender de la presencia de otros elementos o radicales presentes en solución. •

b) INTERFERENCIAS DE IONIZACION. Se producen cuando gran parte de los átomos de las muestras se ionizan, absorbiendo energía en otra línea de radiación. Esta línea puede encontrarse fuera del ancho de banda del monocromador, o no estar presente en la lámpara de cátodo hueco, por lo que en la práctica estos átomos se pierden analíticamente.

En la determinación de elementos fácilmente ionizables, las condiciones del quemador tendrán gran efecto, debido a que el grado de ionización depende de la temperatura de la llama. Desde el punto de vista de interferencias, la temperatura ideal de la llama sería ligeramente superior a la de disociación completa, ya que no es aconsejable trabajar con llama de máxima temperatura.

Estas interferencias, generalmente se controlan adicionando un gran exceso de un elemento más fácilmente ionizable.

- c) INTERFERENCIAS DE BULTO O MATRIZ. Se producen cuando los resultados analíticos cambian debido a la viscosidad o naturaleza de la solución muestra, pues la solución fluye más lentamente disminuyendo la absorción cuando contiene sólidos disueltos o es muy concentrada.

Un efecto de matriz común es el aumento resultante en la concentración dada de un elemento en un solvente orgánico, con respecto a la dada en un solvente acuoso, ya que los solventes orgánicos aumentan la eficiencia del quemador.

3.1-7 Ventajas.

Algunas ventajas de la técnica de Absorción Atómica, son:

- a) No presenta interferencias espectrales, ni aún en el caso en que un elemento interferente tenga una línea de absorción dentro del ancho de banda del monocromador, ya que la lámpara de cátodo hueco no tendrá emisión a su longitud de onda.
- b) Casi no presenta interferencias químicas, debido a que las técnicas de muestreo son simples, porque los elementos de interés se disocian de sus enlaces químicos y no necesitan excitarse.

- c) Trabaja con un número mayor de átomos que cualquier otra técnica, lo cual proporciona una alta precisión.

Existen sistemas de Absorción Atómica en los cuales el sistema de lectura está diseñado de tal forma, que para efectuar análisis con soluciones acuosas, cumple con la Ley de Beer, es decir, que la concentración es proporcional al logaritmo negativo de la absorción, en un rango bastante amplio de concentraciones; siendo por lo tanto, posible obtener lecturas lineales en absorbancia, o incluso, calibrados directamente en concentración.

3.1-8 Posibilidades Analíticas.

El empleo de llama implica la presencia de combustible y oxidante, los cuales a su vez limitan el rango útil de A.A. a la zona en que no presentan absorción.

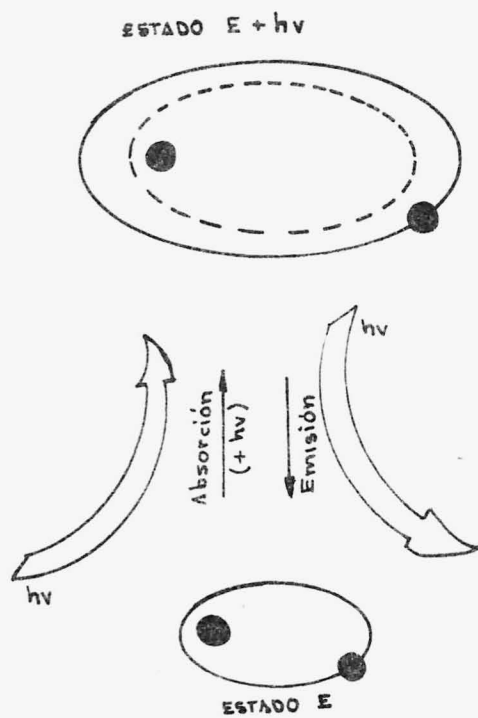
El rango de longitudes de onda en A.A. es por tanto, similar al rango de espectrofotometría U.V. Visible. Incluye todos los metales y semimetales, pero excluye elementos como el S, los halógenos y otros gases cuyas líneas de resonancia se hallan en la zona de absorción atmosférica.-

La temperatura de la llama aire-acetileno no es suficiente para disociar los compuestos de los elementos refractarios tales como el aluminio, el titanio y el vanadio.

Por lo que se efectúan determinaciones analíticas

de Silicio, Boro, Renio, Tungsteno y muchos elementos de las tierras raras con llama de quemador óxido nitroso-acetileno.

* * * * *



TRANSICION ENTRE NIVELES DE ENERGIA
Fig. VII-1

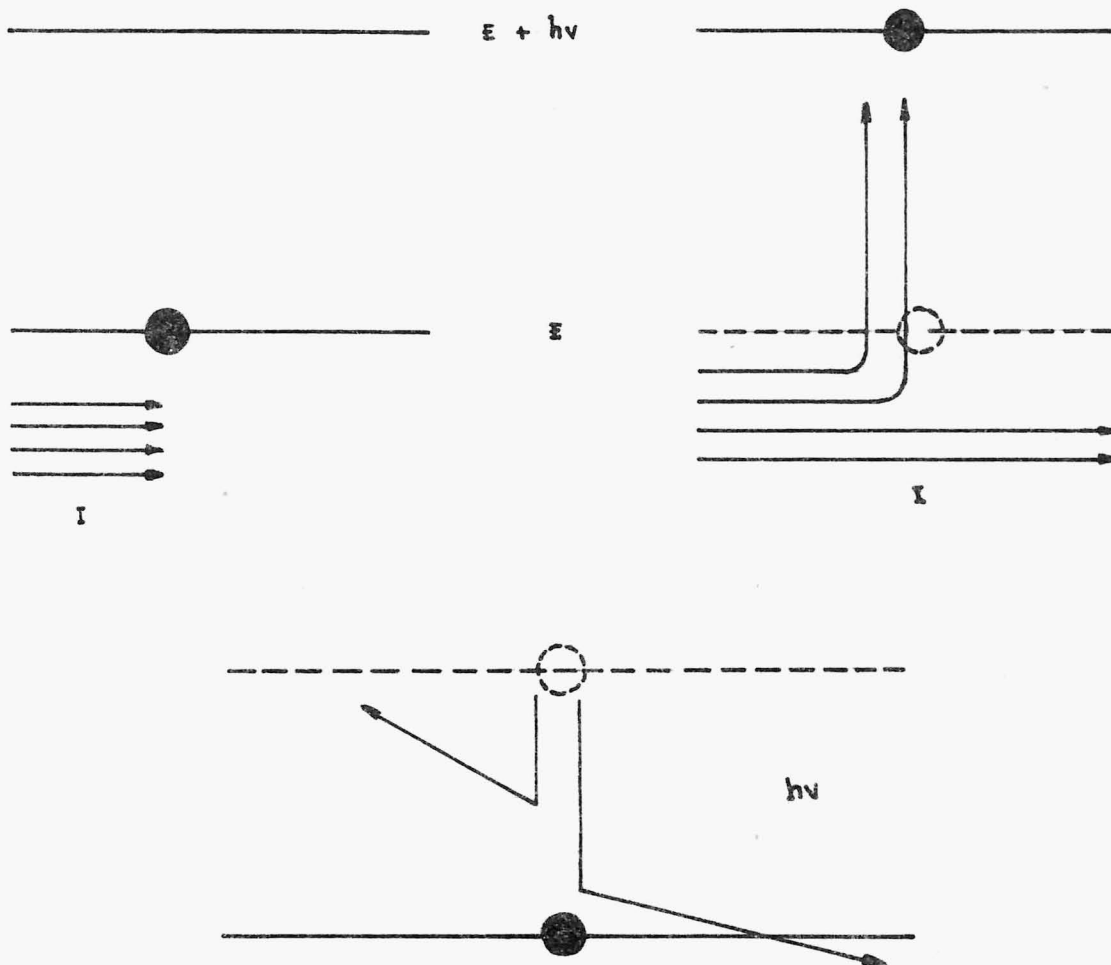
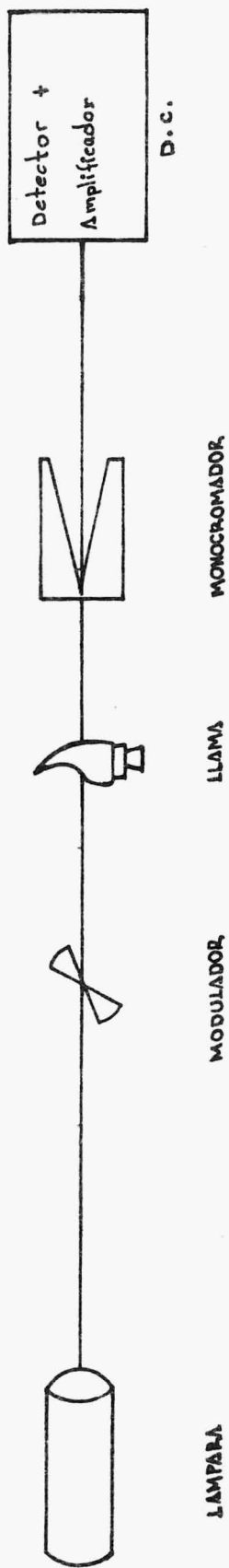


FIGURA VII-2 PROCESOS IMPLICADOS EN ABSORCIÓN ATÓMICA



SISTEMA SIMPLE DE ABSORCION ATOMICA
Fig VII-3

VIII - INICIO DE OPERACIONES

VIII - INICIO DE OPERACIONES1.0 PREPARACION DE PATRONES PRIMARIOS (ppm = μ g/ml = mg/lit)

<u>Al</u> (1000 ppm)	1.0 gr. de alambre de aluminio en un volumen mínimo de HCl (1+1) para disolver, agregar 1 gota de Hg como catalizador y diluir a 1 lt. con HCl al 1% (V/V).
<u>Ba</u> (1000 ppm)	1.779 gr. de BaCl ₂ , 2 H ₂ O y diluir a 1 lt. con agua desionizada.
<u>Cd</u> (1000 ppm)	1.0 gr. de Cd metálico en un volumen mínimo de HCl (1+1) para disolver y diluir a 1 lt. con HCl 1% (V/V).
<u>Co</u> (1000 ppm)	1.0 gr. de Co metálico en volumen mínimo de HCl (1+1) y diluir a 1 lt. con HCl 1% (V/V)
<u>Cu</u> (1000 ppm)	1.0 gr. de Cu metálico en un volumen mínimo de HNO ₃ (1+1) y diluir a 1 lt. de HNO ₃ 1% (V/V).
<u>Cr</u> (1000 ppm)	3.735 de K ₂ CrO ₄ y diluir a 1 lt. con agua desionizada.
<u>Fe</u> (1000 ppm)	1.0 gr. de Fe metal (alambre) en 50 ml. de HNO ₃ (1+1) y diluir a 1 lt. con agua desionizada.
<u>Mn</u> (1000 ppm)	1.0 gr. de Mn metálico en un mínimo volumen de HNO ₃ (1+1) y diluir a 1 lt. con HCl 1% (V/V).
<u>Pb</u> (1000 ppm)	1.598 gr. de Pb(NO ₃) ₂ y diluir a 1 lt. con HNO ₃ 1% (V/V).
<u>Zn</u> (1000 ppm)	0.5 gr. de Zn metálico en un mínimo volumen de HCl (1+1) y diluir a 1 lt. con HCl 1% (V/V).

NOTA: Los análisis bacteriológicos se realizaron en la Clínica Microbiológica del Hospital "SAN JUAN DE DIOS" - Santa Ana.-

2.0 PREPARACION DE MUESTRAS PATRONES PARA COMPARACION DIRECTA

(Absorción atómica 305-B y 370)

Fueron preparados por dilución a partir de las primarias (patrones 1000 ppm ó 500 ppm), utilizando la relación $V_1C_1 = V_2C_2$

ELEMENTO	CONCENTRACION ppm	% ABSORBAN CIA	SENSIBILIDAD	
			ppm	%
Ba	25	55.0	50	40
	15	32.0		
	5	9.0		
Co	5.0	29.5	5	30
	1.0	8.0		
Fe	5.0	42.0	5	34
	3.0	25.0		
	1.0	7.5		
Mn	5.0	60.0	2	31
	1.0	15.8		
Zn	2.0	50.0	0.5	25
	1.0	28.0		
	0.5	16.3		

NOTA:

- 1/ Al, Cd, Cu y Pb, se analizaron con absorción atómica con horno de grafito y cuyos patrones se elaboraron con titrisoles Merck.
- 2/ El boro se analizó con U.V. y el Cromo por intermedio de otra Institución.-

3.0 COMPLEMENTO SOBRE EQUIPO

Previamente ajustado el aparato a las condiciones óptimas recomendadas para cada catión, las muestras de aguas fueron sometidas - por aspiración directa o inyección por Epper---dorf - al nebulizador - quemador u horno de grafito del Espectrofotómetro. (Ver tablas respectivas)

PASOS PREVIOS

- Colocación de la lámpara del elemento a analizar y calentamiento hasta emisión estable.
- Al mismo tiempo se ajustan las condiciones recomendadas (gain, etc.)
- Ajuste de los flujos de gases para obtención de la llama recomendada o programación de temperatura para el horno.
- Aspirando agua bidestilada, encender la llama (305-B) y (370 ambos con atomizador de llama).
Este paso no se toma en cuenta para 305-B con horno.
- Lectura de las muestras.

* NOTA ESPECIAL PARA HORNO DE GRAFITO

Condición indispensable es que la muestra esté atomizada. (10 ult)

ELEMENTO	SECADO	INCINERADO	ATOMIZACION
Pb	100°C	500°C	2300°C
Cu	100°C	500°C	2500°C
Cd	100°C	500°C	1500°C
Al	100°C	500°C	2600°C
Tiempo para alcanzar	20"	40"	49"

Elemento	Símbolo	Instrumento PERKIN-ELMER	Control	Atomización	mm/min Graficador	Lugar
Aluminio	Al	305 - B	Gráfica	Horno de grafito	10	Facultad de Química y Farmacia
Bario	Ba	305 - B	Señalador de aguja	De llama	-	Centro Universitario de Occi-- dente.
Boro	B	55	E S P E C T R O F O T O M E T R O "COLEMAN"			PRO-AGRO
Cadmio	Cd	305 - B	Gráfica	Horno de grafito	10	Facultad de Química y Farmacia
Cobalto	Co	370	Voltíme-- tro digi-- tal.	De llama	-	Pro-Agro
Cobre	Cu	305 - B	Gráfica	Horno de grafito	10	Facultad de Química y Farmacia
Cromo	Cr	303 ?	Gráfica	De llama	?	Guatemala.
Hierro	Fe	370	Voltíme-- tro digi-- tal.	De llama	-	PRO-AGRO
Manganeso	Mn	370	Voltímetro digital.	De llama	-	PRO-AGRO
Plomo	Pb	305 - B	Gráfica	Horno de grafito	10	Facultad de Química y Farmacia
Zinc	Zn	370	Voltíme-- tro digi-- tal.	De llama	-	PRO-AGRO

	Lámpara	λ (nm)	Rendija	Rango	Mode	Llama	Corriente mA
Al	Multielemento C.H.: Al, Ca, etc.	309.0	4(0.7 nm)	U. V.	Gráfico	-	30
Ba	Unielemento C.H.: Ba	277.0	2(0.14nm)	Visible	Abs. (1x)	Aire/C ₂ H ₂ *	30
B	E S P E C T R O F O T O M E T R O " C O L E M A N "						55
Cd	Unielemento C.H.: Cd	229.7	4(0.7 nm)	U. V.	Gráfico	-	4 - 8
Co	Multielemento C.H.: Cr, Co, Cu, etc.	241.3	3(0.2 nm)	U. V.	Concentr.	Aire/C ₂ H ₂	30
Cu	Multielemento C.H.: Cr, Co, Cu, etc.	325.0	4(0.7 nm)	U. V.	Gráfico	-	30
Cr	Multielemento C.H.: Cr, Co, Cu, etc.	358.0	3(0.2 nm)	U. V.	?	Aire/C ₂ H ₂	25
Fe	Multielemento C.H.: Al, Ca, Cu, Fe, etc.	247.8	3(0.2 nm)	U. V.	Concentr.	Aire/C ₂ H ₂	30
Mn	Multielemento C.H.: Cr, Co, Cu, Mn, etc.	279.5	3(0.2 nm)	U. V.	Concentr.	Aire/C ₂ H ₂	30
Pb	Unielemento C.H.: Pb	283.3	4(0.7 nm)	U. V.	Gráfico	-	12
Zn	Multielemento C.H.: Al, Ca, Cu, Fe, Mg, Si, Zn.	213.9	4(0.7 nm)	U. V.	Concentr.	Aire/C ₂ H ₂	20

* No es la recomendable. Se necesita N₂O/C₂H₂, de lo contrario, se cae en error.

4.0 TECNICA DEL BOROSolución Stock 50 ppm de Boro (cómo preparar):

0.2858 gr. de H_3BO_3 y aforar con H_2O desionizada hasta 1 litro. El ácido debe estar desecado a $75^\circ C$ por 1 hora.

Cada ml. de solución contiene 0.05 mg. de Boro.

Soluciones Standars:

5 ml. Stock en 250 ml. H_2O destilada	=	1 ppm
5 ml. Stock en 100 ml. H_2O destilada	=	2.5 ppm
10 ml. Stock en 100 ml. H_2O destilada	=	5 ppm
20 ml. Stock en 100 ml. H_2O destilada	=	10 ppm
40 ml. Stock en 100 ml. H_2O destilada	=	20 ppm

Soluciones Reactivos:

- A. NaOH - 0.1 N
- B. HCl - conc.
- C. HCl - 5 %
- D. H_2SO_4 - conc.
- E. Solución Carmín.
(0.05% por peso de carmín en H_2SO_4 conc. deseado, 0.920 gr./lt.)

Problemas (Soluciones):

Las diversas aguas.

Equipo:

1. Espectrofotómetro "Coleman" 55, a 585 nm de longitud de onda.
2. Estufa 95°C.
3. Agitador (Mixer - ciclo)
4. Tubos para Espectrofotómetro y para centrifugadora.
5. Cápsulas de porcelana.
6. Pipetas Volumétricas 2-5 y 20 ml.
7. Buretas, frascos de vidrio de 50 ml. libres de Boro y desecador de ácido.

Técnica:

1. Alícuotas de 20 ml. (cápsulas de porcelana).
Estándares y problemas, c/u.
2. Dos gotas de A (alcalinizar) y evaporar a sequedad 75°C.
3. Enfriar, agregar 4 ml. de C para desprender el resíduo adherido.
4. Trasladar a tubos de centrífuga y operar a 1000-1500 rpm por media hora.
5. Colocar 2 ml. del líquido sobrenadante en frasco libre de Boro.
6. Agregar 2 gotas de B, 10 gotas de D y 10 ml. de E.

- 7.- Colocar en desecadora y luego en parte oscura por 45 minutos.
- 8.- Agitar de nuevo y transferir a tubo de Espectrofotómetro.
- 9.- Agitar los tubos en ciclo-mixer.
- 10.- Calibrar el Espectrofotómetro 55 con los Estándares (0 - 100 de Transmittancia).
- 11.- Graficar transmittancia vs. ppm de Boro.
- 12.- Pasar muestras problema procesadas y hacer cálculos respectivos.

ppm de Boro = lectura de gráfica x factor de dilución

IX. A - COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS EN LOS
DISTINTOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA
EL ANALISIS DE LAS TRAZAS METALICAS.

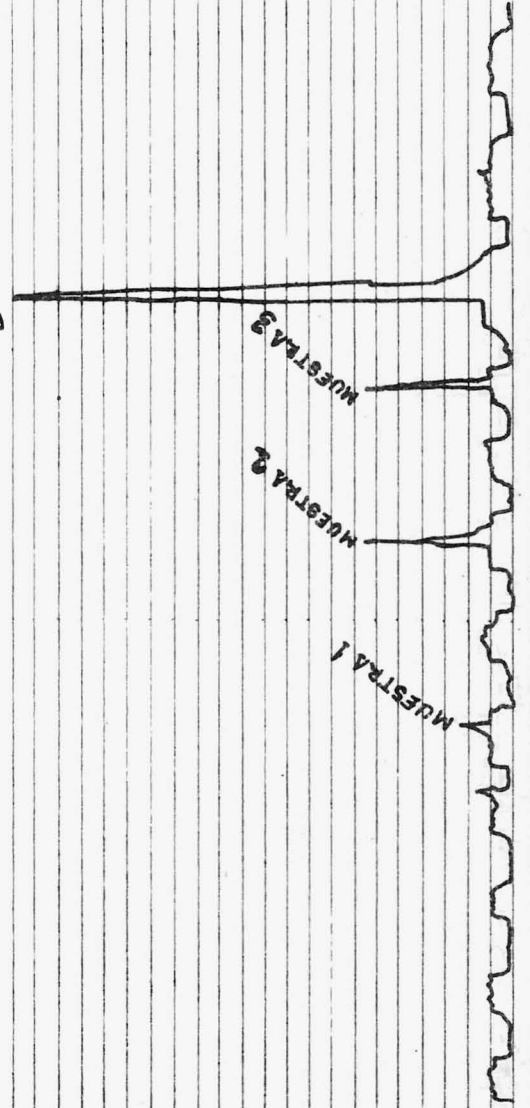
IX. B - COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS DEL ANALI-
SIS BACTERIOLOGICO.

SECCION IX - A

1.0 COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS EN GRAFICAS DE REGISTRADOR DE ABSORCION ATOMICA 305-B CON ACCESORIO HORNO DE GRAFITO

61 20 DIVISIONES SON A 1000 ppm.
5 DIVISIONES DE PAPEL CORRESPONDE A 250 ppm.

100 ppm (POMO)
(20 DIVISIONES DEL PAPEL)
PASTRON O ESTANDAR



2.0 COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS EN EL EQUIPO
370 - ABS. AT. IONIZACION DE LLAMA CON VOL-
TIMETRO DIGITAL.

LAS MUESTRAS PATRONES (O STANDARS) UNICA--
MENTE SE UTILIZARON PARA CALIBRAR EL APARATO,
LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON POR LECTURA DI-
RECTA. (CONCENTRACIONES)

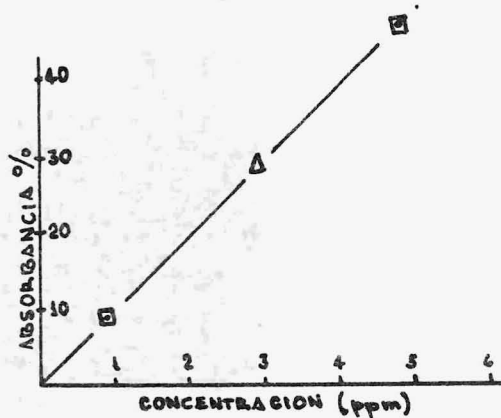
3.0 COMO OPERAR CON DATOS OBTENIDOS EN PORCENTAJES DE ABSORBANCIA.

Equipo 305 - B, Ionización de llama sin registrador.

□ Puntos obtenidos de las soluciones Standards de concentración conocida.

△ Punto obtenido de la solución problema.

CURVA DE TRABAJO



CONCENTRACION	LECTURA ABSOLUTA
St 1 1 ppm	9.0 %
St 2 5 ppm	43.9 %
Problema ?	28.0 %

$$\begin{aligned} \text{Elemento (mg/lt)} &= \frac{\text{Absorbancia neta prob.} \times \text{conc. Std. 2 en mg/lt}}{\text{Absorbancia neta Std. 2}} \\ &= \frac{28.0 \% \times 5 \text{ ppm}}{43.9 \%} = ? \end{aligned}$$

4.0 COMO OPERAR CON LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ESPECTRO-
FOTOMETRO 55 COLEMAN.

LUEGO DE CUMPLIR CON LA TECNICA DEL BORO, LAS
LECTURAS OBTENIDAS EN EL COLORIMETRO SE PROCE
SAN DE LA MANERA SIGUIENTE:

ppm de Boro = Lectura de Gráfica x Factor de Dilución

DEL MISMO MODO, LA TRAMITANCIA OBTENIDA EN EL
COLEMAN 55 SE PUEDE MULTIPLICAR POR EL FACTOR
DE DILUCION PARA OBTENER LA CONCENTRACION DEL
ELEMENTO CON EL MISMO ERROR.

SECCION IX - B

1.0 CUANDO SE SIEMBRAN 5 TUBOS CON 10 ml. DE MUESTRA, LOS RESULTADOS PUEDEN TENER LOS SIGUIENTES VALORES:

CASO	Nº DE TUBOS QUE DAN REACCION POSITIVA EN 5 TUBOS DE 10 ml.	Nº DE TUBOS QUE DAN REACCION NEGATIVA	NMP POR 100 ml.
a	0	5	0
b	1	4	2.2
c	2	3	5.1
d	3	2	9.2
e	4	1	16.0
f	5	0	

NMP : Número más probable (Índice de Coliforme)

Con límite de tolerancia para agua potable se acepta un índice de coliforme de 2.2.-

INTERPRETACION DEL CUADRO ANTERIOR

El Índice de Coliforme es la expresión usada para indicar la densidad de estos organismos en el agua que se analiza. Generalmente se anota como total de organismos coliformes, calculados de resultados analíticos, que se encuentran en 100 ml. de la muestra.

Del cuadro anterior podemos resumir que un reporte de laboratorio con los siguientes datos, las conclusiones generales, son:

- 1.- El caso "a" es bueno para el consumo humano.
- 2.- El caso "b" está en el límite de tolerancia como agua potable.
- 3.- El caso "c" necesita corrección simple y ya representa peligro para la salud.
- 4.- El caso "d" es necesario un tratamiento especial con un gran peligro para la salud.
- 5.- Los casos "e" y "f" es necesario tratamientos continuos y de no ser controlados, la contaminación deberá tomarse medidas drásticas.-
Altamente nocivo para la salud humana.-

X - RESULTADOS GENERALES

SECUENCIA:1.0 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LOS ELEMENTOS METALICOS

- Análisis con absorción atómica 305-B, con horno de grafito: Al, Cd, Cu, Pb.

TABLAS: X-1, X-2, X-3 y X-4

- Análisis con absorción atómica 370 con voltímetro digital: Co, Fe, Mn, Zn.

TABLA : X-5

- Análisis con absorción atómica 305-B con atomizador de llama: Ba

TABLA : X-6

- Análisis con Espectrofotómetro Coleman 55 : B

TABLA : X-7

- Análisis exclusivo: Cr

TABLA : X-8

2.0 RESULTADOS DE LOS ANALISIS BACTERIOLÓGICOS

TABLA : X-9

T A B L A N° X-1

RESULTADOS PARA ALUMINIO

Muestra	Registrador (N° Divisiones)	Conc. (ppb)	Conc. (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	0	X	X
3 Sitio Viejo (S.A.)	0	X	X
4 Chiguillo	0	X	X
6 Pozo San Antonio	0	X	X
13 San José	1.0	149.2	0.15
14 Tahuilapa	6.0	895.2	0.89
15 Angus	1.2	179.0	0.18
18 Sensunapán	22.0	3282.4	3.30
19 Los Milagros	0	X	X
21 Chichisquillo	0	X	X
23 San Pedro	32.0	4774.4	4.80
24 Zuncita	42.7	6370.8	6.40
25. El Rosario	43.3	6460.4	6.50
26 El Naranjo	68.9	10293.0	10.30*
27 Guayapa	43.4	6475.3	6.50

PATRON: 1000 ppb ----- 6.7 divisiones

Límites: 0 - 10 ppm (Humanos)

T A B L A N° X-2
RESULTADOS PARA COBRE

Muestra	Registrador (N° Divisiones)	Concentración (ppb)
2 Sitio Viejo (N)	0.2	5.5
2 Sitio Viejo (S.A.)	0	X
4 Chiguillo	0	X
6 Pozo San Antonio	2.0	55.5
13 San José	0.3	8.3
14 Tahuilapa	0	X
15 Angus	0.9	24.9
18 Sensunapán	1.5	41.5
19 Los Milagros	0.4	11.0
21 Chichisquillo	0.2	5.5
23 San Pedro	0	X
24 Zuncita	0.6	16.6
25 El Rosario	0.3	8.3
26 El Naranjo	0.3	8.3
27 Guayapa	0	X

PATRON : 1000 ppb ----- 36 divisiones

Límite Máximo: 1.0 ppm (Mamíferos)

T A B L A N° X-3

RESULTADOS PARA CADMIO

Muestra	Registrador (N° Divisiones)	Conc. (ppb)	Conc. (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	0	X	X
3 Sitio Viejo (S.A.)	0	X	X
4 Chiguillo	0.3	13.3*	0.0133*
6 Pozo San Antonio	0	X	X
13 San José	0	X	X
14 Tahuilapa	0	X	X
15 Angus	0	X	X
18 Sensunapán	0	X	X
19 Los Milagros	0	X	X
21 Chiquisquillo	0	X	X
23 San Pedro	0	X	X
24 Zuncita	0	X	X
25 El Rosario	0	X	X
26 El Naranjo	0	X	X
27 Guayapa	0	X	X

PATRON : 1000 ppb ----- 22.5 divisiones

Límite Máximo: 0.01 ppm (Humanos y Biota acuática)

T A B L A N° X-4
RESULTADOS PARA PLOMO

Muestra	Registrador (N° Divisiones)	Conc. (ppb)	Conc. (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	0	X	X
3 Sitio Viejo (S.A.)	0	X	X
4 Chiguillo	0	X	X
6 Pozo San Antonio	0	X	X
13 San José	1.0	337.3	0.337*
14 Tahuilapa	1.9	633.3	0.633*
15 Angus	1.7	566.7	0.566*
18 Sensunapán	0	X	X
19 Los Milagros	0	X	X
21 Chichisquillo	0	X	X
23 San Pedro	0	X	X
24 Zuncita	0	X	X
25 El Rosario	0	X	X
26 El Naranjo	0	X	X
27 Guayapa	0	X	X

PATRON : 1000 ppb ----- 3 divisiones

Límites Máximos: 0.05 ppm (Humanos)
0.10 ppm (Biota acuática)

T A B L A N° X-5

RESULTADOS PARA COBALTO, HIERRO, MANGANESO, ZINC

Muestra	Co (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	0	1.20*	0	0.14*
3 Sitio Viejo (S.A.)	0	0.80*	0	0.00
4 Chiguillo	0	0.03	0	0.00
6 Pozo San Antonio	0	1.90*	0	0.18*
13 San José	0	0.09	0	0.10*
14 Tahuilapa	0.03	0.05	0	0.06*
15 Angus	0	0.00	0	0.05
18 Sensunapán	0	0.01	0	0.13*
19 Los Milagros	0	0.00	0	0.01
21 Chichisquillo	0	0.30*	0	0.07*
23 San Pedro	0	0.00	0	0.11*
24 Zuncita	0	0.30*	0	0.05
25 El Rosario	0	0.00	0	0.07*
26 El Naranjo	0.05	0.00	0	0.08*
27 Guayapa	0	0.00	0.13*	0.00

Co : Límite: 0.2 a 10.0 ppm (Consumo Humano)

Fe : Límite máximo permisible: 0.30 ppm (Humano)

Mn : Límite máximo : 0.05 ppm (Poco tóxico para el humano)

Zn : Límites máximos: 5.0 ppm (Agua potable)

0.005 ppm (Biota acuática)

T A B L A N° X-6
 RESULTADOS PARA BARIO

Muestra	Lectura : Abs	Conc. (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	0	X
3 Sitio Viejo (S.A.)	0	X
4 Chiguillo	0	X
6 Pozo San Antonio	0	X
13 San José	0	X
14 Tahuilapa	0	X
15 Angus	0	X
18 Sensunapán	0	X
19 Los Milagros	0	X
21 Chichisquillo	0	X
23 San Pedro	0	X
24 Zuncita	0	X
25 El Rosario	0	X
26 El Naranjo	0.02	0.01
27 Guayapa	0	X

Std. 1 (5 mg/lt) 9.0%

Límite máximo: 1.0 ppm (Humanos)

T A B L A N° X-7
RESULTADOS PARA BORO

Muestra	Factor de Dilución	Lectura	Resultado (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	1	1.53	1.53
3 Sitio Viejo (S.A.)	1	1.49	1.49
4 Chiguillo	1	1.42	1.42
6 Pozo San Antonio	1	1.18	1.18
13 San José	1	0.56	0.50
14 Tahuilapa	1	0.10	0.10
15 Angus	1	0.36	0.36
18 Sensunapán	1	0.62	0.62
19 Los Milagros	1	0.08	0.08
21 Chichisquillo	1	0.38	0.38
23 San Pedro	1	0.71	0.71
24 Zuncita	1	0.45	0.45
25 El Rosario	1	0.09	0.09
26 El Naranjo	1	0.66	0.66
27 Guayapa	1	0.31	0.31

Límite : 4.0 ppm (Vegetales)

T A B L A N° X-8
RESULTADOS PARA CROMO

Se escogieron solamente dos muestras para ser analizadas en Guatemala, ya que se encontraron dificultades en nuestro medio, debido al mal estado de las respectivas lámparas de Cátodo Hueco. Un volumen excesivo de muestras, por razones obvias no convenía, por tal motivo se seleccionaron las dos de mayor sospecha. (Proximidades de tenerías)

Muestra	Concentración (ppm)
2 Sitio Viejo (N)	0.00
4 Chiguillo	0.95*

Límite Máximo:

0.05 ppm (Consumo Humano y
Biota acuática)

MUESTRA	BACTERIAS AISLADAS
2 Sitio Viejo (N)	<u>E. coli</u>
3 Sitio Viejo (S.A.)	<u>E. coli</u> , <u>Enterobacter cloacae</u>
4 Chiguillo	<u>E. coli</u> , <u>Klipsiella</u>
5 Suquiapa	<u>E. coli</u> , <u>Salmonella enteritidis</u>
6 Pozo San Antonio	<u>E. coli</u> , <u>Alcaligenes feacalis</u>
12 Chimalapa	<u>E. coli</u> y <u>Enterobacter aerogenes</u>
13 San José	<u>Alcaligenes feacalis</u>
14 Tahuilapa	<u>Salmonella enteritidis</u> , <u>Proteus vulgaris</u> , <u>E. coli</u>
15 Angus	<u>Salmonella enteritidis</u> , <u>Enterobacter cloacae</u>
16 Pampe	<u>E. coli</u>
18 Sensunapán	Arizona, <u>E. coli</u>
19 Los Milagros	<u>Proteus vulgaris</u> , <u>E. coli</u>
20 Ceniza	<u>Enterobacter cloacae</u> , <u>Klipsiella</u>
23 San Pedro	<u>E. coli</u>
24 Zuncita	<u>E. coli</u> , <u>Enterobacter cloacae</u>
25 El Rosario	<u>E. coli</u> , <u>Klipsiella</u>
26 El Naranjo	<u>Proteus retgeri</u> , <u>Proteus mirabilis</u>
27 Guayapa	<u>Klipsiella</u>
28 Ahuachapío	<u>Paracolon bacteriae</u> , <u>Enterobacter aerogenes</u> , <u>A. feacalis</u>
29 Cara Sucia	<u>E. coli</u>

2.1 ANALISIS BACTERIOLOGICO

El grupo Coliforme (Grupo Coli), bacilos gram-negativos que fermentan la lactosa, es el grupo indicador para la investigación de microorganismos en el agua.

"Bacterias no esporógenas, gram-negativas, aerobias y facultativamente anaerobias, que fermentan la lactosa con formación de gas", Ésta es la definición del grupo Coli.

2.1-1 METODOS MICROBIOLÓGICOS. CONFIRMACION DE RESULTADOS.

1 - Caldo Lactosado.

Una muestra seriada en 5 tubos para aislamiento primario.

Todas las muestras inoculadas en el caldo lactosado tuvieron crecimiento, presuntivo de COLIFORMES.

2 - Verde brillante en bilis de buey.

Todas las muestras crecieron en este medio y esto confirma la presencia de COLIFORMES.-

NOTA: TODAS LAS MUESTRAS PRESENTARON UN INDICE COLIFORME DE MAS DE 16.

2.1 - 2 OTROS METODOS UTILIZADOS PARA LA CARACTERIZACION

- 1 - Mc Conkey
- 2 - TSI
- 3 - Urea
- 4 - Bioquímicos en general (I.M.V.I.C. y otros)

2.1 - 3 METODOLOGIA

MANUAL DE LABORATORIO, CLINICA MICROBIOLOGICA
HOSPITAL "SAN JUAN DE DIOS", de la ciudad de
Santa Ana.-

CAPITULO XI

ANALISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

XI - ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

1.0 TRAZAS DE ELEMENTOS METÁLICOS.

Al (Ver Tabla N° X-1)

Límites: 0 - 10 ppm (Humanos).

El único río que presenta anormalidad con el Al es el ----
N° 26 --- 10.30 ppm (El Naranjo), debido a que en su recorri-
do pasa probablemente por suelos de alto contenido en Al y
denominados suelos lateríticos, ricos en $Al_2O_3 \cdot (H_2O)_n$
(Referencia 3). El río Naranjo está localizado en la zona
Sur-Oriente del Departamento de Ahuachapán (Litoral).

Cu (Ver Tabla N° X-2)

Límite máximo: 1.0 ppm (Mamíferos).

No hay anormalidades.

Cd (Ver Tabla N° X-3)

Límite máximo: 0.01 ppm (Humanos y Biota Acuática)

La única muestra que se encuentra fuera de los límites de to-
lerancia es la N° 4 --- 0.013 ppm (Chiguillo). Esto sugiere
la existencia de sales de Cadmio en los suelos de la zona,
presumiblemente por el uso de "fungicidas" que contengan di-
cho elemento (Referencia 10). La presencia de Cd no se debe
a procesos industriales, ya que los afluentes que recibe no
tienen contaminación de tal tipo.

Parte del Río Chiguillo está enclavada en zona muy próxima a
la ciudad de Santa Ana, luego corre por zonas agrícolas.

La presencia de este fenómeno puede ser objeto de estudio -
posterior.

Pb (Ver Tabla N° X-4)

Límites máximos: 0.05 ppm (Humanos);
0.10 ppm (Biota Acuática).

Las Muestr-s N°13 (San José), N°14 (Tahuilapa) y N°15 (Angus), situados en la parte norte extrema de la ciudad ganadera de Metapán y de tunas ricas en minerales, tienen contenido de Pb fuera de las tolerancias permitidas, probablemente debido a que se encuentran en áreas donde en forma casera se dedican a la preparación de cueros - (Tinción), destinados al comercio minoritario. Es contaminación temporal durante los meses de Octubre a Diciembre inclusive.

Co (Ver Tabla N° X-5)

Límites : 0.2 a 10.0 ppm (Consumo Humano)
Los contenidos de Co se encuentran dentro de los límites de tolerancia.

Fe (Ver Tabla N° X-5)

Límite Permisible: 0.30 ppm (Humanos).
Las muestras N°2 (Sitio Viejo N), N°3 (Río Sitio Viejo S.A.) y N°6 (Poza San Antonio), su recorrido es por zonas de pastizales del Departamento de Santa Ana (Cantón San Luis La Planta, Santa Ana); las N° 21 (Chichisquillo) y N°24 (Zuncita), pertenecen a la Zona Ganadera de Sonsonate. Probablemente este fenómeno de encontrarse fuera de los límites de tolerancia, se deba a algún tipo de fertilización con Fe, que frecuentemente se aplican en pastizales, cuyos excedentes se depositan en los ríos por diferentes medios o a consecuencia del uso de suplementos ali

menticios para ganado a base del mismo elemento.

Los suelos que contienen piroxenos, minerales ferromagnésicos, tienden a producir, también, ciertas contaminaciones en los ríos a base del mismo elemento. (Referencia 3)

Mn (Ver Tabla N° X-5)

Límite: 0.05 ppm (Poco tóxico para el Humano).

Muy pocos son los compuestos del Mn que producen problemas. (El óxido, por ejemplo, entre los mineros).

El único río que presenta contenidos fuera de tolerancia con el Mn, es el N°27 (Guayapa). Esto puede ser debido al suelo de podzolización (característico de clima fresco, de color un tanto rojizo y en el cual el hierro es fácilmente oxidado y el manganeso, fácilmente reducido) que recorre el río a través de la Zona Sublitoral de Ahuachapán (Referencia 3).

Zn (Ver Tabla N° X-5)

Límites Máximos: 5.0 ppm (Agua potable),
0.05 ppm (Biota Acuática).

La totalidad de muestras no representa problema para el humano; pero, la mayoría de éstas se encuentran rebasando los límites de tolerancia para la Biota Acuática, debido, posiblemente, a algún tipo de fertilización de suelos aledaños a los ríos, en especial los localizados en zonas algodoneras: Muestras N°24 (Zuncita), N°25 (El Rosario), N°26 (El Naranjo) y N°27 (Guayapa). La deficiencia de Zn es causa de que algunas plantas tengan un crecimiento muy restringido, de ahí la importancia de tal elemento, aun--que posteriormente provoque la contaminación de las fuentes de agua. (Referencia 3).

También, la materia orgánica fresca proveniente de materias vegetales que la mayoría de las veces es arrojada en el cauce de los ríos (en los descuajes), es fuente de Zn. (Referencia 8)

Ba (Ver Tabla N° X-6)

Límite Máximo: 1.0 ppm (Humanos).

No presenta problema alguno. No se asocia a procesos industriales.

B (Ver Tabla N° X-7)

Límite Máximo: 4.0 ppm (Plantas)

Poco tóxico para los animales, siendo las plantas mucho más sensibles a él. Ninguno de los ríos rebasa los límites de tolerancia; pero, los ríos N°2 (Sitio Viejo N), N°3 (Sitio Viejo S.A.), N°4 (Chiguillo) y N°6 (Poza San Antonio), tienen concentraciones mayores que el resto porque se encuentran ubicados en zonas donde reciben aguas provenientes de lugares cercanos al Lago de Coatepeque (caracterizados por tener alto contenido de Boro, aproximadamente 12 ppm). (Referencia 17)

Cr (Ver Tabla N° X-8)

Límite Máximo: 0.05 ppm (Consumo Humano y Biota Acuática)

La muestra N°4 (Río Chiguillo) sobrepasa los límites de permisión para el Cromo hexavalente, porque recibe las aguas de desecho de tenería en lugares aledaños al área de muestreo.

2.0 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO. (Ver Tabla N° X-9)

Todas las muestras resultaron con alarmantes índices de contaminación. Prueba y confirmación de enfermedades bacteriales en las zonas circunscritas a los puntos de muestreo.

En la práctica, uno de los casos más contaminantes y frecuentes es el de los ríos y pozos en zonas rurales y áreas marginales de poblaciones (Ejemplos de Estas últimas: costado Nort-poniente de San Antonio del Monte, Sonsonate; entrada poniente de Nahuilingo, (Sonsonate), en donde no existen servicios, ni cloacas ni drenajes adecuados). Las condiciones higiénicas de estas zonas son precarias, no existen alcantarillados y es un bajo porcentaje de personas las que cuentan en sus viviendas con letrinas de fosa, la inmensa mayoría arrojan sus desechos y sus aguas "servidas" a las riberas de los ríos y realmente es alarmante la cantidad de desechos humanos que se filtra al subsuelo o que polulan en trechos regulares donde la velocidad de los ríos es mínima.

Normalmente esta contaminación, no causaría daño ni implicaría peligro, pero muchas veces, a pocos metros de una fosa existe un pozo para la obtención de agua para el consumo humano, el cual recibe todas las impurezas que se han filtrado a la tierra o a pocos metros del lugar contaminado directamente se haya un sitio del río destinado a la recreación.

3.0 CONCLUSION GENERAL.

La concentración de Al existente en los ríos comprendidos en la Zona de Metapán y en los del Litoral Sonsonate-Ahuachapaneco es ligeramente anormal, pero el Aluminio no presenta problemas en los suministros de agua potable (1-10 ppm). En cambio, en la anormalidad, que en las concentraciones de Zinc presentan los ríos Sitio Viejo, Sensunapán, San Pedro y La Poza de San Antonio para la Biota Acuática, sí es conveniente reparar en ello, por el daño que dicho elemento causa al crecimiento vegetativo.

Pero, en general, los índices de contaminación con metales tóxicos son relativamente bajos, lo cual es debido al hecho de que no existen zonas Industriales Definidas enmarcadas dentro del área de estudio; pero pudo constatarse otros tipos de contaminaciones (por Plaguicidas y por Bacterias) que merecen un detenido y concienzudo estudio inmediato.

1. La materia orgánica producto de las fermentaciones de los residuos del beneficiado del Café, causa la desoxigenación en las corrientes de agua; los peces se asfixian y mueren. Posteriormente, cuando todo el oxígeno disuelto ha desaparecido, habrá olores nauseabundos debido al sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, aminas orgánicas, etc.
2. Las materias en suspensión, tanto orgánicas como minerales -fruto de los drenajes colocados a inmediaciones de algunas poblaciones y de los desechos de algunas industrias (Café, lechería)-, se depositan sobre el lecho del río formando lodo que sube del lecho y posiblemente lo derrame (por la putrefacción de la materia se forman burbujas de gas en el lecho, que impulsan ese material a la superficie del río). Esa materia tiene el aspecto de masa flotante de olor penetrante y consistencia viscosa.
3. Las sustancias corrosivas (ácidos y álcalis) o sustancias tóxicas (fenoles, zinc, cobre, etc.), las primeras emanadas de beneficios de café, tenerías y establos y las segundas, derivadas de textileras, agro-aplicaciones, etc., eliminan al pez, bacterias y otros animales de la Vida Acuática. El resultado de la destrucción de bacterias benéficas en el agua puede producir una esterilización del río, lo cual es indeseable por ser en contra de la autopurificación. Dichas aguas pueden ser peligrosas en el uso doméstico o en el uso de aguas para el ganado.

4. Los microorganismos patógenos son transportados por drenajes y otros medios a los ríos, para producir verdaderas epidemias, esto ocurre principalmente con los desperdicios de Curtiembres y Establos.

XII - RECOMENDACIONES

XII - RECOMENDACIONES

- 1) Se hace absolutamente necesario la creación del Centro de Control Toxicológico, dependiente de la Facultad de Química y Farmacia, que cuente entre sus finalidades el control-fichero de todas las Industrias, Comercios, Centros ganaderos y Propiedades agrícolas del territorio Salvadoreño, cuyas actividades involucren peligro tóxico para sus operadores o cuyos residuos conlleven peligro de contaminación a los demás congéneres. Para que este control no fuere mal interpretado por los conductores de todas esas fuentes de trabajo, se haría necesario una conciente promoción para el "logro" de la cooperación plena de todos esos sectores y así alcanzar la luz verde para ese Centro, en lo referente a Investigación, Educación Sanitaria, Higiene, Prevención, Tratamientos, Supervisiones, Emergencias, colaboración en el campo de la CONTAMINACIÓN AMBIENTAL GENERAL, etc.

La integración de este Centro impediría el indiscriminado uso de plaguicidas y de sustancias metálicas, tanto en la Agricultura como en la Industria.

Entre sus funciones estarían:

- a) Investigar la contaminación agregada por metales.
- b) Aconsejar el buen uso de los insecticidas.

- c) Propugnar el control biológico de las plagas dentro del campo agrícola, y la instalación de pilas de estabilización para las aguas de desechos industriales y de pozos de regeneración acuífera para la eliminación de contaminantes de las aguas de desecho agrícola o ganadero.
 - d) Impulsar la tecnificación y ampliación del servicio de agua potable.
- 2) En vista de la gran cantidad de ríos que actualmente son utilizados en la Zona de Occidente para transportar desechos agrícolas, domésticos, industriales (en cuantía moderada), etc, es necesario que el Centro Universitario de Occidente desarrolle un estudio lo más acabado posible que abarque:
- a.- Análisis de las aguas de los ríos en los lugares reales de contaminación con muestreos periódicos (anuales).
 - b.- Análisis de las legumbres, hortalizas y otros cultivos que se dan en los lugares aledaños a los ríos.
 - c.- Análisis de las carnes de los animales comestibles que son abrevados en las aguas de los ríos occidentales.

Todo esto, con el fin de determinar la aceptabilidad de los productos de consumo humano.

- 3) Las cargas de desechos orgánicos (orgánico-industriales, orgánico-urbanos, orgánico-agrícolas) que inician inmediatamente la "degeneración aeróbica" del río son consumidas por los elementos vivos acuáticos que los desintegran en sus componentes principales (N_2 , P y C) que son factores nutritivos básicos de las plantas; pero este desdoblamiento consume parte del oxígeno que siempre hay disuelto en el agua. Si no es excesiva la carga, disminuirá aproximadamente de 8 a 10 ppm, a 4 - 5 ppm, según la temperatura.

Esta extracción de oxígeno, se conoce como CONSUMO DE OXIGENO BIOQUIMICO. El oxígeno disuelto puede agotarse, en ta les casos nace la "degeneración anaeróbica"; es decir, entran en acción las bacterias que no utilizan oxígeno libre, sino el combinado orgánica e inorgánicamente, cuyas fuentes son - los nitratos y los sulfatos. De este proceso resultan sub--- productos gaseosos (H_2S , CH_4) que despiden olores nauseabundos y traen como consecuencia la eliminación de peces y ma riscos y otros trastornos ecológicos.

De ahí la necesidad de hallar fórmulas adecuadas para mantener o restablecer el equilibrio ecológico correspondiente, lo cual constituye un reto para las instituciones encargadas de velar por la salud del Ecosistema Acuático.

Entre las medidas preventivas o curativas que podrían adoptarse se encuentran las siguientes:

- a - Las industrias que generan desechos contaminantes deben de identificar la calidad y cuantía de sus descargas parciales que ocurren en diferentes áreas del proceso operativo, con la finalidad de detectar el área o las áreas de mayor contribución contaminante, y considerar la posibilidad de mejorar el proceso con el objeto de - reducir los poderes contaminantes. Este control influye en el costo del tratamiento, beneficiándose empresa y comunidad.
- b - Las aguas de los ríos contaminados, pertenecientes al medio Salvadoreño, merecen ser sometidos a la terapia de oxigenación, de la que se desprende la regeneración de la flora y de la fauna, muy diezmada a causa de las aguas residuales domésticas e industriales. Estas corrientes en los meses de verano, por lo general, carecen de oxígeno.

La terapia dinámica de oxigenación se podría realizar desde una embarcación equipada de un compresor instalado en la cubierta. El río debe tener, en la zona escogida para el proceso, la profundidad suficiente para una em-
barcación de este tipo.

El aire aspirado por el compresor, sale comprimido a través de 632 válvulas ubicadas debajo de la línea de flota

ción, concretamente detrás de la hélice. El rendimiento del compresor es aproximadamente de 2400 m^3 por hora y como se calcula, que por lo menos, el 10% del oxígeno del aire se diluye en el agua, la inyección de oxígeno del río es de 70 Kgs./hora, cantidad que se estima suficiente no sólo para los peces, sino también para incrementar la capacidad de autolimpieza y autoregeneración del río.

- c - El elevado costo de la depuración de las aguas de los afluentes, ha llevado a la utilización de métodos económicos que se recomienda ensayar en nuestro medio, uno es el que ocupa los desechos de industrias laneras o de los mataderos como material absorbente de los contaminantes orgánicos. Se hace pasar el afluente por un lecho a base de material Keratínico (plumas, restos de lana, pelos, cueros, pieles de conejo, etc.), a fin de que éste se contamine por absorción. Estos materiales presentan una gran eficacia de fijación respecto de los componentes or gánicos, garantizando una total depuración. Los restos son evacuados posteriormente para ser incinerados.

- 4) Las enfermedades endémicas (enfermedades gastrointestinales, dermatitis, fiebre tifoidea y otras) deben de tomarse muy en cuenta porque ya constituyen un problema sanitario de envergadura, derivado del consumo o uso de aguas contaminadas por desechos industriales u otros desperdicios.

Debe de planificarse por los organismos correspondientes una permanente acción de toxicología sanitaria y una efectiva campaña educacional para que los habitantes de las zonas afectadas puedan encarar con capacidad este eminente peligro.

Sobradamente se conoce cómo aumentan los índices contaminantes en el recorrido fluvial desde los sectores industriales hasta la zona del AGRO, donde el río proporciona el agua para diversos usos, agravado todo esto por el uso desprecioso de plaguicidas por distintos medios (aspersión aérea, aspersión manual, etc.) y cuyos residuos regazan en el seno de los ríos.

5) ESPECIAL

Los pesticidas y herbicidas constituyen el arma ideal para reducir el embate de las plagas que entorpecen el desarrollo de los principales cultivos del Agro Salvadoreño, pero con una serie de efectos colaterales tóxico-contaminantes sobre los asentamientos vecinos. ¿ No habrá una forma más respetuosa del medio ambiente para combatir tales problemas ?

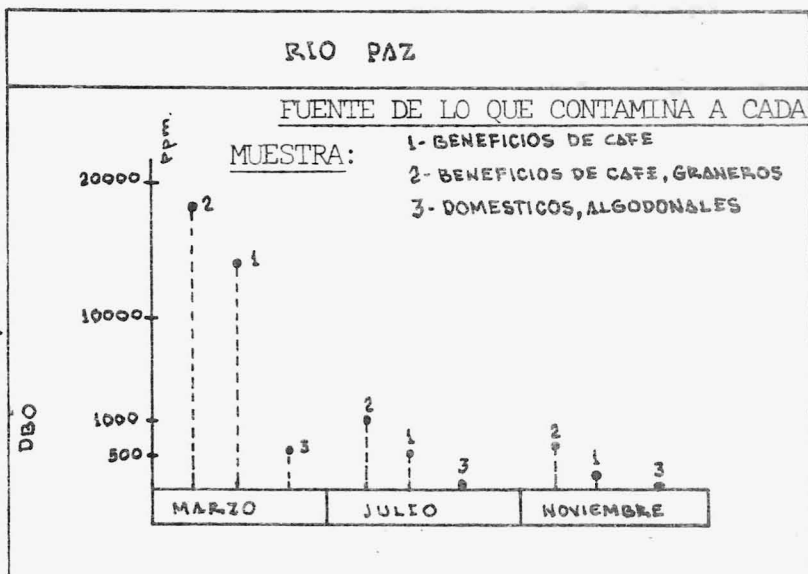
Claro que los hay, por ello es recomendable que el MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, a través de su dependencia respectiva, comisione a equipo de trabajo para que:

- a. Recomiende el uso de productos químicos que se puedan aplicar individualmente al organismo que se pretende eliminar y que se descomponga rápidamente en sustancias inócuas. Es necesario además, desterrar la proliferación de preparaciones caseras a base de DET, Dieldrín, etc., que tanto daño causan en la población infantil de esas áreas.
- b. Controle la descuidada aplicación de herbicidas, especialmente a la ribera de los ríos, porque echa a perder el ambiente acuático de algunas especies de peces. Además, su volatilidad elevada causa daño a organismos benéficos en ciertos controles biológicos; luego, su uso indiscriminado es causa de exterminio de la flora nativa. Es necesario alcanzar técnicas básicas de dilución de tales compuestos y, a la vez, seleccionar exactamente el área a despejar de arbustos indeseables.

GRAFICAS APROXIMADAS SOBRE LA DBO (ppm) EN TRES DE LOS PRINCIPALES RIOS DE OCCIDENTE.

LUGAR DE MUESTREO

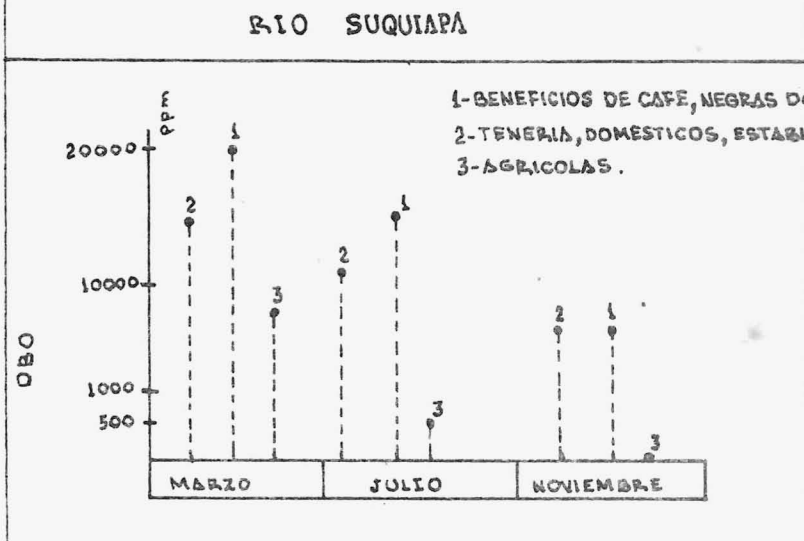
- 1- PASO DEL FRIO
- 2- DESEMB. NEJAPA
- 3- FRONT. GUATEMALA



DISTANCIA DEL LUGAR DE MUESTREO HASTA LA RESPECT. CABECERA DEPTAL.

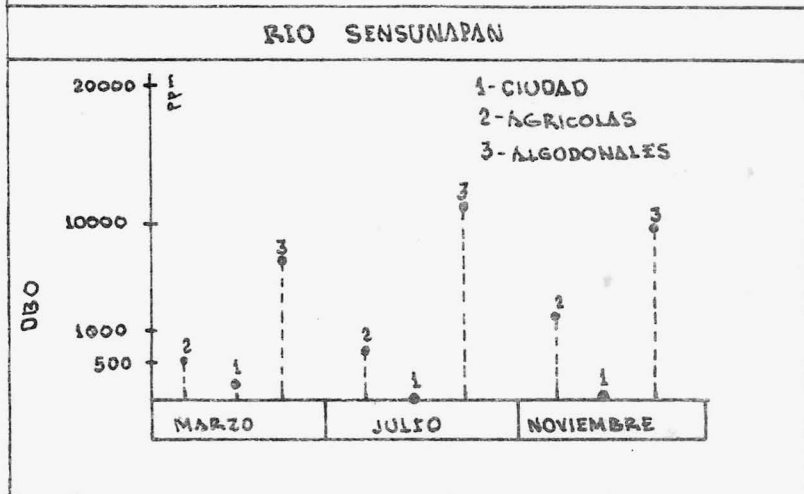
- 26 Km. N. de AHUACHAPAN
- 22 Km. PTE. AHUACHAPAN
- 40 Km. SUR- PTE. AHUACHAPAN

- 1- EL SAUCE
- 2- HDA. FORTUNA
- 3- SAN PABLO TACA-CHICO



- 2 Km. N. de SANTA ANA.
- 8 Km. O. de SANTA ANA.
- 40 Km. O. de SANTA ANA.

- 1- JUAYUA
- 2- ATALAYA
- 3- BOCANNA LIMON



- 9 Km. N. de SONSONATE
- 10 Km. S de SONSONATE
- 25 Km. S-Ote. de SONSONATE

XIII - EFECTOS DE LA CONTAMINACION EN LA ZONA DE ESTUDIO.

REGENERACION DE RECURSOS.-

XIII - EFFECTOS DE LA CONTAMINACION EN LA ZONA DE ESTUDIO.

REGENERACION DE RECURSOS.

1.0 INFLUENCIA DE LA CONTAMINACION EN LA ZONA.

El daño que causa la contaminación a los seres humanos, a los animales domésticos y no domésticos y a los vegetales -el envenenamiento gradual-, es difícil de apreciar y evaluar; los residuos de plaguicidas, por ejemplo, permanecen en los vegetales que se usan como alimentos después que han sido cosechados.

Los ríos y los pozos también llegan a convertirse en "capacidades de depósitos" para las precipitaciones de desechos metálicos contaminantes y de residuos de plaguicidas (Ni, Cr, F, Fe, etc.)

- El residente de la zona, debido al consumo de alimentos contaminados, a la ingestión de aguas no potabilizadas, a dietas deficientes en proteínas, vitaminas y minerales, y al uso de aguas ricas en contaminantes agro-industriales y a la presión moral del medio, se ve amenazado por una serie de afecciones (Ref. 4) :

- a) Fatiga (sistema Nervioso Central)
- b) Dermatitis por alérgenos
- c) Anemias que agravan cualquier cuadro clínico

d) *Irritación localizada o generalizada en los órganos principales por deposición de materia inhalada en el Sistema Respiratorio (Inhalación de polvos de cemento por ejemplo): Oposición respiratoria, ronquera, tos con expectoración.*

e) *Desórdenes intestinales o digestivos.*

- *En los animales domésticos, el mecanismo es doble:*

a) *por inhalación; b) por ingerir aguas y vegetales impregnados de materias tóxicas. Se muestran sensibles a las irritaciones bronco-pulmonares y a las molestias digestivas; los animales aparte de experimentar verdaderos hechos patológicos, resultan perjudicados en su fecundidad. Se puede desarrollar hasta una caquexia debido a la repulsa de alimentos y a los trastornos digestivos.*

Mg, Zn, Se, Pb, polvo de cemento, hollín, pueden provocar síntomas de envenenamiento digestivo. (Referencia 24)

- *Entre los vegetales, las plantas de hojas grasas son las más sensibles, mientras que las leñosas son más resistentes (ataques criptogámicos). Pueden intervenir varios factores que favorezcan el efecto de la contaminación, entre éstos: fuerte luminosidad, la humedad y la temperatura. Algunas especies son más resistentes que otras: las coníferas, por ejemplo, son propensas a la necrosis marginal (destrucción gradual del tejido más externo de la planta).*

Además, la constitución anatómica, física y química de la planta determina el modo de reacción del contaminante; las plantas, con el parénquima flojo, son más débiles que las que están revestidas con una cutícula espesa. (Ref. 24)

La planta generalmente sufre trastornos respiratorios (aumento del número de vacuolas) por la influencia de Zn, As, Si, Al, plaguicidas, etc.

2.0 REGENERACION DE RECURSOS ACUIFEROS

Actualmente, la contaminación de las aguas superficiales es una cuestión que preocupa y que aunada a la polución ambiental en la que vive, duerme, come y trabaja más de la mitad de la población de los países de creciente desarrollo, constituyen un problema ante el cual no se puede adoptar una actitud apasionada o sentimental, debe de adoptarse una actitud realista.

La civilización industrial existe y es definitiva. Sin embargo, conviene advertir que, por motivos que no viene al caso profundizar, grandes sectores del área rural no perciben los inmensos progresos de la civilización, pero que sí gozan de todas las manifestaciones de los poluentes que "lesionan" agua, aire, vegetación y especies alimenticias. Por tanto, los países afectados están obligados a considerar el

problema y elaborar una legislación y una reglamentación destinadas a evitar, no sólo los accidentes espectaculares, sino también -por oposición a los aludidos accidentes- los -- agudos.

Urge que el Gobierno, a través de la dependencia que corresponda, estructure, ejecute y coordine un Plan de Potabilización para la regeneración rural y suburbana de los recursos acuíferos; acompañado de un sistema fiscal que permita financiar dicho plan. Este proceso podría respaldarse con la creación de Comités de Apoyo integrados por miembros de la Libre Empresa con el propósito de combatir males endémicos y promover políticas y procedimientos para el uso racional de los recursos existentes.

Para operativizar este proceso se sugiere planificar con base en los indicadores que a continuación se señalan:

- A - Demográficos
- B - Actividades de Salud Pública
- C - Socio-económicos
- D - Disponibilidad de Transporte
- E - Economía

Estos indicadores que encierran los elementos necesarios para la incorporación de las comunidades rurales como valores agregados a la realidad productora Nacional, se detallan a continuación:

A - POBLACIONCARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS:

- a) Superficie de ocupación o concentración.
- b) Crecimiento vegetativo.
- c) Evolución de población para un período.
- d) Movimiento migratorio para un período.
- e) Fecundidad.
- f) Características socio-económicas y educacionales.

ESTADISTICAS VITALES:

- a) Nacimientos con asistencia profesional.
- b) Tasas de defunción por grupos de edad y sexo.
- c) Defunciones fetales. Causas.
- d) Evolución de las causas de muerte por período.
- e) Nupcialidad.

MORBILIDAD, VOLUMEN, NATURALEZA Y DISTRIBUCION DE LAS ENFERMEDADES.IMPACTO SOCIAL Y ECONOMICO DE LA ENFERMEDAD:

- a) Magnitud. Incidencia en términos de sexo, edad y actividad laboral. Prevalencia.
- b) Duración. Episodio de enfermedad.
- c) Incapacidad laboral.

SANEAMIENTO AMBIENTAL:

- a) Número de habitantes servidos por agua potable.

- b) Número de habitantes servidos por sistema adecuado de eliminación de excretas.
- c) Número de habitantes con sistemas de recolección de desechos domésticos.
- d) Disposición final de basuras.
- e) Control de Vectores.
- f) Control de alimentos.

B.- RECURSOS Y ACTIVIDADES DE SALUD PUBLICA. RENDIMIENTO.

POLITICA DE SALUD:

- a) Legislación vigente.
- b) Programas en ejecución. Areas cubiertas.
- c) Sistemas de financiamiento de salud.

ESTABLECIMIENTOS:

- a) Complejidad y número de establecimientos oficiales.
- b) Distribución geográfica.

PERSONAL:

- a) Número de profesionales en la rama. Médicos, Trabajadores sociales, parteras, enfermeras, sanitarias, técnicos en saneamiento, odontólogos.
- b) Relación, recursos médicos, por ejemplo.

ACTIVIDADES DE ESTABLECIMIENTO:

- a) De consultoría externa. Números de visitas a la zona.
- b) Número de campañas preventivas por período.

RENDIMIENTO DE RECURSO HUMANO:

- a) Horas reales de cada grupo especializado de personal por servicio.

EROGACIONES EN SALUD (Presupuesto):

- a) Presupuesto según dependencias.
- b) Presupuesto de otros sectores afines a Salud.

COSTO:

- a) Según la estructura de la demanda: Consulta médica, Odontología, Análisis Clínico, Medicación Preventiva, etc.

C.- INDICADORES SOCIO-ECONOMICOSALIMENTACION:

- a) Disponibilidad de alimentos.
- b) Tipo.
- c) Relación calorías-proteínas animal. Nutrición.
- d) Curvas de peso. Control.

VIVIENDA:

- a) Materiales y tipo.
- b) Tenencia y ubicación.
- c) Habitantes por casa. Hacinamiento.
- d) Sanitarios.
- e) Centros de emergencia. Agua.

EDUCACION:

- a) Niveles. Primaria y Técnica.
- b) Materiales Humanos.
- c) Deserción.
- d) Recreación y vestimenta.
- e) Organismos de gobierno de la Zona Rural.

D.- INFRAESTRUCTURA. DISPONIBILIDAD DE MEDIOS DE TRANSPORTE
Y COMUNICACION DE LA POBLACION.

CAMINOS:

- a) Accesibilidad. Kilometraje: pavimentados de tierra, vías férreas.
- b) Servicio telegráfico.

MEDIOS DE TRANSPORTE:

- a) Frecuencia y paradas intermedias de buses.
- b) Ferrocarril. Movimiento Comercial.
- c) Número de automotores por grupo.

E.- ECONOMIA

- 1.- ESTUDIO DEL NIVEL DE VIDA.
- 2.- ESTUDIO DEL NIVEL DE SALARIO.
- 3.- ESTRUCTURA DEL PRODUCTO.
- 4.- PRODUCTO BRUTO INTERNO POR MUESTRA DE COMUNIDAD RURAL.
- 5.- POBLACION OCUPADA Y DESOCUPADA.

Cada uno de los elementos anteriormente mencionados debe ser consignado como imprescindible. Es probable que los continuos estudios sobre esos elementos regionales, obliguen a mejorar el contenido para una aplicación más honda y conciente a la realidad del país. Las presiones de las expectativas de las comunidades son cada vez más intensas y están obligando a una decisión política de carácter urgente.

CAPITULO XIV

C O M P L E M E N T O G E N E R A L

T A B L A S

1. COMPOSICION DE DESECHOS POR INDUSTRIAS ESPECIFICAS EN EL SALVADOR

	PH	°C Temp.	O.D. (mg/lit)	D.B.O. (mg/lit)	Sólidos Disuelt. (mg/lit)	Sólidos Suspend. (mg/lit)	Turbidez (mg/lit)	D.Q.O. (mg/lit)	Pob.Equiv. D.B.O.
1. Beneficios de Café	4.5	2.8	0.0	21.000	22.640	3.990	2.500	-	
2. Lecherías	3.7	28	0.0	2.300	2.402	1.522	792	2302	7.511
3. Rastro	8.4	26	0.0	850	1.250	680	291	-	5.367
4. Textiles	10	28-60	0.6	190	1.662	36	63	352	6.530
5. Beneficio de Magüey	4.3	30	0.0	4.200	6.374	6.150	600	-	57.422
6. Fábrica de Papel	7.9	30-34	2-5	300-600	772	370	174	-	4.416
7. Destilerías	4-7.5	28	2.7-6	75-5000	400	58	3	115	
8. Cervecerías	10-13	22-28	0.2-6	940	1.430	327	61-169	960	4.818
9. Fábrica de Vinos	10.9	26	4.0		812	413	320		
10. Pintura	7.8	28	-	660	492	92	2.300	1030	18
11. Aceite Comestible	8-9	29-50	0.8-1.7	800	690	354	46	1075	8.313
12. Paletas	4.3	22	0.0	750	4.764	872	264	1622	1.242
13. Gaseosas	7.2-10	23	0.7-6.6	260	1.296	314	152	405	1.117

2. ANALISIS UTILIZADOS PARA MEDIR EL GRADO CONTAMINANTE DE LOS DESECHOS

PARAMETRO	DEFINICION	SIGNIFICADO SANITARIO
1. PH	Es un término usado universalmente para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución.	Valores altos o bajos indican que el desecho podría ser corrosivo ácido o caústico y en procesos biológicos, de tratamiento de desechos podría inhibir su acción de estabilización.
2. Temperatura	Es una medida del grado de calor o frío de un cuerpo, referido a una escala.	Se utiliza para medir contaminación térmica, además se relaciona con el contenido de oxígeno en el punto de saturación.
3. Oxígeno Disuelto (O.D.)	Es la cantidad de oxígeno que se encuentra en forma disuelta en una solución.	Es un factor determinante para que exista vida acuática superior, bajos niveles o ausencia indican contaminación.
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.)	Es la cantidad de oxígeno necesaria para degradar un desecho por medios biológicos.	El grado de contaminación está en relación directa con los valores de D.B.O. cuando más alto es el valor, mayor es el poder contaminante de un desecho.
5. Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	Es la cantidad total de oxígeno requerido para oxidar un desecho orgánico hasta dióxido de carbono y agua.	Es equivalente a la D.B.O., siendo mayor su valor.
6. Turbidez	Es una medida de la interferencia al paso de luz a través del agua, ocasionada por materia suspendida.	Altos valores indican dificultad de filtración, interferencia para desinfección y condiciones antiestéticas.
7. Sólidos Disueltos	Es la cantidad de materia disuelta en forma de sales, y que no se puede separar por sedimentación.	Valores altos indican que el desecho podría interferir en los usos de agua para riego.
8. Sólidos Suspendidos	Es una medida de la fuerza contaminante de un desecho, que también indica el contenido de sólidos que se pueden remover por sedimentación.	Se utiliza para medir la eficiencia de remoción de unidades de tratamiento por sedimentación.
9. Población Equivalente	Es un término que relaciona el poder contaminante de un desecho con la contaminación producida normalmente por una persona.	Es un valor directamente proporcional al poder contaminante de un desecho.

3. CLASIFICACION DE AGUAS CRUDAS PARA USO POTABLE

PARAMETRO	EXCELENTE Unicamente requiere desinfección.	BUENA Requiere tratamientos usuales tales como: filtración y desinfección.	POBRE CALIDAD Requiere tratamientos especiales o auxiliares además de la desinfección.
<u>D. B. O. (mg/lit)</u>			
Promedio Mensual	0.75 - 1.5	1.5 - 2.5	Arriba de 2.5
Máximo diario o en una muestra	1.00 - 3.0	3.0 - 4.0	Arriba de 4.0
<u>Coliforme NMP/100 ml</u>			
Promedio Mensual	50 - 100	50 - 5000	Arriba de 5000 hasta 20000
Máximo diario o en una muestra durante un mes	Menor que 5 % sobre 100	Menor que 20 % sobre 5000	Menor que 5 % sobre 20000
<u>Oxígeno Disuelto (mg/lit)</u>			
Promedio	4.0 - 7.5	4.0 - 6.5	4.0
% de saturación	75 % o más	60 % o más	-
<u>PH</u>			
Promedio	6.0 - 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5
<u>Cloruros (mg/lit)</u>			
Máximo	50 ó menos	50 - 250	más de 250
<u>Fluoruros (mg/lit)</u>			
	menos que 1.5	1.5 - 3.0	Arriba de 3.0
<u>Compuestos Fenólicos (mg/lit)</u>			
Máximo	ausentes	0.005	Arriba de 0.005
<u>Color (unidades)</u>			
	0.- 20	20 - 150	Arriba de 150
<u>Turbidez (unidades)</u>			
	0 - 10	10 - 250	Arriba de 150

NOTA: El agua que llene estos requerimientos se considera aceptable para recibir tratamientos; pero además no debe contener sustancias tóxicas, o que sean potencialmente dañinas, que no puedan ser removidas por medio de tratamientos, o que puedan interferir con éstos.

USOS CONSIDERADOS: POTABLE, RIEGO, PISCICOLA, INDUSTRIA,
PRODUCCION DE ENERGIA, RECREACION (BAÑO),
ABREVADERO.

CLASE	PH	TEMPERATURA	O.D.	D.B.O.	INDICE COLIFORME NMP/100 ml	TURBIDEZ	CLORUROS (no incluye agua de mar ni Clor.Fec.)	SOLIDOS DISUELTOS	OBSERVACION
I	6-8.5 Todo uso.	También + 2° Todo uso.	7 ó más Todo uso.	Menos que 3 Todo uso.	Menos que 50 Todo uso.	10 ó menos Todo uso.	Menos que 50 Todo uso.	Menor que 200. Todo uso.	Excelente calidad. Todo uso potable, después de simple desinfección.
II	6-9.5 Todo uso, excepto potable	También + 3° Todo uso.	5-7 Todo uso.	3-5 Todo uso, excepto potable	50-5000 Potable después de tratamiento completo. Todo uso.	10-40 Todo uso potable. Después de remoción.	20-250 Todo uso.	200-500 Todo uso.	Buena calidad. Todo uso potable. Después de tratamiento completo.
III	4-9.5 No potable. No riego. Baja producción piscícola. Alguna Industr. No Abrevadero. Usos Produc. Energía y Recreo.	Más de 40° Todo uso después de enfriar.	4 Valor límite para peces. No potable. Algún cultivo o indust. No abrevadero. Produc. Energía y Recreo.	5-20 Algunos cultivos Alguna industria Produc. de Energía y Recreo.	5000-20000 Potable con tratamiento avanzado. Algún cultivo. Alguna industria.	100-2000 Algunos cultivos. Alguna industria.	250-1500 No potable.	500-1500 No potable, riego y otros usos.	Pobre calidad.
IV	1-14 Ningún uso considerado.	Más de 45° Todo uso después de enfriar.	Menor que 4 No potable. Algún cult. No Prod. Piscícola Enfriam. Indust. Prod. Energía. No Recreo. No Abrevadero.	Más de 20 No compatible con la mayoría de los usos.	Más de 20000 Produc. Energía Enfriam. Industrial.	Menos de 2000 Dañino en mayoría de usos.	Menos de 1500 Dañino en mayoría de usos.	Menos de 1500 No potable Algún cultivo resistente.	Alta contaminación.

5. LIMITES DE CALIDAD DE AGUA, FAVORABLES PARA LA PROPAGACION DE PECES

PARAMETRO	REQUISITO
Oxígeno Disuelto	No menor que 5 p.p.m.
P H	6.7 a 8.6; rango extremo 6.3 - 9.0
Conductancia específica (25°C)	150 - 500 umho. con un rango máximo permisible de 1000 - 2000 umho., en aguas muy alcalinas.
Amoniaco	No más de 1.5 p.p.m.
Dióxido de carbono libre	Menos de 100 - 200 p.p.m.
Sólidos Suspendidos	Menos de 25 mg/lit.
Sólidos Disueltos	Menos de 3000 p.p.m.
Sustancias Tóxicas	No debe contener sustancias tóxicas, tales como: insecticidas, cianuros, fenoles, ácidos alcalinos, herbicidas, detergentes, etc.

NOTA: No debe asumirse que los peces no pueden sobrevivir en aguas con valores diferentes a los aquí recomendados, debido a mecanismos de resistencia y adaptación.

PARAMETROS	REQUISITO
Físico-Químicos	Debe presentar las mismas características exigibles para el agua destinada para consumo humano.
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	10000, dependiendo de la especie animal y la composición iónica del agua.
Sustancias Orgánicas. Algas	Evítese un crecimiento anormalmente grande algas verde-azules y otros protozoos tóxicos.
Parásitos y Patógenos	Ausentes especialmente aquellas capaces de producir brucelosis, tuberculosis bovina, leptospirosis, listeriosis, coccidiosis, etc.
Compuestos Orgánicos Disueltos	La acumulación biológica a partir de fuentes ambientales, incluyendo el agua, no deberá exceder los límites establecidos para productos de ganado.
Elementos Traza Peligrosos:	
Arsénico	0.05 mg/lit
Cadmio	0.01 "
Cromo	0.05 "
Fluor	2.40 "
Plomo	0.05 "
Selenio	0.01 "
Nitritos	0.001 "
Nitratos	10 "

7. CLASIFICACION DE AGUAS PARA IRRIGACION

CLASE	% Na. Como m.e.q./lt.	BORO (meq/lt)			CLORUROS (m.e.q./lt)	SULFATOS (m.e.q./lt)	CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA C.E. x 10 ⁰ a 25 ⁰ C u-mños/cm	SALES TOTALES (mg/lt)
		Plantas Sensitivas	Plantas Semi tolerantes	Plantas Tolerantes				
I	menos que 60 %	menor que 0.5	0.5 - 1.0	menor que 2.0	menos que 2 - 5.5	menos que 4 - 10	1000	hasta 700
II	30 - 75 %	0.4 - 1.12	1.0 - 2.5	1.5 - 3.35	2 - 16	4 - 20	500 - 3000	350 - 2100
III	más de 70 - 75 %	menor que 1.25	menos que 2.25	menos que 2.25	más de 6-16	más de 12-20	más de 2500 - 3000	más de 1750 - 2100

CLASE I : Excelente a buena, aceptable para la mayoría de cultivos y condiciones.

CLASE II : Buena a dañina, perjudicial a algunas plantas bajo ciertas condiciones de suelo, clima prácticas.

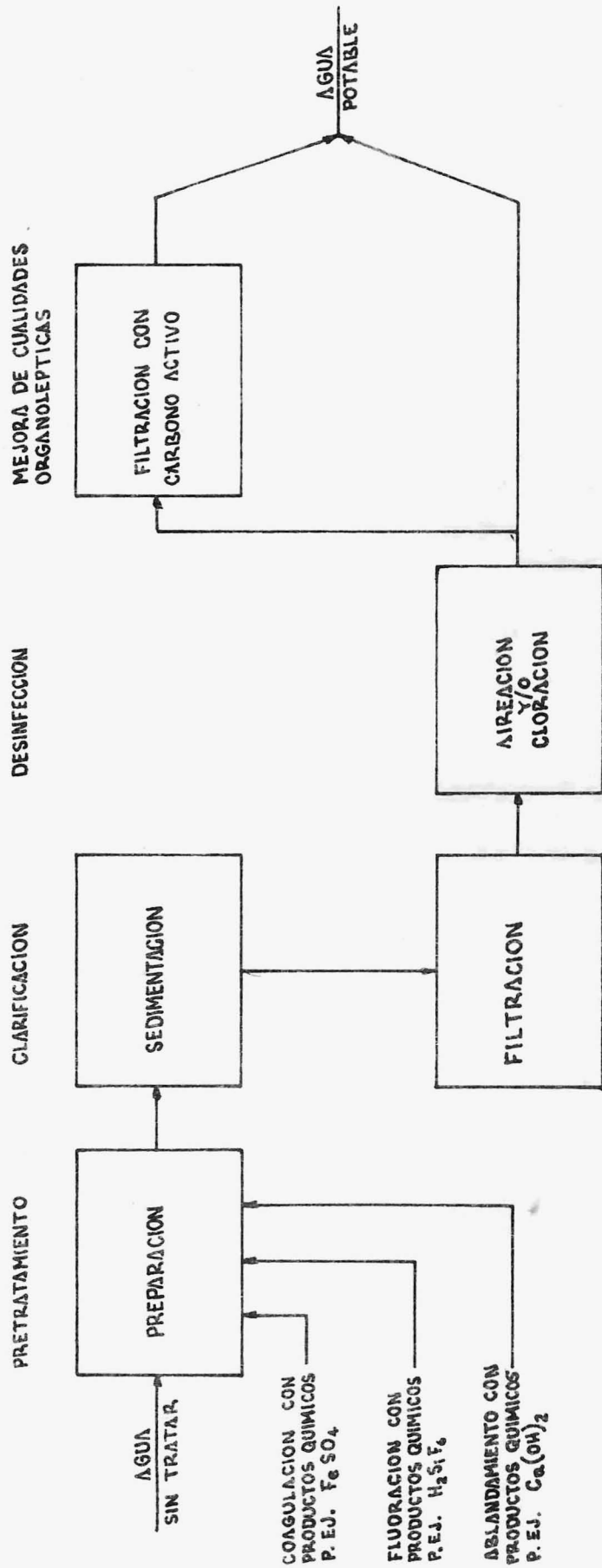
CLASE III : Dañina a insatisfactoria, inapropiada en la mayoría de los casos.

NOTA:

Esta clasificación debe considerarse como una guía general y no como una norma rígida, debiendo relacionarse con las condiciones de cada caso.

ANEXO 1 - GRAFICA DE LAS OPERACIONES UNITARIAS EN LA
PREPARACION DE AGUA POTABLE.

GRAFICA N°1 (ANEXO N°1)



OPERACIONES UNITARIAS EN LA PREPARACION DE AGUA POTABLE

CONTAMINACION DE PLOMO

El plomo se encuentra naturalmente solo en muy pocas agua y éstas generalmente en las cercanías de minas de plomo. Sin embargo, el plomo aparece en aguas superficiales, especialmente en aquellas cuyo contenido salino y concentración del ión hidrógeno son bajas. Otras aguas en las que se puede encontrar plomo son aquellas cuya composición geológica del terreno lo contenga, o cuando los desechos de un proceso industrial contaminen el ambiente, también cuando se utilizan químicos cuya base sea el plomo como por ejemplo insecticidas y por último por el plomo contenido en el aire.

El contenido de plomo en las aguas corrientes se deriva de la acción solvente del agua sobre el plomo contenido en los servicios de distribución; por lo que un agua después de haber permanecido en la tubería toda la noche, es la que presenta mayor contaminación de plomo.

Daños que produce el Plomo en el Organismo Humano

El Plomo es un veneno altamente acumulativo; la constante introducción de pequeñas cantidades de plomo durante mucho tiempo es más peligrosa que la absorción de alguna cantidad mayor en casos aislados. El envenenamiento puede deberse a la acumulación del plomo absorbido en cantidades suficientes procedentes de cualquiera de las 3 fuentes comunes: alimentos, aire y agua. Una cuarta, pero variable fuente, es el humo del tabaco inhalado.

La cantidad total de plomo que entra en el cuerpo humano, procedente de estas fuentes, modificada por la absorción y la eliminación, determina si la exposición ha sido excesiva y puede producir envenenamiento, o si, por el contrario, puede tolerarse sin molestias durante toda la vida.

CUADRO DE ANEXO 2

METAL	EMPLEO	FORMAS COMUNES	VIA DE ABSORCION	LUGARES DE ORG.	
Pb	<ul style="list-style-type: none"> - Imprentas. - Fábrica de baterías eléctricas. - Antidetonante. - Pinturas. - Insecticidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tetraetilo de Pb - Arseniato de Pb 	<ul style="list-style-type: none"> - Piel intacta (tetraetilo) - Vía digestiva (Polvo de plomo o sales). 	<ul style="list-style-type: none"> - El Pb circula unido con los glóbulos rojos. - Se encuentra en los huesos planos en forma fija como $Pb_3(PO_3)_2$ 	
	COADYUVANTES	EXCRECION	SIGNOS Y SINTOMAS (CRONICA)		
	<ul style="list-style-type: none"> - Ca(sales) facilitan la fijación del Pb en el esqueleto. - Acidosis promueve la movilidad hacia la sangre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se excreta principalmente por la orina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Palidez - Anorexia - Pérdida de peso - Insomnio - Cefalea - Cólicos abdominales - Manchas con encías. 	<ul style="list-style-type: none"> - Constipación - Encefalopatía - Potencia en descanso - Aborto - Eritrocitos con granulaciones. 	
	DIAGNOSTICO		TRATAMIENTO		
	<ul style="list-style-type: none"> - Pb en sangre (eritrocitos con granulaciones). - Pb en orina (acroporfirinuria, gluco y fosfaturia). 		<ul style="list-style-type: none"> - Alejamiento del ambiente. - Quelantes (versenato de calcio y sodio y penicelamina). - Medicamentos para síntomas. 		

ANEXO 3 - TOLERANCIAS MAXIMAS ESTABLECIDAS REBASADAS POR EL USO
DE INSECTICIDAS EN AREAS CENTROAMERICANAS.

El elevado uso de insecticidas en Centro América para el cultivo del algodón y de cereales, ha provocado un aumento de:

- a) La contaminación en alimentos, flora y fauna.
- b) Los problemas en salud pública y de índole económica.
- c) Desequilibrio ecológico.

En 1976, la importación de esos productos alcanzó las 30,000 toneladas métricas aproximadamente (en Centro América) lo que equivale a una proporción de 82.4 Kg/Km² y a 1.2 Kilos por persona al año.

En estudio realizado en Guatemala, seleccionaron tres fincas lecheras para el control durante un año (se tomaron de 2 a 3 muestras por semana) para determinar su contenido de residuos para DDT y sus metabolitos:

(Tabla de Anexo 3)

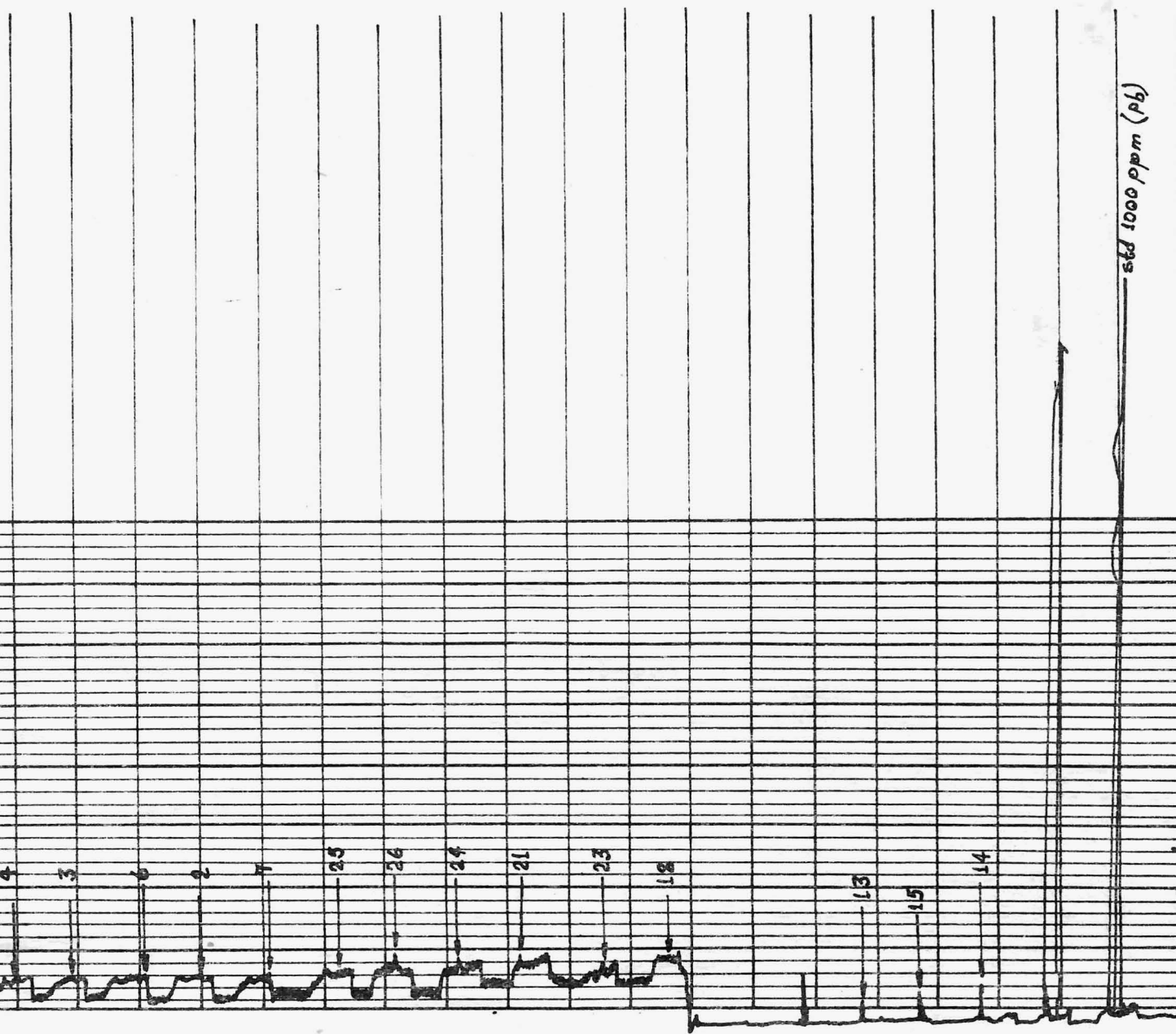
T A B L A - ANEXO 3

Mes	Finca de Zona Algodonera dentro del Sector.	Finca de Zona cercana a la Zona Algodonera.	Finca de Zona Distante. (45 Kms.)
Control de leche de las tres fincas, tanto de un solo animal como de la mezcla de todo el hato (ppm)			
Sept.	7.26	1.35	0.44
Oct.	13.08	1.72	0.43
Nov.	13.75	1.99	0.30
Dic.	14.00	3.36	0.48
Enero	13.12	3.37	0.38
Año 1976	9.46	1.84	0.36
<p>* Resultados muy por encima de las tolerancias máximas establecidas: U.S. Food and Drug Administration para este producto (0.05 ppm)</p>			

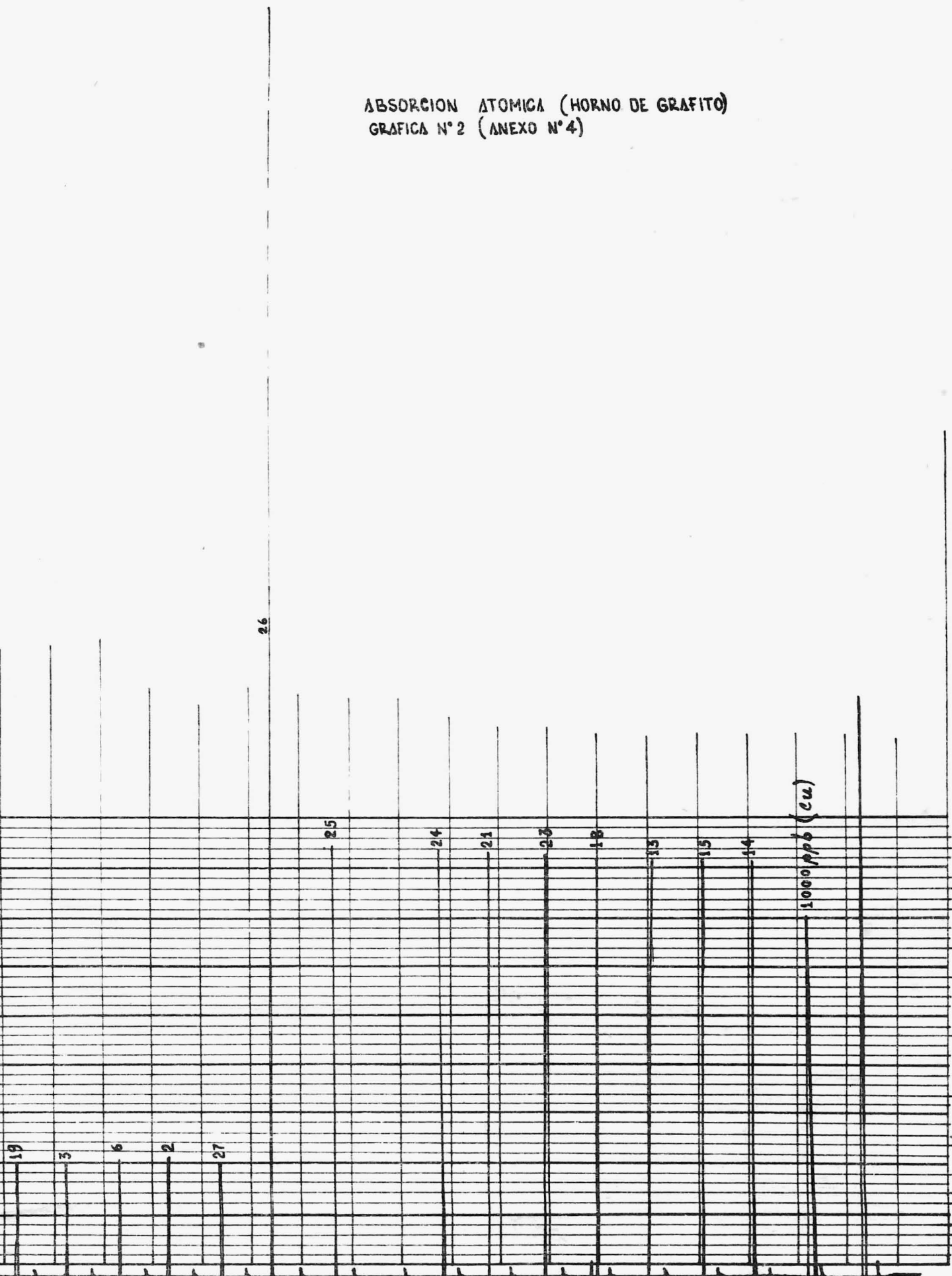
* Después de los meses tabulados, los valores de contaminación descienden.

ANEXO 4 - EJEMPLO DE GRAFICAS OBTENIDAS EN EL ANALISIS
POR ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO
Y GRAFICADOR CORRESPONDIENTE.

ABSORCION ATOMICA (HORNO DE GRAFITO)
GRAFICA N°1 - ANEXO N°4



ABSORCION ATOMICA (HORNO DE GRAFITO)
GRAFICA N° 2 (ANEXO N° 4)



ANEXO 5 - PATRONES GENERALES PARA LA CALIDAD DEL AGUA.

Usos domésticos	Usos agrícolas	Para propósito de crecimiento de peces o recreación.	Agua Industrial.
<p>Clara</p> <p>Sin sabor</p> <p>Incolora</p> <p>Sin olor</p> <p>Sin organismos patógenos.</p> <p>Sin compuestos tóxicos.</p> <p>Bajo contenido de minerales disueltos.</p>	<p>Contenido de minerales adecuados (especialmente Na).</p> <p>Vitalísima ausencia de Boro.</p>	<p>Libre de polución</p> <p>Libre de polución Industrial.</p> <p>Con flora adecuada de organismos acuáticos menores (alimento de peces).</p>	<p>Ausencia completa de minerales.</p> <p>Baja temperatura</p>

BIBLIOGRAFIA

- 1) APHA, AWWA, WPCF. *Métodos Standar para el Examen de Aguas y Aguas de desecho.* 11a. Edición (1960). Editorial Interamericana, S.A., México
- 2) BEAR, Firman. *Química del Suelo.* 2a. Ed. Español (1970). Ed. Taller Gráfico, Madrid.
- 3) BOYLE, W., CORLETTO, C ; OLIVA, R. "Evaluación de la contaminación por metales tóxicos en aguas superficiales y sedimentos de la cuenca hidrográfica del Río Acelhuate y Zona Metropolitana de San Salvador". TESIS. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de El Salvador. Septiembre de 1976.-
- 4) BRIZUELA, F. "Contaminación de las Aguas". Trabajo de divulgación N° 62 (Vol. VII). Instituto de Investigación Biológico-pesquero. 1969.-
- 5) BRUBAKER, S. "Para vivir en la Tierra". 1a. Edición Español (1972). Ed. Interamericana. México.-
- 6) CALABRESE y ALTOLFI. "Toxicología". 2a. Edición (1972), Ed. Kpelasy - Argentina.
- 7) CHOVIN, P. "Polución Atmosférica". 1a. Edición Español (1970), Ed. Industrias Gráficas. Barcelona.
- 8) COTTON, F.A.; WILKINSON, G. *Química Inorgánica Avanzada.* 3a. Ed. (1978), Ed. Limusa Wiley, S.A. México.-
- 9) DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Anuario Hidrológico 74/75.*-

- 10) DISCHER, Clarence. *Química Inorgánica Farmacéutica*. 1a. Edición Española (1966). Ed. Alhambra - Madrid. Pág. 124-130
- 11) FALLA, R.M. "Evaluación de la contaminación por Plomo en el agua potable de la Zona Metropolitana de San Salvador!" TESIS. Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de El Salvador. Noviembre de 1975.-
- 12) FERNANDEZ DE MURILLO, Diana Leyla.; GUERRERO DE LEIVA, N.; SOLORZANO DE GARCIA, Maribel. "Determinación de Plomo en la atmósfera!" TESIS. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de El Salvador. Noviembre de 1975.-
- 13) KOURANY, M. Obtención y manejo de muestras para exámenes microbiológicos de las enfermedades transmisibles. Manual 1976. Universidad de Berkeley. California, E.E.U.U.
- 14) MARDONES, J. *Farmacología*. 1a. Edición (1976). Ed. Intermédica. Buenos Aires.
- 15) MAVER, L. *Métodos de Ingeniería Química*. Edición 1975. Ed. Reverté - Barcelona.
- 16) NARDEL, Eskel. *Tratamiento de agua para la Industria y otros usos*. 3a. Edición Española (1969). Ed. Continental. México.-
- 17) OCHOA, C.R. "Proposición de una Norma Sanitaria aplicada a Efluentes Industriales!" TRABAJO DE INVESTIGACION. Memoria del Tercer Congreso Nacional de Ingeniería. El Salvador. 1975.
- 18) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. "Normas Internacionales para el Agua Potable". Ginebra, 1964.-
- 19) PALLERONI, N. *Principios Generales de Microbiología*. Monografía N° 7. Serie de Biología, OEA. Berkeley. Universidad U.S.A., 1970.-

- 20) PERKIN ELMER. *Instruments Operation*. 1979. Perkin Elmer Corporation, Norwalk, Connecticut. U. S. A.
- 21) QUEZADA, R. CONFERENCIA SOBRE: "La Interacción entre la Población Humana y los Recursos Naturales de El Salvador!"
Departamento de Biología. Universidad de El Salvador.
Junio 4, 1976.-
- 22) RIEGEL, W. *Química Industrial*. Edición (1964). Ed. Grijalbo, España.
- 23) THE U.S. PUBLIC HEALTH SERVICE DRINKING. *Water Standars*. 1960.-
- 24) TURK - WITTER. *Ecología - Contaminación - Medio Ambiente*.
1a. Edición Español (1972). Ed. Interamericana. México.-
- 25) URQUILLA, P. *Apuntes de Farmacología Médica*. Facultad de Medicina. 1970.-

