

CHILE-2200

LA CONTAMINACION ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS AGUAS  
SUPERFICIALES EN CHILE DEBIDO A LAS  
DESCARGAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES  
Y MUNICIPALES, INCLUYENDO  
DETERGENTES Y PESTICIDAS

18 al 25 de abril de 1971



Charles M. Weiss  
(Profesor de Biología Ambiental  
Escuela de Salud Pública  
Universidad de Carolina del Norte)  
Consultor de la Oficina Sanitaria Panamericana  
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

## OBJETIVOS DE LA ASESORIA

La solicitud original de servicios de asesoramiento se refería a cuestiones específicas vinculadas al comportamiento ambiental de ciertas fórmulas de detergentes y al control de los pesticidas en el ambiente. Sin embargo, a la llegada del consultor a Chile, y a través de las reuniones de orientación e información, se vislumbró que los objetivos del servicio de asesoramiento iban a tener un alcance algo más amplio. Los temas que fueron tratados y que serán evaluados en este informe son los siguientes:

1. Propuesta de la industria petroquímica en relación con la manufactura de un agente tensoactivo apropiado; selección entre el "ABS", "LAS" o algún elemento de tercera generación. La decisión acerca de la fabricación local de los materiales se haría teniendo en cuenta su aceptabilidad ambiental.
2. Procedimientos analíticos para agentes activos de superficie.
3. Concepto del control ambiental de los pesticidas, con referencia especial a la situación chilena.
4. Utilización del agua en el drenaje del Río Aconcagua, y elaboración de un concepto de la cuenca en su totalidad, destinado a la evaluación de los cambios cualitativos.
5. Procedimientos para el control de la contaminación costera en la vecindad de Viña del Mar y Valparaíso.
6. Alcance de la contaminación industrial en Concepción, especialmente con relación al Río Bío-Bío, la Bahía de San Vicente y la Bahía de Concepción.
7. Establecimiento de los requisitos y del alcance de una encuesta hidrológica nacional, con especial referencia a la necesidad de determinar las condiciones cualitativas actuales del agua como puntos de referencia.

## RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La propuesta fabricación de un agente tensoactivo por la industria petroquímica chilena debe dar como resultado un producto que posea adaptabilidad ambiental en términos de su biodegradabilidad. La fórmula debe ser del tipo "LAS" o de una biodegradabilidad aún mayor, como los derivados de óxido alquilo-etilénico.
2. Los procedimientos analíticos para los agentes tensoactivos son particularmente susceptibles a una interferencia de parte de muchas otras sustancias que se encuentran en las aguas de alcantarillado. Los fosfatos, nitratos y cloruros causan una interferencia positiva. Deben realizarse ajustes para estos elementos de manera que pueda lograrse una exactitud razonable en la determinación.

3. La propuesta de control ambiental de los pesticidas debe limitarse inicialmente a una determinación y evaluación de los lugares donde son utilizados los pesticidas en Chile, los métodos empleados en su aplicación y las posibilidades de contaminación de productos comestibles o del agua. Luego de esto, se debe llevar a cabo el muestreo y las determinaciones analíticas específicas en aquellas zonas donde podrían encontrarse residuos de pesticidas.

4. Debe realizarse un estudio de las aguas del Río Aconcagua, muy activamente reutilizadas, que serviría de modelo para toda la cuenca. Deben ser controlados detalladamente los cambios ocurridos en este río, desde su nacimiento hasta su desembocadura, a fin de establecer las diferencias en la calidad del agua a cada nivel de utilización y determinar las consecuencias para los usufructuarios de dicho río aguas abajo.

5. Los numerosos desagües de alcantarillado que drenan la zona de Viña del Mar-Valparaíso, y especialmente a lo largo de la costa de la primera de esas ciudades, deben ser reunidos en una sola línea principal y descargados por medio de un desagüe que se introduzca en el mar a suficiente distancia de la costa, de manera que la disolución y dispersión de los residuos impidan la contaminación de las playas. Las aguas negras deben recibir un mínimo de tratamiento antes de ser descargadas.

6. El uso de las aguas con fines industriales en varios sitios principales en la vecindad de Concepción y la descarga que en los mismos se hace de los residuos industriales a las bahías adyacentes son factores que deben estudiarse a fin de establecer si existe alguna repercusión en la biología marina del medio circundante. La toma de agua de la planta siderúrgica y su proximidad a los desagües de alcantarillado de Concepción presenta importantes cuestiones vinculadas con la composición del desagüe industrial resultante en la Bahía de San Vicente. En efecto, las descargas industriales provenientes de la planta petroquímica y de la de cloro parecen afectar gravemente el alga Gracillaria que se cosecha en el pequeño estuario. Estos desagües deben ser dirigidos a la Bahía de San Vicente, y los residuos de cloro deben neutralizarse antes de su descarga. De la misma manera, los desagües de la planta elaboradora de harina de pescado deben también ser objeto del mismo proceso, y su descarga debe hacerse en aguas profundas de la bahía.

7. No debe permitirse la utilización directa del Río Mapocho en la irrigación de cultivos de vegetales, dada su contaminación con el alcantarillado de Santiago. Si las necesidades de riego exigen que las aguas de dicho río sean empleadas, entonces las aguas de alcantarillado de Santiago deben recibir un mínimo de tratamiento a través de estanques de estabilización antes de su descarga al Río Mapocho.

8. Dada la creciente tasa de industrialización en Chile, se recomienda muy enfáticamente que se inicie una encuesta de alcance nacional sobre la calidad del agua. Es esta una necesidad de importancia vital para cualquier

país, a fin de definir la mejor manera de aprovechar los recursos de agua disponibles. Los datos obtenidos permitirían asimismo establecer puntos de referencia en relación con la calidad del agua, a la luz de los cuales puedan medirse los cambios que ocurran posteriormente.

## INTRODUCCION

Aunque la solicitud original de servicios de asesoría se limitaba principalmente a cuestiones vinculadas con detergentes y pesticidas, enseguida se hizo evidente - durante la reunión inicial de orientación celebrada en Chile - que el interés local era de naturaleza más amplia. En efecto, lo que se deseaba era orientación y asesoramiento con relación al establecimiento de una política nacional de utilización de recursos hidráulicos, en especial con referencia a las características de calidad del agua. La definición de esas características, a su vez, permitiría establecer niveles de utilización del agua, en relación con la calidad de la misma y los fines a que es destinada, como ser:

1. Abastecimiento de agua potable
2. Pesca en aguas dulces y usos recreativos
3. Irrigación
4. Utilización industrial
5. Pesca marina y usos recreativos

Asimismo, estos usos requerirían la fijación de normas relativas al tratamiento de las aguas servidas, según fueran provenientes de usos industriales o de desagües municipales.

### Fabricación de ABS por la Petroquímica Chilena

Un ejemplo constituye el caso relativo a la decisión de parte de la industria petroquímica de llevar adelante la construcción de una planta destinada a la manufactura de un agente activo de superficie para su incorporación a los detergentes destinados al consumo local o a la exportación. La capacidad anual de la planta se estima en unas 12,000 toneladas. En la propuesta original para el establecimiento de dicha planta se definió el agente activo en la superficie como de tipo "ABS" (sulfonato alquilo-benzínico de cadena en ramas). Surgieron dudas entre las autoridades correspondientes acerca de la conveniencia de la construcción de una planta de "ABS" de biodegradabilidad muy limitada, en comparación con una planta que produciría material de tipo "LAS" (sulfonato alcalínico lineal), que es altamente biodegradable. Cabe señalar aquí que los agentes tensoactivos del tipo "ABS" ya no se fabrican en los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania o en otros países donde se encuentra muy extendido el empleo de detergentes. Se trata de un producto obsoleto que ya no es aceptado, debido a la resistencia que presenta a la biodegradabilidad.

Aunque es relativa la terminología que describe el tipo "ABS" como duro y el "LAS" como blando en relación con la biodegradabilidad, los procesos eficaces de tratamiento de las aguas de alcantarillado pueden eliminar los elementos blandos hasta en un 90%, lo que permite que los residuos no sean descargados a las aguas receptoras. En un país como Chile, donde el tratamiento de las aguas de alcantarillado se encuentra aún en etapa inicial, el empleo de este procedimiento significaría que la biodegradación se llevaría a cabo en las aguas receptoras como consecuencia de los procesos biológicos naturales. Aunque se emplearan formas simples de tratamiento, como los estanques de estabilización, para proteger a las aguas receptoras, los agentes tensoactivos de tipo blando serían biodegradados en gran medida.

Otro aspecto de la fabricación de detergentes es la cantidad de fosfato y polifosfato que sería incorporada como agente de ablande. Esta cuestión concierne especialmente a Chile, dado que las características de calidad del agua varían mucho, desde muy dura en el norte, hasta bastante blanda en el sur. Se requieren mayores cantidades de fosfato para las aguas duras que para las blandas, puesto que el fosfato actúa como agente de ablande del agua dentro de la fórmula detergente.

Estamos pasando por un período de tanta preocupación acerca del ambiente, que hasta materiales inocuos como los fosfatos - inocuos en el sentido de que no son sustancias extrañas al ambiente natural - son restringidos en cuanto a las cantidades en que pueden ser introducidos al ambiente. Esto obedece a la consiguiente elevación de los niveles de nutrientes y a la estimulación del crecimiento de algas. Por lo tanto, la cantidad de fosfatos que puede ser incorporada como parte de un detergente fabricado en el país debe ser cuidadosamente estudiada en relación con la mínima cantidad requerida para alcanzar el promedio adecuado de dureza de las aguas locales, así como en lo que concierne a la posibilidad de que puedan incorporarse cantidades excesivas de fosfatos como nutrientes de las algas.

Debe mencionarse que si el detergente se integra con "ABS", "LAS" o algún otro agente tensoactivo, aun sin tener en cuenta el nivel de fosfato en el detergente, siempre que sea descargado al mar por medio de desagües marinos bien proyectados, no podrán detectarse efectos ecológicos adversos. Sin embargo, en el caso de Chile, con sus numerosos lagos del sur, que actualmente se encuentran libres de contaminación, o están recibiendo muy pocas aguas residuales, los incrementos en los niveles de nutrientes de algas deben ser cuidadosamente controlados. Además, deben ser determinadas las concentraciones actuales de fosfato y nitrógeno con el fin de establecer puntos de referencia.

En los procedimientos analíticos llevados a cabo con relación a los agentes tensoactivos, debe ponerse mucha atención en la presencia de sustancias interfirientes que en muchos casos pueden resultar positivas. Ciertos elementos como los fosfatos, nitratos y cloruros, que se encuentran en los alcantarillados, ocasionan siempre interferencias positivas. Por lo tanto,

las cantidades residuales tanto de "ABS" como de "LAS" que pudieran estar presentes, pueden ser difíciles de detectar con alguna precisión, a no ser que se efectúen correcciones para los materiales interfirientes.

Pueden formularse diversos procedimientos para establecer los niveles de corrección para estas interferencias. Una manera de hacerlo sería la de establecer el alcance del error positivo debido a los materiales interfirientes, mediante el empleo de diversas cantidades de fosfato, nitrato, cloruro y aminos - que pueden formarse por una reacción con amoníaco y material orgánico contenidos en las aguas de alcantarillado - además de cantidades determinadas de "LAS" o "ABS". Contando con esta información, pueden determinarse con precisión las cantidades desconocidas de agentes tensoactivos contenidos en las aguas de los ríos o de alcantarillados.

#### Pesticidas: Análisis ambiental

La cuestión relativa al muestreo ambiental vinculado con los pesticidas de un país como Chile debe ser inicialmente resuelta con referencia específica a los siguientes factores: a) los pesticidas de uso general, b) los sitios donde se emplean esos pesticidas, y c) las cantidades empleadas. Dado que estos materiales son utilizados en Chile principalmente para el control de insectos que afectan el sector agrícola, podría decirse que su uso está limitado a relativamente pocas cuencas fluviales y sólo a sitios muy específicos. Esto permitiría delimitar un programa de muestreo ambiental y facilitaría la realización de investigaciones más precisas y detalladas, tanto químicas como biológicas, en los lugares designados. Esta actividad resulta especialmente importante, teniendo en cuenta que los pesticidas de uso general incluyen tanto hidrocarburos clorurados, que tienen largos períodos residuales, como asimismo compuestos del tipo de fosfato orgánico, con períodos residuales breves.

Dado que la tecnología del análisis para cualquiera de los dos compuestos requiere una instrumentación más bien complicada, sería de fundamental importancia que fueran resueltas las cuestiones preliminares antes de iniciar dicho programa de muestreo. Sin embargo, una vez que el programa se encuentre en marcha y se disponga de personal capacitado, entonces el alcance de la contaminación ambiental por pesticidas de efecto residual prolongado podría ser extendido a todo el país, sobre la base de un muestreo selectivo.

Se sugiere que el valle del Río Aconcagua sea uno de los sitios iniciales de aplicación del muestreo ambiental, considerando que esa zona es aprovechada intensamente en la agricultura, sus aguas reutilizadas muchas veces, y la contaminación por pesticidas, si existe, es probablemente más concentrada que en otras zonas. Una evaluación de los organismos acuáticos que viven en el agua que recibe los efectos de la contaminación podría ser útil como punto de referencia del alcance de la contaminación ambiental.

### Utilización del agua en la cuenca de drenaje del Río Aconcagua

Debido a la naturaleza fluctuante de las corrientes fluviales de las cuencas de drenaje de la vertiente chilena del Pacífico, al norte de Santiago, formadas principalmente por el deshielo de los Andes, toda el agua disponible es utilizada en forma intensiva, mayormente para irrigación. La cuenca de drenaje del Río Aconcagua es un ejemplo de este fenómeno. En algunos casos, las aguas de alcantarillado provenientes de las comunidades situadas en esta cuenca fluvial son desviadas directamente hacia los canales de irrigación, como ocurre en San Felipe. Más abajo, las aguas del río son recolectadas a través de galerías de filtración y utilizadas para abastecer a Valparaíso. Cerca de la desembocadura del Río Aconcagua, las plantas industriales, incluyendo una refinería de petróleo y una fábrica de pintura, contribuyen a la contaminación mediante la descarga al río del agua industrial y residuos, a poca distancia del lugar donde dicho río desemboca en el Océano Pacífico.

A todo lo largo del Río Aconcagua ocurren muchos cambios en la calidad del agua, debido a los múltiples usos de que es objeto. Sería de suma utilidad para los organismos que se ocupan de la calidad del agua en Chile, que examinaran detalladamente los cambios en las características de calidad de las aguas de este río a medida que fluye desde sus fuentes en los Andes hasta que desemboca en el océano. Estos cambios se relacionarían con los usos que se da a esas aguas, así como con la manera en que las nuevas características de calidad de las aguas determinan la naturaleza de su utilización aguas abajo. El Río Aconcagua, que es relativamente pequeño en comparación con otros, podría ser estudiado detalladamente, química y biológicamente, como ejemplo de la manera como la utilización de sus aguas influye en la calidad de las mismas. Mediante un análisis completo de la cuenca, podrían establecerse las principales consecuencias de la utilización de las aguas.

Los parámetros de calidad del agua que deben ser controlados a lo largo del Río Aconcagua, son los siguientes:

1. Residuos totales
2. Residuos suspendidos
3. Conductividad
4. pH
5. Cloruro
6. Sulfato
7. Oxígeno disuelto

8. Total de nitrógeno
9. NH<sub>3</sub>-N
10. NO<sub>2</sub>-N
11. NO<sub>3</sub>-N
12. Total de fósforo
13. Ortofosfato
14. BOD de cinco días
15. Materias coliformes

Los puestos de muestreo deben ser seleccionados con referencia a los puntos principales de desviación del río. La frecuencia de muestreo debe ser tal que proporcione datos representativos de las características de calidad del agua en relación con las fluctuaciones estacionarias o de "run-off".

#### Contaminación costera y del estuario

Las numerosas descargas directas de aguas de alcantarillado a lo largo de la costa en Viña del Mar y Valparaíso influyen directamente en la utilización de estas aguas para fines recreativos. Las descargas directas a las aguas marinas cercanas a la costa, en las cuales la corriente es mínima, conduce a una disminución de la calidad del agua hasta alcanzar condiciones estéticamente inaceptables. La manera de corregir esta situación consiste en construir un recolector-interceptor de las líneas de descarga existentes, a fin de conducir las aguas negras hasta un punto donde puedan ser vertidas a través de una línea de descarga que se introduzca en aguas suficientemente profundas como para que los residuos puedan ser diluidos y dispersados adecuadamente. No obstante, no debe efectuarse una descarga directa de los residuos crudos, sino que al menos deben ser objeto de un tratamiento primario tendiente a eliminar la mayor parte de los elementos sólidos asentables.

El problema de la contaminación costera del estuario se agudiza en la vecindad de la ciudad de Concepción, donde se realiza la descarga de aguas negras al Río Bío-Bío a través de dos líneas principales de descarga. A corta distancia (1 km) aguas abajo del punto de descarga, la planta siderúrgica tiene instaladas sus tomas de agua para la elaboración de los productos y el enfriamiento de sus máquinas. Es evidente la existencia de residuos en el agua del río en el punto donde están ubicadas esas tomas.

Luego del uso, el agua es descargada en la Bahía de San Vicente. En la misma zona, la refinería de petróleo, la planta petroquímica y la de cloruro también descargan sus aguas residuales. Estas dos últimas empresas lo hacen en el pequeño estuario situado entre el Río Bío-Bío y la Bahía de San Vicente, hecho que resulta especialmente perjudicial, dado que en esta pequeña extensión de agua existe una especie de alga, la Gracillaria, que se cosecha y elabora para la preparación del agar. Se ha demostrado que la descarga de residuos de hipoclorito de la planta de cloruro perjudican a la Gracillaria. Los procedimientos destinados a neutralizar este elemento no han sido muy eficaces. Estaría proyectándose el establecimiento de un nuevo sitio de descarga directamente en la Bahía de San Vicente; sin embargo, debería llevarse a cabo la neutralización de las soluciones fuertes de hipoclorito aun cuando la descarga se hiciera en aguas profundas.

Por otra parte, en la Bahía de San Vicente existe una planta de elaboración de harina de pescado de la cual, por causa de una utilización inadecuada del agua para limpieza y elaboración, fueron descargadas enormes cantidades de desperdicios orgánicos y residuos de elaboración de harina de pescado a un rincón de la Bahía de San Vicente. Se ha creado una situación intolerable que necesita rectificarse, lo que podría llevarse a cabo sencillamente mediante la recolección de todos los residuos y su desagüe a través de una línea de descarga lo suficientemente extensa como para alcanzar el centro de la Bahía, donde las materias se disolverían en forma adecuada. Probablemente la mayoría de los residuos sean de naturaleza proteínica, lo que significa que podrían ser recuperados. Cabe mencionar también que al descargar los residuos de la producción de harina de pescado en el océano, se completa un ciclo devolviéndolos a su origen, sin que se introduzcan al ambiente elementos extraños.

La situación de la Bahía de San Vicente es un ejemplo de cómo puede llegarse a una decisión sin haber formulado planes específicos. Alrededor de esta bahía existe un complejo industrial de importancia para Chile. En el futuro, esta extensión de agua siempre recibirá alguna contaminación, por más cuidadosamente que las descargas sean manejadas o tratadas. En cambio, la Bahía de Concepción, adyacente a la de San Vicente, se encuentra relativamente libre de contaminación, excepto en un sitio donde se encuentran ubicados un ingenio azucarero y otra planta de elaboración de harina de pescado. Las descargas de residuos de estas dos plantas deben ser cuidadosamente controladas de manera que pueda reducirse al mínimo su repercusión en esta bahía, que posee un enorme potencial para la recreación y el establecimiento de playas turísticas.

El personal del Departamento de Biología de la Universidad de Concepción ha iniciado estudios acerca de la vida marina de la Bahía de Concepción. Esos estudios son un excelente ejemplo de cómo a través de la observación directa de la flora y fauna del mar y de las modalidades de su distribución, pueden obtenerse datos muy útiles para determinar el alcance de los cambios motivados por la contaminación de la Bahía.

Si las regiones situadas al norte y al sur de la ciudad de Concepción habrán de constituir en el futuro centros de desarrollo industrial, debe llevarse a cabo un estudio detallado de las aguas de la costa respecto de las poblaciones marinas existentes y de los actuales patrones y normas. Mediante estos conocimientos acerca de las aguas costeras podrían determinarse las zonas capaces de resistir las descargas de los residuos con un mínimo de repercusión ecológica.

#### Riego con aguas de alcantarillado

Debido a que no existen en Chile suficientes plantas de tratamiento de aguas de alcantarillado, todas las corrientes situadas aguas abajo de alguna comunidad que posea servicios de alcantarillado se encuentran altamente contaminadas. Además, dada la limitada disponibilidad de agua en general, esas corrientes a menudo son reutilizadas para proporcionar irrigación a cultivos cuyos productos son consumidos por la población, como ocurre con los vegetales. Constituyen ejemplos sobresalientes de esta situación las fincas situadas al oeste de Santiago, que utilizan las aguas del Río Mapocho, que a su vez recibe las aguas del sistema de alcantarillado de Santiago. Se ha informado que la incidencia de enfermedades entéricas en la capital es superior al índice normal para una ciudad de este tamaño. No es necesario demostrar aquí a través de pruebas específicas que existen posibilidades muy reales de contraer infecciones por vía de utilización de aguas contaminadas en la irrigación. Desde el punto de vista de la salud pública es inaceptable el uso de aguas negras para riego. Es pues de fundamental importancia que las aguas servidas provenientes de Santiago sean objeto de algún tratamiento antes de su desagüe en el Río Mapocho. Teniendo en cuenta la latitud y la zona climática en que se encuentra ubicada la capital, el empleo de estanques de asentamiento proveería un nivel de tratamiento que reduciría considerablemente el peligro de que sustancias infecciosas fuesen transmitidas a las aguas de irrigación. Dichos estanques podrían ser diseñados de manera que el tiempo de asentamiento de las aguas servidas fuese de unas dos semanas, lo que permitiría una eliminación significativa de los agentes infecciosos.

#### Encuesta nacional acerca de la calidad del agua

De la descripción que antecede, así como del análisis de varios problemas relacionados con los recursos hidráulicos del país, puede deducirse que existe en Chile una necesidad fundamental de contar con datos actualizados relativos a la calidad del agua, a la cantidad disponible y a la frecuencia con que se realiza su control. Por otra parte, los recursos hidráulicos con que cuenta el país tendrán que sufrir las tremendas repercusiones del pronosticado desarrollo industrial que acarreará un mayor consumo de los recursos forestales, minerales y del petróleo. En el sur, zona que posee una vasta riqueza hidráulica, puede predecirse el establecimiento de nuevas comunidades y centros industriales en las costas de los ríos y lagos. Para poder afrontar esta situación en el futuro y prevenir el deterioro de las aguas, es necesario contar con conocimientos acerca de las condiciones

actuales de las mismas. Esto resulta especialmente aplicable a los lagos andinos, cuya extraordinaria pureza los hace susceptibles a sufrir cambios que pudieran resultar irreversibles.

No es necesario, sin embargo, que la labor proyectada sea de tal magnitud que deba establecerse un organismo gubernamental autónomo, sino que tal vez pueda ser organizada a través de diversos departamentos universitarios de química y biología, que al mismo tiempo sirvan para ofrecer adiestramiento y experiencia a los estudiantes, con miras a la realización de futuros trabajos en el sector. La encuesta nacional sería coordinada a través de una organización central, que podría ser una comisión de control de la contaminación o de la calidad del agua, formada por representantes de los organismos estatales pertinentes, como la Oficina Nacional de Planificación, el Servicio Nacional de Salud, el Departamento de Obras Sanitarias, además de representantes de las universidades participantes. Las encuestas serían llevadas a cabo por las universidades mismas en sus respectivas zonas de influencia, empleando métodos analíticos y procedimientos uniformes. Dado que será necesario poseer algún grado de especialización en razón de la diversidad de situaciones relativas a la calidad del agua, la regionalización ofrecería asimismo la oportunidad de adquirir distintos niveles de capacitación en las distintas disciplinas analíticas. Además, a través de la participación de las universidades en los estudios de la calidad del agua, se lograría el concurso de profesionales provenientes de todo el país, ofreciendo al mismo tiempo la oportunidad de establecer una comunicación entre las partes interesadas y de tratar diversos aspectos de la empresa común.

#### CONCLUSIONES

La utilización de los recursos hidrológicos en Chile ha llegado a tal punto que los problemas individuales deben ser considerados como integrantes de un todo. Aunque los problemas que afronta cada cuenca fluvial pueden ser diferentes de los que afectan a las demás, los enfoques generales serán los mismos para todo el país. Se requiere asimismo centralizar la información obtenida y organizar los esfuerzos en forma coordinada a fin de esclarecer las condiciones cualitativas de los recursos hidrológicos de todo el país.

Esos datos también permitirán llevar a cabo la planificación de dichos recursos en lo relativo a las medidas restrictivas a ser aplicadas en las nacientes de las aguas, en los casos en que la regulación de la corriente constituyese una ventaja ya sea para la conservación de la calidad de las mismas o en interés de ciertos usos específicos en zonas situadas aguas abajo. En las áreas en que los niveles de calidad se encuentran ya disminuidos, determinadas cuencas fluviales podrían ser reservadas como zonas industriales, con miras a proteger aquellos ríos que actualmente sufren poca o ninguna contaminación por aguas servidas, sea cual fuere el nivel de tratamiento de las mismas.

## RECOMENDACIONES

1. Ningún agente tensoactivo debe ser fabricado por la industria petroquímica chilena. Sólo los compuestos que son aceptables ecológicamente y susceptibles de degradación por procesos naturales podrán introducirse al ambiente por vía de los desagües de aguas servidas.
2. Los procedimientos analíticos para los agentes tensoactivos deben aplicarse con especial referencia a los materiales que causan interferencias positivas. Deben llevarse a cabo los ajustes adecuados para estas sustancias.
3. Debe darse comienzo al control ambiental de los pesticidas, determinando en primer lugar dónde y en qué medida son utilizados los pesticidas en Chile; en las áreas de aplicación deben llevarse a cabo mediciones más específicas para establecer los niveles de residuos y de contaminación ambiental.
4. El Río Aconcagua debe estudiarse como modelo en toda su cuenca, controlándose detalladamente las variaciones en la calidad de sus aguas. Este estudio podría servir como modelo de sistema para otras cuencas en el país.
5. Las costas de Viña del Mar y Valparaíso deben ser protegidas de las aguas de alcantarillado por medio de recolectores-interceptores provistos de un desagüe final que permita descargar las aguas negras en el mar a suficiente profundidad, para lograr una adecuada disolución y dispersión. Además, debe darse a las aguas servidas un mínimo de tratamiento primario antes de su desagüe en el mar.
6. El centro industrial establecido en la vecindad de Concepción cuenta con varios desagües de aguas residuales adyacentes al mar. Esas aguas deben ser recolectadas y dispersadas en profundidades suficientes con el fin de proporcionar la disolución necesaria para reducir al mínimo los efectos sobre el ambiente. Si fuere necesario, ciertas aguas residuales deben ser tratadas antes de su desagüe, de manera que las sustancias químicas de alta concentración no puedan ocasionar la destrucción de la vida marina.
7. La utilización de aguas crudas de alcantarillado, sólo ligeramente diluidas en las corrientes receptoras para la irrigación de cultivos de vegetales, constituye un peligro público. Todas las aguas de alcantarillado deben ser objeto de un mínimo de tratamiento por medio de estanques de estabilización, con 15 días de retención por lo menos, para asegurar la destrucción de los organismos patógenos antes de su desagüe en las corrientes receptoras. Debe establecerse asimismo un control aguas arriba de las corrientes que reciben desagües de aguas servidas, a fin de aumentar la disolución de esas aguas contaminadas.

8. Debe llevarse a cabo una encuesta nacional sobre la calidad del agua, con el propósito de obtener información acerca de todas las aguas superficiales del país. Esta plan proporcionará los datos básicos necesarios para el desarrollo a largo plazo de los recursos hidráulicos especialmente en lo relativo a la industrialización y otros usos que requieren información referente a la calidad de dichos recursos. La encuesta servirá también para establecer los requisitos necesarios para la regulación de las aguas mediante las restricciones impuestas en sus nacientes.

OFICINAS Y PERSONAS VISITADAS O PRESENTES EN LAS REUNIONES

19 de abril de 1971 AM

Servicio Nacional de Salud, Monjitas 689, Santiago

Ing. Dante Muñoz, PASB  
Ing. Raimundo Hederra, Servicio Nacional de Salud  
Ing. José Avendaño, Servicio Nacional de Salud

PM

Servicio Nacional de Salud, Santiago

Ing. Dante Muñoz  
Ing. Raimundo Hederra  
Ing. José Avendaño  
Profesor de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Chile  
Profesor de Higiene Industrial, Universidad de Chile  
Químico, Departamento de Servicios Agropecuarios  
Químico, Departamento de Servicios Agropecuarios,  
División de Pesca y Caza  
Instituto de Desarrollo Pesquero, Sr. Godoy  
Petroquímica Chilena, Eduardo Frank, Asistente Técnico de la  
Gerencia

20 de abril de 1971

Viaje al Río Aconcagua

Ing. Dante Muñoz  
Ing. Raimundo Hederra  
Ing. José Avendaño  
Sr. Godoy

Paradas en San Felipe, Llay Llay y Valparaíso

M. Enrique Moraga V., Ingeniero Regional  
Servicio Nacional de Salud

21 de abril de 1971 AM

Sección de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Chile  
Revisión de Métodos Analíticos

Profesor de Ingeniería Sanitaria  
Jefe de Laboratorios  
Químico Analista  
Biólogo Analista  
Instituto de Desarrollo Pesquero, Sr. Godoy  
Ing. Raimundo Hederra  
Ing. Dante Muñoz

PM

Viaje en vehículo del Servicio Nacional de Salud a Concepción, con el Ing. Raimundo Hederra, el Ing. José Avendaño, el Sr. Godoy. Paradas para efectuar una evaluación de la calidad del río en Río Maipo, Río Cachapoal y Río Tinguirireca.

22 de abril de 1971 AM

Inspección de puntos de contaminación industrial en la vecindad de Concepción, guiado por el ingeniero de la Oficina Regional del Servicio Nacional de Salud.

PM

Reunión con 14 profesores de la Universidad de Concepción para tratar acerca de las condiciones locales de contaminación.

El profesor Víctor A. Gallardo hizo de moderador de la discusión en nombre de los profesores.

23 de abril de 1971 AM

Visita al Director Regional, Servicio Nacional de Salud, Concepción. Vuelta a Santiago por avión.

PM

Reunión en el Servicio Nacional de Salud para la revisión final y conclusiones de la investigación.

Ing. Raimundo Hederra  
Ing. José Avendaño  
Dr. Alberto Villa L., Facultad de Ciencias, Universidad de Chile  
Director, Sección Higiene Ambiental, Servicio Nacional de Salud

Reunión con el Dr. Mario Eisler, PASB Chile.  
Revisión de las actividades de la semana.

Salida proyectada para las 10:15 p.m. demorada 24 horas debido a la cancelación del vuelo. Salida a las 8:00 p.m. el 24 de abril.

## COOPERACION RECIBIDA DE PERSONAS Y ENTIDADES

Fue recibida la mejor cooperación de parte de los ingenieros Dante Muñoz y Raimundo Hederra, de la Oficina Regional del PASB y del Servicio Nacional de Chile, respectivamente, en la tramitación de los arreglos necesarios para el cumplimiento de la misión del consultor. Sin esta cooperación no hubiera sido posible lograr tan positivos resultados en el corto tiempo disponible.