

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA**

**ANALISIS CRITICO DE LA RED
FLUVIOMETRICA NACIONAL**

RED DE CALIDAD DE AGUAS

III, IV y V REGION

Octubre 1983

bf ingenieros civiles

EQUIPO PROFESIONAL

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

SUB-DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Director General de Aguas	:	Ing. Eugenio Lobo
Jefe Departamento	:	Ing. Enrique García
Jefe Sub-Departamento	:	Ing. Humberto Peña
Inspección Fiscal	:	Ing. Raúl Merino (Jefe)
	:	Ing. Reggina Cabrera

BF INGENIEROS CIVILES

Jefe de Proyecto	:	Ing. Patricio Ferrer
Profesionales	:	Ing. Jorge Castillo
	:	Quím. Ana María Sancha
	:	Ing. (Egr.) María Teresa Peralta
Dibujante	:	María Angélica Ortega
Dactilografía	:	Lidia Araya
	:	Lili Valle

INDICE

Pág.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.	INTRODUCCION	1
	1.1. Objetivos	1
	1.2. Metodología	1
2.	CRITERIOS GENERALES SOBRE REDES DE CALIDAD DE AGUAS	4
	2.1. Generalidades	4
	2.2. Jerarquización de las estaciones de muestreo que conforman una red	4
	2.3. Parámetros que se deben medir en una red de calidad de aguas	6
	2.4. Frecuencia de recolección de muestras	7
	2.5. Ubicación de las estaciones de una red primaria	9
	2.6. Técnicas de muestreo y análisis	12
	2.6.1. Muestreo y análisis	12
	2.6.2. Análisis en terreno y preservación de muestras	13
	2.6.3. Control de calidad analítica	17
	2.7. Costos de análisis	17
3.	ANALISIS CRITICO DE LA RED ACTUAL DE CALIDAD DE AGUAS	21
	3.1. Generalidades	21
	3.2. III Región	22
	3.2.1. Hoya del río Salado de Chañaral	22
	3.2.2. Hoya del río Copiapo	23
	3.2.3. Salar de Maricunga	28
	3.2.4. Laguna Verde	29
	3.2.5. Salar de Pedernales	29
	3.2.6. Laguna del Negro Francisco	30
	3.2.7. Hoya del río Huasco	32
	3.3. IV Región	36
	3.3.1. Hoya del río Elqui	36
	3.3.2. Hoya del río Limarí	42
	3.3.3. Hoya del río Choapa	50
	3.3.4. Hoya del río Quilimarí	53

	<u>Pág.</u>
3.4. V Región	54
3.4.1. Hoya del río Petorca	54
3.4.2. Hoya del río La Ligua	56
3.4.3. Hoya del río Aconcagua	57
4. PROPOSICION DE LA RED PRIMARIA DE CALIDAD DE AGUAS	67
4.1. Generalidades	67
4.2. Estaciones de muestreo	67
4.2.1. Hoya del río Copiapó	67
4.2.2. Hoya del Salar de Maricunga	68
4.2.3. Hoya del río Huasco	69
4.2.4. Hoya del río Elqui	69
4.2.5. Hoya del río Limarí	71
4.2.6. Hoya del río Choapa	73
4.2.7. Hoya del río Quilimarí	74
4.2.8. Hoya del río Petorca	74
4.2.9. Hoya del río La Ligua	75
4.2.10. Hoya del río Aconcagua	75
4.2.11. Resumen de la red de calidad de aguas propuesta	77
4.3. Parámetros a analizar	81
4.4. Frecuencia de muestreo y costo de operación	82
5. EVOLUCION FUTURA DE LA RED	84
6. BIBLIOGRAFIA	86

ANEXO

- FRECUENCIA ANUAL DE MUESTREO POR PARAMETRO.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

i) Red existente.

La red existente de calidad de aguas de las Regiones III, IV y V del país está constituida por 194 estaciones de muestreo regulares que presentan una buena frecuencia de información y 207 puntos de muestreo ocasionales, en que los muestreos son muy esporádicos. Su distribución por región y por hoya se muestra en la Tabla I.

T A B L A I

Número de estaciones de muestreo regulares y puntos de muestreo ocasionales de la red de calidad de aguas existente.

Región	Hoya	Estaciones de muestreo regulares	Puntos de muestreo ocasionales
III	Copiapó	17	47
	Salado de Chañaral	0	15
	Salar de Maricunga	6	8
	Laguna Verde	0	1
	Salar de Pedernales	0	5
	Laguna del Negro Francisco	1	3
	Huasco	11	33
IV	Elqui	32	14
	Limarí	45	32
	Choapa	13	22
	Quilimarí	1	3
V	Petorca	5	3
	La Ligua	11	8
	Aconcagua	52	13
Total		194	207

La ubicación de las estaciones de la red existente en cada hoya, es el indicado en el Plano 3 de este estudio.

Estas estaciones dan una buena cobertura espacial, en general, salvo algunas cuencas en que es excesiva.

Respecto a la frecuencia anual de información, ésta no sigue ningún patrón establecido.

Por este motivo no fue posible detectar la variación temporal de la calidad del agua, pudiendose sólo establecer algunos patrones de variación espacial.

El análisis de toda la información existente sobre la calidad físico-química existente, para cada una de las hoyas de estas tres Regiones en estudio, indica que el agua presenta, en general, algún grado de salinidad con problemas importantes en algunos cursos de presencia de arsénico, boro, cobre y fierro. Esto hace que el agua de estos cursos, en algunos casos, no sea apta para usos consuntivos.

ii) Red propuesta.

La red propuesta de calidad de aguas incluye estaciones base y estaciones impacto operadas, ambas, permanentemente.

Las estaciones base tienen por objeto determinar la calidad del agua en su estado natural, para utilizarla como patrón de comparación frente a la calidad resultante de la acción del hombre o fenómenos naturales. Las estaciones impacto tienen por objeto mantener bajo observación fuentes de contaminación.

La red propuesta incluye estaciones de primera y segunda prioridad. Se han considerado de primera prioridad aquellas que deben entrar en operación de inmediato, y de segunda, aquellas cuya puesta en operación puede ser postergada.

Para la ubicación de las estaciones de muestreo se utilizaron los criterios generales que se presentan en el capítulo 2.

Para la estructuración definitiva de la red se tomó en cuenta el grado de desarrollo en cada cuenca, así como criterios de uniformidad de distribución de los puntos de muestreo. La ubicación de las estaciones de muestreo propuestas se presenta en el Plano 4.

Las estaciones propuestas para cada una de las regiones en estudio se señalan y justifican en el capítulo 4 de de este informe.

A continuación se presenta en la Tabla II, un cuadro comparativo entre el número de estaciones propuestas y el número de estaciones existentes.

De la Tabla II se aprecia una distribución espacial de estaciones más uniforme en las distintas hojas del estudio. Puede sorprender que la red propuesta tenga un número muy inferior de estaciones frente a la red existente. Sin embargo, la comparación no se puede hacer sólo en base al número de estaciones ya que en la red propuesta el número de parámetros a analizar es muy superior a lo que se hizo históricamente al igual que la frecuencia de muestreo.

Es preciso señalar que en la propuesta se han incluido estaciones de primera y segunda prioridad, constituyendo las primeras lo que podría denominarse como red mínima.

Cuadro comparativo de estaciones de la red existente y red propuesta

Hoya	Red existente			Red Propuesta						
	Estaciones de muestreo regulares	Puntos de muestreo ocasionales	Total	Estaciones de primera prioridad base impacto		Sub-total	Estaciones de segunda prioridad base impacto		Sub-total	Total
III Región										
Copiapó	17	47	64	3	2	5	1	-	1	6
Salado de Chañaral	0	15	15	-	-		-	-		
Salar de Maricunga	6	8	14	2	-	2	-	-		2
Laguna Verde	0	1	1	-	-		-	-		
Salar de Pedernales	0	5	5	-	-		-	-		
Laguna del Negro Fco.	1	3	4	-	-		-	-		
Huasco	11	33	44	3	3	6	-	-		6
IV Región										
Elqui	32	14	46	4	5	9	1	-	1	10
Limarí	45	32	77	7	7	14	-	-		14
Choapa	13	22	35	4	3	7	1	1	2	9
Quilimarí	1	3	4	-	-	-	-	-		-
V Región										
Petorca	5	3	8	2	1	3	-	-	-	3
La Ligua	11	8	19	1	3	4	-	-		4
Aconcagua	52	13	65	10	4	14	1	-	1	15
Total	194	207	401	36	28	64	4		5	69

En la Tabla III se presenta la cobertura espacial media de la red propuesta para calidad de agua.

T A B L A I I I
RED DE CALIDAD DE AGUAS PROPUESTA
COBERTURA ESPACIAL MEDIA

Región	Hoya	Area (Km ²)	N° Estac.	Cobertura (km ² /estac.)
III	Salado de Chañaral			
	Copiapó	18.800	6	3.133
	Salar de Maricunga	2.440	2	1.220
	Laguna Verde			
	Salar de Pedernales			
	Laguna del Negro Fco.			
	Huasco	9.850	6	1.642
IV	Elqui	9.570	10	957
	Limarí	11.512	14	822
	Choapa	7.584	9	843
	Quilimarí			
V	Petorca	1.986	3	662
	La Ligua	1.940	4	485
	Aconcagua	7.500	15	500

iii) Parámetros a analizar, frecuencia y costos.

Los parámetros que se recomienda analizar son los siguientes: pH, conductancia específica, temperatura, oxígeno disuelto, sodio, potasio, calcio, magnesio, cobre, fierro, sulfato, cloruro, bicarbonato, carbonato, DQO, nitrato, fosfato, arsénico, boro, fenoles, mercurio y cianuro.

Se propone realizar muestreos y análisis trimestrales de estos parámetros para todas las estaciones propuestas con excepción de algunas señaladas en la Tabla 4.1, en las cuales los fenoles, fosfatos y cianuros se analizarán dos veces por año por la baja probabilidad de su presencia. El costo anual de los análisis alcanza a \$1.634.460 si sólo se consideran estaciones de primera prioridad y \$1.764.240 si se incluyen además las de segunda prioridad.

iv) Evolución futura.

Al cabo de algunos años de operación de la red es posible identificar algunos parámetros que sólo tienen interés en determinadas zonas geográficas o de desarrollo industrial. Eventualmente, se podría reducir a un mínimo la frecuencia de muestreo (1 vez al año) de estos parámetros en las estaciones donde no revisten mayor interés, lo cual permitiría reducir los costos.

La evaluación de la información proporcionada por la red, luego de un período de operación regular, permitiría reestudiar la selección de parámetros, para cada estación en particular, y eventualmente reducir en algunas de ellas el número de parámetros. Esto haría posible aumentar la frecuencia de muestreo y análisis del resto de los parámetros, sin un aumento significativo de los costos.

Además de la evaluación periódica de la información generada por la red para corregir la frecuencia de medición de los parámetros, es conveniente realizar, en un plazo mayor, un reestudio de la red, tomando en cuenta la información generada por ella, para redefinirla en función de las necesidades de información que existan en ese momento.

Se sugiere realizar la corrección de la frecuencia de medición de los parámetros en un plazo de que como mínimo debería ser dos años desde el inicio de la operación de la red y luego cada cinco años. La redefinición de la red puede hacerse con una periodicidad del orden de quince años.

1. INTRODUCCION.

1.1. Objetivos.

El objetivo básico de este informe es efectuar un análisis crítico de la red actual de medición de calidad de aguas para las Regiones III, IV y V y proponer una red primaria de estaciones de muestreo para estas mismas Regiones.

En la actualidad, la Dirección General de Aguas, realiza mediciones sistemáticas con una periodicidad variable, a lo largo del país, y posee en sus registros información que será utilizada para evaluar la utilidad de la red que se está operando.

Esta información, junto a la consideración de otros factores que inciden en calidad de aguas, servirá para proponer la red futura.

1.2. Metodología.

Como primera acción para lograr los objetivos del estudio, se ha hecho una recopilación de los antecedentes sobre calidad de aguas para las tres Regiones en estudio, tanto en la DGA como en SENDOS, IREN, CORFO, SERPLAC Regional, Universidades, ODEPLAN, etc.

De todas estas instituciones, sólo la DGA dispone de información sistemática. En el resto de las instituciones, la información existente corresponde sólo a estudios realizados con fines muy específicos, de ahí que sirva principalmente como antecedente y criterio para ubicar estaciones de muestreo y recomendar parámetros a ser analizados.

El procesamiento de la información sobre calidad de aguas obtenida en DGA, incluye un análisis de la continuidad y frecuencia de los muestreos. Para estos efectos se han confeccionado, para cada una de las hoyas, cuadros de continuidad de la información, cuadros que indican el número de parámetros analizados, anualmente, en cada estación y tablas que indican la frecuencia de análisis de cada parámetro.

Estas tablas permiten definir cuales son las hoyas que disponen de información útil y a qué parámetros y estación corresponde esta información.

En las regiones III, IV y V existe gran cantidad de información de calidad, correspondiente a numerosos puntos de muestreo. Para efectos del procesamiento de la información, tanto espacial como temporal, sólo se ha considerado como estaciones de muestreo aquellas con registros sistemáticos, de acuerdo al criterio que se expone más adelante.

En general salvo escasas excepciones, la información no presenta una cobertura temporal suficiente. Esto no permite hacer un análisis válido de tendencias o distribución. Por este motivo no se hizo este análisis como fue originalmente ofrecido en la proposición de estudio.

Posteriormente, se ha considerado el grado de desarrollo existente en cada cuenca, especialmente, en relación a los siguientes aspectos: desarrollo urbano, fuentes de agua potable, desarrollo industrial y minero, desarrollo agrícola y desarrollo turístico, como asimismo el caudal de cada río y el número de hectáreas regadas.

La información obtenida, del modo indicado, respecto a calidad del agua y desarrollo en las cuencas, se utiliza para hacer una estimación preliminar de las características del agua en su estado natural y del efecto que la actividad del hombre tiene sobre ella.

Con estos antecedentes, a su vez, se detecta las necesidades de información de calidad de agua y se estima cuál es la red de estaciones de muestreo que permite obtener esta información a un costo razonable.

La ubicación de las estaciones de la red propuesta se determina en base a los criterios generales que se presentan en el punto 2 de este informe. También se analiza en este punto los parámetros que se deben medir, la frecuencia de recolección de las muestras, las técnicas de muestreo y análisis y el costo aproximado de ellos.

Dado que la cantidad de información que se puede generar de una red de muestreo depende en gran medida de su tamaño y éste, a su vez, determina en alto grado su costo de operación, es necesario definir alternativas que puedan ser seleccionadas en función de los recursos disponibles. Esta

definición se logra a través de una clasificación de las estaciones de muestreo, de acuerdo a la información que proporcionan y en relación al esfuerzo que involucran. Los criterios para esta clasificación se presentan en el punto 2.2 de este informe.

Finalmente, se presentan recomendaciones relativas a la evolución futura de la red, basada en criterios generales existentes en las fuentes bibliográficas consultadas y en la experiencia de los consultores.

2. CRITERIOS GENERALES SOBRE REDES DE CALIDAD DE AGUAS.

2.1. Generalidades.

Una red de calidad de aguas se define por la ubicación de las estaciones de muestreo, los parámetros de calidad que se miden en cada estación, las técnicas de muestreo y análisis que se utilizan, la frecuencia de recolección de las muestras y el procesamiento o manejo de la información generada.

El cumplimiento de todas estas condiciones originan decisiones que se deben tomar conjugando especialmente, los objetivos de la red y la disponibilidad de recursos. Los objetivos son importantes porque definen cuál es la información que se requiere generar. La disponibilidad de recursos es importante, ya que de ella dependerá la cantidad y calidad de la información que se genere.

El objetivo de una red de calidad de aguas, como la que aquí se propone, debe ser generar información general acerca de la calidad del agua de una cuenca, tanto en su estado natural como por efecto del impacto de la actividad humana.

El término "general" implica que no debe esperarse de una red de este tipo, información que permita estudiar en detalle procesos de autopurificación, impacto ambiental de contaminantes específicos, cinética de procesos de degradación química o biológica, o presencia y supervivencia de microorganismos. Es razonable esperar que la información generada por una red, de este tipo, a través de un monitoreo sistemático, sólo permitirá detectar la aparición de problemas de calidad de aguas, pero no sustituirá la realización de estudios o monitoreos específicos. Tampoco reemplazará el monitoreo especial que los organismos usuarios del recurso, o la autoridad encargada del control de calidad, debe programar para algunos usos determinados, por ejemplo, fuente de agua potable, o evaluar los efectos de la recepción de residuos de la industria minera, etc.

2.2. Clasificación de las estaciones de muestreo que conforman una red.

El objetivo de la red determina el tipo de estaciones que deben conformarla. Una red primaria de calidad debe estar formada por estaciones de "base" e "impacto" operadas permanentemente.

Puede darse el caso también que en algunas cuencas sea necesario establecer estaciones de base e impacto por un período determinado de tiempo, debido a problemas específicos, pero ellas no formarán parte de la red primaria, sino de redes especiales; asimismo, otras estaciones, como las de "prevención" y "verificación", pueden incorporarse a la red en etapas posteriores o ser propias de redes especiales para estudios específicos.

Se tendrá una "estación base" si su objetivo es determinar la calidad de agua en su estado natural, para utilizarla como patrón de comparación frente a la calidad resultante de la acción del hombre o fenómenos naturales. Una estación base se deberá ubicar, por lo tanto, en las cabeceras de los ríos, aguas arriba de los principales desarrollos agrícolas, urbanos o minero-industriales y aguas arriba de los puntos de confluencia de tributarios que afectan la calidad del agua.

En el caso que el objetivo de la estación sea mantener bajo observación fuentes de contaminantes se tendrán "estaciones de impacto", las que se ubicarán aguas abajo de las descargas pero aguas arriba de otras que puedan producir interferencias en la medición. Eventualmente, será posible definir estaciones de impacto que midan el efecto de varias descargas a la vez, debiendo ubicarse, por lo tanto, aguas abajo de éstas en conjunto y en un punto en que se tenga mezcla completa de ellas.

La estación de prevención, tiene por objeto detectar cambios en la calidad del agua en puntos de interés tales como captaciones de agua potable, zonas de recreación, santuarios ecológicos, etc. La estación de prevención es, básicamente, una estación de impacto, teniendo la desventaja que no permite identificar fácilmente el origen de la contaminación. No obstante, tiene la gran ventaja de controlar, mediante una sola estación, los posibles efectos de todas las fuentes de contaminación ubicadas aguas arriba de ella. Obviamente, estas estaciones se deben ubicar aguas arriba del punto de interés, pero aguas abajo de la última posible descarga o fuente de contaminación.

Una estación de verificación es aquella que, aparentemente, no aporta información adicional, pero que permite verificar la información proporcionada por otras estaciones. Eventualmente, las estaciones de verificación permiten detectar nuevos problemas de contaminación no previstos al definir la red. Este tipo de estaciones puede ubicarse en tramos de muy baja densidad de puntos de medición (i.e. entre estaciones muy alejadas), o bien, en la confluencia de ríos de importancia para verificar el balance de masas.

2.3. Parámetros que se deben medir en una red de calidad de aguas.

La elección de los parámetros de calidad de agua a ser analizados, en cada estación, debe necesariamente ser hecha atendiendo al objetivo de la red y a las particularidades locales, conjugando además la información que cada parámetro entrega para el subsiguiente manejo de la cuenca y toma de decisiones.

En principio, se debe aceptar que es imposible analizar, rutinariamente, a un costo razonable, todos los componentes del agua, de ahí que sea necesario una selección de ellos.

En el caso de los elementos inorgánicos tóxicos, cuyo costo de análisis es alto, el criterio recomendable es evaluar las reales posibilidades de presencia en el agua, las que serán producto de condiciones geológicas o actividad minero-industrial. En el caso de los elementos de origen orgánico puede recurrirse a algún parámetro que, aún cuando no sea específico, señale niveles generales de contaminación orgánica.

Dado que para este estudio la DGA ha entregado la lista de parámetros que desea, en principio, se consideren en la planificación de la red, se harán algunas observaciones generales sobre ellos, complementando esto con criterios adicionales.

De los macrocomponentes considerados por la Dirección General de Aguas para esta red, se estima que ellos no son realmente relevantes en calidad de aguas, salvo para el uso agrícola, y que la medición de potasio (K) no agregaría mayor información a la obtenida con los otros parámetros. De ahí que su inclusión o exclusión del programa de análisis, dependerá de las disponibilidades del laboratorio en relación a personal o de la necesidad de hacer balances iónicos.

De los microcomponentes considerados por DGA se estima que para la inclusión de arsénico (As), cobre (Cu), boro (B) y fierro (Fe) el criterio recomendable es evaluar las posibilidades reales de su presencia en el agua las que serán producto de condiciones geoquímicas o actividad minero-industrial, aguas arriba de la estación.

De los parámetros nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amonio (NH_3), fosfato (PO_4), derivadas todos de la presencia de materia orgánica en el agua, ya sea por residuos de actividad doméstica, agro-industrial o lavado de suelos, se estima que su inclusión debe considerar las dificultades que su preservación y posterior análisis implican.

La inclusión de los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)₅ e Índice Coli, que también se relacionan directamente con contaminación de origen orgánico, debe considerar que estos parámetros son no-estables y no-preservables, de ahí que su inclusión deberá ir acompañada del establecimiento de convenios con laboratorios locales, ya sea universitarios o de otras instituciones, o con el reforzamiento o creación de laboratorios regionales de la DGA para estos efectos.

El parámetro que permitiría obtener información general no específica sobre niveles de contaminación orgánica del agua, es la Demanda Química de Oxígeno que sí es estable y preservable.

En el caso de los fenoles se estima que su inclusión debe seguir el mismo criterio señalado para los microcomponentes.

Además de estos parámetros de medición concebidos por la DGA, se estima que en algunas estaciones, previa evaluación de la validez de la información que se obtendría producto de la permanencia del muestreo, podría considerarse medir otros elementos como cianuro, mercurio, pesticidas, etc, de acuerdo a la actividad que se desarrolle en el entorno y a los antecedentes aportados por otros estudios específicos.

Respecto a los parámetros oxígeno disuelto (OD), pH, conductividad (C.E.) y temperatura es claro que ellos, tal como ha sido planteado por DGA, deben ser medidos en el terreno mismo, para que sus resultados reflejen realmente la calidad del agua en el momento del muestreo. Se estima que la sola medición de pH y C.E. sin el análisis de otros parámetros, entrega escasa información sobre calidad de aguas, ya que sólo proporciona un índice del grado de salinidad, sin ninguna especificidad.

Teniendo presente las consideraciones realizadas en los párrafos precedentes, en el capítulo 4 sobre proposición de la red primaria de calidad de aguas, se incluye la lista de parámetros que se recomienda medir en forma permanente en la red.

2.4. Frecuencia de recolección de muestras.

La calidad del agua muy pocas veces es constante en el tiempo. Mientras puede haber alguna relación en el cambio de algunos parámetros, otros se alteran independientemente.

La aproximación de los valores muestrados a los verdaderos valores, medidos como valores medio, máximo y mínimo, dependerá de la variabilidad de los parámetros y del número de muestras tomadas. Cuanto mayor sea el número de muestras de las que se derive la media, más estrechos serán los límites de la diferencia probable entre las medias observadas y las medias verdaderas.

El costo del muestreo y análisis es, aproximadamente, proporcional al número de muestras tomadas, por lo que habrá que compatibilizar el incremento de confiabilidad de los datos y el costo de su recolección.

Las variaciones en la calidad del agua pueden deberse a causas cíclicas o aleatorias y pueden ser de origen natural o artificial. En los ríos, generalmente, se presenta variaciones que son combinaciones de ambos.

- i) Variaciones aleatorias: éstas se deben a hechos eventuales y, a menudo, impredecibles. Temporales súbitos producirán incrementos del caudal, seguidos por flujos y filtraciones contaminadas y desbordes de alcantarillas. Pueden producirse también en cualquier momento y sin aviso previo, descargas de residuos industriales, agrícolas y mineros o rebalses y fugas accidentales. El estudio de estas variaciones correspondería a estudios especiales, con estaciones especiales no incluidas dentro de una red primaria.
- ii) Variaciones cíclicas: anualmente, pueden ser el resultado de patrones regulares de lluvia, deshielo y cambios estacionales de temperatura. Diariamente, pueden ser de origen natural y afectar principalmente el OD y el pH por el efecto de fotosíntesis. Las actividades agrícolas e industriales como al elaboración de conservas, por ej. muestran ciclos anuales que se reflejan en sus descargas. La industria puede presentar también ciclos diarios y semanales de descargas y extracción. La actividad doméstica tiene también ciclos diarios y semanales de descarga.

Todas estas variaciones, en los ríos, son pronunciadas cuanto más cerca se encuentra la estación de muestreo de la fuente u origen de la variabilidad. Conforme aumenta la distancia a la fuente, la mezcla longitudinal suaviza las irregularidades y se necesitan muy pocas muestras para alcanzar límites de confianza. Sin embargo, este aumento de la distancia entre la fuente de variabilidad y el punto de muestreo no sólo producirá reducción en el rango de variación sino también dilución y algunos parámetros se reducirán por autopurificación, depósito, adsorción, etc.

La frecuencia recomendable de muestreo deberá ponderar estos factores teniendo en cuenta que, si las variaciones son aleatorias, no hay posibilidades de considerarlas en el programa de muestreo y, si son cíclicas, deberá analizarse cada caso particular de acuerdo a la importancia del parámetro y de la estación y hoya en que esto se produzca.

En el caso de parámetros de reconocida toxicidad, la frecuencia de muestreo deberá intensificarse, según la importancia del uso o usos del recurso, aguas abajo de la estación de muestreo. En el caso de una red primaria este hecho podría dar origen a estudios especiales.

Otro factor importante en la determinación de la frecuencia de muestreo es el caudal del río y la superficie de la hoya.

2.5. Ubicación de las estaciones de una red primaria.

El alto costo que significa el muestreo y análisis justifica una elección cuidadosa de las estaciones de muestreo que integran la red, recomendándose dejar constancia de todos los antecedentes considerados en la toma de decisiones.

La ubicación de las estaciones de muestreo que constituyen la red se hará en base a los criterios generales que se exponen a continuación, más las consideraciones sobre las singularidades de cada caso particular.

Es posible distinguir algunas fases en la selección de la ubicación de los lugares de muestreo.

La primera de ellas, involucra la identificación aproximada de los lugares de muestreo, en base a las necesidades de información. Esto significa que se seleccionan los lugares de muestreo indicando, por ejemplo, antes, después o entre qué puntos específicos de la hoya debería estar ubicada la estación.

Normalmente, será posible definir tramos de ríos entre los cuales la ubicación exacta de las estaciones de muestreo no tiene ningún efecto en la calidad de la información que éstas generan.

En una segunda fase se determina su ubicación topográfica, es decir, el punto preciso donde, sistemáticamente, se tomarán las muestras.

La ubicación topográfica considera, especialmente, aspectos de accesibilidad, representatividad y seguridad.

Aunque es posible cambiar la ubicación topográfica de una estación sin que ello involucre un cambio en la información que ésta entrega, será preferible, en general, definir exactamente su posición y no modificarla sin una buena justificación, para evitar que circunstancias impredecibles invaliden la información obtenida. En la etapa inicial de una red de calidad de agua los muestreadores podrán aportar información decisiva para asignar la ubicación definitiva. En lo posible se debe tratar de hacer coincidir la estación de muestreo con la estación fluviométrica.

A continuación se explican en detalle los criterios que se deben considerar para definir la ubicación topográfica de cada estación:

- a) Accesibilidad: el lugar de muestreo deberá ser accesible bajo todas las condiciones meteorológicas y de caudal. Además de esto, es necesario considerar que la persona encargada de mostrar transporta desde el vehículo hasta la estación misma, además de los envases, equipos para medir algunos parámetros en terreno, razón por la cual la distancia que él tiene que recorrer debiera ser lo más corta posible. Unido a esto, hay que considerar que, cuanto más difícil sea el acceso a la estación, menos estaciones de muestreo se podrán atender en una jornada de trabajo, con el consiguiente encarecimiento de la operación de la red y limitación del número de parámetros no estables que se podrán analizar posteriormente.

Hay una variedad de posibles facilidades de acceso a los lugares de muestreo y su utilización dependerá de cada caso particular. Entre ellas se tiene:

- . Puentes: el muestreo desde puentes es, generalmente, preferido por los recolectores de muestras debido a su fácil acceso, identificación exacta del punto de muestreo, posibilidad de controlar las posiciones verticales y laterales del muestreo y la capacidad de tomar la muestra, con seguridad, bajo todas las condiciones climáticas y de caudal.

El muestreo desde puentes es, normalmente, la forma más expedita y económica de muestrear un río.

- . Ribera : esta forma de muestreo debería usarse sólo cuando no se dispone de otra alternativa. La muestra deberá tomarse, preferiblemente, donde el agua es turbulenta o desde la ribera exterior de un recodo de agua.

- . Cablecarril : se usan los mismos empleados para mediciones de caudales, con las adaptaciones necesarias, para el muestreo de aguas,
- . Vadeo: esta alternativa es posible en ríos poco profundos: Las muestras deben tomarse río arriba del vadeador quien al pisar, inevitablemente, altera el fondo.

b) Representatividad: la muestra de agua debe tomarse en un punto del río en que la calidad del agua sea homogénea, es decir, la masa de agua tenga mezcla completa.

El ideal de muestra representativa es una muestra del tipo compuesto cuya obtención es engorrosa y de alto costo. Se estima que para los objetivos de una red primaria la muestra simple cumple satisfactoriamente las expectativas de representatividad.

En los ríos que reciben tributarios o descargas de aguas servidas, la situación de mezcla completa no se da inmediatamente aguas abajo de la llegada del tributario o descarga, por retraso en la dispersión lateral de ellos. Esto depende fundamentalmente de la velocidad y turbulencia del río aguas abajo de la descarga. También puede producirse un retraso en la mezcla vertical, particularmente, si hay diferencias de temperatura entre la descarga o tributario y el río. Por este motivo, la estación de muestreo debe ubicarse a una distancia del punto de confluencia o descarga que asegure que la mezcla lateral y vertical es ya completa.

La ubicación de una estación aguas abajo de un tramo del río que presente crecimiento de vegetación, también producirá muestras poco representativas ya que en ese punto se tendrán fenómenos adicionales como: fotosíntesis, descomposición de materia orgánica, residuos metabólicos, etc.

Es conveniente evitar tomar la muestra de agua en las riberas u orillas del río, porque en estos puntos es menos probable que la muestra de agua sea representativa del cuerpo de agua.

La representatividad de las muestras dependerá, además, de las técnicas de muestreo y la preservación de las mismas.

- c) Seguridad : la recolección de muestras puede resultar peligrosa, particularmente, bajo condiciones climáticas adversas o de alto caudal. Por esta razón, al fijar un lugar como estación de muestreo se debe dar especial importancia a este aspecto y si no existiere alternativa, se deberán tomar todas las precauciones posibles, asegurando el suministro de equipos de seguridad y el uso de ellos.
- d) Medición de caudal : las estaciones de una red de calidad de agua se ubicarán, de preferencia, en o cerca de estaciones fluviométricas dado que el conocimiento del caudal es básico para el cálculo de masa de los distintos parámetros y lograr así un apropiado manejo del recurso hídrico.

El ideal sería que la estación de muestreo se ubique en el mismo punto que la estación de medición de caudales, pero si esto no es factible resultará satisfactorio que la medición de caudales sea hecha aguas arriba o abajo de la estación de muestreo de calidad de aguas, si es que en este tramo no se producen cambios significativos en el caudal.

- e) Distancia desde el laboratorio : el tiempo requerido para el transporte de la muestra desde la estación de muestreo hasta el laboratorio, limitará las determinaciones que pueden hacerse en cada estación específica. Esto se debe a que los parámetros de calidad de aguas presentan alguno de estos tres comportamientos: estable, es decir, no cambian con el tiempo; no estable y sí preservable, es decir, cambian con el tiempo pero pueden ser estabilizados al menos por 24 horas con tratamiento apropiado y no-estables y no-preservables, es decir, varían rápidamente en el tiempo y no pueden ser estabilizados.

2.6. Técnicas de muestreo y análisis.

2.6.1. Muestreo de aguas.

En ríos los parámetros de calidad de aguas pueden variar con la profundidad, caudal y distancia de la orilla. Por esto, se recomienda que las muestras sean tomadas, hasta donde sea posible, por lo menos a 30 cms. por debajo de la superficie del agua o a 30 cms. por encima del fondo, teniendo cuidado de no remover los depósitos del fondo y no tomar la muestra en la orilla misma.

La extracción de muestras puede hacerse en forma directa o manual o empleando muestreadores automáticos.

Se estima que para los objetivos de una red primaria el muestreo manual es suficiente. Aunque el método es obvio y no merece mayores explicaciones, cabe reiterar que el criterio del muestreador será un factor impor tántisimo en la representatividad de las muestras.

La frecuente asignación de esta labor a personal no preparado indica que esto se considera, comúnmente, un procedimiento simple que no requiere conocimientos especiales o destreza.

Sin embargo, en la realidad la recolección de muestras es clave en el correcto funcionamiento de la red. La exactitud y confiabilidad de los resultados finales se basan en la representatividad de la muestra y la exactitud analítica. Si la muestra no es la representativa, la habilidad del analista y el alcance técnico de su equipo se desperdician. Posteriormente si por causa del muestreo deficiente u otros errores, los datos resultan incorrectos, se llega a una mala interpretación de los mismos que origina, como resultado final, decisiones erróneas.

Aunque se supone que el muestreador debe tener una capacidad técnica tal que le permita decidir ante eventualidades, es conveniente preparar un programa secuencial de actividades. Esto facilitará el trabajo, especialmente, cuando participan varias personas y no se dispone de muchos medios de transporte.

Finalmente, destacaremos la necesidad de que se lleve, durante todo el trabajo en terreno, una bitácora en que se deje constancia de todos los detalles de la operación misma de muestreo y del entorno geográfico de la estación. Asimismo, es deseable que se lleve un historial de cada estación para tener un registro de los inconvenientes que su emplazamiento pudiere producir y las razones que han conducido a pequeñas variaciones de él o que justifiquen una revisión de su ubicación.

2.6.2. Análisis en terreno y preservación de muestras.

Algunos de los parámetros considerados en el programa de medición de calidad de aguas son no-estables y no-preservables, por lo que deben analizarse en el terreno mismo. Ellos son pH, temperatura y oxígeno disuelto.

Existen métodos instrumentales para el análisis de estos tres parámetros.

La Conductancia Específica, aunque no pertenece a esta categoría de parámetros, también puede medirse instrumentalmente en el terreno.

Las muestras para análisis de metales disueltos, provenientes de aquellas estaciones en que se estima necesario analizarlos, deben ser filtradas y acidificadas inmediatamente después del muestreo.

En la Tabla 2.1 se entregan instrucciones sobre la preservación de las muestras y el tiempo máximo que deberá transcurrir entre la toma de muestra y el análisis, para cada uno de los parámetros considerados en esta red.

T A B L A 2.1

Métodos de Preservación de Muestras.

Parámetro	Método de preservación	Tiempo máximo de espera entre muestreo y análisis
Temperatura	determinación en terreno	
pH	determinación en terreno	
oxígeno disuelto	determinación en terreno	
Sodio	HNO ₃ , a pH =2	6 meses
Potasio	HNO ₃ , a pH =2	6 meses
Calcio	Ninguno	7 días
Magnesio	Ninguno	7 días
Sulfato	Mantener a 4°C	7 días
Cloruro	Ninguno	7 días
Carbonato	Mantener a 4°C	24 horas
Bicarbonato	Mantener a 4°C	24 horas
Arsénico	HNO ₃ , a pH =2	6 meses
Cobre	HNO ₃ , a pH =2	6 meses
Boro	HNO ₃ , a pH =2	6 meses
Fierro	HNO ₃ , a pH =2	6 meses
Nitrato	a pH =2	1-7 días
Nitrito	a pH =2	1-7 días
Amonio	a pH =2	1-7 días
Fosfato	Mantener a 4°C	24 horas
(DBO) ₅	Mantener a 4°C	4-24 horas
Índice Coli	Mantener a 4°C	6-24 horas

T A B L A 2.1

(Continuación)

Parámetro	Método de preservación	Tiempo máximo de espera entre muestreo y análisis
Fenoles	1g CuSO_4 + H_3PO_4 a pH =4 y mantener a 4°C	24 horas
DQO	H_2SO_4 a pH =2	7 días
Cianuro	Mantener a 4°C, NaOH a pH =12	24 horas
Mercurio	HNO_3 a pH =1	2 meses
Pesticidas	Ninguno	

2.6.3. Control de Calidad Analítica.

Junto con la puesta en marcha de una red de estaciones para medir calidad de aguas, se hace necesario reforzar un programa de mejoramiento de la validez y comparabilidad de los datos de calidad de aguas obtenidos del análisis de las muestras.

Como primera etapa de este logro se considera el uso de métodos analíticos estandarizados y el establecimiento de un programa continuado de control interno de calidad analítica.

Los métodos analíticos que se recomienda usar son aquellos descritos en la edición en vigencia de "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", preparado y publicado conjuntamente por las instituciones: American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation de los Estados Unidos.

Para el control interno de la calidad analítica se recomienda aprovechar las muestras estándares proporcionadas por el Proyecto GEMS (AGUA), proyecto del cual Dirección General de Aguas es la institución coordinadora en Chile, o adquirirlas de Office of Standard Reference Materials de USEPA.

En una etapa posterior, debe realizarse una serie de estudios comparativos de control de calidad analítica entre los laboratorios regionales y el Central, si es que se establecieran los primeros, o se hiciese uso de laboratorios de otras instituciones, para el análisis de las muestras.

2.7. Costos de Análisis.

Para el estudio de costos de análisis de los parámetros de calidad, considerados de interés controlar con la red de calidad de aguas, se toman en cuenta los siguientes items básicos: precio de reactivos, material de vidrio y equipos. También se consideran los factores amortización de equipos e instalaciones, horas-profesional, habilidad requerida, asignando a cada uno de ellos la ponderación que la experiencia aconseja. No se considera el costo asociado a la toma de muestra (personal, vehículo y viático) ya que, para la mayoría de los parámetros de la red, estas muestras pueden ser tomadas en la visita rutinaria que realizan los hidromensores en la zona con el objeto de aforar las estaciones fluviométricas.

También se considera en este cálculo, el hecho que el costo de un análisis de aguas depende del tipo de parámetro que se analiza y del número de muestras que se analizan por este parámetro. Esto se debe a que la metodología para algunos de ellos requiere uso de instrumental que es necesario calibrar y dicha calibración puede aprovecharse, simultáneamente, en varias muestras, lo cual reduce significativamente el costo marginal en relación al costo medio. Este es el caso de los parámetros: sodio, potasio, cobre, boro, fierro, nitrato, nitrito, amonio, arsénico, fosfato, fenol, cianuro, mercurio, pesticidas.

Los parámetros: oxígeno disuelto, calcio, magnesio, cloruro, carbonato, bicarbonato y demanda química de oxígeno, que requieren técnicas de análisis volumétricas, o el sulfato que requiere una técnica gravimétrica, no presentan la característica anteriormente señalada.

De todos estos antecedentes se deduce que el costo estimado para el análisis de cada parámetro considerado en la red de calidad de aguas sería el que se indica en la Tabla 2.2.

T A B L A 2.2

Costo de análisis de parámetros de calidad de aguas

Parámetro	Un solo Análisis (\$)	Varios Análisis (\$)
- Determinaciones en terreno		
Temperatura	70	70
pH	100	100
oxígeno disuelto	150	150
Conductancia específica	100	100
Determinaciones en laboratorio		
sodio	310	200
potasio	310	200
calcio	100	100
magnesio	150	150
sulfato	450	450
cloruro	340	340
carbonato	150	150
bicarbonato	150	150
arsénico	700	420
cobre	350	210
boro	600	360
hierro	320	190
nitrato	400	240
nitrito	450	270
amonio	450	450
fosfato	450	270
demanda bioquímica de oxígeno	950	950
fenoles	890	620
índice coli	600	600

T A B L A 2.2

(Continuación.)

Parámetro	Un sólo Análisis	Varios Análisis
demanda química de oxígeno	680	680
cianuro	900	900
mercurio	950	570

Nota: Valor de referencia del dólar americano (US\$) a la fecha del informe (Oct. 1983) es de \$80.

3. ANALISIS CRITICO DE LA RED ACTUAL DE CALIDAD DE AGUAS

3.1. Generalidades

Actualmente, la red de calidad de aguas es operada a través de algunas estaciones de muestreo que son claramente identificadas por la D.G.A. y otras que no están debidamente definidas. Se tiene además el hecho que muchas de las estaciones presentan escasísima información. Por esta razón, en este Informe, a diferencia del criterio seguido en el análisis crítico de la Red de Calidad de Aguas de la VIII, IX y X Región, las estaciones actuales de la D.G.A. se clasificarán, para su análisis posterior, en "estaciones de muestreo regulares" y "puntos de muestreo ocasional".

En la clasificación entre estaciones de muestreo y puntos de muestreo ocasional se ha aplicado el criterio que se señala a continuación.

- . No se consideran estaciones aquellos puntos en que se haya medido parámetros de calidad por menos de tres años.

- . No se consideran estaciones aquellos puntos en que se haya medido sólo tres años seguidos a menos que la serie se inicie en un año posterior a 1977 (esto permite tomar en consideración aquellas estaciones en que el muestreo se ha iniciado recientemente, pudiendo tener continuidad en el futuro).

- . No se consideran estaciones aquellos puntos que cuenten sólo con cuatro años seguidos de registros, a menos que la serie se inicie en un año posterior a 1971.

La frecuencia de muestreo para las estaciones regulares resulta insuficiente para permitir un análisis de la variación temporal de los distintos parámetros de calidad de agua.

La variación espacial detectada se limita al aumento de concentración salina en los ríos, desde aguas arriba hacia aguas abajo, y a la identificación de algunos sectores en que predominan algunos iones específicos. Sin embargo, la información disponible no permite realizar un análisis más profundo que el que se señala.

La información existente se ha llevado a cuadros que reflejan la continuidad de la información, cuadros que indican el número de parámetros analizados, anualmente, en cada estación regular y tablas que indican la frecuencia de análisis de cada parámetro.

La información sistemática de calidad de agua se presenta en tablas incluidas en anexo. En dichas tablas se presentan, para cada año, los valores promedios y de desviación estándar para cada uno de los parámetros analizados, con indicación de la frecuencia de muestreo anual.

3.2. III Región

En esta región existen en la D.G.A. antecedentes de calidad de aguas para las siguientes hoyas:

Hoya del río Salado de Chañaral
 Hoya del río Copiapó
 Salar de Maricunga
 Laguna Verde
 Salar de Pedernales
 Laguna del Negro Francisco
 Hoya del río Huasco

Para cada una de estas cuencas se hace a continuación, un análisis de la información existente.

3.2.1. Hoya del Río Salado de Chañaral

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 15 puntos de muestreo. Ninguno de ellos se puede considerar estación de muestreo propiamente tal por la escasa información que existe sobre ellos.

Estos puntos de muestreo son los siguientes (no se ubicaron en el plano N°3 por no contar con la información clara sobre su ubicación).

- 1 Río Salado en Tranque ENAMI en Pueblo Soldado
- 2 Río Salado en Relave Yanta
- 3 Río de La Sal en Represa Yanta
- 4 Río de La Sal antes Oda. Potrerillos
- 5 Oda. Potrerillos despues Est. Encanche (término aguas)
- 6 Aguas Final Vega 3
- 7 Aguas Principio Vega 3
- 8 Aguas Final Vega 2
- 9 Aguas Servidas Potrerillos
- 10 Río Salado Chañaral
- 11 Represa del Río Salado antes Pueblo El Salado
- 12 Río Salado antes Pueblo El Salado
- 13 Excedente de 40 l/s paralelo a relaves El Salvador
- 14 Afloramiento al Sur Este del Pueblo Diego de Almagro
- 15 Aquada de la Oda.Flamenco.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentra en los archivos de la D.G.A.

Los antecedentes de calidad existentes indican que el agua de esta hoya es de gran salinidad. Los valores máximos de CE detectados corresponden al río de La Sal antes de la Qda. de Potrerillos con 716262 $\mu\text{mhos/cm}$, 25°C(+).

El agua de ésta hoya presenta también altísimas concentraciones de arsénico, las mayores de las 3 regiones analizadas en este informe. Se encuentran valores de 10,62 mg/l de As en R.Salado en Relave Yanta. El boro, cobre y fierro también se presentan en altísimas concentraciones, principalmente en los puntos de muestreo influenciados por actividad minera. Todos estos problemas de contaminación hacen que el agua de esta hoya no sirva para usos consuntivos.

Es interesante destacar que en esta hoya, el año 70, en el punto de muestreo ubicado en Río Salado Chañaral se tomaron 35 muestras, para todas las cuales se detectó altas concentraciones de cobre, valores máximos de 368 mg/l y mínimos de 196 mg/l. La CE promedio de estas muestras fue 38.000 μmhos .

3.2.2. Hoya del río Copiapó

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 64 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 17 de ellos que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. Estas estaciones son las siguientes: (ver plano N°3 para su ubicación; sólo se pusieron aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
2E	Río Turbio antes Río Figueroa
3	Río Jorquera en vertedero
5	Río Manflas en vertedero
6	Río Copiapó en Pastillo
7	Río Copiapó en Lautaro (by pass Lautaro)
8	Río Copiapó en San Antonio
9A	Vertientes Los Loros
10	Río Copiapó en La Puerta
14	Río Copiapó en Mal Paso
16	Río Copiapó en Copiapó
16A	Río Copiapó en La Chimba
17	Río Copiapó en Piedra Colgada
19	Río Copiapó en Monte Amargo
20	Río Copiapó en Hda. María Isabel
21	Río Copiapó en Angostura
22	Río Copiapó en desembocadura
40	Río Pulido en vertedero

(+) en lo sucesivo esta unidad aparece sólo como μmhos .

<u>Nº</u>	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
1A	Qda. De Monardes En Refugio
1B	Qda. Aguas Blancas antes Río Figueroa
1C	Río Figueroa en Vega de Soto
1D	Río Figueroa antes Río Turbio
2A	Río Turbio antes Río Nevado
2B	Río Nevado antes Río Turbio
2C	Río Mondaca camino al Fortezuelo
2D	Río Cachitos antes Río Turbio
4A	Río Ramadilla en la Hda. Ramadilla
4B	Qda. Pircas Coloradas en Tamberías
4C	Qda. Vizcachas del Pulido en Hda. Ramadas
6A	Río Copiapó en junta
9	Río Copiapó en Los Loros
11	Río Copiapó en la Alianza
12	Río Copiapó en Nantoco
13	Río Copiapó en Tierra Amarilla
14A	Vertiente Mal Paso
15	Río Copiapó en San Fernando
18	Río Copiapó en Hda. Margarita
23	Vertiente de Goyo Díaz.
24	Qda. Paipote en Hda. La Fuerta
25	Río Jorquera después de junta R. Figueroa y Río Turbio.
26	- Qda. Seca (1 km aguas arriba planta Qda. Seca)
27	Río Pulido en Junta
28	Qda. de Méndez
29	Río Manflas en Rinconada
30	Río Copiapó antes planta
31	Estanque relave planta Farapietro
32	Río Copiapó después planta Farapietro
33	Desagüe tranque relave planta Merlez
34	Canal Ojanco después planta Merles
35	Desagüe T. relave planta Moreno
36	Río Copiapó después planta Moreno
37	Canal Ojanco antes planta minera
38	Canal Ojanco después de planta minera
39	Canal La Chimba
41	Río Turbio en Nacimiento
42	Canal María Isabel
43	Río de la Gallina
44	Come Caballo (afluente Río Turbio)
45	El Pan en Chispo (afluente Río Turbio)
46	Río Copiapó en Elisa de Bordos
47	Río Copiapó en Tamarindo
48	Río Copiapó en Cerrillos
49	Río Copiapó en Pte. Pabellón
50	Canal San Pedro sector Piedra Colgada
51	Río Copiapó después Pozo Crucero + Pozo Parque C 11

La figura N^o 3.1 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y la figura N^o 3.2 el tipo de parámetros analizados en cada muestra.

La nomenclatura utilizada en la fig 3.1 y siguientes, acerca del tipo de parámetros analizados en cada muestreo, se indica en la Tabla siguiente:

NOMENCLATURA USADA EN LAS FIGURAS QUE INDICAN EL TIPO DE PARAMETROS ANALIZADOS EN CADA MUESTREO

Símbolo	Valor	
	10%	pH y Conductividad
	20%	pH, Conductividad y otros 3 parámetros cualesquiera.
	70%	pH, Cond, SAR, % Sodio, $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4 , Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} , Na^{+} .
	80%	igual anterior y otros 2 o 3 parámetros como, Cu, Fe, As o B.
	100%	igual a 70% más B, As, Cu, Fe, NO_3 , PO_4 .

Las Tablas I.1 a I.5 del anexo I, indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de la D.G.A.

Los antecedentes de calidad existentes indican que el agua de esta hoya tiene una alta salinidad cercana o superior a 1000 μmhos . La excepción la constituyen Río Pulido, Río Cachitos y Río Ramadilla con una C.E.de, aproximadamente, 600 μmhos ; Río Manflas con CE de, aproximadamente, 500 μmhos y Río Mondaca con 233 μmhos .

El agua de casi toda la hoya corresponde a una clasificación de USSLS igual a C₃S₁, lo que indica agua altamente salina y de bajo contenido de sodio.

El agua de esta hoya presenta trazas de Arsénico. El afluente más conflictivo respecto a concentración de As. es el río Turbio que presenta una concentración de 0.355 mg/l antes del Río Nevado y 0.112 mg/l antes del río Figueroa.

La gran mayoría de las aguas de esta hoya tiene boro, las concentraciones más altas que se han encontrado son 5,5 mg/l en Río Jorquera en vertedero y 4.01 mg/l en río Copiapó en Angostura.

Nº de muestras



FIG. 3.1
CONTINUIDAD DE LA INFORMACION Y FRECUENCIA
DE MUESTREO
HOYA RIO COPIAPO

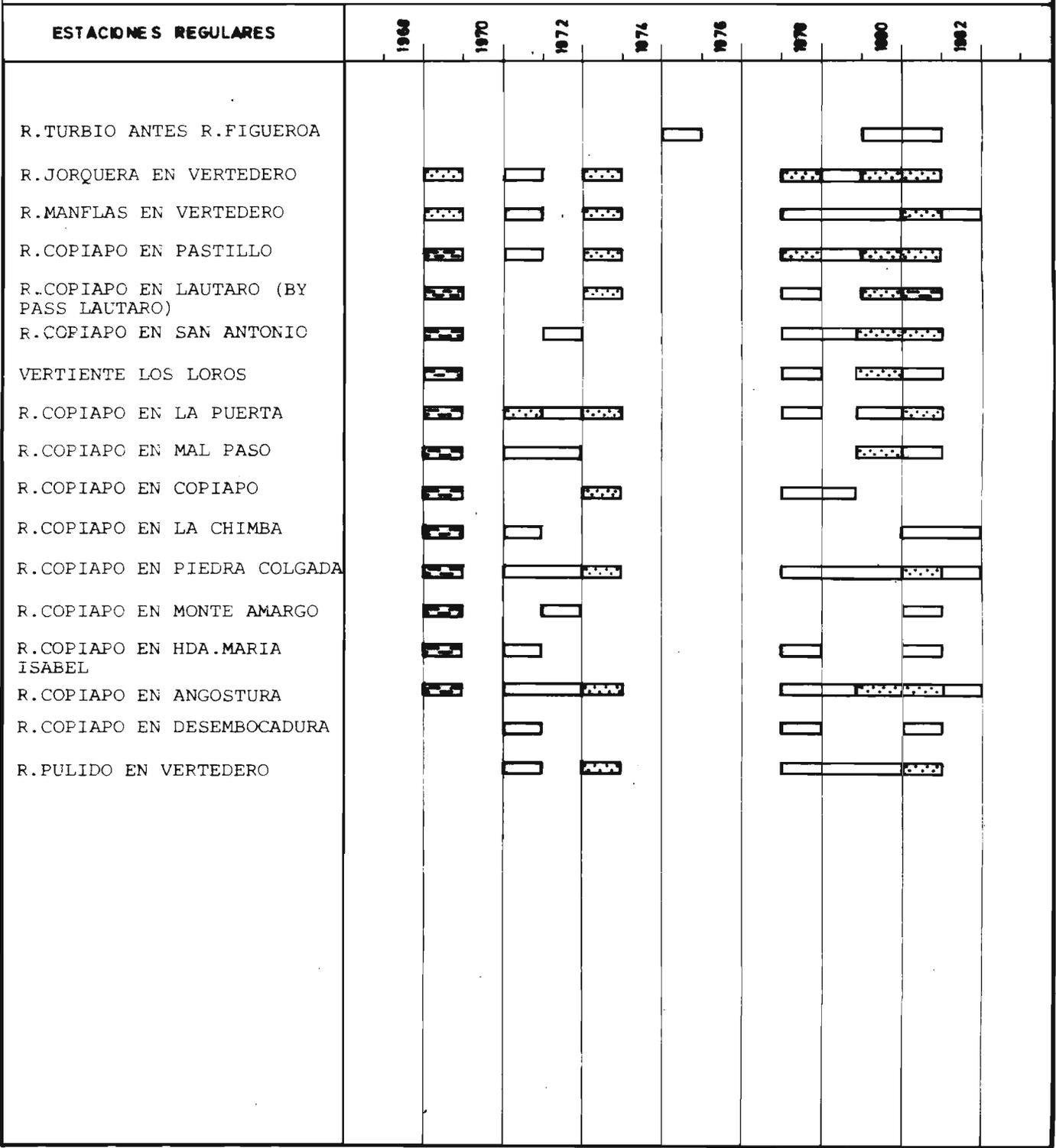
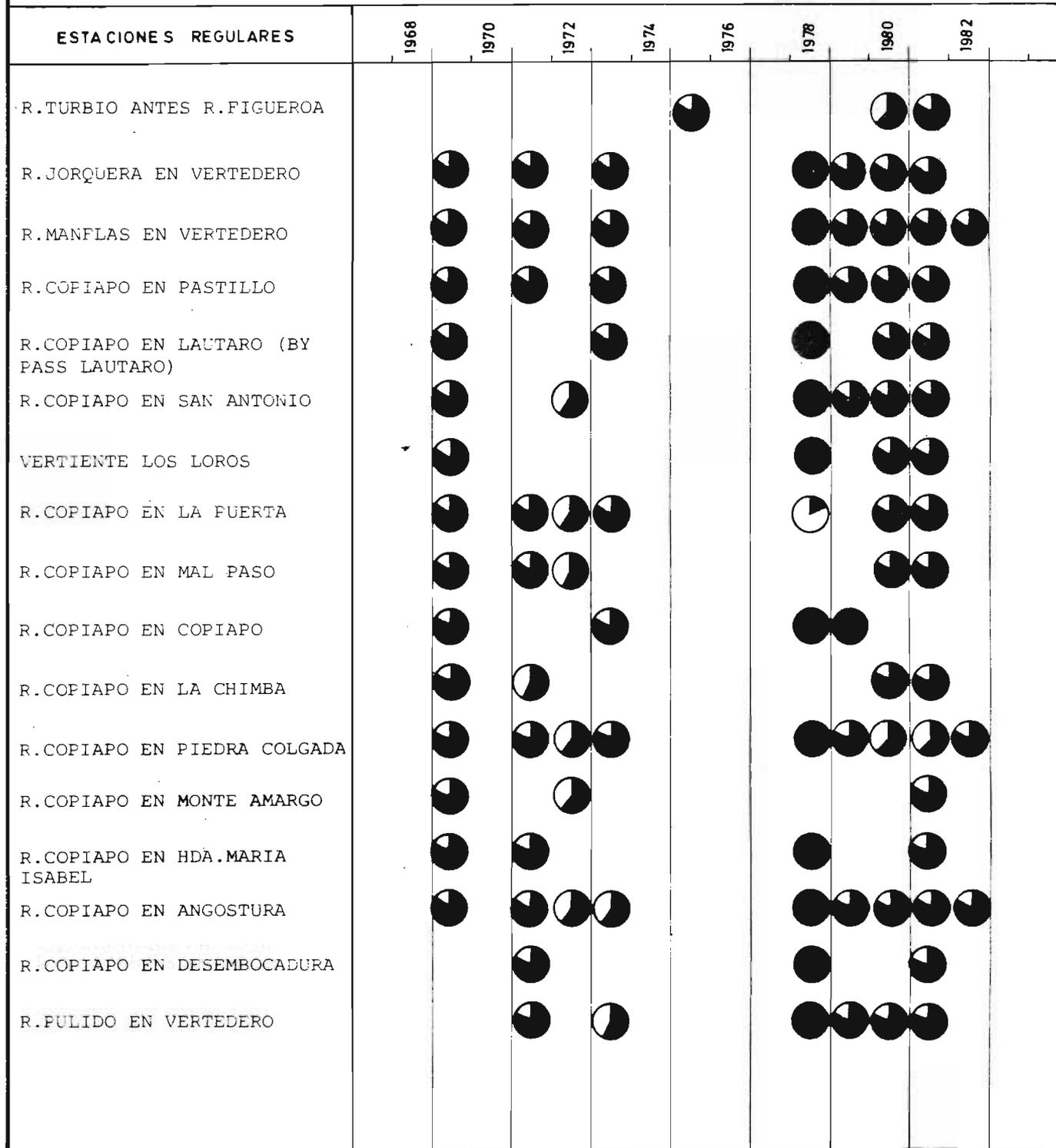


FIG. 3.2

PARAMETROS ANALIZADOS EN CADA MUESTREO
HOYA RIO COPIAPO



Los antecedentes de calidad sobre la zona cercana a la desembocadura del río muestran un aumento importante de salinidad debida principalmente a cloruros, sodio y magnesio que permite suponer influencia de mareas en esta zona.

La calidad del agua de esta hoya no es el ideal para un agua de riego, pero puede usarse en cultivos tolerantes a sales con suelos de buen drenaje.

El uso agua potable presenta restricciones en aquellas zonas que acusan presencia de arsénico. El resto de los parámetros físico-químicos satisfarían los requerimientos de calidad.

El uso vida acuática, recreación y estética, de acuerdo a la información disponible no presentarían problemas.

3.2.3. Salar de Maricunga

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 14 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 5 de ellos que presentan una sistematización de la información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. En el plano N°3 sólo se colocaron aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación.

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
3	Río Valle Ancho antes Río Barros Negros
4	Río Barros Negros antes Río Valle Ancho
5	Río Villalobos antes Río Valle Ancho
8	Laguna Santa Rosa
9	Río Lamas en vertedero
10	Río Villalobos antes Río Barros Negros

	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
1	Río Valle Ancho (1ª Vega)
2	Río Dos Hermanas antes Río Valle Ancho
6	Río Valle Ancho en La Barrerra
7	Río Lamas en El Salto
7A	Río Lamas (Brazo)
7B	Río Lamas en su origen
7C	Río Lamas a 2000 m. de su origen
11	Vega afluentes del Río Lamas

La fig N^o 3.3 refleja la continuidad de la información, la frecuencia de muestreo además del tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.6 a I.11 del anexo indican para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

Los antecedentes de calidad indican que esta hoya presenta gran salinidad. Valores altos, cercanos a los 4000 μ mhos se encuentran en el Río Lamas. Los afluentes con menor salinidad son el río Dos Hermanas y el río Barros Negros, que presentan una C.E. cercana a los 200 μ mhos.

La laguna Sta. Rosa presenta una C.E. cercana a 6000 μ mhos.

Existe boro en altas concentraciones en el río Lamas y Valle Ancho. También se tiene arsénico en concentraciones elevadas, cercanas a 1 mg/l, en el río Lamas. Los ríos Barros Negros y Valle Ancho presentan concentraciones de As. de 0,1 y 0,2 mg/l respectivamente.

La calidad físico-química de estas aguas no las hace aptas para fuente de agua potable. Los otros usos también presentarían limitaciones.

3.2.4. Laguna Verde

Existen en D.G.A. antecedentes para sólo 1 punto de muestreo en el año 1966. Se encontró en esa ocasión pH = 10,5 y CE = 12.800 μ mhos lo que hace pensar que el agua no es apta para ningún uso consumitivo.

3.2.5. Salar de Pedernales.

Existen en D.G.A. antecedentes para sólo 5 puntos de muestreo en 1974. Estos puntos son los siguientes (en el plano N^o3 se colocaron sólo aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>N^o</u>	<u>Puntos de Muestreo ocasionales</u>
1	Río La Ola en Bocatoma
2	Río La Ola en La Garita
3	Vega del Leoncito
4	Río Juncalito en bocatoma
5	Salida Túnel Salar de Pedernales

Los ríos La Ola y Juncalito presentan una C.E. elevada, cercana a los 4.000 μ mhos. Presentan también concentraciones elevadas de arsénico y boro. A la salida del tunel Salar de Pedernales, las concentraciones de sales se elevan enormemente. La C.E. alcanza 453.631 μ mhos, el As 4,5 mg/l y el Boro 365 mg/l.

Ninguno de los puntos de muestreo presenta Cu. Las calidades, anteriormente comentadas, hacen que estas aguas no sean aptas para los usos tradicionales.

En esta zona hay un punto de muestreo de mucho menor salinidad que corresponde a Vega del Leoncito, pero también presenta arsénico y boro, aunque en concentraciones más bajas; 0,157 mg/l y 0,95 mg/l respectivamente.

3.2.6 Laguna del Negro Francisco.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 4 puntos de muestreo. De ellos se puede considerar estación de muestreo regular sólo 1 de ellos que presenta una sistematización de la información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1. de este informe. No se colocaron en el plano N°3 por no tener antecedentes claros de su ubicación.

Estos puntos de muestreo son los siguientes:

<u>Nº</u>	<u>Estación de muestreo regular</u>
1	Río Astaburuaga
	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
2	Río Astaburuaga en Valle Ancho
3	Laguna del Negro Francisco
4	Río Astaburuaga en Cono

La fig N° 3.3 refleja la continuidad de la información, la frecuencia de muestreo además del tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tabla I.6 a I.11 del anexo I, indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

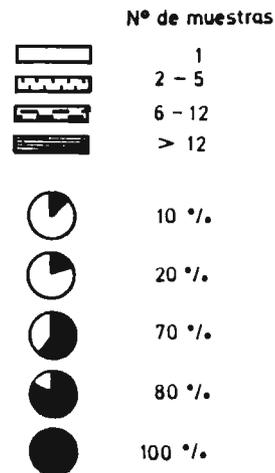
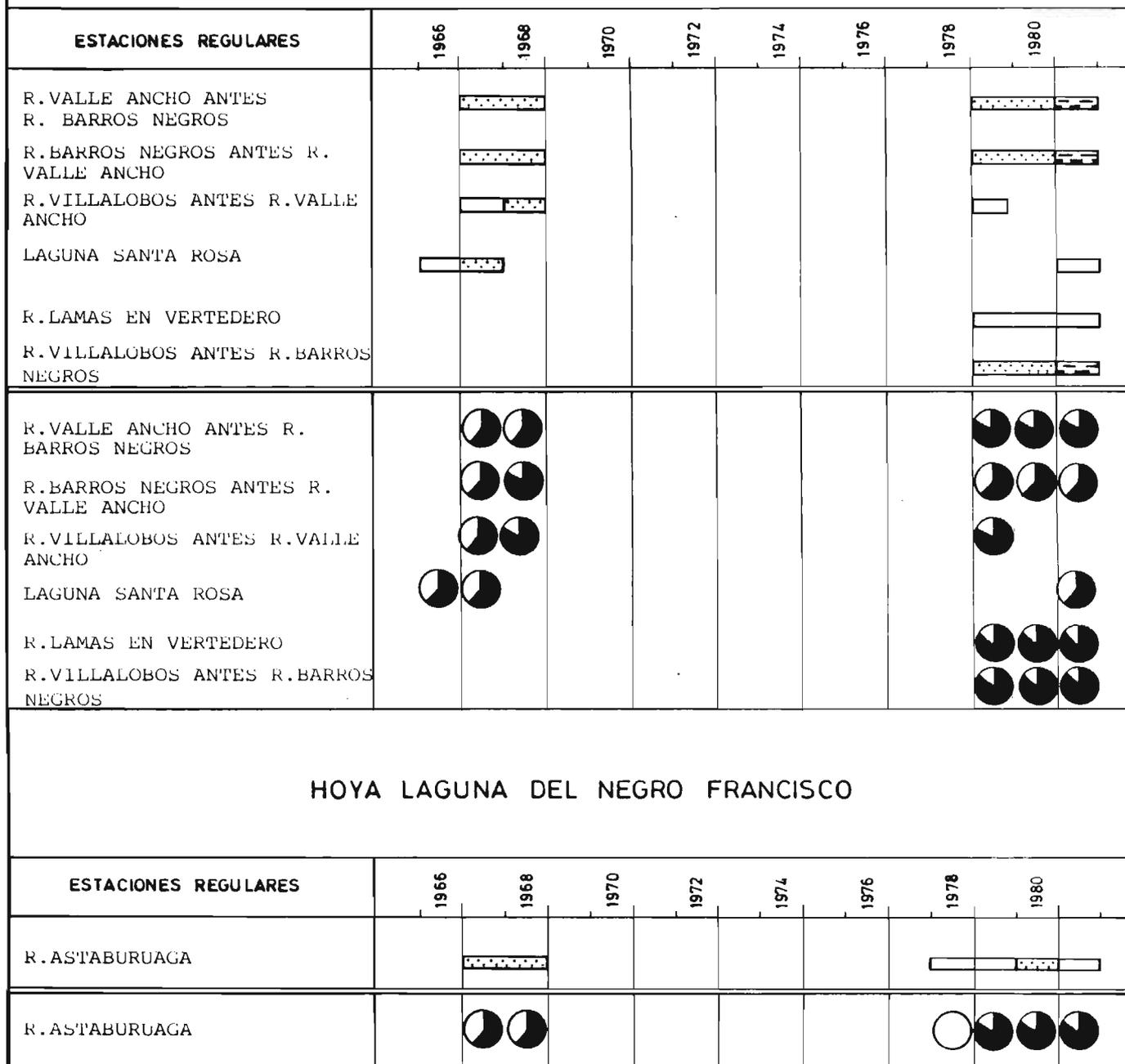


FIG. 3.3
 PARAMETROS ANALIZADOS CONTINUIDAD
 Y FRECUENCIA
 HOYA SALAR DE MARICUNGA



La escasa información existente indica que el Río Astaburuaga tiene una salinidad media y la laguna del Negro Francisco una altísi ma salinidad (46.800 μ mhos).

El Río Astaburuaga presenta arsénico y boro en concentraciones de 0.50 y 3.0 mg/l respectivamente. La Laguna del Negro Francisco presenta una elevadísima concentración de arsénico (4,4 mg/l) y boro (400 mg/l).

Con estos antecedentes, se tiene que esta hoya no es apta para ningún uso.

3.2.7. Hoya del Río Huasco.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 44 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 11 de ellos que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe.

Estas estaciones son las siguientes: (sólo se colocaron en el plano N°3 aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
12	Río Tránsito en Angostura
16	Río Tránsito antes Río El Carmen
18	Río El Carmen en San Félix
18B	El Carmen en Ramadilla
19	Río El Carmen antes Río El Tránsito
21	Río Huasco en Algodones
22	Río Huasco en Santa Juana
27	Río Huasco en Bodeguilla
28	Río Huasco en Nicolasa
29	Río Huasco en Freirina
30	Río Huasco en Huasco Bajo
	 <u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
1	Laguna Grande
2	Río Laguna Grande antes Río Cazadero
3	Río Cazadero (antes Río Laguna Grande)
4	Río Laguna Grande después Río Cazadero
5	Río Laguna Grande antes Río Laguna Chica
6	Laguna Chica
7	Río Laguna Chica antes Río Laguna Grande
8	Río Connay después R.Lag.Grande y R.Lag.Chica
9	Río Connay en Albaricoque
10	Río Connay antes Río Chollay
11	Río Chollay antes Río Connay

<u>Nº</u>	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
12A	Río Tránsito en Los Tambos
13A	Qda. de Pinto antes Río Tránsito
13	Río Tránsito después Qda. de Pinto
14	Río Tránsito en Pte. Tránsito
15	Río Tránsito en Placilla
17	Río El Carmen en Cuesta Carrizo
18A	Río El Carmen 10 km después de San Félix
20	Río Huasco después R. El Carmen y R. El Tránsito
23	Río Huasco en Qda. Las Protas
24	Río Huasco en Pte. Panamericana
25	Río Huasco en Santa Teresa
26	Río Huasco en Maitencillo
31	Río Huasco en Angostura del Toro
32	Qda. El Algarrobal (Domeyko)
33	Río Sancarrón antes Río El Carmen
34	Río del Medio antes Río Sacarrón
35	Río Estrecho
36	Río Blanco
37	Río Huasco en Qda. Honda
38	Río Huasco en Perales Viejos
A	Agua Potable en Vallenar
a	Vertiente Huasco en Freirina

La fig. Nº 3.4 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y el tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.6 a I.11, del anexo I indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentra en los archivos de D.G.A..

La calidad del agua de esta hoya indica que el grado de salinidad va en aumento hacia aguas abajo (ver figura Nº 3.5). Esto se debería principalmente al uso en riego y a la evapotranspiración que se produce a lo largo del curso. El valor mínimo de C.E. que se tiene en la hoya es 281 μ mhos, el máximo 3893 y el promedio es del orden de 500 μ mhos.

El afluente con más baja salinidad de esta hoya es el Río Cazadero. Las estaciones de muestreo cercanas a la desembocadura, al parecer, evidencia en algún grado el efecto de la marea. Su salinidad y, principalmente, contenidos de cloruro, sodio y magnesio son superiores al del resto de los puntos de muestreo ubicados en la hoya. Este efecto no se aprecia en todas las ocasiones, lo que podría corroborar lo anteriormente expuesto.

Nº de muestras

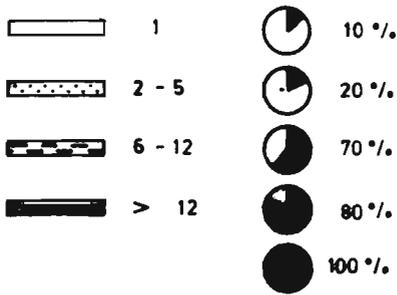
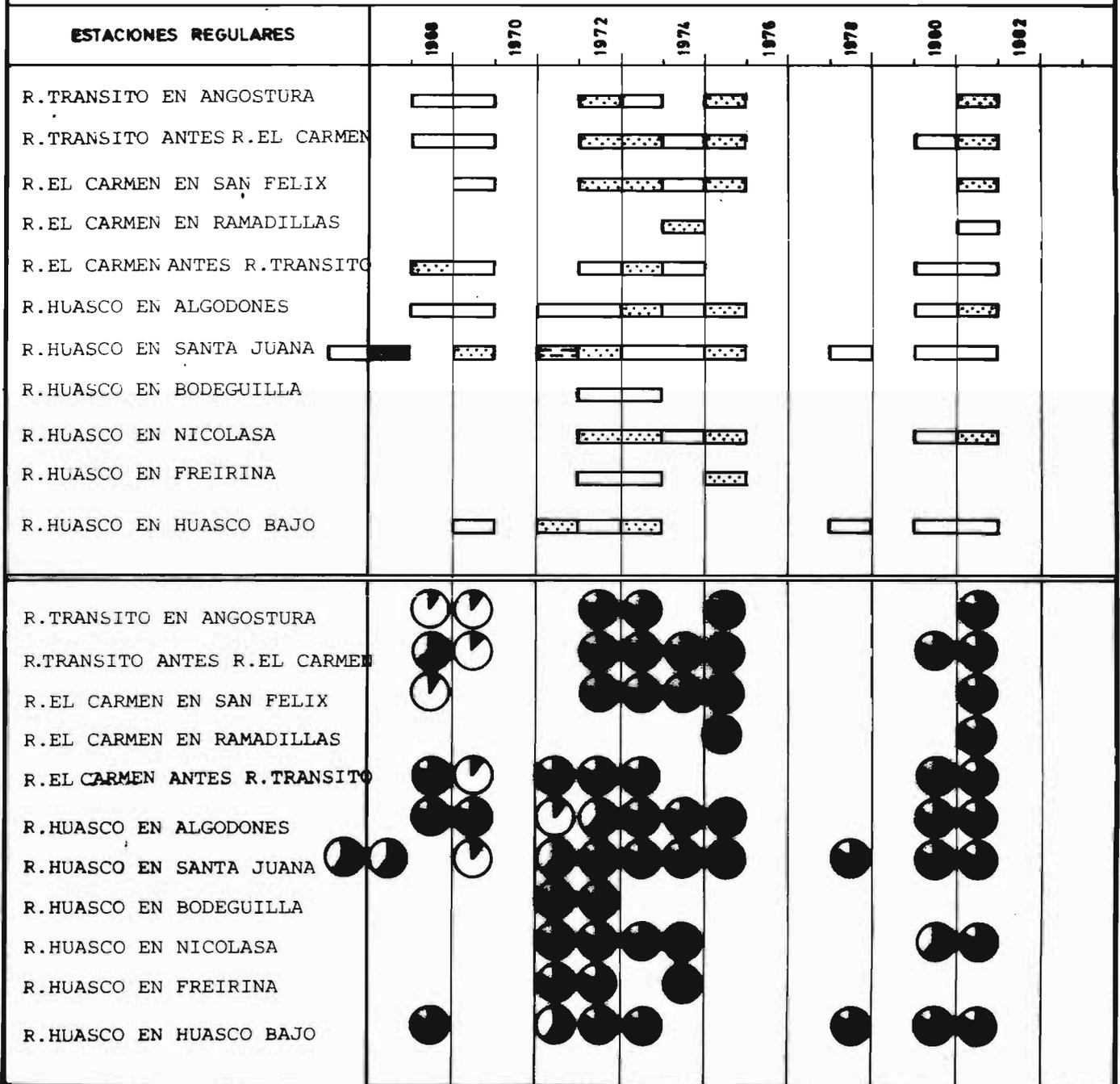
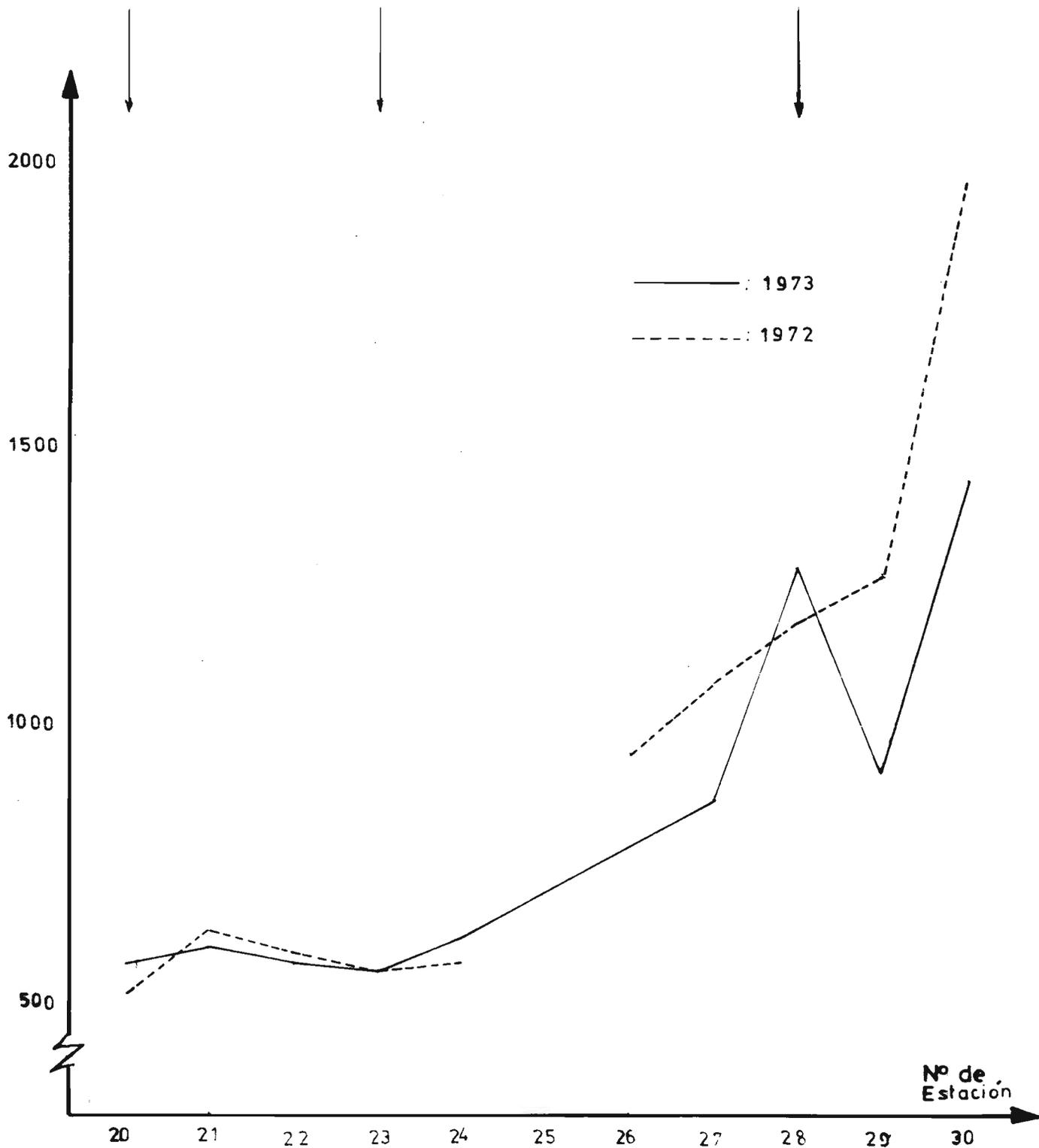


FIG. 3.4
 PARAMETROS ANALIZADOS CONTINUIDAD
 Y FRECUENCIA
 HOYA RIO HUASCO



VARIACION DE SALINIDAD EN EL RIO HUASCO

Conductividad
[$\frac{\text{micromhos}}{\text{cm}}$ a 25°C]



Se ha medido As en muy pocos puntos de muestreo, encontrándose en casi todos ellos concentraciones bajísimas. La excepción la constituye la estación Río Huasco en algodones en que se encontró 0.025 mg/l de As y Río Huasco en Freirina con 0.024 mg/l.

También se tienen algunos antecedentes sobre boro. En general, las concentraciones medidas son muy bajas. Destacan Río Huasco en Freirina con 1.25 mg/l, Río Huasco en Nicolasa con 1.08 mg/l y Río Huasco en Algodones con 0.65.

Las aguas de este río, de acuerdo a los antecedentes de calidad físico-química disponibles, son aptas para riego, salvo en la zona baja en que presenta una alta salinidad y concentraciones medias de sodio.

El uso agua potable, recreación, estética y vida acuática podrían presentar las mismas limitaciones anteriores, pero de los antecedentes existentes no se deduce que ellas sean de significación.

3.3. IV Región

En esta región existen en D.G.A. antecedentes de calidad de aguas para las siguientes hoyas.

Hoya del río Elqui
 Hoya del río Limarí
 Hoya del río Choapa
 Hoya del río Quilimarí

Por cada una de estas cuencas se hace a continuación, un análisis de la información existente.

3.3.1. Hoya del Río Elqui

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 46 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 32 de ellos que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. Estas estaciones son las siguientes (en el plano Nº3 sólo se colocaron aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
1	Río La Laguna salida Emb. La Laguna
2	Río La Laguna después Río Seco
3	Río La Laguna antes Río Toro
4	Río Toro antes Río La Laguna
5	E. Negro antes Río Malo
6	Río Malo antes E. Negro
7	Río Toro después E. Negro y Río Malo

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
8	Termas del Toro
9	Río Toro antes Río Vacas Heladas
10	Río Vacas Heladas antes Río Toro
11	Río Turbio después Río Toro y Río La Laguna
12	Río Turbio antes Río Ingaguaz
13	Río Igaquaz antes Río Turbio
14	Río Turbio en Huanta
15	Río Turbio en Varillar
16	Río Turbio antes Río Claro (Pte. Rivadavi)
17	Río Cochiguas antes E. Derecho
18	E. Derecho antes Río Cochiguas
19	Río Claro en Montegrande
21	Río Claro en Rivadavia
22	Río Elqui en Algarrobal
23	Río Elqui en Vicuña
24	Río Elqui en Almendral
25	Río Elqui después minera Almendral
26	Río Elqui en Pte. Marqueza
27	Río Elqui en Punta de Piedra
28	Río Elqui en Pte. Altovalsol
29	Río Elqui en Algarrobito
30	Río Elqui en La Serena
31	Río Malo antes faena minera El Indio
32	Río Malo después faena minera El Indio
24A	Río Elqui en Los Molles

Puntos de muestreo ocasionales

20	Río Claro antes minera Contacto
33	Río Toro antes Termas del Toro
34	Río Turbio en Pte. Palos
35	E. Huanta
36	Vertiente Agua Potable Huanta
37	Río Elqui en Las Rojas
1A	Río La Laguna antes Río Seco
1B	Río Seco antes Río La Laguna
14A	Río Turbio en Chapilca
20A	Río Claro después minera Contacto
23A	Río Elqui en Gualiguaica
23B	Río Elqui en Puclaro
1C	Río La Laguna en Emb. La Laguna
26A	Planta Marqueza, Canal de desague

La fig Nº 3.6 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y la fig. Nº 3.7 el tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.12 a I.18, del anexo I indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

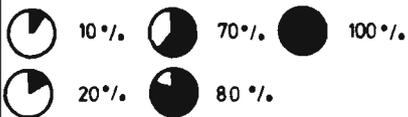


FIG. 3.7

PARAMETROS ANALIZADOS EN CADA MUESTREO
HOYA RIO ELQUI

ESTACIONES REGULARES	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1982
R.LA LAGUNA SALIDA EMBALSE (LA LAGUNA)		10% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		10% 70%
R.LA LAGUNA DESPUES R.SECO				70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.LA LAGUNA ANTES R.TORO	10%		70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TORO ANTES R.LA LAGUNA			70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
E.NEGRO ANTES R.MALO				10%	70% 70%	70% 70%	100%	70% 70%
R.MALO ANTES E.NEGRO				10%	70% 70%	70% 70%	100%	70% 70%
R.TORO DESPUES E.NEGRO Y R.MALO				10%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
TERMAS DEL TORO			70%	10%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TORO ANTES R.VACAS HELADAS				10%	70% 70%	70% 70%	100%	70% 70%
R.VACAS HELADAS ANTES R.TORO				10%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TURBIO DESPUES R.TORO Y RIO LA LAGUNA			70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TURBIO ANTES R.INCAGUAZ	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.INCAGUAZ ANTES R.TURBIO	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TURBIO EN HUANTA	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TURBIO EN VARILLAR	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.TURBIO ANTES R.CLARO (PTE. RIVADAVIA)			70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.COCHIGUAS ANTES E.DERECHO			70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
E.DERECHO ANTES R.COCHIGUAS			70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.CLARO EN MONTEGRANDE	10%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.CLARO EN RIVADAVIA		70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN ALGARROBAL	10%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN VICUÑA			70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN ALMENDRAL	10%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN LOS MOLLES	10%	70% 70%	70% 70%		70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI DESPUES MINERA ALMENDRAL				70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN PUENTE MARQUEZA			70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN PUNTA DE PIEDRA			70%		70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN PUENTE ALTOVALSOI				70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN ALGARROBITO				70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.ELQUI EN LA SERENA		70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%		70% 70%
R.MALO ANTES FAENA MINERA EL INDI							100%	70% 70%
R.MALO DESPUES FAENA MINERA EL INDI							100%	70% 70%

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

Esta hoya presenta algunos afluentes de baja calidad ya que tienen concentraciones importantes de As, B, Cu y Fe. Destacan entre ellos el río Toro, río Malo, río Vacas Heladas y río Turbio.

El río Toro presenta una CE de, aproximadamente, 2000 μ mhos. Las concentraciones de As son cercanas a 0,5 mg/l, las de boro a 6 mg/l, las de Cu a 1,8 mg/l y las de Fe han fluctuado en todo el período de muestreo entre 11,8 y 29,3 mg/l.

El río Malo ha presentado, en todo el período analizado, una CE máxima de 2000 μ mhos. Casi no tiene As y tiene B en bajas concentraciones. Los problemas se originan por las altas concentraciones de Cobre y Fierro que presenta. En el período analizado, las máximas concentraciones encontradas han sido 4,25 mg/l de Cu y 34,6 mg/l de Fe.

El río Vacas Heladas presenta una C.E. cercana a los 2000 μ mhos. El valor máximo de As encontrado en sus aguas es de 0,50 mg/l y el de Cu 0,50 mg/l. La única vez que se analizó Boro se encontró una concentración de 8,27 mg/l.

El río presenta elevadas concentraciones de Fe, el valor máximo encontrado es 35,0 mg/l.

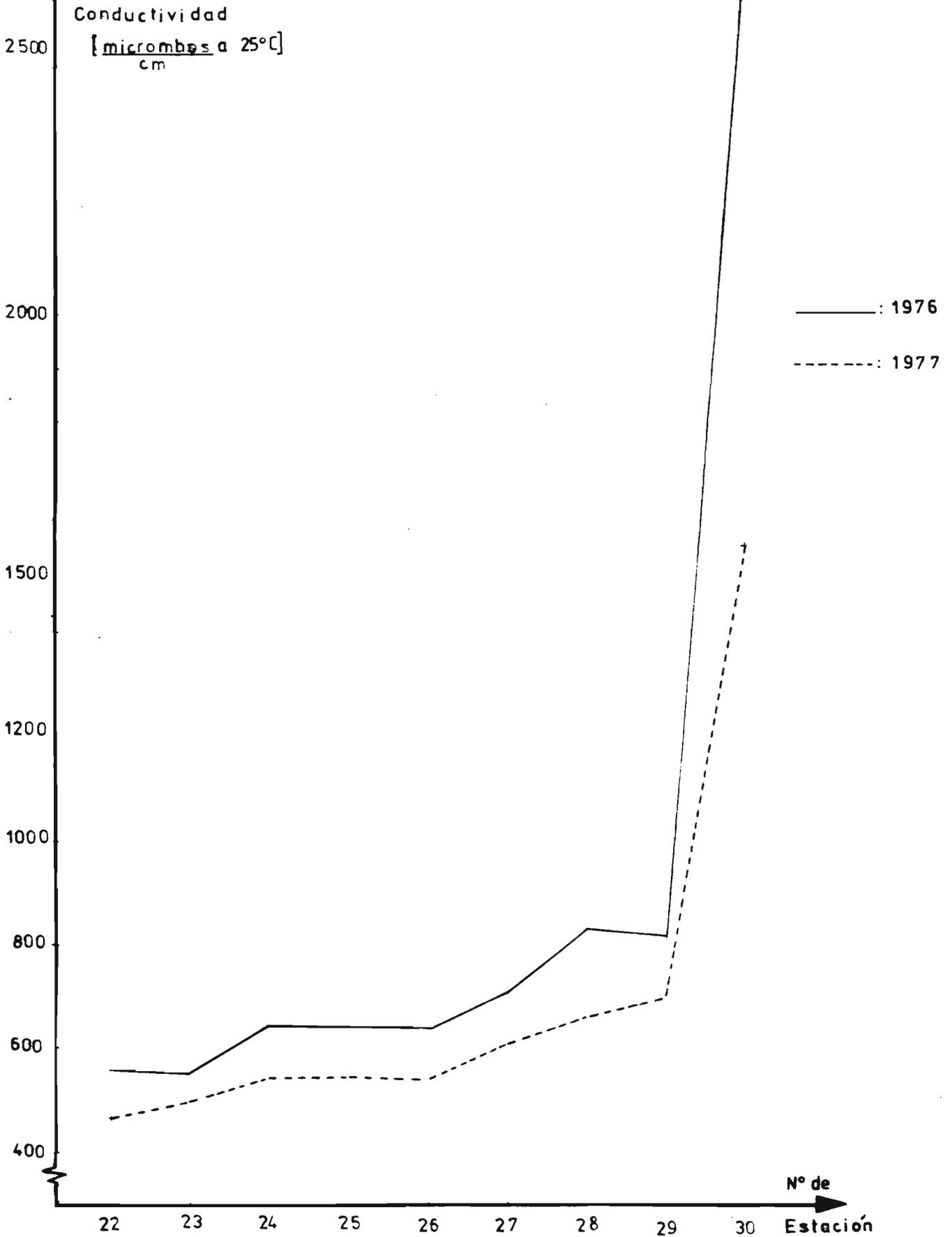
Para gran parte de esta hoya se ha determinado nitratos y los valores encontrados siempre han sido bajos.

El río Turbio es también un afluente que destaca en esta hoya por presentar boro en sus aguas, aunque en mucha menor cantidad que los afluentes anteriormente mencionados.

El análisis de la información para la estación de muestreo Río Elqui en La Serena indica alguna influencia de la marea. Esto podría explicar el hecho que en algunos muestreos se tenga para esta estación valores de CE cercanos a 2000 μ mhos y en otros, valores cercanos a 1000 μ mhos. También se detecta en los antecedentes de calidad el incremento de salinidad hacia aguas abajo del río (ver figura Nº 3.8).

En todas las ocasiones en que, para esta hoya, se midió Nitratos, éstos dieron resultados bajos.

VARIACION DE SALINIDAD EN EL RIO ELQUI



En casi todos los puntos muestreados de esta hoya el agua presenta trazas de arsénico y boro, con la excepción de los ríos Toro, Maló, Turbio y Vacas Heladas, en que las concentraciones detectadas son más elevadas. Por estas razones se estima que el agua de estos cursos no deberían usarse como fuente de agua potable, especialmente por cuanto la explotación de la Cía Minera El Indio ubicada en la cabecera de la cuenca del río Elqui, representa una potencial e importante fuente de contaminación.

Respecto a los otros usos también se tendrían limitaciones, aunque no de igual magnitud.

3.3.2. Hoya del Río Limarí.

Para esta cuenca existen en D.G.A. descritas 77 estaciones, para algunas de las cuales no existe ninguna información de calidad, sólo su ubicación geográfica. Se han considerado estaciones 45 de estos puntos. Estas estaciones son las siguientes (en el plano Nº3 sólo se colocaron aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
1	Río Grande en Las Ramadas
2	Río Tascadero antes Río Grande
3	Río Grande en El Cuyano
4	Río Grande antes Río Mostazal
5	Río Mostazal en El Maitén
6	Río Mostazal en El Carén
7	Río Mostazal antes Río Grande
8	Río Grande en el Coipo
9	Río Los Molles en B.T.
10	Río Rapel en Palomo
11	Río Rapel antes Río Grande
12	Río Grande después Río Rapel
13	Río Grande en Puntilla San Juan
14	Río Combarbalá en Ramadilla
15	Río Combarbalá en camino Cogotí 18
16	Río Combarbalá después planta ENAMI
17	Río Pama entrada embalse Cogotí
18	Río Cogotí en Coqotí 18
19	Río Cogotí entrada embalse Cogotí
20	Río Huatulame salida embalse Cogotí
21	Río Huatulame en San Marcos
22	Río Huatulame en El Tomé
23	Río Grande en Paloma
24	Río Limarí después embalse Paloma
25	Río Hurtado en San Agustín
28	Río Hurtado entrada embalse Recoleta
29	Río Hurtado salida embalse Recoleta
30	Río Limarí en Peñones Bajos
31	Río Limarí en Puente salida Ovalle
32	E. El Ingenio antes mina La Cocinera

NºEstaciones de muestreo regulares

33	E. El ingenio frente mina La Cocinera
34	E. El Ingenio después mina La Cocinera
36	Río Limarí en Barraza
37	Río Limarí antes E. Punitaqui
38	E. Punitaqui en Chalinga
39	E. Punitaqui antes Río Limarí
40	Río Limarí en Panamericana
41	Río Hurtado en angostura de Panque
42	Río Hurtado en Las Breas
43	Río Hurtado en Cortadera
44	Río Mostazal en Cuestecita
45	Río Combarbalá en Combarbalá
46	Río Grande en Agua Chica
47	Río Cogotí en Fragüita
49	Canal Camarico salida Emb. Paloma

Puntos de muestreo ocasionales

26	Río Hurtado en Hurtado
27	Río Hurtado en Pichasca
35	Río Limarí en San Julián
48	Río Huatulame entrada Emb. Paloma
50	E. El Ingenio en Hda. "La Calichera"
51	E. Punitaqui en Delirio
52	Soco en Termas
53	E. Salala 1 km antes Soco
54	Río Limarí en Salala
55	Río Limarí después Salala
56	Quebrada La Calera
57	Río Grande en Tulahuén
58	Río Mostazal canal Concha
59	Río Mostazal en Peralito (canal)
60	Río Molles después Turbina Central
61	Central Molles
62	Río Hurtado Canal Oratorio
63	Canal alimentador caída Emb. Recoleta
64	Canal alimentador B.T. Emb. Recoleta
65	Río Grande en Montegrande
66	Río Cogotí en Barrancas
67	Canal matriz en Paloma
68	Canal 2 km de Chalinga
69	Río Hurtado en el Monillo
70	Canal Nº1 Los Molles Central
71	Canal Nº2
72	Canal Grande Paloma
73	Canal Tuqui salida Emb. Paloma
74	Canal Palqui en Semita
75	Canal alimentador en B.T.
76	Río Los Molles en Ojo de Agua
77	Río Los Molles en Cámara

La fig N° 3.9 y 3.10 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y la fig N° 3.11 el tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I. 19 a I.24, del anexo I indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

Las aguas de esta hoya son, en general, de baja salinidad presentando valores de CE inferiores a 500 μ mhos. A partir de la confluencia del R. Hurtado con el río Grande se observa un incremento de la conductividad hasta valores del orden de los 2500 μ mhos/cm. (ver figura N° 3.12). La excepción la constituyen el Estero Punitaqui que ha que ha presentado, durante el período analizado, valores de hasta 2000 μ mhos. El Estero El ingenio también presenta una salinidad algo superior al promedio.

El análisis de As se ha hecho en muy pocas ocasiones, encontrándose en todas ellas que la concentración es nula o como máximo de 0,05 mg/l. Este valor se presenta en Río Limari en Panamericana.

El boro se presenta en concentraciones bajas en esta hoya. Destacan como valores más altos, entre 2.0 y 3,8 mg/l, los encontrados en el río Rapel en Palomo, en río Cogotí a la entrada del embalse Cogotí y en el río Pama a la entrada al mismo embalse.

El cobre, fierro y nitratos se ha analizado en forma algo sistemática sólo en los muestreos hechos con posterioridad a 1975. En todos ellos se tiene que estos parámetros presentan valores muy bajos.

En esta hoya hay dos fuentes importantes de contaminación que pueden detectarse con el análisis de la información existente.

Una de ellas es la Mina La Cocinera y la otra una Planta de Enami.

El Estero el Ingenio recibe el impacto de la Mina La Cocinera. Se han encontrado concentraciones de cobre de 13,9 mg/l en 1975 y 1976 y de 30.0 mg/l en 1977. Para el Fe, en 1976, se detectaron concentraciones de 96,1 mg/l.

En el caso de la Planta Enami, el impacto lo recibe el río Combarbalá. Este impacto no es tan grave como el anteriormente comentado

N° de muestras



FIG. 3.10

CONTINUIDAD DE LA INFORMACION
Y FRECUENCIA DE MUESTREO
HOYA RIO LIMARI

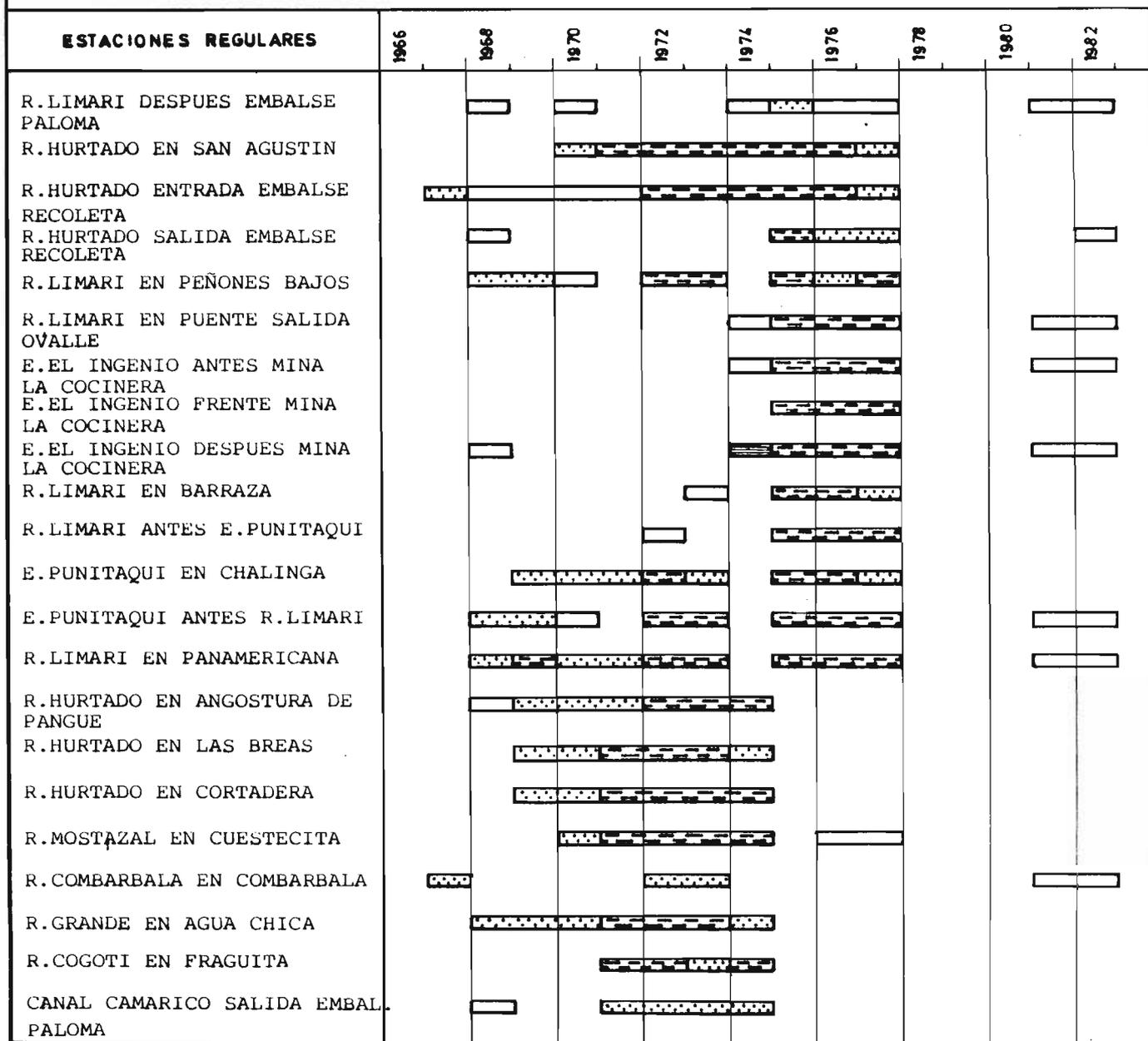
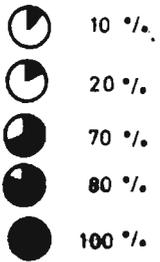


FIG. 3.11

PARAMETROS ANALIZADOS EN CADA MUESTREO
HOYA RIO LIMARI

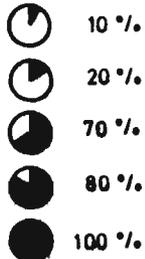


ESTACIONES REGULARES	1966	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1982
R.GRANDE EN LAS RAMADAS		70% 10%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.TASCADERO ANTES R.GRANDE		10% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.GRANDE EN EL CUYANO		70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.GRANDE ANTES R.MOSTAZAL				70%	70% 70%	70% 70%			
R.MOSTAZAL EN EL MAITEN					70% 70%	70% 70%			
R.MOSTAZAL EN EL CAREN		70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.MOSTAZAL ANTES R.GRANDE				10%	70% 70%	70% 70%			
R.GRANDE EN EL COIPO		70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.MOLLES EN B.T.				70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.RAPEL EN PALOMO				70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.RAPEL ANTES R.GRANDE		70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.GRANDE DESPUES R.RAPEL						70% 70%			
R.GRANDE EN PUNTILLA SAN JUAN		70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.COMBARBALA EN RAMADILLAS		70%	70% 70%	70%	70% 70%	70% 70%			
R.COMBARBALA EN CAMINO COGOTI 18						70% 70%			
R.COMBARBALA DESPUES PLANTA ENAMI				70%	70% 70%	70% 70%		70%	
R.PAMA ENTRADA EMBALSE COGOTI		70% 70%		70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.COYOTI EN COYOTI 18		70% 70%	70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.COYOTI ENTRADA EMBALSE COYOTI		70%		70% 70%	70% 70%	70% 70%			70% 70%
R.HUATULAME SALIDA EMBALSE COYOTI		70% 70%	70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			
R.HUATULAME EN SAN MARCOS				70%		70% 70%			
R.HUATULAME EN EL TOME	70% 70%	70% 70%		70% 70%	70% 70%	70% 70%			70% 70%
R.GRANDE EN PALOMA		70% 70%	70%	70% 70%	70% 70%	70% 70%			

FIG. 3.11(cont)

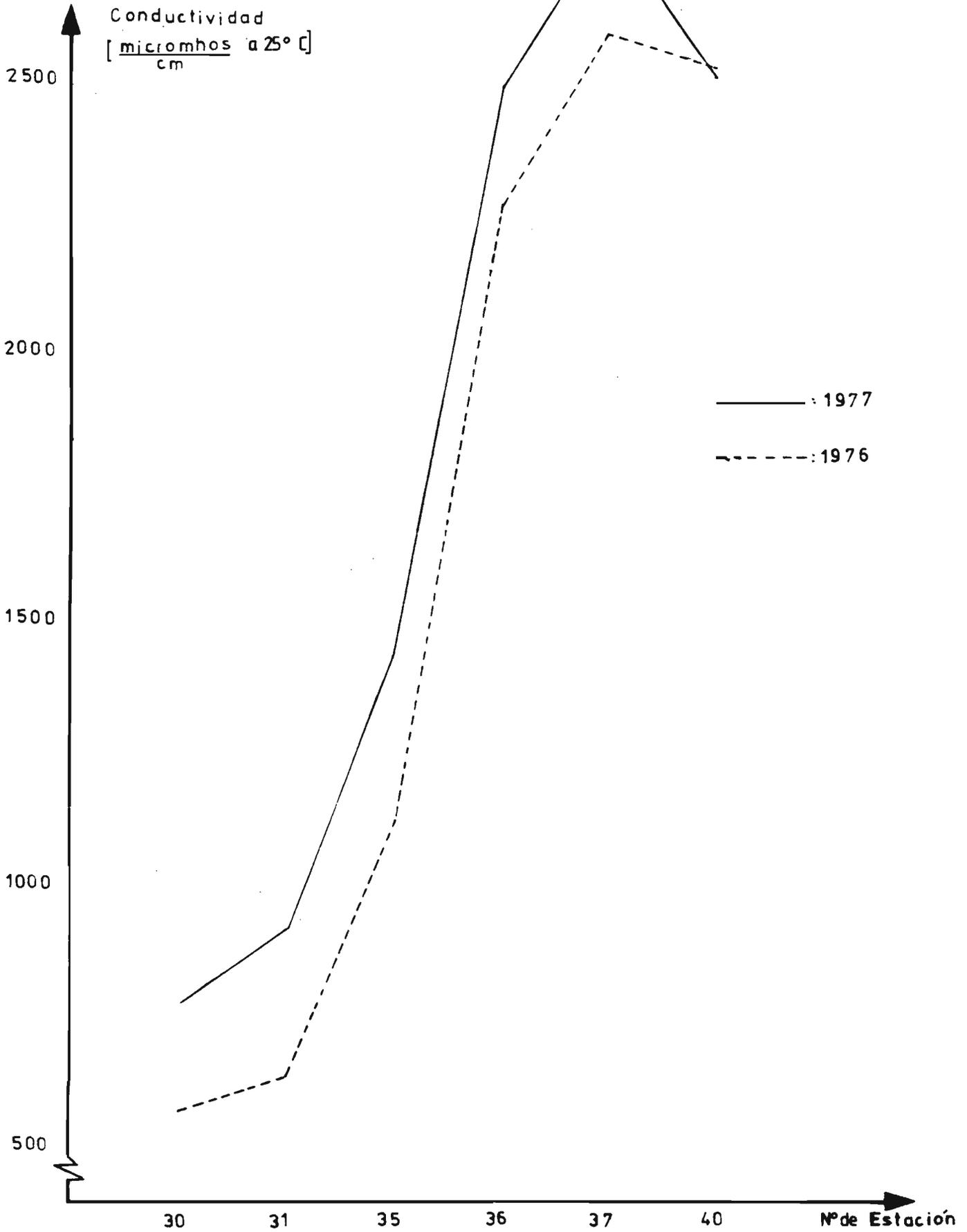
PARAMETROS ANALIZADOS EN CADA MUESTREO

HOYA RIO LIMARI



ESTACIONES REGULARES	1966	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1982
R.LIMARI DESPUES EMBALSE PALOMA		●	●		●	●			●
R.HURTADO EN SAN AGUSTIN			●	●	●	●			
R.HURTADO ENTRADA EMBALSE RECOLETA	●	●	●	●	●	●			
R.HURTADO SALIDA EMBALSE RECOLETA		●				●			●
R.LIMARI EN PEÑONES BAJOS		●	●	●	●	●			
R.LIMARI EN PUENTE SALIDA OVALLE					●	●			●
E.EL INGENIO ANTES MINA LA COCINERA					●	●			●
E.EL INGENIO FRENTE MINA LA COCINERA					●	●			●
E.EL INGENIO DESPUES MINA LA COCINERA		●			●	●			●
R.LIMARI EN BARRAZA		●		●	●	●			
R.LIMARI ANTES E.PUNITAQUI				●	●	●			
E.PUNITAQUI EN CHALINGA		●	●	●	●	●			
E.PUNITAQUI ANTES R.LIMARI		●	●	●	●	●			●
R.LIMARI EN PANAMERICANA		●	●	●	●	●			●
R.HURTADO EN ANGOSTURA DE PANGUE		●	●	●	●	●			●
R.HURTADO EN LAS BREAS			●	●	●	●			
R.HURTADO EN CORTADERA		●	●	●	●	●			
R.MOSTAZAL EN CUESTECITA			●	●	●		●		
R.COMBARBALA EN COMBARBALA	●			●	●				●
R.GRANDE EN AGUA CHICA		●	●	●	●				
R.COYOTI EN FRAGUITA		●	●	●	●				
CANAL CAMARICO SALIDA EMB. PALOMA		●	●	●	●				

VARIACION DE SALINIDAD EN EL RIO LIMARI



ya que las concentraciones de Cu detectadas en 1975 son en promedio 0,80 mg/l. Para los años posteriores no hay información disponible.

Los antecedentes analizados para esta hoya indican que, con excepción de los Esteros El Ingenio y Combarbalá, la calidad del agua sería apta para los usos tradicionales.

3.3.3. Hoya Río Choapa.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 35 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 13 de ellos que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. Estas estaciones son las siguientes (en el plano N°3 sólo se colocaron aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
1	Río del Valle antes Río Totoral
2	Río Choapa en Cuncumen
3	E. Cuncumen en Chacay
5	Río Choapa en Salamanca
6	E. Chalinga en San Agustín
9	E. Camisas en desembocadura
10	Río Choapa en Lamahuida
11	Río Choapa en Puente Negro
13	Río Illapel en Las Burras
14	Río Illapel en Huintil
15	Río Choapa en Doña Juana
19	Río Choapa en La Canela
29	Río Valle en Choapa
 <u>Puntos de muestreo ocasionales</u>	
4	Río Choapa en Coirón
7	E. Chalinga en Chalinga
8	Río Choapa en Chuchiñi
12	E. Auco antes Río Illapel
16	Río Illapel en Illapel
17	Río Illapel en Pte. El Peral
18	Río Choapa en Mincha
20	Río Choapa en Panamericana
21	Cañada Los Lavaderos
22	Río Chalinga en Los Trancos
23	Río Chalinga antes Mina Llamuco
24	Río Chalinga después Mina Llamuco
25	Río Chalinga en La Palmilla
26	E. Cumbre en desembocadura
27	E. Pupío en Caimanes
28	E. Las Burras
30	Río La Cascada en campamento Pelambres
31	Río Pelambres en campamento Pelambres

<u>Nº</u>	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
32	Río Piuguén en desembocadura
33	Río Choapa en Huentelauquén
34	Laguna El Pelado
35	Río Totoral antes Río del Valle

La fig.3.13 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y el tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.27 a I.29 del Anexo I, indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual del muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de DGA.

La salinidad del agua de esta hoya es, en general, baja. Todos los puntos de muestreo presentan una C.E. inferior a 650 μ mhos, predominando las aguas en el rango 300-400 μ mhos.

Casi no hay antecedentes sobre concentraciones de As en el agua y cuando los hay indican que éste se presenta en concentraciones muy bajas.

El boro también se presenta en concentraciones bajas. El valor máximo encontrado es 2,15 mg/l y corresponde al Río Choapa en Salamanca. El río Choapa en Cuncumén también presenta un valor parecido a éste.

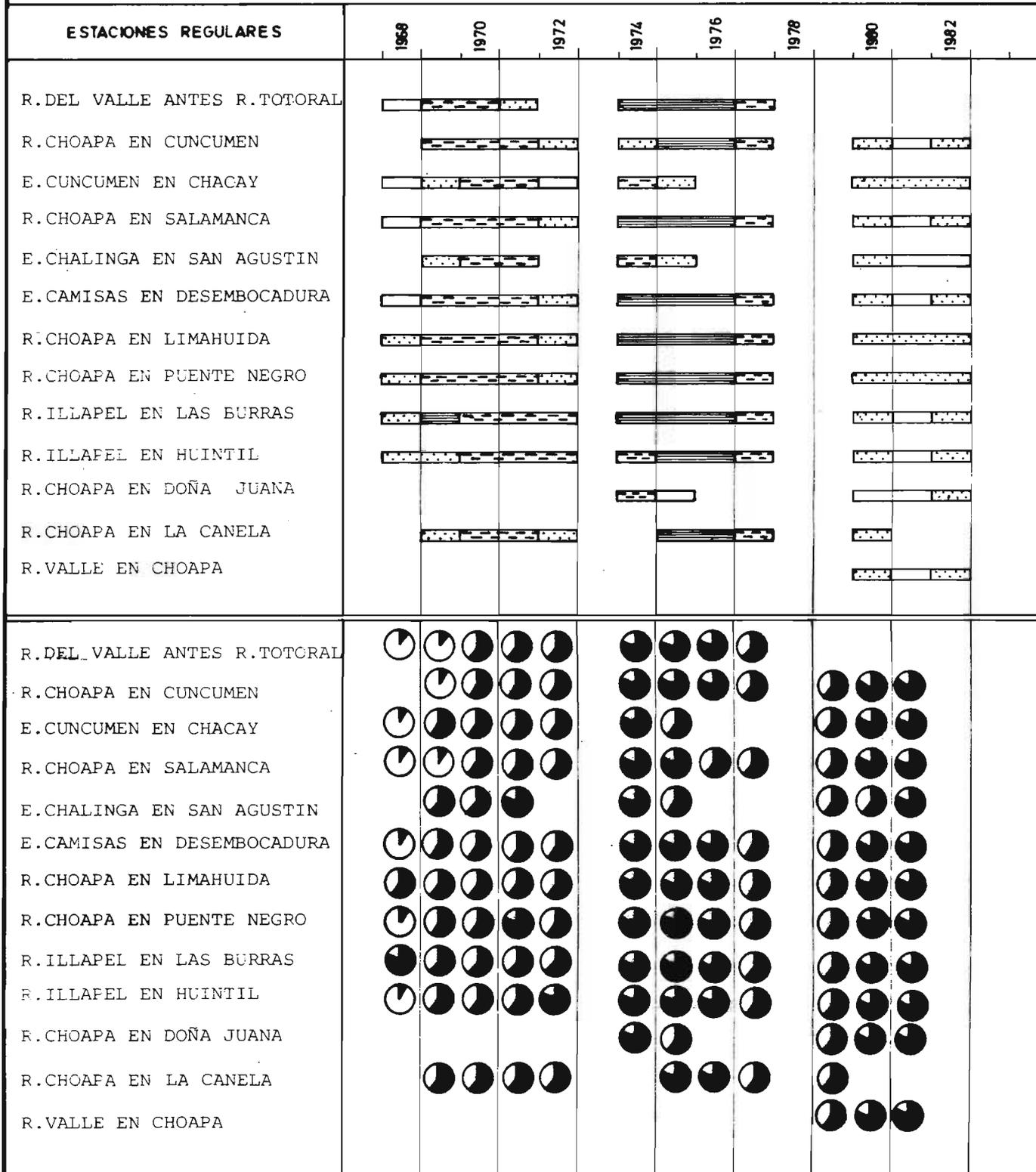
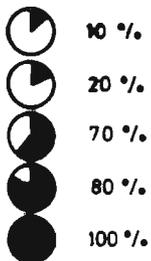
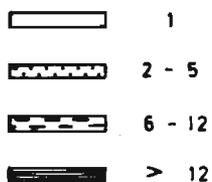
El agua de esta hoya presenta bajísimas concentraciones de cobre, el valor máximo detectado corresponde a 0,04 mg/l en el río Choapa en Cuncumén. El Fe también es muy bajo en esta hoya, el máximo detectado es 0,73 mg/l en Río Illapel en Illapel.

Para todas las estaciones en que se ha analizado Nitrato se ha encontrado que éste se presenta en concentraciones bajas.

FIG. 3.13

PARAMETROS ANALIZADOS CONTINUIDAD Y FRECUENCIA
HOYA RIO CHOAPA

Nº de muestras



Los antecedentes de calidad analizados indicarían que el agua de esta hoya es apta para cualquier uso.

3.3.4. Hoya del Río Quilimarí.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 4 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estación de muestreo, propiamente tal, sólo 1 de ellos, que presenta una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. Estas estaciones son las siguientes (ver plano N°3 para su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estación de muestreo regular</u>
1	Río Quilimarí en Los Cóndores
	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
2	Río Quilimarí entrada Embalse Culimo
3	Embalse Culimo
4	Río Quilimarí salida Embalse Culimo

La fig 3.14 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo, además del tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Las Tablas I.25 a I.29 del anexo I, indican para cada parámetro la frecuencia anual de muestreo.

Los antecedentes de calidad del agua de esta hoya indican que ella es de salinidad media, presentando los valores de conductividad máximos, 980 μ mhos, en Quilimarí en Los condores y los mínimos en los 3 puntos de muestreo relacionados con el Embalse Colímo.

El agua presenta arsénico, cobre, fierro, boro y nitrato en muy bajas concentraciones.

En relación al uso agrícola la calidad del agua corresponde a una clasificación de USSLS de C₂S₁, lo que indica que es un agua de bajo contenido de sodio, apta para uso en agricultura.

Respecto a los otros usos del agua, el análisis de los antecedentes existentes indican que el agua cumpliría con los requerimientos de calidad establecidos para ellos.

3.4. V Región

En esta región existen en la D.G.A. antecedentes de calidad de agua para las siguientes hoyas:

Hoya del río Petorca
Hoya del río La Ligua
Hoya del río Aconcagua

Para cada una de estas cuencas se hace a continuación, un análisis de la información existente.

3.4.1. Hoya del Río Petorca.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 8 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 5 de ellas que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. Estas estaciones son las siguientes (ver plano N°3 para su ubicación):

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
1	Río Pedernal antes río Sobrante
2	Río Sobrante antes río Pedernal
4	Río Petorca en Petorca
5	Río Petorca antes pueblo Pedegua
7	Río Petorca en Panamericana
	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
3	Río Petorca en Chicolco
6	Río Petorca en pueblo Artificio
8	E. Las Palmas en Pedegua

La fig N° 3.14 refleja la continuidad de la información, la frecuencia de muestreo además del tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.30 a I.35 del anexo I, indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual de muestreo.

Nº de muestras

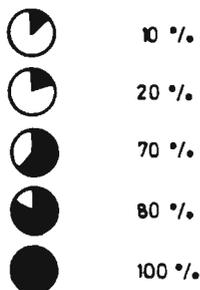
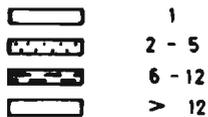
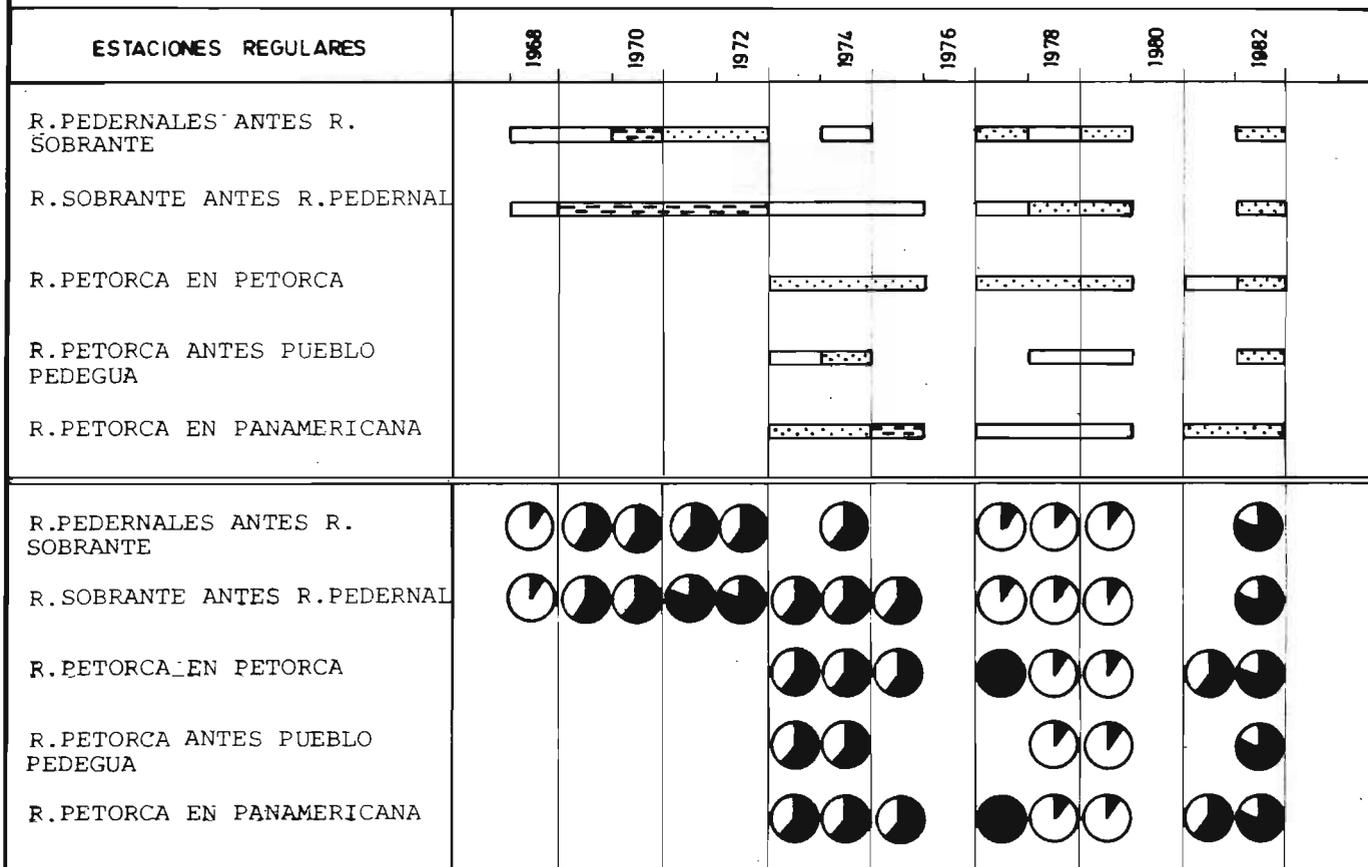
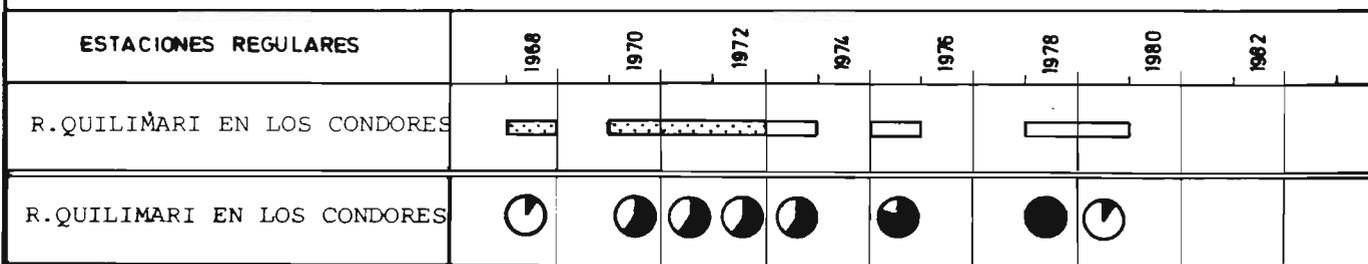


FIG. 3.14

PARAMETROS ANALIZADOS CONTINUIDAD Y FRECUENCIA
HOYA RIO PETORCA



HOYA RIO QUILIMARI



Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

El agua de esta hoya es de baja salinidad. El valor máximo de CE corresponde a Río Petorca en Panamericana con 982 μmhos y el mínimo a Río Sobrante antes Río Pedernal con 112 μmhos . La salinidad del agua va en aumento aguas abajo de la hoya, por efecto del uso de ella en riego y por la evapotranspiración que se produce.

En esta hoya no se encontró arsénico en el agua, en el único muestreo hecho el año 1977 en el río Petorca en Chincolco, Petorca y Panamericana.

El agua de esta hoya presenta concentraciones muy bajas de boro. La mayor concentración, 1.05 mg/l, se ha detectado en el río Sobrante antes Río Pedernal.

Las concentraciones de cobre, fierro y nitrato en toda la hoya son también muy bajas, con la excepción de la estación Río Petorca en Panamericana en que el NO_3^- es notoriamente superior a la detectada en los otros puntos de muestreo, aún cuando no alcanza valores objetables.

El análisis de los antecedentes de calidad de esta hoya, indican que el agua es apta para cualquiera de los usos tradicionales.

3.4.2. Hoya del Río La Ligua.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 19 puntos de muestreo, De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, sólo 11 de ellos que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de este informe. Estas estaciones son las siguientes (en el plano N°3 sólo se colocaron aquellas estaciones con antecedentes claros de su ubicación).

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regulares</u>
1	Río Alicahue en Colliguay
2	Río Alicahue en Alicahue
3	Río Alicahue antes E. Casa de Piedra
4	E. Casa de Piedra antes Río Alicahue
7	E. Los Angeles antes Río Alicahue
9	Río La Ligua en Cabildo
11	Río La Ligua antes Filtración
12	Río La Ligua después Filtración
15	Río La Ligua en La Ligua
16	Río La Ligua en Placilla
17	Río La Ligua en panamericana

<u>Nº</u>	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
5	Río Alicahue después E. Casa de Piedra
6	Río Alicahue antes E. Los Angeles
8	Río Alicahue después E. Los Angeles
10	Río La Ligua antes E. La Patagua
13	E. Las Pataguas antes Río La Ligua
14	Río La Ligua después E. La Patagua
18	E. Cerro Negro
19	E. El Cerrado

La fig Nº 3.15 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y el tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.30 a I.35 del anexo I, indican , para cada parámetro y estación la frecuencia anual del muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

El agua de esta hoya es de baja salinidad, con la excepción de la estación ubicada en el río La Ligua que está influenciado por las filtraciones del tranque de relave Cabildo. Estas filtraciones se han detectado sólo en algunos muestreos. En torno a la zona de filtraciones las aguas presentan concentraciones de nitrato elevadas, en relación al resto de la hoya. Sin embargo, estos valores no son de ninguna manera excesivos. La salinidad, al igual como sucede en todas las otras hoyas de la III y IV Región va en aumento aguas abajo, debido al uso en riego y a la evapotranspiración.

El arsénico se ha analizado sólo en algunas ocasiones, pero en todas ellas ha dado valores de 0.00 o muy cercanos. El boro también se presenta en muy baja concentración, destacar como valores más altos los detectados en Río Alicahue en Colliguay, 0.80 mg/l y Río Sobrante antes río Pedernales con 1.05 mg/l. El Fierro también presenta valores muy bajos en toda la hoya.

Los antecedentes analizados para esta hoya indican que el agua es apta para cualquier uso.

3.4.3. Hoya del Río Aconcaqua.

Para esta cuenca existen en D.G.A. antecedentes para 65 puntos de muestreo. De ellos se pueden considerar estaciones de muestreo, propiamente tales, 51 de ellas que presentan una sistematización de información de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 3.1 de

N° de muestras

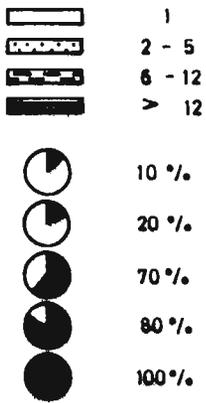
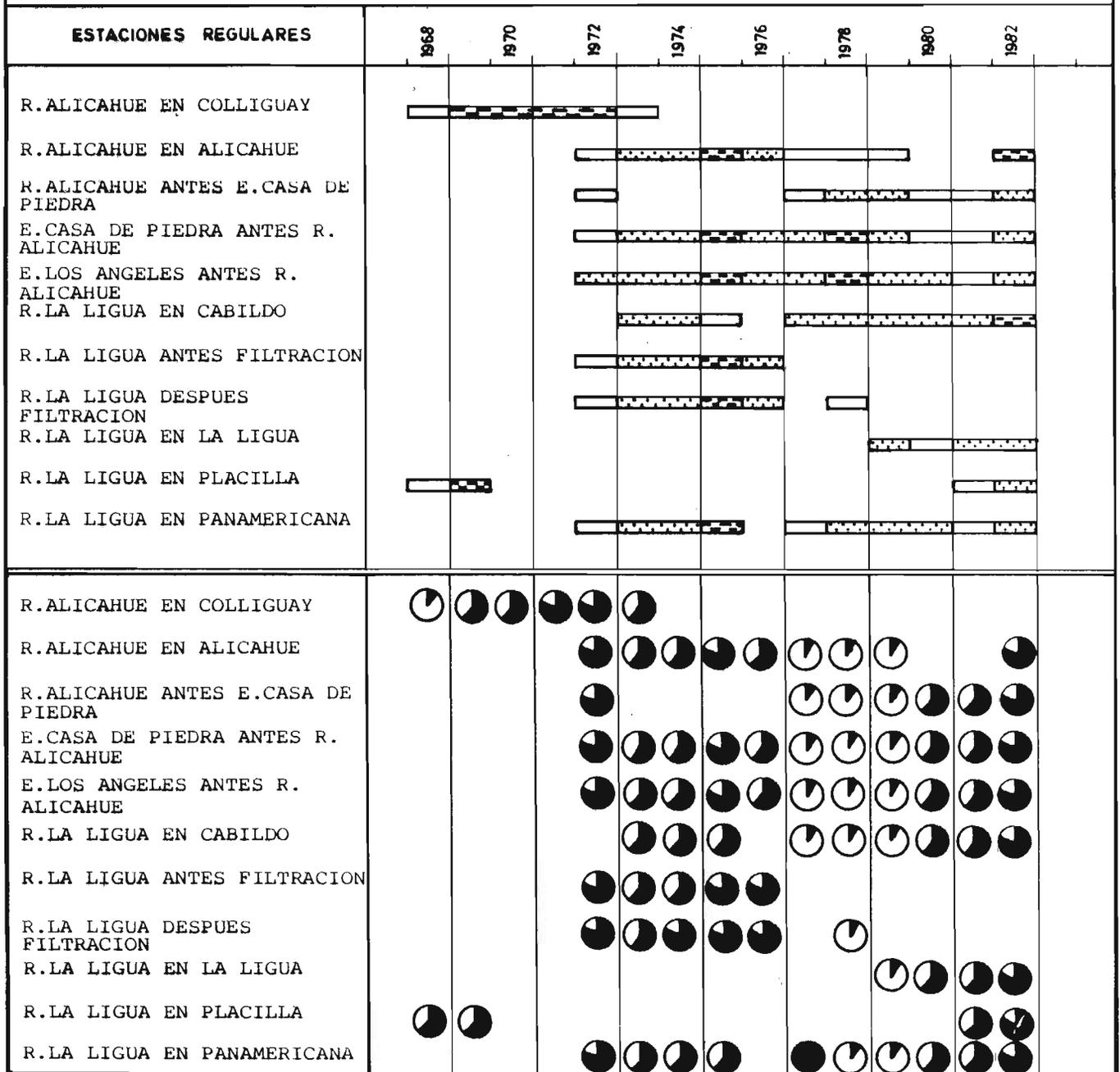


FIG. 3.15
PARAMETROS ANALIZADOS CONTINUIDAD
Y FRECUENCIA
HOYA RIO LA LIGUA



de este informe. Estas estaciones son las siguientes (ver plano N°3 para su ubicación):

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regular</u>
1	Río Juncal antes Río Juncalillo
3	Río Juncalillo antes Río Juncal
4	Río Juncal antes Río Blanco
5	Río Blanco antes T. Relave
6	Río Blanco después T. Relave
7	Río Blanco antes Río Los Leones
8	Río Los Leones antes Río Blanco
10	Río Blanco en Saladillo
11	E. Polvareda antes Río Blanco
12	Río Blanco en Piscicultura
13	Río Blanco antes Río Juncal
14	Río Aconcagua en Hotel Río Blanco
15	Río Aconcagua en B.T. Chacabuco
16	Río Riecillo antes Río Aconcagua
19	Río Aconcagua en Los Quilos
20	Río Colorado en Río Colorado
21	Río Aconcagua en Chacabquito
22	Río Aconcagua en Los Andes
24	E. Pocuro en el sifón
25	E. Pocuro en Asentamiento Cristo Redentor
26	E. Pocuro antes Río Aconcagua
27	Río Aconcagua en San Felipe
28	Río Putaendo en Resguardo Los Patos
29	Río Putaendo en Putaendo
30	E. Chalaco en Los Patos
32	E. Quilpué en desembocadura
34	Río Aconcagua en Panquehue
35	E. Lo Campo en Lo Campo
36	Río Aconcagua en Pte. Catemu
37	E. Catemu antes Río Aconcagua
✓ 38	E. Las Vegas antes Río Aconcagua
41	Río Aconcagua en Romeral
42	E. Romeral antes Río Aconcagua
43	Río Aconcagua en panamericana
✓ 44	E. Rabuco antes Río Aconcagua
✓ 45	E. Rabuco en Hda. Rabuco
✓ 47'	E. El Soldado en Pte. Mina
47	E. El Soldado después relave mina El Soldado
49	E. El Litre antes Río Aconcagua
50	Río Aconcagua en Pte. Boco
51	Río Aconcagua en Tabolango
52	Río Aconcagua en Pte. Colmo
53	E. Limache en Limache
✓ 54	E. Limache entrada T. Los Aromos
55	E. Limache Salida T. Los Aromos
✓ 56	E. Limache antes Río Aconcagua
✓ 57	Río Aconcagua en Pte. Con Con
✓ 58	E. Quintero en desembocadura
59	E. Quintero en Pte. camino a Ventanas
62	Río San Francisco antes E. Jahuel
57 +	Contaminación del río Aconcagua con mar

<u>Nº</u>	<u>Puntos de muestreo ocasionales</u>
2	Río Juncalillo en Caracoles
9	Río Blanco después R. Los Leones
17	Río Riecillo antes E. Las Gualtatas
18	E. Las Gualtatas antes Río Riecillo
23	Río Aconcaqua antes E. Pocuro
31	Río Putaendo en desembocadura
33	E. Quilpué en Santa María
✓39	E. Los Loros antes E. Las Vegas
40	E. Las Vegas antes E. Los Loros
46	Río Aconcaqua en Pte. Calera
47"	Canal salida Tranque relave
48	E. El Soldado en panamericana
60	Termnas de Jahuel
61	E. La Dormida en Pte. Pataqua

La fig Nº 3.16 refleja la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo y la fig Nº 3.17 el tipo de parámetros analizados en cada muestreo.

Tablas I.22 a I.24 del anexo I, indican, para cada parámetro y estación la frecuencia anual del muestreo.

Los antecedentes de calidad de agua para cada uno de los puntos y estaciones de muestreo se encuentran en los archivos de D.G.A.

Aun cuando esta hoya presenta abundantes antecedentes de calidad, por la naturaleza de los parámetros analizados no es posible identificar problemas asociados a las numerosas descargas de aguas servidas e industriales que el río recibe en todo su curso. Una segunda razón para este hecho indica en el gran caudal de este río, que permite grados de dilución bastante altos.

Al analizar los datos de calidad se advierte un leve aumento en la salinidad hacia aguas abajo. (ver figura 3.18). Se tiene influencia de mareas en las estaciones de muestreo ubicadas en E.Quintero en Pte. camino a Ventana, E. Quintero en desembocadura. y R.Aconcaqua en Puente Concón. Esta influencia significa aumentos significativos de la concentración de los iones cloruro, sodio y magnesio.

En la parte alta de la hoya, en el río Blanco, se presentan concentraciones variables de Cobre y Fierro debido a la faena minera desarrollada en la zona, hacia aguas abajo el problema desaparece.

N° de muestras

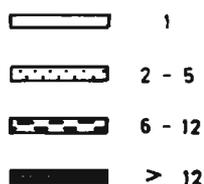
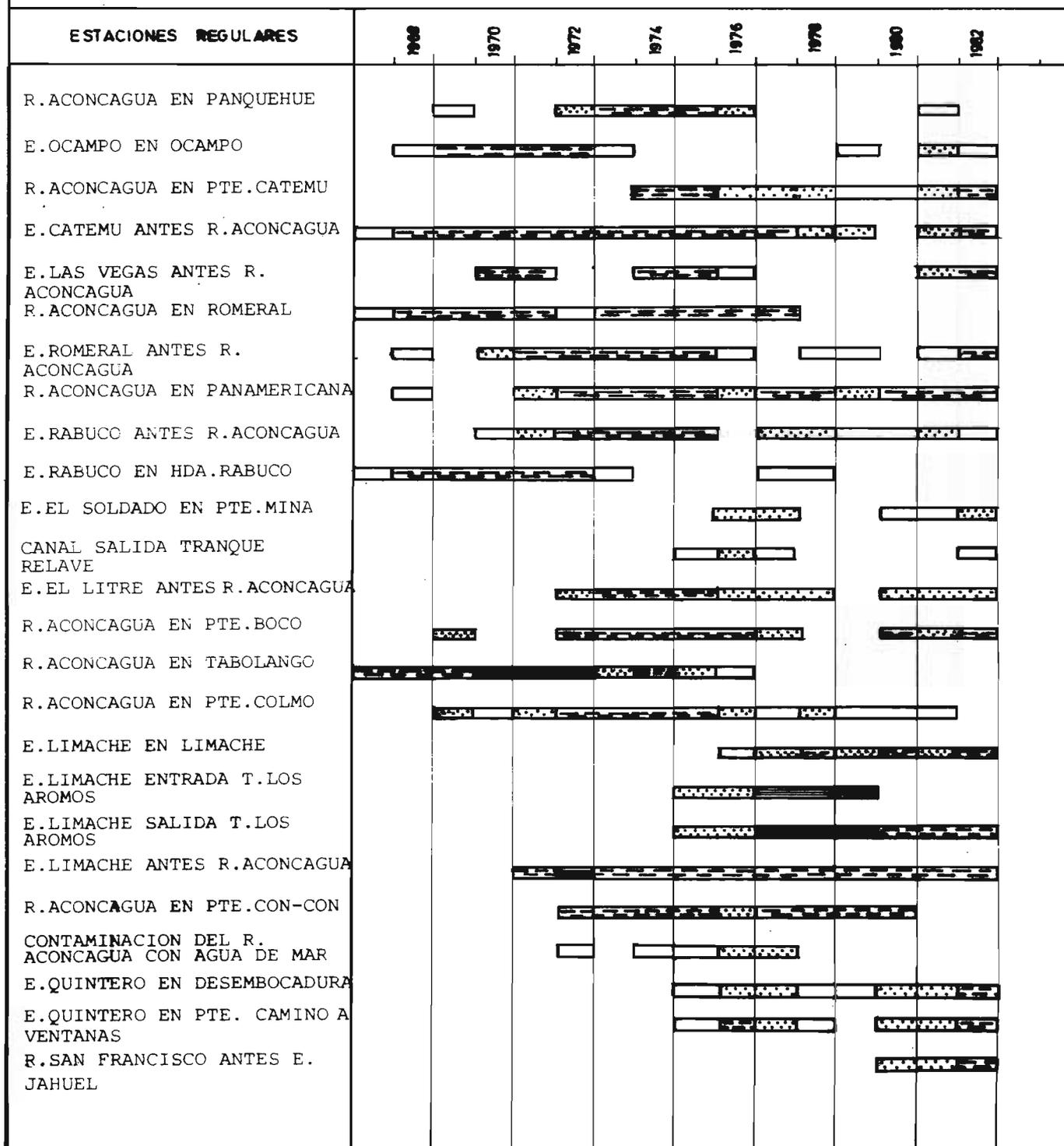


FIG. 3.16 (cont)

CONTINUIDAD DE LA INFORMACION Y FRECUENCIA DE MUESTREO HOYA RIO ACONCAGUA



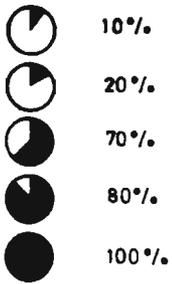
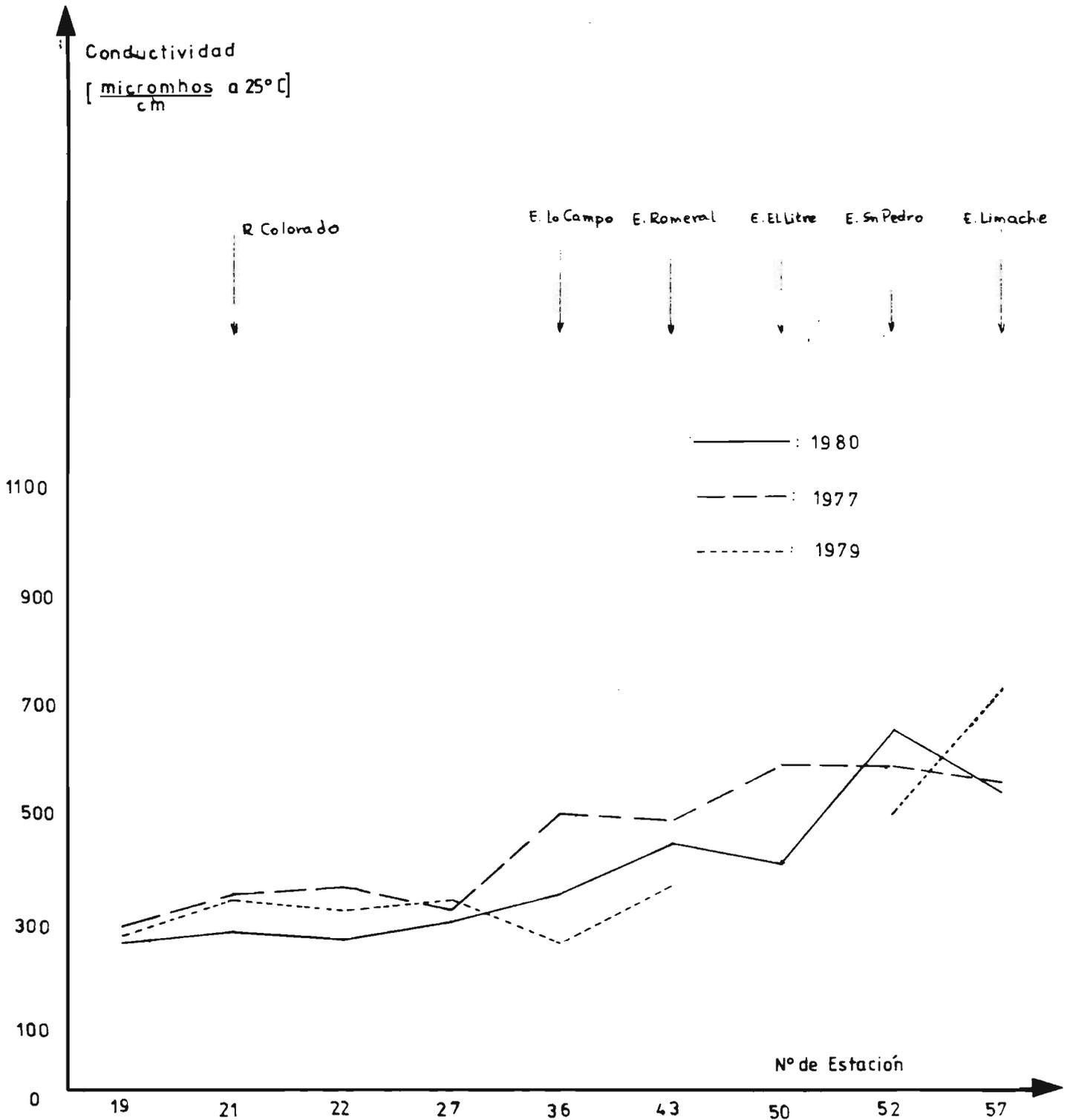


FIG. 3.17(cont)

PARAMETROS ANALIZADOS EN CADA MUESTREO
HOYA RIO ACONCAGUA

ESTACIONES REGULARES	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1982
R. ACONCAGUA EN PANQUEHUE		10%	80%	80%	80%	10%		80%
E. OCAMPO EN OCAMPO	10%	80%	80%	80%			10%	80%
R. ACONCAGUA EN PTE. CATEMU				80%	80%	10%	10%	80%
E. CATEMU ANTES R. ACONCAGUA	10%	80%	80%	80%	80%	10%	10%	80%
E. LAS VEGAS ANTES R. ACONCAGUA		80%	80%	80%	80%	10%		
R. ACONCAGUA EN ROMERAL	10%	80%	80%	80%	80%	80%		
E. ROMERAL ANTES R. ACONCAGUA		10%	80%	80%	80%		10%	80%
R. ACONCAGUA EN PANAMERICANA		10%	80%	80%	80%	80%	10%	80%
E. RABUCO ANTES R. ACONCAGUA			10%	80%	80%	80%	10%	80%
E. RABUCO EN HDA. RABUCO	10%	80%	80%	80%		10%	10%	
E. EL SOLDADO EN PTE. MINA					80%	10%	80%	80%
E. EL SOLDADO DESPUES RELAVE MINA EL SOLDADO					80%	80%		80%
E. EL LITRE ANTES R. ACONCAGUA			80%	80%	80%	10%	80%	80%
R. ACONCAGUA EN PTE. BOCO		10%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
R. ACONCAGUA EN TABOLANGO	80%	80%	80%	80%	80%			
R. ACONCAGUA EN PTE. COLMO		80%	80%	80%	80%	80%	10%	80%
E. LIMACHE EN LIMACHE					80%	80%	10%	80%
E. LIMACHE ENTRADA T. LOS AROMOS					80%	80%	10%	80%
E. LIMACHE SALIDA T. LOS AROMOS					80%	80%	10%	80%
E. LIMACHE ANTES R. ACONCAGUA			80%	80%	80%	80%	10%	80%
R. ACONCAGUA EN PTE. CON-CON			80%	80%	80%	80%	10%	80%
CONTAMINACION DEL R. ACONCAGUA CON AGUA DE MAR			80%	80%	80%	10%		
E. QUINTERO EN DESEMBOCADURA				80%	80%	10%	10%	80%
E. QUINTERO EN PTE. CAMINO A VENTANA				80%	80%	10%	10%	80%
R. SAN FRANCISCO ANTES E JAHUEL							80%	80%

FIG. 3.18
VARIACION DE SALINIDAD EN EL RIO ACONCAGUA



El arsénico y boro se presentan en muy baja concentración, al igual que el nitrato. Los valores más altos de As se han detectado en las estaciones ubicadas en R. Aconcagua en Chacabuquito con 0.06 mg/l de As y R. Aconcagua en Los Quilos con 0.04 mg/l. En esta última estación se ha detectado también el valor más alto de boro, 1.83 mg/l.

El análisis de la información existente indicaría que el agua, salvo en la parte alta de la hoya influenciada por la actividad minera, es de buena calidad y sería en principio apta para cualquier uso. Sin embargo, antecedentes de estudios más específicos hechos en esta hoya indican que existe un problema de contaminación provocada por descarga de aguas residuales que deberá ser considerado en la futura planificación del recurso.

4. PROPOSICION DE LA RED PRIMARIA DE CALIDAD DE AGUAS.

4.1. Generalidades.

En este capítulo se desarrollan las proposiciones de mejoramiento de la red de calidad de aguas existente. Estas proposiciones están basadas en los antecedentes existentes, consignados en el capítulo 3 y Anexos respectivos y en los objetivos generales y específicos indicados en los capítulos 1 y 2. Los antecedentes citados y los objetivos permitieron generar los criterios metodológicos y restricciones, indicadas en el capítulo 2, que llevan a las proposiciones que aquí se formulan.

A continuación se presenta la nómina de estaciones que se propone integren la red primaria de calidad de aguas justificando en cada caso la selección del lugar y categorizando cada una como estación base o de impacto según las definiciones dadas en el capítulo 2. Además, y con el objeto de permitir a la DGA un mayor grado de flexibilidad en la implementación de esta red, se indica la importancia de cada estación asignándole un grado de prioridad para su instalación (primera y segunda prioridad).

Una vez definida la red propuesta se hacen las recomendaciones respecto a los parámetros a analizar en cada estación y la frecuencia de muestreo en el mediano plazo, ya que la frecuencia en el largo plazo dependerá del análisis que se haga de la información recopilada en los primeros años de operación de la red.

Finalmente, se entrega una estimación preliminar de los costos de operación de la red propuesta.

4.2. Estaciones de muestreo.

4.2.1. Hoya del río Copiapó.

- C1. Río Jorquera en Vertedero. Estación base coincidente con una estación fluviométrica existente. Esta estación permite controlar la calidad del agua del río Jorquera inmediatamente antes de unirse al río Pulido para, junto con el río Manflas, formar el río Copiapó. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- C2. Río Pulido en Vertedero. Estación base coincidente con una estación fluviométrica existente. Esta estación permite controlar la calidad

de este informe. Estas estaciones son las siguientes (ver plano N°3 para su ubicación):

<u>Nº</u>	<u>Estaciones de muestreo regular</u>
1	Río Juncal antes Río Juncalillo
3	Río Juncalillo antes Río Juncal
4	Río Juncal antes Río Blanco
5	Río Blanco antes T. Relave
6	Río Blanco después T. Relave
7	Río Blanco antes Río Los Leones
8	Río Los Leones antes Río Blanco
10	Río Blanco en Saladillo
11	E. Polvareda antes Río Blanco
12	Río Blanco en Piscicultura
13	Río Blanco antes Río Juncal
14	Río Aconcagua en Hotel Río Blanco
15	Río Aconcagua en B.T. Chacabuco
16	Río Riecillo antes Río Aconcagua
19	Río Aconcagua en Los Quilos
20	Río Colorado en Río Colorado
21	Río Aconcagua en Chacabquito
22	Río Aconcagua en Los Andes
24	E. Pocuro en el sifón
25	E. Pocuro en Asentamiento Cristo Redentor
26	E. Pocuro antes Río Aconcagua
27	Río Aconcagua en San Felipe
28	Río Putaendo en Resguardo Los Patos
29	Río Putaendo en Putaendo
30	E. Chalaco en Los Patos
32	E. Quilpué en desembocadura
34	Río Aconcagua en Panquehue
35	E. Lo Campo en Lo Campo
36	Río Aconcagua en Pte. Catemu
37	E. Catemu antes Río Aconcagua
✓ 38	E. Las Vegas antes Río Aconcagua
41	Río Aconcagua en Romeral
42	E. Romeral antes Río Aconcagua
43	Río Aconcagua en panamericana
✓ 44	E. Rabuco antes Río Aconcagua
✓ 45	E. Rabuco en Hda. Rabuco
✓ 47	E. El Soldado en Pte. Mina
47	E. El Soldado después relave mina El Soldado
49	E. El Litre antes Río Aconcagua
50	Río Aconcagua en Pte. Boco
51	Río Aconcagua en Tabolango
52	Río Aconcagua en Pte. Colmo
53	E. Limache en Limache
✓ 54	E. Limache entrada T. Los Aromos
55	E. Limache Salida T. Los Aromos
✓ 56	E. Limache antes Río Aconcagua
✓ 57	Río Aconcagua en Pte. Con Con
✓ 58	E. Quintero en desembocadura
59	E. Quintero en Pte. camino a Ventanas
62	Río San Francisco antes E. Jahuel
57 +	Contaminación del río Aconcagua con mar

del agua del río Pulido antes de la unión con el río Jorquera para, junto al río Manflas, formar el río Copiapó. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.

- C3. Río Manflas en Vertedero. Estación base coincidente con una estación fluviométrica existente. Esta estación permite controlar la calidad del río Manflas inmediatamente antes que se una a los ríos Pulido y Jorquera para formar el río Copiapó. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- C4. Río Copiapó en Mal Paso. Estación coincidente con una estación fluviométrica existente. Actúa como estación de impacto con respecto a la zona de riego comprendida entre esta estación y el nacimiento del río Copiapó. También actúa como estación de base con respecto al efecto de la ciudad de Copiapó, el mineral de Paipote y otros yacimientos mineros existentes en la zona. Se recomienda asignar primera prioridad a esta estación.
- C5. Río Copiapó en La Chimba. Esta estación permite detectar el impacto que puede producir en la calidad del agua la ciudad de Copiapó, el mineral de Paipote y otros minerales de la zona. No tiene sentido ubicar otra estación hacia la desembocadura del río, ya que el caudal que éste lleva en ese sector es muy bajo y además, presenta una fuerte interacción con las aguas subterráneas, perdiendo representatividad. La ubicación de esta estación coincide con el punto de muestreo de la Dirección General de Aguas. Se recomienda muestrear con primera prioridad.
- C6. Río Figueroa antes de río Turbio. Estación de base destinada a conocer la calidad del agua del río Figueroa en una zona no afectada aún por el hombre. Esta estación permitiría conocer la calidad del agua en una zona mucho más inalterada que la correspondiente a las estaciones de base C1, C2 y C3. Se cree conveniente conocer la calidad del agua en esta cuenca aún cuando se reconocen los problemas de acceso. Por ello se propone su control sólo en segunda prioridad.

4.2.2. Hoya del Salar de Maricunga.

- M1. Río Lamas en El Salto. Estación base ubicada en el mismo lugar donde está la estación de muestreo de calidad de la Dirección General de Aguas. Permite conocer la calidad del agua afluente al Salar de Maricunga. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- M2. Río Valle Ancho en La Barrera. Estación base coincidente con una estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad del agua del río Valle Ancho, antes que se produzcan infiltraciones, con el objeto de proporcionar información relativa a sus posibilidades de aprovechamiento. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.

4.2.3. Hoya del Río Huasco.

- H1. Conay en Las Lozas. Estación base coincidente con estación fluviométrica propuesta. Permite conocer la calidad de los recursos del río Conay antes que se junte con el río Chollay para formar el río Tránsito donde son parcialmente utilizados para regadío. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- H2. Río Chollay antes del río Conay. Estación base que permite, junto con la estación H1, conocer la calidad del agua del río Tránsito, antes de la zona donde son parcialmente utilizadas en riego. Esta estación se ubica en el río Conay. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- H3. Río Tránsito antes del río El Carmen. Estación coincidente con estación fluviométrica existente. Actúa como estación de impacto con res pecto a la actividad agrícola existente entre esta estación y las est aciones H1 y H2. También actúa como estación base con respecto a la zona de intenso desarrollo agrícola existente aguas abajo de la confluencia del río Tránsito con el río El Carmen. Junto con la estación H4, que se describe más adelante, permite conocer la calidad del río Huasco en su nacimiento. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- H4. Río El Carmen en Ramadillas. Estación base ubicada en un punto coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad de las aguas del río Carmen antes de unirse al río Tránsito para formar el río Huasco. Aguas arriba de esta estación existe algún nivel de de sarrollo agrícola, pero insuficiente como para justificar la in clusión de otra estación en un punto más alto. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- H5. Río Huasco en Puente Longitudinal. Estación de impacto ubicada, como su nombre lo indica, en el cruce del río con la Carretera Panamericana. Permite conocer el efecto que tiene en la calidad del agua el riego aguas arriba de Vallenar, así como el efecto de las aguas servidas de esta ciudad. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- H6. Río Huasco en Huasco Bajo. Estación de impacto ubicada en la estación fluviométrica propuesta del mismo nombre. Permite conocer el efecto general de la actividad en toda la hoya del Huasco, incluyendo la locu lidad de Freirina. Se propone primera prioridad para el el control de esta estación.

4.2.4. Hoya del Río Elqui.

- E1. Río Toro antes Río La Laguna. Estación base, coincidente con la est ación fluviométrica propuesta. Se ha denominado estación base aunque

recibe la influencia del establecimiento minero El Indio, debido a que las aguas del río Toro presentan bastantes problemas de calidad, en forma natural. Toda la zona de aguas arriba se caracteriza por una fuerte contaminación inorgánica, de origen natural. Dado que existen numerosos ríos y afloramientos con problemas de calidad aguas arriba de este punto (Termas del Toro, Río Malo y Río Vacas Heladas) se prefirió ubicar una sola estación que midiera el efecto global. El efecto de la mina El Indio es actualmente controlado por el Ministerio de Salud. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.

- E2. Río La Laguna antes de Río Toro. Estación base, ubicada en el río La Laguna inmediatamente antes de la confluencia con el río Toro. Se considera importante conocer la calidad del agua en este cauce antes de su confluencia con el río Toro de inferior calidad. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- E3. Río Turbio en Huanta. Estación de impacto, coincidente con la ubicación de la estación de muestreo regular actualmente operada por la Dirección General de Aguas. Esta estación permite conocer el impacto de la zona de riego ubicada aguas arriba de ella y permite, además, tener una apreciación global de los problemas de calidad que se presentan aguas arriba de la formación del río Turbio. Se recomienda segunda prioridad para esta estación.
- E4. Río Turbio en Varillar. Estación de impacto ubicada en la estación fluviométrica del mismo nombre. Permite, por una parte conocer el impacto de la actividad agrícola a lo largo del río Turbio y, por otra, conocer la calidad con que este río se une al río Claro para formar el río Elqui. Se propone primera prioridad para esta estación.
- E5. Río Derecho en Alcoguás. Estación base coincide con una estación fluviométrica propuesta. Esta estación está ubicada en la parte del río Derecho con poca influencia del riego aguas arriba de ella. Por lo tanto controlaría la calidad natural del recurso. Se propone primera prioridad para esta estación.
- E6. Río Claro en Rivadavia. Estación base coincidente con una estación fluviométrica existente. Aunque existe algún desarrollo agrícola aguas arriba de esta estación se ha preferido considerarla como base en relación a las posibilidades de contaminación que presente el río Turbio. Ambos ríos se juntan para formar el río Elqui y esta estación, junto con la estación E4 permiten determinar la calidad de este río en su nacimiento. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- E7. Río Elqui en Almendral. Estación de impacto con respecto a la ciudad de Vicuña y a la zona de riego comprendida entre este punto y el nacimiento del río Elqui. También sirve como referencia para efectos de evaluar la influencia que pudieran tener las minas Almendral y Marquesa en calidad del agua. Se propone primera prioridad para esta estación.

- E8. Río Elqui en Puente de Piedra. Estación de impacto para detectar la influencia que pudieran tener las minas Almendral y Marquesa en la calidad del agua. Se ubicaría en las proximidades de la antigua estación fluviométrica del mismo nombre de fácil acceso por la ribera norte del río Elqui. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- E9. Río Elqui en La Serena. Estación de impacto, ubicada en la estación fluviométrica propuesta. El propósito de esta estación es detectar en forma global el efecto en la calidad del uso en toda la cuenca y de incluir el posible efecto de la minera Alto Valsol. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- E10. Estero Culebrón en el Sifón. Estación base, coincide con una estación fluviométrica propuesta. El propósito de esta estación es proporcionar información acerca de la calidad de las aguas del estero Culebrón y su posible aprovechamiento como fuente de aguas para uso industrial en la zona de Coquimbo. El estero Culebrón recibe derrames de riego. Se propone primera prioridad para el control de esta estación.

4.2.5. Hoya del Río Limarí.

- L1. Río Hurtado en San Agustín. Estación base coincidente con estación fluviométrica existente. Esta estación permite conocer la calidad de las aguas del río Hurtado en la zona inalterada. Se propone controlar esta estación con primera prioridad.
- L2. Río Hurtado en Angostura de Pangué. Estación de impacto, coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer el efecto del uso del agua en riego, entre esta estación y la L1, y además la calidad del agua que entra al embalse Recoleta. Se propone controlar esta estación con primera prioridad.
- L3. Río Rapel en Palomo. Estación base, ubicada en la estación de aforo existente en ese lugar, la cual, a futuro, no integrará la red. Permite conocer la calidad de las aguas del río Rapel en la zona inalterada, antes de ser usadas en agricultura. Se recomienda controlar esta estación con primera prioridad.
- L4. Río Grande en Puntilla San Juan. Estación de impacto, coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer el efecto de la zona de riego comprendida entre esta estación y las estaciones L3, L5 y L6 y además permite conocer la calidad de las aguas que se incorporan al embalse Paloma. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

- L5. Río Mostazal en Cuestecita. Estación base ubicada en la estación de aforos existente en ese lugar. Permite conocer la calidad de las aguas del río Mostazal antes de ser utilizadas en riego. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- L6. Río Grande en Las Ramadas. Estación base, ubicada en la estación fluviométrica existente en ese lugar. Permite conocer la calidad natural de las aguas del río Grande antes de la zona de riego. Esta estación, junto con las L3 y L5 definen las condiciones naturales existentes en las cabeceras de la cuenca del río Grande, sirviendo de referencia para evaluar el impacto del uso agrícola hasta la entrada al embalse Paloma. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.
- L7. Río Cogotí en Fragüita. Estación base, ubicada en la estación fluviométrica existente en ese lugar. Permite conocer la calidad natural de las aguas del río Cogotí antes de la zona de riego ubicada aguas arriba del embalse del mismo nombre. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- L8. Río Cogotí en Embalse Cogotí. Estación de impacto ubicada en la estación fluviométrica existente, del mismo nombre. Permite detectar el efecto de la zona de riego comprendida entre esta estación y la L7 y, además, conocer la calidad del agua entre al embalse Cogotí. Se propone primera prioridad para esta estación.
- L9. Río Combarbalá en Ramadillas. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica existente. Esta estación permite conocer la calidad del agua del río Combarbalá en su estado natural, antes de la zona de riego ubicada aguas arriba del embalse Cogotí y antes de la refinería de cobre de ENAMI. Se propone primera prioridad para esta estación.
- L10. Río Combarbalá en camino a Punitaqui. Estación de impacto, ubicada en el puente sobre el río Combarbalá en el camino de Combarbalá a Punitaqui. Permite conocer el efecto de la zona de riego ubicada aguas arriba del embalse Cogotí y el posible efecto de la refinería de ENAMI, en la calidad de aguas del río Combarbalá. También mide la calidad de los aportes de este río al embalse Cogotí. Se propone controlar esta estación con primera prioridad.
- L11. Río Limarí en San Julián. Estación de impacto, ubicada en el río Limarí, inmediatamente aguas abajo de la quebrada El Ingenio. Permite conocer el efecto general del uso agrícola en la cuenca del río Limarí, de la actividad urbana de Monte Patria y Ovalle y de la mina La Cocinera, ubicada en la cuenca de la Quebrada El Ingenio. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- L12. Estero Punitaqui antes de río Limarí. Estación base, ubicada en la estación fluviométrica del mismo nombre. Permite conocer la calidad del E. Punitaqui, que se caracteriza por una elevada salinidad, antes de su descarga al río Limarí. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.

L13. Río Limarí en Longitudinal. Estación de impacto, ubicada en la estación fluviométrica del mismo nombre. Permite conocer el efecto global de toda la actividad en la cuenca y, a la vez, verificar la información de calidad entregada por las otras estaciones. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.

L14. Río Huatulame en El Tome. Estación de impacto, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre, ubicada en el río Huatulame inmediatamente antes de su descarga al embalse Paloma. Permite medir el efecto de la actividad agrícola y minera en las aguas de la cuenca y, junto con la estación L4, conocer la calidad de las aguas que alimentan el embalse Paloma. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.6. Hoya del río Choapa.

CH1. Río Illapel en Las Burras. Estación base, coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad del agua en la cabecera de las zonas de riego y detectar el posible efecto de actividad minera en la zona se propone controlar esta estación con primera prioridad.

CH2. Río Illapel en Puente El Peral. Estación de impacto, coincide con una estación fluviométrica existente. Esta está ubicada en el Pte. El Peral, antes de la junta del río Illapel con el río Choapa. Permite conocer el efecto general de la actividad agrícola, minera y urbana de la cuenca del río Illapel y la calidad de las aguas que este río entrega al río Choapa. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

CH3. Estero Chalinga en Chalinga. Estación base, ubicada en la antigua estación fluviométrica existente en esa localidad. Permite conocer la calidad de las aguas que aporta este estero al río Choapa. Se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

CH4. Cuncumén antes bocatoma de canales. Estación base, ubicada en la estación fluviométrica del mismo nombre. Permite conocer la calidad del agua de la cuenca del río Choapa en las cabeceras de la zona de riego. También permite detectar el posible efecto de la futura mina Los Pelambres en la calidad del agua. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

CH5. Río Choapa en Cuncumén. Estación base coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad natural de las aguas del río Chaoapa en la cabecera de la zona de riego, junto con la estación CH4. Se propone asignar primera prioridad al control a esta estación.

- CH6. Río Choapa en Salamanca. Estación de impacto. Permite detectar el efecto del riego y actividad minera en la parte superior de la cuenca del Choapa, arriba de la Localidad de Salamanca. Junto con la estación CH3 también permite conocer la calidad de las aguas que llegan al curso medio del río Choapa, entre Salamanca y su unión con el río Illapel. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- CH7. Río Choapa en Puente Negro. Estación de impacto, coincidente con estación fluviométrica existente. Permite detectar el efecto del uso agrícola y minero en el curso medio del río Choapa y, junto a la estación CH2, permite conocer la calidad resultante de la unión del río Choapa con el río Illapel. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- CH8. Río Pupío en Angostura de Romero. Estación base, ubicada en la estación fluviométrica propuesta en el estudio de BF Ingenieros Civiles. Permite conocer la calidad del agua del estero Pupío en la cabecera de la zona de riego que alimenta. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- CH9. Estero Auco, antes del río Illapel. Estación de impacto, ubicada al oriente del Puente Illapel, a un costado de la planta de la ENAMI. Permite detectar el posible efecto de los establecimientos mineros y la calidad del agua que el estero aporta al río Illapel. Se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.7. Hoya del río Quilimarí.

Dado el área de esta cuenca, y el hecho que el principal afluente al embalse Culimo es un estero de régimen intermitente no se recomienda instalar una estación de calidad de aguas.

4.2.8. Hoya del río Petorca.

- P1. Pedernal en Tejada. Estación base coincidente con estación fluviométrica existente. Junto con la estación P2 permite conocer la calidad natural de las aguas que dan origen al río Petorca. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- P2. Sobrante en Piñadero. Estación base coincidente con estación fluviométrica existente. Junto con la estación P1 definen la calidad natural

de las aguas que dan origen al río Petorca. Se propone asignar primera prioridad a esta estación.

- P.3. Río Petorca en Longitudinal. Estación de impacto, ubicada en el puente de la carretera Panamericana. Permite detectar el efecto general en la calidad del agua de la actividad agrícola, minera y urbana dentro de la hoya. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.9 Hoya del río La Ligua.

- L1. Río Alicahue en Colliguay. Estación base, coincidente con estación fluviométrica del mismo nombre. Permite conocer la calidad de las aguas de la cuenca en su estado natural, antes de ser sometida a ningún uso. Se propone controlar esta estación con primera prioridad.
- L2. Estero Las Pataguas antes del río La Ligua. Estación de impacto, ubicada en el badén existente en el estero, inmediatamente antes de su descarga al río La Ligua. Aunque el régimen del estero es pluvial es importante su control por la existencia de yacimiento mineros dentro de su cuenca. Se propone controlar esta estación con primera prioridad.
- L3. Río La Ligua en Longitudinal. Estación de impacto, ubicada en el puente de la Carretera Panamericana. Permite detectar el efecto general del uso del agua dentro de la cuenca. Se propone asignar primera prioridad al control de esta cuenca.
- L4. Río La Ligua en Cabildo. Estación de impacto, se ubicaría aguas abajo de la planta de procesamiento de ENAMI. Se propone muestrear con primera prioridad.

4.2.10. Hoya del río Aconcagua.

- A1. Río Putaendo en Resguardo Los Patos. Estación base coincidente con estación fluviométrica existente, de igual nombre. Permite conocer la calidad natural de las aguas del río Putaendo antes de ser utilizada en agricultura. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A2. Río Putaendo en desembocadura. Estación base coincidente con la estación fluviométrica propuesta Putaendo en el Badén. Permite conocer la calidad del agua que entrega el río Putaendo al río Aconcagua y

detectar al posible efecto del uso agrícola existente aguas arriba. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

- A3. Río Colorado en Colorado. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica existente, del mismo nombre. Permite conocer la calidad del agua que este río aporta al río Aconcagua. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A4. Río Aconcagua en Chacabucuito. Estación de impacto, coincidente con la estación fluviométrica existente, del mismo nombre. Esta estación permite detectar el efecto del uso agrícola del agua y de la actividad minera dentro de la cuenca superior del río Aconcagua. También permite conocer la calidad del agua que se recibe en el curso medio de este río. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A5. Río Aconcagua en San Felipe. Estación de impacto, ubicada 300 metros aguas abajo del puente carretero. Esta estación permite detectar el efecto de la actividad agrícola, minera y urbana dentro de la hoya superior del río Aconcagua. Se propone asignar primera prioridad a su control.
- A6. Río Juncal antes de Río Blanco. Estación base, ubicada frente a la Escuela de Alta Montaña, antes de la confluencia con el río Blanco. Permite conocer la calidad de las aguas existentes en la cabecera de las zonas de riego y el posible efecto de los establecimientos mineros ubicados aguas arriba. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A7. Río Blanco en Río Blanco. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre. También constituye una estación de impacto con respecto a la actividad minera que existe aguas arriba en la División Andina de Codelco Chile se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A8. Estero Pocuro en El Sifón. Estación base, coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad del agua en su estado natural, antes de ser afectada por su uso intenso. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A9. Estero Las Vegas en Desembocadura. Estación base, coincidente con estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad del aporte del estero Las Vegas al río Aconcagua. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A10. Río Aconcagua en Romeral. Estación de impacto, coincidente con estación fluviométrica existente. Mediante esta estación es posible conocer el efecto en la calidad del agua de la actividad agrícola, urbana y minera en los sectores superior y medio del río Aconcagua. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

- Lima
- ✓ A11. Estero El Litre antes del río Aconcagua. Estación base, ubicada en el puente carretero, al norte de Calera. Permite conocer la calidad del agua aportada al río Aconcagua por el estero El Litre y el posible efecto de la minera El Soldado, ubicada dentro de su cuenca. Se propone prioridad al control de esta estación.
- A12. Estero Limache en entrada embalse Los Aromos. Estación base, ubicada inmediatamente antes de la entrada del estero al embalse. Antiguamente existía una estación de este tipo pero fue cubierta por las aguas del embalse. Permite conocer la calidad del agua afluente al embalse. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- ✓ A13. Río Aconcagua en Puente Colmo. Estación de impacto, coincidente con una estación fluviométrica propuesta por BF Ingenieros Civiles, definida por el puente Colmo, 7 kilómetros aguas arriba de la desembocadura. Permite detectar el efecto combinado de toda la actividad dentro de la cuenca. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- A14. Estero Quintero en Valle Alegre. Estación base, coincide con una estación fluviométrica propuesta para esta cuenca. Permite conocer la calidad de las aguas del estero Quintero para su posible utilización en agricultura y/o agua potable. Se propone controlar esta estación en primera prioridad.
- ✓ A15. Estero Catemu en Catemu. Estación base, coincide con una estación fluviométrica existente. Permite conocer la calidad del agua que aporta el estero Catemu al río Aconcagua. Dada la gran diferencia de caudales entre el río y el estero, se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.11. Resumen de la red de calidad de aguas propuesta.

Las consideraciones realizadas en los puntos 4.2.1. al 4.2.10 permiten resumir las estaciones de la red fluviométrica propuesta en los siguientes términos. Se indica la categoría de la estación (base o de impacto), si tiene primera o segunda prioridad dentro de la red y si hay una estación fluviométrica (existente o propuesta) en el lugar de control.

En la Tabla 4.1 se presenta las características de las estaciones propuestas, usando la siguiente nomenclatura:

e : estación fluviométrica existente

p : estación fluviométrica de la red propuesta

no: no existe estac. fluviométrica o si existe se propuso suprimirla en el estudio de la red fluviométrica.

- b : estación base.
 i : estación de impacto.
 1 : estación de primera prioridad.
 2 : estación de segunda prioridad.

La ubicación de las estaciones propuesta se encuentra en el plano N°4, incluido en esta publicación.

T A B L A 4.1

Características de las Estaciones Propuestas

. Hoya del río Copiapó.

N°	Nombre	Estac. Fluvio.	Categ.	Prio ridad.	Coordenadas	
					Lat.	Long.
C1	Río Jorquera en Vertedero	* e	b	1	28°25'	69°57,5'
C2	Río Pulido en Vertedero	* e	b	1	28° 5,5'	69°57,5'
C3	Río Manflas en Vertedero	* e	b	1	28° 9'	70° 1,5'
C4	Río Copiapó en Mal Paso	e	i	1	27°31'	70°16,5'
C5	Río Copiapó en Piedra Colgada	no	i	1	27°21'	70°22'
C6	Río Figueroa antes de Río Turbio	* no	b	2	27°41,5'	69° 33'

. Hoya del Salar de Maricunga.

M1	Río Lamas en El Salto	* e	b	1	27° 5,5'	68°58,5'
M2	Río Valle en La Barrera	* e	b	1	27° 8,5'	69° 0,5'

. Hoya del Río Huasco.

H1	Conay en Las Lozas	* p	b	1	28°56'	70° 6'
H2	Río Chollay antes del río Conay	no	b	1	28°59'	70°10'
H3	Río Tránsito antes del río El Carmen	e	i	1	28°45'	70°29'
H4	Río El Carmen en Ramadillas	* e	b	1	28°45'	70°29'
H5	Río Huasco en Puente Longitudinal	no	i	1	28°34'	70°47,5'
H6	Río Huasco en Huasco Bajo	e	i	1	28°28,5'	71°11'

. Hoya del río Elqui.

E1	Río Toro antes río La Laguna	e	b	1	29°58'	70° 7'
E2	Río La Laguna antes río Toro	* no	i	1	29°59'	70° 7'
E3	Río Turbio en Huanta	no	i	2	29°51'	70°24'
E4	Río Turbio en Varillar	e	i	1	29°56,7'	70° 1,4'
E5	Río Derecho en Alçoguás	* no	b	1	30°14,5'	70° 30'

* Estaciones en las cuales se recomienda distinta frecuencia de muestreo para cianuros, fenoles y fosfatos (ver punto 4.4).

		Estac. Fluvio.	Categ.	Prio ridad.	Coordenadas	
					Lat.	Long.
E6	Río Claro en Rivadavia	e	b	1	29°58,7'	70°33,3'
E7	Río Elqui en Almendral	no	i	1	29°58,9'	70°53,8'
E8	Río Elqui en Punta de Piedra	no	i	1	29°57,5'	71° 7'
E9	Río Elqui en La Serena	p	i	1	29°54'	71°16'
E10	Estero Culebrón en El Sifón	p	b	1	29°58'	71°20'

. Hoya del río Limarí.

L1	Río Hurtado en San Agustín	* e	b	1	30°27'	70°32'
L2	Río Hurtado en Angostura de Pangué	e	i	1	30°26'	71° 0'
L3	Río Rapel en Palomo	* no	b	1	30°44'	70°37'
L4	Río Grande en Puntilla San Juan	e	i	1	30°42'	70°55'
L5	Río Mostazal en Cuestecita	* e	b	1	30°49'	70°37'
L6	Río Grande en Las Ramadas	* e	b	1	31° 1'	70°36'
L7	Río Cogotí en Fragüita	* e	b	1	31° 7'	70°52'
L8	Río Cogotí antes en Emb. Cogotí	e	i	1	31° 1'	71° 3'
L9	Río Combarbalá en Ramadillas	* e	b	1	31°14'	70°54'
L10	Río Combarbalá en camino a Punitaqui	no	i	1	31° 9'	71° 2'
L11	Río Limarí en San Julián	no	i	1	30°38'	71°20'
L12	Estero Punitaqui antes de Río Limarí	e	b	1	30°40'	71°31'
L13	Río Limarí en Longitudinal	e	i	1	30°40'	71°32'
L14	Río Huatulame en El Tome	e	i	1	30°48'	70°58'

. Hoya del río Choapa.

CH1	Río Illapel en Las Burras	* e	b	1	31°30'	70°49'
CH2	Río Illapel en Puente Peral	e	i	1	31°40'	71°16'
CH3	Estero Chalinga en Chalinga	no	b	2	31°46'	70°59,5'
CH4	Cuncumén antes bccatoma canales	e	b	1	31°50'	70°36'
CH5	Río Choapa en Cuncumén	* e	b	1	31°58'	70°35'
CH6	Río Choapa en Salamanca	e	i	1	31°47'	70°58'
CH7	Río Choapa en Puente Negro	e	i	1	31°41'	71°16'
CH8	Río Pupío en Angostura de Romero	p	b	1	31°57'	71° 3'
CH9	Estero Auco antes del río Illapel	no	i	2	31°36'	71° 9'

* Estaciones en las cuales se recomienda distinta frecuencia de muestreo para cianuros, fenoles y fosfatos (ver punto 4.4).

					Coordenadas	
		Estac. Fluvio.	Categ.	Prio ridad.	Lat.	Long.
. Hoya del río Petorca.						
P1	Río Pedernal en Tejada	* e	b	1	32° 4,3'	70°45,4'
P2	Río Sobrante en Piñadero	* e	b	1	32°16,6'	70°42,5'
P3	Río Petorca en Longitudinal	p	i	1	32°23'	71°23'
. Hoya del río La Ligua.						
L1	Río Alicahue en Colliguay	* e	b	1	32°19,7'	70°44,5'
L2	Est. Las Pataguas antes río La Ligua	no	i	1	32°29'	71°11'
L3	Río La Ligua en Longitudinal	no	i	1	32°26'	71°21'
L4	Río La Ligua en Cabildo	no	i	1	32°25'	71° 5'
. Hoya del río Aconcagua.						
A1	Río Putaendo en Resguardo Los Patos	* e	b	1	32°31'	70°36'
A2	Río Putaendo en El Badén	p	b	1	32°43'	70°45,5'
A3	Río Colorado en Colorado	e	b	1	32°50'	70°22'
A4	Río Aconcagua en Chacabuquito	e	i	1	32°50'	70°34'
A5	Río Aconcagua en San Felipe	e	i	1	32°45'	70°44'
A6	Río Juncal antes Río Blanco	* no	b	1	32°54'	70°17'
A7	Río Blanco en Río Blanco	e	b	1	32°55'	70°19'
A8	Esterio Pocuro en El Sifón	* e	b	1	32°52'	70°35'
A9	Esterio Las Vegas en Desembocadura	e	b	1	32°51'	71° 1'
A10	Río Aconcagua en Romeral	p	i	1	32°49'	71° 4'
A11	Esterio El Litre antes Río Aconcagua	no	b	1	32°46'	71°12'
A12	Esterio Limache en entrada Embalse Los Aromos	no	b	1	32°57'	71°24'
A13	Río Aconcagua en Puente Colmo	p	i	1	32°55,5'	71°27'
A14	Esterio Quintero en Valle Alegre	p	b	1	32°49'	71°27'
A15	Esterio Catemu en Catemu	e	b	2	32°47'	70°59,5'

* Estaciones en las cuales se recomienda distinta frecuencia de muestreo para cianuros, fenoles y fosfatos (ver punto 4.4).

4.3. Parámetros a analizar.

De acuerdo a los criterios planteados en el capítulo 2 de este informe, que modifican en parte lo establecido en las bases de este estudio, se propone que en toda las estaciones de la red primaria propuesta, sean estas base o impacto o de primera o segunda prioridad, salvo restricciones que posteriormente se indican, se analicen los siguientes parámetros:

pH	cloruro
CE	bicarbonato
temperatura	carbonato
oxígeno disuelto	demanda química de oxígeno
sodio	nitrate
potasio	fosfato
calcio	arsénico
magnesio	boro
cobre	fenoles
fierro	mercurio
sulfato	cianuro

Los parámetros arsénico, boro, fenol, cianuro y mercurio son parámetros de interés restringido a un sector geográfico o industrial por lo que su frecuencia de muestreo en otros sectores puede suprimirse o disminuirse.

A pesar de la escasa probabilidad de encontrar estos compuestos en numerosas cuencas sería, de todas maneras, conveniente investigar su presencia por lo menos durante un año antes de reducir su frecuencia o eliminar su control. Aún cuando no se detecte su presencia en algunas cuencas conviene no descartar definitivamente su medición sino, más bien, reducir su frecuencia a una vez cada uno o dos años, para detectar posibles problemas de calidad imprevistos.

Algunos del resto de los parámetros tampoco serán detectados en niveles que justifiquen su determinación con la frecuencia recomendada en principio. Se recomienda que se utilice periódicamente la propia información proporcionada por la red para redefinir la frecuencia de medición de los parámetros que resulten irrelevantes. Esta revisión debería hacerse inicialmente en un plazo breve, del orden de dos años, que permita reunir una cantidad significativa de información sistemática. Posteriormente, la revisión podría hacerse cada cinco años, ya que cada vez la selección de frecuencias estaría basada en una mayor cantidad de información.

Los parámetros nitrito, amonio, demanda bioquímica de oxígeno e índice coli, todos propuestos en las bases de DGA, no figuran en esta proposición.

por las necesidades de infraestructura de laboratorio regionales que requieren.

El análisis de otros parámetros, distintos a los indicados en esta recomendación, se estima corresponden a estudios especiales, que no son el objetivo de una red primaria de calidad de aguas.

4.4. Frecuencia de muestreo y costo de operación.

Obviamente, si no se consideran los costos de operación de la red, la frecuencia de muestreo óptima es la mayor posible. Sin embargo resulta necesario definir frecuencias que sean compatibles con los recursos disponibles y, a la vez, permitan generar información útil, considerando que el incremento de información que proporcionan muestras adicionales es sistemáticamente decreciente.

De acuerdo a los criterios planteados en el capítulo 2 de este informe se recomienda, para todas las estaciones que integran la red primaria en la III, IV y V Región, una frecuencia de muestreo trimestral para todos los parámetros recomendados. El muestreo debería hacerse en época de estiaje, deshielo, lluvia y riego intenso, en las cuencas en que éstas épocas existen.

En atención a la información disponible, de lo que se deduce la probabilidad de la presencia de cianuros, fenoles y fosfatos, en sólo algunas de las estaciones consideradas, el control de estas sustancias será de dos veces por año en las correspondientes estaciones cuya identificación está señalada en la Tabla 4.1.

Una frecuencia de muestreo inferior a ésta entregaría información de muy poca utilidad y validez. En el caso que fuera estrictamente necesario reducir el número de muestras a menos de lo que se propone, se recomienda tomar en cuenta la justificación de cada una de las estaciones de la red para tratar de reducir el número de estas. Será preferible tener menos estaciones con más información, que muchas estaciones con información insuficiente.

En algunos casos, por condiciones geoquímicas o ubicación de desarrollos mineros o industriales en la hoya, la frecuencia propuesta no satisfecerá las necesidades de información. En tales casos se deberán hacer programas y estudios especiales, con la frecuencia que el problema de contaminación específico requiera. No se considera que una red primaria sirva para controlar problemas específicos de contaminación, sino sólo para detectarlos.

De acuerdo a la información de costos que se presenta en la Tabla 2.2 y a la nómina de parámetros y frecuencia recomendada en el punto 4.3, el costo anual de análisis de todos los parámetros propuestos sería de \$26.480 (\$23.860 en aquellas en que los cianuros, fenoles y fosfatos se muestrean dos veces al año). Por lo tanto, el costo total anual de análisis para las estaciones de primera prioridad es de \$1.634.460 y el costo total anual de análisis para las estaciones de primera y segunda prioridad, en conjunto, resulta ser \$1.764.240.

Este costo puede eventualmente disminuir una vez que se identifi que la distribución espacial de parámetros de interés restringido a un área geográfica (As, B, Fenol, CN y Hg). Estos podrían muestrearse sólo una vez al año, o bien, ser detectados en forma indirecta a través de estudios especiales que realicen otras instituciones.

5. EVOLUCION FUTURA DE LA RED.

La evolución futura de la red estará sujeta a las variables: presupuesto, usos del agua y fuentes de contaminación.

Existe consenso entre los especialistas respecto al criterio a seguir frente a la variable presupuesto; es preferible reducir el número de estaciones antes que disminuir la frecuencia del muestreo. Es mejor obtener resultados confiables de pocas estaciones que datos dudosos de muchas.

Si las condiciones presupuestarias y de infraestructuras así lo permitieran, el ideal sería alcanzar la meta propuesta por el Proyecto. "Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente" del PNUMA - OMS - UNESCO - OMM (GEMS/AGUA). Este Proyecto recomienda una frecuencia quincenal para el muestreo de los ríos. Sin embargo, previo a implementar las condiciones para alcanzar esta meta se cree necesario evaluar los logros obtenidos y con estos antecedentes retroalimentar la programación. Podría resultar que para las condiciones del país, tanto geográficas, geológicas como de desarrollo de fuentes de contaminación nunca se llegue a necesitar un muestreo con una frecuencia tan intensa. Si no es posible aumentar la disponibilidad de presupuesto, la información generada durante varios años de operación de la red propuesta proporcionaría información de calidad que permitiría una nueva selección de parámetros, esta vez por cada estación de muestreo. Así, sería posible aumentar la frecuencia de muestreo de algunos parámetros a costa de la eliminación de los que resulten irrelevantes.

Con relación al número de estaciones, las recomendaciones de este estudio cubren las necesidades actuales. La evolución futura deberá responder al desarrollo de nuevas fuentes de contaminación, planificación de nuevos usos o será fruto de los antecedentes obtenidos de investigaciones y estudios específicos hechos por otras instituciones u organismos.

La evolución de la red, en el largo plazo, podría orientarse si es que no se han generado nuevas fuentes de contaminación, a establecer "estaciones de prevención" y de "verificación" de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 2.3 de este informe. En el corto plazo la evolución debería tender, principalmente, a introducir en la red "estaciones de impacto" que informen sobre alteraciones en la calidad del agua generadas por el desarrollo urbano, industrial, agrícola y minero. Se considera que aumentar el número de estaciones base sería una evolución deseable en el corto plazo también.

Respecto a los parámetros de calidad de aguas recomendados en este estudio, se estima que ellos son los mínimos que permiten un conocimiento global de la calidad del agua. Ellos satisfacen plenamente los requerimientos del uso agrícola y en el caso del uso fuente de agua potable, entregan

información básica para que con estos antecedentes las instituciones pertinentes planifiquen su propio monitoreo que incluya los parámetros directamente relacionados con salud Ej.: presencia de microorganismos, metales, etc. Respecto a los usos: ganadería, industrial, minero, recreación, estético, vida silvestre, cultivo de peces, etc. los parámetros propuestos en este estudio, al igual que en el caso anterior, satisfacen los requerimientos primarios de conocimiento. Se estima que esta información es de nivel básico y que cualquier otra profundización debería ser hecha por los organismos o usuarios correspondientes.

En la evolución futura de la red no se estima pertinente aumentar el número de parámetros a analizar, salvo en estaciones muy específicas, por el alto costo que esto significaría, sin llegar jamás a satisfacer los requerimientos de información sobre calidad de todos los posibles usuarios del recurso, cosa que, además, no es el objetivo de una red de calidad de aguas.

6.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Manual del Curso Corto Intensivo "Curso Básico para Técnicos sobre Residuos Industriales Líquidos". 1968.
- 2.- Universidad de Chile, Universidad de Concepción. Manual del curso corto intensivo "Curso Básico para Técnicos sobre residuos industriales Líquidos". 1969.
- 3.- World Meteorological Organization, "Guide to Hydrometeorological Practices".
- 4.- U.S. Department of the Interior, Federal Water Pollution Control Administration. "A Practical Guide to Water Quality Studies of Streams". 1969.
- 5.- Vallejos S. Enrique, Merino B. Raúl. "Estudio de la Contaminación del Río Aconcagua". Departamento de Recursos Hidráulicos. CORFO, Agosto 1971.
- 6.- CEPIS/OPS. Planificación, Proyecto y Operación de Sistemas Monitoreos Comprehensivos de Calidad de Aguas. Documentos Técnicos N°1. 1975.
- 7.- Dirección General de Aguas. "Caudales Medios Mensuales de los ríos de Chile", M.O.P., 1976.
- 8.- BF Ingenieros Civiles - CONIC Ltda. "Análisis y Mejoramiento de la Red Fluviométrica de la Cuenca del Río Aconcagua". D.G.A., M.O.P. Junio 1977.
- 9.- IHD - WHO - Working Group on Quality of Water, "Water Quality Surveys". A guide for the collection and interpretation of water quality data. UNESCO - WHO. 1978.
- 10.- GEMS, "Sistema Mundial de Monitoreo del Ambiente - GEMS/AGUA Guía Operacional". PNUMA, OMS, UNESCO, OMM. Ginebra 1978.
- 11.- BF Ingenieros Civiles : "Estudio del Mejoramiento de la Red Fluviométrica y Meteorológica de las Cuencas de los Ríos Quilimarí, Ligua y Petorca". D.G.A., M.O.P. Junio 1978.
- 12.- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15 edition, 1980. APHA, AWWA, WPCF.

- 13.- Ellis F.C. and Lacey R.F. "Sampling: Defining the Task and Planning the Scheme". Jour. Wat. Pollution. Control vol 79, 1980, N°4.
- 14.- Schofield, T. "Sampling of water and wastewater: practical aspects of sample". Jour. Wat. Pollution. Control Vol. 79, 1980, N°4.
- 15.- Merino R. y R. Sandoval, "Curso de entrenamiento para Hidromensores, Calidad de Agua y Sedimentos", Departamento de Hidrología, D.G.A., M.O.P., 1982.
- 16.- Unda O. Francisco y otros. "Contaminación y autopurificación del Río Aconcagua". Chile I Congreso Latinoamericano sobre Ecología Urbana. 1982. Buenos Aires.
- 17.- Bº Ingenieros Civiles. "Análisis Crítico de La Red Fluviométrica Nacional (III y IV Región). D.G.A., M.O.P., 1982.

A N E X O

FRECUENCIA ANUAL
DE
MUESTREO POR PARAMETRO

TABLA

Hoya del Río Copiapó

I1	pH y Conductividad
I2	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I3	As
I4	B
I5	Cu y NO ₃

Hoyas: Salar de Maricunga
Laguna del Negro Francisco
Río Huasco

I6	pH y Conductividad
I7	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I8	As
I9	B
I10	Cu
I11	Fe y NO ₃

Hoya del río Elqui

I12	pH y Conductividad
I13	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I14	As
I15	B
I16	Cu
I17	Fe
I18	NO ₃

Hoya del río Limarí

I19	pH y Conductividad
I20	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I21	As
I22	B
I23	Cu
I24	Fe y NO ₃

Hoya Choapa y Quilimarí

I25	pH y Conductividad
I26	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I27	B
I28	Cu
I29	Fe y NO ₃

Hoya del río Petorca y La Ligua

I30	pH y Conductividad
I31	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I32	As
I33	B
I34	Cu
I35	Fe y NO ₃

Hoya del río Aconcagua

I36	pH y Conductividad
I37	SAR, % de Sodio, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na y K.
I38	B
I39	Cu

Tabla I 1
Parámetros pH y Conductividad Hoya Río Copiapó

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
2-6	Río Turbio antes Río Figueroa										1					1	1		
3	Río Jorquera en vertedero				5		1		3					3	1	3	4		
5	Río Manflas en vertedero				4		1		3					1	1	1	5	1	
6	Río Copiapó en Pastillo				6		1		3					2	1	2	3		
7	Río Copiapó en Lautaro (bypass)				6				3					1		2	6		
8	Río Copiapó en San Antonio				6			1						1	1	3	4		
9A	Vertiente Los Loros				6									1		2	1		
10	R. Copiapó en La Puerta				6		2	1	2					1		1	5		
14	R. Copiapó en Mal Paso				6		1	1								2	1		
16	R. Copiapó en Copiapó								3					1	1				
16A	R. Copiapó en La Chimba				6		1										1	1	
18	R. Copiapó en Piedra Colgada				6		1	1	3					1	1	1	2	1	
19	R. Copiapó en Monte Amargo				6			1									1		
20	R. Copiapó en Hda. María Isabel				6			1						1			1		
21	R. Copiapó en Angostura				8		1	1	2					1	1	2	3	1	
40	R. Pulido en vertedero						1		3					1	1	1	3		

NOTA : Números indican la frecuencia anual de muestreo.

Tabla I. 2

Parámetros: SAR, % de Sodio, CO_3 , HCO_3 , Cl, SO_4 , Ca,
Mg, Na y K

Hoya: Río Copiapó

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
2-E	R. Turbio antes R. Figueroa										1					1	1		
3	R. Jorquera en vertedero				5		1		3					3	1	3	4		
5	R. Manflas en vertedero				4		1		3					1	1	1	5	1	
6	R. Copiapó en Pastino				6		1		3					2	1	2	3		
7	R. Copiapó en Lautaro (bypass)				6				3					1		2	6		
8	R. Copiapó en San Antonio				6			1						1		3	4		
9A	Vertiente Los Loros				6									1		2	1		
10	R. Copiapó en La Puerta				6		2	1	2							1	5		
14	R. Copiapó en Mal Paso				6		1	1								2	1		
16	R. Copiapó en Copiapó								3					1	1				
16A	R. Copiapó en La Chimba				6		1										1	1	
17	R. Copiapó en Piedra Colgada				6		1	1	3					1	1	1	2	1	
19	R. Copiapó en Monte Amargo				6			1									1		
20	R. Copiapó en Hda. María Isabel				6			1						1			1		
21	R. Copiapó en Angostera				8		1	1	2					1	1	1	3	1	
40	R. Pulido en vertedero						1		3					1	1	1	3		

Tabla I 3

Parámetro: As

Hoya: Río Copiapó

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
2E	R. Turbio antes R. Figueroa										1								1
3	R. Jorquera en vertedero				5		1							3	1	3	4		
5	R. Manflas en vertedero				4		1							1	1	1	5	1	
6	R. Copiapó en Pastillo						1							2	1	1	3		
7	R. Copiapó en Lautaro (bypass)				6									1		2	6		
8	R. Copiapó en San Antonio				1									1	1	3	4		
9A	Vertiente Los Loros				6									1		2	1		
10	R. Copiapó en La Puerta				6		2							1		1	5		
14	R. Copiapó en Mal Paso				6		1									2	1		
16	R. Copiapó en Copiapó				6									1	1				
16A	R. Copiapó en La Chimba																		1 1
17	R. Copiapó en Piedra Colgada				6		1							1		1	2	1	
19	R. Copiapó en Monte Amargo				6														1
20	R. Copiapó en Hda. María Isabel				6		1							1			1		
21	R. Copiapó en Angostura				8		1							1		2	3	1	
40	R. Pulido en vertedero						1							1	1	1	3		

Tabla I 4

Parámetro: B

Hoya: Río Copiapó

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
26	R. Turbio antes R. Figueroa										1					1	1		
3	R. Jarquera en vertedero				5	1		1						3	1	3	4		
5	R. Manflas en vertedero				4	1		1						1	1	1	3	1	
6	R. Copiapó en Pastillo				6	1		1						2	1	1	2		
7	R. Copiapó en Lautaro (bypass)				6			1						1		1	5		
8	R. Copiapó en San Antonio				6									1	1	3	4		
9A	Vertiente Los Loros				6									1		2	1		
10	R. Copiapó en La Puerta				6	2		1						1		1	4		
14	R. Copiapó en Mal Paso				6	1										2	1		
16	R. Copiapó en Copiapó				6			1						1	1				
16A	R. Copiapó en La Chimba					1											1	1	
17	R. Copiapó en Piedra Colgada				6	1		1						1	1		1	1	
19	R. Copiapó en Monte Amargo				6												1		
20	R. Copiapó en Hda. María Isabel				6	1								1					
21	R. Copiapó en Angostura				8	1		1						1	1	2	3	1	
40	R. Pulido en vertedero					1		1						1	1	1	2		

Tabla I 5

Parámetros: pH y Conductividad

Hoyas:

Salar de Maricunga

Laguna del Negro Fco.

Río Huasco

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
3	R. Valle Ancho antes R. Barros Negros		3	2											2	3	6		
4	R. Barros Negros antes R. Valle Ancho		2	2											3	3	6		
5	R. Villa lobos antes R. Valle Ancho		1	2											5	2	6		
8	Laguna Santa Rosa	1	2															1	
9	R. Lamas en ver tadero														1	1	1		
10	R. Villalobos antes R. Barros Negros														1				
1	Río Astaburuaga		2	2											1	1	2	1	
12	R. Tránsito en Angostura			1	1			2	1		2								
16	R. Tránsito antes R. El Carmen				1			2	3	1	2					1	2		
18	R. El Carmen en San Félix				1			2	3	1	2								
18B	El Carmen en Ramadilla										2								1
19	R. El Carmen antes R. El Tránsito			1	1			1	3	1						1	1		
21	R. Huasco en Algodones			1	1		1	1	2	1	2					1	2		
22	R. Huasco en Santa Juana		2	6	1		6	2	1	1	4					1	1		
27	R. Huasco en Bodeguilla							1	1					1					
28	R. Huasco en Nicolasa							2	2	1	2					1	2		
29	R. Huasco en Freirina						4	1	1		2								
20	R. Huasco en Huasco Bajo							1	3							1	1		

Tabla 17
 Parámetros: SAR, % de Sodio, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄,
 Ca, Mg, Na y K.

Hoyas: Salar de Maricunga
 Laguna del Negro Fco.
 Río Huasco

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
3	R. Valle Ancho antes R. Barros Negro		3	2											2	3	6		
4	R. Barros Negros antes R. Valle Ancho		2	2											3	3	6		
5	R. Villalobos antes R. Valle Ancho		1	2											5	2	6		
8	Laguna Santa Rosa		1	2														1	
9	R. Lamas en vertedero														1	1	1		
10	R. Villalobos antes R. Barros Negros														1				
1	Río Astaburuga		2	2										1	1	2	1		
12	R. Tránsito en Angostura							2	1		2								
16	R. Tránsito antes R. El Carmen							2	3	1	2					1	3		
18	R. El Carmen en San Félix							2	3	1	2								
18B	El Carmen en Camadilla										2							1	
19	R. El Carmen antes R. Tránsito			1				1	3	1						1	1		
21	R. Huasco en Algodones			1	1			1	2	1	2					1	2		
22	R. Huasco en Santa Juana		26				6	2	1	1	4					1	1		
27	R. Huasco en Bodeguilla							1	1					1					
28	R. Huasco en Nicolasa							2	2	1	2					1	2		
29	R. Huasco en Freirina							1	1		2								
30	R. Huasco en Huasco Bajo						4	1	3							1	1		

Tabla 18

Salar de Maricunga

Parámetro : As

Hoyas : Laguna del Negro Fco.
Río Huasco

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
3	R. Valle Ancho antes R. Barros Negros														2	3	6		
4	R. Barros Negros antes R. Valle Ancho			1											3	3	6		
5	R. Villobos antes R. Valle Ancho														5	2	6		
8	Laguna Santa Rosa																1		
9	R. Lamas en vertedero														1	1	1		
10	R. Villalobos antes R. Barros Negros														1				
1	Río Astabruaga													1	2 ¹	2 ²	1		
12	R. Tránsito en Angostura											2							
14	R. Tránsito antes R. El Carmen									1	2					1	2		
18	R. El Carmen en San Félix									1	2								
180	R. El Carmen en Ramadilla										2						1		
19	R. El Carmen antes R. Tránsito			1						1						1	1		
21	R. Huasco en Algodones			1	1					1	3					1	2		
22	R. Huasco en Santa Juana						4			1	4					1	1		
27	R. Huasco en Bodeguilla													1					
28	R. Huasco en Nicolasa									1	2					1	2		
29	R. Huasco en Freirina										2								
30	R. Huasco en Huasco Bajo							1	1							1	1		

Tabla 19

Salar de Maricunga
Laguna del Negro Fco.
Rio Huasco

Parámetro: B

Hoyas:

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
3	R. Valle Ancho antes R. Barros Negros	2	2												2	3	5		
4	R. Barros Negros antes R. Valle Ancho	2	2												3	3	6		
5	R. Villalobos antes R. Valle Ancho	1	1												5	2	4		
8	Laguna Santa Rosa	1																	
9	R. Lamas en vertedero														1	1	1		
10	R. Villalobos antes R. Barros Negros														1				
1	Río Astaburruga	2	2											1	1	2	1		
12	R. Tránsito en Angostura			1	1			1	1	2									
16	R. Tránsito antes R. El Carmen				1			1	1	2						1	2		
18	El Carmen en San Félix							1	2	2									
18A	R. El Carmen en Ramadilla									2									1
19	R. El Carmen antes R. El Tránsito			1				1	2							1	1		
21	R. Huasco en Algodones			1	1				1	2						1	2		
22	R. Huasco en Santa Juana	26		2				1	1	4						1	1		
23	R. Huasco en Bodeguilla							1	1					1					
28	R. Huasco en Nicolasa							1	1	2									2
29	R. Huasco en Freirina							1	1	2									
30	R. Huasco en Huasco Bajo						1	1	2							1	1		

Tabla I 12

Parámetros: pH y Conductividad

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
1	R. La Laguna salida Emb. La Laguna				1	1	1	1		1	10	10	11	1				1	6	
2	R. La Laguna después R. Seco									5	7	10	5	4						
3	R. La Laguna antes R. Toro				1		1	1		9	11	10	12	4			5	13	9	
4	R. Toro antes R. La Laguna						3	1		10	12	10	12	4			5	13	9	
5	E. Negro antes R. Malo									1			5			1	5	13	9	
6	R. Malo antes E. Negro									1		1	5			1	5	13	9	
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo									2		1	1				3	12	9	
8	Termas del Toro							1		2		1	5				5	13	9	
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas									2		1	6				1	5	13	9
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro									2		1	6				5	13	9	
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Laguna							1		9	12	10	12	4			5	13	9	
12	R. Turbio antes R. Ingaguaz				3	2		5		9	12	10	2				4	12	9	
13	R. Ingaguaz antes R. Turbio				3	2		4		9	12	10	11	H			4	12	9	
14	R. Turbio en Huarita				4	6	5	8		9	12	10	12	4			5	13	3	
15	R. Turbio en Varillan				3	4	4	9				2	12	4			5	12	9	
16	R. Turbio antes R. Claro				1	4	7	9		7	12	10	12	4			5	12	9	
17	R. Cochiguas antes E. Derecho							1		7	11	10	7							
18	E. Derecho antes R. Cochiguas							1		7	11	10	7							
19	R. Claro en Monte grande				1	4	5	10		7	11	10	12				4	12	3	
21	R. Claro en Rivadavia				1	4	7	9		7	12	10	12							

Tabla I 12

Parámetros: pH y Conductividad

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	R. Elqui en Algarrobal				4	5	6	9		7	12	10	12	4			4	13	9
23	R. Elqui en Vicuña							1		8	12	10	7				1		
24	R. Elqui en Almendral					6	5	8		7	12	10	12	4			4	12	9
24A	R. Elqui en Los Molles				3	4	5	6											
25	R. Elqui después minera Almendral									8	12	10	12	4					
26	R. Elqui en Puente Marquessa							1		9	12	10	11	4					
27	R. Elqui en Punta de Piedra							1			12	10	10	4					
28	R. Elqui en Puente Altovalso									5	3	1	7	4					
29	R. Elqui en Algarrobito									8	12	10	11	4					
30	R. Elqui en La Serena					2	6	1		2	1	1	7	4			2	11	9
31	R. Hato antes faena mina El Indio																5	12	3
32	R. Hato después faena mina El Indio																5	13	9

Parámetros: SAR, % de Sodio, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄,
Ca, Mg, Na y K

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
1	R. La laguna salida Emb. La laguna					1	1	1		1	10	1	3	1					1	4
2	R. La Laguna despúes R. Seco									5	7	10								
3	R. La Laguna antes R. Toro						1	1		8	10	1	3					5	12	9
4	R. Toro antes R. La Laguna						2	1		10	11	1	3					5	12	9
5	E. Negro antes R. Malo												5			1	5	12	6	
6	R. Malo antes E. Negro												5			1	5	12	6	
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo																	3	11	6
8	Termas del Toro							1					5					5	12	9
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas												6			1	5	12	9	
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro												6					5	12	9
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Lag.							1		8	11	1	3					5	10	9
12	R. Turbio antes R. Ingaguaz				3	2		5		9	12	10	2					4	5	4
13	R. Ingaguaz antes R. Turbio				3	2		4		9	12	10	11					4	4	3
14	R. Turbio en Huanta				3	3	2	8		8	12	9	3					5	10	1
15	R. Turbio en Varillar				2	3	1	9					3					5	4	9
16	R. Turbio antes R. Claro				1	3	3	9		7	12	9	3					5	4	3
17	R. Cochiguas antes E. Derecho							1		7	11	10	7							
18	E. Derecho antes R. Cochiguas							1		7	11	10	7							
19	R. Claro en Monte grande					4	5	10		7	11	10	12					4	4	1
21	R. Claro en Rivadavia					1	4	7	9	7	12	10	12							

Tabla I 13

Parámetros: SAR, % de Sodio, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄,
Ca, Mg, Na y K

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	R. Elqui en Algarrobal				4	5	6	9		2	12	10	12				4	5	6
23	R. Elqui en Viduña							1		8	12	9	1				1		
24	R. Elqui en Almendral					6	5	8		2	12	10	12				4	4	3
24A	R. Elqui en Los Molles				3	4	5	6											
25	R. Elqui despues minera Almendral									8	12	10	12						
26	R. Elqui en Puente Marquesa							1		9	12	10	11						
27	R. Elqui en Punta de Piedra							1			12	10	10						
28	R. Elqui en Puente Altovalsol									5	3	1	2						
29	R. Elqui en Algarrobito									8	12	10	11						
30	R. Elqui en La Serena					2	6	1		2	1	1	2				2	4	3
31	R. Malo antes faena mina El Indio																5	11	2
32	R. Malo después faena mina El Indio																5	12	9

Tabla I 14

Parámetro: As

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. La laguna salida Emb. La Lag.								1	4	4	5							2
2	R. la laguna después R. Seco								1	3	4	2							
3	R. La Laguna antes R. Toro								2	7	4	5					5	13	9
4	R. Toro antes R. La Laguna								5	7	7	5					5	13	9
5	E. Negro antes R. Malo								1			4				1	5	13	6
6	R. Malo antes E. Negro								1		1	4					5	13	6
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo								2		1	1					3	12	6
8	Termas del Toro								2		1	4					5	13	9
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas								2		1	5				1	5	13	9
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro								2		1	5					5	13	9
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Lag.								4	7	7	5						11	9
12	R. Turbio antes R. Ingasvaz								4	4	7	2					4	3	4
13	R. Ingasvaz antes R. Turbio								2	6	3	3					4	3	3
14	R. Turbio en Huanta								4	27	6	5						11	1
15	R. Turbio en Varillar										2	5						3	9
16	R. Turbio antes R. Claro								2	7	5	3						3	3
17	R. Cochiguas antes E. Derecho								1	4	2	3							
18	E. Derecho antes R. Cochiguas									4	2	3							
19	R. Claro en Montegrande										5	2	6				4	3	1
21	R. Claro en Rivadavia				1					2	6	2	6						

Tabla I 14

Parámetro : A s

Hoya : Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	R. Elqui en Algarrobal				1					2	7	3	6				4	4	6
23	R. Elqui en Vicuña									4	7	3	3						
24	R. Elqui en Almendral									3	7	4	6				4	3	3
24A	R. Elqui en Los Molles																		
25	R. Elqui después minera Almendr.									6	7	7	6						
26	R. Elqui en Puente Margueza									7	7	7	5						
27	R. Elqui en Punta de Piedra										7	7	4						
28	R. Elqui en Puente Altovalsol									1	3	1	2						
29	R. Elqui en Algarrobito									6	7	4	5						
30	R. Elqui en La Serena										1	1	2				1	3	3
31	R. Malo antes faena minera El Indio																5	12	2
32	R. Malo después faena minera El Indio																5	13	9

Tabla I 15

Parámetro: B

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. La Laguna salida Emb. La Laguna			1		1					1	1	1						
2	R. La Laguna después R. Seco										1	2							
3	R. La Laguna antes R. Toro			1		1				2	2	2	1				1	10	
4	R. Toro antes R. La Laguna						2			2	2	3	2					5	10
5	E. Negro antes R. Malo												1			1	5	10	
6	R. Malo antes E. Negro												1			1	5	10	
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo																	3	10
8	Termas del Toro												1					5	10
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas												1			1	5	10	
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro												1					5	10
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Laguna									2	2	5						5	
12	R. Turbio antes R. Ingaguaz					2	1			2	2	10						4	3
13	R. Ingaguaz antes R. Turbio			2			1			2	2	1	1					4	3
14	R. Turbio en Huanta			2		2	3			2	5	4	1					5	
15	R. Turbio en Varillar			3			5						1					5	3
16	R. Turbio antes R. Claro									1	2	5	1					5	3
17	R. Cochiguas antes E. Derecho									2	1	1	1						
18	E. Derecho antes R. Cochiguas									2	1	1	1						
19	R. Claro en Montegrande			1			6			2	1	1	2					4	3
21	R. Claro en Rivadavia			1		1	5			2	2	1	2						

Tabla I 15

Parámetro: B

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	R. Elqui en Algarrobal				2	1	1	5		1	2	2	2				4	4	
23	R. Elqui en Vicuña									2	2	1	1						
24	R. Elqui en Almendral					3	1	3		1	2	2	2				4	3	
24A	R. Elqui en Los Molles					1		3											
25	R. Elqui después minera Almendral									1	2	5	2						
26	R. Elqui en Puente Marquezza									2	2	5	2						
27	R. Elqui en Punta de Piedra							1			2	5	1						
28	R. Elqui en Puente Altovalsol									2	1		1						
29	R. Elqui en Algarrobito									1	2	2	2						
30	R. Elqui en La Serena												1				1	3	
31	R. Hato antes faena minera El Indio																5	9	
32	R. Hato después faena minera El Indio																5	10	

Tabla I 16

Parámetro: Cu

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. La Laguna salid. Emb. La Laguna									1	3	1	1						2
2	R. La Laguna después R. Seco									1	2	2							
3	R. La Laguna antes R. Toro									4	4	2	1				5		9
4	R. Toro antes R. La Laguna									4	4	3	2				5		9
5	E. Negro antes R. Malo									1			1				5		6
6	R. Malo antes E. Negro									1		1	1				5		6
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo												1				3	11	6
8	Termas del Toro												1	1			5	12	9
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas												1	1		1	5	12	9
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro												1	1			5	12	9
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Laguna									5	4	2					5	10	9
12	R. Turbio antes R. Ingaguaz							1		5	4	2					4	3	4
13	R. Ingaguaz antes R. Turbio							1		3	4	2	1				4	3	3
14	R. Turbio en Huanta									4	7	2	1				5	10	1
15	R. Turbio en Varillar											1	1				5	3	9
16	R. Turbio antes R. Claro									1	4	2	1				5	3	3
17	R. Cochiguas antes E. Derecho									3	3	2	1						
18	E. Derecho antes R. Cochiguas									3	3	2	1						
19	R. Claro en Monte grande									2	3	2	2				4	3	1
21	R. Claro en Rivadavia									3	4	2	2						

Tabla I 16

Parámetro: Cu

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	R. Elqui en Algarrobal									3	4	2	2				4	4	6
23	R. Elqui en Vicuña									4	4	2	1						
24	R. Elqui en Almendral									3	3	2	2				4	3	3
24a	R. Elqui en Los Molles																		
25	R. Elqui después minera Almendral									3	4	2	2						
26	R. Elqui en Puente Marquessa									4	4	2	2						
27	R. Elqui en Punta de Piedra							1			4	2	1						
28	R. Elqui en Puente Altovalsol									3	2	1	1						
29	R. Elqui en Algarrobito									4	4	1	2						
30	R. Elqui en La Serena						6					1	1				1	3	3
31	R. Molo antes faena minera El Indio																5	11	2
32	R. Molo después faena minera El Indio																5	12	9

Tabla I 17

Parámetro: Fe

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. La Laguna salida Emb. La Laguna										1	1	1						2
2	R. La Laguna después R. Seco										1	2							
3	R. La Laguna antes R. Toro										1	2	1				5	12	9
4	R. Toro antes R. La Laguna									1	1	3	2				5	12	9
5	E. Negro antes R. Malo												1			1	5	12	6
6	R. Malo antes E. Negro											1	2			1	5	12	6
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo											1					3	11	6
8	Termas del Toro											1	1				5	12	9
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas											1	1			1	5	12	9
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro											1	1				5	12	9
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Laguna										1	2					5	10	9
12	R. Turbio antes R. Ingaguaz										1	1					4	3	4
13	R. Ingaguaz antes R. Turbio										1	2	1				4	3	3
14	R. Turbio en Huanta										3	2	1						
15	R. Turbio en Varillar											1	1						
16	R. Turbio antes R. Claro										1	1	1						
17	R. Cochiguas antes E. Derecho										1	2	1						
18	E. Derecho antes R. Cochiguas										1	1	1						
19	R. Claro en Monte grande										1	2	2				4	3	1
21	R. Claro en Rivadavia										1	2	2						

Tabla I17

Parámetro: Fe

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	R. Elqui en Algarrobal										1	2	2				4	4	6
23	R. Elqui en Vicuña										1	2	1						
24	R. Elqui en Almendral										1	1	2				4	3	3
24A	R. Elqui en Los Molles																		
25	R. Elqui después minera Almendral										1	2	2						
26	R. Elqui en Puente Margueza										1	2	2						
27	R. Elqui en Punta de Piedra										1	2	1						
28	R. Elqui en Puente Altovalso											1	1						
29	R. Elqui en Algarrobito										1	1	2						
30	R. Elqui en La Serena											1	1				1	3	
31	R. Talo antes faena minera El Indio																5	11	2
32	R. Talo después faena minera El Indio																5	12	9

Tabla I 18

Parámetro: NO₃

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. La Laguna Salida Emb. La Laguna										10	1	10						
2	R. la Laguna después R. Seco										1	2							
3	R. La Laguna antes R. Toro									1	3	2	1				3	12	9
4	R. Toro antes R. La Laguna									1	3	3	1				3	12	9
5	E. Negro antes R. Malo												1			1	3	12	
6	R. Malo antes E. Negro												1			1	3	12	
7	R. Toro después E. Negro y R. Malo																3	11	1
8	Termas del Toro												5				3	12	9
9	R. Toro antes R. Vacas Heladas												1			1	3	12	9
10	R. Vacas Heladas antes R. Toro												1				3	12	9
11	R. Turbio después R. Toro y R. La Laguna									1	3	2	1				3	7	
12	R. Turbio antes R. Ingaguaz									1	3	2					3	3	
13	R. Ingaguaz antes R. Turbio									1	3	2	1				3	2	
14	R. Turbio en Huanta									1	6	2					3	7	
15	R. Turbio en Varillar												1				9	3	
16	R. Turbio antes R. Claro										3	3	1				3	3	
17	R. Cochiguas antes E. Derecho									1	2	3	1						
18	E. Derecho antes R. Cochiguas									1	2	3	1						
19	R. Claro en Montegrande									1	2	2	2				3	2	
21	R. Claro en Rivadavia									1	3	3	1						

Tabla I 18

Parámetro: NO₃

Hoya: Río Elqui

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
22	Río Elqui en Algarrobal									1	3	3	12				2	2	6
23	R. Elqui en Vicuña									1	3	2	1						
24	R. Elqui en Almendral									1	4	2	2				2	2	
24A	R. Elqui en Los Molles																		
25	R. Elqui después minera Aisen.									1	3	3	2						
26	R. Elqui en Puente Marquezza									1	3	3	1						
27	R. Elqui en Punta de Piedra										3	3	1						
28	R. Elqui en Puente Altovalsol									1	2		1						
29	R. Elqui en Algarrobito									1	3	3	2						
30	R. Elqui en La Serena												1				1	3	3
31	R. Malo antes faena minera Indio																3	11	3
32	R. Malo después faena mina Indio																3	12	9

Tabla I 19

Parámetros: pH y Conductividad

Hoya: Río Limarí

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	Río Grande en Las Ramadas			3	3	4	9	11	9	8	9	10	3						
2	R. Tascadero antes R. Grande			2	4	2	10	7	11	7	9	9	3						
3	R. Grande en El Cuyano			3	4	3	9	9	12	8	9	9	3						
4	R. Grande antes R. Mostazal							1		1	9	9	3						
5	R. Mostazal en El Maitén									1	8	9	2						
6	R. Mostazal en El Carén			1		1	2	6	13	7	2		2						
7	R. Mostazal antes Río Grande							1		1	9	9	1						
8	R. Grande en El Coipo			3	4	8	8	11	14	6	9	10	3						
9	R. Los Molles en B.T.						7	8	6	5	8	6	3						
10	R. Rapel en Palomo						6	6	6	8	8	7	3						
11	R. Rapel antes R. Grande			1		2	1	8	13	6	10	10	3						
12	R. Grande después R. Rapel										9	9	3						
13	R. Grande en Puntilla San Juan			3	3	4	5	13	12	9	10	10	3						1
14	R. Combarbala' en Ramadilla				1	2	7	4		2	4	9	3						
15	R. Combarbala' en cam. Cogotí 18										7	8	3						
16	R. Combarbala' después Pta ENARI										7	7	2				1		
17	R. Pama entrada Emb. Cogotí			1	2		2	5	5	7	7	8	3						
18	R. Cogotí en Cogotí 18			1	3	2	2	6	3	10	8	8	3						
19	R. Cogotí entrada Emb. Cogotí				3		2	6	3	12	7	8	3				1	1	
20	R. Huatolame salida Emb. Cogotí			1	4	1	4	12	4	9	6	9	4						

Tabla I 20

Parámetros: SAR, % de Sodio, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄,
Ca, Mg, Na y K

Hoya: Río Limarí

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. grande en las Ramadas			3		4	9	11	9	8	9	10							
2	R. Tascadero antes R. grande				4	2	10	7	11	7	9	9							
3	R. grande en El Cuyano			3	4	3	9	9	12	8	9	9							
4	R. grande antes R. Mostazal							1		1	9	9							
5	R. Mostazal en El Maileín									1	8	9							
6	R. Mostazal en El Carén			1		1	2	6	13	7									
7	R. Mostazal antes R. grande									1	9	9							
8	R. grande en El Coipo			3	4	8	8	11	14	6	9	10							
9	R. Los Molles en B.T.						3	8	6	5	8	6							
10	R. Rapel en Palomo						6	6	6	8	8	7							
11	R. Rapel antes R. grande			1		2	1	8	13	6	10	10							
12	R. grande después R. Rapel										9								
13	R. grande en Puntilla San Juan			3	3	4	5	13	12	9	10	10							1
14	R. Combarbala' en Ramadilla				1	2	7	4		2	4	9							
15	R. Combarbala' en cam. Cogotí 18										7	8							
16	R. Combarbala' después Alta ENARI										7	7							1
17	R. Pama entrada Emb. Cogotí			1	2		2	5	5	7	7	8							
18	R. Cogotí en Cogotí 18			1	3	2	2	6	3	10	8	8							
19	R. Cogotí entrada Emb. Cogotí				3		2	6	3	12	7	8							1 1
20	R. Huakulame salida Emb. Cogotí			1	4	1	9	12	4	9	6	9							

Parámetros: pH y Conductividad

Hoyas: Río Quilimari

Número Est		1965	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. del Valle antes R. Totoral			1	6	9	5			14	18	15	11						
2	R. Choapa en Cuncumen				7	9	9	5		3	18	16	11			3	1	3	
3	E. Cuncumen en Chacay			1	2	7	7	1		8	2						2	3	
5	R. Choapa en Salamanca			1	7	9	7	5		15	29	21	9			3	1	2	
6	E. Chalinga en San Agustín				6	9	7			4	2					3	1		
9	E. Camisas en desembocadura			1	8	8	8	4		16	21	26	12			3	1	2	
10	R. Choapa en Lamahuida			5	7	9	8	4		15	17	21	11			3	2	3	
11	R. Choapa en Puente Negro			2	7	10	8	5		16	18	20	11					3	
13	R. Illapel en Las Burras			3	28	9	8	6		54	19	18	11			4	1	2	
14	R. Illapel en Huintil			2	8	9	8	7		11	20	19	10			4	1	2	
15	R. Choapa en Doña Juana									9	1					1	1	2	
19	R. Choapa en La Canela				5	7	6	4			17	18	11			3			
29	R. Valle en Choapa															2	1	3	
1	R. Quilimari en Los Cóndores			2		3	3	2	1		1			1	1				

Tabla I 27

Río Choapa

Parámetro: B

Hoyas: Río Quilimari

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. del Valle antes R. Totoral					2				1	2	3	2						
2	R. Choapa en Cuncumen				1	2	3	4			2	3	2					1	
3	E. Cuncumen en Chacay				1	1				1								1	
5	R. Choapa en Salamanca			1	1	2	1	4		3	2	1	2					1	
6	E. Chalinga en San Agustín				3	2	2			2									
9	E. Camisas en desembocadura				3	3	3	3		5	2	5	2					1	
10	R. Choapa en Lama huída			5	1	4	2	2		7	2	3	2					1	
11	R. Choapa en Puente Negro			1	1	2	3	3			2	3	2					1	
13	R. Illapel en Las Burras			3	3	2	2	4		2	2	4	2					1	
14	R. Illapel en Huintil			2	3	2	3	5		2	2	4	2					1	
15	R. Choapa en Doña Juana									2								1	
19	R. Choapa en La Canela					2	1	3			2	3	2						
29	R. Valle en Choapa																1		
1	R. Quilimari en Los Cóndores			1		2	1	2			1			1					

Tabla 128

Río Choapa

Parámetro: Cu

Hoyas: Río Quilimarí

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. del Valle antes R. Totoral									2	2	2							
2	R. Choapa en Cuncumen									2	2	2				1	1	3	
3	E. Cuncumen en Chacay									1							2	3	
5	R. Choapa en Salamanca									3	2						1	2	
6	E. Chalinga en San Agustín						1			2							1		
9	E. Camisas en desembocadura									5	2	2					1	2	
10	R. Choapa en Lama huida						1			15	2	2					2	3	
11	R. Choapa en Puente Negro						2				2	2						3	
13	R. Illapel en Las Burras			2			1			32	2	3					1	2	
14	R. Illapel en Huintil							1		3	2	3					1	2	
15	R. Choapa en Doña Juana									3							1	2	
19	R. Choapa en La Canela										2	2							
29	R. Valle en Choapa															1	1	3	
1	R. Quilimarí en Los Cóndores	1									1			1					

Tabla 129

Parámetros: Fe/NO₃Río Choapa
Hoyas: Río Quilimari

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. del Valle antes R. Totoral										2/3	2/2							
2	R. Choapa en Cuncumen										2/2	2/2					1/0	3/0	
3	E. Cuncumen en Chacay										0/1						2/0	3/0	
5	R. Choapa en Salamanca										2/3						1/0	2/0	
6	E. Chalinga en San Agustín										0/1						1/0		
9	E. Camisas en desembocadura										2/3	4/2					1/0	2/0	
10	R. Choapa en Lamahuida										2/5	2/2					2/0	3/0	
11	R. Choapa en Puente Negro										2/4	2/2						3/0	
13	R. Illapel en Las Burras										7/2	3/3					1/0	2/0	
14	R. Illapel en Huintil										2/2	3/3					1/0	2/0	
15	R. Choapa en Doña Juana																1/0	2/0	
19	R. Choapa en La Canela										2/2	2/2							
29	R. Valle en Choapa																	1/0	3/0
1	Río Quilimari en Los Condores										1/1			1/1					

Tabla 130

Río Petorca

Parámetros: pH y Conductividad

Hoyas: Río La Ligua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Pedernal antes R. Sobrante			1	1	6	3	2		1			2	1	2				2
2	R. Sobrante antes R. Pedernal			1	6	9	10	7	1	1	1		1	2	3				4
4	R. Petorca en Petorca								3	4	5		3	2	3			1	3
5	R. Petorca antes pueblo Pedegua								1	2				1	1				2
7	R. Petorca en panamericana								2	3	6		1	1	7			2	3
1	R. Alicahue en Colliguay			1	6	1	8	9	1										
2	R. Alicahue en Alicahue							1	3	5	8	2	2	1	1				6
3	R. Alicahue antes E. Casa de Pied.							1					1	5	4	1	1	2	
4	E. Casa de Piedra antes R. Alicahue							1	3	5	8	2	2	6	5	1	1	3	
7	E. Los Angeles antes R. Alicahue							2	3	4	9	2	3	6	5	2	1	3	
9	R. La Ligua en Cabildo								2	2	1		2	3	5	2	4	7	
11	R. La Ligua antes Filtración							1	3	5	9	2							
12	R. La Ligua después Filtración							1	3	5	8	4		1					
15	R. La Ligua en La Ligua														4	1	4	3	
16	R. La Ligua en Placilla			1	6													1	2
17	R. La Ligua en panamericana							1	2	3	6		1	2	2			1	5

Parámetros: SAR, % Sodio, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄,
Ca, Mg, Na y K

Kio Petorca
Hoyas del Río La Ligua

Número Est.		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	Río Pedernal antes R. Sobrante				1	6	3	2		1				1	2				1
2	R. Sobrante antes R. Pedernal				6		10	7	1	1	1			2	3				2
4	R. Petorca en Petorca								3	4	5		3	2	3			1	2
5	R. Petorca antes pueblo Pedegua								1	2				1	1				1
7	R. Petorca en panamericana								2	3	6		1	1	7			1	2
1	R. Alicañue en Colliguay				6	1	8	9	1										
2	R. Alicañue en Alicañue							1	3	5	8	2							3
3	R. Alicañue antes E. Casade Piedra							1								1	1	1	
4	E. Casade Piedra antes R. Alicañue							1	3	5	8	2				1	1	2	
7	E. Los Angeles antes R. Alicañue							2	3	4	9	2				2	1	2	
9	R. La Ligua en Cahildo								2	2	1					4	3	4	
11	R. La Ligua antes Filtración							1	3	5	9	2							
12	R. La Ligua después Filtración							1	3	5	8	4							
15	R. La Ligua en La Ligua															1	2	2	
16	R. La Ligua en Placilla				1	6											1	1	
17	R. La Ligua en panamericana							1	2	3	6		1						2

Tabla I 32

Río Petorca

Parámetro: As

Hoyas: Río La Ligua

Número Est.		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Pedernal antes R. Sobrante																		
2	R. Sobrante antes R. Pedernal																		
4	R. Petorca en Petorca												1						
5	R. Petorca antes pueblo Pedegua																		
7	R. Petorca en panamericana												1						
1	R. Alicañue en Colliquay																		
2	R. Alicañue en Alicañue							1											
3	R. Alicañue antes E. Casa de Piedra							1											
4	E. Casa de Piedra antes R. Alicañue							1											
7	E. Los Angeles antes R. Alicañue							1											
9	R. La Ligua en Cabildo																		
11	R. La Ligua antes Filtración							1											
12	R. La Ligua después Filtración							1		1	2								
15	R. La Ligua en La Ligua																		
16	R. La Ligua en Placilla																		
17	R. La Ligua en panamericana							1					1						

Parámetro: B

Tabla I 33

Hoyas: Río Petorca
Río La Ligua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Pedernal antes R. Sobranke			1	1														
2	R. Sobranke antes R. Pedernal				1		2	4											
4	R. Petorca en Petorca													1					
5	R. Petorca antes pueblo Pedesqu																		
7	R. Petorca en panamericana										1		1						
1	R. Alicahue en Colliguay				1		1	5											
2	R. Alicahue en Alicahue							1			1								
3	R. Alicahue antes E. Casa de Piedra							1											
4	E. Casa de Piedra antes R. Alicahue							1			1								
7	E. Los Angeles antes R. Alicahue							1			1								
9	R. La Ligua en Cabildo																		
11	R. La Ligua antes Filtración							1			1								
12	R. La Ligua después Filtración							1		1									
15	R. La Ligua en La Ligua																		
16	R. La Ligua en Placilla				2	2													
17	R. La Ligua en panamericana							1			1		1						

Tabla I 34

Río Petorca

Parámetro: Cu

Hoyas: Río La Ligua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Pedernal antes R. Sobrante												1	2 ¹				1	
2	R. Sobrante antes R. Pedernal						1	4					1	2	3 ¹			1	
4	R. Petorca en Petorca												1	2	3 ¹		1	2	
5	R. Petorca antes pueblo Pedegua													1				1	
8	R. Petorca en panamericana												1	1				2	
1	R. Alicahue en Colliguay						1	6											
2	R. Alicahue en Alicahue							1				1	1	1					3
3	R. Alicahue antes E. Casa de Piedra							1					1	5			1	1	
4	E. Casa de Piedra antes R. Alicahue							1					2	6	5				2
7	E. Los Angeles antes R. Alicahue							1					2	6				1	2
9	R. La Ligua en cabildo												1	3				1	4
11	R. La Ligua antes Filtración							1	1			1							
12	R. La Ligua después Filtración							1	1	1	3	2		1					
15	R. La Ligua en La Ligua														4				2
16	R. La Ligua en Placilla																		1
17	R. La Ligua en panamericana							1					1	2					3

Parametros: Fe/NO_x

Tabla 135

Río Petorca
Hoyas: Río La Ligua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Pedernal antes R. Sobrante												1/0						1/0
2	R. Sobrante antes R. Pedernal												1/0	2/0					1/0
4	R. Petorca en Petorca												1/1	2/0					2/0
5	R. Petorca antes pueblo Pedegua													1/0					1/0
7	R. Petorca en panamericana												1/1	1/0					2/0
1	R. Alicahue en Colliguay																		
2	R. Alicahue en Alicahue											0/1	1/1	1/0					2/0
3	R. Alicahue antes E. Casa de Piedra												1/1	5/0					1/0
4	E. Casa de Piedra antes R. Alicahue										0/1		2/2	6/0			1/0		2/0
7	E. Los Angeles antes R. Alicahue										0/1		2/2	6/0					2/0
9	R. La Ligua en Cabildo												1/1	3/0					3/0
11	R. La Ligua antes Filtración											0/1	1/1						
12	R. La Ligua después Filtración											1/0	0/1	1/1	1/0				
15	R. La Ligua en La Ligua																		2/0
16	R. La Ligua en Placilla																		1/0
17	R. La Ligua en panamericana												1/1	2/0					2/0

Tabla 136

Parámetros: pH y Conductividad

Hoya: del Río Aconcagua

Número Est.		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Juncal antes R. Juncalillo						2	5	7	4	1	1					1	4	
3	R. Juncalillo antes R. Juncal								6	1	1	1	1			1	1	4	
4	R. Juncal antes R. Blanco					2		9	9	11	11	13	10	12	8	9	9	7	
5	R. Blanco antes T. Relave					19	27	22	8	11	11	6	1	4	5	3		5	
6	R. Blanco después T. Relave					8	16	17	8	11	9	4	1	5	5	3			
7	R. Blanco antes R. Los Leones					26	26	26	9	11	11	6	1	4					
8	R. Los Leones antes R. Blanco					26	26	26	9	11	11	6	1	4		3		5	
10	R. Blanco en Sala d'illo					26	26	27	9	11	11	8	11	10	9	10	9	7	
11	E. Polvareda antes R. Blanco					1		3	9	11	11	7	5	4	4	1	3	5	
12	R. Blanco en Piscicultura			66	6	88	27	15				279	329	360	7	7	9	6	
13	R. Blanco antes R. Juncal					5	10	18	8	11	11	8	11		55	83	68	10	7
14	R. Aconcagua en Hotel Río Blanco			23	7	56	21	9					9	10	8	6	6	6	
15	R. Aconcagua en B.T. Chacabuco					2		18	9	11	9	7	8	10	7	6			
16	R. Rieciño antes R. Aconcagua							9	9	10	9	3	3	7		6	4	4	
19	R. Aconcagua en Los Quiños					126	18	23	10	11	11	4	8	11	9	7	7	4	
20	R. Colorado en Río Colorado			17	4	15	11	21	10	11	10	4	7	11	10	9	10	5	
21	R. Aconcagua en Chacabuguito			76	34	110	10	28	9	11	9	5	6	16	3	7	9	7	
22	R. Aconcagua en Los Andes									11	9	6	5	5	4	4	6	8	
24	E. Pocuro en el sifón			1	6	10	8	9									3	4	
25	E. Pocuro en Asent. Cristo R.							2	8	11	7	1			1	1	2		

Tabla I 36

Parámetros: pH y Conductividad

Hoya: Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
26	E. Pouro antes R. Aconcagua				1	8	4	10	10	11	8	5	9	4	4	6	9	8	
27	R. Aconcagua en San Felipe				1	1	2	5	9	7	9	7	9	7	4	6	11	8	
28	R. Putaendo en Resguardo Los Patos			10	13	123	23	27	10	12	9	7	6	6	5	6	7	8	
29	R. Putaendo en Putaendo							2	9	8	6	2	4		3	2	5	1	
30	E. Chalaco en Los Patos												1				1	1	
32	E. Quilpué en desembocadura					2	5	8	10	11	7	2	6	2	1	5	8	8	
34	R. Aconcagua en Panguelhue				1			2	8	11	6	3					1		
35	E. Lo Campo en Lo Campo			1	9	8	8	10	1						1	5	7		
36	R. Aconcagua en Pte. Catemu								6	6	4	3	3	1	1	3	9		
37	E. Catemu antes R. Aconcagua			1	9	6	7	12	10	11	6	7	6	2	2		5	8	
38	E. Las Vegas antes R. Aconcagua					9	9			9	8	1							
41	R. Aconcagua en Romeral			1	10	10	9	19	8	10	9	6	6						
42	E. Romeral antes R. Aconcagua				1		3	11	8	8	8	1					1	7	
43	R. Aconcagua en panamericana				1			2	8	10	9	5	10	10	5	7	7	8	
44	E. Rabuco antes R. Aconcagua						1	2	9	10	9		2	3	1	1	5	6	
45	E. Rabuco en Hda. Rabuco			1	8	10	6	10	1				1	1					
47	E. El Soldado en Pta. Mina											5	3			1	1	3	
47	E. El Soldado después relave N. El Sold.										1	5	1					1	
49	E. El Litre antes Río Aconcagua							2	9	10	10	3	2	3		2	4	4	
50	R. Aconcagua en Pte. Boco				2			8	8	10	10	6	5			7	5	7	

Tabla 136

Parámetros: pH y Conductividad

Hoya: Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
51	R. Aconcagua en Tabolango			1	10	8	15	12	3	6	2	1							
52	R. Aconcagua en Pte. Colma					2	1	4	9	10	10	5	1	4	1	1	1		
53	E. Limache en Limache											1	3	9	5	6	4	3	
54	E. Limache entrada T. Los Aromas										3	2	24	67	36				
55	E. Limache salida T. Los Aromas										3	2	32	68	21	6	8	9	
56	E. Limache antes R. Aconcagua						2	16	9	10	11	7	10	12	7	6	6	9	
57	R. Aconcagua en Pte. Con-Con							12	9	9	11	4	8	12	8	10	6	9	
57*	Contaminación R. Aconcagua con mar							1		1	1	4	2						
58	E. Quintero endesembocadura										1	4	3	1	1	2	4	3	
59	E. Quintero en Pte. camino a Ventanas										2	6	2	1		2	4	3	
62	R. San Francisco antes E. Jabel															2	4	3	

Tabla I 37

Parámetros: SAR, % de Sodio, CO₂, HCO₃, Cl, SO₄,
Ca, Mg, Na y K

Hoya: Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Juncal antes R. Juncalillo					2	5	7	4	1	1								2
3	R. Juncalillo antes R. Juncal								6	1	1								2
4	R. Juncal antes R. Blanco					2		9	9	11	11	13	10			9	1		3
5	R. Blanco antes T. Relave					19	27	22	8	11	11					3			2
6	R. Blanco después T. Relave					8	16	17	8	11	9					3			
7	R. Blanco antes R. Los Leones					26	26	26	9	11	11								
8	R. Los Leones antes R. Blanco					26	26	26	9	11	11					3 ¹			2
10	R. Blanco en Saladillo					26	26	27	9	11	11	8	11			10	1		3
11	E. Polvareda antes R. Blanco					1			9	11	11								2
12	R. Blanco en Piscicultura			66	6	88	27	15				279	329	360	7	7	1		2
13	R. Blanco antes R. Juncal					5	10	18	8	11	11	8	11		358	368	1		3
14	R. Aconcagua en Hotel Río Blanco			23		56	21	9					9			6			3
15	R. Aconcagua en B.T. Chacabuco					2		18	9	11	9	7	8			6			
16	R. Ricillo antes R. Aconcagua							9	9	10	9					6			2
19	R. Aconcagua en Los Quilos					126	18	23	10	11	11		8			7			2
20	R. Colorado en Río Colorado			12		13	11	21	10	11	10		7			9	1		2
21	R. Aconcagua en Chacabuguito			76	34	110	10	28	9	11	9	5	8			7	1		3
22	R. Aconcagua en Los Andes									11	9	6			4	4			3
24	E. Pocuro en el sifón				8	10	8	9											2
25	E. Pocuro en Asent. Crisbo R.								8	11	7	1							1

Tabla 137

Parámetros: SAZ, % de Sodio, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄,
Ca, Mg, Na y K

Hoya Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983		
26	E. Pocuro antes R. Aconcagua				1	8	4	10	10	11	8		9		4	6	2	3			
27	R. Aconcagua en San Felipe					1	2	5	9	8	9	8	9		4	6	2				
28	R. Putaendo en Resguardo Los Pat.			10	13	12	23	27	10	12	9	7	6		5	6	2	3			
29	R. Putaenda en Putaendo							2	9	8	6				3	2	2				
30	E. Chataco en Los Patos																		1		
32	E. Quilpué en desembocadura					2	5	8	10	11	7				1	5	1	3			
34	R. Aconcagua en Panquehue							2	8	11	6										
35	E. La Campa en La Campa			9	8	8	10	1										2	3		
36	R. Aconcagua en Pte. Catemu									6	6								2	3	
37	R. Catemu antes R. Aconcagua			9	6	7	12	10	11	6	7								3	3	
38	E. Las Vegas antes R. Aconcagua				9	9			9	8											
41	R. Aconcagua en Romeral			10	10	9	19	8	10	9	6	6									
42	E. Romeral antes R. Aconcagua						3	11	8	8	8	1							1	3	
43	R. Aconcagua en panamericana							2	8	10	9	5	10			7			3	3	
44	E. Rabuco antes R. Aconcagua							2	9	10	9								2	3	
45	E. Rabuco en Hda. Rabuco			8	10	6	10	1													
47	E. El Soldado en Pte Mina											5							1	1	1
47	E. El Soldado después relave mina										1	5									
49	E. El Litre antes R. Aconcagua							2	9	10	10	3							2	2	2
50	R. Aconcagua en Pte Boca								8	8	10	10	6	5					7	2	3

Tabla 138

Parámetro: B

Hoya: Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
26	E. Pocuro antes R. Aconcagua						1	2	1	2	2		1						
27	R. Aconcagua en San Felipe						1	2	1	1			1						
28	R. Putaendo en Resguardo Los Patos			7	2	16	4	6	1	2	1								
29	R. Putaendo en Putaendo							1			1								
30	E. Chalaco en Los Patos																		
32	E. Quilpué en desembocadura						1	2		2	1								
34	R. Aconcagua en Panguelue							2		2									
35	E. Lo Campo en Lo Campo				1		2	1											
36	R. Aconcagua en Pte. Catemu									2									
37	E. Catemu antes R. Aconcagua				1		2	1											
38	E. Las Vegas antes R. Aconcagua						3			3									
41	R. Aconcagua en Romeral				2		2	7	1	4									
42	E. Romeral antes R. Aconcagua							3											
43	R. Aconcagua en panamericana							2		4		1							
44	E. Rabuco antes R. Aconcagua							2		4									
45	E. Rabuco en Hda. Rabuco						2												
47	E. El Soldado en Pte. Mina																		
47	E. El Soldado después relave Mina																		
49	E. El Litre antes R. Aconcagua							2											
50	R. Aconcagua en Pte Boco							2		3		1							

Tabla 139

Parámetro: Cu

Hoya: Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	R. Juncal antes R. Juncalillo							3	4									1	2
3	R. Juncalillo antes R. Juncal								5							4		1	2
4	R. Juncal antes R. Blanco							9			2	6	1	1	8			1	4
5	R. Blanco antes T. Relave					15	10	16	6	3	4	8	6	4	5	3			2
6	R. Blanco despues T. Relave					8	14	16	7	11	2	2		2		1			
7	R. Blanco antes R. Los Leones					14	22	10	7		4	6		1					
8	R. Los Leones antes R. Blanco					23	21	22	4	7	3	7	7	1		3			2
10	R. Blanco en Saladillo					35	23	17	7	4	3	9		8		3	2	4	
11	E. Polvareda antes R. Blanco					1		3	8	4	1	2	2						2
12	R. Blanco en Piscicultura			10		22	23		7	79	179	279	325	360		8	2	3	
13	R. Blanco antes R. Juncal						3	13	6	4	2	8	9	1	351	362	2	4	
14	R. Aconcagua en Hotel Río Blanco			6		7	4	3					6		8	3	1	3	
15	R. Aconcagua en B.T. Chacabuco							11	6	3	1	4	11	7		4			
16	R. Ricillo antes R. Aconcagua							9	6	1	2	1	1			3		2	
19	R. Aconcagua en Los Quilos					13	11	3		2	2	1	6	5	2	4	1	2	
20	R. Colorado en Río Colorado					4	6	13	3	3	2	1	3	4	2	4	2	2	
21	R. Aconcagua en Chacabuguito				1	13	10	27	6	7	1		5	7	3	5	1	4	
22	R. Aconcagua en Los Andes									3	2		3			4		3	
24	E. Pucuro en el Sifón						2	7										1	2
25	E. Pucuro en Asent. Cristo R.							2	6	7	1		1			1		2	

Tabla I 39

Parámetro: Cu

Hoya: Río Aconcagua

Número Est		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
26	E. Pucuro antes R. Aconcagua							6	4	3	2		5		2	2	1	4	
27	R. Aconcagua en San Felipe							4	2	3	2		5	7	2	6	2	4	
28	R. Putaendo en Resguardo Los P.					16	13	17	4	3	1		4		2	2	1	4	
29	R. Putaendo en Putaendo							1	4	1	1					1	1		
30	E. Chalaco en Los Patos												1						
32	E. Quilpué en desembocadura							2	4	3	1		4		1			2	3
34	R. Aconcagua en Pangue hue							2	4	4								1	
35	E. Lo Campo en Lo Campo						1	3											2
36	R. Aconcagua en Dk. Catemu							3		2			2		1	7	1	3	
37	E. Catemu antes R. Aconcagua								3	3			3					1	3
38	E. Las Vegas antes R. Aconcagua									3									
41	R. Aconcagua en Romeral							12	3	4			3						
42	E. Romeral antes R. Aconcagua							3	3	1								1	2
43	R. Aconcagua en panamerica.							2	4	4	1		3	10	5			4	3
44	E. Rabuco antes R. Aconcagua							1		4			1						2
45	E. Rabuco en Hda. Rabuco						2	2					1	3					
47'	E. El Soldado en Dk. Mina												3					1	4
47	E. El Soldado despues relave mina												3						
49	E. El Litre antes Río Aconcagua							1	4	4	1		2	3				1	2
50	R. Aconcagua en Dk Boco.							5	4	4			4			2			2

