

D 277e
3495
C 1



VE DE ERRATAS

ESCUELA DE PESQUERIAS Y ALIMENTOS

Página 22. **CONVENIO C O R D V A C-U.C.V.-**

13 AGO. 1979

Dice: Los ejemplares fueron colocados en medios ambientes contaminados con sulfato de Cobre (Cu SO_4) a diferentes concentraciones (0.1; 0.2; 0.3 y 1.0 ppm de Cobre)

"EFECTOS DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL Y URBANA EN LA HOYA HIDROGRAFICA DE LA V REGION
Debe decir: Los ejemplares fueron colocados en medios ambientes contaminados con sulfato de Cobre (Cu SO_4) a diferentes concentraciones (0.1; 0.2; 0.3; 0.8 y 1.0 ppm de Cobre).

Página 33.

SERGIO AVENDAÑO V.

Dice: En la serie de experiencias se utilizaron cuatro niveles de concentración aumentando en ppm de Cu.

Estos fueron: 0.1; 0.2; 0.3 y 1.0.

Debe decir: En la serie de experiencias se utilizaron cinco niveles de concentración aumentando en ppm de Cu.

Gabriel Dazarela M.

Ximena Reyes P.

1975.

Estos fueron: 0.1; 0.2; 0.3; 0.8 y 1.0.

3495

FE DE ERRATAS

ESECTOS DE LA CONTAMINACION IN-OR-

Página 21. MANA EN LA HOYA HYDROCRAPYCA DE LA

Dice: los ejemplares fueron colocados en medios ambientes contaminados con sulfato de Cobre (Cu SO_4) a diferentes concentraciones (0.1; 0.2; 0.3 y 1.0 ppm de Cobre)

Debe decir: Los ejemplares fueron colocados en medios ambientes contaminados con sulfato de Cobre (Cu SO_4) a diferentes concentraciones (0.1; 0.2; 0.3; 0.8 y 1.0 ppm de Cobre).

En el gran conjunto de la biosfera, existe
Página 33. Este constituido por la totalidad de la tie-

Dice: En la serie de experiencias se utilizaron cuatro niveles de concentración ascendentes bien determinadas. La rapidez de estos ciclos, es un

factor esencial de la productividad primaria, dependiente de ella la lotificación.

Debe decir: En la serie de experiencias se utilizaron cinco niveles de concentración ascendentes que cada nivel sus capaz de absorber y transformar los productos del nivel inferior. Esto es en situación normal, con excepción de las perturbaciones producidas por

Estos fueron: 0.1; 0.2; 0.3; 0.8 y 1.0.
los catástrofes o por el hombre.

Si uno de estos niveles o ciclos se sealara produciendo entre sus funciones que los que el nivel siguiente

**EFFECTOS DE LA CONTAMINACION INDUS-
TRIAL Y URBANA EN LA HOYA HIDROGRAFICA DE LA
V REGION.-**

INTRODUCCION.-

En el gran conjunto de la biósfera, ecosis-
tema completo constituido por la totalidad de la tie-
rra, el agua como los otros elementos, circulan entre
lo orgánico y lo inorgánico según ciclos bioquímicos
bien determinados. La rapidez de estos ciclos, es un
factor esencial de la productividad primaria, depen-
diendo de ella la ictiofauna.

El buen funcionamiento de estos ciclos, supone
que cada nivel sea capaz de absorber y transformar los
productos del nivel inferior. Esto es en situación nor-
mal, con excepción de las perturbaciones producidas por
los cataclismos o por el hombre.

Si uno de estos niveles o ciclos se acelera pro-
duciendo mucho mas desechos que los que el nivel siguien-

te pueda absorber o transformar, se produce una especie de embotellamiento, teniendo como consecuencia la caída de las producciones y la acumulación de productos de desecho. Si estos desechos provienen de la erosión o de sólidos arrojados al medio, se produce una contaminación mecánica, si son de origen urbano o industrial se presenta una contaminación química.

El agua debe ser considerada como contaminada desde el punto de vista piscícola, cuando las concentraciones de sustancias disueltas o en suspensión modifican las condiciones naturales de manera que los peces se vean amenazados de muerte, o bien que su existencia sea precaria. De lo anterior se deduce la importancia de detectar los puntos de contaminación de los cursos de agua y a su vez estudiar los efectos que estos contaminantes tienen sobre la ictiofauna.

Este trabajo hace hincapié sobre estos puntos con el fin de entregar antecedentes que lleven a las autoridades pertinentes a dictar las normas adecuadas para la preservación del medio ambiente.

El trabajo se realizó en la zona de los mayores ríos de Chile durante la época de lluvias cordilleranas en los meses de invierno y durante los deshielos en los meses de septiembre a octubre.

Para llevar a cabo el estudio se ha dividido la hoya hidrográfica de la V Región según la importancia de los sistemas hídricos que la componen. Así tenemos de Norte (N) a Sur (S):

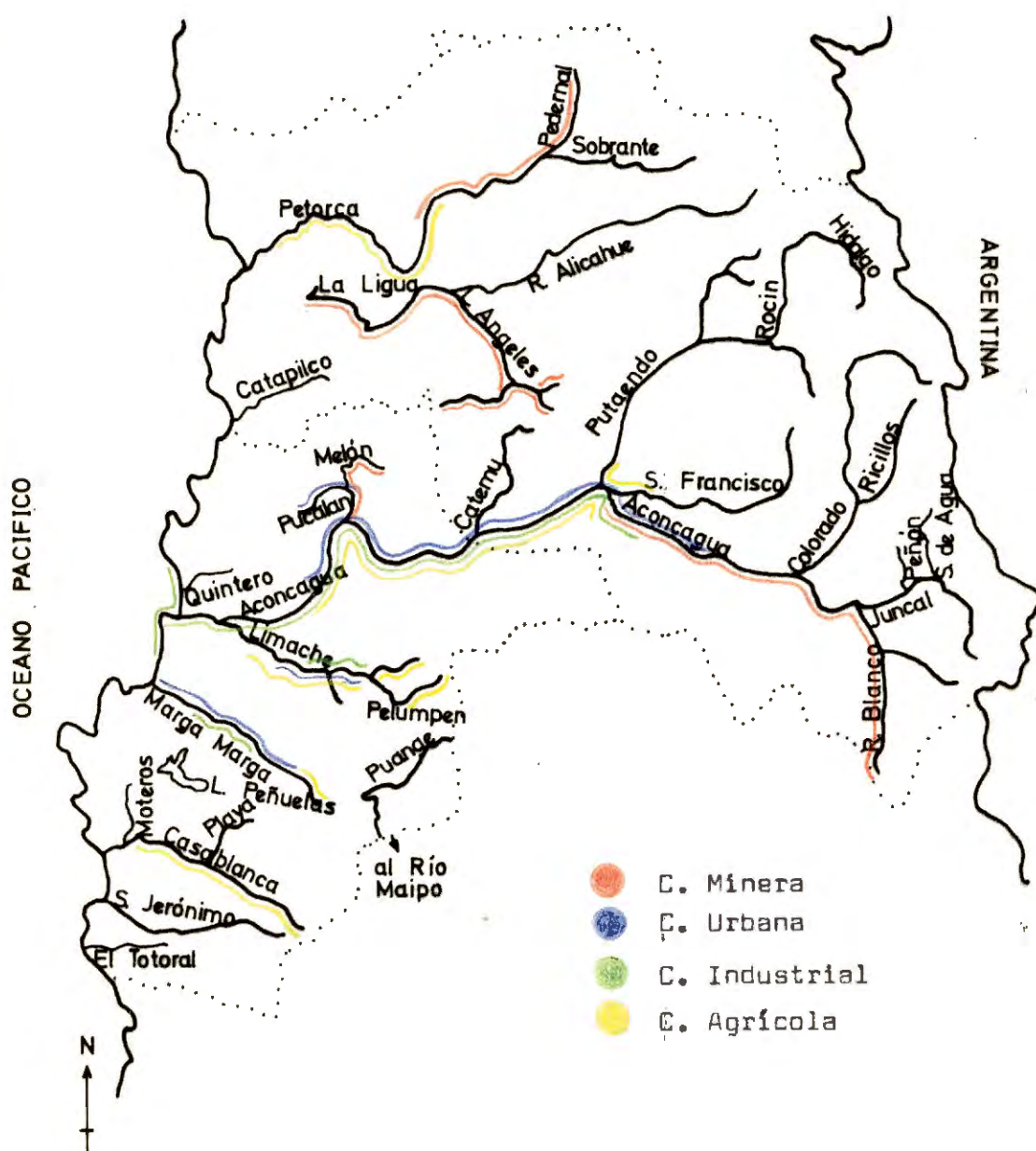
-
- 1.- Sistema Petorca-La Ligua
- 2.- Sistema Aconcagua
- 3.- Sistema Marga-Marga
- 4.- Sistemas menores.

1.- Sistema Potorca- La Ligua.-

Son sistemas de ríos que cuentan con muy poca agua en época de verano. La temporada de los mayores caudales es durante la época de lluvias cordilleranas en los meses de invierno y durante los deshielos en los meses de Septiembre a Octubre.

Mapa 1.- Area de estudio, Distribución de las zonas contaminadas

Provincias de Aconcagua y Valparaíso



Mapa 1.- Area de estudio. Distribución de las zonas contaminadas

a) Río Petorca: este sistema se compone de los afluentes Pedernal y Sobrante que conforman el Petorca para desembocar en la Laguna de Longotoma en Caleta La Ligua.

El río Petorca se encuentra contaminado debido a la actividad de la pequeña minería del cobre en la zona, que cuenta con puntos de extracción y concentración del material, vertiendo sus aguas de relave al río Pedernal. El río Sobrante por su parte, no presenta contaminación.

Muestreos hechos en el río Pedernal determinaron la presencia de concentraciones de cobre suficientemente altas como para ser dañinas a la fauna existente (gráfico 2), habiéndola desplazado a lugares con mejores condiciones de sobrevivencia. Tal es el caso observado en las cercanías de la mina "La Pulcinea", unos dos kilómetros arriba de la desembocadura del Chälaco, que cuenta con planta concentradora y de relaves.

En el punto de emisión de estos relaves al río, se obtuvieron muestras con una concentración de 0,1 ppm de Cu que se va diluyendo a lo largo del río, siendo importante la gran cantidad de sedimento.

La fauna íctica del sistema está compuesta principalmente por Protistius australis (pejerrey chileno)

cuya talla, según pudo observarse, va disminuyendo a medida que su ubicación va acercándose a la zona de emisión de los relaves de cobre. Esto ha determinado 2 tipos de poblaciones, la que se ubica bajo la planta emisora en la que se encuentra baja densidad de pejerreyes de talla no superior a los 6 cm. y la población que habita la región alta, en la que la población de pejerreyes es grande con tallas superiores a los 15 cm. y existiendo además en estas zonas cordilleranas una abundante población de Salmo trutta (trucha común). En el río Petorca también está presente la especie Pygidium aerolatus (bagre chico).

b) Río La Ligua: Lo conforman los afluentes Estero de Los Angeles, Río Alicahue y Estero Alicahue. No llega a desembocar a la costa, muriendo poco más abajo de la ciudad de La Ligua.

La contaminación de este sistema también es provocada por la explotación de minerales de cobre.

El estero Alicahue se encuentra libre de contaminación, lo mismo que el río Alicahue, pero no así el Estero de Los Angeles. Este recibe como afluente al estero Guayacán el que, en la zona de cerro Negro, recibe las aguas de relave de una mina de cobre que le

son vertidas directamente, alcanzando concentraciones de cobre tan altas como 0.9 ppm de Cu, 5,5 ppm de manganeso y 0,2 de cromo, todos ellos metales pesados de gran toxicidad lo que es absolutamente limitante para la existencia de peces.

Estas concentraciones se van diluyendo en el estero de Los Angeles donde el cobre alcanza a 0.4 ppm. Esta situación se repite en el Cajón de Pitipeumo (afluente del Guayacán) donde es posible observar grandes depósitos de material proveniente de los relaves de Cu en que además del efecto tóxico afecta a la fauna y flora por contaminación del lecho y cubriendo los lugares de desove. Lo mismo sucede en el cajón del Sauce, otro afluente del Guayacán donde las aguas contaminadas toman un color obscuro grisáceo y se hacen más densas.

Existen lugares en esta zona donde la capa de sedimento llega a sobrepasar los 30 cm. de espesor. Rodeo este sistema de esteros contaminados vierten finalmente sus aguas al río La Ligua a través del Estero Los Angeles donde poco más abajo de su confluencia existe una planta concentradora de ENAMI. Las aguas alcanzan aquí una concentración de 0,1 ppm Cu la que a medio kilómetro río abajo logra diluirse a sólo 0,05 ppm Cu.

El sistema del Río La Ligua en general posee una población ictica pobre compuesta principalmente por la especie Protistuis australis o pejerrey chileno.

2.- Sistema Aconcagua.-

Su hoya hidrográfica es de 7.640 Km^2 solamente y la longitud total del río se estima en 190 Km. Sus caudales son variables dependiendo de las estaciones, es decir de la época de lluvias y deshielos cordilleranos y de si sus aguas son empleadas o no para el riego.

Los caudales mayores son observados en los meses de Diciembre-Enero con medias (1952 a 1970) de $23,8 \text{ m}^3/\text{seg}$ y de $20,2 \text{ m}^3/\text{seg}$ respectivamente para la zona de Río Blanco, según datos de ENDESA (División Hidrología) y el medio anual del orden de los $12,5 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Los principales afluentes andinos son los Ríos Colorado, Blanco y Juncal. Fuera del ámbito andino recibe por el norte las aguas del río Putaendo cuyo aporte dura solamente tres meses en forma efectiva (Noviembre, Diciembre y Enero), siendo el mes de Abril el de menor caudal.

Luego el río, ya perfectamente conformado, corre

hacia el mar con dirección Oeste. Hasta Chagres el río corre por un valle amplio con su cauce más o menos bien conformado. De este punto en adelante se bifurca repetidamente y el río cubre el valle casi completamente con sus vegas. Recibe a su paso numerosos esteros de poca importancia (a excepción del estero de Quilpué) para desaguar al Océano Pacífico en Con-Con.

El sistema Aconcagua recibe varios tipos de contaminación que clasificaremos según su origen en:

- Contaminación Agrícola: Aquella producida por la actividad agrícola con el uso de pesticidas y fertilizantes que gracias al arrastre de tierras debido a las lluvias o regadío llegan al río introduciendo sustancias que alterarán su productividad.

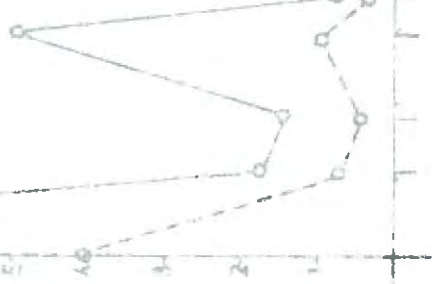
- Contaminación Industrial: Aquella producida por la actividad de las industrias instaladas en la cuenca y que vierten sus desechos al río. Estos residuos según la contaminación que producen se dividen en orgánicos o inorgánicos. Los primeros son aquellos provenientes de las industrias conserveras, mataderos, curtiembres, malterías, cervecerías, fábricas de agar-agar y de la elaboración

de productos derivados del maíz. Todos ellos vierten como residuos materia orgánica a las aguas del Aconcagua. Los segundos provienen de industrias como curtiembres, fábrica de fibras sintéticas, refinería de petróleo, etc. cuyos residuos alteran las propiedades físico-químicas del río (factores tales como pH, T°C, sólidos en suspensión, etc.)

- **Contaminación Minera:** Resultante de la extracción y concentración de minerales de cobre sulfurados. Se produce a través de la descarga de las aguas de relave que contienen concentraciones apreciables de cobre. Ellas provienen principalmente de la extracción de la Compañía Minera Andina de Río Blanco y de la Compañía Disputada de Las Condes en Chagres y El Melón.

Este tipo de contaminación afecta de modo especial a la fauna ictica del sistema (Gráfico N°2) en que concentraciones tan bajas como 0,3 ppm de Cu son letales para truchas aún en aguas tan duras como las del Aconcagua que alcanzan entre 200 y 350 ppm CaCO_3 .

Contaminación Minera y Urbana



VARIACION DE LAS CONDICIONES DE RELACION A UNIDADES DE PECES CAPTURADOS

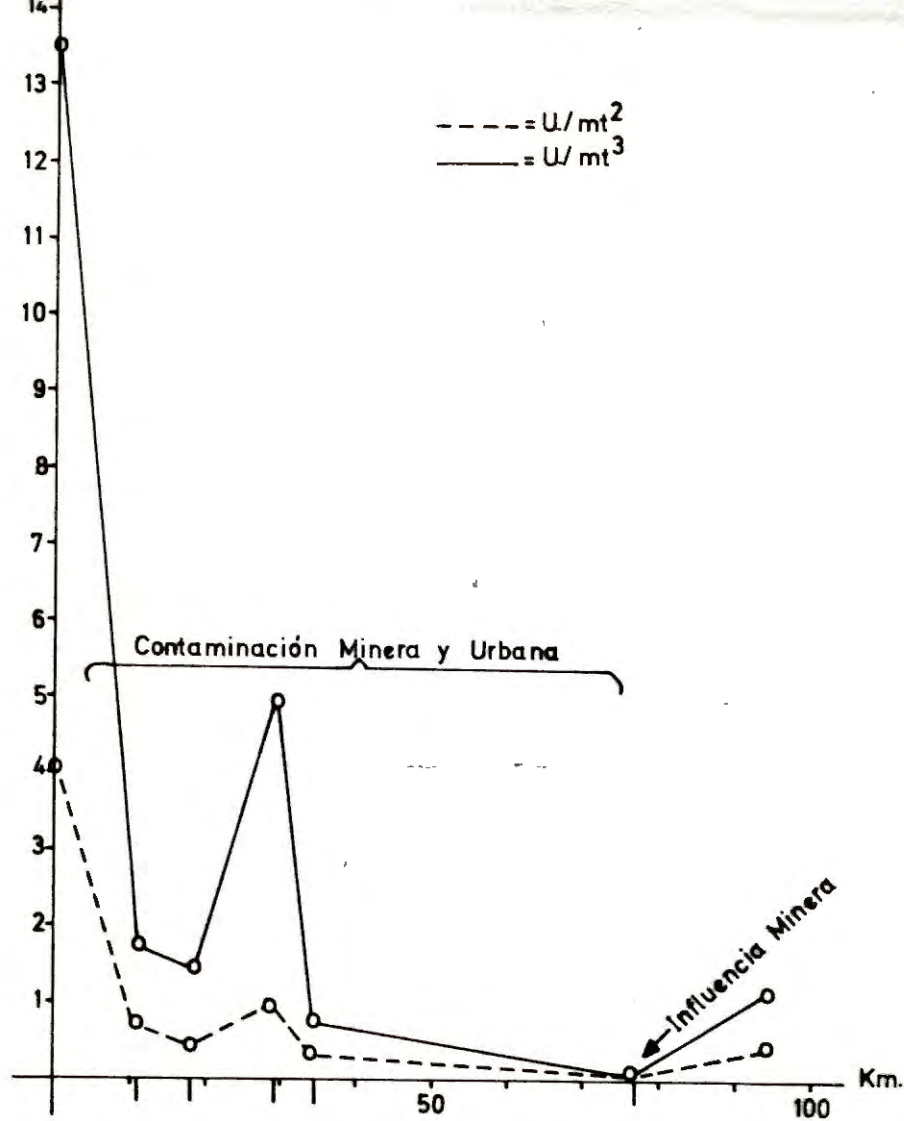


Gráfico N° 1

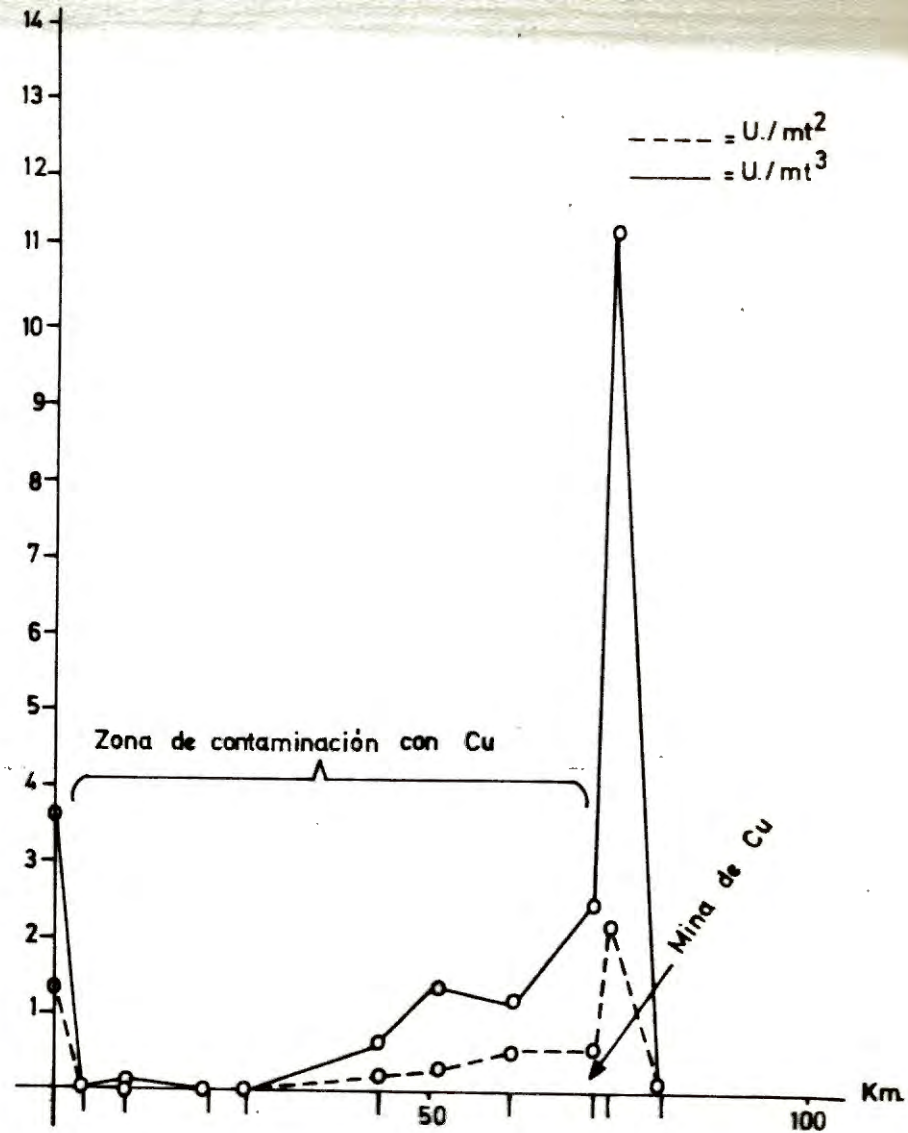


Gráfico N° 2

VARIACION DE DENSIDADES EN RELACION A UNIDADES DE PECES CAPTURADOS

- Contaminación Urbana: Producida por la incorporación al río de aguas servidas sin tratar o con tratamiento incompleto, provenientes de los centros urbanos. La carga contaminante depende de la población servida en cada caso y de la existencia o no de plantas de tratamiento. De la población urbana total a lo largo del Aconcagua un 81,6% cuenta con alcantarillado y un 18,3% no lo posee (CORFO, 1971).

La mayor contaminación de este tipo se ubica en las ciudades de San Felipe y Quillota, luego de la confluencia con el estero de Limache, y esto se debe a que descargan sus aguas servidas y residuos industriales directamente y sin tratamiento previo en tramos del río en que se registran además, los más bajos caudales (Gráfico N° 1).

La contaminación urbana produce una serie de cambios físicos, químicos y biológicos bien definidos. Un rango de crecimiento acelerado de bacterias es una respuesta típica a una entrega rica en materias orgánicas a través de aguas servidas sin tratar.

La población ictica del Aconcagua es variada en especies tanto de origen autóctono como exótico. En-

Cuenca del Marga Marga

Entre los primeros están la pecha (Cherodon piscifolius), bagre chico (Pygidium aerolatus), pejerrey chileno (Protistius australis) y lisa (Mugil cephalus). Entre los peces exóticos están: trucha paría (Salmo trutta), trucha de arroyo (Salvelinus fontinalis), gambusia (Gnestreron decemmaculatus), carpa (Cyprinus carpio), y dorado (Carassius carassius), (DAZAROLA, 1972) (DAZAROLA-BROWN, 1975).

VIRA DEL MAR

LIMACHE

3.- Sistema Marga-Marga

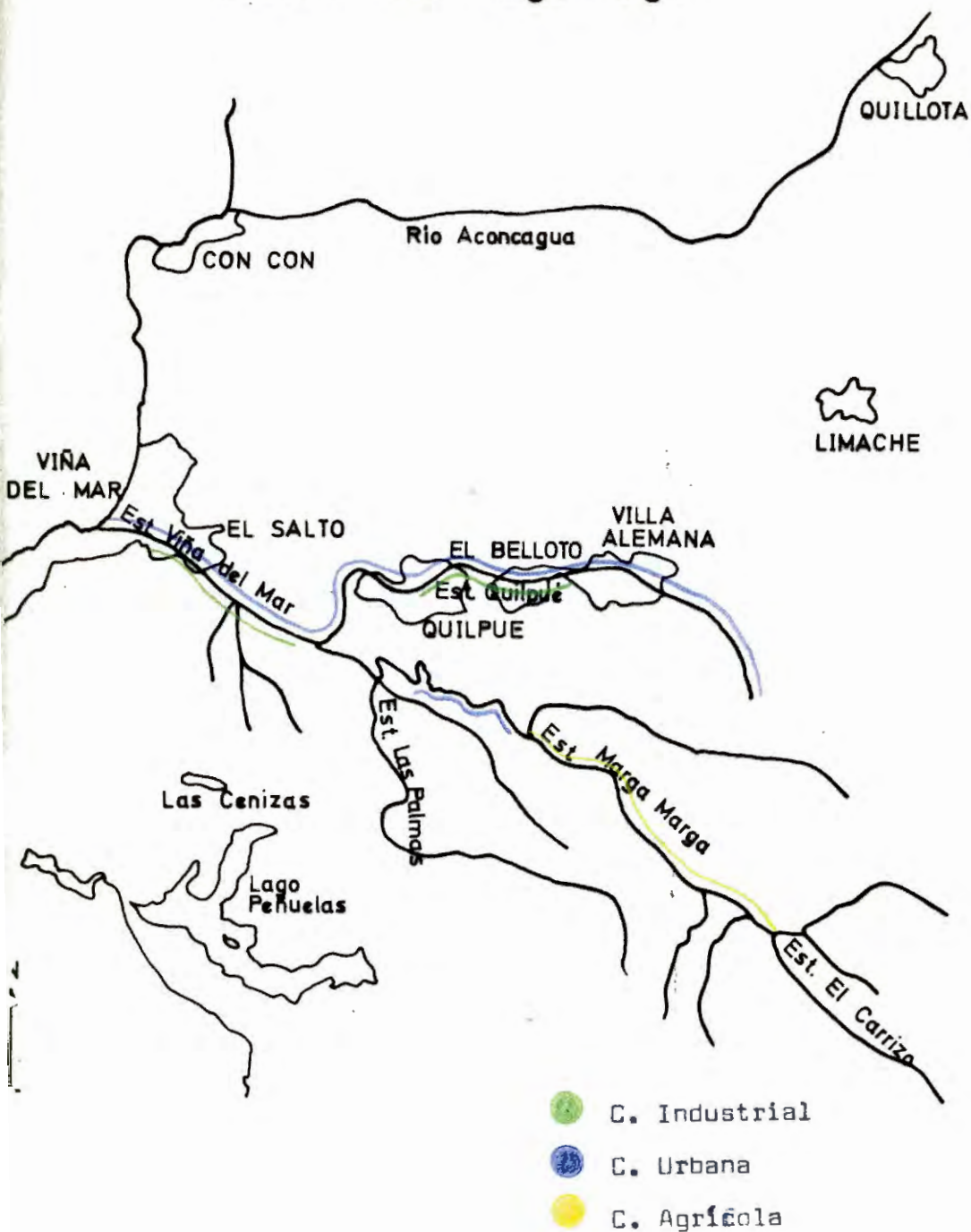
VILLA ALEMANA

Presenta el caso más notable de contaminación orgánica. La cuenca es costera, formada por las vertientes occidentales de la cordillera de la costa. El curso más importante de los esteros que forman este sistema es el Estero Marga-Marga que resulta de la confluencia de los Esteros del Carrizo, del Fullero y Colihues, recibiendo a su paso los siguientes afluentes: Estero Moscoso por el norte, Las Palmas por el sur y el estero Quilpué por el norte, para tomar el nombre de Estero de Viña desde este punto hasta la desembocadura a través de Viña del Mar al Océano Pacífico.

El sistema recibe precipitaciones durante los me-

Provincia de Valparaíso

Cuenca del Marga Marga



Mapa 2.- Contaminación en el Sistema Marga-Marga

ses de invierno solamente. El período seco comprende primavera, verano y parte del otoño (en total unos 7 a 8 meses).

Existen zonas de explotación agrícola, las que ocupan un área pequeña pero de importancia.

Las zonas urbanas más importantes son Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana, causantes de contaminación urbana por las descargas de aguas servidas. Estas descargas de alcantarillado están presentes desde Peñablanca, al comienzo de la cuenca, hasta la confluencia con el Estero de Quilpué y cuyos efectos son fácilmente observables hacia la desembocadura.

Los puntos críticos de estas descargas están en: Puente Negro en Peñablanca con más o menos 2 lt/seg., descarga del alcantarillado de Villa Alemana con aproximadamente 80 lt/seg., descarga de aguas servidas a la altura de la Estación de Quilpué con 10 lt/seg., y descarga del alcantarillado de Quilpué con 110 lt/seg. (CABRERA, 1974).

En la cuenca existen industrias instaladas en dos centros: zona industrial de El Belloto en la comuna de Quilpué y zona industrial de El Salto en la comuna de Viña del Mar, ambos con descargas de residuos industriales contaminantes.

como Químicos S.C. Johnson y Manufacturers de Aceites.
En la zona de El Belloto hay tres industrias principales que son: "Armat Metalúrgica S.A.I.C."; esta actividad metalúrgica es causante de alteraciones físico-químicas del agua, especialmente en lo que se refiere a acidez, bajando bruscamente el pH de las aguas por la adición de ácido sulfúrico y otros compuestos químicos, además de alzas en temperaturas. Sopraval "Pancho Follo Ltda."; esta industria faenadora de aves provoca contaminación por la introducción de materia orgánica y reducción de pH. "Fideos y Alimentos Carozzi S.A."; la que entrega sus efluentes sin tratamiento previo al Estero, con compuestos principalmente de materia orgánica.

En la zona de El Salto se descargan residuos de tres tipos:

- a) Residuos de materia orgánica: Otto Stark, S.A. (Fábrica de cecinas), Embotelladora Andina S.A. (que embotella bebidas no alcohólicas) e Indus Lever S.A.C.I. (que fabrica detergentes y jabones);
- b) Residuos con productos químicos entre las que están: Pinturas Montana S.A., Industrias Massu (fábrica de medias e hilanderías), Indus Lever, Sintex-Oxiquim Ltda. (elaboradores de productos químicos), Textil Viña S.A. (fabricación de telas), fábricas de ceras

como Química S.C. Johnson y Manufacturera de Acon-
Lorcagua, etc. (pejerreyes) se encuentran en las

Gran parte de estas industrias y mediante la
descarga de sus aguas contaminadas producen variacio-
nes importantes del pH del medio ambiente. (Indus Lever,
Sintex-Oxiquim, Textil Viña, Massu).

4.- Sistemas de aguas.

Una alteración de los desechos industriales y de
la contaminación urbana determina que desde las zonas
bajas de la cuenca hasta su desembocadura, estas aguas
sin un tratamiento adecuado se han convertido en un fo-
co de problemas sanitarios y estéticos. Hacia la desem-
bocadura, las condiciones son letales a la vida acuática.

Muestreos realizados a la altura del puente Ca-
sino determinaron un contenido de ácido sulfhídrico
(H_2S) igual a 15 ppm y una concentración de oxígeno
disuelto (O_2) de 0.1 ppm.

La fauna ictica de la cuenca se ubica sólo des-
de sus orígenes hasta la región del Puente Las Cucharas
y está representada por: Cherodon pisciculus (pocha),
Protistius australis (pejerrey chileno), Poeciliidae sp.
(gambusias) y Cyprinus carpio (carpa). En el estero
del Carrizo (afluente del Marga-Marga) se encuentran
además otras dos especies: Pygidium aerolatus (bagre)
y Percilia gillisi (carmelita), (DAZAROLA, 1972).

Esta última en mayor abundancia (DAZAROLA-BROWN, 1975).

Los aterinidos (pejerreyes) se encuentran en las zonas menos contaminadas y a medida que se acercan a éstas son reemplazados por los Cyprinidos (carpas) más resistentes.

4.- Sistemas menores.-

Son en su mayoría esteros de poca importancia y escasa o ninguna contaminación. Se han considerado los siguientes de norte a sur: Estero Catapilco, Estero Mantagua, Río Puangue y Estero Casablanca. El primero en la provincia de Aconcagua y los restantes en la de Valparaíso.

a) Estero Catapilco

Pasa por la ciudad de Catapilco para desembocar al Pacífico en la Caleta de Maitencillo. Es un estero de escaso caudal. En la desembocadura las aguas son salobres de gran conductividad, factor que permite la entrada de la especie Mugil cephalus (lisa). La única contaminación observable es de tipo natural, no producida por acción del hombre (putrefacción de residuos vegetales). La población íctica se compone de las especies Carassius carassius (dorado) y Cyprinus carpio (carpa común). Esta última en mayor abundancia (DAZAROLA-BROWN, 1975).

b) Estero Mantagua

Se dan las mismas condiciones anteriores, de escaso caudal, y aguas salobres por la entrada del mar. Se ubica entre Con-Con y Quintero a unos 3 km del primero.

Con pequeña contaminación natural. En los asentamientos campesinos se produce contaminación por la descarga de desechos animales.

c) Río Puangue

Este río es un afluente del río Maipo y se encuentra a través de las provincias de Valparaíso y Santiago. La parte que queda dentro de la provincia de Valparaíso cuenta con un afluente llamado Estero Providencia. En un muestreo en Septiembre de 1974 este estero se encontraba seco con algas filamentosas en descomposición a la altura de Los Arrayanes, en tanto que en su confluencia con el río se observa una fauna ictica diversa compuesta por: Pygidium aerolatus (bagre), Percilia gillisi (carmelita), Protistius australis (perjerrey chileno), Cheirodon pisciculus (pocha), Salmo gairdneri (trucha arco iris) y Salmo trutta (trucha común), estas últimas en zonas torrentosas.

Este sistema se encuentra libre de toda contaminación.

en la obtención y transporte de los peces y semi

d) Estero Casablanca

1.- Un equipo eléctrico portátil formado por un

Desembocadura al Océano Pacífico en la Caleta, Tun-
quen donde sus aguas salobres permiten la entrada de
Mugil Cephalus (lisa). Tiene como afluentes a los es-
teros Los Sauces, Lo Ovalle y Monteros.

Hay una pequeña actividad agrícola a su paso por
lo que recibe algo de contaminación proveniente de ella.

Su fauna ictica está representada por Pygidium
aerolatus (bagre), Cheirodon piscifolius (pochas) Protis-
tuis australis (pejerrey) y Poecillidae sp. (gambusia)
(DAZAROLA y BROWN, 1975).

MATERIALES Y METODOS

A.- Materiales

Se han subdividido según su utilización en mate-
riales de terreno y de laboratorio.

a) **Materiales de terreno:** son aquellos utilizados en la obtención y transporte de los peces y son:

- 1.- Un equipo **electrógeno portátil** formado por un alternador marca **ARNAT** (1 KVA, 1 3A, 230 V, 50 ciclos)
- un motor de 4 HP marca **Honda**, modelo **G-41**
- un **electrodo fijo** formado por una malla de cobre de 30 x 40 cm.
- 2.- **Mapas correspondientes a las zonas del Instituto Geográfico Militar.**

B. - Métodos:

4.- Bidones plásticos

5.- Un compresor Cole-Palmer tipo tanque de 17" por 16 1/2" por 6 5/8" con motor compresor miniatura y un receptor de 2 galones.

2.- Técnica Electrocardiográfica utilizada en el

6.- Un equipo Hach modelo DC 16056 DR para análisis químico.

7.- Un pH- metro Beckman Electromate, modelo 1009 a diferentes concentraciones del contaminante tóxico.

b) Materiales de laboratorio:

4.- Cortes histológicos de las branquias de los pe-

1) Acuarios plásticos con capacidad para 10 y 100 litros.

2) Un filtro desclorador de agua

3) Mangueras plásticas

4) Un osciloscopio tipo PB 3 Scope consistente en un osciloscopio, bioamplificador y esti-

mulador de onda cuadrada combinados con una unidad con un DC a 50 KCP de ancho de banda y sensibilidad de 10 microvolts por cm.

5) Un termoregulator Cole Parmer, Heetgrid, Modelo 290-6 de 115 V y 1500 W. Los electrodos constituidos por dos hilos delgados de cobre de 0,5 mm de diámetro, son introducidos mediante una aguja cur-

B.- Métodos.-

- 1.- Se hicieron muestreos y análisis de las aguas en las zonas contaminadas.
- 2.- Técnica Electrocardiográfica utilizada en el estudio del efecto de la variación del pH y la temperatura del medio ambiente.
- 3.- Estudio del tiempo de sobrevivencia de peces sometidos a diferentes concentraciones del contaminante tóxico.
- 4.- Cortes histológicos de las branquias de los peces sometidos a dichas concentraciones.

Técnica Electrocardiográfica.-

Se utilizaron 96 carpas con un peso variando entre 400 y 600 grs.

Todos los peces fueron dotados de electrodos torácicos según la técnica desarrollada por LABAT y SERFATY, (1963).

Los ejemplares son primeramente anestesiados con una solución de MS 222 Sandoz al 1/10.000. Los electrodos constituidos por dos hilos delgados de cobre de 0,5 mm de diámetro, son introducidos mediante una aguja cur-

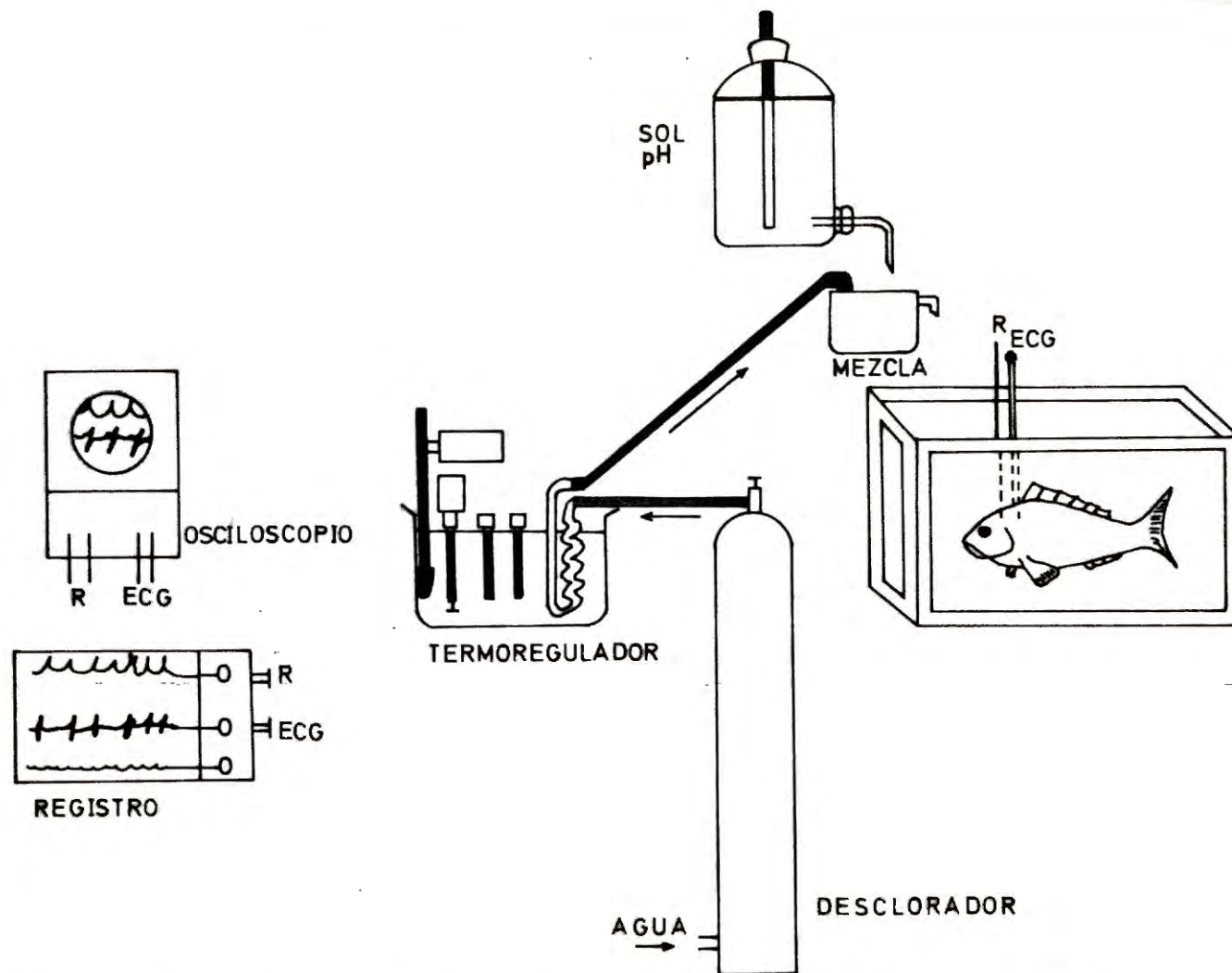


Figura N° 1.- Esquema de la instalación para el estudio de las variaciones de temperatura y de pH.

va en ambos lados de la región pericardial. En parte desnuda de los electrodos (10 cm) es colocada vecina al pericardio. Después de un control en el osciloscopio para verificar la posición de los electrodos se les fija definitivamente, ventral y dorsalmente.

Las modificaciones del electrocardiograma (E.C.G.) son seguidas en el osciloscopio y registradas sobre el papel.

Las variaciones del pH y temperatura del medio son obtenidas por el método desarrollado por DAZAROLA y LABAT (1973) (Fig. 1).

Estudio de tiempo de sobrevivencia.-

Se experimentó con 40 truchas comunes de 150 grs de peso. Los ejemplares fueron colocados en medios ambientes contaminados con sulfato de Cobre (CuSO_4) a diferentes concentraciones (0.1; 0.2; 0.3 y 1.0 ppm de Cobre).

El agua empleada para el medio ambiente fué agua potable previamente declorada con pH 6,9 y dureza igual a 250 mg de CaCO_3 . La temperatura durante toda la experiencia fué de 14°C.

Se estableció un lapso máximo de 24 horas para ca-

los que permiten una dilución de la carga contaminada experiencia y se consideró el inicio de la pérdida de equilibrio del pez como el fin de su sobrevivencia de aguas para el rogado generalmente en el vivencia, tomando en cuenta que un pez que no es caparidó seco, que produce el efecto contrario. Se paz de oponerse al movimiento del agua, no será capaz al caso del Suroeste Negro Murga dando el grado de paz de sobrevivir en un río.

contaminación ha alcanzado una cierta estabilidad.

Como otro indicador se usó el efecto del Cobre sobre el tejido branquial para lo cual se hicieron inclusiones de branquias de los peces tratados con Cobre.

Los cortes fueron hechos longitudinalmente con micrótopo a 5μ por los métodos tradicionales, utilizando tinción a la hematoxilina-eosina.

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SOBRE LA FAUNA.-

El análisis de los efectos de la contaminación sobre los peces se abordó tomando en cuenta el origen y la relevancia de la contaminación.

Se debe considerar que los valores de contaminación de la hoya hidrográfica en general, son fluctuantes dependiendo de la época de los mayores caudales, etc., debido a su mayor actividad en el agua.

les que permiten una dilución de la carga contaminada o como en el caso del Río Aconcagua, de la captación de aguas para el riego generalmente en el período seco, que produce el efecto contrario. No es el caso del Estero Marga Marga donde el grado de contaminación ha alcanzado una cierta estabilidad.

a) Contaminación Agrícola

Esencialmente este tipo de contaminación provoca un aumento de la productividad del curso receptor (eutroficación) por la introducción de fertilizantes (nitratos y pesticidas (fosfatos)) provocando un florecimiento exagerado de algas capaces de provocar molestias en los sistemas de alcantarillado.

La descomposición de grandes cantidades de algas muertas trae como consecuencia una reducción del oxígeno disuelto y la formación de gases de ácido sulfhídrico (H_2S) con su olor nauseabundo característico.

Además de este efecto eutrófico, los insecticidas y pesticidas pueden ser directamente tóxicos en los peces afectando su sistema nervioso, especialmente aquellos en cuya composición interviene el cloro (DDT, Dieldrin, BHC, etc) debido a su mayor estabilidad en el agua.

El DDT mata a la trucha en 24 horas a una concentración de sólo 0,5 ppm (JONES, 1964).

La contaminación agrícola también puede ser causada por la descarga de materias orgánicas de desecho produciendo entonces fenómenos similares a los provocados por la contaminación urbana.

b) Contaminación Minera

Este ha sido uno de los aspectos relevantes de nuestro estudio ya que los procesos de la minería del cobre hacen notable este tipo de contaminación en los sistemas Petorca-La Ligua y en el Río Aconcagua. Esto llevó a que se hiciera un estudio del efecto del cobre en los peces a través de tests biológicos descritos en el capítulo de resultados.

El cobre ofrece un grave peligro a la subsistencia de las diversas especies que pueblan los sistemas debido a que es capaz de actuar como tóxico destruyendo los filamentos branquiales de los peces y por lo mismo matándolos por asfixia en concentraciones muy bajas difíciles de detectar. Sin embargo, es este un tipo de contaminación fácilmente controlable mediante la corrección de los sistemas de decantación de los relaves.

Las descargas de las aguas de relaves de la minería del cobre presentan también el peligro de ser capaces de destruir las microalgas presentes en el río, destruyendo con ellas la base del sistema trófico del medio.

Estas descargas de la minería, vienen además acompañadas de sólidos en suspensión que resultan ser abrasivos, infiriendo daños mecánicos a las branquias de los peces o haciendo de su habitat un lugar adverso por la sedimentación de estas partículas que tienden a colmatar, cubriendo los lugares naturales de desove y enterrando en este manto los huevos y otros animales del fondo.

Algunos de estos sólidos en suspensión provocan además turbidez, no permitiendo el paso de la luz necesaria para los procesos fotosintéticos.

d) Contaminación Industrial

Sus efectos pueden ser tóxicos a los peces debido a la naturaleza misma de la sustancia liberada de los procesos industriales, como los ácidos tánico y crómico provenientes de curtiembres, ácido sulfúrico de la me-

talurgia, jabones y detergentes, etc. o como en el caso más común observado: en los compuestos liberados que son capaces de variar el pH del agua o su temperatura, lo que lleva a la alteración de ciertos procesos fisiológicos en el pez. Esto determinó que se hiciera un estudio más acabado de las variaciones de pH y temperatura.

Las condiciones de variación de pH son especialmente notorias en las industrias metalúrgicas, fabricación de productos químicos, lavanderías, curtientes, plantas galvanizadoras, lecherías, tinturas de textiles, etc.

Si los residuos industriales son de tipo orgánico, tales como los provenientes de las industrias productoras de alimentos de trigo, cervezas, conservas, agar agar, lecherías, mataderos, etc., tendrán un efecto similar al producido por la contaminación urbana produciendo esencialmente una reducción del oxígeno disuelto y un aumento de CO_2 con un aumento del sulfuro de amonio llegando en casos, a la producción de H_2S (Marga Marga) notándose turbidez y la formación de un manto sedimentoso en descomposición.

Consideración aparte merece la contaminación resultante de la ENAP en la zona de Con-Con, donde aparte de contaminación térmica proveniente del enfriamiento

ción bacteriana y que se caracteriza por una au-
to de turbinas, existe una descarga de aceites de-
que recubren y destruyen las algas y el plancton,
además de recubrir los filamentos branquiales de
los peces produciendo asfixia.

Estos contaminantes, además recubren el agua
superficial, entorpece los procesos naturales de rea-
ereación (excluyendo el O_2 de la superficie) y foto-
síntesis. Sumado esto a la descarga de fenoles tóxi-
cos, con una alta demanda de oxígeno provocan primero
una acción irritante en el pez y luego parálisis.

ducidos contaminantes, procesos en el cual las bacterias

d) Contaminación Urbana. - disponible. (SMITH- DATA-
ROLA, 1969). Esto se debe a que la demanda biológica de

O_2 es Se traduce fundamentalmente en la entrada, al
curso receptor, de aguas servidas sin tratar o con

un tratamiento incompleto. Esto provoca una serie de
cambios físicos, (sólidos en suspensión y sedimentos);
químicos, una baja del oxígeno disuelto y degradación
de compuestos); y biológicos, (problemas respiratorios
y de disponibilidad de alimento de peces) que hacen que
las condiciones de existencia de muchos organismos se
hagan insostenibles.

La entrada de estos desechos marca una zona de
degradación frecuentemente turbia con una alta pobla-

ción bacteriana y que se caracteriza por una ausencia general de oxígeno disuelto (OD) y una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) alta. Esta turbidez se traduce en la incapacidad de efectuar procesos fotosintéticos y en la formación de un manto sedimentoso que destruye a los organismos de vida asociada al lecho del río.

Se observa posteriormente, una situación de descomposición activa en que las condiciones para la vida acuática son insoportables. En esta zona hay una gran actividad bacteriana de degradación de los productos contaminantes, proceso en el cual las bacterias consumen el oxígeno disuelto disponible. (SMITH- DAZAROLA, 1969). Esto se debe a que la demanda biótica de O_2 es mayor que la suministrada por solución desde la atmósfera.

Al producirse una baja en el oxígeno disuelto, las bacterias presentes obtienen el oxígeno requerido de otras fuentes, es así, que reducen los compuestos que llevan oxígeno a través de procesos anaeróbicos.

Esta actividad puede llevar a la utilización del oxígeno de los nitratos y nitritos y a la reducción de sulfatos a H_2S con su característico olor desagradable y acción tóxica.

En esta zona los depósitos de cieno cubren el lecho del río y se eliminan los habitats naturales para los organismos de fondo, como también los lugares de desove de los peces. Estos ni siquiera están presentes en estas condiciones desfavorables de OD y disponibilidad de alimento.

La descomposición de los materiales orgánicos libera enormes cantidades de alimentos para aquellos organismos capaces de resistir estas condiciones, es así, que esta zona se caracteriza por grandes poblaciones de bacterias, protozoos y algunos tipos de gusanos de fondos barrocos. Se reducen entonces las especies aumentando considerablemente el número de individuos por cada especie.

Más abajo del río y luego de un tiempo suficiente para permitir que las masas de bacterias descompongan los desechos, el agua tiende a aclararse y el nivel de OD es suficientemente alto como para soportar nuevamente un ciclo alimenticio. Es una zona de recobre y transición entre la zona de descomposición y la zona no afectada del río. Hacen aquí su aparición las algas verdes cuya acción fotosintética es un factor importante en la elevación de los niveles de O₂.

Existe una división arbitraria de un curso de agua según los niveles de O₂ (Biology of Water Pollution, 1967) (Anónimo).

Zona libre de contaminación valor normal de O₂
 Zona de degradación = hasta 40% de saturación
 Zona de descomposición activa: menos del 40% de saturación.
 Zona de recuperación: más del 40% de saturación.

La entrada de aguas urbanas significa también la presencia de detergentes sintéticos por una parte a veces con espuma persistente, cuyo material activo superficial es tóxico, presentando problemas respiratorios a los peces y por otra de jabones que provocan un efecto similar al de los metales pesados. Aquellos que son fosfatos producen una eutroficación del medio.

t°C	pH: 7,2	pH: 5,0	% dismin.	pH: 8,5	% dismin.
20°	42,1	37,3	RESULTADOS		
25°	51,9	43,0	- 17,2	46,7	- 10,1
30°	Resultados de las técnicas electrocardiográficas				
35°	96,2	75,4	- 21,7	--	--

A) Frecuencia Cardíaca .-

Tabla N° 1

En un medio de pH: 7,2 las carpas adaptadas a
 Tabla comparativa de frecuencias cardíacas medias en
 las carpas a tres niveles de pH:

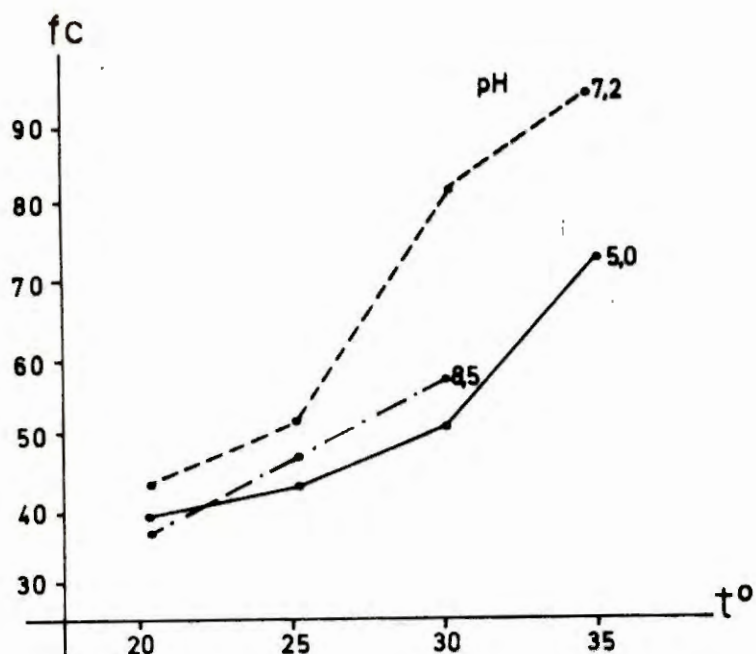


Gráfico N° 3.

Frecuencia cardíaca media en las carpas en función de la temperatura a tres niveles de pH.

t°C	pH: 7,2	pH: 5,0	% dismin.	pH: 8,5	% dismin.
20°	42,1	37,3	- 11,4	35,9	- 14,8
25°	51,9	43,0	- 17,2	46,7	- 10,1
30°	81,1	51,0	- 37,2	57,2	- 29,5
35°	96,2	75,4	- 21,7	--	--

Tabla N° 1

Tabla comparativa de frecuencias cardíacas medias en las carpas a tres niveles de pH:

20°C reaccionan por una taquicardia importante con el alza de la temperatura (LABAT, 1966). El gráfico 3 y la Tabla I confirman estos resultados (de 42 a 81 latidos/minuto para temperaturas variando entre 20° y 30°C (DAZAROLA, LABAT, 1973).

En un medio ácido, pH 5.0 la frecuencia cardíaca de los peces sufre un ligero aumento entre 20° y 30°C (37 a 51 latidos/minuto). Sobre los 30°C se observa una aceleración particularmente notable pero menos importante que a pH 7.2.

En un medio alcalino, a pH 8.5 las carpas reaccionan también con el aumento de la temperatura por una taquicardia más débil que a pH 7,2 (57 latidos/minutos a 30°C) pero más elevada que a pH 5.0.

Sin embargo hay que hacer notar que a pH 8.5 la temperatura letal baja considerablemente en relación a los resultados observados en los otros medios.

En efecto ningún pez sobrevivió a los 30°C. En efecto, a pH 7.2 la amplitud general del

B) Fenómenos electrocardiográficos.

Según LABAT (1966) el estudio del ECG de los peces sometidos a temperaturas elevadas (25 a 30°C) revela

Por último es preciso señalar las variaciones de la



la la desaparición de la onda P. Se observa este fenómeno en medio ácido (pH:5.0) y a partir de 25°C mientras que en medio alcalino (pH 8.5) la onda P es visible a los tres niveles de temperatura utilizados (Fig. 2, 3 y 4).



Por otra parte se observa que la onda T presenta una gran amplitud cuando las carpas se encuentran en medio ácido (pH: 5.0).



Esta amplitud varía con el alza de la temperatura, aumentando hasta los 30°C y disminuyendo entre 30° y 35°C (Fig. 2).

En un medio alcalino (pH: 8.5) las variaciones de la amplitud de la onda T son muy irregulares cuando aumenta la temperatura (Fig.4).



Por otra parte es interesante hacer notar las variaciones de la amplitud de los potenciales del ECG. En efecto, a pH 7.2 la amplitud general del ECG permanece casi estable al igual que a pH 5.0;

mientras que los ejemplares sometidos a un aumento térmico en medio alcalino (pH 8.5) su valor disminuye (Fig. 2-3 y 4).

Fig. 2: Electrocardiograma tipo de Carpa a pH 7.5
E₁ : 20°; E₂ : 25°; E₃ : 30°; E₄ : 35°. t=1 seg.

Por último es preciso señalar las variaciones de la



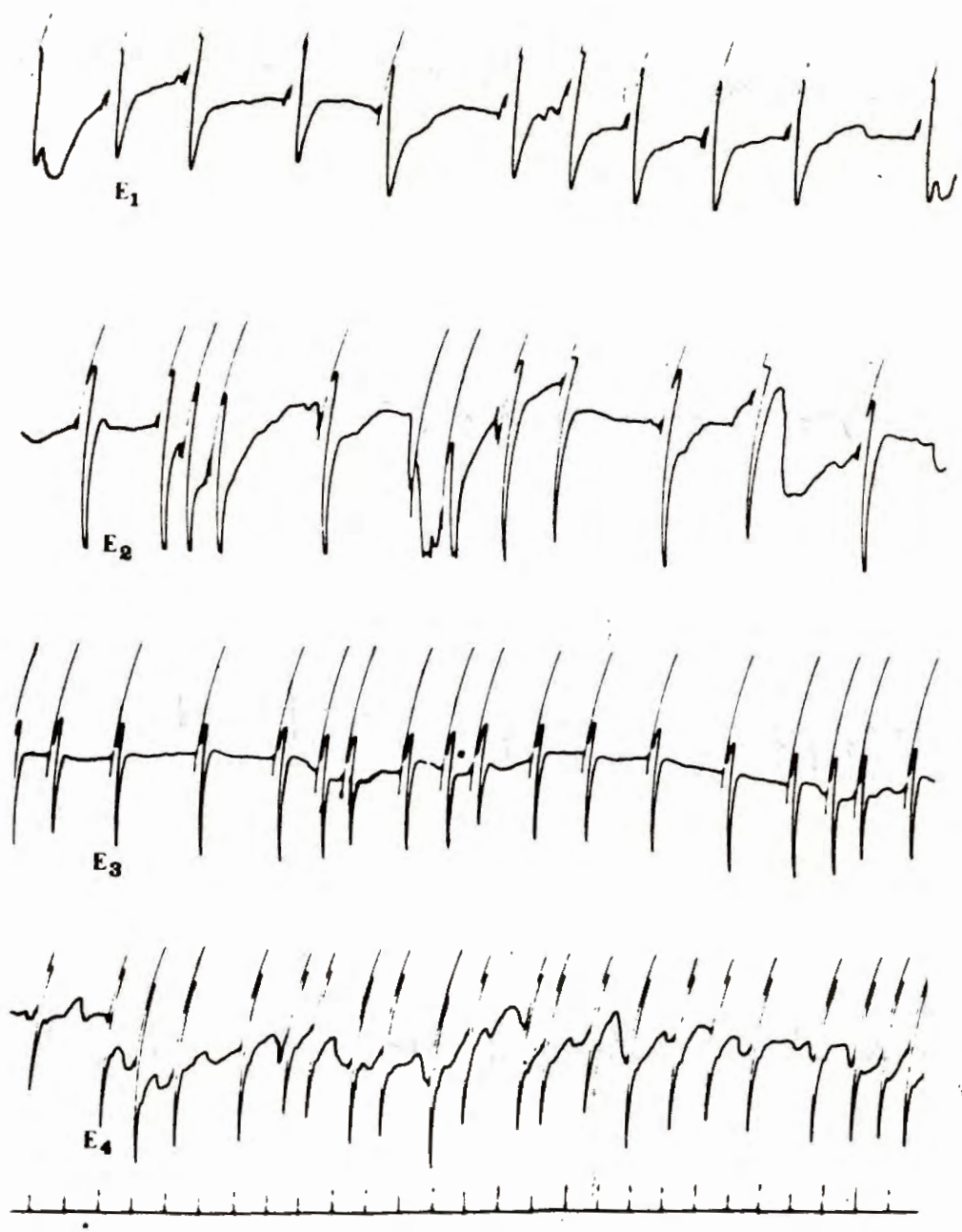
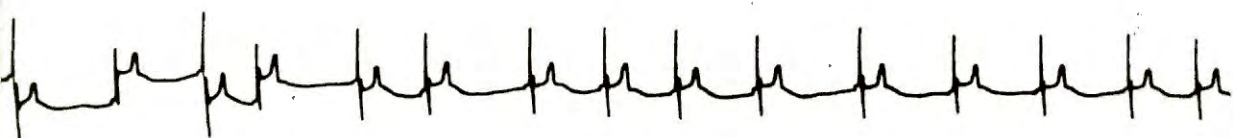


Fig. 2: Electrocardiograma tipo de Carpa a pH:5
 $E_1 : 20^\circ$; $E_2 : 25^\circ$; $E_3 : 30^\circ$; $E_4 : 35^\circ$. $t=1$ seg.

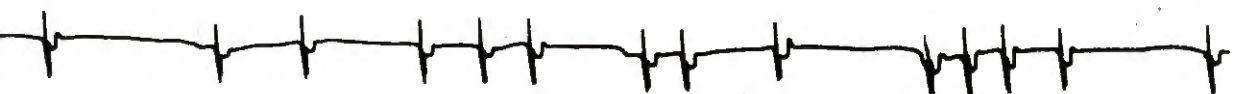




E₁



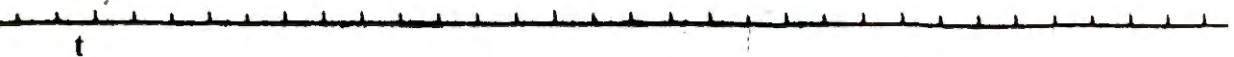
E₂



E₃



E₄



t

Fig. 3: Electrocardiograma tipo de Carpa a pH:7,2

E₁ : 20°; E₂ : 25°; E₃ : 30°; E₄ : 35°. t=1 seg.

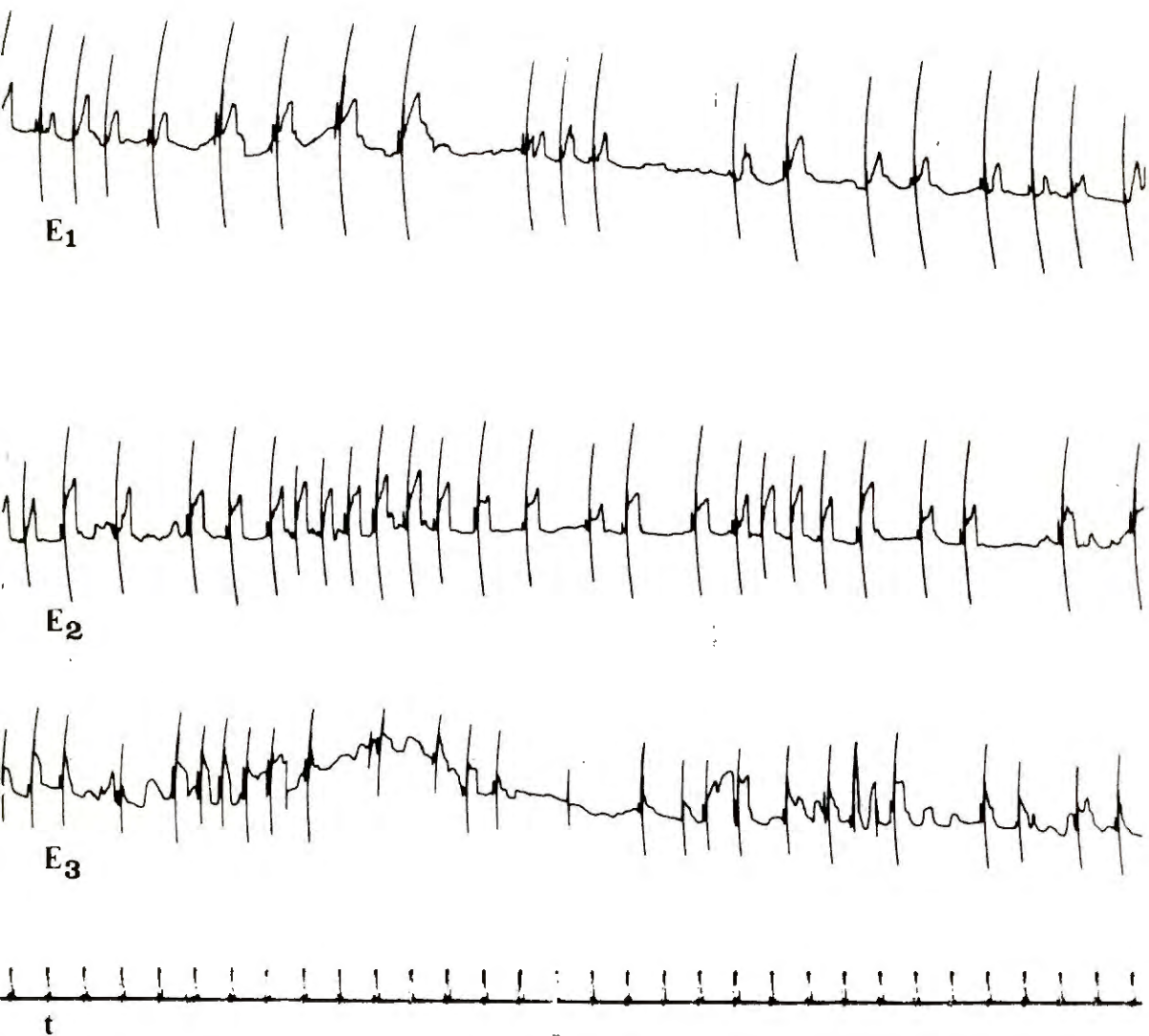


Fig. 4: Electrocardiograma tipo de Carpa a pH:8,5

E_1 : 20 ; E_2 : 25 ; E_3 : 30 . t 1 seg.

irregularidad y la periodicidad del ritmo cardíaco. La Fig. 3 muestra que existe un ritmo irregular y cíclico, que persiste hasta la temperatura de 30°C. En medio ácido (pH: 5.0) el ECG muestra hasta los 25°C el ritmo irregular y periódico que desaparece después (Fig. 2). En un medio alcalino (pH 8.5) el ECG permanece irregular y cíclico hasta los 30°C (Fig.4).

Resultados de los tiempos de sobrevivencia.

En la serie de experiencias se utilizaron ^{Cu}cuatro niveles de concentración ascendentes en ppm de Cu. Estos fueron 0,1; 0,2; 0,3; y 1.0.

Las experiencias tuvieron una duración fija de 24 horas y se mantuvieron niveles constantes de temperatura (14°C), pH (6,9) y dureza (250 ml. CaCO_3).

Se observó que en el rango de las concentraciones tratadas, el tiempo de sobrevivencia es inversamente proporcional a la concentración, esto es, a medida que la concentración decrece, el tiempo de sobrevivencia aumenta hasta llegar a un punto en que es indefinido (0,1 ppm CU). A esta concentración el pez parece ser capaz de mantener un estado de equilibrio haciendo precipitar la sal de cobre con el mucus secretado.

Al subir un rango de concentraciones de prueba con las diferentes soluciones del tóxico los tiempos de mortalidad observados pudieron expresarse gráficamente como una "curva de sobrevivencia" (Gráfico 5 y Tabla II).

TABLA II.-

Hrs	5	7	12	15	17	18	23	+ 24	% mortalidad	% sobrevivencia
								5	20	100
2				3			2	9	35	65
3			3		3	1		3	70	30
3	1	1		1		1	-	-	100	0
0	3	1	1		2			-	100	0

La variación de tiempo de sobrevivencia entre los diferentes peces y su grado de resistencia pareciera ser una cualidad inherente a cada uno de ellos.

Al confeccionarse una curva de frecuencia acumuladas de sobrevivencia (manteniendo la concentración constante) contra el tiempo de duración de la experiencia, en términos teóricos se obtiene una sigmoidea.

% Frec. Acum.

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Gráfico N° 4

Frecuencia acumulada de sobrevivencia respecta a tiempos de mortalidad en S. trutta

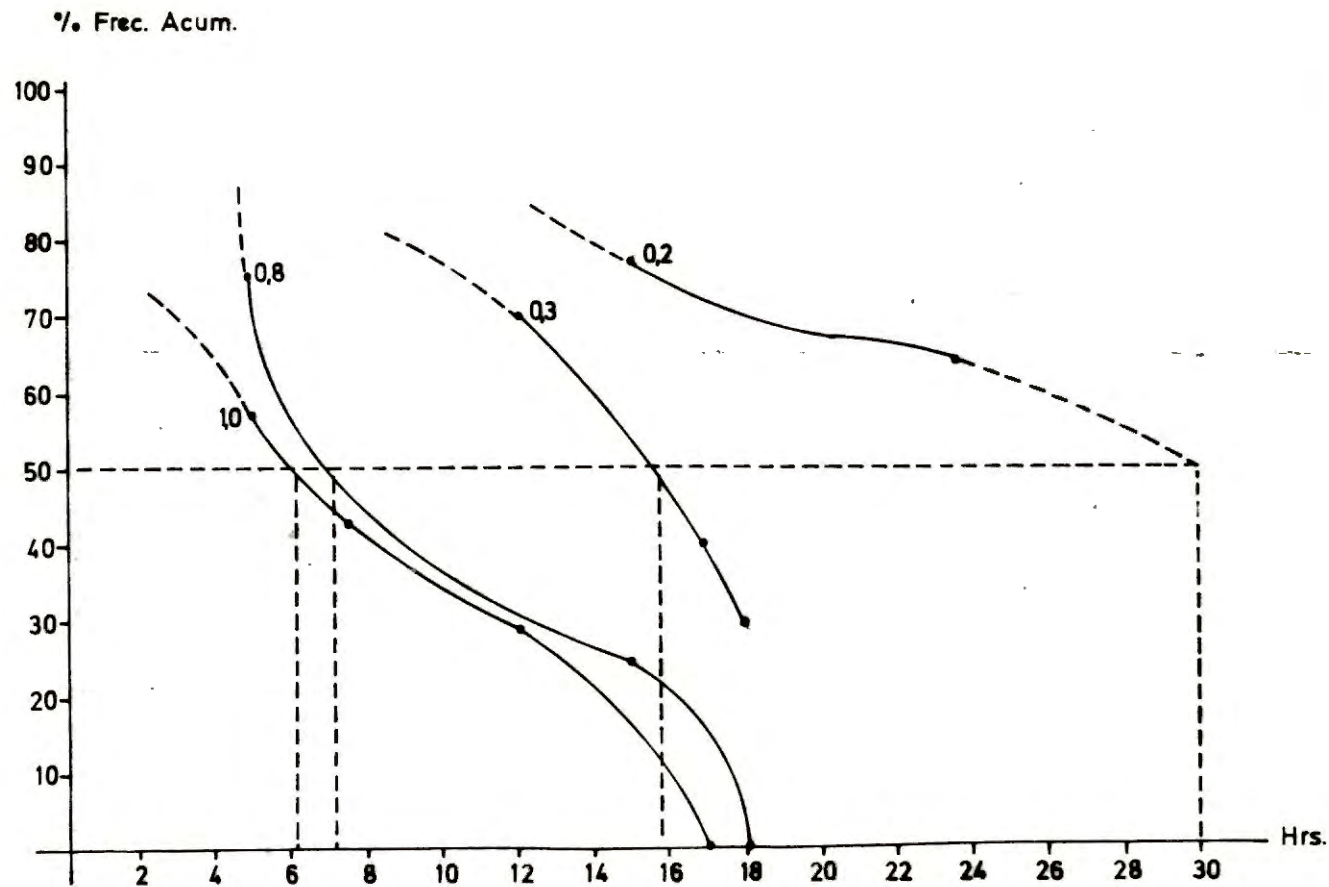


Gráfico N° 4.

Frecuencias acumuladas de sobrevivencia respecto a tiempos de mortalidad en *S.trutta*.

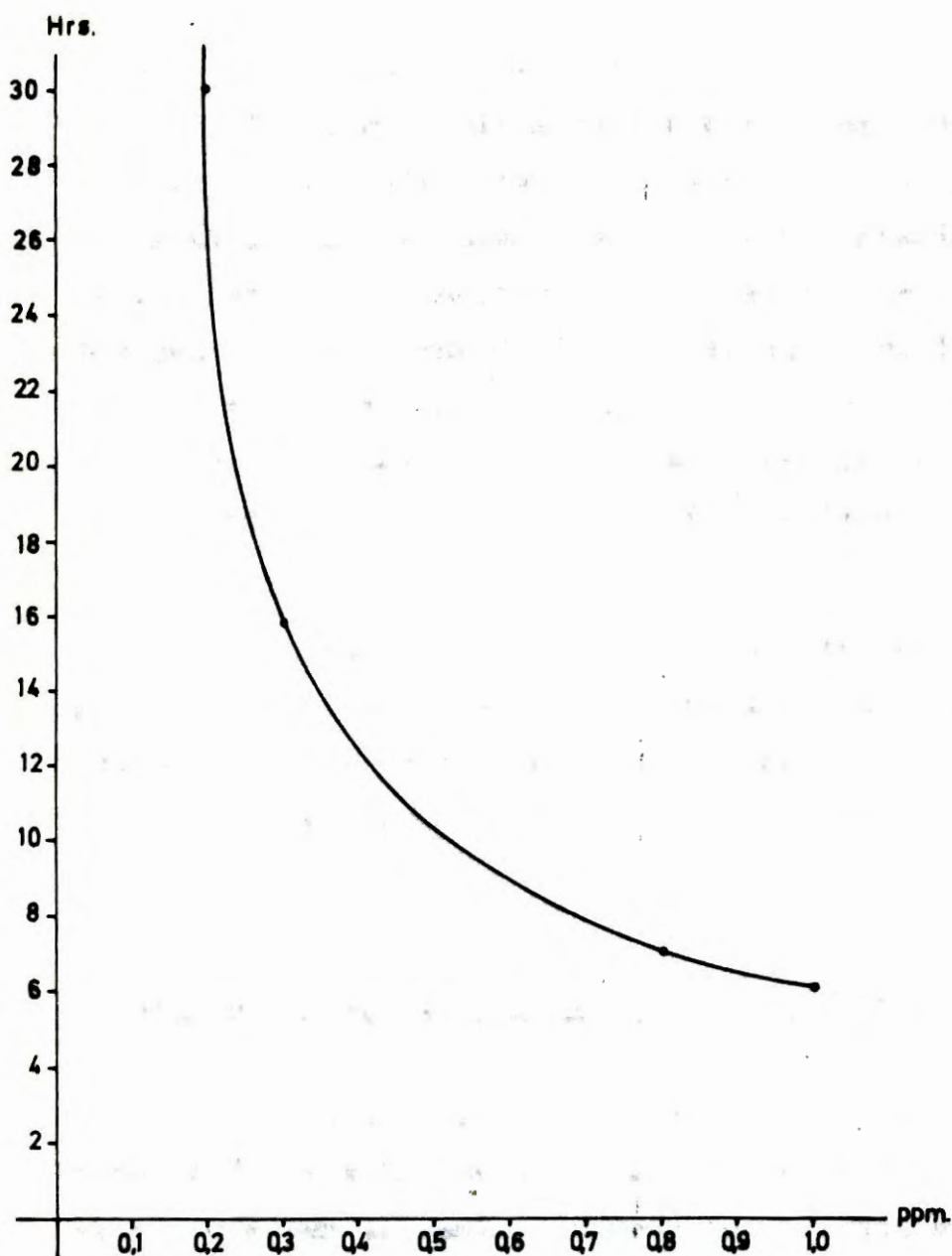


Gráfico N° 5.-

Tiempo de sobrevivencia de *S. trutta* a diferentes concentraciones de Cu.

El Gráfico 4 muestra las curvas o fracciones de ellas a cada nivel de concentración. Las frecuencias de sobrevivencia al 50% son mostradas gráficamente. Cabe señalar que dada la característica de las distintas concentraciones y su efecto sobre los peces, las curvas de frecuencia de sobrevivencia contra el tiempo, no siempre muestran su figura sigmoidea característica. Sin embargo, aún cuando se presenta este fenómeno es posible estimar el punto de sobrevivencia al 50%.

Por otra parte al graficar los diversos tiempos de sobrevivencia al 50% versus las concentraciones obtendremos la clásica línea decreciente del tiempo frente a un incremento de concentración. (Gráfico 5).

Resultados de los cortes histológicos de las branquias.

Las truchas sometidas a soluciones de Cu SO_4 sufrieron daños a las branquias. La muerte de estos peces se produjo por anoxemia a través de un fallo respiratorio y circulatorio y por la interferencia con las funciones excretoras de las branquias debido a la capacidad de la sal de cobre para combinarse rápidamente con



Fig. 5.- Corte histológico de branquia de trucha común.

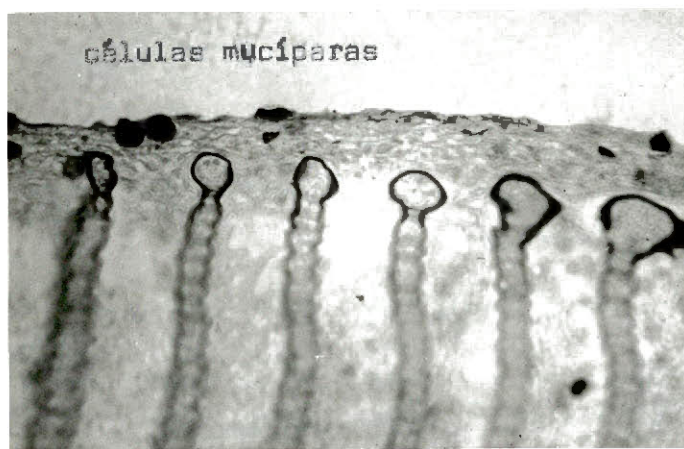


Fig. 6.- Corte histológico de branquia de trucha común expuesta por 24 horas en una solución con 0.3 ppm de cobre.

el mucus secretado formando compuestos insolubles.

Se observó, que al quedar las branquias cubiertas por este precipitado, sobreviene un fallo respiratorio como consecuencia del encubrimiento de los filamentos branquiales y de los espacios interfilamentales, de tal modo, que el agua bombeada a través de la boca hacia las branquias para la oxigenación de la sangre no es capaz de alcanzar las células de los filamentos branquiales. Consecuentemente el intercambio de gases no puede realizarse, produciéndose la muerte por una combinación de anoxemia y retención de CO_2 .

Cuando la solución es muy tóxica se forman grandes cantidades de precipitado, colmatándose los espacios interlamelares haciendo imposible el movimiento de los filamentos branquiales. Esta condición afecta la circulación en las branquias y se produce una stasis de la sangre de los capilares branquiales seguida de un cese de los movimientos de los filamentos en poco tiempo.

Este mucus es secretado como mucina, por las células mucíparas del epitelio branquial que expuestas a un metal pesado como el cobre, sufre una desintegración vaciándose las células. (Fig. 5 y 6).

Esto se observa claramente en las fotografías donde es posible comparar las células mucíparas de un espécimen sano y de otro sometido a una solución de Cu SO_4 .

CONCLUSIONES

- 1.- A una concentración de 1,0 ppm de Cu, el 50% de las truchas mueren en 6 hrs, manteniendo constantes la t° a 14°C , $\text{pH} = 6,9$ y dureza = 250 ppm Ca CO_3 .
- 2.- La toxicidad de las soluciones de Cu SO_4 es grandemente influenciada por el grado de dureza del agua, disminuyendo en aguas duras.
- 3.- Sobre un cierto rango de valores de la concentración del tóxico (Cu), el tiempo de sobrevivencia está inversamente relacionado con la concentración.
- 4.- Se observó que los peces tienen una variación individual en el grado de resistencia frente a la sustancia tóxica.
- 5.- Los residuos de relaves de Cu atacan también la capa de microalgas en concentraciones de 0,1 ppm,

destruyendo los niveles tróficos básicos.

- 6.- Las materias orgánicas provenientes de aguas urbanas llevan a una destrucción casi permanente de algunos sectores, como en el caso del estero Marga Marga.
- 7.- Los efectos de los contaminantes orgánicos industriales son similares a los provenientes de descargas de aguas servidas.
- 8.- El verano con la elevación de las temperaturas hace que sea una época particularmente difícil para los peces, debido al menor oxígeno disuelto y mayor demanda bioquímica de oxígeno debido a las degradaciones orgánicas.
- 9.- Los sedimentos liquidan la vida de los organismos adosados a las piedras, provocan colmatación del lecho y actúan como barreras en la época de desove.
- 10.- Las variaciones de pH y de temperatura producen anormalidades en la fisiología del corazón de los peces.

dades máximas permisibles de Cu que pueden

RECOMENDACIONES

ser arrojadas al mar provenientes de la

pequeña y mediana minería. Construcción de

plantas concentradoras y decantadoras de mine-

- 1.- En el caso del Estero Marga Marga se recomien-

da que los residuos sean reunidos en una sola

- 4.- Regulación pertinente que obligue a aquellas

gran línea colectora y descargas por medio de

un desagüe que se introduzca en el mar a sufi-

ciente distancia de la costa, de manera que la

disolución y dispersión de los residuos impida la

contaminación de las playas. Las aguas negras de-

ben recibir un mínimo tratamiento antes de ser des-

cargadas de manera de eliminar la mayor parte de

los elementos sólidos asentables.

- 2.- En el caso del Río Aconcagua, la utilización de

aguas de alcantarillado sin tratamiento previo, só-

- 5.- Aquellas industrias que son receptoras

ras para la irrigación de cultivos vegetales, cons-

tituye un peligro público. Todas las aguas de alcan-

tarillado deben ser objeto de un mínimo de tratamien-

to por medio de estanques de estabilización que a-

seguren la destrucción de los organismos patógenos

antes de su desagüe en las corrientes receptoras.

- 3.- Se recomienda dictar normas que regulen las canti-

BIBLIOGRAFIA.-

- datos máximas permisibles de Cu que pueden ser arrojadas al medio provenientes de la pequeña y mediana minería. Construcción de plantas concentradoras y decantadoras de mineral para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesquerías. 1975.
- 4.- Regulación pertinente que obligue a aquellas industrias que utilizan los cursos en sus procesos, devuelvan el agua en las mismas condiciones químico-físicas en que fué captada exigiendo un tratamiento previo de sus emisarios antes de la afluencia al curso receptor. Se recomiendan también que aquellas plantas que liberen desechos orgánicos deben contar con pozos decantadores y de aereación que aceleren el proceso de descomposición.
- 5.- Aquellas industrias que son susceptibles de emitir contaminantes subvencionen estudios pertinentes que permitan evaluar sus efectos ecológicos.
- BROWN, M. PETER. Análisis Ambiental de la distribución y abundancia de los peces de agua dulce de las provincias de Valparaíso y Aconcagua. Memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesquerías. 1975.
- CABRERA, P. MORA. Estudio de la contaminación industrial de la cuenca del Marga-Marga, Vía del Mar. Santiago. S.A.S., Sección Higiene Ambiental. 1974.
- DAZAROLA, GABRIEL. Influence de la température et du pH du milieu ambiant sur l'électrocardiographie et les mouvements operculaires chez la carpe et la tanche. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse. Toulouse, 1966.
- JONES, J.R. ERICHSEN. Fish and River Pollution.
- LABATTE, J. M. A preliminary report on pollution of the Aconcagua River, Chile, as demonstrated by the distribution of fishes and measurements of dissolved oxygen. 1969.

VALDIVIA, B. I. B. L. I. R. O. G. R. A. F. I. A. - contaminación
del río Aconcagua.

Santiago, CORFO 1971.

BROWN, M. PETER. Análisis Puntual de la distribución
y abundancia de los peces de agua dulce de las
provincias de Valparaíso y Aconcagua.

Memoria para optar al título de Ingeniero de Eje-
cución en Pesquerías. 1975. *atlas*, 1997.

CABRERA, F. NORA. Estudio de la contaminación industrial
de la cuenca del Marga-Marga, Viña del Mar.

Santiago, S.N.S., Sección Higiene Ambiental. 1974.

DAZAROLA, M. GABRIEL. Influence de la température et du
pH du milieu ambiant sur l'électrocardiographie et
les mouvements operculaires chez la carpe et la tan-
che.

Thèse présentée a l'Université Paul Sabatier de Tou-
louse. Toulouse, 1973.

JONES, J. R. ERICHSEN. Fish and River Pollution.

London, Butterworth and Co. 1964.

LABAT, RENE. Electrocardiologie chez les poissons Téléo-
téens: influence de quelques facteurs ecologiques.

Thèse présentée a la Faculté des Sciences de l'Uni-
versité de Toulouse. Toulouse, 1966.

SMITH S. LYNWOOD y DAZAROLA M. GABRIEL. A preliminary
report on pollution of the Aconcagua River, Chile,
as demonstrated by the distribution of fishes and
measurements of dissolved oxygen. 1969.

Efecto de algunos contaminantes industriales sobre truchas y carpas.
 (Se incluye en algunos casos la calidad del agua (trucha) por ser factor que influye o aumenta la toxicidad).

ANONIMO

ORIGEN

Alcalina de potasio K_2CO_3
 Carbonato de sodio (Na_2CO_3)

Sal amoniacal NH_4Cl

Nitrato de amonio NH_4NO_3

Nitrato de amonio NH_4NO_3

Sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$

Cartón, resina
 Gas, textiles

Resid. químicos y de
 Saco

Lavado de ropa, resina,
 Quid. y Saco

Fertiliz. e ind. químico.

Fertiliz. resina, gas y quí.

VALLEJOS, S. ENRIQUE. Estudio de la contaminación del río Aconcagua. Santiago, CORFO 1971.

ANONIMO. Biology of Water Pollution: A collection of selected papers on stream pollution, waste water and water treatment. U.S. Department of the Interior, Federal Water Pollution Control Administration. 1967.

ANONIMO. Inventario de recursos hidrológicos superficiales de Chile. Santiago, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Planeamiento, 1963. Publicación N° 12.

Amil Alcohol (iso) $C_5H_{11}OH$	Resid. quim. y fertiliz. ind.	100 ppm agua du-
Efecto de algunos contaminantes industriales sobre truchas y carpas.		
Butil Alcohol (iso) C_4H_9OH	(Se indica en algunos casos la calidad del agua (dureza) por ser factor que disminuye o aumenta la toxicidad).	30 ppm agua dest 7-20 hrs.
Cloruro Calcico $CaCl_2$	Zonas petroleras y us- falta	7,7 dest. en 22 27 hrs.
Hidroxido de Calcio $Ca(OH)_2$	Curtiembres	700 ppm potencial. 24
Bisulfito de Carbono CS_2	Solvente en ind. quimic.	50 ppm 2 dias
Cloramina NH_2Cl	Sist. de purific. de E.D.	0,1-0,4 clorinas in- tent.
TOXICO		
ORIGEN		
TRUCHAS		
CARPAS		
Alúmina de potasio. $AlK(SO_4)_2$	Curtiembres	544 ppm en 15 hrs.
Carbonato de amonio $(NH_4)_2CO_3$	Curtiemb.resid.	1,0 agua dura en 96 hrs.
Acido Crómico H_2CrO_4	gas, textiles	155-197 ppm desde minut. a pocas hrs.
Sal amoniaca NH_4Cl	Resid. quimicos y de gas	1,0 ag. duras 30- 1,7 ppm. 6-18 hrs. H.0 dep.
Cobre Cu	Mineria, algicidas	1,0 ppm agua dura en 2 6 hrs.
Hidróxido de amonio NH_4OH	Lavado lanas, resid. quim. y gas	250 ppm NH_4 en 2 hrs.
Sulfato Cúprico $CuSO_4$	Mineria, algicidas	0,05 ppm. 4 aguas blandas y hasta 0,6 ppm en a- guas duras
Nitrato de amonio NH_4NO_3	Fertiliz.e ind. quimic.	9,4 ppm no letal, 20 en 15'. 3 blanda y 2 ppm en agua dura
Sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$	Fertiliz.resid.gas y quim.	4,54 ppm en 90 hrs. 264 ppm agua dura 6 dias.

Amil Alcohol (iso) $C_5H_{11}OH$

Butil Alcohol (iso) C_4H_9OH

Cloruro Calcico $CaCl_2$
Fenol o Ac. Carbolico C_6H_5OH

Hidroxido de Calcio $Ca(OH)_2$

Bisulfito de Carbono CS_2

Cloramina NH_2Cl

Nitrato Cuprico $Cu(NO_3)_2$

Nitrato Plumbico $Pb(NO_3)_2$

Cloro Cl_2

Acido Crómico H_2CrO_4

Cloruro de Cobalto $CoCl_2$

Cobre Cu

Sulfato Cúprico $CuSO_4$

Resid. quim. y destileria

Pinturas, solventes

Zonas petroleras y as-

falto

Curtiembres

Solvente en ind. quimic.

Sist. de purific. de H_2O

Purif. H_2O Ind. quim.

Curtiembres

Pigmentos. Ind. quim.

Insecticidas

Mineria, algicidas

Mineria, algicidas

1,0 agua potable
2-3 min.

1,0 agua potable
15 min.

0,4 - 0,6 en 8 hrs.

700 ppm potable 26'

5.0 en 2 dias

0,3-0,4 alevines ins-
tant. en 2 hrs.

0,33 ppm Cu en 18 hrs.

30 ppm Ni en 168 hrs.

30 ppm Co en 168 hrs.

3 ppm Cd en 168 hrs.

0,5 ppm en 64 hrs.

0,5 ppm en 24 hrs.

1,0 ppm agua dura en
6 hrs.

0,06 ppm. aguas blandas
y hasta 0,6 ppm en a-
guas duras

166 agua dura 4 a
7 hrs. 100 ppm agua du-
ra en 82 hrs.

6,3 ppm. 250 ppm agua dest
7-20 hrs.

20 ppm en 26-36 horas
7,7 dest. en 22-
27 hrs.

250-300 ppm en pocas hrs.

1,2 ppm carpas
grandes.

1,0 agua dura en
96 hrs.

letal en aguas
blandas.

1,0 ag. duras 30-
32 hrs.

0,3 blanda y 2
ppm en agua dura
24 horas.



Ac.Hidroclorico (muriático) HCl	Resid.procesos quim.	1,0 agua potable 2-5 min.	166 agua dura 4 a 7 hrs.
Ac.Sulfhídrico H_2S	Descomp.efluent.gas orgánico	1,0 agua potable 15 min.	6,3 ppm.
Acidos Naftenicos	Crudo de petroleo		20 ppm en 26-36 horas
Fenol o Ac.Carbolico C_6H_5OH	Gases, efluentes quí- micos	0,4 - 0,6 en 8 hrs.	
Cianuro de potasio KCN	Galvanización, ind.	0,11 ppm CN en 2 hrs.	
Carbonato de Sodio Na_2CO_3	Efluentes químicos		250-300 ppm en pocas hrs.
Nitrato Cuprico $Cu(NO_3)_2$		0,08 ppm Cu en 2 hrs.	
Nitrato Plumbico $Pb(NO_3)_2$		0,33 ppm Cu en 18 hrs.	
Niquel		30 ppm Ni en 168 hrs.	
Cobalto		30 ppm Co en 168 hrs.	
Cadmio		3 ppm Cd en 168 hrs.	
Sulfato de Zn		0,5 ppm en 64 hrs.	
DDT	Insecticida	0,5 ppm en 24 hrs.	
Aldrin y dieldrin	Insecticidas	0,05 ppm en 24 hrs.	

