

M

O

P



CQA=85

BIBLIOTECA
de la
DIRECCION GENERAL AGUAS

CONTAMINACION DEL AGUA
EN SUS FUENTES NATURALES

PUBLICACION INTERNA E.H. Nº84/5

DGA
DEPARTAMENTO
DE HIDROLOGIA
SUB-DEPTO. ESTUDIOS
HIDROLOGICOS

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

C U R S O

CONTAMINACION DEL AGUA
EN SUS FUENTES NATURALES

Publicación Interna E.H. Nº 84/5

SANTIAGO, Noviembre 1984

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

La Dirección de Capacitación Profesional de CODELCO solicitó a la Dirección General de Aguas, dictar un curso sobre Contaminación de Aguas en sus Fuentes Naturales. A él asistieron veinte profesionales provenientes de las Divisiones de CODELCO. Las clases fueron dictadas por los siguientes funcionarios de la Dirección General de Aguas

ING. RAUL MERINO B.

ING. ALEJANDRO GRILLI D-F.

ABOGADO PATRICIO AGURTO F.

SANTIAGO-Septiembre de 1984

I N T R O D U C C I O N

Las grandes inversiones de capital realizadas por CODELCO en algunas de sus Divisiones para la construcción de tranques de relaves y para el tratamiento de sus efluentes, están destinadas a la preservación de los ecosistemas en que se ubican las plantas de beneficio de minerales de cobre.

Este Curso de Capacitación sobre CONTAMINACION DE AGUAS EN SUS FUENTES NATURALES, es auspiciado por la Corporación Nacional del Cobre y desarrollado con la colaboración de la Dirección General de Aguas, del Ministerio de Obras Públicas, con la participación de tres profesionales que han tomado la responsabilidad del dictado de sus clases.

En este breve Curso, se pasará revista al concepto y definición de Contaminación de Aguas, a las normas que regulan la calidad del recurso, en sus distintos usos; los parámetros de calidad que deben ser medidos; las diversas formas en que se origina y presenta la contaminación. Se hacen consideraciones diferenciadas, según que los minerales sean oxidados o sulfurados, mencionando la recuperación de la Moly, a fin de explicar de cómo los relaves y los líquidos efluentes tienen diferentes características contaminadoras, antes de su embalsamiento en tranques. Se hace referencia a los efectos fisiológicos de la ingestión del cobre; a los riesgos sísmicos a que han estado expuestos los tranques y una estimación de los volúmenes de relaves embalsados anualmente por las distintas Divisiones.

Se presentan sistemas para hacer evaluaciones de impactos ambientales de modificaciones impuestas por el hombre y se hacen consideraciones sobre economía del medio ambiente natural, aplicada al recurso agua.

Durante la preparación del Curso, se visitó a la División El Teniente y a la División Andina. En reuniones sostenidas con altos personeros de ambas empresas, se obtuvo interesantes informaciones que, complementaron a las ya proporcionadas por el Sr. Director de Capacitación Profesional, de CODELCO-CHILE, relacionadas con la construcción de Tranques y Manejo de relaves.

Además de la contaminación de aguas, se han incluido aspectos legales que se refieren a la legislación que regula el uso del agua.

En reconocimiento a que el grado de contaminación es función de la cantidad del recurso hídrico disponible, se ha incluido en el Temario, un análisis general de la hidrología comprometida.

RAUL MERINO BESOAIN

SANTIAGO de Chile, Septiembre de 1984

INDICE GENERAL

A. CONTAMINACION DE AGUAS

Prof. Raúl Merino Besoain
Ingeniero Civil Químico

B. HIDROLOGIA

Prof. Alejandro Grilli Dorna-Fernández
Ingeniero Civil

C. LEGISLACION

Prof. Patricio Agurto Tapia
Abogado

CURSO : CONTAMINACION DE AGUA EN SUS FUENTES NATURALES

TEMA : CONTAMINACION DE AGUAS

EXP. : RAUL MERINO BESOAIN
Ingeniero Civil Químico
Departamento de Hidrologfa
D.G.A.

I N D I C E

A.- CONTAMINACION DE AGUAS

1.	Definición de Contaminación de Aguas	1
2.	Tipos de Contaminación de Aguas	3
2.1	Contaminación de Fondo	3
2.2	Contaminación por Aguas Servidas	3
2.3	Contaminación por Residuos Industriales Líquidos	6
2.4	Contaminación por Beneficio de Minerales de Cobre y Molibdeno	7
2.5	Minerales Sulfurados	7
2.6	Minerales Oxidados	7
2.7	Recuperación de la Molibdenita	9
2.8	Contaminación por Colapso del Tranque	9
2.9	Contaminación por Desperfectos del Sistema de Disposición de Relaves	9
3.	Normas de Calidad de Aguas	10
4.	Parámetros de Calidad	11
5.	Efectos Fisiológicos de la Ingestión del Cobre	11
5.1	Efectos Favorables	11
5.2	Efectos Tóxicos	11
6.	Riesgo Sísmico	12
7.	Volúmenes de Relaves Embalsados	13

8.	Evaluación del Impacto Ambiental de Modificaciones Impuestas por el Hombre	16
8.1	Métodos de Evaluación de Impactos Ambien <u>t</u> tales	17
8.1.2	Métodos de Leopold	17
8.2.3	Banco Interamericano de Desarrollo	22
9.	Economía del Medio Ambiente Natural Aplicada al Recurso Agua	24
9.1	Costo de Daños Versus Costes de Trata- miento	25
9.2	Costes de Tratamientos	25
9.3	Costes Totales de Protección de la Cali <u>d</u> dad del Agua	29
10.	Glosario	33
11.	Referencias	36

Definición de Contaminación de Aguas.

Según Malakoff "La definición del término Contaminación de Aguas es muy importante, porque ella constituye generalmente el punto de partida, en la promulgación de toda legislación de lucha contra la contaminación del agua y de los reglamentos y decretos relacionados con su aplicación.

El mismo autor expresa, sin embargo, "que un argumento que se suele emplear en favor de una indefinición de la contaminación del agua es la dificultad de definir este término, como asimismo, la falta de uniformidad entre las definiciones adoptadas por los poderes legislativos de diversos países y entre las propuestas por los especialistas en las conferencias internacionales. Una definición mala será más perjudicial que la ausencia total de definición (1).

Se le reconoce importancia jurídica a la concepción de la definición de la contaminación del agua. Así por ejemplo, quedó en evidencia en el Seminario Avanzado sobre la Contaminación de Recursos Hídricos, habilitado en Marzo de 1973 en Buenos Aires, en el que se manifestó :

"Contaminación del agua significa un cambio en las propiedades del agua, en un recurso hídrico, en cuanto al aspecto químico, bacteriológico, radioactivo o cualquier otro. Esto significa que, ante los tribunales, no hay que probar que se produjo daño; será suficiente con que se pruebe que un cierto individuo o persona ha generado un cambio nocivo en la calidad de cualquier recurso hídrico", (2).

Coincidente con el concepto de "Cambio de la Calidad" introducido en la definición adoptada por Israel, se pueden también mencionar las definiciones dadas, sobre este mismo fenómeno, por la Ohio River Valley Water Sanitation Commission (ORSANCO), por Suiza y Finlandia y que se transcriben a continuación :

"La Contaminación se define como que es una alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, que la hagan peligrosa o dañina para la vida humana, animal, de las plantas o la vida acuática, o bien que empeore su utilidad en el uso público del agua". ORSANCO (2).

SUIZA : La ley federal de 1955 sobre protección del agua contra la contaminación, en su artículo 2º, dice "Serán tomadas las medidas necesarias contra la contaminación o contra toda alteración de las aguas superficiales o subterráneas a fin de proteger la vida del hombre y de los animales, para que el agua subterránea y de las fuentes sean apropiadas para la bebida,

para que el agua superficial pueda ser purificada, para que el agua pueda servir en el baño, para que los peces puedan subsistir, para que no se dañen las construcciones y para que el paisaje no se altere", (1).

FINLANDIA : El Artículo 19 del capítulo 1º, de 1961, da una definición de la contaminación en función de la molestia que ella provoca en los diversos usos del agua. Así se indica que la contaminación se concibe como :

"La descarga de detritus, desechos, líquidos, gases, cortezas u otras materias en cursos de agua, de tal modo que resulte, directa o indirectamente, obstrucción del curso de agua, una alteración de la calidad del agua, un daño apreciable para los peces, una disminución notable del aspecto estético del medio, un peligro para la salud o todo otro atentado a los intereses privados o públicos", (1).

Como corolario de la revisión hecha sobre las definiciones dadas a la Contaminación de Aguas, se puede afirmar que es correcta, y por lo tanto se mantiene vigente, la adoptada en el Seminario de Diseño de Obras de Agua Potable y Alcantarillado. Universidad de Chile. OPS. 1967 y que estipula :

La Contaminación del agua es cualquiera alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas de las aguas que pueda constituir perjuicio para la salud, la seguridad y el bienestar de la población, así como que pueda comprometer la vida acuática y la utilización de las aguas para fines agrícolas, comerciales, industriales y recreativos.

Para aclarar mejor la idea de contaminación de aguas, recurriremos a algunos ejemplos : como alteración de las propiedades físicas, se puede señalar la presencia de grandes volúmenes de espuma producida por el batido de detergentes en masas de agua en movimiento. Las condiciones químicas pueden ser dañadas por descarga de productos tóxicos como lo son los iones de metales pesados, cromo y níquel de la industria de galvanoplastia. A su vez, las propiedades biológicas pueden ser degradadas por descarga de aguas residuales de fábrica de productos farmacéuticos en los que pudiera haber residuos de penicilina que retarden o impiden los procesos de autopurificación. El mismo efecto negativo se puede producir si los relaves mineros son descargados en forma inadecuada.

De alguna forma, estas modificaciones de la calidad pueden constituir perjuicio para la salud, seguridad y bienestar de la población. En un segundo plano, siempre importante, la definición indicada se refiere a la posibilidad que tienen las aguas contaminadas de comprometer la vida acuá-

tica, por ejemplo por aumento de su temperatura por descarga de líquidos calientes que reducen la concentración de oxígeno disuelto, limitando e evitando la vida de peces (Contaminación Térmica). La impregnación con residuos de petróleo de las riberas de ríos, lagos o playas, disminuyen el valor comercial de los terrenos vecinos a ellas, o imposibilitan su utilización en la recreación. Especial importancia es la limitación que podría tener el agua en sus usos industriales por estar contaminada con sustancias perjudiciales para los procesos y operaciones de transformación de materias primas .

Tipos de Contaminación de Aguas .

La contaminación del medio ambiente, aire, agua y suelo es un fenómeno derivado de concentraciones exageradas de sustancias indeseables que puedan impedir la autopurificación o bien, que la dilución de ellas sea insuficiente para mantener condiciones adecuadas para la vida de las poblaciones y para los usos convenidos del agua, en particular.

De varias maneras se puede clasificar la contaminación de aguas : por ejemplo según se deba a sustancias degradables o no degradables. La materia orgánica, en general es degradable por procesos fotosíntesis y microbiológicos que permiten la autopurificación de masas y cursos de agua, la eliminación de cadáveres o desperdicios. No son degradables, muchas sales inorgánicas, como los cloruros y algunos detergentes a base de alquil benceno sulfonato (ABS).

Contaminación de Fondo .

En zonas en que existen yacimientos cupríferos, las aguas superficiales y subterráneas pueden conterer cobre disuelto de los minerales oxidados o por intrusión de estos mismos, especialmente, de sulfato de cobre, en la veta de minerales sulfurados. Esta intrusión se encontró en La Mina La Africana de Santiago.

En ríos adyacentes a Mina Disputada Las Condes, con anterioridad a que sus aguas tomaran contacto con la Planta de Concentración de Minerales, se ha detectado en ellas concentraciones de cobre tan alto como 7.5 a 12.5 (mg/l), Merino, 1962 (3). Posteriormente, el Laboratorio de la Dirección General de Aguas, también ha encontrado presencia de cobre en esos mismos cursos. Lo mismo ocurre en cursos de agua que aún no están vinculados con operaciones de la División El Teniente.

Contaminación por Aguas Servidas Domésticas .

Generalmente se acepta que las aguas servi

das domésticas liberada por hombre y por día, requieren 54 gramos de oxígeno para estabilizar su materia orgánica. Desde el cuerpo de agua receptor de esas aguas, el oxígeno disuelto es captado para ese fin. Si se agota este oxígeno disuelto, el proceso de la condición aerobia, pasa a ser anaeróbico. En tal caso el oxígeno, mediante la intervención de bacterias, es obtenido de las sales disueltas en el agua. Así, los sulfatos pasan a la forma de ácido sulfhídrico, de olor a huevos podridos. La materia orgánica contenida en el agua, se determina mediante la prueba de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, (DBO)₅.

Según la British Royal Commission for Sewage and Effluents, las aguas servidas domésticas, deben ser sometidas a tratamiento para que no lleven más de 30 ppm. de sólidos suspendidos, y no más de 20 ppm de (DBO)₅. Tampoco acepta más de 150 ppm de sólidos suspendidos, cuando el efluente es descargado a un curso, donde se alcance una dilución mínima de 1 : 150

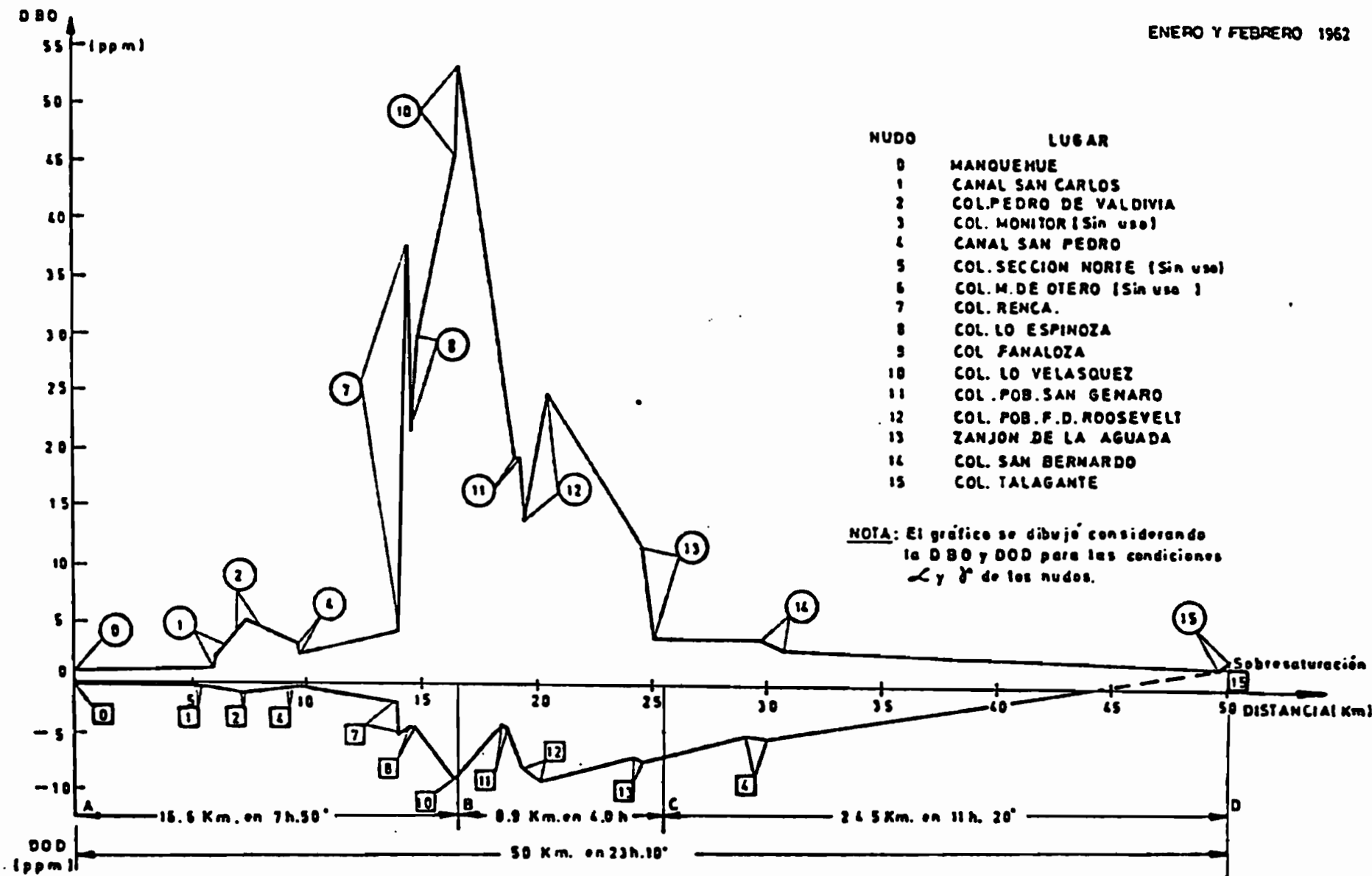
Por otra parte, el Estado de Pennsylvania exige que las aguas servidas sean sometidas a tratamiento de tal modo que el tratamiento primario remueva más del 35% de la (DBO)₅ y que el tratamiento secundario, remueva más del 85% de la (DBO)₅.

Hay otros estados que fijan porcentajes de reducción de la (DBO)₅, de coliformes, de sólidos sedimentables y de sólidos suspendidos, en valores que fluctúan según los usos del agua, principalmente.

Respecto a aguas servidas domésticas, se define en los Estados Unidos de N.A. como "Normal Sewage" al agua de alcantarillado que lleva 300 ppm de sólidos suspendidos y 240 ppm de (DBO)₅.

En los últimos años se ha dado mucha importancia al estudio de los aspectos biológicos de la contaminación de aguas. Es posible asociar las curvas de oxigenación y de desoxigenación de un río que fuera receptor de aguas servidas, con la clasificación ecológica de Kolwitz y Marzon, respecto a los seres vivientes en diversos tramos del curso de agua, que presenta distintos niveles de oxigenación. Se adjunta un gráfico que corresponde al río Mapocho que es el curso receptor de las aguas servidas del área metropolitana de Santiago de Chile (Merino, 1962). La figura 1 da una información de como varía la autopurificación del río que recibe las aguas servidas.

ENERO Y FEBRERO 1962



CONTAMINACION Y AUTOPURIFICACION DEL RIO MAPOCHO
 EXPRESADA POR LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (5 días 20° C) Y EL DEFICIT DE OXIGENO
 SEGUN NUDOS INDICADOS

Residuos Industriales Líquidos (RIL) . (+)

Las cargas contaminantes de los RIL pueden ser de la más diversa naturaleza e intensidad. Sin embargo, respecto a los contaminantes orgánicos, es posible evaluarlas por comparación con el aporte que hace cada hombre por día de consumo de oxígeno, como se indicara anteriormente. En tal caso, se hace referencia a la denominada "población equivalente". Así se expresa el valor de la carga contaminante debida a un proceso industrial, por unidad de producción y que correspondería a la entregada por un cierto número de personas.

El cálculo de la población equivalente (P.E.) se puede hacer por medio de la siguiente expresión .

$$P.E \text{ (hbttes)} = \frac{V \times (DBO)_5}{54}$$

V = Volumen de RIL (m³/día)

DBO₅ del RIL en g/m³ = mg/l

(+) RIL = Residuo Industrial Líquido.

07

CONTAMINACION DE AGUAS DEBIDA AL BENEFICIO DE MINERALES DE COBRE
Y MOLIBDENO

Contaminación debida a los Procesos y Operaciones Unitarias

La prevención de daños al entorno ha sido y es materia de preocupación para CODELCO. Con una inversión total de US\$ 177 millones se han hecho y se están realizando obras para los nuevos sistemas de manejo y disposición de relaves de División El Teniente y para el sistema de tratamiento de gases en División Chuquicamata.

Minerales Sulfurados.

El beneficio de minerales de cobre, incluida la molibdenita, se caracteriza por las altas tasas de consumo de agua, 4 a 5 (m³/ton). Los minerales sulfurados se encuentran en yacimientos subterráneos y deben ser concentrados por tratamiento con ácido sulfúrico y agentes de flotación. De la separación del concentrado, queda un residuo: cola o relave que, en la División El Teniente es sedimentado en el tranque Colihue. En el fondo queda la parte residual del mineral, y sobrenadando un líquido muy ácido pH = 3,5 y que tiene 180 a 200 (mg/l) de Cu, 200 a 250 (mg/l) y 150 a 400 (mg/l) de Al. Este líquido es purificado en la planta Las Rosas, por neutralización con cal apagada y coagulación. De este modo, se separa mediante sedimentación y espesamiento, un lodo que contiene 5% de Cu, base seca. El líquido que rebalsa en los espesores resulta neutro pH = 7.0 y con escaso contenido de Cu, 1 a 2 (mg/l) y de Fe, 0 (mg/l), pudiendo ser descargados al río Cachapoal, sin ocasionar contaminación de sus aguas. La planta Las Rosas, ha sido dotada de un tercer espesador. De este modo, ha subido el caudal de tratamiento de 0,29 (m³/s) a 1,20 (m³/s). El costo de operación de la planta Las Rosas es de US\$ 1.200.000.- El costo de la mantención de la canoa que transporta los relaves al tranque es de US\$ 1.800/año. Los lodos obtenidos en esta planta son beneficiados en una pequeña planta ubicada en la localidad de Rungue, 60 Km. al norte de Santiago, obteniéndose concentrados de Cu.

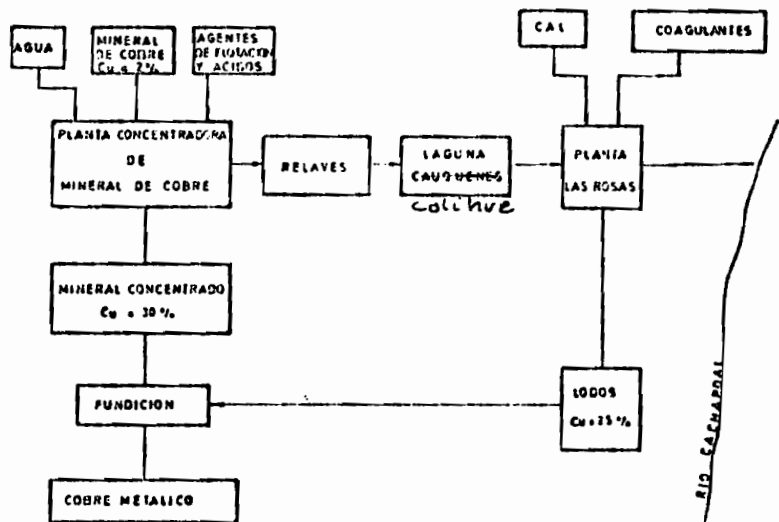
La División el Teniente ha iniciado un programa de recuperación agrícola de los terrenos ocupados por tranques que están abandonados. En el Embalse Cauquenes, en una extensión de 10 H², se han plantado diversas especies de arboles que han prosperado, dentro de ciertos límites, como pinos, acacias, eucaliptus. Se espera obtener, con el tiempo, resultados positivos.

Minerales Oxidados .

Los minerales oxidados se encuentran en la superficie del yacimiento y deben ser concentrados por flotación, en medio alcalino, por adición de cal. De la separación del concentrado queda un residuo cola o relave que en la División Andina es sedimentado en el tranque Los Leones.

FIGURA 2

DISPOSICION DE EFLUENTES DE RELAVES, TRATAMIENTO Y SU RELACION CON LA HOYA DE RAPEL



Cuadro 11.

Efluente líquido tranque de relave	
0.8 l/s	70.000 m ³ / 24 hrs
pH = 3.5	
Cu = 180-200 mg/l	
Fe = 200-250 mg/l	
Al = 150-400 mg/l	



El afluente del tranque es un líquido neutro sin Cu, Fe ni Al. Por lo tanto, puede ser liberado, sin problemas, al río Blanco afluente del río Cachapoal. Se produjo contaminación de aguas con motivo de la destrucción, por un rodado, del espesador de relaves ocurrida el 29 de junio de 1974.

Recuperación de la Molibdenita, ((Moly)).

Los concentrados de cobre obtenidos, tanto en la División El Teniente, como en la División Andina, son sometidos a una flotación selectiva resultando ser producto de cabeza la Moly y, de cola, el producto enriquecido de cobre. Tanto la Moly, como este último son secados, como etapa previa a su recuperación.

Como agente de flotación de la Moly se usa: Nokes L 7 44, Kerosene, MIBC (Metil, isobutil carbinol) y Cianuro de Sodio.

En la oportunidad en que la División Andina, presentó la solicitud de instalación, indicó que los agentes de flotación no contaminarían las aguas del río Blanco por quedar adheridos a la molécula de la Moly y, por dilución en aguas del río.

Contaminación por colapso del Tranque.

Hay antecedentes que el primer tranque Tranque Barahona de Mina El Teniente fue seriamente dañado en el sismo del año 1928. Posteriormente, el tranque de mina El Cobre, fue barrido por un sismo el año 1965, causando más de 500 muertes de personas y dañando extensas áreas agrícolas. A menor escala, sin casos fatales, se produjo el desborde de relaves de un tranque de la misma zona, con motivo de los sismos ocurridos los días 5 y 7 de noviembre de 1981. Cabe hacer presente que la seguridad de los embalses está observada por el Ministerio de Minería. Después del accidente ocurrido en la mina El Cobre, se han extremado las medidas de seguridad que aplican las empresas, en la construcción de los tranques.

Contaminación por desperfectos del Sistema de Disposición de Relaves.

Quando los sistemas de transporte de relaves han sido dañados, se han producido daños en áreas de uso agrícola. Esta situación ha merecido la debida atención a las empresas comprometidas.

Normas de Calidad de Aguas .

Las normas de calidad de aguas se refieren a reglas ampliamente aplicables que solo pueden ser modificadas en la medida que se encuentren fundamentos científicos para ello. Establecen límites máximos y mínimos, permisibles o aceptables de algunas características físicas, químicas y biológicas del agua, a fin de que ellas sean compatibles con los usos que se le desee dar.

En Chile, están vigentes tres normas relativas a esta materia. Todas ellas, preparadas por el Instituto Nacional de Normalización con la participación de expertos de diversos servicios públicos, incluyendo las Universidades.

- i.- Norma Agua Potable. Requisitos. Parte 1. NCH 409/1 Of. 1984.
Norma Agua Potable. Muestreo. Parte 2. NCH 409/2 O. 1984.

Esta norma establece los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos que debe cumplir el agua potable.

- ii.- Norma NCH 777 Of. 70. Agua Potable. Fuentes de abastecimientos y obras de captación; terminológica. Clasificación y requisitos generales.

Esta norma establece una clasificación para las fuentes de abastecimiento de agua según su origen y tipo de obra, la terminología generalmente usada en el ramo y los requisitos generales que deben cumplir las obras de captación de agua en estas fuentes.

- iii.- Norma NCH 1333. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

Esta norma establece los requisitos de calidad del agua de acuerdo a sus usos :

- a) Agua para consumo humano, cita a la norma NCH 409, Of. 70. Agua Potable (punto i).
- b) Agua para bebida de animales
- c) Riego
- d) Recreación y estética
- e) Vida acuática

Parámetros de Calidad .

Para caracterizar el agua y establecer su aptitud para los usos convenidos resultaría difícil analizar todos sus componentes. De ahí, que sólo se determinen rutinariamente aquellos más relevantes y que están prefijados en programas de laboratorio. Los componentes químicos que se determinan comúnmente son los macrocomponentes, llamados así por su mayor abundancia. Ellos son Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, (HCO₃ + CO₃). Los microcomponentes, As, B, Cu, Fe, Mn, Se, son analizados en determinadas aguas que pueden, por su presencia, quedar limitadas en algunos usos : riego y abastecimiento de agua potable, especialmente.

Efectos Fisiológicos de la Ingestión del Cobre.

Efectos favorables.

El cobre es un elemento indispensable y beneficioso para el metabolismo humano y es bien sabido que una carencia de este elemento origina una anemia nutricional en los niños. Se ha estimado que los adultos necesitan diariamente el suministro de 2.0 (mg). Los niños de edad preescolar necesitan para su crecimiento normal cerca de 1.0 mg. eliminándose el resto por vía fecal.

Debido a que la dieta normal proporciona sólo un poco más que lo necesario, sería conveniente asegurar se un suministro adecuado, mediante su adición al agua de bebida. La distribución del cobre en el cuerpo es aproximadamente uniforme, exceptuando el hígado, donde parece que se acumula.

Otra demostración de la necesidad que tienen los animales de ingerir cobre se encuentra en las investigaciones practicadas en Leningrado. Se observó que el terreno, contenía cantidades muy bajas de este metal : 0.18 al 1.6 (mg/kg), por lo que algunas especies de animales : ovejas, terneros y cabras, sufrían de anemia. Según el mismo autor, el agua de bebida también carecía de cobre, por lo que aconsejaba su adición al forraje, donde sería fácil su dosificación (4).

Efectos tóxicos .

Una demostración evidente que el cobre, en altas concentraciones, mata seres vivientes, es su aplicación como sulfato para detener crecimientos biológicos en piscinas, ya sea lavando las paredes o acondicionándolo al agua. La cantidad de sal más adecuada, depende del tipo de microorganismos que se deben eliminar.

El cobre origina sabor en el agua. La cantidad perceptible está comprendida entre 1 a 5 (mg/l). Se considera que no es tóxico en pequeñas concentraciones, pero dosis mayores pueden producir emesis, y su ingestión por vía oral puede dañar el hígado.

El suero de la sangre contiene normalmente, entre 0.73 y 1.63 (mg/l). Se ha encontrado que los individuos que tienen mayores cantidades que las anotadas, sufren de esquizofrenia : 1.21 a 2.07 (mg/l). Las personas enfermas del sistema nervioso, presentan una disminución del cobre en el suero, pero un aumento en el líquido cerebro espinal.

Riesgo sísmico .

La estrechez del territorio, expuesto a frecuentes movimientos sísmicos, junto a las fuertes pendientes de su relieve, desde cordillera a mar, ha obligado a extremar las medidas de seguridad de los tranques en que se depositan los enormes volúmenes de relaves, cuya persistente humedad, la transforman en una masa de fácil deformación y escurrimiento. La tabla N° 1 es una relación de los terremotos habidos desde 1867 en las cuencas en que están emplazados los más importantes establecimientos de beneficio de minerales de cobre. La Figura 2 es un perfil transversal del territorio en la latitud en que existe el mayor desnivel entre la cumbre de Los Andes y la fosa marina, presentando una pendiente bruta de 9%, lo que se muestra a título de información general.

TABLA 1. Terremotos ocurridos desde 1867 en zonas con grandes establecimientos de beneficio de minerales de cobre.

Fecha	Cuenca	Grado
- 12 de julio de 1687	Aconcagua	7 - 7.5
- 8 de julio de 1730	Maipo y Aconcagua	8.7
- 19 de noviembre 1822	Aconcagua	8.5
- 26 de septiembre 1829	Aconcagua	7
- 6 de diciembre 1850	Maipo	7 - 7.5
- 16 de agosto de 1906	Aconcagua	8.4
- 4 de marzo de 1923	Chañaral	7.5
- 20 de noviembre 1928	Maule-Cachapoal	8.3
- 29 de junio de 1942	Aconcagua	7
- 13 de septiembre 1945	Cachapoal	7.1

Fecha	Cuenca	Grado
- 6 de abril de 1943	Cachapoal	7.1
- 6 de mayo de 1953	Loa	7.1
- 28 de marzo de 1965	La Ligua	7.5
- 17 de junio de 1971	Salado	7
- 17 de enero de 1977	El Salvador	7.2
- 5 de noviembre 1981	Aconcagua	7

Fuentes : Departamento Geodésico U. de Chile, El Mercurio, 7 de diciembre de 1980. El Mercurio, 6 de noviembre de 1981.

Volúmenes de relaves embalsados.

Los volúmenes de relaves almacenados anualmente en los tranques, se pueden comparar con el cerro Santa Lucía de Santiago, cuyo volumen es de unos 1,500.000 m³. Para los principales establecimientos mineros se presenta esta equivalencia en la Tabla N° 2.

Tabla 2. Producción chilena de cobre fino. Volúmenes anuales promedios de relaves originados y su equivalencia con el Cerro Santa Lucía, entre los años 1975 y 1979. Cuencas receptoras de relaves.

Empresa	Cobre fino producción media (miles ton/año)	Relaves secos		Embalse en Cuenca
		Evacuación media (miles m ³ /año)	Equiv. Cerro Sta. Lucía	
División Chuquicamata	447	22.350	15	Loa
División El Salvador	80	4.000	3	Salado
División El Teniente	260	13.000	9	Cachapoal
División Andina	55	2.750	2	Aconcagua
Mantos Blancos	32	1.600	1	Aguas Blancas
Disputada Las Condes	31	1.550	1	Mapocho

- Fuentes :
1. Comisión Chilena del Cobre. 1980. Estadísticas Chilenas del Cobre. Producción y Exportaciones. Período 1955 al I Semestre 1980.
 2. Base de cálculo : volumen específico del relave : $m^3/ton = 0.667$. Leyes de Cu : mineral : 1.5%; relaves; 0.2%; concentrado : 40%. Todos los valores aproximados. De donde : 1,000 ton Cu fino generan 50,000 m^3 de relaves, también aproximadamente. Se reconocen diferencias entre los establecimientos productores.
 3. Volumen del Cerro Santa Lucía de Santiago : 1.500,000 m^3 , según lo estimó el Proyecto Colbún-Machicura, El Mercurio de Santiago, 10 de noviembre de 1980.

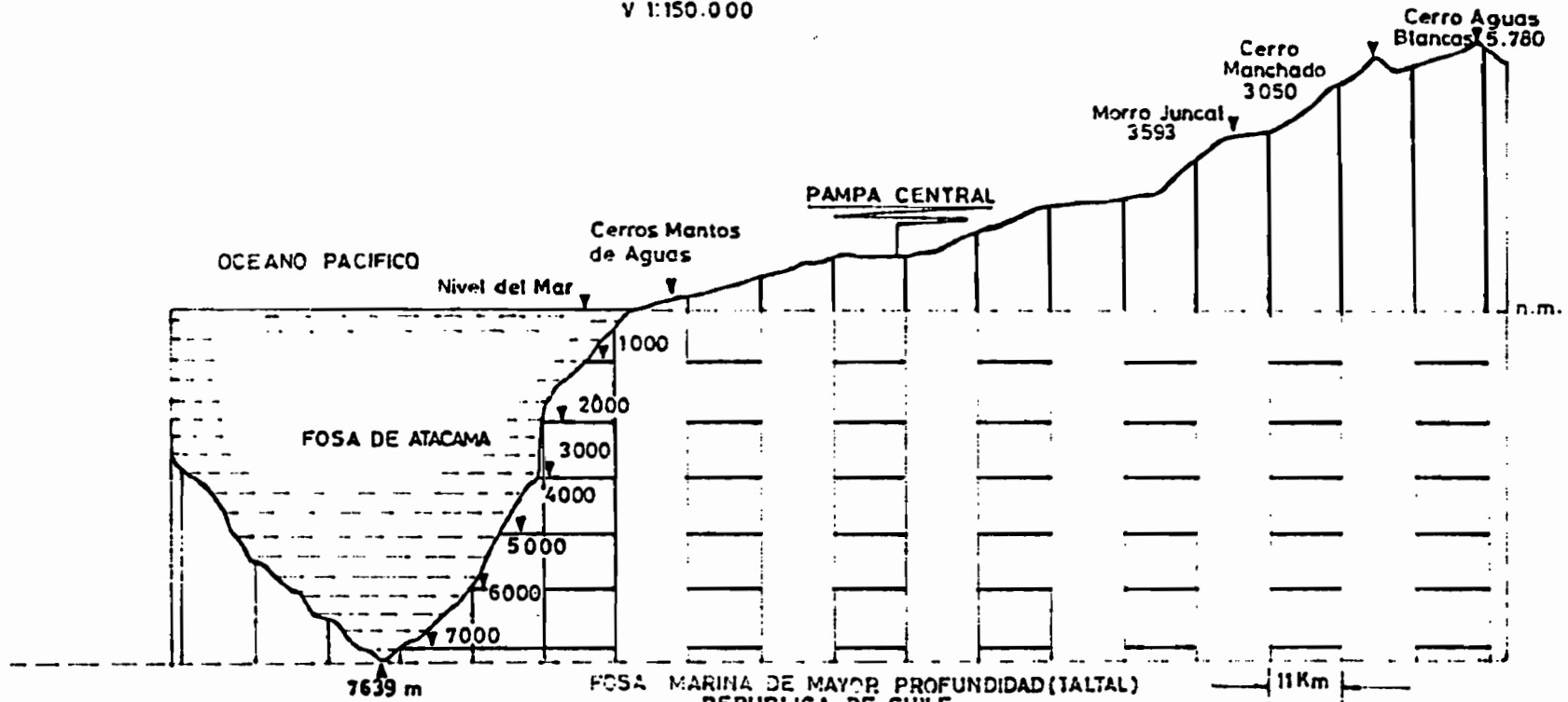
FOSA DE ATACAMA

25° 21' Lat S.

CORTE TRANSVERSAL

H 1:921.000

V 1:150.000



Basado en Similar corte de Mapa Fisico 1:1.000.000 I.G.M.

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE MODIFICACIONES IMPUESTAS POR
EL HOMBRE

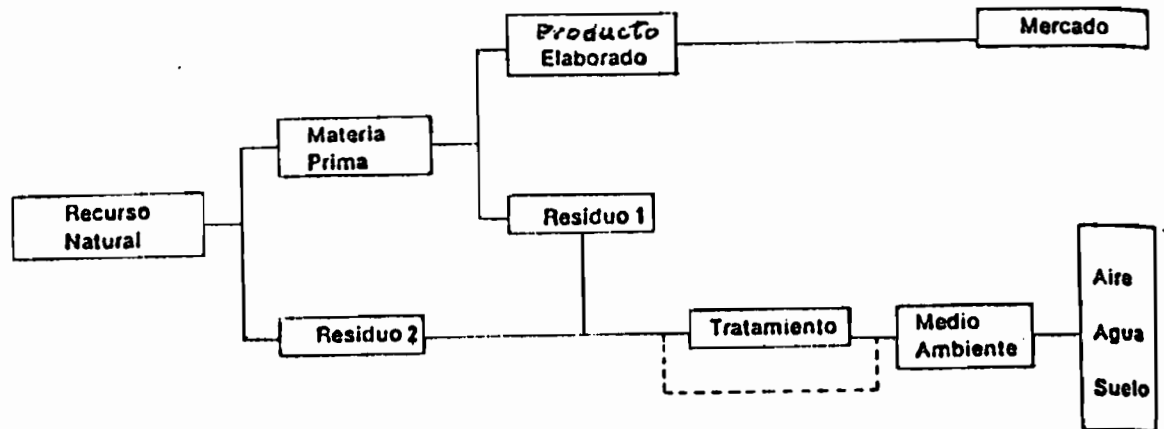
La contaminación del medio ambiente natural: aire, agua, suelo es una alteración del entorno que cabe dentro de lo que se entiende por Impacto Ambiental. Es la consecuencia final de alguna forma de contaminación, aunque él mismo puede tener otros orígenes, como lo son la realización de obras públicas: ciudades, caminos, aeropuertos, embalses, industrias (no necesariamente contaminadas), etc., (5)

Se ha propiciado la consulta pública en la oportunidad, de manifestar la intención de realizar alguna obra de cierta magnitud. La consulta, debiera hacerse a grupos de expertos idóneos, pues se corre el peligro de ofrecer tribuna a ecólogos aficionados y que, en algunos casos pudieran hacer prevalecer intereses secundarios para fundamentar su posición. En el Congreso de Estados Unidos se han planteado muchas medidas legislativas que son estudiados por Comités que igualan en número al de las propuestas presentadas, Indicándose que algunas, aún cuando son excelentes "nos impedirán hacer algo efectivo", según lo expone Ann Barker en: "Reglamentación para el Medio Ambiente: Demasiados Cocineros", (6)

Los factores físicos e incluso los biológicos son los más importantes en la producción de efectos; de ahí que a los impactos que producen se les llame "primarios". Son los más sencillos de determinar. Al aire, el agua y al suelo se les suele llamar "vectores ambientales" porque son los portadores de los efectos derivados de ciertas causas, hacia los últimos receptores: el hombre, el biotopo y la biocenosis. En cambio, hasta hace poco tiempo, los aspectos sociales, económicos y políticos de una acción o proyecto sólo se han considerado secundariamente y como fruto de efectos inducidos. Por eso se les ha llamado "impactos secundarios", (5)

La transformación de materias primas, frecuentemente obtenidas directamente desde algún recurso natural puede dañar al medio ambiente, según se esquematiza en la fig. N° 4.. De un modo más general, lo ha presentado María Teresa Estebal Bolea, "Esquema de Impactos Físicos sobre el Medio Ambiente".

Figura N° 4 , Esquema de Impactos sobre el Medio Ambiente Natural Debido Actividad Industrial, (8)



1.2 Métodos de Evaluación de Impactos Ambientales

En el trabajo de M. T. Estebal se presentan los siguientes métodos de evaluación de impactos ambientales:

- a) Método de Leopold
- b) Método de Predicción. Modelos de Dispersión de Contaminantes en la Atmósfera.
- c) Sistema de Batelle
- d) Sistema de Evaluación por Coberturas o Transparencias.
- e) Métodos aplicados por el Banco Mundial en Proyectos de Desarrollo Económico.

Además, se debe considerar las Listas de Comprobaciones para diversos Proyectos, del Banco Interamericano de Desarrollo.

Método de Leopold

Se hace una presentación resumida de una modifi-

cación del Método de Leopold, como una matriz de impactos para el análisis de las inter-relaciones entre los embalses y el medio ambiente.

Se estructura la matriz en un conjunto de líneas que recogen los distintos objetivos posibles para los que puede construirse la presa, calificados de I a III con la posibilidad de extenderlos a IV, V, etc., según se considere el objetivo primario, secundario, etc. y un conjunto de columnas en las que figuran los distintos sectores del medio ambiente, hombre, tierra, agua atmósfera, flora, fauna, subdivididas a su vez en componentes o aspectos parciales de esos sectores.

En el encuentro de cada uso y cada componente del medio queda una casilla en la que se inscriben, mediante iniciales o números, los distintos grados de afección que el objetivo produce sobre el componente. Los grados de afección se agrupan en los siguientes conceptos.

- Impactos: beneficioso o perjudicial (B, D)
- Certidumbre: cierto, probable, desconocido (C, P, N)
- Grado: menor, medio, mayor (1, 2, 3)
- Duración: temporal, permanente (T, P)
- Tiempo: Inmediato, medio plazo, largo plazo (i, m, l)
- Acción proyectada: sí, no (Y, N)

El relleno de la matriz permite una identificación muy completa de los impactos y una primera calificación y, con ello, poner de manifiesto la existencia de los mismos con unas ciertas gradaciones de las que se deduce la necesidad del estudio más detallado de aquellos que resultan así seleccionados como más graves o más dignos de atención. Como ejemplo de aplicación de este sistema, CIFCA, presenta la "Matriz de impactos sobre el medio ambiente de la presa de Cijara". (7)

La misma publicación del CIFCA, se refiere, además a otras dos fuentes de impactos ambientales: aeropuertos y vertedero de residuos sólidos (basurales).

La lista de comprobaciones para Proyectos Mineros, del Banco Interamericano de Desarrollo, incluye;

- Identificación de los efectos en el ambiente.
- Consideraciones para la elección del área.
- Evaluación del efecto.
- Interacciones - Usos beneficiosos de las aguas de superficie a los que pueden afectar los contaminantes más comunes del a gua. (se incluye fotocopia).

Tomado de: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Lista de Comprobaciones para Proyectos Mineros.

CUADRO I: INTERACCIONES

Usos beneficiosos de las aguas de superficie a los que pueden afectar los contaminantes comunes del agua

CONTAMINANTES: Posible contenido de los efluentes del proyecto	Generación de energía	Navegación	Pesca comercial	Estética	Habitat acuático	Actividades recreativas	Abastecimiento		
							Público	Industrial	Agrícola
Residuos flotantes	X	X	X	X		X			
Turbidez (material sólido, barro, etc.)	X		X	X	X	X	X	X	
Bacterias (coliformes o patógenas)			X		X	X		X	
Excesez de oxígeno disuelto					X	X			
Metales (pesados: Pb-H) (Fe Mn)			X		X	X	X	X	
Compuestos que dan sabor u olor (por ejemplo, fenol)			X	X	X	X			
Sustancias aceitosas	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sustancias tóxicas (plaguicidas)			X		X	X	X	X	
Material sólido disuelto		X	X		X		X	X	
Elementos nutritivos (N-P)			X		X	X			
Radioactividad	X		X		X	X	X		
Calor				X	X	X		X	

X/ Posibles áreas de conflicto, que deberán estudiarse con más detenimiento.

II ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

I. FACTORES AMBIENTALES		II. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES											
		A. MODIFICACION DEL REGIMEN	B. TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION	C. EXTRACCION DE RECURSOS	D. PROCESOS	E. ALTERACION DEL TERRENO	F. RECURSOS RENOVABLES	G. CAMBIOS EN TRAFICO	H. SITUACION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	I. TRATAMIENTO QUIMICO	J. ACCIDENTES	Otros	
A. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	1. TIERRA	a. Recursos minerales b. Material de construcción c. Suelos d. Geomorfología e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo f. Factores físicos singulares	a. Introducción de flora o fauna exótica b. Controles biológicos c. Modificación del hábitat d. Alteración de la cubierta terrestre e. Alteración de la hidrología f. Alteración del drenaje g. Control del flujo y modificación del flujo h. Canalización i. Riego j. Modificación del clima k. Incendios l. Superficie o pavimento m. Ruido y vibraciones	a. Urbanización b. Emplazamientos industriales y edificios c. Aeropuertos d. Autopistas y puentes e. Carreteras y caminos f. Villas litorales g. Cables y elevadores h. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores i. Barreras, incluyendo vallados j. Dragados y relleno de canales k. Revestimiento de canales l. Canales m. Presas y embalses n. Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales /marlimas o. Estructuras en alta mar (offshore) p. Estructuras de recreo q. Voladuras y perforaciones r. Desmontes y rellenos s. Túneles y estructuras subterráneas	a. Voladuras y perforaciones b. Excavaciones superficiales c. Excavaciones subterráneas d. Perforación de pozos y transporte de fluidos e. Dragados f. Explotación forestal g. Pesca comercial y caza	a. Granjas b. Ganadería y pastos c. Pteriosos d. Industrias lácteas e. Generación energía eléctrica f. Minería g. Metalurgia h. Industria química i. Industrial textil j. Automóviles y aeroplanos k. Refinerías l. Aluminación m. Serenas (explotación de maderas) n. Celulosa y papel o. Almacenamiento de productos	a. Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales b. Minas cerradas y vertederos controlados c. Minas abiertas d. Pasaje e. Dragados de puertos f. Alarmones y drenajes g. Repoblación forestal h. Gestión y control vida natural i. Recarga aguas subterráneas j. Abonos k. Reciclado de residuos	a. Ferrocarril b. Automóvil c. Camión d. Barcos e. Aviones f. Tráfico fluvial g. Deportes náuticos h. Caminos i. Telefilas, telecabinas, etc. j. Oleoductos	a. Vertidos en el mar b. Vertederos c. Situación de residuos y desperdicios mineros d. Almacenamiento subterráneo e. Cementerios de vehículos f. Descargas de pozos de petróleo g. Situación de sondeos profundos h. Descargas de agua caliente i. Vertidos de residuos municipales j. Vertido de efluentes líquidos k. Bases de estabilización y oxidación l. Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas m. Emisiones de gases residuales n. Lubricantes usados	a. Fertilización b. Descongelación química de autopistas, etc. c. Estabilización química del suelo d. Control de maleza y vegetación silvestre e. Pesticidas	a. Explosiones b. Escapes y fugas c. Fallos de funcionamiento	a. b.	
	2. AGUA	a. Continentales b. Mannas c. Subterráneas d. Calidad e. Temperatura f. Recarga g. Nieve, hielo y heladas											
	3. ATMÓSFERA	a. Calidad (gases, partículas) b. Clima (micro, macro) c. Temperatura											
	4. PROCESOS	a. Inundaciones b. Erosión c. Deposición (sedimentación y precipitación) d. Solución e. Sorción (intercambio de iones, complejos) f. Comoacción y asentamientos g. Estabilidad h. Sismología (terremotos) i. Movimientos de aire											
	1. FLORA	a. Árboles b. Arbustos c. Hierbas d. Cosechas e. Microflora f. Plantas acuáticas g. Especies en peligro h. Barreras, obstáculos i. Corredores											
	2. FAUNA	a. Pájaros (aves) b. Animales terrestres, incluso reptiles c. Peces y mariscos d. Organismos bentónicos e. Insectos f. Microfauna g. Especies en peligro h. Barreras i. Corredores											
	1. USOS DEL TERRITORIO	a. Espacios abiertos y salvajes b. Zonas húmedas c. Silvicultura d. Pastos e. Agricultura f. Zona residencial g. Zona comercial h. Zona industrial i. Minas y canteras											
	2. RECREATIVOS	a. Caza b. Pesca c. Navegación d. Baño e. Camping f. Excursión g. Zonas de recreo											
	3. ESTETICOS Y DE INTERES HUMANO	a. Vistas panorámicas y paisajes b. Naturaleza c. Espacios abiertos d. Paisajes e. Agentes físicos singulares f. Parques y reservas g. Monumentos h. Especies o ecosistemas especiales i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos j. Desarmonías											
	4. NIVEL CULTURAL	a. Estilos de vida (patrones culturales) b. Salud y seguridad c. Empleo d. Densidad de población											
5. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	a. Estructuras b. Red de transportes c. Red de servicios d. Eliminación de residuos sólidos e. Barreras f. Corredores												
D. RELACIONES ECOLOGICAS	a. Salinización de recursos de agua b. Eutrofización c. Vectores enfermedades - insectos d. Cadenas alimentarias e. Salinización de materiales superficiales f. Invasión de maleza g. Otros												
OTROS	a. b.												
EVALUACIONES													

EVALUACIONES

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**LISTA DE COMPROBACIONES PARA PROYECTOS MINEROS****I. INTRODUCCION****A. Propósitos**

El propósito de las listas de comprobaciones que aparecen al final de esta publicación es ayudar a identificar, evitar o atenuar los efectos perjudiciales para el ambiente que tienen los proyectos propuestos para que los financie el Banco Interamericano de Desarrollo.

En esta Introducción se proporciona información general sobre los factores ambientales que pueden tener utilidad para los funcionarios de los países miembros del BID encargados de preparar proyectos mineros.

En general, un proyecto de desarrollo tiene los efectos siguientes en el ambiente:

1. Sutiles (la mayor resistencia a los plaguicidas se inicia de una forma casi imperceptible).
2. Generalmente lejanos en tiempo y lugar (la eutroficación de un lago tiene lugar algunos años después de iniciarse el uso abundante de fertilizantes en algún punto de su cuenca).
3. Frecuentemente indirectos; es decir, los que sufren su efecto no suelen ser los que se benefician del proyecto (los pescadores de la costa capturan menos pesca cuando se levanta una presa en un río para regar los cultivos).
4. De naturaleza tan remota o cualitativa que se descartan o se tratan como factores externos en el análisis convencional del costo-beneficio.

De una manera típica, los efectos perjudiciales de los proyectos de desarrollo van desde inconvenientes temporales y secundarios, tal como la modificación de las corrientes de tránsito durante la construcción del proyecto, hasta el impacto a largo plazo y más intenso, tal como:

La dependencia de un monocultivo susceptible al ambiente.

La eliminación o agotamiento significativo del habitat único o valioso de especies animales o vegetales.

Es estímulo de un crecimiento no planificado en el área del proyecto, que eventualmente origina conflictos en los usos de la tierra con el proyecto.

La destrucción de las barreras naturales que se oponen a las migraciones de los vectores de enfermedades.

El empeoramiento significativo de la calidad de los recursos en aire y tierras.

Los efectos de desplazamiento o de perjuicios en las poblaciones indígenas, sin una planificación adecuada para atenuarlos.

Es evidente que conviene evitar que el proyecto tenga efectos perjudiciales, pero no siempre es útil proceder así, sobre todo desde el punto de vista de otras necesidades humanas y de la pericia disponible. Sin embargo, la eliminación o atenuación de los efectos perjudiciales de un proyecto siempre resulta más fácil y menos costosa en las fases iniciales de su planificación. Respecto de los proyectos financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo, sus efectos perjudiciales deberán identificarse al principio en la etapa de prefactibilidad o factibilidad del proyecto por las unidades pertenecientes al organismo del Gobierno miembro que lo propone y/o lo planifica.

La lista de comprobaciones que figura al final de este documento tiene por objeto ayudar a identificar los efectos perjudiciales de los proyectos. Sin embargo, la determinación de la importancia del efecto y de las mejoras requeridas en los procedimientos o equipo pueden exigir unos conocimientos especiales muy complejos. Si se necesita, se puede obtener más asistencia de los organismos pertinentes de los Gobiernos de los países o del propio Banco Interamericano de Desarrollo.

ECONOMIA DEL MEDIO AMBIENTE NATURAL APLICADA AL RECURSO AGUA.

El método más económico para reducir los efectos de las descargas de residuos industriales líquidos (RIL) y mineros es consultar esta reducción en la oportunidad en que se instalan las plantas mineras e industriales. De todos modos, el costo de sus tratamientos, debe quedar incorporado al costo de producción.

El hecho de usar los cuerpos de agua como receptáculos de los residuos, debe ser considerado como un servicio y en consecuencia, como todo servicio, debe tener una contrapartida que debe abonarse por parte del usuario, (9), y debería tenerse presente al formular planes de desarrollo de políticas de protección de aguas, contemplando necesidad de maximizar la relación costos-beneficios. Así se puede concretar el recargo de tarifas de agua potable en su uso industrial. En el caso de industrias y establecimientos mineros, la tasa de castigo aplicada a los efluentes puede decidir al contaminador a estimar más conveniente y económico establecer sus propias plantas de tratamiento, (12).

En este sentido, un Consejo de Administración de la Cuenca, podría proceder a la "venta" de la capacidad de asimilación de contaminación de un río. Al respecto, se ha propuesto calcular la cantidad de oxígeno disuelto disponible anualmente en el río, cuidando que se conserve un nivel mínimo del mismo oxígeno que permita la utilización de las aguas en los usos previstos : 4 a 5 mg/l de O.D. para la vida de peces, por ejemplo. A esta cantidad de O.D. se le asigna un valor que debe ser inferior a los beneficios que se obtengan del uso del agua.

Cada industria compraría la cantidad de oxígeno que capta desde el río para estabilizar los residuos que descargue a él. El empresario decidirá si le conviene pagar al Consejo de Administración de la Cuenca o bien, proceder al tratamiento de sus residuos a fin de economizar oxígeno. (Nemerow, 1971).

Costes de Daños versus Costes de Tratamientos.

Entre los costes de producción industrial deben ser consideradas las externalidades, cuya valorización casi siempre, no puede ser cortabilizada monetariamente por escapar su apreciación a los criterios convencionales. Es un típico ejemplo el daño que ocasionan a la comunidad humana, el vertido de aguas servidas a un río o de residuos industriales líquido (RIL) o mineros. Los tratamientos de aguas servidas y de RIL pretenden eliminar externalidades y son hechos en virtud de normas y obligaciones legales que exigen que las descargas de ellos cumplan con ciertas características a fin de asegurar que la calidad del agua del cuerpo receptor continúe siendo compatible con los usos previstos: abastecimientos de agua potable, abastecimiento de agua industrial, riego, vida acuática, recreación e hidroelectricidad, especialmente. A tal fin, en 1978 fue promulgada en Chile la Norma N Ch 1333: Requisitos de Calidad del Agua para Diversos Usos, y que ya fuera examinada en el Subtítulo: Normas de Aguas.

Se tiene, entonces, por un lado, los costos debido a la pérdida de calidad del agua-externalidades y por ende, su limitación a los usos ya indicados. En las externalidades también se puede incluir, la pérdida de valor comercial de las propiedades ribereñas a esteros contaminados (estero de Viña del Mar, Sector Casino, (17))

Estos costes de externalidades son directamente proporcionales a la intensidad del deterioro que experimente la calidad del agua. De otro lado, están los costes debido a los tratamientos a que deberían someterse las aguas servidas y los RIL. Mientras más altos sean aquellas, éstos resultan más costosos.

Un análisis muy somero de los costos totales debido a daños o externalidades y a los tratamientos, se hace al final de este enfoque económico. Los primeros son difíciles de evaluar. No así los últimos, sobre los que se hace referencia a continuación.

Costes de los Tratamientos.

Los estudios hechos en el extranjero han demostrado que los costos son poco significativos cuando se les compara con los costos de capital y de explotación de las industrias cuyos residuos debieran ser tratados.

También se ha afirmado que los mayores costos de producción, al ser absorbidos por el consumidor, decidirán a éste elegir el producto más barato, resultando de este modo, un argumento que tendrían los fabricantes para rechazar la exigencia de instalar plantas de tratamiento de sus residuos. Este argumento, aparentemente irrefutable y que podría impresionar en realidad pierde totalmente su importancia cuando se observa que en la mayoría de las industrias, el aumento de precios debidos a plantas de tratamientos es, inferior al 2% y muchas veces no alcanza al 1%, como se expondrá más adelante. Son montos ridículos cuando se les compara por ejemplo, con los gastos hechos por concepto de propaganda comercial. Lothar, (12) también sostiene que muchas industrias se resisten en la construcción de plantas de tratamiento porque ignoran sus costos o bien no saben compararlos con el capital inmovilizado de la empresa. Las que estén mal administradas u obsoletas están destinadas a ser reemplazadas por otras más eficientes. Esas no podrían, en algunos casos, soportar el financiamiento de tratamiento de sus RL. Cada vez se está introduciendo más el concepto de que "el que contamina paga".

En Brasil se ha hecho tentativas de evaluación de costos de construcción de plantas de tratamiento pero, se ha encontrado dificultades en la obtención de datos seguros, especialmente por falta de cooperación del sector industrial. Al respecto, Lothar ha preparado los siguientes antecedentes :

T A B L A N° 3EFFECTOS DE LOS COSTOS DE TRATAMIENTO EN EL PRECIO DE VENTA DE
LOS PRODUCTOS

TIPO DE INDUSTRIA	AUMENTO DE PRECIO (%)
Siderúrgica	0.65
Automóviles	0.33
Papel y Celulosa	3.5
Tejidos de Lana	2.0
Tejidos de Algodón	1.7
Tejidos de Fibras Sintéticas	2.2
Refinerías de Petróleo	1.4
Conservas, frutas y legumbres	0.9
Curtiembres	1.5
Plásticos y Resinas	0.25
Panaderías	0.2
Cemento	4.0
Fundición de Hierro	1.7

- Bases : vida útil = 15-20 años
- Costo de Capital y de Operación
- Tratamiento primario + biológico

Otros antecedentes proporcionados por Polonsky, República Argentina, estima el costo de tratamiento de Residuos Industriales en un 3 a 5% respecto al costo total de la industria química. Para la industria siderúrgica se estima en 4,5 al 6%, (2).

También se han estimado costos de tratamiento de RIL y de Aguas Servidas o de ambos mezclados, según el mismo autor :

T A B L A N° 4

Costos de Plantas de Tratamiento Brasileñas .

(valor estimado de proyecto, sujeto a rectificaciones)

<u>EFLUENTE</u>	<u>CAUDAL DE PROYECTO (m3/s)</u>	<u>PRESUPUESTO ACTUALIZADO US\$ (*)</u>
Industria Embu, S.P.	0.005	10.300
Aguas Servidas, Campinas S.P.	0.037	69.100
Industrias Sao José dos Campos S.P.	0.046	64.200
Aguas Servidas, Campinas S.P.	0.145	61.700
Aguas Servidas Pocos de Caldos N.G.	0.540	383.000
RIL + Aguas Servidas, Porto Alegre	1.930	685.000

(*) La tabla original con valores en Cr \$ fueron convertidos a razón de 1 US\$ = 7 Cr \$

NOTA : Todas estas plantas constan de : estanques de aereación + sedimentador + recirculación de lodo, con excepción del caso de Aguas Servidas de Campinas (0.145 m3/s) que tiene una celda de aereación con cámara de sedimentación.

Es obvio, que el tratamiento de aguas servidas debiera ser previsto en conjunto con el tratamiento de residuos industriales líquidos, para lograr una efectiva protección de los cuerpos de agua. En consecuencia, los aspectos económicos del problema, también debieran cubrir ambas fuentes de contaminación. Por eso, incidentalmente, a título informativo, se indica que, respecto a Chile, se ha estimado en US\$ 20.00 por habitante el costo de capital a invertir en plantas de tratamiento primario y secundario, de aguas servidas, (14). Aplicados a dos millones de habitantes servidos en Santiago, significaría una inversión de US\$ 40 millones, aunque hay otras evaluaciones que la suben a US\$ 100 millones.

Bien vale la pena comparar este guarismo con el monto estimado de los daños a la salud pública de la Región Metropolitana, por consumo de hortalizas al estado crudo, y que son regadas con aguas fuertemente contaminadas con aguas servidas, del río Mapocho y Zanjón de la Aguada. Estos daños fueron evaluados en US\$ 70 millones, (15). Cualquiera que sea el error de cálculo, queda la posibilidad de considerar conveniente establecer plantas de tratamiento de las aguas servidas de la Región Metropolitana.

COSTES TOTALES DE PROTECCION DE LA CALIDAD DEL AGUA.

A continuación se presenta un análisis gráfico de CIFCA, (16) respecto a la cuantificación de los costes totales que se pueden esperar en un programa de protección de la calidad del agua para mantenerla en condiciones de servir para los usos convenidos.

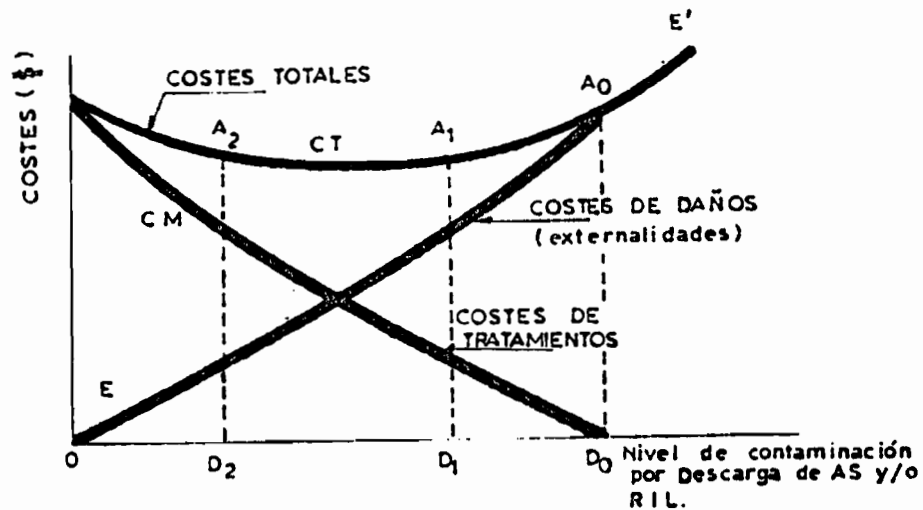
De acuerdo con el uso del agua, será mayor o menor el nivel de contaminación que se pueda aceptar en el curso receptor de aguas servidas o de RIL.

Ello se indicaría en el eje de las abscisas del gráfico adjunto.

Estos niveles están establecidos en las normas correspondientes. Se señaló que en Chile está vigente la Norma NCH 1333; "Requisitos de Calidad del Agua para Diversos Usos".

Se transcribe la versión de CIFCA que analiza el gráfico ya mencionado.

COSTES DE DAÑOS Y DE TRATAMIENTOS
SEGUN NIVELES DE CONTAMINACION (*)



(*) En base al gráfico de CIFCA, cuaderno N°3, 1977

"Cuanto mayor sea el índice general de contaminación, mayores serán las externalidades producidas por deterioro del medio ambiente: enfermedades, pérdida del paisaje, perjuicios al turismo de playas, destrucción ecológica, etc. Supongamos que dichas externalidades pueden ser medidas monetariamente y constituyen la curva EE de la figura mencionada.

Por otra parte, los costos de tratamiento de cualquier tipo que puedan reducir ese nivel de descarga tienen cuantía creciente, desde el punto $D = 0$, que suponemos en la situación actual, agua contaminada sin tratar hasta el eje de ordenadas en el que el control sería utópicamente total y por ello, nulas las externalidades. La curva CM representa los costos de las medidas de control, o sea de los tratamientos.

Ambas curvas producen una tercera, la CT, costes totales, en la que se han sumado los dos tipos de costes descritos. El mínimo de esa curva sería el punto deseable (como referencia general, y aparte de áreas o casos especiales necesitados de un control más exhaustivo) en una política racional, por ser allí donde se conseguiría que el coste marginal de las medidas (coste de la última unidad de control o tratamiento) fuese igual al beneficio social de éstas (eliminación de externalidades correspondiente a esa unidad última, tratamiento terciario por ejemplo para aguas servidas). Después de alcanzar ese punto, resulta mayor el coste del tratamiento que el beneficio social, y no compensa continuar en esa dirección; antes de llegar, las externalidades ahorradas serán las sucesivas unidades de esos tratamientos y habrá estímulo para alcanzar el punto en cuestión. No se entra a discutir sobre las formas de las curvas del gráfico, ya que su finalidad es puramente ilustrativa, como introducción al tema de la eficiencia, (CIFCA, cuaderno N° 3, 1977). Esta misma referencia continúa: "El propósito de lograr una eficiencia social en el planteamiento de medidas de anti-contaminación puede cumplirse iterativamente comenzando en el punto A_0 , donde la actual situación es tal que existe un nivel de descarga de residuos que provoca la contaminación definida por D_0 . Sucesivos cuadros de control nos harían retroceder hacia el origen, descendiendo por la curva E y ascendiendo por la CM, lo que significa descensos sucesivos por la CT. Dejando al margen intereses de política social, lo que se intentará es llegar al punto mínimo de esta última curva. No obstante la gran dificultad para identificar ese óptimo hará que debamos conformarnos con entrar en una zona, quizá $D_1 D_2$, o sea la $A_1 A_2$ en la curva de costes, y preparar varias alternativas del programa, dejando la última instancia a la decisión política.

"Queremos anticipar con esto que los modelos de gestión en el tratamiento de residuos, a pesar de su muchas veces espléndido aparato teórico y de su capacidad de instrumentación, terminarán a lo sumo en una serie de alternativas, al no poderse operar con garantía de fiabilidad, puesto que los datos de costes y externalidades marginales no permiten en general un rigor de cálculo. Piénsese en lo difícil que resulta definir, por ejemplo, una función de daños físicos (enfermedad) provocados por contaminación del aire.

Deducir además los daños marginales es un tema sujeto a graves errores que ningún modelo matemático ha podido hasta ahora subsanar (CIFCA, cuaderno N° 3, 1977).

Un programa de control de la contaminación que incluya los aspectos económicos, debería ser capaz de responder a las siguientes interrogantes :

- a. Quién resulta dañado.
- b. Cuánto es el monto del daño, externalidades curva EE' . fig. N° 5.
- c. Quién produce la contaminación
- d. Cuánto cuesta reducirla, costos de tratamiento, curva II.
- e. Quiénes pagan.

GLOSARIO

Agua de alcantarillado (o aguas servidas): Aguas que circulan por las redes de alcantarillado. Pueden ser aguas servidas domésticas únicamente o contener RIL.

Agua potable: La que cumple con los requisitos de la norma.

Agua subterránea: La que se encuentra en los espacios intergranulares del suelo y del subsuelo.

Agua superficial: Son las aguas que escurren o están almacenadas sobre la superficie de la tierra, ya sea en ríos, lagunas, lagos.

Autopurificación: Proceso natural de purificación de un agua contaminada. Durante el mismo se logra la estabilización de la materia orgánica, disuelta o suspendida, por acción del oxígeno disuelto en ella, que proviene de la atmósfera o de fenómenos de fotosíntesis ocurridos con ayuda de bacterias.

Biocenosis: Comunidad de animales y plantas que se condicionan mutuamente.

Biotopo: Espacio limitado en que vive una biocenosis.

Contaminación del agua: Cualquiera alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas de las aguas que puede constituir perjuicio para la salud, la seguridad y el bienestar de la población, así como que pueda comprometer la vida acuática y la utilización de las aguas para fines agrícolas, comerciales, industriales y recreativos.

Curso o cuerpo receptor: Estero, río, lago, lagunas, agua subterránea o mar en el cual se descarga el RIL para su disposición final

(DBO)5 (demanda Bioquímica de Oxígeno): Es la cantidad de Oxígeno disuelto necesario para la oxidación bioquímica de la materia orgánica putrescible durante el proceso de estabilización de la misma, por la acción bacteriana. No está relacionada con las necesidades de Oxígeno de la combustión química, siendo determinada únicamente por la eficacia del oxígeno como alimento biológico y por la cantidad de oxígeno utilizada por los microorganismos durante la oxidación.

Se determina usualmente, si no se especifica nada en contrario, por un período de 5 días y a una temperatura de 20°C.

Se expresa en ppm (mg/l) de oxígeno disuelto consumido en el proceso.

La medida de la D.B.O. da una indicación del contenido de materia orgánica presente en un agua.

Déficit de Oxígeno Disuelto: Es la diferencia entre el valor de saturación del oxígeno en el agua para una temperatura dada y el valor del oxígeno disuelto encontrado a esa temperatura.

Disposición del residuo: Acto de dar un destino al residuo, cualquiera sea el método empleado.

Ecología: Parte de la biología que estudia el modo de vivir de los animales y de las plantas y sus reacciones con el ambiente.

Emisario: Cañería o colector que recibe el agua afluyente de toda una red de alcantarillado, llevándola hasta una planta de tratamiento y/o hasta el punto de descarga final.

Enfermedades hídricas: Son aquellas enfermedades cuyo origen o agente transmisor es el agua. Se puede citar entre otras: hepatitis infecciosa, cólera, tifus, paratífus, fiebre tifoidea, etc.

Lagunas de Estabilización: Obra destinada a la depuración de residuos líquidos de naturaleza orgánica mediante procesos físicos, químicos y principalmente biológicos en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Se caracteriza por su gran superficie y poca profundidad. Debe obedecer a ciertas normas de diseño.

Método Standart: Métodos para analizar el agua, agua escurrida doméstica, RIL y lodo, que están aprobados por la "American Public Health Association", la "American Water Works Association" y la "American Sewage Works Association".

mg/l: Unidad utilizada normalmente para medir la concentración de sustancias contenidas en un RIL, también se expresa como (ppm).

Normas de Calidad de Agua Potable: Es el conjunto de valores límites fijados a determinadas sustancias y de microorganismos que deben cumplir las aguas para que sean consideradas como agua potable.

O.D. (Oxígeno Disuelto): Es el oxígeno elemental que se encuentra disuelto en un agua.

pH: Logaritmo negativo (a la base 10) de la concentración de iones hidrógeno en solución. Indica la reacción ácida, neutra o básica de la solución.

agua ácida: $\text{pH} < 7$

agua neutra: $\text{pH} = 7$

agua básica: $\text{pH} > 7$

Purificación: Remoción, por medios naturales o artificiales, de todas las sustancias objetables en el agua que producen contaminación.

Residuo Industrial Líquido (RIL): Es el efluente que descarga como deshecho una industria, pudiendo contener sustancias disueltas o suspendidas que, generalmente, ocasionan contaminación en el curso receptor.

Residuo sólido Disuelto: Masa contenida en la muestra de líquido completamente límpido, obtenido por evaporación de ésta y desecación del residuo a 105 C°. o a otra temperatura convenida, 180°C. por ej.

Residuo total: Residuo determinado por evaporación de un volumen establecido de agua a una temperatura standard. Su medida representa una estimación bastante exacta de la cantidad de sólidos totales contenidos en un agua.

Saturación del Oxígeno: Valor máximo del Oxígeno Disuelto que puede contener un agua a una determinada temperatura.

Sedimentación: Es la operación por la cual a través de apaciguamiento de la velocidad horizontal y asentamiento por gravedad se logra la eliminación de partículas suspendidas en un agua.

Sólido disueltos: Son los que forman con el agua una mezcla íntima molecular, o sea lo que se denomina una solución verdadera. Como ejemplo podemos mencionar las sales de Calcio y Magnesio que dan dureza, el hierro y el manganeso, los sulfatos, nitratos, etc.

Sólidos sedimentables: Son aquellos sólidos que son capaces de asentarse en un período convencionalmente fijado (x horas) El Test Standard para su medición utilizada como Imhoff.

Sólido de suspensión: También llamados sólidos no filtrables, son todas las sustancias que pueden ser removidas del agua por una filtración en papel de filtro ordinario. Son removibles por sedimentación siempre que el período de detención sea suficiente largo.

Tratamiento de un RIL (o depuración): Acondicionamiento por medio de un proceso, una operación o una serie de procesos y operaciones de un RIL o en general de una agua servida a fin de disminuir o evitar la contaminación de los cursos receptores.

R E F E R E N C I A S

1. ORGANIZATION MONDIALE DE LA SANTE.
Lutte Contre la Pollution de L'eau. Aperçu de Legislation Sanitaire Comparé, Geneve 1967.
2. GOBIERNO DE LA REPUBLICA ARGENTINA
GOBIERNO DE ISRAEL. ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
Seminario Avanzado sobre Contaminación de los Recursos Hídricos Buenos Aires 1973.
3. MERINO B. RAUL, 1962 Aplicación de la (DBO)5 en la Evaluación de la Contaminación del río Mapocho - Ministerio de Salud, Sección Higiene Ambiental, Escuela de Salubridad Universidad de Chile.
4. O. YA. BATMANOVA. 1964 Presence of Cobalt and Cooper in the Soil and Water of Leningrad Región (Soderzhanie Robalta i medi pochve i vode Leningradskoi oblasti) Higiene and Sanitation 29-9,123.
5. ESTEVAN MARIA TERESA. 1978. Las Evaluaciones del Impacto Ambiental.
Cuaderno N°2. CIFCA. Madrid.
6. BARKER ANN. 1973. Reglamentaciones para el Medio Ambiente. ¿Demasiados Cocineros? Publicado en: Origenes y Control de la Contaminación Ambiental. Strobbe Maurice A. Editorial Continental S.A. Mexico.
7. RODRIGUEZ PARADINA EDUARDO. 1977. Un Embalse con Central Hidroeléctrica.
Cuaderno N°4 CIFCA. Madrid.
8. MERINO B. RAUL. 1978. Vigilancia de la Calidad del Agua-Ingenieros N°77. Revista del Colegio de Ingenieros de Chile 79-82.
9. ORGANIZATION MONDIAL DE LA SANTE. 1967. Lutte contre la Pollution de l'eau. Aperçu de Legislation Compareé, Genova.
10. CORPORACION NACIONAL DEL COBRE. 1983. 8a. Memoria Anual. Santiago, Chile.
11. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 1980. Lista de Comprobaciones para Proyectos Mineros.

12. LOTHAR HESS MAX. 1973. Influencia Do Custo de Controle Da Poluicao Ambiental nos Preços Dos Productos Industrializados. Trabalho Apresentado óa Seminario sobre Poluicao do Ar e da Agua. Curitiba, 1972. Revista D.A.E. Sao Paulo. Brasil.
13. GOBIERNO DE LA REPUBLICA ARGENTINA. GOBIERNO DE ISRAEL. OEA. 1973 Op. cit.
14. WOLLMAN NATHANIEL, 1969. Los Recursos Hidráulicos de Chile. Cuaderhos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. Serie II, N°10 CEPAL/ILPES. SANTIAGO.
15. ACCATINO et. al. 1975. Contaminación Fecal en la Ciudad de Santiago. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas/IPLA.
16. ESTEVAN MARIA TERESA. 1978. Las Evaluaciones del Impacto Ambiental. Cuaderno N°3. CIFCA, Madrid.
17. MERINO B. RAUL. 1965. Saneamiento del Estero Marga-Marga de Viña del Mar. Ministerio de Salud. Sección Higiene Ambiental. Cátedra de Ingeniería Sanitaria. Escuela de Salubridad Universidad de Chile.

CURSO : CONTAMINACION DE AGUA EN SUS FUENTES NATURALES

TEMA : HIDROLOGIA

EXP. : ALEJANDRO GRILLI DORNA-FERNANDEZ
Ingeniero Civil
Departamento de Hidrología
D. G. A.

INDICE DE MATERIAS

	Pág.
1. Introducción	1
2. Precipitación Nival y Acumulación	2
3. Metamorfosis y Derretimiento del Manto Nival	4
4. Caudales de Deshielo	7
5. Conclusiones	9
6. Referencias	10

I N T R O D U C C I O N

La contaminación del recurso agua no es sólo función de la carga contaminante, sino que también de la cantidad del recurso disponible para su dilución. Como el recurso hídrico presenta gran variabilidad espacial y temporal, es necesario conocer los procesos hidrológicos que intervienen en la generación de escorrentía para así disponer adecuadamente de los residuos que interfieren en los diversos usos del recurso.

La ubicación en altura sobre el nivel del mar de los principales establecimientos de beneficio de minerales de cobre de CODELCO, conduce a que los procesos hidrológicos de mayor relevancia sean los nivales. En el presente informe se presentan estos procesos en una forma simplificada, aplicado a los Andes de la zona central, y destinado a realzar los aspectos de interés en la contaminación del agua superficial.

En hidrología de nieve se distinguen los tres procesos básicos indicados, los que a continuación se analizan:

- i) Procesos de precipitaciones nivales y acumulación;
- ii) Procesos de metamorfosis y derretimiento;
- iii) Procesos de generación de caudales de deshielo.

2. PRECIPITACION NIVAL Y ACUMULACION

Peña y Garín (1981) analizando 33 subcuencas de montaña entre los ríos Elqui y Maipo, con tamaños que varían entre 75 y 2.980 Km² y alturas medias entre 2.230 y 4.400 m.s.m., determinaron que los principales factores fisiográficos que inciden en el caudal medio anual - y por lo tanto en la acumulación nival - son:

- i) Latitud del centro de gravedad de la cuenca;
- ii) Altura media de la cuenca, y
- iii) Orientación de la cuenca.

La Fig. 1 muestra el grado de importancia de cada uno de los factores. Debido a que en la zona central del país las precipitaciones disminuyen hacia el norte y al conocido aumento de las precipitaciones con la altura (a modo de ejemplo se presentan los gradientes pluviométricos y térmicos de los ríos Aconcagua y Maipo; Fig. 2 y 3, respectivamente), los factores fisiográficos más importantes resultaron ser la latitud y la altura media de la cuenca. En tercer lugar está la orientación; la investigación demuestra que las cuencas abiertas hacia el norte presentan un mayor caudal específico que las abiertas hacia el sur. La explicación de este fenómeno posiblemente se encuentre en el predominio de los vientos de componente norte durante las tormentas, lo que provoca un incremento de las precipitaciones en las vertientes a barlovento y una disminución a sotavento, y en la exposición al sol.

Las conclusiones anteriores son válidas a nivel de grandes cuencas, ya que se produce una integración de efectos. En una escala menor se aprecia que el manto nival presenta una gran variabilidad espacial debido a los efectos orográficos locales y a los intercambios energéticos turbulentos.

Esta heterogeneidad espacial adquiere principal importancia en cuencas pequeñas.

La distribución real del manto de nieve en sentido horizontal (cobertura nival) y vertical, es una variable que determina - en gran medida - el volumen total de escorrentía de deshielo. La Dirección General de Aguas en convenio con la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, durante los años 1982 y 1983, desarrollaron una investigación para determinar esta variable utilizando imágenes del satélite Landsat (Araya et al, 1983). En dos subcuencas nivales del río Aconcagua se estudió el retroceso de la cobertura, en tres años sucesivos, proponiéndose relaciones lineales entre el porcentaje de cobertura y el volumen remanente a escurrir (ver Fig. 4 y 5), las cuales dependen del tipo de año hidrológico. El paralelismo observado entre las rectas de ajuste significa que el rendimiento porcentual del retroceso, en términos de volumen porcentual, es constante e independiente de la cuenca y del tipo de año. Esto permite prever los caudales de deshielo, si se lleva un registro de la evolución de la cobertura de nieve y del caudal.

3. METAMORFOSIS Y DERRETIMIENTO DEL MANTO NIVAL

La fusión de la nieve es un proceso termo-dinámico y queda determinada por la energía neta disponible. La Fig. 6 muestra en forma esquemática el balance de energía en el manto de nieve.

Balance Energético del Manto de Nieve:

$$H_T = H_{ROC} (1-a) + H_{IROL} + H_{CONV} + H_{COND} + H_S + H_{LL}$$

unidades usuales: $(H) = (\text{cal/cm}^2/\text{tiempo})$
 donde (cal/cm^2) se denomina (Langley's)

H_{ROC} : energía que proviene de la radiación incidente de onda corta (del sol)

a : albedo o reflectividad de la nieve = $\frac{H \text{ reflejada}}{H \text{ incidente}} < 1$

$H_{ROC} (1-a)$: Radiación de onda corta absorbida.

H_{IROL} : intercambio de radiación de onda larga (ROL incidente menos la ROL que emite la nieve) o de cuerpo negro.

H_{CONV} : energía por convección

H_{COND} : calor por condensación o sublimación

H_S : calor cedido por el suelo

H_{LL} : calor aportado o cedido por la lluvia

Si el balance energético es positivo, se produce agua libre en la superficie hasta que se copa la capacidad de retención; a partir de ese punto comienza a percolar por la nieve. Esta agua se desplaza hacia estratos de menor temperatura y se congela, por lo cual aumenta la temperatura de la nieve. Si en el día absorbe calor, en la noche pierde calor formando una "costra nocturna". Estos cambios son la "metamorfosis" o "maduración" de la nieve, que tiende a homogenizar el manto hacia el final del período de acumulación. Se dice que la nieve está "madura" cuando el perfil vertical está isoterma a 0° C, entonces comienza la escorrentía por fusión.

A partir de 1975/76 la Dirección General de Aguas desarrolla el Proyecto Glaciar Echaurren Norte como un plan piloto para evaluar la influencia de los glaciares en el régimen hidrológico de los ríos de la zona central de Chile. A partir de estas mediciones se ha determinado que el balance de radiación es el término que más influye en el balance de energía (CLIMDATA-D.G.A., 1978). Salazar (1984) determina que el segundo término, en orden decreciente, es la temperatura del aire. La Fig. 7 muestra un balance de energía y la Fig. 8 presenta las correlaciones determinadas por Salazar.

Utilizando los registros de la estación Lagunitas de Minera Andina en los Andes, Luna y Stowhas(1983) determinan que existe una tasa de derretimiento máximo si se respetan las correlaciones que muestran las variables meteorológicas entre sí. Es decir, el derretimiento no es una relación siempre creciente con la temperatura ya que un incremento en ésta produce una baja de la humedad relativa, llegando a producirse un gran gradiente de humedad entre el manto y el aire, subiendo la evapo-sublimación a valores altos. Se verifica además que para humedades relativas menores a 10% el derretimiento tiende a anularse, independientemente del valor de las otras variables meteorológicas.

Debido a que es complejo disponer de todos los datos necesarios y espacialmente representativos de la cuenca, y considerando que la acumulación nival y las variables meteorológicas de mayor incidencia son dependientes de la elevación, es usual modelar el proceso de fusión en bandas de igual cota. Cada banda en que se ha subdividido la cuenca se constituye en una unidad de cálculo en el proceso de fusión (Ver Fig. 9). La superficie de la cuenca que contribuye efectivamente al escurrimiento queda limitada inferiormente por la línea de nieves y superiormente por la condición de "maduración"

Utilizando el concepto anterior, Peña y Nazarala (1983) proponen un procedimiento de pronóstico de deshielo en el corto plazo (a 3 días) para el río Maipo. Determinan el derretimiento diario de cada banda por el método del factor grado-día, el cual no es más que un factor de proporcionalidad entre el derretimiento y la temperatura máxima en la banda por sobre una temperatura de referencia. El factor grado-día obtenido por los autores se presenta en la Fig. 10; es de principal importancia porque indica como varía el derretimiento en el período de deshielo, por cada grado de temperatura máxima diaria.

4. CAUDALES DE DESHIELO

Cuando se sobrepasa la capacidad de retención del perfil de nieve y el agua en exceso llega al suelo, se produce la escorrentía. Esta agua en exceso puede ser modelada como una variable de entrada al sistema similar a la precipitación pluvial, de modo que la escorrentía total se genera según la conocida subdivisión de componentes esquematizada en la Fig. 11. En laderas de cerros el flujo intermedio adquiere importancia debido a que se acentúan los gradientes hidráulicos, llegando incluso a ser la componente predominante en las crecidas. La Fig. 12 muestra una separación de componentes durante una crecida, identificándolas por medio de isótopos ambientales estables.

El proceso de generación de escorrentía es un sistema probabilístico estocástico, por lo que cada valor lleva asociado una cierta probabilidad de ocurrencia, y no estacionario (variable en el tiempo).

La distribución mensual del volumen total de escurrimiento es representada por la Curva de Variación Estacional. La Fig. 13 muestra esta curva - para diversas probabilidades de excedencia - para dos ríos de la zona central; se aprecia que pueden presentar diferente grado de variabilidad, dependiendo de los diferentes procesos que ocurren en la cuenca y que intervienen en su generación. Garín (1979) grafica las curvas de variación estacional 50% de diferentes cuencas de la zona central, en función de su cota media, obteniendo que el peak se desplaza y disminuye la variabilidad a medida que aumenta la altitud (ver Fig. 14). Es decir, en la medida que avanza el período de deshielo se van incorporando al derretimiento bandas de nieve de mayor altitud y, simultáneamente, aumenta de cota la línea de nieves, por lo que la superficie que efectivamente contribuye al escurrimiento irá aumentando su altitud. Uno de los principales factores que reduce la variabilidad estacional es el aporte de glaciares; por ejemplo, el río Maipo

presenta menor variabilidad que el río Mapocho.

A nivel diario la variabilidad puede ser considerable ya que depende principalmente de factores meteorológicos (Ver Fig. 15). A pesar de esto, la regulación natural de los cauces determina que la variación horaria sea bastante menor. Peña y Nazarala (1983) determinan que la diferencia entre el caudal máximo diario y el caudal mínimo diario del río Maipo, no supera un 20% (Ver Fig. 16).

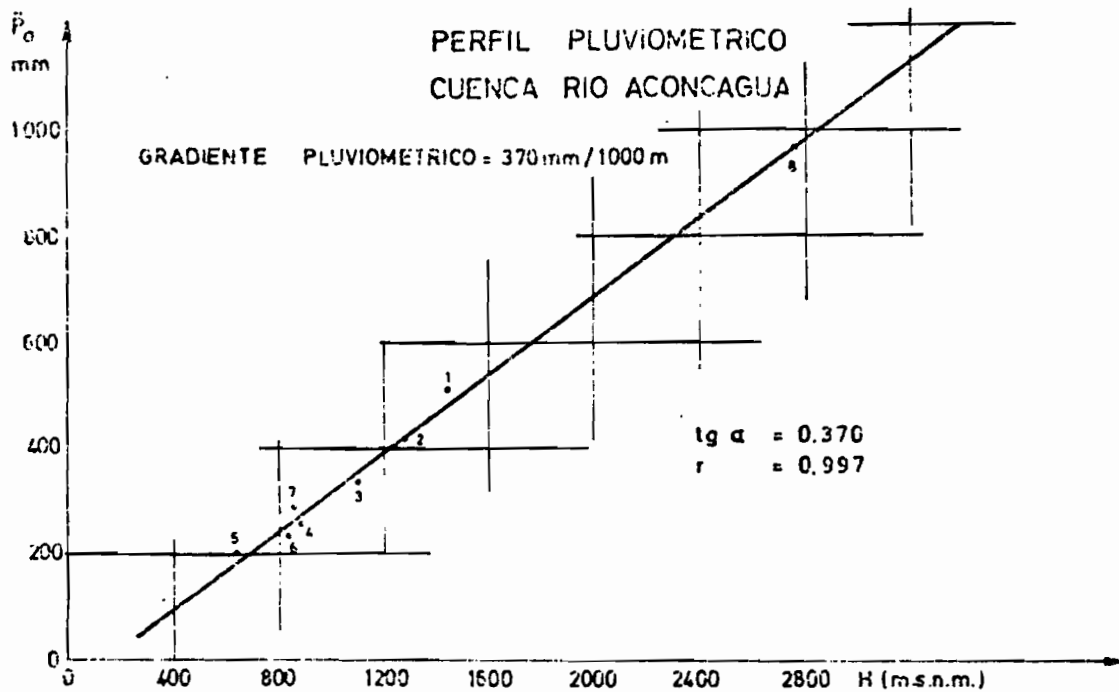
5. CONCLUSIONES

- i) Los procesos físicos que intervienen en la generación de escorrentfa determinan que ésta presente una gran variabilidad espacial y temporal.
- ii) Cada valor de escorrentfa lleva asociada una cierta probabilidad de ocurrencia.
- iii) La variabilidad de la escorrentfa determina que, para una misma carga contaminante, se presenten distintas concentraciones.
- iv) Los controles de contaminación deben ser interpretados en función de los datos hidrológicos.
- v) El control de contaminación se debe prever para condiciones hidrológicas críticas.

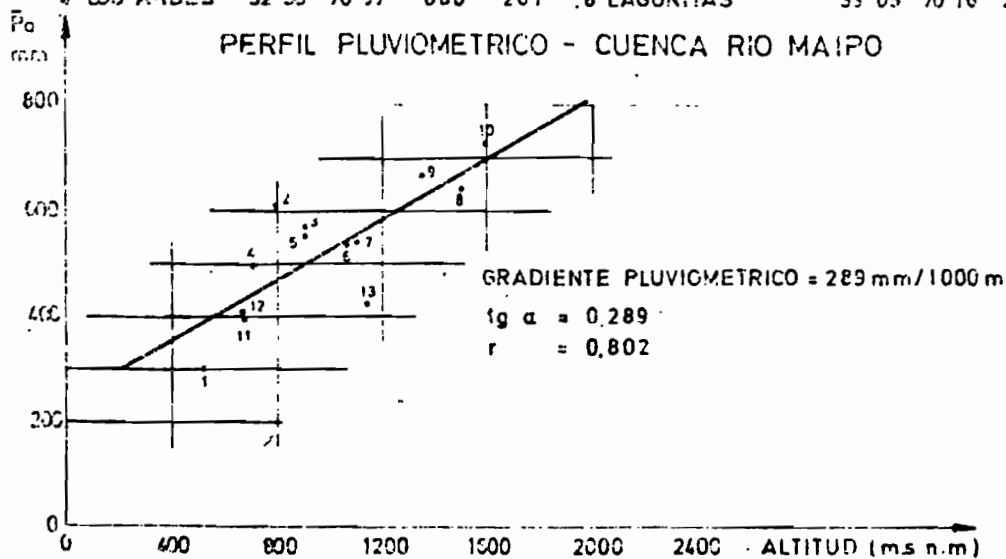
6. REFERENCIAS

1. ARAYA, MAURICIO; ALEJANDRO FARIAS y HUMBERTO PEÑA (1983). Medición de la Variable Cobertura de Nieve y su Aplicación al Estudio del Deshielo en Cuencas Andinas Chilenas. Soc. Chilena de Ing. Hidráulica, pp. 475-493.
2. CLIMDATA-D.G.A. (1978). Mediciones Micrometeorológicas para Determinar el Balance de Energía del Glaciar Echaurren Norte, Febrero-Marzo 1978. Dirección General de Aguas.
3. GARIN, CARLOS (1979). Estudio de la Relación entre los Indices Característicos del Régimen Hidrológico y del Marco Físico Geográfico en Cuencas Nivales. Memoria para optar al título de Geógrafo, U. de Chile.
4. GARSTKA, WALTER. Snow and Snow Survey. En: Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, Cap. 10.
5. LUNA, RICARDO y LUDWIG STOWHAS (1983). Determinación de la Tasa de Derretimiento Máxima Probable en un Manto de Nieve. Soc. Chilena de Ing. Hidráulica, pp. 409-426.
6. MARTINEC, J. (1976). Snow and Ice. En: Facets of Hydrology, John Rodda, Cap. 4.
7. PEÑA, HUMBERTO y CARLOS GARIN (1981). Estimación de Caudales Medios de Cuencas de Montaña en función de sus Características Fisiográficas. Soc. Chilena de Ing. Hidráulica, pp. 145-163.

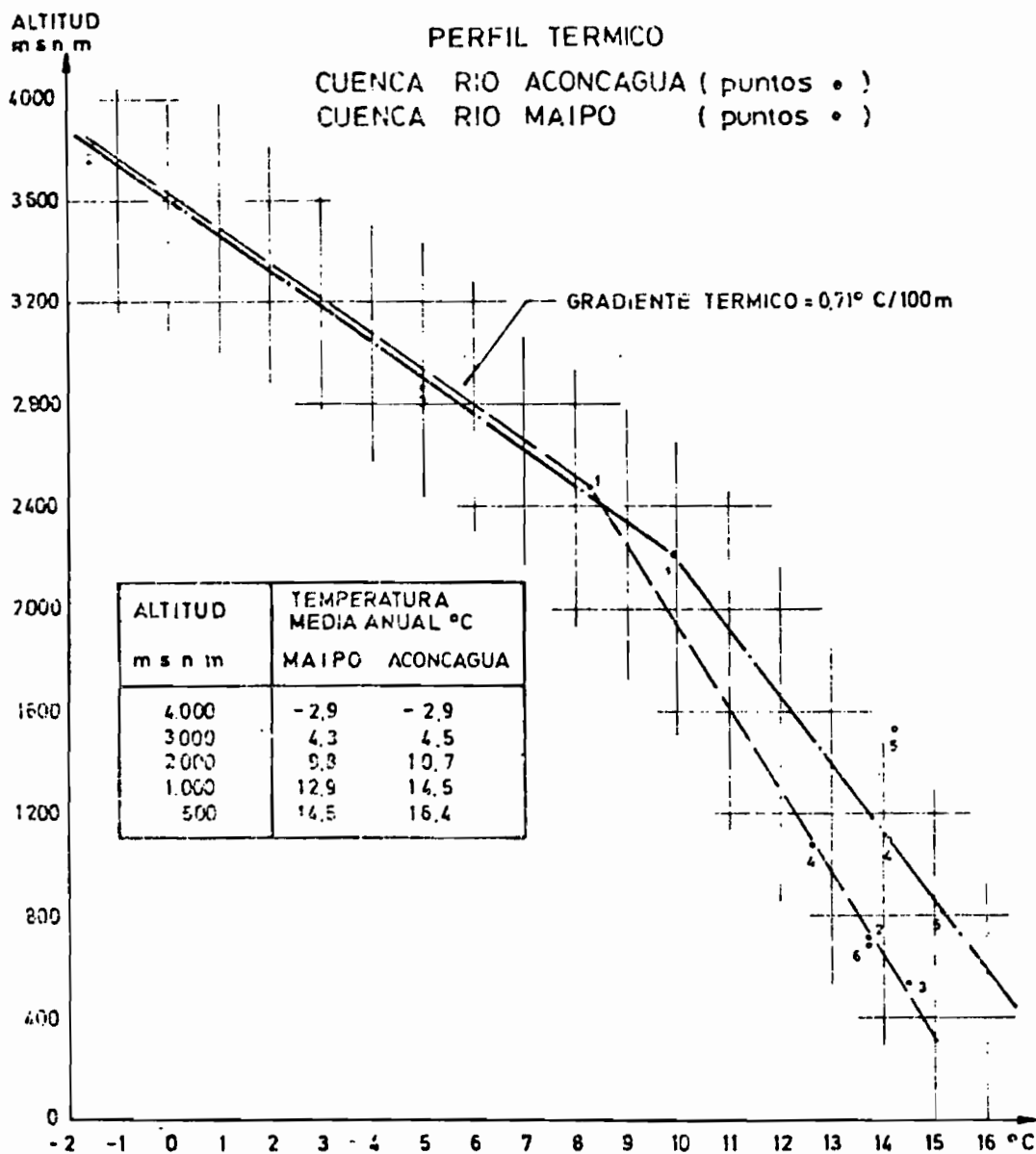
8. PEÑA, HUMBERTO y BRAHIM NAZARALA (1983). Pronóstico de Caudales de Deshielo en el Corto Plazo. Soc. Chilena de Ing. Hidráulica, pp. 393-407.
9. SALAZAR, CARLOS (1984). Determinación del Derretimiento Nival en un Punto, en la Alta Cordillera. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, U. de Ch., en ejecución.



	LAT	LONG	H	P		LAT	LONG	H	P
1 RIO BLANCO	32°54'	70°18'	1450	512	5 SAN FELIPE	32°45'	70°43'	640	205
2 RIECILLOS	32°56'	70°21'	1290	417	6 SAN ESTEBAN	32°48'	70°35'	832	238
3 VILCUYA	32°51'	70°28'	1100	340	7 FDO. EL SAUCE	32°50'	70°33'	850	289
4 LOS ANDES	32°50'	70°37'	860	261	8 LAGUNITAS	33°05'	70°16'	2766	574



	ALT.	P̄a		ALT	P̄a
1 SANTIAGO	520	299	8 EL VOLCAN	1500	642
2 LA OERA DE MAIPO	799	610	9 QUELTEHUES CN	1365	566
3 RIO COLORADO	910	570	10 LAS MELOSAS	1600	728
4 PUENTE ALTO	713	496	11 PIRQUE	670	397
5 SN. JOSE RETEN	915	555	12 LA FLORIDA	665	407
6 SN. JOSE DE MAIPO	1060	536	13 LOS MAITENES PTA. 1	1140	424
7 SN. ALFONSO	1100	541			



	LAT.	LONG	ALT.	T	
1 JUNCAL	32° 51'	70° 10'	2.217	9,9	ACONCAGUA (puntos •)
2 CRISTO REDENTOR	32° 50'	70° 07'	3.830	-1,5	
3 PORTILLO	32° 50'	70° 09'	2.861	5,0	
4 VILCUYA	33° 50'	70° 32'	1.100	14,1	
5 LOS ANDES	32° 50'	70° 36'	816	15,2	
1 EMBALSE ELYESO	32° 41'	70° 07'	2.475	8,3	MAIPO (puntos •)
2 EMBALSE RUNGUE	33° 02'	70° 54'	710	13,7	
3 SANTIAGO	33° 27'	70° 42'	520	14,5	
4 SN JOSE DE MAIPO	33° 39'	70° 22'	1.060	12,6	
5 LAS MELOSAS	33° 54'	70° 12'	1.527	14,2	
6 PIRQUE	33 57	70 31	680	13,7	

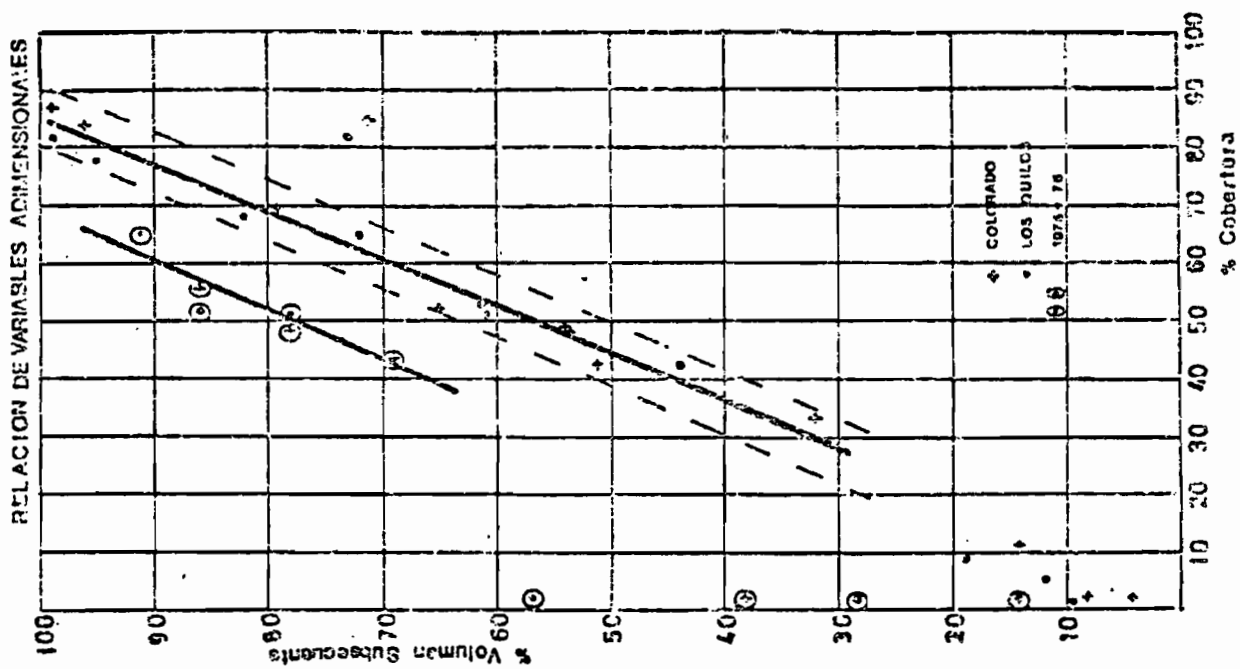


FIGURA 5. Relación de las variables adimensionales Cobertura(%) y Volumen Lemnante (Z), para las dos subcuencas estudiadas en la cuenca nival del río Aconagua, para tres temporadas.

FUENTE: ARAYA ETAL., 1983

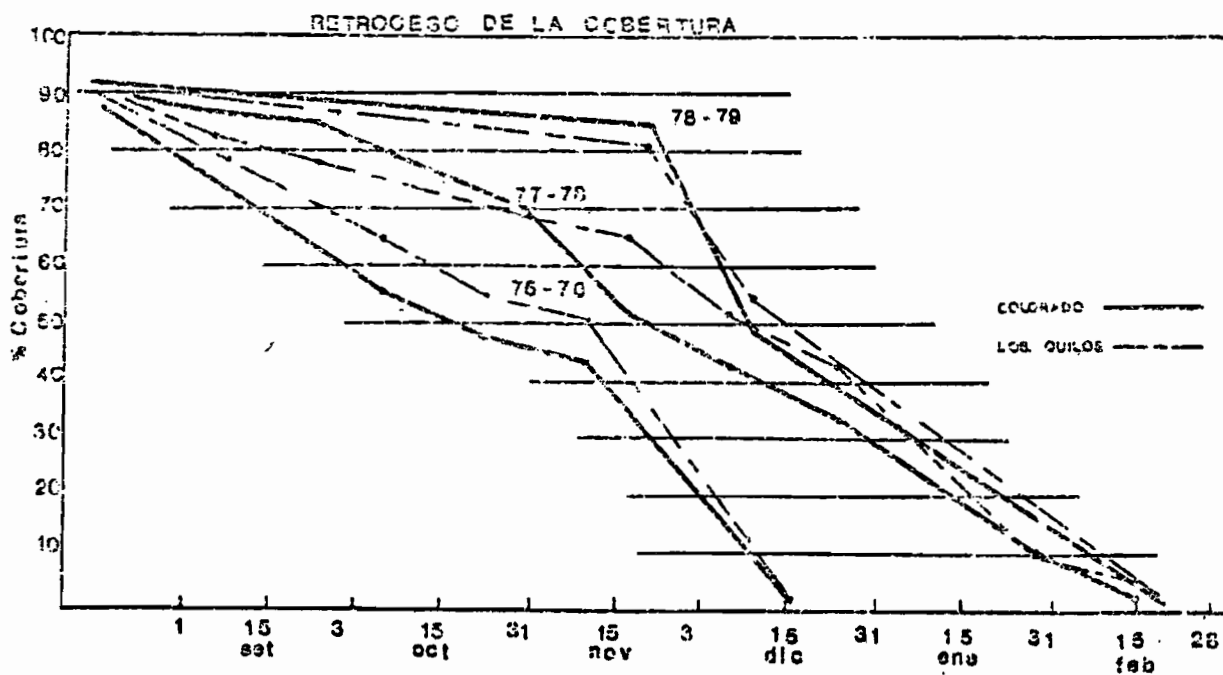
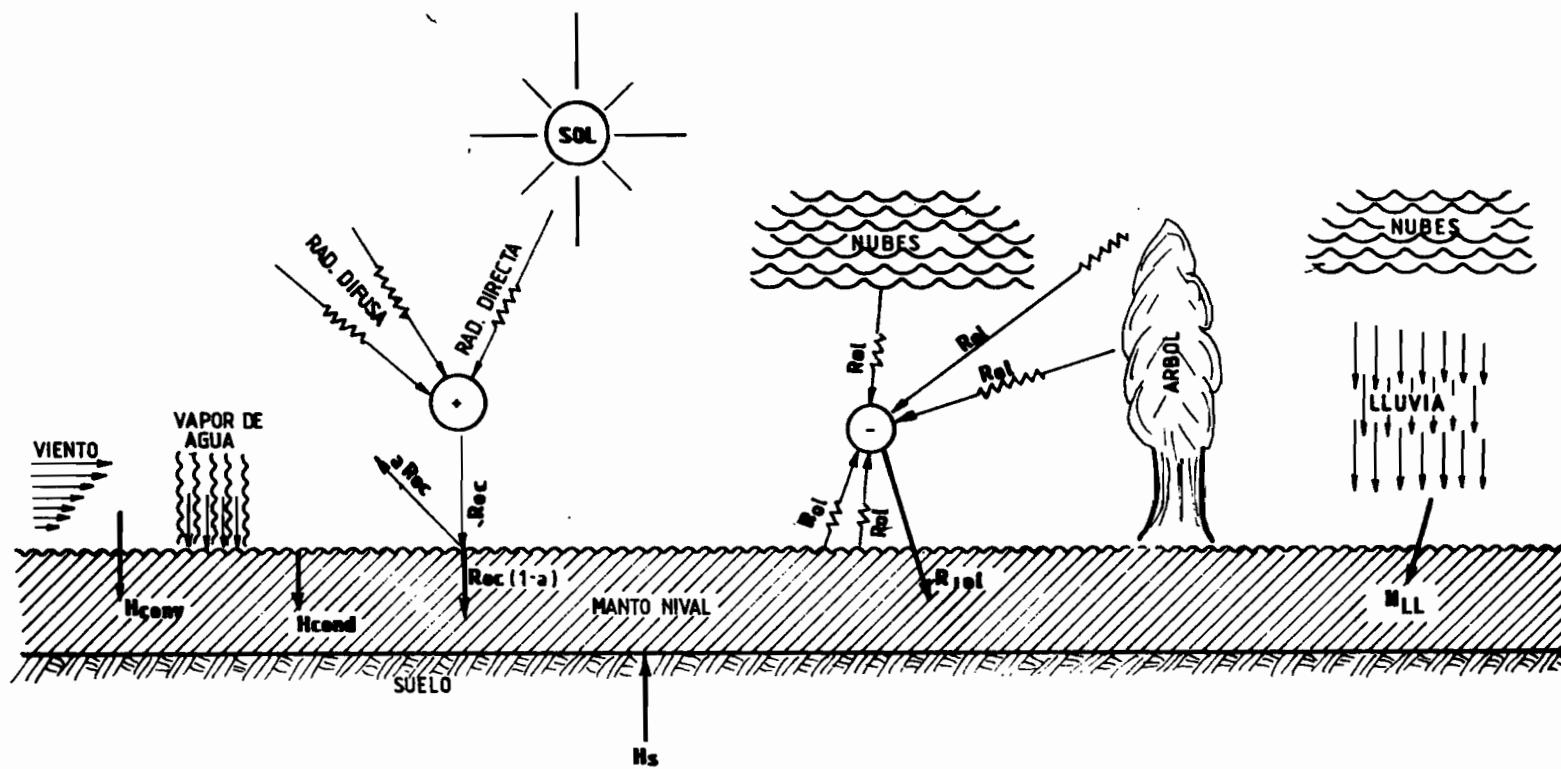


FIGURA 4. Retroceso de la cobertura de nieve (cuenca río Aconagua).

El eje de las abscisas corresponde a los días y meses de la temporada de deshielo. En las ordenadas se ha graficado la cobertura de nieve, calculada como porcentaje del área total de cada subcuenca.

FUENTE: ARAYA ETAL., 1983

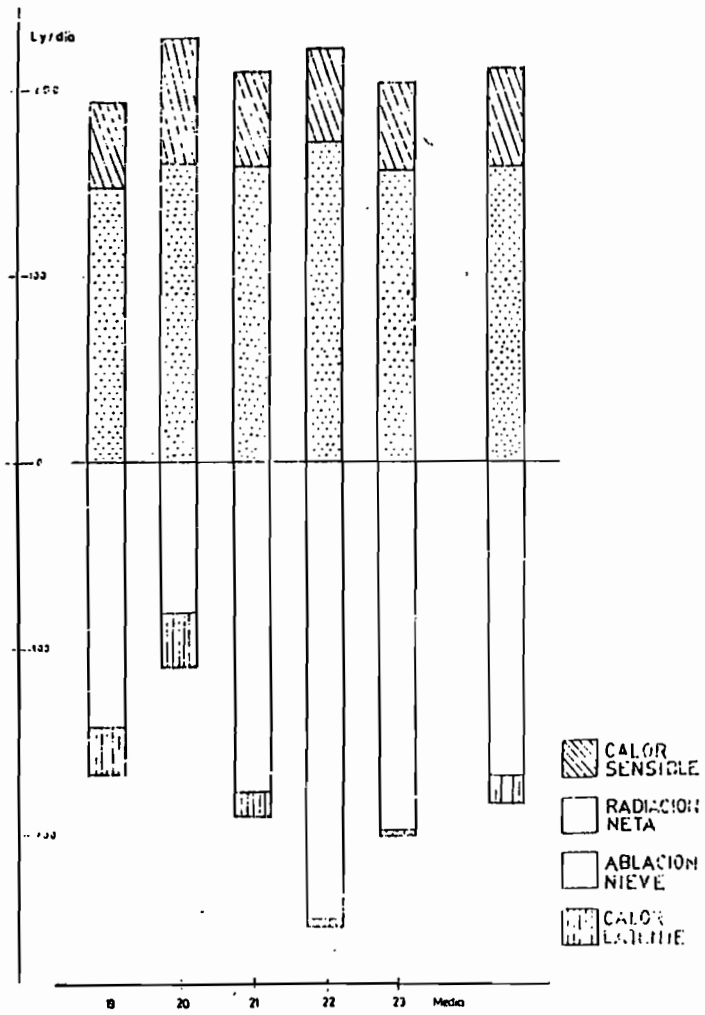
FIG. Nº 6 COMPONENTES DEL BALANCE DE ENERGIA EN LA NIEVE



$$H_T = H_{ROC}(1-a) + H_{IROL} + H_{CONV} + H_{COND} + H_s + H_{LL}$$

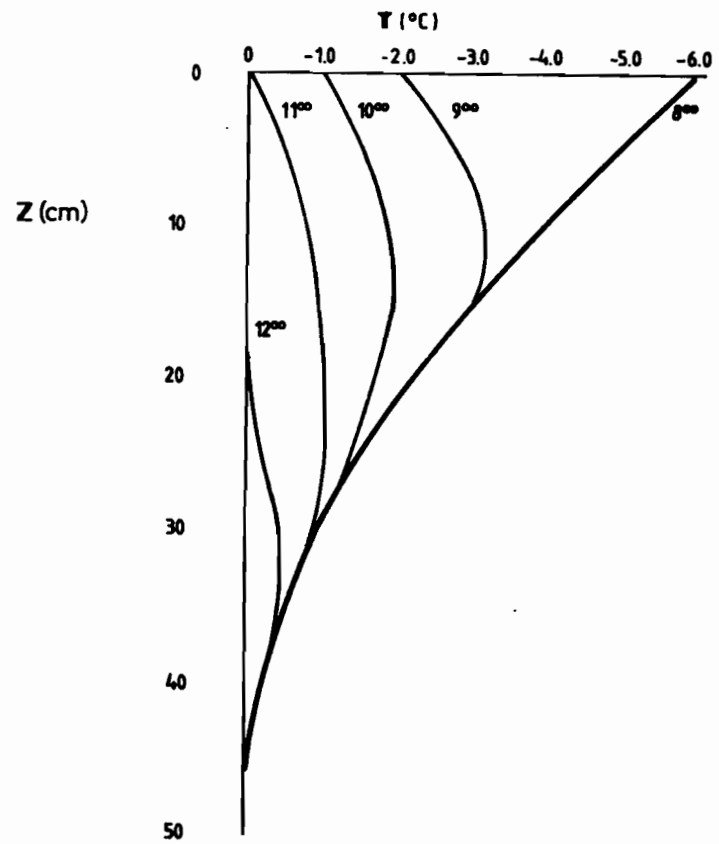
FIGURA N° 7

BALANCES DE ENERGIA: FEBRERO

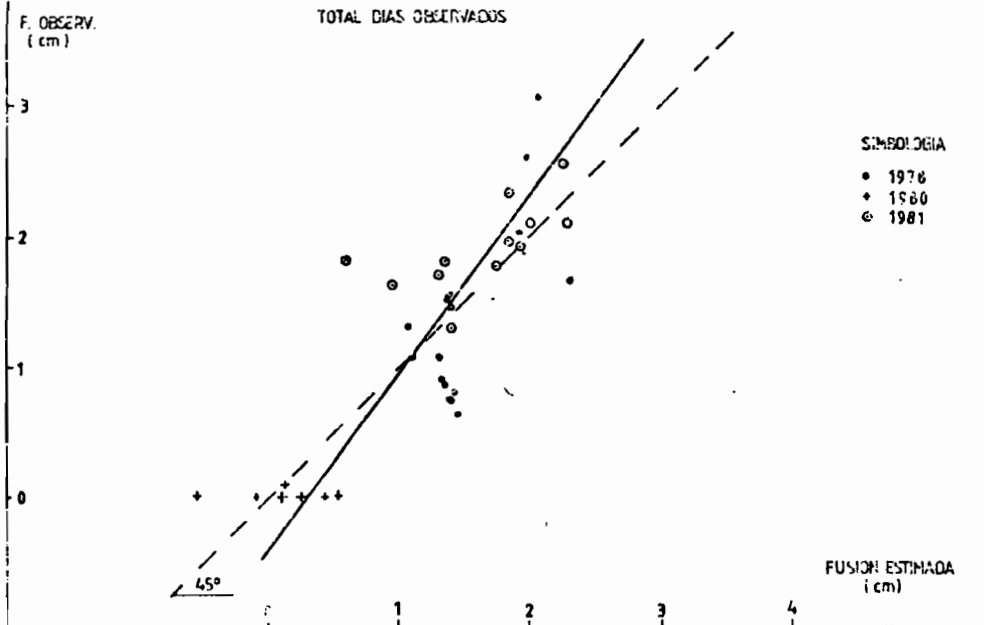


FUENTE: CUMDATA - DGA, 1978

PERFIL DE TEMPERATURAS
DIA 18/III



FUENTE: MEDICIONES GLACIAR ECHAURREN NORTE, INEDITO



SYMBOLOLOGIA
 • 1976
 • 1980
 ○ 1981

REGRESIONES SIMPLES

VAR. INDEP.	DIAS DESHEJADOS		TOTAL DIAS OBSERVADOS	
	r	r _{ajust.}	r	r _{ajust.}
BNET	0.650	0.839	0.863	0.859
BROC	0.775	0.759	0.806	0.800
TA	0.734	0.714	0.622	0.608
TMAX	0.637	0.608	0.507	0.485
PV	0.303	0.187	0.202	0.119
TA x V	0.703	0.681	0.596	0.581
PV x V	0.136	-0.207	0.292	0.245

BNET : Balance neto de radiación
 BROC : Balance de radiación de onda corta
 TA : Temperatura del aire
 TMAX : Temperatura máxima del aire
 PV : Presión de vapor
 V : Velocidad del viento

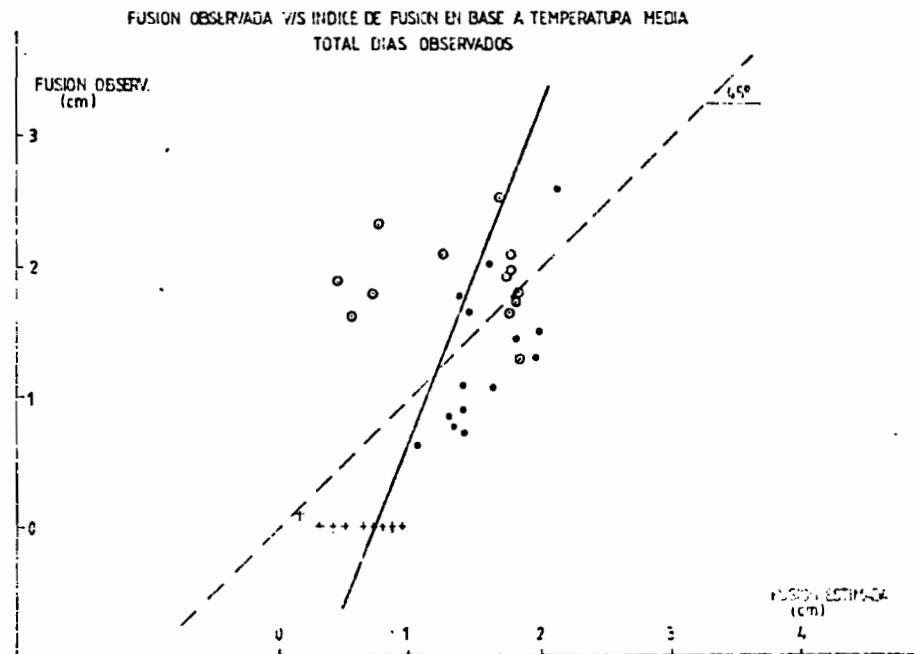
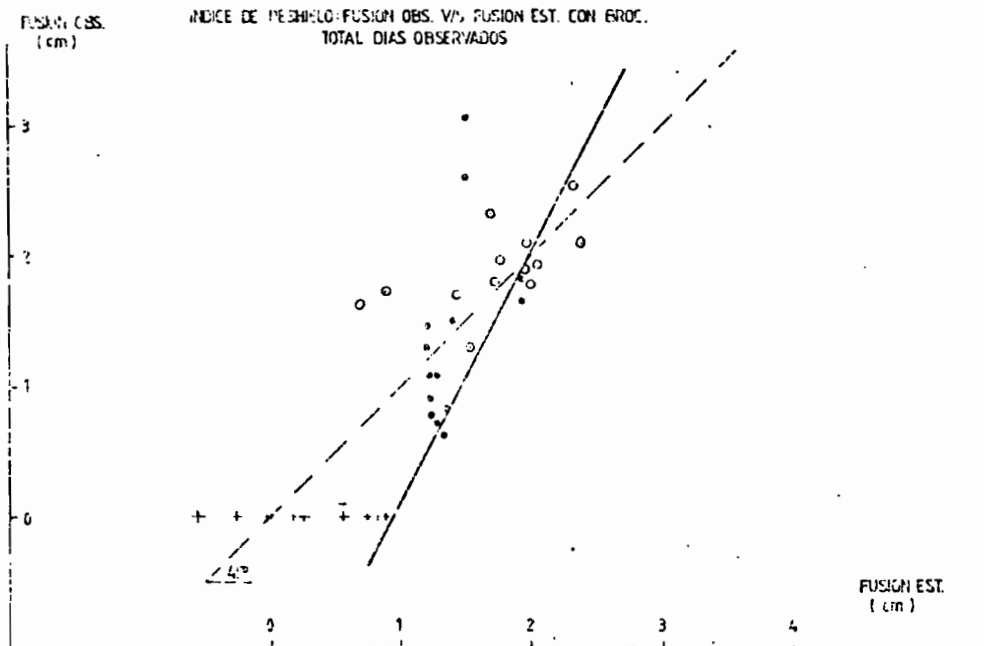


FIG. Nº 9

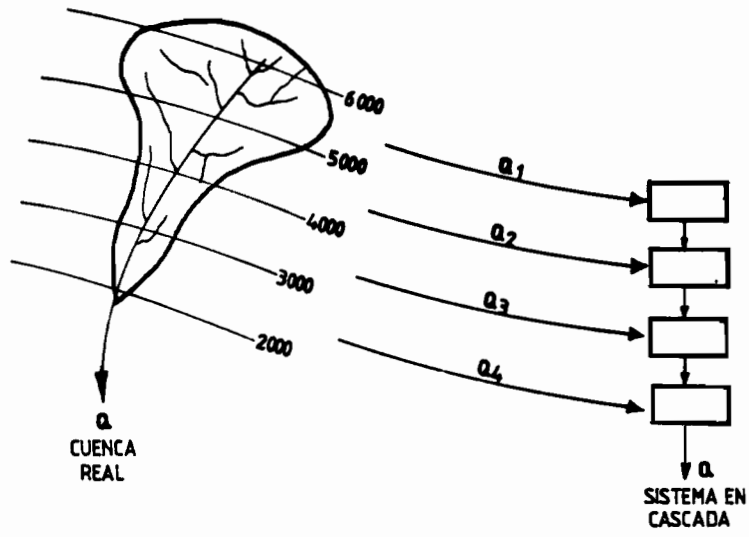
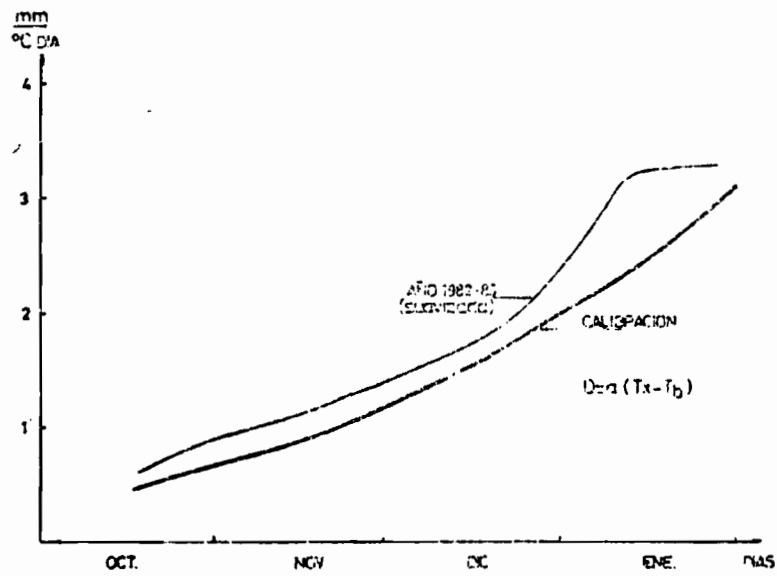
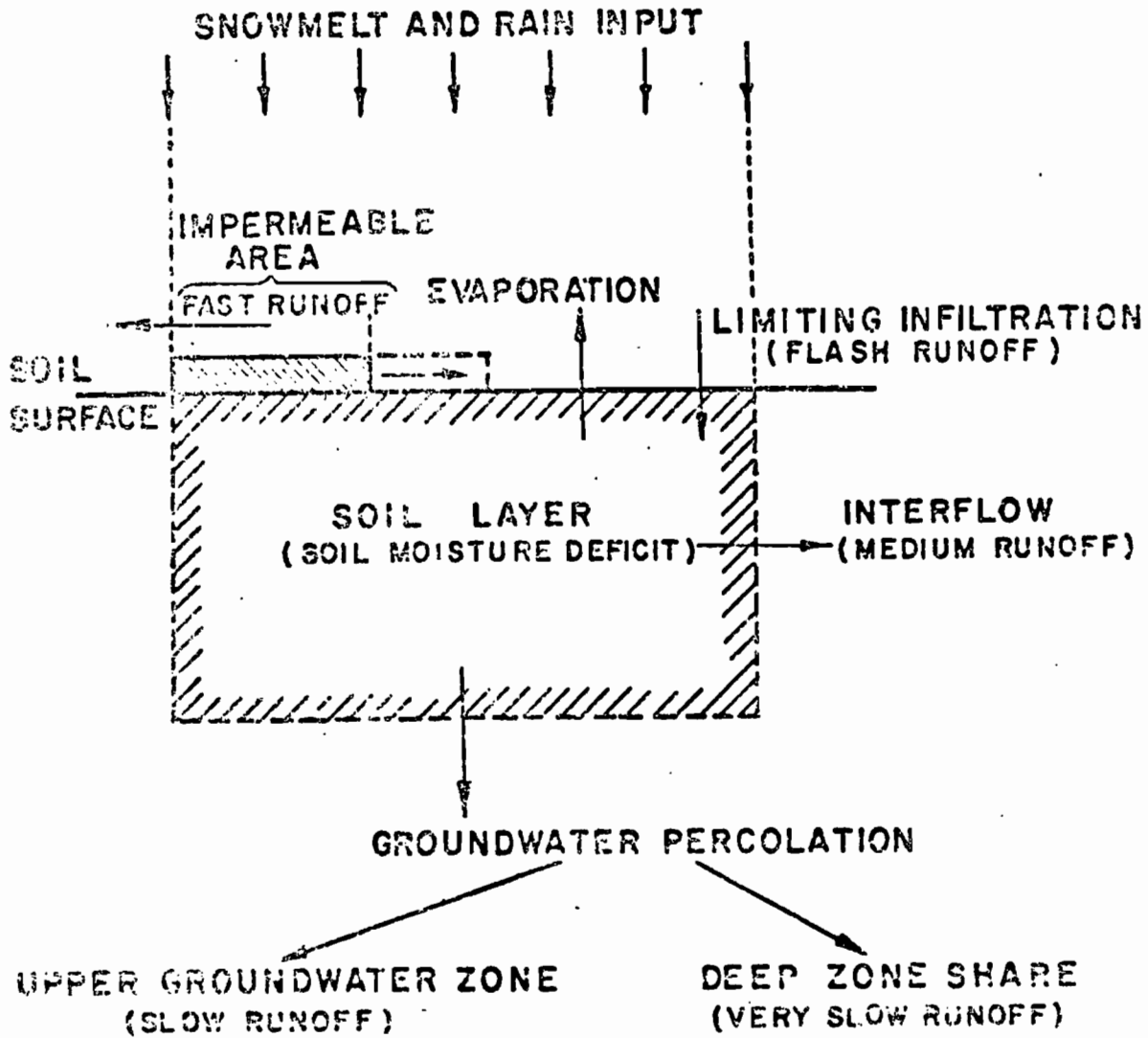


FIG. Nº 10

FACTOR GRADO-DÍA (α)





Model of Soil Layer and
Subdivision of Runoff Components

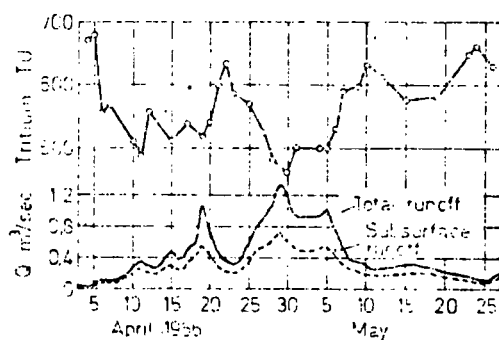


Figure 12 Proportion of subsurface flow in the total snowmelt runoff determined from tritium data

$$C_T Q_T = C_S Q_S + C_M Q_M$$

where

Q_T is the total runoff

Q_M is the meltwater runoff

Q_S is the subsurface runoff

C_T, C_M, C_S are the respective tritium concentrations.

By substituting $Q_M = Q_T - Q_S$, Equation 36 becomes -

$$Q_S = Q_T \frac{C_T - C_M}{C_S - C_M}$$

FUENTE : MARTINEC, 1976

FIG. N° 13

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

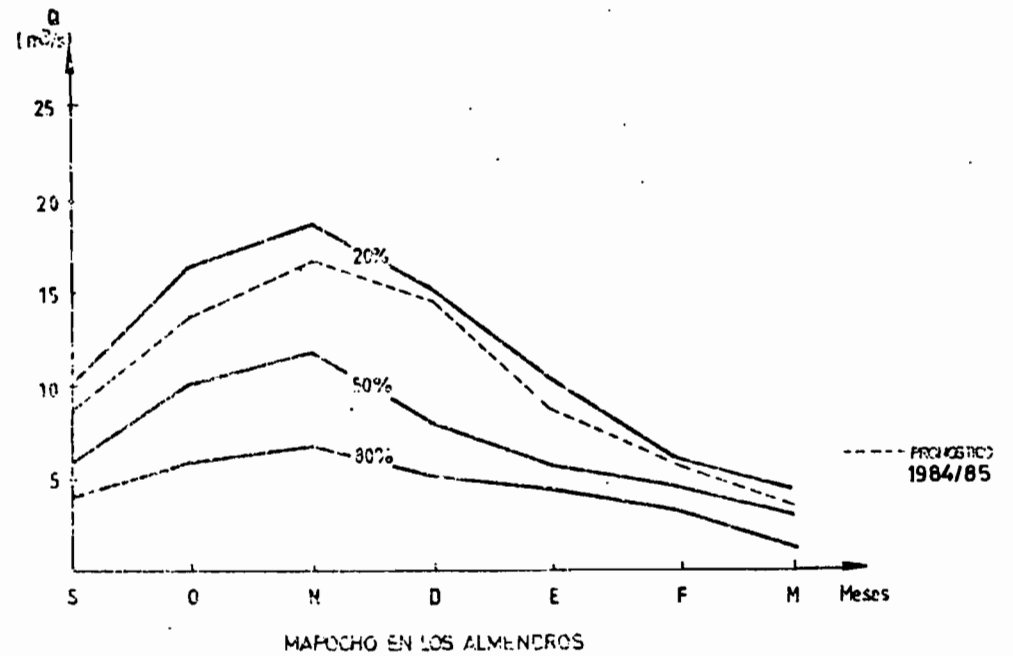
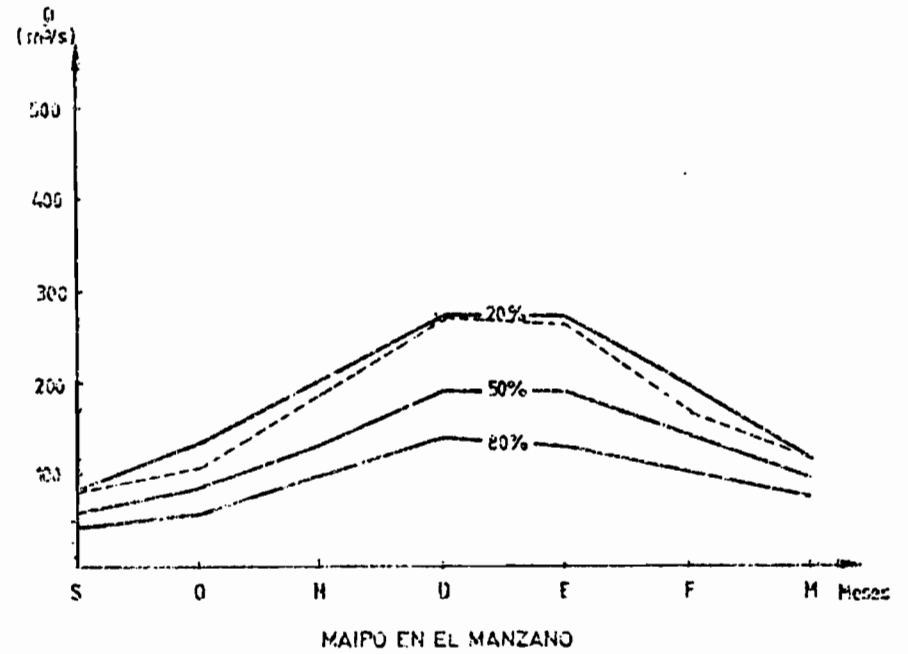
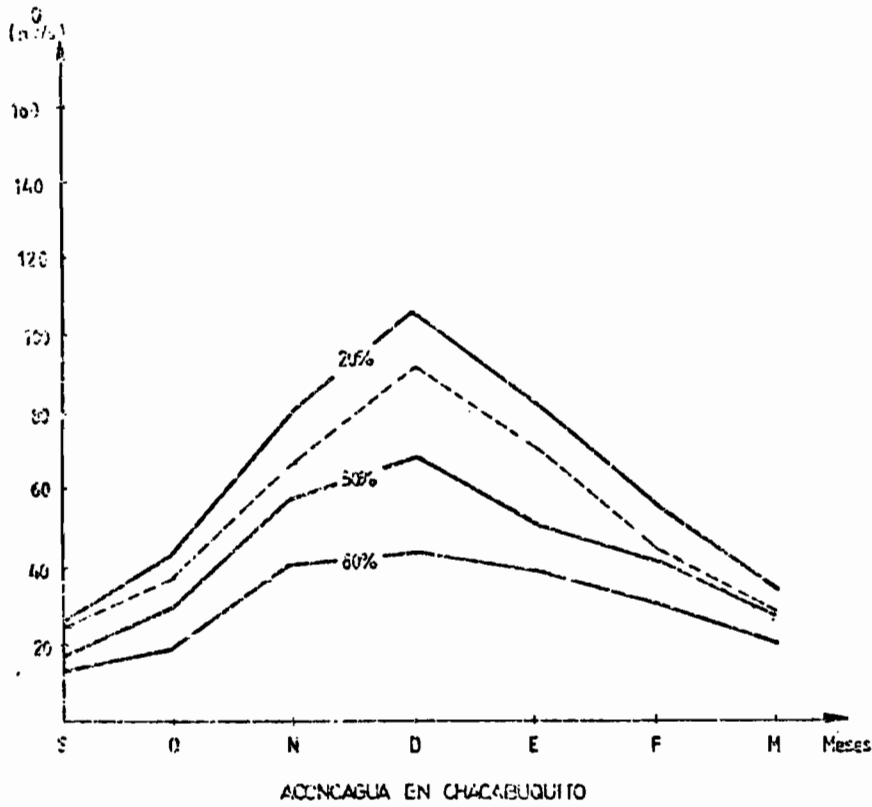
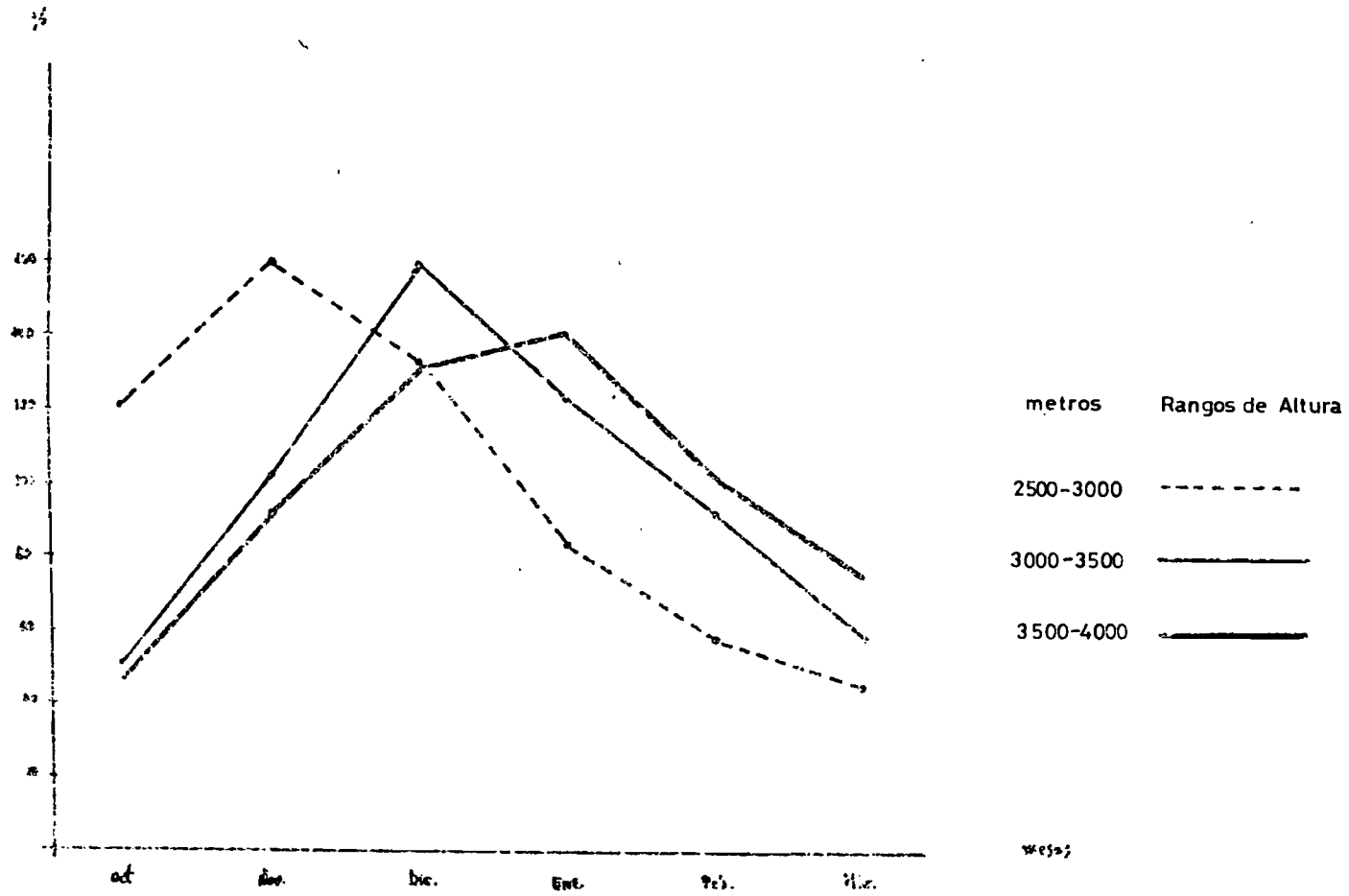


FIG 14

PORCENTAJES MENSUALES DE HIELO

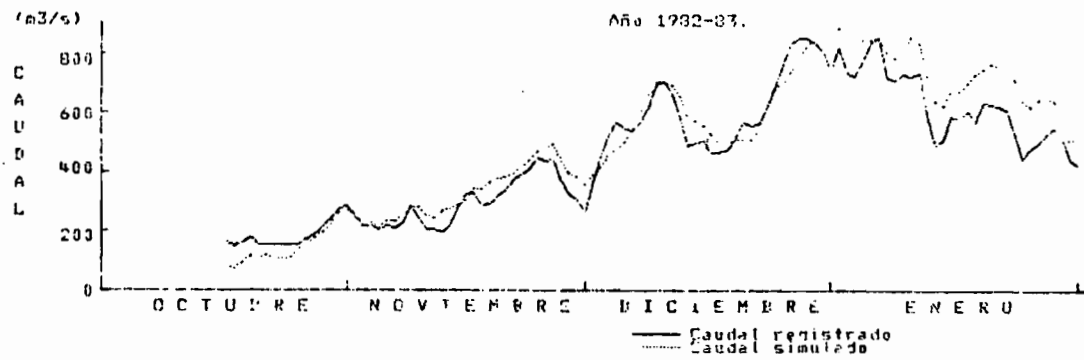
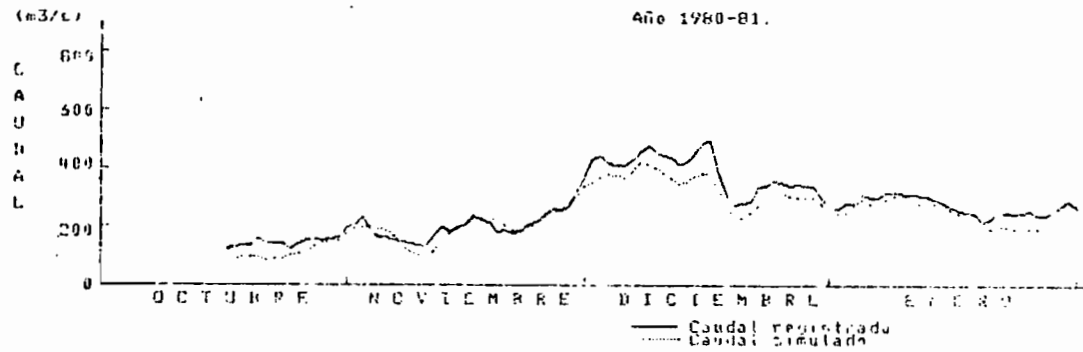


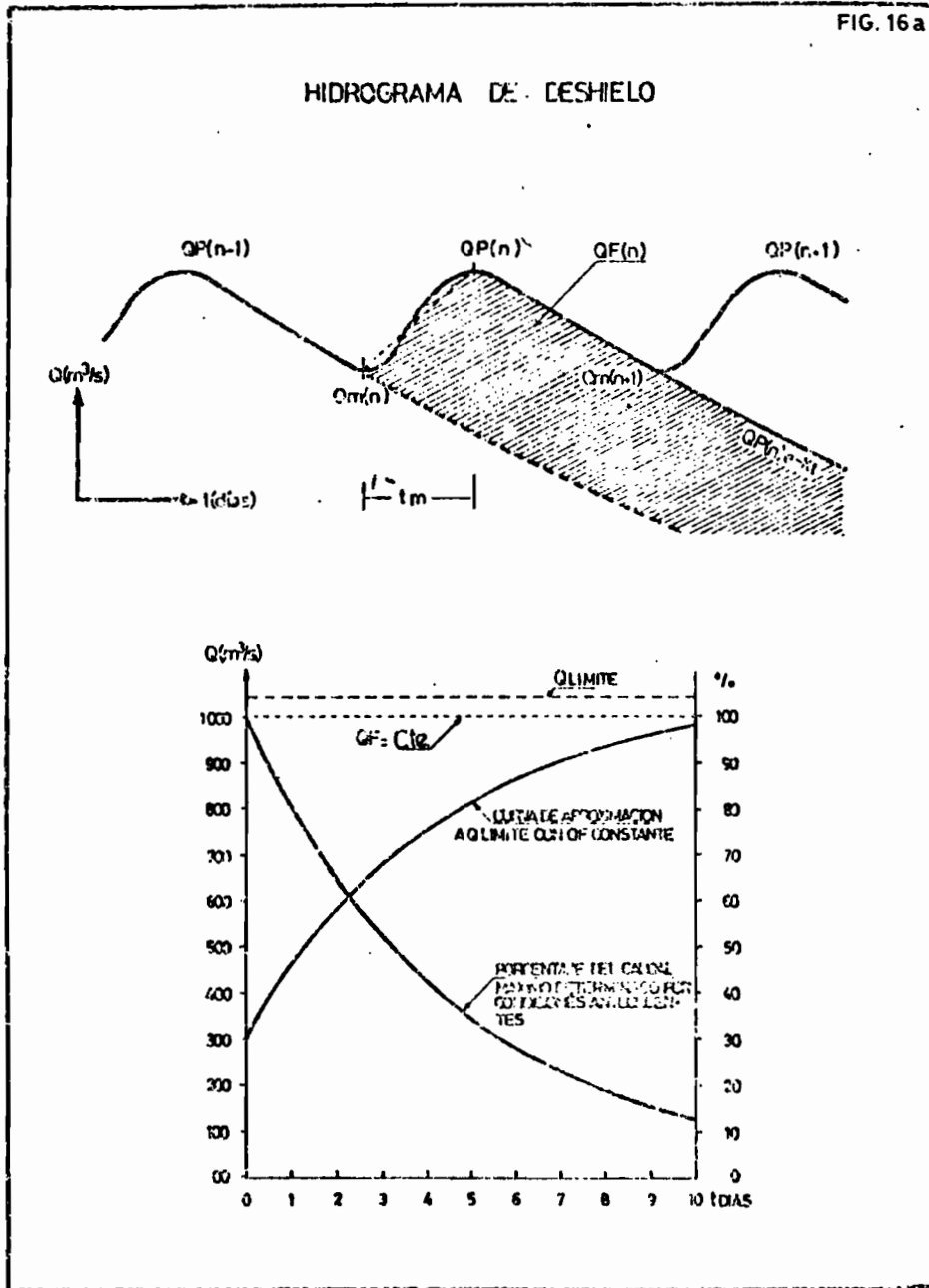
FUENTE: GARIN, 1979

FIG. N° 15

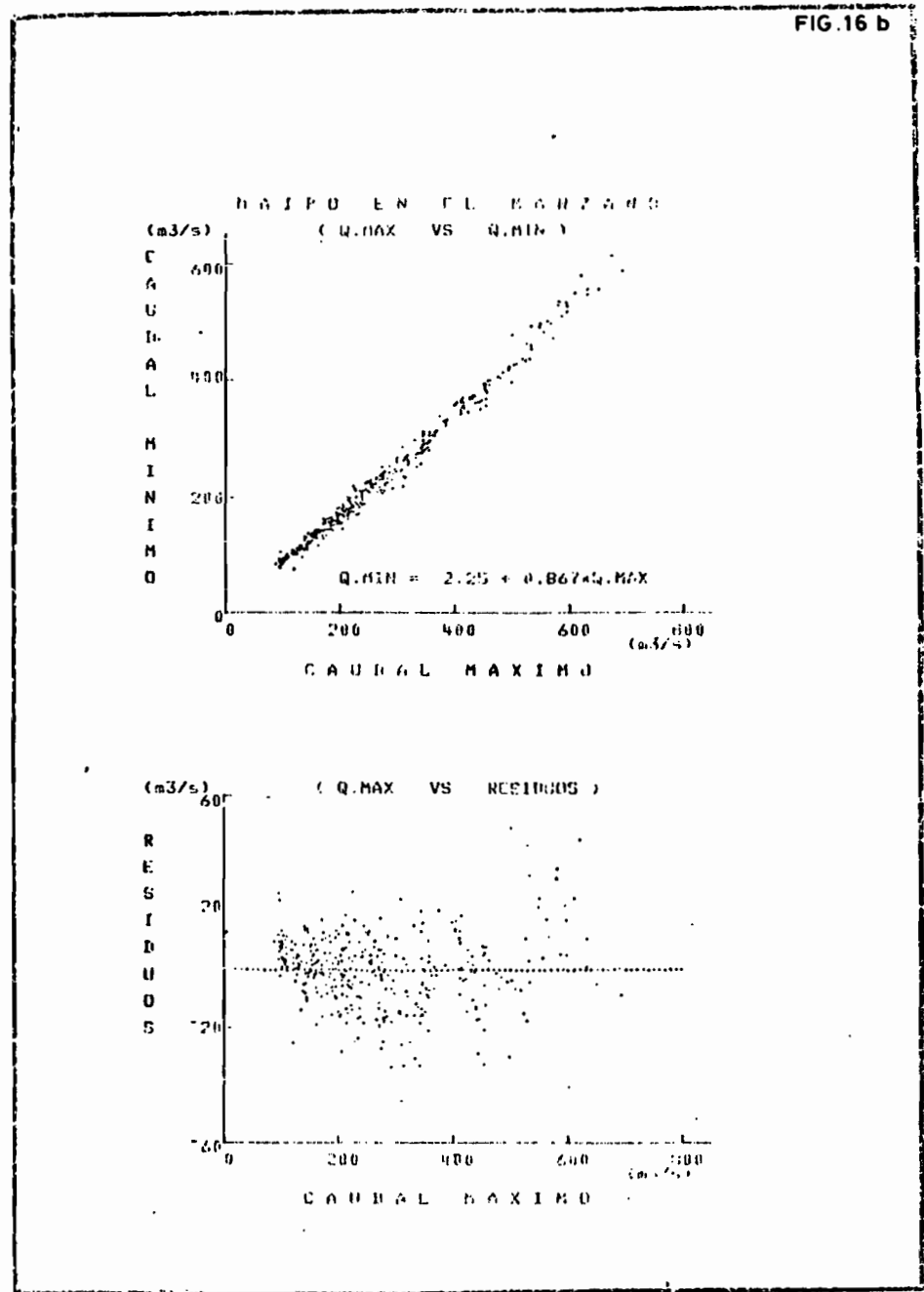
CAUDALES MEDIOS DIARIOS

MAIPO EN FL. MANZANO
Año 1980-81.





FUENTE: PEÑA Y NAZARALA, 1983



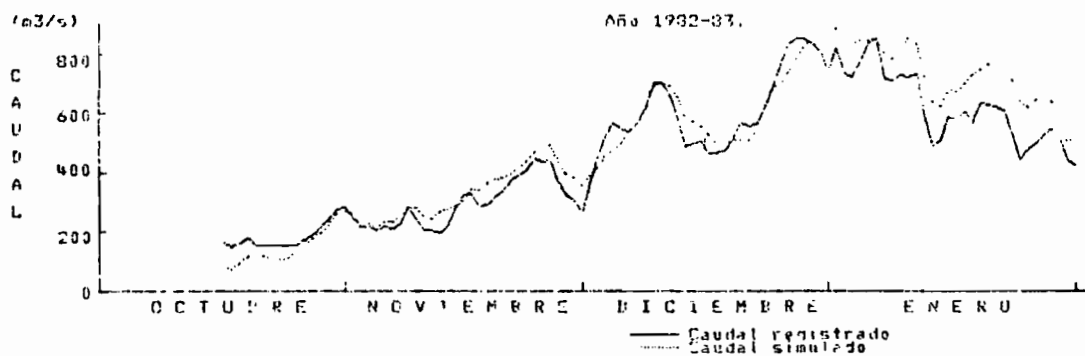
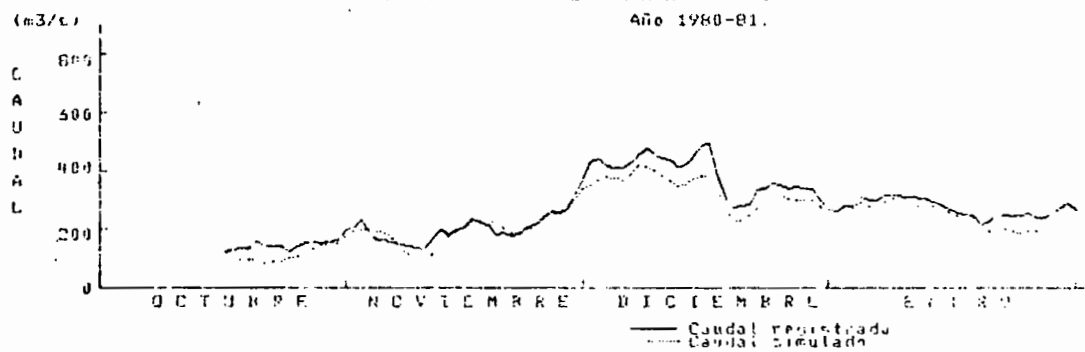
FUENTE: PEÑA Y NAZARALA, 1983

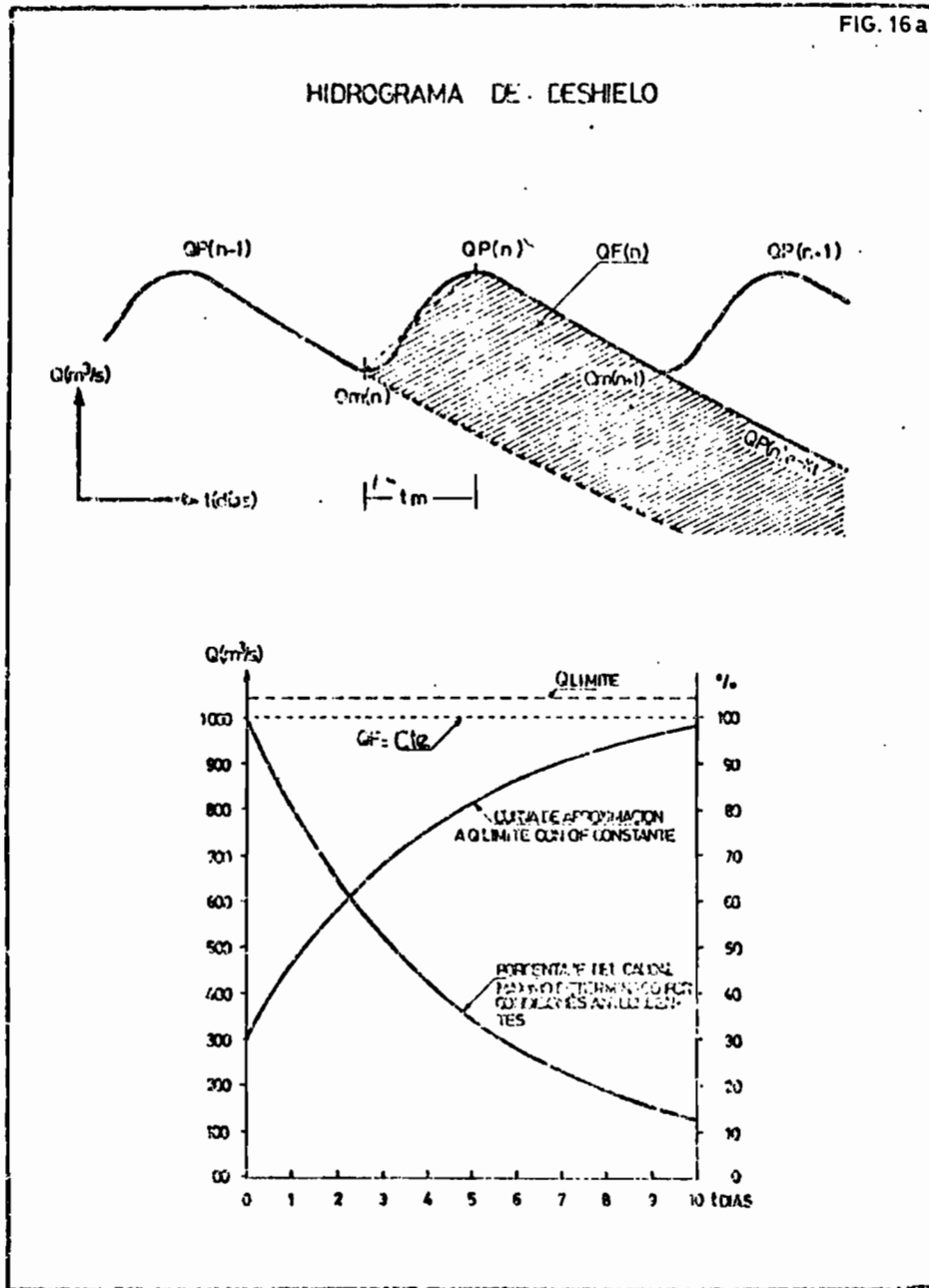
FIG. N° 15

CAUDALES MEDIOS DIARIOS

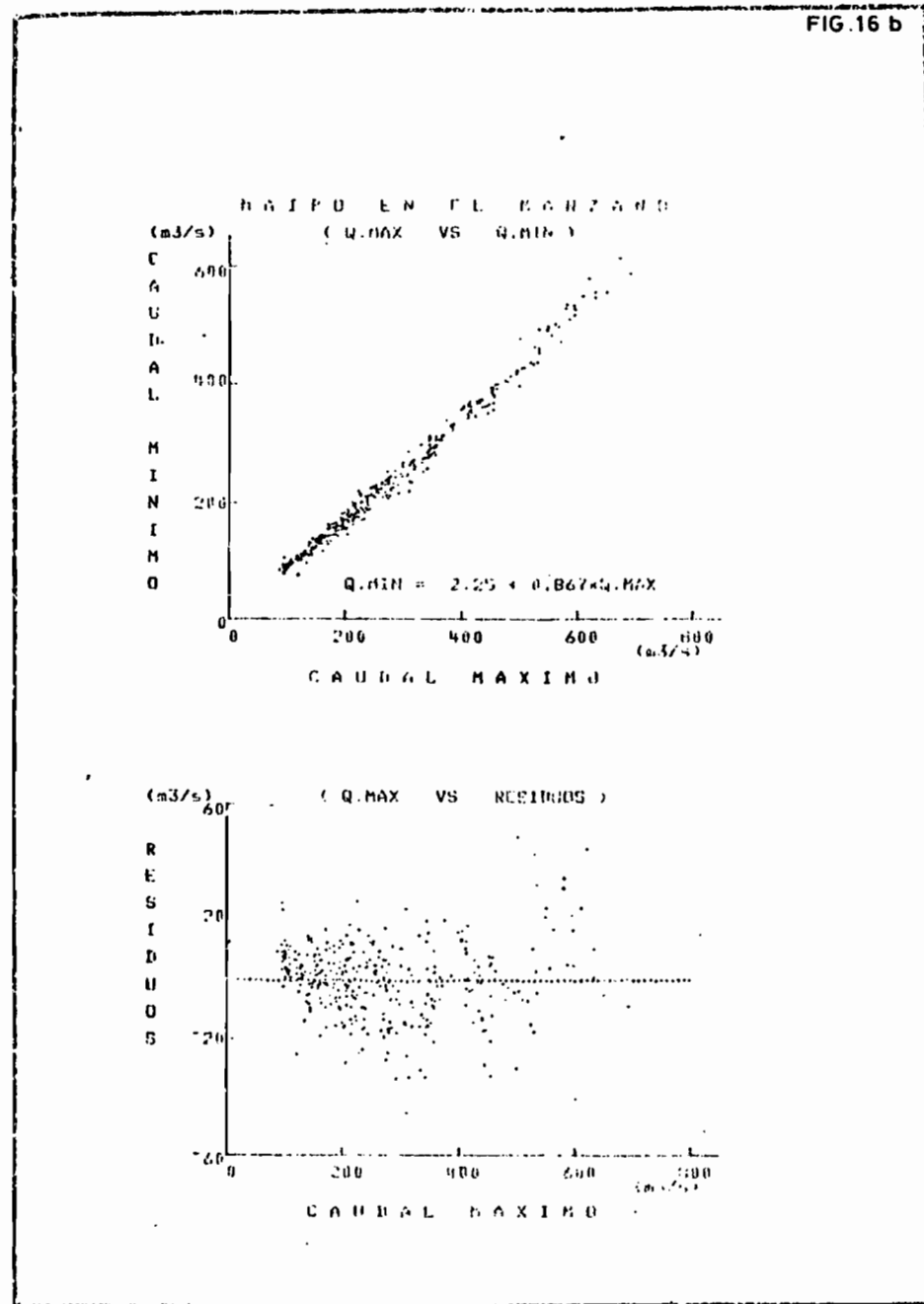
MAIPO EN FL. MANZANO

Año 1980-81.





FUENTE: PEÑA Y NAZARALA, 1983



FUENTE: PEÑA Y NAZARALA, 1983

CURSO: CONTAMINACION DE AGUAS EN SUS FUENTES
NATURALES

TEMA: LEGISLACION

EXP.: PATRICIO AGURTO TAPIA
ABOGADO
DEPARTAMENTO LEGAL
D. G.A.

NORMAS CONSTITUCIONALES Y ALGUNAS NORMAS LEGALES QUE TRATAN SOBRE CONTAMINACION DE AGUAS TERRESTRES.-

1.- CONSTITUCION POLITICA DE 1980.-

De los derechos y deberes Constitucionales.-

Artículo 19.- La Constitución asegura a todas las personas.

N° 8.- El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza.

La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente.

El Art. 20 de la Constitución estableció el recurso de protección cuando por actos u omisiones arbitrarias o ilegales una persona sufra privación, perturbación o amenaza que afecten al legítimo ejercicio de los derechos y garantías que se citen en dicha norma.

En tal caso puede recurrir por sí o por cualquiera persona a su nombre, sin formalidad alguna, a la Corte de Apelaciones respectiva para que se restablezca el imperio del derecho y asegure la debida protección al afectado.

Este recurso procede, entre otros casos, para proteger la garantía establecida en el N° 8 del Art. 19 citado, cuando el derecho allí garantido sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o a persona determinada.

2.- CODIGO DE AGUAS.-

Aprobado por DFL. N° 1.122 publicado en el Diario Oficial de 29/10/81.

Artículo 14, Inciso 2°: Derecho no consuntivo.- La extracción o restitución de las aguas se hará siempre en forma que no perjudique los derechos de terceros constituídos sobre las mismas aguas, en cuanto a su cantidad, calidad substancia, oportunidad de uso y demás particularidades.

Artículo 92: Prohíbese botar a los canales substancias, basuras, desperdicios y otros objetos similares, que alteren la calidad de las aguas.

Artículo 294: La construcción de embalses de una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de cinco metros de altura y los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo, requerirán la aprobación previa del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento de los artículos 130 y siguientes.

Artículo 295: La Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas.

Artículo 9° transitorio: Hasta que no se dicten las disposiciones legales referentes a la conservación y protección de las aguas, corresponderá a la Dirección General de Aguas aplicar la política sobre la materia y coordinar las funciones que, de acuerdo a la legislación vigente, correspondan a los distintos organismos y servicios públicos.

3.- D.F.L. N° 5 de 3/5/83 publicado en el Diario Oficial de 15/11/83.-

Fija texto refundido, coordinado y sistematizado del DFL. N° 34 de 1931 que legisla sobre la industria pesquera y sus derivados.

Artículo 43 Inciso 4°: Prohíbese, asimismo, introducir, directa o indirectamente en el mar, ríos, lagos o en cualquier otro cuerpo de agua, agentes contaminantes químicos, biológicos o físicos que puedan causar alteraciones a los recursos hidrobiológicos sin que previamente hayan sido neutralizados para evitar dichas alteraciones.

Artículo 46.- Labores de fiscalización: Las ejerce a través de sus funcionarios el Servicio Nacional de Pesca, la Armada de Chile y Carabineros de Chile.

Artículo 46.- Sanciones por infracciones a dicho cuerpo legal: Multas, comiso de los productos extraídos y de los elementos o instrumentos con los que se cometió la infracción; suspensión o caducidad de las autorizaciones otorgadas y clausura de los establecimientos, industriales o locales donde se hubiere sorprendido la infracción.

Artículo 48.- La infracción a lo dispuesto en el art. 43 inc. 4° será penada con multa de 10 a 200 UT. mensuales.

En este caso el Tribunal en la sentencia fijará el plazo dentro del cual el infractor neutralice los efectos contaminantes producidos. Si no lo hiciere dentro de dicho plazo el que puede ser prorrogado en casos calificados el Tribunal podrá aplicar una multa igual al doble de la impuesta como sanción y disponer la suspensión de las actividades hasta su cumplimiento.

Artículo 51.- Reincidencia: Se sancionan con el doble de la multa impuesta por la última infracción cometida.

Artículo 52.- Hay reincidencia cuando se comete una nueva infracción dentro del plazo de 2 años siguientes a la fecha en que quedó ejecutoriado el fallo judicial que condenó al infractor por la última infracción anterior cometida.

Artículo 55.- De estas infracciones conocen los Jueces de Policía Local.

Artículo 56.- Sin perjuicio de las sanciones señaladas el Tribunal podrá aplicar pena de prisión en cualquiera de sus grados, cuando:

- a) Se infringe lo dispuesto en el artículo 43 ya señalado.
- b) Cuando el infractor fuere reincidente. Si el infractor fuere reincidente tratándose de infracciones al art. 43 (ya indicado) la pena de prisión deberá ser aplicada por el Tribunal en sus grados medio a máximo.

Artículo 57.- El infractor que no pague las multas sufrirá por vía de sustitución y apremio un día de prisión por cada tres UT. mensuales de multa con un máximo de 60 días.

4.- DECRETO SUPREMO N° 315 DEL MINISTERIO DE SALUD DE FECHA 26/4/71. MODIFICADO POR DECRETO N° 431 DE 1975. DIARIO OFICIAL DE 3/11/75.-

Crea Comisión Nacional de Contaminación Ambiental. Publicación 14/5/71.

Para asesorar al Supremo Gobierno en la programación y coordinación de una política en todo lo relacionado con la contaminación ambiental de aire, suelo y agua.

Integrantes: Ministro de Salud (Presidente) y personeros de los Ministerios de Interior, Obras Públicas, Economía, Agricultura, Vivienda, - Odeplan; representantes del S.N.S., Municipalidades y Conycit.

Entre las labores más importantes que se le establecieron puede señalarse la de:

- a) Proponer programas de control de la contaminación ambiental.
- b) Revisar la legislación vigente sobre la materia y proponer un Código único que la concentre.
- c) Otra serie de facultades.

5.- DECRETO SUPREMO N° 78 DEL MINISTERIO DE SALUD. APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES MÍNIMAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. DE 9/2/83. PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DEL 21/10/83.

Establece las condiciones sanitarias y ambientales mínimas que deben cumplir los establecimientos industriales, talleres, locales comerciales de cualquier naturaleza, y, en general todas las empresas que desarrollen algún tipo de actividad laboral.

Corresponde a los Servicios de Salud fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y las del Código Sanitario que versan sobre la materia.

Artículo 11.- Las aguas servidas de carácter doméstico deberán ser conducidas al alcantarillado público, o en su defecto, su disposición final se efectuará por medio de sistemas o plantas particulares en conformidad a los reglamentos especiales vigentes.

Artículo 12.- No podrán conducirse a través de la misma red de desagües de aguas servidas sustancias inflamables o explosivas, aguas corrosivas, incrustantes o abrasivas, y en general, ninguna sustancia o residuo industrial susceptible de ocasionar perjuicio, obstrucciones o alteraciones que dañen canalizaciones internas y que den origen a un riesgo o daño para la salud de los trabajadores.

Artículo 13.- La acumulación y disposición final de residuos dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo deberá contar con autorización sanitaria cuando los residuos sean inflamables, explosivos o contengan alguno de los elementos o compuestos señalados a continuación:

Arsenico, Asbesto, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cianuro, - Compuestos organo clorados, Cromo, Fenoles, Manganeso, Mercurio, Nitratos, Nitritos, Níquel, Plomo, Selenio, Compuestos organo fosforados.

Artículo 44.- Sanciones: Las infracciones a las disposiciones del presente reglamento serán sancionadas por los Servicios de Salud en cuyo territorio se hubieren cometido, previa instrucción del respectivo Sumario en conformidad a lo establecido en el Libro X del Código Sanitario.

Derogó los Decretos Supremos 2.169 de 1952 de Salubridad; 762 de 1956 de Salud; 19 de 1976 de Salud.

6.- DECRETO LEY N° 3.557 DE 1980, ESTABLECE DISPOSICIONES SOBRE PROTECCION AGRICOLA. PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DEL 9/2/81. DEROGO LA LEY N° 9006 DE 9/10/48 SOBRE SANIDAD VEGETAL.-

Artículo 1°.- Corresponde al S.A.G. aplicar las normas contenidas en este cuerpo legal y las medidas técnicas procedentes, sin perjuicio de las atribuciones del Ministerio de Agricultura.

Artículo 11.- Los establecimientos industriales, fabriles, mineros y otros que manipulen productos susceptibles de contaminar la agricultura, deben adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas procedentes para evitar la contaminación.

Sin perjuicio de lo anterior tales empresas estarán obligadas a tomar las medidas tendientes a evitar la contaminación que fije el Presidente de la República por intermedio del Ministerio de Agricultura o de Salud Pública, según sea el caso, el cual deberá fijar un plazo prudencial para la ejecución de las obras.

En casos calificados el Presidente de la República podrá ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas industriales, fabriles, mineras y otras que lancen al aire humos, polvos o gases, que vacíen productos o residuos en las aguas, cuando se comprobare que con ello se perjudique la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales y animales.

Artículo 12.- Sin perjuicio de lo anterior el o los afectados por alguna fuente de contaminación derivada de las actividades laborales antes señaladas podrá demandar ante el Juez de Letras del lugar en que se encuentran el o los predios afectados, las medidas tendientes a evitar la fuente contaminante, como asimismo, la correspondiente indemnización de perjuicios.

En casos graves de contaminación el Juez pondrá los antecedentes en conocimiento del Ministro de Agricultura.

Artículo 13.- El Decreto Supremo que ordena la paralización, en los casos de los arts. 11 y 12 podrán reclamarse ante la Corte de Apelaciones dentro de 10 días desde su publicación en el Diario Oficial.

Normas idénticas a las contenidas en la Ley 9006 a la que derogó.

Derogó las Leyes 4.613, 6.482, 9006 y 15.703.

7.- DECRETO LEY N° 2.050 DE 1977. CREA EL SERVICIO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS. DIARIO OFICIAL 15/12/77.

Artículo 3°.- Corresponde la planificación, control, etc., de obras y servicios de agua potable y alcantarillado; control, tratamiento y eliminación de residuos líquidos industriales tanto en zonas urbanas como rurales, sin perjuicio de las atribuciones que el Código Sanitario confiere a la autoridad sanitaria.

Corresponde hoy día al Sencos la aplicación de la Ley 3.133 y también a la Dirección General de Aguas en virtud de lo dispuesto en el art. 9° transitorio del Código de Aguas.

8.- DECRETO LEY N° 2.222 DE 1978. SUSTITUYE LA LEY DE NAVEGACION DE 3/7/1878. DIARIO OFICIAL DEL 31/5/78. TITULO IX. DE LA CONTAMINACION. PARRAFO I DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTANCIAS NOCIVAS.-

Artículo 142.- Se prohíbe absolutamente arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que ocasionen daños o perjuicios, en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional y en puertos ríos y lagos.

La Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante y sus autoridades y organismos dependientes tienen la misión de cautelar el cumplimiento de esta prohibición y, a este efecto, deberán:

1) Fiscalizar y hacer cumplir las normas.

En general, es aplicable al derrame de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el mar. Sea por naves o artefactos navales, haciéndose responsables a dueños de las naves o artefactos navales, armadores u operadores de los navíos.

9.- DECRETO SUPREMO N° 735 DE SALUD DE 7/11/69 PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DEL 19/12/69. REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO.

Artículo 8°.- Señala los límites de las concentraciones de sustancias o elementos químicos que puede contener el agua para consumo humano.

Arsénico, Bario, Cadmio, Fluor, Plomo, Selenio y otros.

10.- DECRETO SUPREMO N° 10 DE SALUD. DIARIO OFICIAL DEL 20/2/84.-

Se reemplaza el art. 8° señalándose en el nuevo Art. 8° que el agua destinada al consumo humano no debe contener elementos o sustancias químicas en concentraciones totales mayores que las que allí se indican.

	mg/litro
Arsénico	0,05
Cobre	1,0
Hierro	0,3
Magnesio	125
Manganeso	0,10
Nitratos	10
Plomo	0,05
Residuos sólidos filtrables	1000
Sulfato	250
Zinc	5,0

11.- LEY N° 3133 DE 1916 SOBRE NEUTRALIZACION DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. DIARIO OFICIAL DEL 7/9/1916.-

Hoy corresponde velar por su aplicación al SEMDOS en virtud de lo dispuesto en el D.L. 2.050 de Diciembre de 1977 y a la Dirección General de Aguas en virtud de lo preceptuado en el art. 9° transitorio del Código de Aguas.

Artículo 1°.- Prohibición de vaciar residuos en cauces naturales o artificiales.

Reglamento para la aplicación de dicha Ley. Decreto Supremo N° 2491 de 13 del 11 de 1916. Diario Oficial 30/11/1916 del Ministerio de Industrias. (Ver ambos cuerpos legales en apéndice del Código de Aguas).

12.- CODIGO SANITARIO. APROBADO POR DFL. N° 725 DEL MINISTERIO DE SALUD. DIARIO OFICIAL DE 31/1/68. LIBRO III. DE LA HIGIENE Y SEGURIDAD DEL AMBIENTE Y DE LOS LUGARES DE TRABAJO.-

Artículo 71, letra b) 72, 73 S.N.S. aprueba proyectos relativos a construcción, reparación, etc., de obras destinadas a evacuación, tratamiento y disposición final de aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales y mineros.

13.- D.F.L. N° 208 DE 21/7/53 DIARIO OFICIAL DEL 3/8/53 DE HACIENDA. CREA EL CONSEJO CONSULTIVO DE PESCA Y CAZA Y DICTA NORMAS DE FOMENTO DE LAS ACTIVIDADES PESQUERAS.

Lo preside el Ministro de Agricultura y en su ausencia el Director General de Pesca y Caza.

Artículo 8°.- Vigente.

Queda prohibido arrojar al mar, río y lagos los residuos o lavados de las industrias agrícolas, fabriles o mineras que pueden ser nocivos a la vida de los peces o mariscos, sin que previamente hayan sido purificados o diluïdos.

En tal prohibición quedan comprendidos, entre otros, el aserrín de la explotación maderera, los residuos fabriles y los relaves de los establecimientos mineros, los que tampoco podrán depositarse en lugares en que puedan ser arrastrados por el mar, ríos o lagos, o por el escurrimiento de las aguas.

14.- DECRETO SUPREMO N° 655 DEL MINISTERIO DEL TRABAJO PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DEL 7/3/ 1941. APRUEBA REGLAMENTO SOBRE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIALES. (PESE A SU ANTIGUEDAD LOS ARTICULOS QUE SE CITARAN ESTAN VIGENTES)

Artículo 1°.- El presente Reglamento establece las condiciones generales de higiene y seguridad que deben reunir los establecimientos industriales, comerciales de cualquiera naturaleza y faenas en general.

Artículo 13.- Las aguas servidas de carácter doméstico de las fábricas, establecimientos industriales, locales de trabajo y habitaciones o dependencias anexas deberán ser conducidas al alcantarillado público, o en su defecto, su disposición final se efectuará por medio de sistemas o plantas particulares, en conformidad a los Reglamentos especiales vigentes o que se dicten en el futuro sobre la materia.

Artículo 14.- La eliminación de las basuras y desperdicios y de los productos residuales resultantes de los diversos procesos industriales, ya sean de carácter orgánico o inorgánico, sólidos o líquidos, putrescibles o imputrescibles, deberá efectuarse en forma y condiciones que determinen las leyes y reglamentos especiales vigentes o que se dicten en el futuro sobre la materia.

Artículo 15.- En ningún caso podrán incorporarse en los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas o embalses o en masas o en cursos de agua en general, las aguas servidas de origen doméstico, los residuos o relaves industriales o las aguas contaminadas resultantes de manipulaciones químicas o de otra naturaleza, sin ser previamente sometidas a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriban en cada caso los Reglamentos sanitarios vigentes o que se dicten en el futuro al efecto.

Artículo 16.- En ningún caso se podrá arrojar a los cursos o masas de agua en general, las materias sólidas que puedan provenir de los establecimientos industriales o locales de trabajo en general, ni las semillas perjudiciales a la agricultura.

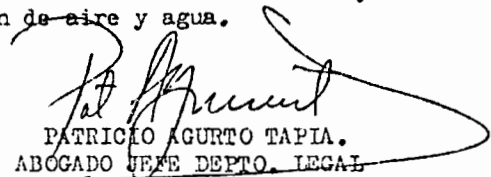
Artículo 17.- No podrán conducirse a los alcantarillados los desperdicios de cocina, cenizas, sustancias inflamables o explosivas, - aguas ácidas, escapes de vapor y, en general ninguna sustancia o residuo industrial susceptible de ocasionar perjuicios u obstrucciones, dañar las canalizaciones o dar origen a un peligro o molestia para la salubridad pública, sin la autorización de la Dirección General de Sanidad, y en los casos en que esta autorización sea concedida, sólo podrá verificarse en la forma y condiciones que al efecto se prescriban.

Artículo 18.- Se tendrán por industrias insalubres aquellas cuyos residuos sólidos, líquidos o gaseosos sean nocivos a la salud, en razón de contaminar o viciar el aire, el agua o la tierra, con sustancias susceptibles de originar enfermedades en los hombres o en los animales, causar en ellos un debilitamiento orgánico o fisiológico o de crear un medio ambiente insalubre, ofensivo o notablemente incómodo.

Artículo 19.- Sin perjuicio de las alteraciones, agregaciones o supresiones que pudiere acordar el Presidente de la República, previo informe de la Dirección General del Trabajo, se considerarán industrias insalubres para todos los efectos de las leyes y reglamentos especiales vigentes o que puedan dictarse en el futuro que a ellas se refieran, las faenas y los establecimientos fabriles, mineros, metalúrgicos o comerciales que a continuación se expresan, con indicación de la causal de insalubridad.

Nº 15.- Fundición de metales en general. Contaminación del aire.

Nº 23.- Establecimientos de lavado - beneficio - trituración y elaboración de minerales . Contaminación de aire y agua.


PATRICIO AGURTO TAPIA.
ABOGADO JEFE DEPTO. LEGAL

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS



3 5617 00003 8216