

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

ANALISIS CRITICO DE LA RED FLUVIOMETRICA NACIONAL

RED DE CALIDAD DE AGUAS

I y II REGION

Agosto 1984

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
		Ing. Humberto Peña

BF INGENIEROS CIVILES

Jefe de Proyecto	:	Ing. Ernesto Brown
Profesionales	:	Ing. Jorge Castillo
	:	Quím. Ana María Sancha
	:	Ing.(Egr.) María Teresa Peralta
	:	Ing.(Egr.) Julio Jara
Dibujante	:	María Angélica Ortega
Dactilografía	:	Lidia Araya

I N D I C E

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Metodología	1
2. CRITERIOS GENERALES SOBRE REDES DE CALIDAD DE AGUAS	3
2.1. Generalidades	3
2.2. Jerarquización de las estaciones de muestreo que conforman una red	3
2.3. Parámetros que se debe medir en una red de calidad de aguas	4
2.4. Frecuencia de recolección de muestras	5
2.5. Ubicación de las estaciones de una red primaria	7
2.6. Técnicas de muestreo y análisis	9
2.6.1. Muestreo de aguas	9
2.6.2. Análisis de terreno y preservación de muestras	10
2.6.3. Control de calidad analítica	12
2.7. Costos de análisis	12
3. ANALISIS CRITICO DE LA RED ACTUAL DE CALIDAD DE AGUAS	15
3.1. Generalidades	15
3.2. I Región	16
3.2.1. Hoya del río Lluta	16
3.2.2. Hoya del río San José	20
3.2.3. Hoya del río Codpa o Vítor	22
3.2.4. Hoya del río Camarones	23
3.2.5. Hoya del río Camiña	26
3.2.6. Hoya del río Tarapacá	27
3.2.7. Hoya del río Quisma	29
3.2.8. Hoya del río Guatacondo	31
3.2.9. Hoya del río Caquena	32
3.2.10. Hoya del río Chungará	34
3.2.11. Hoya del río Lauca	36
3.2.12. Hoya del río Salar de Surire	38
3.2.13. Hoya del río Isluga	40
3.2.14. Hoya del río Cancosa	41
3.2.15. Hoya del río Collacagua	42
3.2.16. Pampa del Tamarugal	43
3.3. II Región	45
3.3.1. Hoya del río Loa	45
3.3.2. Hoya del Salar de Atacama	50
3.3.3. Hoya del río Sapaleri	54
3.3.4. Hoya del Salar de Pujsa	56
4. PROPOSICION DE LA RED PRIMARIA DE CALIDAD DE AGUAS	57
4.1. Generalidades	57

4.2.	Estaciones de muestreo propuestas para la I Región	57
4.2.1.	Hoya del río Lluta	57
4.2.2.	Hoya del río San José	58
4.2.3.	Hoya de la Quebrada de Víctor o Codpa	58
4.2.4.	Hoya del río Camarones	59
4.2.5.	Hoya del río Camiña	59
4.2.6.	Hoya del río Aroma	59
4.2.7.	Hoya del río Tarapacá	60
4.2.8.	Hoya del río Guatacondo	60
4.2.9.	Hoya del río Caquena	60
4.2.10.	Hoya del río Chungará	61
4.2.11.	Hoya del río Lauca	61
4.2.12.	Hoya del río Isluga	61
4.2.13.	Hoya del río Cariquima	61
4.2.14.	Hoya del río Cancosa	62
4.2.15.	Hoya del río Collacagua	62
4.3.	Estaciones de muestreo propuestas para la II Región	62
4.3.1.	Hoya del río Loa	62
4.3.2.	Hoya del Salar de Atacama	64
4.4.	Parámetros a analizar	65
4.5.	Frecuencia de muestreo y costo de operación	66
4.6.	Resumen de la red de calidad de aguas propuesta	68
5.	EVOLUCION FUTURA DE LA RED	73
6.	BIBLIOGRAFIA	74

ANEXO TABLA : FRECUENCIA ANUAL DE MUESTREO POR PARAMETRO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

i) Red existente.

La red existente de calidad de aguas de las Regiones I y II está constituida por 144 estaciones de muestreo regular, que presentan una buena frecuencia de medición, y por 327 puntos de muestreo ocasional, con información esporádica. Su distribución por región y por hoya se muestra en la Tabla I.

La ubicación de las estaciones de la red existente se indica en el Plano 2 de este estudio.

La cobertura espacial de la red existente es en algunas hoyas excesiva, existiendo numerosos puntos de muestreo en ríos o esteros con caudal muy pequeño u ocasional. Existe una cobertura temporal relativamente buena para algunas estaciones de muestreo, no observándose, en general, cambios notables de la calidad en el tiempo. En cada punto la calidad presenta muy poca variabilidad, característica típica de sistemas con influencia geoquímica e interacción con el agua subterránea. Aparentemente se producen variaciones notables de la calidad del agua durante las crecidas, pero no es posible detectar éstas sin realizar un monitoreo continuo.

El análisis de la información indica que los principales problemas se relacionan con la salinidad y la presencia de elementos tóxicos. La distribución espacial de estos parámetros permite, en la mayoría de los casos, deducir el origen de los contaminantes.

ii) Red propuesta.

La red propuesta de calidad de aguas incluye estaciones base y estaciones de impacto. Las estaciones base tienen por objeto determinar la calidad del agua en su estado natural, para utilizarlo como patrón de comparación frente a la calidad resultante de la acción del hombre o fenómenos naturales. Las estaciones de impacto tienen por objeto mantener bajo información 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 3.

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

En la Tabla I se presenta un cuadro comparativo entre el número de estaciones propuestas y el número de estaciones existentes. Se aprecia una notable diferencia entre la red propuesta y la existente, en cuanto al número de estaciones de muestreo. La red propuesta incluye sólo 40 estaciones de muestreo, 34 de las cuales coinciden con estaciones muestreadas o propuestas por el Laboratorio de Calidad del Agua de la DGA para integrar una red básica de muestreo de estas 40 estaciones, a 28 se ha asignado primera prioridad y segunda a las 12 restantes. La reducción del número de estaciones con respecto a la red existente se compensa en la red propuesta con una mayor uniformidad respecto al número de muestras por estación.

El conjunto de estaciones con primera prioridad corresponde a lo que se denomina red mínima.

En la tabla II se presenta la cobertura espacial media de la red de calidad de aguas propuesta.

iii) Parámetros a analizar, frecuencia y costos.

Los parámetros a analizar en la red propuesta 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, cianuro, índice coliformes y nitritos.

Se propone realizar muestreos y análisis de estos parámetros 2 veces por año para todas las estaciones propuestas. Al cabo de un período de prueba de 2 años se podrán seleccionar estaciones en las cuales se recomienda determinar parámetros de contaminación orgánica, nutrientes o fenoles, cianuro y mercurio, con una frecuencia de sólo una vez cada dos años.

El costo anual de los análisis alcanza a \$512.680.- si sólo se consideran estaciones de primera prioridad y \$732.400.- si se incluye además las de segunda prioridad.

iv) Evolución futura.

Los recursos hídricos superficiales de las regiones I y II se caracterizan por estar distribuidos en numerosas quebradas o ríos de pequeño caudal, sometidos a un intenso aprovechamiento y sujetos a fuerte evaporación e infiltración. Por este motivo parece razonable ampliar la cobertura de la red hacia recursos no explotados y que, por su cantidad, presenten una buena potencialidad de aprovechamiento.

En ambas regiones existen numerosas vertientes que, en conjunto, constituyen un importante recurso. Sin embargo, individualmente estas vertientes carecen de significación como para justificar su control regular en términos de calidad y cantidad. Debido a su respaldo subterráneo estos afloramientos presentan poca variabilidad en el tiempo y, a veces, presentan características uniformes en determinadas localidades. Se propone que la caracterización de las vertientes sea hecha a través de estudios especiales, de los cuales podría surgir la posible conveniencia de someter algunas de ellas a control.

La evaluación de la información proporcionada por la red, luego de un período de operación regular, permitirá reestudiar la selección de parámetros para cada estación y eventualmente reducirlos en algunas de ellas. Esto hará posible aumentar la cobertura espacial o la frecuencia de muestreo en algunas estaciones, sin aumentar significativamente el costo de operación de la red.

Los antecedentes de calidad generados hasta ahora por el Laboratorio de Calidad del Agua de la DGA, en los cuales se ha basado este estudio, contienen una importante información que debiera ser utilizada, junto con la proporcionada por la red propuesta, al estudiarse la evolución futura de la red.

TABLA I

Cuadro Comparativo de estaciones de la red existente y propuesta

Red Existente				Red Propuesta						
Hoya	Estac. muestreo regular	Puntos muestreo ocasional	Total	Estaciones de primera prioridad		Sub- Total	Estaciones de segunda prioridad		Sub- Total	Total
				base	impacto		base	impacto		
I Región										
Lluta	27	28	55	1	1	2	2		2	4
San José	12	20	32	1		1				1
Codpa o Vitor	6	7	13	1		1				1
Camarones	3	12	15	1	1	2	1		1	3
Camña	1	5	6	1		1				1
Aroma	-	-	-	1		1				1
Tarapacá	9	33	42	2	1	3				3
Quisma	7	7	14							
Guatacondo	6	3	9				1		1	1
Campuz	6	3	9				1		1	1
Chungará	6	6	12	1		1				1
Lauca	15	25	40	1		1	2		2	3
Salar de Surire	2	7	9							
Isluga-Cariquima	1	10	11				2		2	2
Cancosa		4	4				1		1	1
Collacagua	3	9	12				1		1	1
Pampa del Tamarugal	-	2	2							
Sub-total	104	181	285	10	1	11	11	2	13	24
II Región										
Loa	35	64	99	9	4	13	1		1	14
Salar de Atacama	5	62	67	2		2				2
Zapaleri	-	11	11							
Salar de Pujsa	-	9	9							
Sub-total	40	146	186	11	4	15	1		1	
TOTAL	144	327	471	21	5	26	12	2	14	40

TABLA II

RED DE CALIDAD DE AGUAS PROPUESTA
COBERTURA ESPACIAL MEDIA

Región	Hoya	Area (km ²)	Nº de estaciones	Cobertura (km ² /estac.)
I	Lluta	3.496	4	874
	San José	3.105	1	3.105
	Codpa o Vítor	1.705	1	1.705
	Camarones	2.560	3	853
	Camiña	1.540	1	1.540
	Aroma	1.845	1	1.845
	Tarapacá	1.731	3	577
	Guatacondo	526	1	526
	Caquena	702	1	702
	Chungará	242	1	242
	Lauca	2.507	3	836
	Isluga-Cariquima	2.460	2	1.230
	Cancosa	1.030	1	1.030
Collacagua	1.520	1	1.520	
II	Loa	34.600	14	2.471
	Salar de Atacama	15.620	2	7.810

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 I y II 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 en estas regiones y la información que posee será utilizada para evaluar la red que actualmente se opera.

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 Regiones en estudio, tanto en la DGA como en IREN-CORFO y Universidades.

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 hojas, tablas que indican la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

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

En las regiones I y II 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.

Las estaciones que presentan una buena cobertura temporal no acusar ninguna clara tendencia de variación en la calidad. Sólo se observa fluctuaciones de naturaleza aleatoria.

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 propuestas 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 éstos.

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 jerarquización de las estaciones de muestreo, de acuerdo a la información que proporcionar 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, basadas en criterios generales existentes en la bibliografía 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.

Todas estas características son el resultado de decisiones que se dan en 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 la red de calidad de aguas propuesta es entregar la información general acerca de la calidad del agua de las cuencas, 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 autogurificación, impacto ambiental de contaminante 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 el inicio 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 de control de calidad, debe programar para algunos usos determinados, por ejemplo, suministro de agua potable, recepción de residuos de la industria minera, etc.

2.2. Jerarquización 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" y "estaciones de 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.

El objetivo de una "estación base" 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.

El objetivo de una "estación de impacto" es mantener bajo observación fuentes de contaminantes. Estas estaciones se ubicarán aguas abajo de las descargas pero aguas arriba de otras que puedan producir interferencia 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 y en un punto en que se asegure una buena mezcla de ellas.

El objetivo de una "estación de prevención" es 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, aunque 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 fuente de contaminación.

Una "estación de verificación" es aquella que aún cuando aporta poca información adicional 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 debe 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, a las particularidades locales y a las necesidades de información para el manejo y planificación de la cuenca.

En principio, se debe aceptar que es imposible analizar, rutinariamente, a un costo razonable, todos los parámetros de calidad 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 recomendado 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 DCA ha entregado la lista de parámetros que desea se consideren en la planificación de la red, se harán algunas observaciones generales sobre ellos, complementando esto con criterios adicionales.

La inclusión de arsénico (As), cobre (Cu), boro (B), fierro (Fe), mercurio (Hg), cianuros (Cn) y fenoles debe considerar 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.

Se estima que la inclusión de nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amonio (NH_3), fosfato (PO_4), productos de actividad doméstica, agro-industrial o lavado de suelos, debe considerar las dificultades que su preservación y posterior análisis implican.

La determinación del Índice Coli, que también se relaciona directamente con contaminación de origen orgánico, debe considerar que este parámetro no es estable ni preservable, 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 DCA para estos efectos. La Demanda Química de Oxígeno (DQO), que sí es estable y preservable, permitirá obtener información general sobre niveles de contaminación orgánica del agua.

Respecto a los parámetros oxígeno disuelto (OD), pH, conductividad (C.E.) y temperatura, deben ser medidos en el terreno 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.

2.4. Frecuencia de recolección de muestras

Los valores medio, máximo y mínimo medidos se aproximarán a los verdaderos valores, dependiendo 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 proporcional al número de muestras tomadas, por lo que habrá que compatibilizar el incremento de confiabilidad de los datos y el costo de su obtención.

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

- 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 análisis de estas variaciones correspondería a estudios específicos, con estaciones no incluidas dentro de una red primaria.
- ii) Variaciones cíclicas: anualmente, pueden ser el resultado de patrones regulares de lluvia, deshielo, evaporación y cambios estacionales de temperatura. Diariamente, pueden ser de origen natural y afectar principalmente el OD y el pH por el efecto de fotosíntesis. La industria puede presentar 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 encuentre 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 menos muestras para alcanzar límites de confianza semejantes. 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, para algunos parámetros, autpurificación, depósito, adsorción, etc.

La frecuencia recomendable de muestreo deberá ponderar estos factores teniendo en cuenta que, si las variaciones son aleatorias, no hay posibilidad 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 hoyo 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 hoyo.

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 basándose en los criterios generales que se exponen a continuación, más las consideraciones 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 indicado, 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 tratará de hacer coincidir las estaciones de muestreo con las estaciones fluviométricas.

A continuación se explican en detalle los criterios que se consideran 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 muestrear 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 envejecimiento de las muestras.

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 cualquier condición climática 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, preferentemente donde el agua es turbulenta o desde la ribera exterior de un recodo del río.
- . Cablecarril.- Para el muestreo de aguas se usan los mismos empleados para mediciones de caudal.
- . Vadeo.- Esta alternativa es posible en ríos poco profundos. Las muestras deben tomarse río arriba del vadeador para evitar que los sedimentos resuspendidos al pisar el fondo se incorporen a la muestra.

- b) Representatividad.- La muestra debe tomarse en un punto del río en que la calidad del agua sea homogénea.

Una muestra compuesta proporciona una buena representatividad, pero su obtención es engorrosa y de alto costo. Se estima que para los objetivos de esta red primaria la muestra simple cumple satisfactoriamente las necesidades 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. 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 una buena mezcla lateral y vertical.

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 muestras en las riberas u orillas del río, porque en estos puntos es menos probable que ellas sean representativas 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 existiera alternativa, se deberán tomar todas las precauciones posibles, utilizando equipos de seguridad.
- 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.

En aquellos casos en que no sea factible que la estación de muestreo se ubique en el mismo punto que la estación de medición de caudales, resultará satisfactorio que la medición de caudales sea hecha aguas arriba o abajo de la estación de muestreo, si es que en el tramo comprendido entre ambos puntos no se producen cambios significativos de calidad o caudal.

- e) Distancia desde el laboratorio.- El tiempo necesario para el transporte de la muestra desde la estación de muestreo hasta el laboratorio, limitará las determinaciones que pueden hacerse para cada estación específica dada la inestabilidad de algunos de los parámetros considerados.

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, donde sea posible, por lo menos a 30 cm. 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 importantísimo en la representatividad de las muestras.

La frecuente asignación de esta labor a personal no preparado indica que ésta se considera, comunmente, 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 las muestras y la calidad analítica. Si la muestra no es 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.

Es recomendable llevar el trabajo en terreno, una bitácora en que se deje constancia de los detalles de la operación de muestreo y del entorno geográfico de la estación. Asimismo, es deseable que se lleve una historia de cada estación para tener un registro de los inconvenientes que su emplazamiento pudiera 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, provenientes de aquellas estaciones en que se estima necesario analizarlos, deben ser 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.

TABLA 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
conductancia específica		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
Hierro	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
Indice Coli	Mantener a 4°C	6 - 24 horas
Fenoles	1g CuSO ₄ + H ₃ PO ₄ a pH=4 y mantener a 4°C	24 horas
DQO	H ₂ SO 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

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 la 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 utilizar muestras estandarizadas. Para estos efectos se puede recurrir a las muestras estandarizadas proporcionadas por el Proyecto GEMS (ACUA), o adquirirlas en el Office of Standard Reference Materials de USEPA.

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 y habilidad requerida. 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 y mercurio.

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. Tampoco se produce reducción de costos cuando se mide coliformes, pH y conductividad a un gran número de muestras.

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.

TABLA 2.2

Costo de Análisis de parámetros de Calidad de Aguas

Parámetro	Un solo Análisis (\$)	Varios Análisis (\$)
- Determinaciones en terreno		
Temperatura	81	81
pH	115	115
oxígeno disuelto	173	173
conductancia específica	115	115
- Determinación en Laboratorio		
sodio	357	231
potasio	357	231
calcio	115	115
magnesio	173	173
sulfato	519	519
cloruro	392	392
carbonato	173	173
bicarbonato	173	173
arsénico	807	494
cobre	404	242
boro	692	415
fierro	369	219
nitrato	461	277
nitrito	519	311
amonio	599	519
fosfato	519	311
fenoles	1026	715
Escherichia coli	692	692
demanda química de oxígeno	784	784
cianuro	1038	1038
mercurio	1095	657

Nota: Valor de referencia del dólar americano (US\$) a la fecha del informe Julio 1984 es de \$92,23.-

3. ANÁLISIS CRÍTICO 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, 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. En estos cuadros se indica el número de muestras analizadas, anualmente, en cada estación, regular u ocasional, para 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 extremos para cada uno de los parámetros analizados, con indicación de la frecuencia de muestreo anual.

3.2. I Región.

En esta región existen en la DGA antecedentes de calidad de aguas para las siguientes hoyas :

Hoya del río Lluta
 Hoya del río San José
 Hoya del río Cocha o Vitor
 Hoya del río Cumarones
 Hoya del río Camiña
 Hoya del río Tarapacá
 Hoya del río Quisma
 Hoya del río Cuatacondo
 Hoya del río Caguena
 Hoya del río Chungará
 Hoya del río Lauca
 Hoya del río Salar de Surire
 Hoya del río Isluga
 Hoya del río Cancosa
 Hoya del río Collacagua
 Hoya del río de la Pampa del Tamarugal

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

En el listado de estaciones correspondientes a cada hoya se han usado las siguientes abreviaturas:

V : vertiente
 R : río
 E : estero
 AC : acueducto
 QDA: quebrada
 B/T: bocatoma

3.2.1. Hoya del río Lluta.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 27 estaciones regulares y 28 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales con el código con que identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Azufre antes R.Caracarani
2	R. Caracarani antes R.Azufre
3	R. Caracarani en Sica-Sica
4	R. Caracarani antes R.Colpitas /
5	R. Colpitas antes Caracarani ✓
6	R. Lluta después R.Colpitas
7	R. Lluta en Tocontasi /
8	R. Lluta en Panamericana ✓
	R. Caracarani en Humapalca
	R. Colpitas en Alcerreca
	R. Caracarani en Alcerreca
	R. Lluta en Alcerreca
	R. Azufre (20 mts. R.Azufre(20 mts.antes unión R.Tacora).
	R. Azufre (200 mt. después unión R. Tacora)
F	R. Lluta en Molinos
I	R. Lluta en Poconchile
J	R. Lluta en Rosario
L	R. Lluta en Pte. Chacabuco
M	R. Lluta en Sta. Lucía
Q	Qda. Socoroma en Coca
S	R. Cubrimani en Putre
T	Canal Llussuma en Putre
a	V. Tojotojoni
b	V. Taipicagua
c	V. Llancoma en Llancoma
c'	V. Llancoma en Putre
	R. Azufre en Humapalca

Puntos de muestreo ocasionales

A	R. Lluta antes R. Putre
B	R. Lluta después R. Putre
C	R. Lluta en Chironta
D	R. Lluta en Iquecta
E	R. Lluta en Sora
G	R. Lluta en Bocanegra
H	R. Lluta en Linderos
N	R. Lluta en Desembocadura
P	R. Aroma antes R. Socoroma

- R R. Putre en Jumiraya
 R. Lluta en Pte. Viejo
 Canal Cubrimani
 d V. Huancuni
 e V. Aroma en Q. Aroma
 f V. Pacollo en Q. Pacollo
 g V. Bocanegra
 b' V. Taipicagua en Putre
 f' V. Pacollo en Putre
 V. Sajata en Putre
 V. Yipi-Yipi en Putre
 V. Perquelleque en Putre
 V. R. del Pueblo en Socoroma
 V. Colallaque en Socorma
 V. Chacacagua en Socoroma
 V. Colallaque camino internacional km 128
 R. Azufre (30 mts antes unión R. Tacora)
 LL R. Lluta en marco partido
 R. Taipicagua camino Jurasi

Las tablas N° 1 a 7 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoya comienza en 1956. Del 56 al 62 hay poca información, discontinuándose el período 63 - 60. Para el período 67 - 72 existe información continua, la que se discontinua el 73. A partir del 74 existe información casi continua hasta el 80, con una interrupción el 79 año en que hay información sólo para la estación Canal Llussuma en Putre. El año 81 no existe información y el año 82 sólo hay para 8 estaciones, 7 de las cuales son vertientes. El año 83 hay información para 8 estaciones que no corresponden a vertientes.

La información del período 56-72 corresponde a los parámetros pH, CE, CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na, As y B. La información de los años posteriores incluye además Cu; Fe y NO_3^- . El período 56-58 tiene también alguna información sobre Cu y Fe.

Los antecedentes de calidad de la hoya del río Lluta indican que, en algunas estaciones de muestreo, el pH del agua es ácido. Esta característica se presenta en R. Azufre antes R. Caracarani, R. Lluta después R. Colpitas, R. Lluta en Tocontasi, R. Lluta en Molinos, R. Lluta en Poconchile, R. Lluta en Rosario, R. Lluta en Alcerreca, R. Caracarani en Sica-Sica, R. Caracarani antes Colpitas y en Alcerreca, R. Aroma antes R. Socoroma y R. Tacora.

Algunas de las vertientes muestreadas también presentan pH ácido: V. Tojotojoni, V. Aroma en Q. Aroma, V. Colallaque y V. Río del Pueblo.

La CE alcanza sus valores máximos en la estación R. Azufre antes R. Caracarani presentando valores promedios sobre $5000 \mu\text{mhos. cm}^{-1}$ con un máximo de $21.565 \mu\text{mhos. cm}^{-1}$.

Las estaciones R. Lluta en desembocadura, R. Lluta en Panamericana y R. Caracarani en Sica-Sica, también presentan altos valores de conductancia específica, pero en ningún caso alcanzan los altos valores detectados en R. Azufre en R. Caracarani. El resto de las estaciones presenta conductancias del orden de 1000 a 3000 $\mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$. En general las vertientes muestreadas presentan muy baja conductividad, destaca la estación Vertiente Taipicagua con 137 $\mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$.

De los antecedentes de calidad existentes se deduce que son el R. Colpitas, el R. Caracarani y el R. Azufre los que contribuyen en mayor medida al grado de salinidad del R. Lluta. Las aguas de esta hoya contienen fierro en altas concentraciones, los máximos se dan en la estación R. Azufre antes Caracarani en que se tienen valores hasta sobre 100 mg/l. Las estaciones R. Caracarani en Sica-Sica y las V. Tojotojoni y Aroma en Q. Aroma tienen valores cercanos a 20 mg/l.

El Cu se presenta en todas las estaciones en muy baja concentración, lo mismo el nitrato. La vertiente Llancoma es la que presenta el valor más alto de NO_3 , 5 mg/l, concentración que no originaría problemas a ningún uso del agua.

La calidad del agua casi en todo la hoya no sería apta para riego por su alta salinidad y contenido de Boro, según los criterios de clasificación de aguas de riego de United State Salinity Laboratory (USSL). Las aguas de esta hoya son como máximo del tipo C_4S_3 y como mínimo C_3S_1 lo que indica que el agua en condiciones normales no es satisfactoria para riego, a menos que se tengan suelos permeables, drenaje adecuado, se produzca lixiviación y se escojan plantas con alta tolerancia a las sales.

Algunas de las vertientes muestreadas por su baja salinidad corresponden a la clasificación C_2S_1 que indicaría que son aptas para el uso riego, pero su alto contenido de boro hace que este uso deba ser restringido a las especies tolerantes a este elemento.

La calidad del agua de esta hoya no es apta para fuente de agua potable por su excesiva salinidad y alto contenido de boro. No existen muchos antecedentes sobre el contenido de arsénico, pero la presencia de boro unida a la geología de la zona permiten pensar que éste elemento también podría estar presente.

No existen antecedentes de turbiedad y color, pero el conocimiento de la zona indican que el uso estético y paisajístico del agua no tiene objeciones.

Respecto al uso recreacional, que tiene requerimientos casi tan estrictos como el de fuente de agua potable, la calidad del agua de esta hoya no los satisfaría, al menos en la parte físico-química. Sobre calidad bacteriológica no hay información disponible.

3.2.2. Hoya del río San José.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 12 estaciones regulares y 20 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Belén en Misaña
2	R. San José en Ausipar
3	R. San José en Bocatoma ✓
4	Ac. Azapa en Bocatoma
5	R. San José en Saucache
	R. San José en Pte. Las Maitas
a	V. Peñablanca
b	V. La Concepción
c	V. San Miguel de Azapa
d	V. Media Luna
f	V. La Mita Chica
g	V. Los Albarracines

Puntos de muestreo ocasionales

	R. Tignamar en Tignamar
	R. Belén en Fundación
	R. San José antes zona riego
	R. San José en Pte. Badén
	R. Tumaya en Tignamar
	R. San José en el Rápido
	R. San José en Puntilla Cabuza
	R. San José en Pte. Tucapel
	Dren Madrid en Nacimiento
	R. San José en Molle Pampa
i	V. La Mama Lorenza
35	R. Tignamar en Capitania
e	V. El Gallito
j	V. La Noria
k	V. Ovando
l	V. Conchalique
l'	V. Conchalique en Jta. R. San José
m	V. La Mata Vaca
n	V. Canavire
o	V. Socavón

Las tablas N°8 a 14 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

Las información para los parámetros de esta hoya comienza en 1960 con 2 estaciones. Se reanuda en 1968, hay continuidad en el período 68 - 83, con la excepción de los años 73, 79 y 82 en que no hay información. El 83 hay información sólo para 1 estación.

Para el período 68 - 81 hay información sobre pH, conductividad, CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , As y B. El año 74 comienza la información sobre Cu y Fe y la información sobre nitratos está sólo para el período 75-78 en pocas estaciones, en algunas hay sólo para 1 o 2 años de este período.

Los antecedentes de calidad de la hoya del río San José indican que el pH de estas aguas está entre 7 y 8. Los valores extremos corresponden a las estaciones R. San José en Bocatoma con pH 8,62 y R. San José en Molle Panga con pH 8,37. La única estación que presenta pH inferior a 7,0 es R. Belén en Fundación con pH 6,65.

La conductividad de las aguas de esta hoya es, en general, inferior a $1000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. Las vertientes de esta hoya presentan valores superiores, cercanos a $1200 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. Los valores más bajos de C.E. corresponden a la estación R. Belén en Misaña con aproximadamente $200 \mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Estas aguas son del tipo C_3S_1 y C_2S_1 de acuerdo a la clasificación del United State Salinity Laboratory (USSL) lo que significa que tienen bajo contenido de sodio y deben usarse en suelos con buen drenaje.

En general las aguas de esta hoya presentan bajísimas concentraciones de arsénico, con la excepción de las estaciones R. San José en R. San José en Saucache con 0,27 mg/l y Conchalique en junta con R. San José con 0,16 mg/l.

El boro se presenta en concentraciones algo más elevadas que el arsénico. Las estaciones que presentan mayor contenido de Boro son R. Tignamar en Tignamar con 6,05 mg/l y V. Los Albarracines con 5,11 mg/l.

El agua de esta hoya, prácticamente no contiene cobre, con la excepción de la estación R. San José en Saucache que tiene 0,33 mg/l. El fierro se presenta en concentraciones bajas, destacan por su alta concentración las estaciones R. San José en El Rápido con 5,44 mg/l y la Vertiente La Noria con 3,14 mg/l.

Los antecedentes existentes sobre concentración de nitrato indican que éste es bajo en estas aguas.

Salvo las excepciones que se han comentado anteriormente, la calidad del agua de esta hoya sería apta para el uso riego y fuente de agua potable. Lo mismo es válido para el uso recreacional, en calidad físico-química, ya que no se dispone de información bacteriológica.

No hay antecedentes sobre los parámetros de interés en el uso estético y paisajístico, pero se considera que no presentaría objeciones.

3.2.3. Hoya del río Codpa o Vitor.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 6 estaciones regulares y 7 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Codpa en Chitita
2	R. Codpa en Codpa
3	R. Chaca en Chaca
A	R. Umirpa en Umirpa
E	R. Codpa en Guañacagua
H	Qda. Chaca en sector Lisboa

Puntos de muestreo ocasionales

B	R. Codpa en Umirpa N°1
C	R. Codpa en Umirpa N°2
D	R. Codpa en Umirpa N°3
F	R. Codpa en Afragia
G	Qda. de Puquios
a	Pozo Vila-Vila en Chaca
	R. Codpa en Cala-Cala ✓

Las tablas N°15 a 21 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para los parámetros de esta hoya comienza en el 68. Existe un registro continuo para el período 68-78, con excepción del año 73 en que no hay ninguna información. El año 83 hay información sólo para 1 estación ocasional.

Para este período hay información sobre pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As y B. La información sobre Cu y Fe comprende el período 74-78 en muy pocas estaciones. La información sobre nitrato corresponde al período 75-78 en que se muestrearon sólo 3 estaciones anuales.

Los antecedentes de calidad de la hoya del río Codpa indican que el pH de estas aguas está entre 6 y 7,5. Los valores mas altos se encuentran en las

estaciones relacionadas con el R. Chaca. El valor más bajo de pH encontrado es 4,45 y corresponde a R. Codpa en Umirpa N°1.

La conductividad de estas aguas es, en general, inferior a 500 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. El valor mas alto está en R. Codpa en Afragia con 1240 y en el pozo Vila-Vila en Chaca con 2040 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Por su baja salinidad las aguas de esta hoya son principalmente del tipo C_2S_1 de acuerdo a la clasificación del United State Salinity Laboratory (USSL), lo que indica que son aptas para riego de suelos con buen drenaje.

Las aguas de esta hoya presentan bajísimas concentraciones de As, muchas veces esta es nula. Las únicas estaciones que presentan As son Río Codpa en Afragia, R. Chaca en Chaca y Q. Chaca en Sector Lisboa, para todas ellas la concentración es del orden de los 0,08 mg/l.

El boro se presenta en las aguas de esta hoya en concentraciones inferiores a 1,0 mg/l. Sobrepasan este valor las estaciones R. Chaca en Chaca con 1,55 mg/l, Q. Chaca en Sector Lisboa con 1,30 mg/l R. Codpa en Codpa con 1,75 mg/l.

Las aguas de esta hoya contiene cobre a nivel de trazas, la máxima concentración detectada corresponde a 0,56 mg/l en la estación R. Chaca en Chaca. El Fe también se encuentra a nivel de trazas, con la excepción de las estaciones Q. Chaca en Sector Lisboa con concentraciones de Fe cercanas a 2,0 mg/l y R. Chaca en Chaca con 3,61 mg/l. El nitrato también se presenta en concentraciones muy bajas.

Por el grado de salinidad de las aguas de esta hoya; ellas son aptas, con las excepciones anteriormente comentadas, para todos los usos del agua: riego, fuente de agua potable y recreación.

Aunque los antecedentes de calidad disponibles no están completos para emitir un juicio sólido sobre el uso estético y paisajístico, se estima que este no tendría objeciones.

3.2.4. Hoya del río Camarones.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 3 estaciones regulares y 12 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Camarones en Talpape
2	R. Camarones en la Hacienda
3	R. Camarones en Conanoxa ✓

Punto de muestreo ocasional

4	R. Camarones en Desembocadura
A	Tranque Caritaya
C	R. Huancarane frente a P. Aranibar
D	R. Camarones en Hacienda Cuya
E	R. Camarones en Cundumaya
IA	R. Camarones en Esquiña
a	V. Esquiña
b	V. Saquara
c	V. Quiguatoma
22	V. Chocaya
	V. de Caguena en Pachica
	R. Camarones sector Cochiza

Las tablas N°22 a 28 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para los parámetros de esta hoya comienza en 1967, año en que se muestreó sólo 2 estaciones, en el período 68-72 hay información continua para 3 estaciones regulares, se discontinúa el 73 y luego existe para el período 74-83. En todos estos períodos el número de estaciones muestreadas es reducido, con la excepción del año 77 y 83 en que se muestrearon 4 estaciones.

Los antecedentes de calidad en el período 67-83 comprenden los parámetros: pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ . Los antecedentes sobre Cu, Fe, As y B datan de 1974. Para NO_3^- hay antecedentes hasta 1978.

El pH de las aguas de esta hoya está entre 7 y 8. Se tiene un pH levemente superior en R. Surire con 8,4, y R. Camarones en Talpape con 8,35.

La conductividad de las aguas de esta hoya está en el rango 2.000 - 3.000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. Valores superiores a estos se tienen en R. Camarones en Conanoxa y R. Camarones en Desembocadura. La estación R. Camarones en Hacienda Cuya presenta la conductividad máxima de la hoya con 6.624 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. El valor mínimo de conductividad se detecta en V. Saquara con 353 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Según los criterios del United State Salinity Laboratory (USSL) las aguas de esta cuenca están entre el tipo C_4S_3 y C_3S_2 . Los máximos problemas de salinidad, que corresponden a la clasificación C_4S_4 , se tienen en R. Camarones en Conanoxa, Tranque Caritaya y R. Camarones en hacienda Cuya.

Las aguas de esta hoya presentan arsénico, las concentraciones máximas se detectan en R. Camarones en Cundumaya con 0,56 mg/l , R. Camarones en Conanoxa con 0,94 mg/l, R. Camarones en La Hacienda con 0,58 y R. Camarones en Sector Cochiza con 1,78 mg/l.

El Boro se presenta en altas concentraciones en toda la hoya, los valores máximos se tienen en R. Camarones en Conanoxa con 42,0 mg/l y R. Camarones en Hacienda Cuya con 35,0 mg/l.

El cobre se presenta a nivel de trazas en toda la cuenca, no así el Fe que está presente en concentraciones relativamente altas en algunos puntos de la hoya como R. Camarones en Esquiña y R. Camarones en Conanoxa. En ningún caso la concentración supera los 5,0 mg/l.

Los escasos antecedentes sobre nitratos indican que éste se presenta en bajas concentraciones, con excepción de la estación R. Camarones en desembocadura donde alcanza valores cercanos a 20 mg/l.

Todos los antecedentes anteriormente comentados permiten concluir que el agua de la hoya del R. Camarones es de mala calidad y no es apta para los usos fuente de agua potable, riego y recreación. Sobre el uso estético y paisajístico, aún cuando no se dispone de antecedentes completos se estima que no presenta objeciones.

3.2.5. Hoya del río Camiña.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 1 estación regular y 5 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Camiña en Altusa ✓

Puntos de muestreo ocasional

2	R. Camiña en Apamica
3	R. Camiña en Moquela
	R. Camiña en Yala-Yala
	R. Camiña en San Bartolo
	R. Camiña en Francia

Las tablas N°29 a 35 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros.

La información existente corresponde a los años 70-71-72-75-78 y 83, en cada uno de estos años se muestreó sólo una estación de la hoya, solamente la estación R. Camiña en Altusa ha sido muestreada en tres oportunidades, las otras sólo una vez en todo el período.

La información existente hasta 1975 corresponde a los parámetros pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As y B. A partir del 75 se incorporaron los parámetros Cu, Fe y NO_3^- .

El pH de las aguas de esta hoya está entre 7 y 8. La conductividad es del orden de los 1000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$, con excepción de las estaciones R. Camiña en Yala-Yala y R. Camiña en Francia que presentan una conductividad más baja, del orden de los 500 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Por el grado de salinidad que presentan estas aguas ellas son del tipo $\text{C}_3\text{-S}_1$, según la clasificación del United State Laboratory Salinity (USSL).

Los antecedentes sobre presencia de arsénico indican que el agua de esta hoya en la estación R. Camiña en Moquela tiene una concentración de 0,53 mg/l. y de 0,96 en Río Camiña en Francia. El boro se presenta en concentraciones cercanas a 6,0 mg/l en todas las estaciones muestreadas, con excepción del R. Camiña en Yala-Yala que no tiene boro.

Existe un sólo antecedente sobre presencia de cobre y este indica que es bajo, no así el caso del fierro en que en la estación R. Camiña en Apamíca se tiene 4,08 mg/l y en R. Camiña en Francia 5,96 mg/l.

Los antecedentes sobre nitrato indican que para esta hoya este año se presentaría en bajas concentraciones.

Dado lo reducido de la información de calidad disponible, no se puede emitir juicios sobre la aptitud del agua para los distintos usos.

3.2.6. Hoya del río Tarapacá.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 9 estaciones regulares y 33 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Tarapacá en Mocha
3	R. Tarapacá en Pacífica
6	R. Coscaya en estación Lirima
8	R. Coscaya en Mosquito de oro
a	V. Chaivire N°1
b	V. Chaivire N°2
f	V. Andrés Ciguata
h	V. Lagunilla
	V. El Tambo en Mamiña

Puntos de muestreo ocasionales

2	R. Tarapacá en Mulli-Mulli
4	R. Tucuruma en El Salvador
4A	R. Tucuruma en Qda. Tucuruma
5	R. Coscaya en la junta
7	R. Coscaya en sector Molinos
8A	R. Coscaya en Coscaya
c	V. Chaivire N°3
d	V. Pucopucune
e	V. Huancahuano
g	V. Guantija en Llacho
i	V. Castilluma N°1
j	V. Castilluma N°2
k	V. Rinconada Chica
l	V. Hornune
	V. Bisagra en Huarisaña
	V. Socavón en Mamiña

- V. Macaya en Huarasiña
- V. Macaya en Macaya
- 31 V. Chusmiza
- 29 V. Tucuruma - Pampa Lirima
- Qda. Tarapacá en Pachica
- V. Jamajuga en Mamiña
- V. Conco en Mamiña
- V. Ipla en Mamiña
- V. Radio en Mamiña
- V. Magnesio en Mamiña
- V. Huatapa en Mamiña
- V. Sibaya
- V. Huaviña
- V. Mocha
- V. Pachica
- V. Tarapacá
- V. Huarasiña

Las tablas N°36 a 42 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para los parámetros de esta hoya comienza en 1970. Hay continuidad de información para 2 estaciones de esta hoya en el período 70-72, la información se discontinúa en 73 y 74. Hay información para un mayor número de estaciones en el período 75 - 78, se discontinúa el 79 y luego existe para los años, 80, 81 y 83. Este último período se muestreó principalmente estaciones ocasionales.

Los antecedentes de calidad para todo el período incluye información sobre pH, conductividad. CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cu , Fe , B y As . La información sobre nitrato sólo cubre los años 75 a 78 y el 81.

El pH de las aguas de esta hoya está entre 7 y 8. Se tiene valores de pH más altos en R. Tarapacá en Pachica con pH 8.15 y R. Tarapacá en Mocha con pH 8.37. Las vertientes de esta hoya presentan pH muy variado, desde ácido como en V. Pucopucone con pH 4.78 hasta alcalino en V. Lagunilla con pH 8.05 y V. Socavón en Mamiña con 8.98.

La C.E. de gran parte de las aguas de esta hoya está en el rango 800-1500 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. El valor más alto se tiene en R. Tarapacá en Pachica con 2830 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$, un valor bajo se tiene en R. Tucuruma en Salvador con 316 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. El agua de las vertientes presenta C.E. muy variadas.

Destacan por su baja conductividad la V. Hornune con 97 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ y V. Chancahuano con 268 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Tienen C.E. alta las V. Bisagra y la V. Macaya, con valores entre 2000 y 3000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Por el grado de salinidad, de acuerdo al criterio del United State Salinity Laboratory (USSL), el agua de las vertientes es del tipo C_2S_1 y C_2S_2 , el agua de los ríos es del tipo C_3S_2 y C_3S_1 , con excepción de la estación R. Tarapacá en Pachica que corresponde al tipo C_4S_2 .

Existe arsénico en prácticamente toda la hoya, es el río Coscaya la fuente de él, según se desprende de la información existente. La concentración más alta encontrada se tiene en R. Coscaya en Mosquito de oro con 0,36 mg/l. Las vertientes de la hoya también tienen As en sus aguas, los valores más altos se tienen en V. Rinconada Chica con 0,41 mg/l y V. Andrés Jiguata con 0,21 mg/l.

El boro también está presente en todas las aguas de esta hoya. El valor más alto corresponde a la estación R. Tarapacá en Pachica con 17,08 mg/l. Las vertientes tienen concentraciones bajas de boro, con excepción de la V. Rinconada que presenta una concentración de 4,95 mg/l y V. Castilluma N°1 con 5,24 mg/l.

El agua de esta hoya no contiene cobre, las únicas estaciones que presentan algo de cobre, 0,20 mg/l, son R. Tarapacá en Mocha y R. Tarapacá en Mulli-Mulli.

Todas las aguas de la hoya presentan Fe, en general, en bajas concentraciones. Los valores más altos se tienen en R. Tarapacá en Mocha y R. Coscaya en Pampa Lirina con, aproximadamente, 4 mg/l. La vertiente que acusa mayor contenido de Fe es V. Guantija en Liacho con 1,72 mg/l.

Prácticamente sólo se tiene trazas de NO_3 en todas las aguas de la hoya. El valor máximo informado es 3,5 y corresponde a la V. Lagunilla.

Dado que las aguas de esta hoya acusan presencia de As y B, éstas no son aptas para el uso fuente de agua potable. El uso recreacional podría aceptarse desde el punto de vista físico-químico dado que, aún cuando sus requerimientos de calidad son semejantes a los del agua potable, los parámetros contaminantes están en baja concentración en la mayoría de las aguas. No hay antecedentes sobre calidad bacteriológica.

El uso riego puede permitirse por el grado moderado de salinidad que presentan estas aguas. Este uso debe contemplar especies resistentes al boro.

Aún cuando no hay información completa sobre todos los parámetros de interés en el uso estético y paisajístico, se estima que éste no tendría objeciones.

3.2.7. Hoya del río Quisma.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 7 estaciones regulares y 7 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

Nº	Nombre
a	V. Animas
b	V. Resvaladero
d	V. Concova
e	V. Miraflores
i	V. El Carmen
j	V. Jesús-María
k	V. Puquio-Camiña

Puntos de muestreo ocasionales

c	V. Animas mas V. Resvaladero
f	V. Buena Esperanza
g	V. Los Locos
h	V. Santa Elena
17	V. Sacaragua en sector Ismagña
16	Parca en Noasa
	V. Puquio en Miraflores

Las Tablas N°43 a 49 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para los parámetros de esta hoya comienza en 1970. Hay continuidad en los períodos 70, 72 y 77-78. El año 83 hay antecedentes para la sola estación.

En el primer período existe información para pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , sólo a partir de 1971 hay para Cu, Fe, As y B. En el período 77 - 78 se incluye también información sobre nitrato.

El pH de estas aguas está en el rango 7-8. El valor máximo de pH se tiene en V. Sacaragua en sector Ismagña con pH 8,45. La conductividad del agua de las vertientes es baja, inferior a $500 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. Las conductividades mayores, del orden de $1000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ se tienen en V. El Carmen y V. Jesús María.

Por sus características de salinidad el agua de acuerdo a los criterios del United State Salinity Laboratory (USSL) es del tipo C_2S_1 a C_3S_1 .

Algunas de las vertientes de esta hoya no contienen arsénico. En aquellas que se detecta la concentración es muy baja. El valor máximo corresponde a 0,037 en V. Sacaragua en sector Ismagña. El boro se presenta en muy baja cantidad, la mayor concentración detectada corresponde a V. El Carmen con 4,16 mg/l.

Las aguas de esta hoya tampoco contienen cobre, El Fierro se presenta en bajas concentraciones, la mayor concentración registrada corresponde a V. Puquios - Camiña con 0,78 mg/l.

El nitrato se presenta en concentraciones algo significativas en algunas vertientes. Los mayores valores se registran en V. Jesús María con 30,5 mg/l y V. El Carmen con 110,4 mg/l.

Los antecedentes de calidad indican que las aguas de esta hoya serían aptas para el uso fuente de agua potable, riego y recreación.

El uso estético y paisajístico no cuenta con información suficiente, pero se estima que no presenta objeciones.

3.2.8. Hoya del río Guatacondo.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 6 estaciones regulares y 3 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Guatacondo en Copaquiri
2	R. Guatacondo en Guatacondo
3	R. Guatacondo en Tamentica
4	R. Guatacondo en Pueblo
8	R. Guatacondo en Tiquina
6	V. Coposa

Puntos de muestreo ocasionales

V. Michincha
Poza Norte Salar de Coposa
Coposa en Nacimiento

Las tablas N°50 a 56 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoya corresponde a los años 77-78-80-81 y 83.

Los antecedentes de calidad para estos años comprenden pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cu, Fe, B, As y NO_3^- . El Cu y Fe se registra sólo en el período 77-78 y en el 83. El NO_3^- , sólo los años 77 y 78.

El pH de estas aguas está en el rango 7-8. El pH mas alto registrado corresponde a R. Guatacondo en Copaquiri con pH 8,09.

La conductividad de las aguas es variable con un mínimo de 764 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ en R. Guatacondo en Copaquiri y un máximo cercano a 4000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ en R. Guatacondo en Tamentica y R. Guatacondo en Tiquima. Por esta variedad en la salinidad de las aguas de la hoya, éstas son del tipo C_3S_1 a C_4S_2 segun la clasificación del USSL.

El agua presenta bajas concentraciones de As, los valores máximos registrados corresponden a R. Guatacondo en Tamentica con 0,045 mg/l y R. Guatacondo en Copaquiri con 0,052 mg/l. El boro se presenta en estas estaciones en concentraciones del orden de 4 mg/l, en las otras la concentración es significativamente menor.

El cobre también se presenta en bajas concentraciones, el valor máximo de 0,19 mg/l se tiene en R. Guatacondo en Tamentica. El Fierro se presenta en concentración de 2,99 mg/l en esta estación. En las otras los valores son más bajos. Lo mismo sucede en el caso del nitrato, donde la concentración para esta estación es de 3,52 mg/l. Las otras estaciones de esta hoya acusan concentraciones más bajas.

Dada las condiciones de calidad de las aguas de esta hoya se estima que, con la excepción de R. Guatacondo en Tamentica y R. Guatacondo en Copaquiri, estas satisfarían los requisitos de calidad para los usos riego, Fuente de agua potable y recreación.

Aún cuando no se dispone de información sobre algunos de los parámetros de interés en uso estético y paisajístico; se cree que éste no presentará objeciones.

3.2.9. Hoya del río Caquena.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 6 estaciones regulares y 3 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
2	R. Caquena en Caquena
3	R. Caquena en Vertedero ✓
4	R. Caquena en Guacollo
5	R. Cosapilla en Cosapilla
7	R. Colpas en Visviri
8	R. Putani en Visviri

Puntos de muestreo ocasionales

N°	Nombre estación
1	R. Caquena en Nacimiento
6	R. Uchusuma en Chislluma
a	V. Calzón Chato en Chislluma

Las tablas N°57 a 63 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoya comienza en 1961. En 1961 y 62 se muestreó sólo 1 estación, luego se discontinuó hasta el 1968. Para el período 68-72 existe información continua, la que se discontinúa el 73. Luego hay información para el período 74-78 en que los años 74 y 75 se muestreó sólo 1 estación. En el año 80 se muestrearon 5 estaciones y en el 82 y 83 sólo 1 y 2 respectivamente.

La información hasta el año 75 corresponde a los parámetros pH, C.E., $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , en los muestreos posteriores se incluye As, B y NO_3^- .

Los antecedentes de calidad de la hoya del río Caquena indican que el pH de estas aguas está en el rango 7-8 con la única excepción de la estación R.Caquena en Guacollo que presenta pH 8,5.

La conductividad de las aguas es cercana a $1500 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ salvo en las estaciones R. Colpas en Visviri y R. Putani en Visviri donde alcanza a un valor cercano a $350 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. Estos valores indican que el agua de esta hoya no es de gran salinidad. Por estas características el agua es del tipo C_3S_1 según el criterio del United State Salinity Laboratory (USSL) y en los casos de conductividad mas baja, del tipo C_2S_1 .

El agua presenta arsénico en bajas concentraciones, los valores más altos corresponden a las estaciones R. Caquena en Caquena y R. Caquena en Guacollo donde la concentración es de aproximadamente 0,3 mg/l.

El boro se presenta en bajas concentraciones. Los valores máximos cercanos a 5 mg/l corresponden a las estaciones R. Caquena en Guacollo donde también se tienen las máximas concentraciones de As, R. Caquena en Vertedero, R. Cosapilla en Cosapilla, R. Colpas en Visviri y R. Putani en Visviri.

El cobre y nitrato se presentan en bajas concentraciones. La concentración máxima de cobre es 0,28 mg/l en la vertiente Calzón Chato en Chismulla y la de nitrato es 1,88 mg/l en R. Caquena en Vertedero.

El Fe se presenta en concentraciones algo superiores, los valores máximos detectados corresponden a las estaciones R. Colpas en Visviri con 10,6 mg/l y R.Putani en Visviri con 32,2 mg/l.

La calidad del agua de esta hoya, de acuerdo a los antecedentes disponibles resultaría apta para el uso agrícola. Su calidad indica que son aguas de sodio bajo y pueden aplicarse sobre suelos con lixiviación normal. La concentración de Boro no ofrece objeciones a este uso.

El agua de esta hoya en general no es apta como fuente de agua potable, por la presencia de boro, fierro y arsénico que tiene en algunas zonas.

No existen antecedentes para los parámetros de calidad relacionados con uso estético y paisajístico del agua, pero se estima que éste no presenta objeciones.

Respecto al uso recreacional, para los parámetros físico-químicos de calidad, es válido lo anteriormente señalado para el uso fuente de agua potable. No se tienen antecedentes sobre calidad bacteriológica.

3.2.10. Hoya del río Chungará.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 6 estaciones regulares y 6 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

Nº	Nombre estación
1	E. Sopocalane
2	R. Chungará en Desembocadura ✓
2B	R. Chungará en Jarsuri
3	Laguna Chungará
a	V. Mal Paso
b	V. Ajata

Puntos de muestreo ocasionales

2A	R. Chungará en Nacimiento
	L. Chungará en Bomba
	C. Salida Bomba Lago Chungará
	Chungará en Camino Internacional
	R. Desaguadero en Cotacoto
	R. Caquena en Vertiente

Las tablas N°64 a 70 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para los parámetros de esta hoya comienza en 1959. Hay continuidad en el período 59-62 y 67-83, con la excepción de los años 73 y 79 en que no hay información.

Para el período 59-83 hay información sobre pH, C.E., CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As y B, Cu y Fe. La información sobre NO_3^- corresponde solamente a los años 75-76-77.

Los antecedentes de calidad de la hoya del río Chungará indican que el pH de estas aguas es cercano a 7 con excepción de la estación Laguna Chungará y Estero Sopocolane que presentan valores sobre 8,0 y la Vertiente Ajata con pH 5,6.

La conductividad de las aguas de esta hoya es baja, del orden de 100 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. No cumplen este patrón la Laguna Chungará que presenta valores algo superiores a 1000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ y el Estero Sopocolane con valores superiores a 2000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Por la baja salinidad de estas aguas, todas menos las de Laguna Chungará son del tipo C_1S_1 de acuerdo a los criterios del United State Salinity Laboratory (USSL). La Laguna Chungará tiene aguas del tipo C_3S_1 .

Los antecedentes existentes indican que estas aguas presentan muy bajas concentraciones de arsénico. El valor más alto registrado corresponde a V. Mal Paso con 0,090 mg/l.

Existe Boro en bajas concentraciones en gran parte de la hoya. Los valores más altos cercanos a 2 mg/l corresponden a R. Chungará en Desembocadura, Estero Sopocolane, Laguna Chungará, Estero Mal Paso, V. Ajata y V. Mal Paso.

Las aguas de esta cuenca prácticamente no tienen cobre. El fierro se presenta en bajas concentraciones, los valores más altos corresponden a Vertiente Ajata y R. Chungará en Nacimiento con concentraciones del orden de 4 mg/l.

Los escasos antecedentes existentes sobre concentración de nitratos indican que estos son muy bajos en las aguas de esta cuenca.

Dada la buena calidad de las aguas de esta cuenca, ella sería apta para los usos riego y fuente de agua potable.

No hay antecedentes sobre los parámetros de interés en el uso estético y paisajístico, pero se estima que no deben existir objeciones.

Respecto al uso recreacional es válido lo anteriormente indicado para el uso fuente de agua potable respecto a los parámetros físico-químicos de calidad. No hay antecedentes sobre parámetros de calidad bacteriológica.

3.2.11. Hoya del río Lauca.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 15 estaciones regulares y 25 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	Laguna Cotacotani
2	R. Desaguadero en Cotacotani ✓
3	R. Lauca en Ungalliri
4	Canal Lauca en Sifón N°1 ✓
5	R. Lauca en Estancia El Lago
6	R. Lauca en Huntume
7	R. Lauca en Japu
8	R. Guallatire en Guallatire
9	E. Paquisa en Paquisa
	R. Guallatire en Nacimiento
	R. Benedicto Morales
	V. Ojo de Agua
a	V. Chacarpujo
b	V. Coparpujo
c	V. Chubire

Puntos de muestreo ocasionales

N°	Nombre estación
	R. Guallatire antes R.Lauca
	R. Lauca en Misitune
	E. Paquisa 1 km aguas arriba Parshall
	R. Lauca antes R. Guallatire
	R. Lauca después R. Guallatire
	R. Quiburcanca antes R. Lauca
	R. Lauca en Lauca
	C. Lauca en entrada túnel de riego
	R. El Encuentro
	Laguna Parinacota
	V. Chuzin
	E. Aguas Calientes en Choquelimpie
	Noria V. uso-doméstico Pueblo Guallatire
	V. Antupujo
	V. Rococo
	V. N°5 Ojo de Agua N°1
	V. N°5 Ojo de Agua N°2
	V. N°6 Ojo de Agua N°2
	V. Tucuny

N° Nombre estación (Continuación).

V. Tuldune

R. San Antonio en Qda. Millone en Mina Choquelimpie

V. Noria uso doméstico en Mina Choquelimpie

Bofedal antes Chustavida

R. Chustavida antes R. Guallatire

R. Ancuta antes Junta R.Chustavida

Las tablas N°71 a 77 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoyo comienza en 1959. Para el período 59-62 existe información continua, la que se discontinúa del 63 al 66.

Para el período 67-83 existe información casi continua. Los años 73 y 79 no presentan información. En el año 82 y 83 hay información sólo para estaciones ocasionales.

La información hasta 1972 incluye pH, conductividad, CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ . Los años siguientes incluyen Boro, As, Cu, Fe y NO_3 en forma sistemática, anteriormente hay escasa información para estos parámetros.

Los antecedentes de calidad de la hoyo del río Lauca indican que el pH de estas aguas en algunas estaciones es alcalino; alcanzando valores de pH cercanos a 9,0 como es el caso de Laguna Cotacotani, canal Lauca en Sifón N°1, R. Lauca en Estancia El Lago y R. Lauca en Ungalliri. La vertiente Chubire presenta el valor de pH más bajo de la hoyo, 6.3.

La conductividad de las aguas es inferior a $1000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, predominando valores cercanos a $500 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. Los valores más bajos, cercanos a 100, se dan en vertientes.

Estos valores de conductividad asociados a los niveles de sodio indican que estas aguas son del tipo C_3S_1 y C_2S_1 , de acuerdo a los criterios del United State Salinity Laboratory (USSL). En las estaciones de más baja salinidad, el agua es del tipo C_1S_1 .

El agua presenta arsénico en bajas concentraciones, con la excepción de las estaciones R. Lauca en Estancia El Lago, R. Lauca después R. Guallatire, R. Lauca en Lauca y V. Coparpujo y Chubire. En estas estaciones el arsénico fluctúa entre 0,12 y 0,30 mg/l.

Las aguas de esta hoyo contiene concentraciones bajas de boro. La concentración más alta de Boro en esta hoyo es aproximadamente 3,5 mg/l. Las estaciones que presentan concentraciones de boro cercanas a este valor son: C. Lauca en Sifón N°1, R. Lauca en Japu, R. Lauca en Estancia El Lago, R. Desaguadero en Cotacotani, R. Lauca en Ugalliri y V. Chubire. La estación R. Lauca en Japu presenta en 1983 el valor máximo de la hoyo, 7,71 mg/l.

Las aguas de esta hoya prácticamente no contienen cobre y contienen sólo trazas de Fe. Las concentraciones más altas de Fe se tienen en las estaciones R. Lauca en Japu con 0,99 mg/l y R. Lauca en Huntume con 0,88 mg/l. La concentración de nitratos en esta hoya también es muy baja, con la sola excepción de la Vertiente Chacarpujo que tiene 6,3 mg/l y el R. San Antonio en Qda. Millone en Mina Choquelimpie.

La calidad del agua de esta hoya de acuerdo a los antecedentes disponibles resultaría apta para riego. No serviría como fuente de agua potable por el arsénico y boro presente en algunas zonas.

No existen antecedentes de calidad que permitan concluir sobre su valor estético y paisajístico, aunque se estima que éste no presenta objeciones.

Respecto al uso recreacional para los parámetros físico-químicos, es válido lo señalado para el uso fuente de agua potable, aunque se estima que se podría flexibilizar el criterio, dada las bajísimas concentraciones en que los elementos problema se presentan. No se dispone de antecedentes sobre calidad bacteriológica.

3.2.12. Hoya del río Salar de Surire.

Para esta cuenca existe en la DGA antecedentes de calidad para 2 estaciones regulares y 7 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Surire en Surire
a	V. Surire N°1

Puntos de muestreo ocasionales

b	V. Surire N°2
c	V. Surire N°3
d	V. Surire N°4
e	V. Surire (sector bajo)
f	V. Surire (sector alto)
g	V. Surire en Cruzane
	R. Surire aguas arriba desembocadura

Las tablas N°78 a 84 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros.

La información existente corresponde a los años 68-69-1970-1971-1972-1974-1975-1977 y 1983. En cada uno de estos años se muestrearon muy pocas estaciones.

Hasta el año 72 se tiene información solamente sobre los parámetros pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ y Na^+ , As, B, Cu y Fe, a partir del 75 se tiene además información sobre nitratos.

En esta hoya hay sólo 2 estaciones superficiales R. Surire en Surire y en Surire y R. Surire aguas arriba desembocadura, las otras corresponden a vertientes.

El pH de estas aguas está en el rango 7-8. La conductividad del agua en R. Surire es del orden de 700-800 μmhos , de parecida magnitud es la conductividad del agua de las vertientes, con excepción de V. Surire N°1 que está en el rango de los 400 μmhos .

Por la baja salinidad de estas aguas, corresponden al tipo C_2S_1 , según la clasificación del USSL.

Existe As en R. Surire en Surire, en concentraciones de 0,17 mg/l. Las aguas de las vertientes tienen mucha menor concentración.

El boro está presente en todas las aguas de esta hoya, Las concentraciones máximas detectadas corresponden a vertientes, pero en ningún caso superan los 3,5 mg/l. El R. Surire en Surire tiene una concentración de boro de aproximadamente 2 mg/l.

Las aguas de esta hoya no contienen, prácticamente cobre. El fierro se presenta en concentración de 1,86 mg/l en el R. Surire en Surire, las vertientes también contienen fierro.

Los escasos antecedentes existentes sobre concentración de nitratos indican que estos son bajos, detectándose una concentración de 5,31 mg/l en R. Surire en Surire.

Dada la calidad de las aguas de esta hoya y el reducido número de antecedentes de que se dispone es prematuro emitir un juicio categórico sobre su aptitud para los distintos usos. Se estima que el agua de R. Surire en Surire posiblemente no sea apta para fuente de agua potable, lo mismo corresponde al uso recreacional.

En cuanto al uso riego, la baja salinidad de estas aguas permitirían su aprovechamiento.

Respecto al uso estético y paisajístico, aún cuando no hay antecedentes sobre los parámetros de interés a este uso se cree que no es objetable.

3.2.13. Hoya del río Isluga.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 1 estación regular y 10 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
8	R. Cariquima en Cariquima

Puntos de muestreo ocasionales

1	R. Isluga en Isluga
2	R. Isluga en Tukurame
3	R. Isluga en Colchane
4	R. Isluga en Pisiga
5	R. Aroma en Ancoaque
6	R. Ancoaque en Ancoaque
7	R. Aroma en Cariquima
9	R. Cariquima en Nacimiento
	R. Isluga en Bocatoma
	R. Isluga en Vertedero

Las tablas N°85 al 91 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para cada parámetro.

La información existente corresponde al año 76 en que se muestrearon 9 estaciones de la hoya, año 77 en que se muestreó 1 estación y año 78 y 83 en que se muestrearon 3 estaciones.

Para los 3 primeros años en que se ha muestreado existen antecedentes para los parámetros: pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As, B y NO_3^- . El año 83 no cuenta con información sobre NO_3^- .

El pH del agua de esta hoya es alcalino, el valor máximo se da en R. Isluga en Isluga con pH 8,52; otras estaciones que también presentan pH sobre 8,0 son R. Isluga en Colchane con pH 8,30, R. Aroma en Ancoaque y R. Aroma en Cariquima con pH 8,38 y R. Cariquima en Nacimiento con pH 8,42.

La conductividad de estas aguas fluctúa entre 1000 y 4000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. Los valores máximos se dan en R. Aroma en Ancoaque y R. Cariquima en Cariquima; los valores mínimos se dan en R. Isluga en Isluga y R. Isluga en Tukurame.

Por su salinidad las aguas de esta hoya corresponden al tipo C₃S₁ ó C₄S₄ según la clasificación del USSL.

Presentan As en concentraciones altas, los máximos se tiene en R.Aroma en Ancoaque con 1,95 mg/l y R. Aroma en Cariquima con 2,45 mg/l. El boro también se presenta en concentraciones altas en las mismas estaciones en que se tiene los máximos de As, las concentraciones de boro corresponden a 28,5 mg/l y 24,0 mg/l respectivamente.

El cobre, fierro y nitrato se presentan en muy bajas concentraciones en las aguas de esta hoya.

Aún cuando los antecedentes de calidad sobre esta hoya son reducidos, lo existente permite concluir que estas aguas no son aptas para el uso fuente de agua potable, riego y recreación.

Respecto al uso estético y paisajístico, no obstante no disponer de antecedentes completos se estima que éste no presentará objeciones.

3.2.14. Hoya del río Cancosa.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 4 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo ocasionales con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Puntos de muestreo ocasionales

N°	Nombre estación
1	R. Socaya en Cancosa
2	R. Ocacucho en Cueva Colorada
3	R. Ocacucho en Cancosa
4	R. Cancosa en Cancosa

Las tablas N°92 a 98 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros.

La información existente corresponde a los años 1976 y 1978, años en que se muestrearon 4 y 3 estaciones respectivamente. Se analizó en todos los casos pH, conductividad, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As, B, Cu, Fe y NO_3^- .

El pH de las aguas de esta hoya es cercano a 8, el valor máximo, pH 8,44, se tiene en la estación R. Cancosa en Cancosa, algo más bajo es en R. Sacaya en Cancosa.

La conductividad del agua es baja en las estaciones R. Ocacucho en Cueva Colorada y R. Ocacucho en Cancosa y alta en R. Sacaya en Cancosa con $4677 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ y R. Cancosa en Cancosa con $3775 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. En las estaciones de baja conductividad el agua es del tipo C_1S_1 y C_2S_1 , en las otras estaciones es del tipo C_4S_4 según la clasificación del USSL.

El agua de esta hoya contiene arsénico en concentraciones bajas, lo máximo encontrado es del orden de 0,5 mg/l y corresponde a las estaciones con alta conductividad, la misma situación se da en el caso del boro, elemento que en estas estaciones está en el rango de 14-20 mg/l.

El cobre se presenta en esta hoya a nivel de trazas, el fierro también aunque a concentraciones algo superiores, en ninguna estación supera los 0,7 mg/l. El nitrato también se presenta en muy bajas concentraciones.

Aún cuando los antecedentes disponibles sobre calidad de aguas para esta hoya son reducidos, aquellos que se tienen permiten adelantar que el agua no es apta para los usos fuente de agua potable, riego y recreación. El uso estético y paisajístico se estima no tiene objeciones.

3.2.15..Hoya del río Collacagua.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 3 estaciones regulares y 9 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

N°	Nombre estación
1	R. Piga en Collacagua V. Huasco Norte en Nacimiento V. Ermitaño en Salar Huasco

Puntos de muestreo ocasionales

2	Salar de Huasco
3	R. Collacagua en Lirima R. Piga en Peñablanca Pueblo de Chapiquitas Soyasca en Nacimiento V. Batea en Collacagua Collacagua en Peñablanca R. Poroma en Poroma E. Batea en Confluencia

Las tablas N°99 al 105 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoya comienza en 1966. Cubre los siguientes períodos 66-67, 71, 76-78, 80-81 y 83.

Los antecedentes de calidad hasta el año 76 incluyen pH, conductividad, $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As y B. Los años posteriores se incluye Cu, Fe y NO_3 .

El pH de las aguas de esta hoya es cercano a 8,0. El valor máximo registrado corresponde a Salar de Huasco con pH 9,00, otro valor alto se tiene en R. Piga en Collacagua con pH 8,3.

La conductividad de estas aguas está en el rango de 500 con la excepción del Salar de Huasco que presenta una conductividad de $4880 \mu\text{mhos cm}^{-1}$. Todas las aguas de esta hoya son del tipo C_2S_1 con excepción de las aguas del Salar de Huasco que son de tipo C_4S_4 de acuerdo a la clasificación del United State Laboratory Salinity (USSL).

El As se presenta en esta hoya a nivel de trazas. El valor máximo detectado corresponde a las estaciones R.Collacagua en Lirima y Poroma en Poroma, con 0,017 mg/l.

Existe B en las aguas de esta hoya, la concentración máxima se da en el Salar de Huasco con 16,7 mg/l. No existe Cu ni nitrato en estas aguas. El Fe se presenta en concentraciones bajas, el máximo detectado corresponde a R. Piga en Collacagua con 0,83 mg/l.

Dadas las condiciones de calidad de las aguas de esta hoya, se tiene que a excepción del Salar de Huasco ellas serían aptas para los usos riego, fuente de agua potable, recreación, estética y paisajístico.

3.2.16. Pampa del Tamarugal.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 2 estaciones ocasionales. Estas estaciones son las siguientes (ver plano para su ubicación).

Puntos de muestreo ocasional

N°	Nombre estación
	R. Chacarilla antes Pampa Tamarugal
	R. Aroma antes Pampa Tamarugal

Las tablas N°106 al 112 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoya comienza en 1983, año en que se muestrearon 2 estaciones, el año 84 se muestreó sólo 1 estación. El año 83 se analizaron los parámetros pH, C.E., $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , As, B, Cu, Fe y PO_4 . El año 84 no se analizó As, B y PO_4 .

Los antecedentes indican que el agua tiene pH cercano a 8,0 con una conductividad bastante alta. La estación R. Chacarilla antes P. Tamarugal tiene una C.E. cercana a los 9000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$, la estación R. Aroma antes P. Tamarugal tiene aproximadamente 5000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Las aguas de esta hoyo no tienen Cu y Fe. El arsénico se presenta en alta concentración 1,5 mg/l en el río Aroma antes P. Tamarugal. En esta estación también se tiene alta concentración de boro, al igual que en la estación R. Chacarilla antes P. Tamarugal, para ambas se han detectado valores del orden de 10 mg/l de boro. El PO_4 se presenta en muy baja concentración.

Dada la calidad de estas aguas se tiene que ellas no son aptas para los usos fuente de agua potable, riego y recreación.

Se estima que el uso estético no presenta objeciones.

3.3. II Región

En esta región existen en la DGA antecedentes de calidad de aguas para las siguientes hoyas:

- 3.3.1. Hoya del río Loa
- 3.3.2. Hoya del Salar de Atacama
- 3.3.3. Hoya del río Sapaleri
- 3.3.4. Hoya del Salar de Púsa

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

En el listado de estaciones correspondientes a cada hoya se han usado las siguientes abreviaturas.

V : vertiente
 R : río
 E : estero
 AC : acueducto
 QDA: quebrada
 B/T: bocatoma

3.3.1. Hoya del río Loa.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 35 estaciones regulares y 64 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

Nº	Nombre estación
2	R. Loa en Lequena
6	R. Loa después Termas de Taira
6A	Termas de Taira
10	R. Loa antes R. San Pedro
11	R. Loa después R. San Pedro
12	R. Loa en Alcantarillado de Conchi
14	R. Loa antes Río Salado
15	R. Loa después junta Río Salado
16	R. Loa en Angostura
16B	R. Loa en Yalquincha
17	R. Loa en Escorial
18	R. Loa en Calama
19	R. Loa en Chintoraste
19A	R. Loa en La Finca

N°	Nombre estación(Continuación).
20	R. Loa antes Río San Salvador
21	R. Loa después Río San Salvador
22	R. Loa en Camino Chuqui-Tocopilla
24	R. Loa en Quillagua
30	R. Siloli
34	R. San Pedro en Camino Internacional
38	R. San Pedro antes Río Loa
42	R. Toconce antes Represa D.O.S.
43	R. Toconce en Represa D.O.S.
44	R. Toconce antes Río Salado
49	R. Salado antes Río Toconce
49E	R. Salado antes R. Caspana
50	R. Salado en Represa Chile
53	R. Caspana antes R. Salado
54	R. Salado en Ayquina
54A	Laguna Chiu-Chiu
55	R. Salado antes Río Loa
60	R. Quetena antes Río Opache
61A	Vertiente Ojos de Opache
63	R. San Salvador antes Río Loa
	R. Loa en Terraza Municip. Calama

Puntos de muestreo

1	R. Bajo Ojos del Miño
2A	R. Loa después Represa Lequena
3	R. Loa en Cabrito
4	R. Loa en Calachuz
5	R. Loa en Cuestecilla
7	R. Loa en la Bajada
8	R. Loa en Sta. Barbara
9	R. Loa en Isla Encuentro
12A	R. Loa en Embalse Conchi
12B	R. Loa después Embalse Conchi
15A	R. Loa antes de Vegas
15B	R. Loa después de Vegas
15C	Vertientes en Vegas
15D	Infiltración de Vegas
15E	R. Loa 8 km después del Río Salado
16A	Vertientes en Angostura
19A	Doza Relave Chuquicamata
23	R. Loa en Santa Fe
25	R. Loa en Desembocadura
31	R. Inacaliri en B/T Chile
32	Represa Inacaliri
	Ojos de San Pedro
	Ojos de San Pedro N°1
	Ojos de San Pedro N°2
	Ojos de San Pedro N°3

N°	Nombre estación(Continuación).
	Ojos de San Pedro N°4
	R. San Pedro en Puesto Camino a Ojos
	R. Inacaliri antes de llegar al Salar
	Vegas de Turi final de regadío
	Ojos de Agua Turi
13	R. Loa en Lasana
24A	R. Loa en Panamericana
40	R. Toconce en Bocatoma Agua Potable
	Canal Lasana lado derecho
	Canal Lasana lago izquierdo
	Canal La Banda
	Canal Principal en Quillagua
	Canal de Tierra Quillagua
152	R. San Pedro en Parshall N°1
153	R. San Pedro en Parshall N°2
	R. Turi en Turi
72	R. Curti antes Río Salado
33	R. Cabana en Cabana
35	R. San Pedro antes Bocatoma Chilex
36	R. San Pedro en Bocatoma Chilex
37	R. San Pedro después Bocatoma Chilex
41	R. Toconce antes Linzor
45	R. Hojalar antes Río Toconce
46	R. Salado antes Río Tatio
47	R. Tatio antes Río Salado
48	R. Salado después Río Tatio
49A	R. Salado antes Río Curti
49B	R. Salado en El Vado
49C	R. Salado en puente El Diablo
49D	R. Salado en Ramadita
50A	R. Salado antes Represa Chilex
50B	R. Salado después Represa Chilex
51	R. Turicuma antes Río Caspana
52	R. Caspana antes Río Turicuma
52A	R. Caspana en Caspana
52B	R. Caspana después Río Turicuma
54B	R. Salado antes Río Yalqui
61	R. Opache antes Río Quetena
62	R. San Salvador después Río Quetena

Las tablas N°113 a 119 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para las estaciones de esta hoyo comienza en 1959 con antecedentes para la estación R. Loa en Terraza Municipal Calama. El año 1960 se muestrearon además las estaciones R. Loa antes R. Salado y R. Loa antes R. San Pedro. En 1961 se muestrearon 11 estaciones; en 1962, 7 estaciones; no hay información para los años 63 y 65. El año 64 se muestrearon 8 estaciones. Los años siguientes se muestrearon entre 20 y 40 estaciones

anuales con excepción de los años 73-75-77-80-81 y 82 en que no se muestra esta hoya.

Para el análisis de la información de esta hoya se considerarán por se parado los 3 principales afluentes que intervienen en la formación del R. Loa: los ríos San Pedro, Salado y San Salvador.

La información general indica que el pH de las aguas de esta hoya varía entre 6 y 8. Se tienen los valores más altos, cercanos a 8,5 en las estaciones R. San Pedro en Camino Internacional, R. Loa antes R. Salado, R. Toconce antes R. Salado, R. Salado en Ayquina, R. Loa antes San Salvador, V. Ojo de Opache y R. Loa en Quillagua.

La C.E. del río Loa desde su nacimiento hasta que recibe los aportes de Taira está en el rango 1.000-1.200 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. En este tramo el Loa presenta baja concentración de arsénico. La estación R. Loa en Lequena registra valores de 0,3 mg/l de As.

Las vertientes de Taira que llegan al Loa tienen una C.E. de, aproximadamente, 2500 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ lo que produce un aumento en la C.E. del Loa hasta valores cercanos a 1500. Estas vertientes además acusan presencia de boro en concentraciones de 20 mg/l aproximadamente y As en concentraciones de 0,3 mg/l.

Las aguas del R. Loa antes del R. San Pedro tienen una C.E. cercana a 2000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$, después de la junta con el San Pedro se mantienen estos valores.

Los cursos ubicados en el valle del río San Pedro son, en general, de muy buena calidad. Las estaciones que registran esta información son R. Inacaliri en Bocatoma Chilex y R. Siloli con C.E. inferiores a 300 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ y R. Cabana con C.E. del orden de 450 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

La junta del R. Loa con el R. Salado, que es su principal tributario, aguas abajo de Chiu-Chiu se traduce en un aumento de la salinidad del Loa acompañada de incrementos en la concentración de As y B. La estación R. Salado antes R. Loa registra C.E. del orden de 7000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$, As del orden de 2,6 mg/l y boro del orden de 6 mg/l.

Analizando la información del río Salado se tiene que en la estación R. Salado después R. Tatio presenta C.E. del orden de 12.000 y boro del orden de 40 mg/l. La C.E. del R. Salado disminuye hasta 6000 μmhos en la represa Chilex lo que estaría indicando la presencia, antes de Chilex, de pequeños afluentes de agua relativamente más dulce. En la estación R. Salado en represa Chilex se registran concentraciones de As de hasta 9 mg/l y para boro de hasta 53 mg/l.

La C.E. que se registra en la represa Chilex, antes de la unión con el Toconce es muy semejante a la registrada en todo el curso inferior del R. Salado. La estación R. Salado antes R. Toconce registra C.E. de 5800, As 6 mg/l y Boro 27 mg/l. El río Toconce antes de unirse al R. Salado recibe como afluente al río Hojalar que registra en la estación R. Hojalar antes

R. Toconce una C.E. cercano a $700 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, un contenido de As del orden de $0,5 \text{ mg/l}$ y $1,6 \text{ mg/l}$ de B.

Después de unirse al R. Toconce, el R. Salado recibe el R. Caspana. La estación de muestreo ubicada en R. Caspana antes R. Salado indica que las aguas del río Caspana presentan una salinidad del orden de $3000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ y muy baja concentración de As y B.

Los antecedentes existentes sobre el río Salado, indican que éste experimenta aumentos violentos en su contenido salino durante breves períodos en los meses de verano, aparentemente, debidos al efecto de las crecidas provocadas por las lluvias de verano que lavan los suelos del cauce.

Otra influencia importante en la calidad del río Loa, además de la producida por el R. Salado, se tiene entre la confluencia del R. Salado y la Angostura; en este tramo la C.E. sube hasta $4000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ y también se eleva el contenido de boro hasta 9 mg/l manteniéndose baja la concentración de As. Desde Angostura hasta Escorial se mantienen estas condiciones, en Chintoraste se produce un deterioro en la calidad del agua debido, posiblemente, a las recuperaciones de riego llegándose a C.E. del orden de $5000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, esta sigue aumentando entre Chintoraste y la confluencia del R. San Salvador, el tercer tributario importante del Loa.

El R. San Salvador que es el último afluente importante del Loa tiene su origen en las vertientes de Opache. En la estación vertiente Ojo de Opache se registran C.E. del orden de $7000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, concentraciones de B cercanas a 20 mg/l y de As $0,13 \text{ mg/l}$.

El río San Salvador tiene antes de su confluencia con el R. Loa una mayor salinidad. La estación R. San Salvador antes R. Loa registra C.E. del orden de $9000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, As del orden de 3 mg/l y B, 25 mg/l .

Aguas abajo de la confluencia del R. San Salvador con el R. Loa se alcanzan valores de C.E. superiores. En la Estación R. Loa en Quillagua se registran C.E. del orden de $9500 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, $3,0 \text{ mg/l}$ de As y 35 mg/l de B.

En resumen, se puede concluir que la calidad físico-química del agua del río Loa va desmejorando, paulatinamente, en el desarrollo de su curso.

Se aprecia un desmejoramiento importante en la calidad del agua entre la unión del R. Salado con el R. Loa y Angostura, este efecto podría deberse a aportes de la hoya del Salar de Isla Grande. Otro deterioro importante en la calidad de las aguas del R. Loa se advierte en la zona de Calama. Los antecedentes de calidad para la estación R. Loa en Chintoraste así lo indican. Este hecho podría deberse a las recuperaciones de riego.

El otro deterioro importante se detecta en la estación R. Loa en Panamericana y R. Loa en desembocadura, en ambas estaciones se han registrado valores de C.E. superiores a $10.000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$.

El boro se encuentra en, prácticamente, toda la hoya al igual que el arsénico, con la única excepción de la zona aguas arriba de Lequena, situación que es aprovechada para captaciones de agua potable.

La hoya presenta concentraciones de Cu, Fe y NO₃ bajas en toda su extensión.

En la fig. 3.1. se muestra la variación longitudinal de conductancia específica, boro y arsénico.

La calidad del agua de esta hoya no es apta, salvo la excepción mencionada anteriormente, para fuente de agua potable por su excesiva salinidad y contenidos de B y As.

No existen antecedentes de turbiedad y color, pero el conocimiento de la zona indica que el uso estético y paisajístico del agua no tiene objeciones.

Respecto al uso recreacional, que tiene requerimientos casi tan estrictos como el de fuente de agua potable, la calidad del agua de esta hoya, no los satisfaría.

El uso riego, considerando los criterios internacionales de calidad de agua para riego y las exigencias de la Norma Chilena NCH 1333 también presentaría importantes objeciones. Sin embargo, debe destacarse que existen en esta hoya desarrollos agrícolas relativamente importantes de especies tolerantes al alto grado de salinidad y concentraciones de boro que el agua presenta.

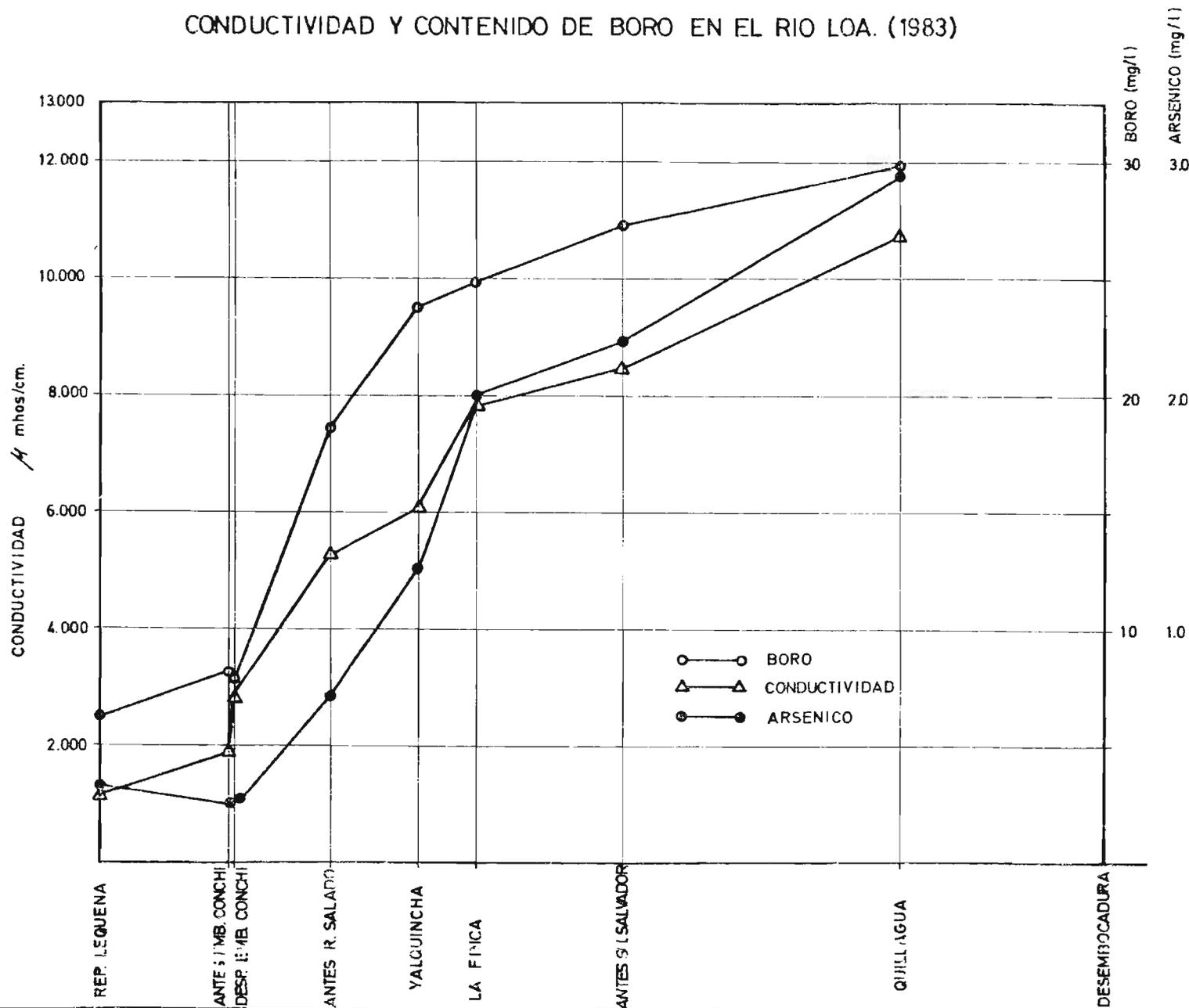
3.3.2. Hoya del Salar de Atacama.

Para esta hoya existen en la DGA antecedentes de calidad para 5 estaciones regulares y 62 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo regulares y ocasionales con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones regulares

Nº	Nombre estación
13	R. San Pedro de Atacama en Cuchabrache
21	R. Puritana en Huatin
22	R. Puripica en Huatin
23	R. Vilama en Vilama
34	Qda. de Socaire

FIG. 3.1
 CONDUCTIVIDAD Y CONTENIDO DE BORO EN EL RIO LOA. (1983)



Estaciones ocasionales

N°	Nombre estación
1	R. Tatio antes Río Putana
2	R. Putana en Tatio
3	Vegas de Jauna
4	R. Jauna antes Estero Aguas Calientes
4A	R. Jauna después Estero Aguas Calientes
5	E. Aguas Calientes antes Río Jauna
6	R. Jauna antes Río Putana
7	R. Putana antes Río Jauna
8	R. Jauna después Río Putana
9	R. Grande después Río Putana
10	R. Grande en Puente Río Grande
10A	R. Grande en el Pueblo
11	R. Salado en Camino a San Bartolo
11A	Vertiente Afluente al Río Salado
11B	Vertiente Afluente al Río Salado a 100 mts. cruce San Bartolo
11C	Vertiente Afluente al Río Salado a 115 mts. cruce San Bartolo
11D	Vertiente Afluente al R. Salado a 450 mts. cruce San Bartolo
12	R. Salado antes Río Grande
13A	R. Catarpe antes Río San Pedro de Atacama
13B	R. San Pedro de Atacama después Río Catarpe
14	R. San Pedro de Atacama en Quitar
20	Termas de Puritama
20A	R. Puritama bajo Termas
22A	Aguada Puripica
23A	Canal Vilama en Azufrera
30	Aguada de Sapar
31	Tranque de Toconao
31A	Aguada Toconao
32	Ojos de Hecar (Nacimiento Estero Hecar)
32A	Estero Hecar en Camino a Huatiquina
32B	Estero Hecar Frente a Hecar
32C	Estero Hecar antes Vertiente Las Cuevas
32D	Vertiente Las Cuevas antes Estero Hecar
32E	Estero Hecar bajo Vertiente Las Cuevas
32F	Estero Hecar antes Vertiente Volcancitos
32G	Vertiente Volcancitos antes Estero Hecar
32H	Estero Hecar antes Río Lampasar
32I	R. Lampasar antes Estero Hecar
32J	Estero Hecar Después Río Lampasar
33	Qda. Soncor en Talabre
33A	Aguada Saltar
33B	Aguada de Talabre
33C	Aguada de Soncor
33D	Poza Salar de Talabre
33E	Pozo de Talabre
35	Aguada de Peine
35B	Salar de Atacama Frente a Peine
36	Aguada de Tilomonte en Tranque

N°	Nombre estación(Continuación).
36A	Aguada de Tilomonte en Tulan
36B	Aguada de Tilomonte en Cultivos
36C	Aguada de Tilomonte en Algarrobo
36D	Aguada de Tilomonte en Vertientes
36E	Aguada de Tilopozo
36F	Aguada de Tilocala
37	Aguada de Cas
38	Aguada de Camar
39	Aguada Carvajal
40	Aguada Quelana
41	Aguada Tambillo camino a Toconao
42	Aguada Las Ruinas
	Laguna Meñique
	V. Miscanti

Las tablas N°120 a 126 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para los distintos parámetros analizados.

La información para algunas estaciones de esta hoyada de 1961, año en que se muestrearon 3 estaciones, una de las cuales luego fue regular. De esa fecha hay discontinuidad de información hasta 1966.

La información a partir de 1966 es parcial. En 1966 se muestrearon 25 estaciones, en 1967 se muestrearon 20 estaciones; en 1968, 30 estaciones; en 1969, 6 estaciones en 1970 y 1971, 5 estaciones. A partir del 71 la información se discontinúa y los muestreos se hacen mínimos. El año 76 se muestrearon 2 estaciones y el 83 se muestrearon 3 estaciones.

Del análisis de la información sobre frecuencia de muestreo de algunas estaciones destaca la estación Río San Pedro de Atacama en Cuchabrache, que tiene registrados 23 muestreos el año 67 y 13 el año 68.

El pH de las aguas de esta hoyada, en general, es cercano a 8,0. Las estaciones que presentan los valores mas altos de pH son: Salar de Talabre con pH 9,03; R. Vilama en Vilama con pH 8,63; Quebrada de Socarre, R. Puritama en Huatin y E. Hecar frente a Hecar con pH 8,5. El valor mas bajo corresponde a la estación R. Salado antes R. Grande con pH 7,15.

La C.E. de las aguas de esta hoyada es muy variada. Los ríos Jauna, Catarpe, Honar y Lampasar presentan una C.E. inferior a 500 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. Los ríos San Pedro, Grande, Hecar, Puripica, Puritana y Vilama tiene una C.E. en el rango 2000 - 3000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. El río Salado presenta una C.E. cercana los 5000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.

Las vertientes y aguadas tienen también C.E. muy variadas. Los valores mas altos se tienen en Aguada de Tilocala con 62.000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ y V. Afluente al R. Salado a 100 m cruce San Bartolo con 206.000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. Este valor es extraordinariamente alto y se refleja luego en la calidad del río Salado aguas abajo.

Las aguas de esta hoya, en muchos casos, escapan a los patrones recomendados por organismos internacionales para determinar su aptitud para riego.

Prácticamente todas las aguas de esta hoya contienen arsénico, en muchas estaciones se ha detectado arsénico en concentraciones sobre 0,5 mg/l. Las mayores concentraciones de arsénico en esta hoya se tienen en vertientes ubicadas antes del Estero Hecar. El estero Hecar frente a Hecar tiene una concentración de arsénico de 3,5 mg/l. En las estaciones V. Las Cuevas antes F. Hecar se tiene 10,09 mg/l y en V. Volcancitos antes E. Hecar 15,4 mg/l.

Los valores mas bajos de arsénico se detectan en San Pedro de Atacama en Cuchabrache, Aguada de Puquios y Quebrada de Tilomonte.

El boro, dado la geología de la zona se presenta al igual que el As en prácticamente todas las aguas de la hoya y en muy altas concentraciones. Las vertientes ubicadas antes del Estero Hecar presentan las mayores concentraciones de boro. La estación V. Las Cuevas antes E. Hecar tiene concentraciones de boro cercanas a los 30 mg/l, la estación V. Volcancitos antes E. Hecar tiene casi 100 mg/l. La estación Ojos de Hecar correspondiente al nacimiento del E. Hecar tiene 24,8 mg/l. El Salar de Talabre y la Aguada de Tilocala también presentan boro en concentraciones de aproximadamente, 35 mg/l. Los ríos Puritana y Puripica tiene del orden de 15,0 mg/l. El resto de las estaciones presentan valores en el rango 1-5 mg/l.

La escasa información existente sobre presencia de cobre en esta hoya indica que este es muy poco significativo. El valor mayor de concentración se ha detectado en Poza Salar de Talabre con 0,34 mg/l. Lo mismo sucede con el Fe. Las concentraciones mayores de fierro se han detectado en R. Jauna después R. Putana con 0,37 mg/l y R. San Pedro en Cuchabrache con 0,45 mg/l.

Sobre nitrato hay información para un número muy reducido de estaciones. Destaca el hecho que los valores máximos detectados se encuentran en las estaciones Salar de Talabre con 24,4 mg/l y Pozo de Talabre con 26,0 mg/l.

Como conclusión general para esta hoya, atendiendo la información existente, se tiene que sus aguas no son aptas para fuente de agua potable, riego o recreación dada la elevada concentración de As y B que presentan.

Se estima que los usos estético y paisajístico no tienen objeciones, siempre que no induzcan a uso recreacional con contacto.

3.3.3. Hoya del río Sapaleri.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 11 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de puntos de muestreo ocasionales, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Puntos de muestreo ocasionales

N°	Nombre estación
1	Qda. Chicalini antes R. Sapaleri
2	R. Sapaleri después Qda. Chicalini
3	R. Sapaleri en Desembocadura
4	Laguna Tara
4A	Laguna Tara (Hielo)
5	V. Sur Sapaleri
6	V. Laguna Tara N°1
7	V. Laguna Tara N°2
8	Pozo Norte Laguna Tara
9	V. en Río Blanco
10	Aguada Socol

Las tablas N°127 a 133 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para cada parámetro.

La información existente corresponde al año 1971. Existe información en el año 61 para sólo 1 estación.

Los antecedentes de calidad físico-química de aguas existentes indican que el pH de estas aguas está en el rango 6-8, con excepción de la estación Laguna Tara en que se tiene pH 8,42.

La C.E. de las aguas de esta hoya es, en general, baja. La estación Laguna Tara y algunas vertientes presentan salinidad más alta. Por esta razón las aguas de esta hoya, no considerando la Laguna Tara, corresponde al tipo C₁S₁ y C₂S₁, según la clasificación de USSLS.

Laguna Tara presenta además concentraciones elevadas de Arsénico 4,0 mg/l y de boro 11,0 mg/l. Las vertientes correspondientes a esta Laguna también tienen estos elementos, aunque en menor concentración.

No hay antecedentes sobre presencia de Cu, Fe y NO₃.

Los escasos antecedentes sobre calidad existentes para esta hoya se puede concluir que las aguas de Laguna Tara y sus vertientes no son aptas para los usos fuente de agua potable, riego y recreación. El río Sapaleri, por el contrario, no presenta problemas de calidad para estos usos.

El uso estético y paisajístico no debiera presentar objeciones. No hay antecedentes de calidad que estén directamente relacionados con estos usos.

3.3.4. Hoya del Salar de Pujsa.

Para esta cuenca existen en la DGA antecedentes de calidad para 9 estaciones ocasionales. A continuación se entrega la lista de estas estaciones, con el código con que se identifican en los registros de la DGA.

Estaciones ocasionales

N°	Nombre estación
1	Ojos de Quepiaco en Azufrera Alitar
2	Ojos de Agua a Qda. de Quepiaco
3	Aguas Frías a la Qda. de Quepiaco
4	V. Afluentes a la Qda. Quepiaco
5	Qda. de Quepiaco
6	Qda. de Quepiaco bajo Vegas
7	Qda. Alitar (Rama izquierda)
8	Qda. Alitar (Rama derecha)
9	Qda. Alitar en Bocatoma

Las tablas N°134 a 140 reflejan la continuidad de la información y la frecuencia de muestreo para cada parámetro.

La información existente para esta hoya corresponde a un muestreo hecho el año 68, año en que se muestreó 1 vez todas las estaciones, con excepción de la estación Quebrada de Quepiaco que se muestreó en 3 oportunidades ese año.

En esta hoya, la estación Ojos de Quepiaco en Azufrera Alitar presenta aguas con pH 5,1 y elevados contenidos de arsénico y boro, 6,5 y 31,0 mg/l respectivamente. La C.E. en esta estación es de aproximadamente 2000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$. También presenta As y B en concentraciones altas la estación Vertientes Afluentes a la Quebrada de Quepiaco.

Las otras estaciones de la hoya presentan un pH cercano a 8,0 y una C.E. del orden de los 500 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ por lo que corresponden a la clasificación C2S1 según el United State Salinity Laboratory.

El agua de Ojos de Quepiaco en Azufrera Alitar, por su mayor salinidad, es del tipo C3S2.

No hay información sobre presencia de Cu, Fe y NO₃.

Los antecedentes existentes indican que el agua, en las estaciones con As y B, no es apta par fuente de agua potable, riego y recreación. En las otras estaciones se estima que, aún cuando no presentan estos contaminantes, la información es muy limitada para emitir un juicio sobre su calidad.

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 primarias 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. Se entenderá como estaciones de primera prioridad aquellas que deben entrar en operación de inmediato, y de segunda, aquellas cuya operación puede postergarse.

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. La frecuencia en el largo plazo podría experimentar variaciones con respecto a lo que aquí se recomienda si la información sistemática entregada por la red propuesta, cuando ésta entre en operación, así lo aconseja.

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

4.2. Estaciones de muestreo propuestas para la I Región

4.2.1. Hoya del río Lluta.

- ✓ I.1. Río Caracarani antes río Colpitas. Estación base, coincidente con un punto de muestreo propuesto por el Laboratorio de Calidad de Agua de la DGA, que permite conocer la calidad del afluente más importante del río Lluta. El río Caracarani recibía los aportes del río Azufre, del orden de 30 a 50 l/s, característicos por su alto contenido de boro y su acidez. En la actualidad, el río Azufre es desviado hacia la pampa de Titire y las azufreras de Tacora están paralizadas, aunque ocasionalmente las obras de desviación fallan y las aguas del río Azufre recuperan su cauce primitivo. Dado que este punto está bastante aguas arriba de la zona de aprovechamiento del recurso, se propone segunda prioridad para su control.

- I2. Río Colpitas en Alcérreca. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre existente y propuesta por la firma IRH. Esta estación permite conocer la calidad de los aportes del río Colpitas, del orden de 500 l/s y, en conjunto con la estación I1, permite conocer la calidad del agua del río Lluta en su nacimiento. Este punto se encuentra ubicado junto al punto I1 y también se propone segunda prioridad para su control.
- ✓ I3. Río Lluta en Tocontasi. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre y con la estación de muestreo regular propuesta por el Laboratorio de Calidad de Agua de la DGA para formar parte de la Red Básica de Muestreo. Esta estación se ubica en la parte superior de la zona de riego, que es del orden de 2.000 hás., luego de recibir los aportes del río Socoroma y Putre, ambos con altos contenidos de boro y salinidad. Con respecto a estos últimos la estación actúa como de impacto, aunque su principal objetivo es controlar la calidad del recurso antes de su aprovechamiento. Se propone primera prioridad para el control de esta estación.
- ✓ I4. Río Lluta en Panamericana. Estación de impacto, coincidente con la estación fluviométrica primaria existente y propuesta por IRH para la Red Fluviométrica Nacional. Permite conocer el efecto del aprovechamiento agrícola y la calidad de los recursos excedentes. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.2. Hoya del río San José.

- ✓ H5. Río San José en Bocatoma. Estación base coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente(*) y propuesta por IRH y sugerida por el Laboratorio de Calidad del Agua de la DGA para formar parte de una red básica de muestreo. Permite conocer la calidad de las aguas superficiales que riegan la importante zona de riego del Valle de Azapa. Es de especial interés conocer la salinidad de estas aguas, que se utilizan para lixiviar suelos salinos mediante la aplicación de sobretasas de riego, por su posible efecto en la calidad de las aguas subterráneas. Se propone primera prioridad para el control de esta estación.

4.2.3. Hoya de la Quebrada de Vitor o Codpa.

- I6. Quebrada de Codpa en Chitita. Estación base, ubicada aguas abajo de la estación fluviométrica existente Codpa en Cala-Cala, pero con mejor accesibilidad (a esta última se debe llegar a pie actualmente). Permite conocer la calidad de las aguas que se utilizan en la zona de viñas ubicada aguas abajo de Chitita, hasta Ofragia. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

() Nota: Actualmente no está en operación, por haber sido destruida por las crecidas de comienzos de 1984.

4.2.4. Hoya del río Camarones.

- I7. Río Camarones en Esquiña. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre propuesta por IRH y punto de muestreo ocasional. Permite conocer la calidad de las aguas del río Camarones luego de su nacimiento, en la confluencia de los ríos Ajatama y Caritaya, y aguas arriba de los primeros desarrollos agrícolas. Se propone primera prioridad para el control de esta estación.
- ✓ I8. Río Camarones en Conanoxa. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por IRH, estación de muestreo permanente y propuesta por la DGA para formar parte de una red básica de calidad del agua. Permite conocer la calidad del agua antes de los desarrollos agrícolas más importantes del río Camarones y detectar posibles cambios en la calidad entre Esquiña y este punto. Dado que ya ha sido propuesta la estación I7 se sugiere asignar segunda prioridad al control de la estación I8.
- I9. Río Camarones en Desembocadura. Estación de impacto, coincidente con un punto de muestreo ocasional propuesto por la DGA para formar parte de una red básica de calidad del agua. Esta estación permite conocer el posible efecto en la calidad de los aportes de las vertientes de la Quebrada de Chiza y la calidad de los recursos excedentes del uso agrícola. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.5. Hoya del río Camiña.

- ✓ I10. Río Camiña en Altusa. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre, existente y propuesta por IRH y además, estación de muestreo permanente y propuesta por la DGA para formar parte de una red básica de calidad del agua. Permite medir la calidad de los recursos del río Camiña en la entrada de la zona de riego, que se prolonga hasta Calatambo, donde se infiltran. Aguas abajo de este punto no hay recursos superficiales con excepción de las vertientes de Tana que permiten algunos desarrollos agrícolas de importancia local. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.6. Hoya del río Aroma.

- I11. Río Aroma después de junta con Macurquina. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de los recursos básicos del río Aroma, antes de su aprovechamiento agrícola entre Aroma y Ariquilda. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.7. Hoya del río Tarapacá.

- I12. Río Tarapacá en Sibaya. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre propuesta por IRH, permite conocer la calidad de los recursos básicos del río antes de su utilización en riego. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- I13. Río Coscaya en Pampa Lirima. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por IRH y, además, estación de muestreo permanente y propuesta por la DGA para formar parte de una red básica de muestreo. Permite conocer la calidad de los recursos básicos del río Coscaya antes de su aprovechamiento en la zona agrícola. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- ✓ I14. Río Tarapacá en Laonsana. Estación de impacto, ubicada aproximadamente a unos 3,5 kilómetros de la estación fluviométrica propuesta Tarapacá en Puchurca, actualmente de más difícil acceso. Si se implementa la operación de esta última podría eventualmente cambiarse la estación de muestreo para hacerla coincidente con la fluviométrica. Esta estación permite conocer el efecto de las zonas de riego existentes entre este punto y Sibaya, por el río Tarapacá, y por el Valle del río Coscaya. Además permite conocer la calidad del agua utilizada en la zona de riego existente entre este punto y la Pampa del Tamarugal, estimada en unas 400 hás. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.8. Hoya del río Guatacondo.

- I15. Río Guatacondo en Copaquire. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de los recursos básicos del río Guatacondo, antes de los desarrollos agrícolas menores existentes entre este punto y Guatacondo. El río tiene sólo escurrimiento ocasional en gran parte de su recorrido, por lo que sólo se justifica asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.9. Hoya del río Caquena.

- ✓ I16. Río Caquena en Vertedero. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de un importante recurso, aparentemente de buena calidad, que actualmente sigue su curso hacia territorio boliviano. Aunque por la altura de la zona no es posible pensar en desarrollos agrícolas, existen proyectos de desviación de estos recursos, mediante obras hidráulicas, que permitirían un mejor aprovechamiento. Se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.10. Hoya del río Chungará. F. (2 veces x año) pag 67

- ✓ I17. Río Chungará en Desembocadura. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de las aguas que alimentan el Lago Chungará. Dada la importancia de este último como reserva ecológica se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.2.11. Hoya del río Lauca.

- ✓ I18. Canal Lauca en km 3,3. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre, existente y propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de las aguas en las cabeceras del río Lauca y de las que son entregadas al Valle de Azapa desde el sistema Chungará-Cotacotani a través de la Central Chapiquiña. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

- ✓ I19. Río Guallatire en Desembocadura. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por IRH. Permite conocer la calidad del aporte del río Guallatire al río Loa. Se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

- I20. Río Lauca después de Quiburcanca. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta, permite conocer el efecto del río Quiburcanca y la calidad de las aguas del río Lauca antes de traspasar la frontera hacia territorio boliviano. Se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.12. Hoya del río Isluga.

- ✓ I21. Río Isluga en Bocatoma. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de los recursos que actualmente se pierden en el Salar de Coipasa, en la frontera Chile-Bolivia. Se sugiere asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.13. Hoya del río Cariquima.

- ✓ I22. Río Cariquima en Cariquima. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de los recursos que actualmente se pierden en el Salar de Coipasa, en la frontera Chile-Bolivia. Se sugiere asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.2.14. Hoya del río Cancosa.

- ✓ I23. Río Cancosa en El Tambo. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre propuesta por IRH y , además, estación de muestreo permanente. Permite conocer la calidad de los recursos que actualmente cruzan la frontera hacia territorio boliviano y que podrían ser aprovechados mediante obras de desviación. Esta estación presenta difícil accesibilidad durante la temporada invernal y se propone asignar segunda prioridad a su control.

4.2.15. Hoya del río Collacagua.

- ✓ I24. Río Collacagua en Peñablanca. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica del mismo nombre, existente y propuesta por IRH. Permite conocer la calidad de los recursos que actualmente se pierden en el Salar de Huasco y que, eventualmente podrían ser aprovechados. Se propone asignar segunda prioridad al control de esta estación.

4.3. Estaciones de muestreo propuestas para la II Región.

4.3.1. Hoya del río Loa.

- III. Río Loa antes Represa Leguena. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre existente y propuesta por la DGA para la red fluviométrica de la II Región. Además, estación de muestreo regular y propuesta por la DGA para una red básica de muestreo de calidad del agua. Permite conocer la calidad de los recursos básicos del río Loa que se utilizan para el abastecimiento de agua potable de Calama, Oficinas Salitreras y Tocopilla. Dado el especial interés que tiene el control de esta estación con respecto al uso del recurso como fuente de agua potable se sugiere la posibilidad de establecer algún convenio de operación con la Dirección Regional del SENDOS. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- II2. Río Loa antes de junta con río San Pedro. Estación base, coincidente con actual estación de muestreo regular y propuesta por la DGA para una red básica de control de calidad. Permite conocer el efecto de las recuperaciones que experimenta el río Loa entre Leguena y este punto y la calidad antes del aporte del río San Pedro. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- II3. Río San Pedro en Parshall 1. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por la DGA. Permite conocer la calidad de los recursos básicos del río San Pedro en su nacimiento, aguas abajo de los Ojos de San Pedro. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

- II4. Río Loa en Alcantarilla N°2. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por la DGA. Esta estación permite, junto con la II2, conocer el efecto del aporte del río San Pedro en la calidad del agua y la calidad resultante aguas abajo de la confluencia de éste con el río Loa. Este recurso es el que alimenta el embalse Conchi y las zonas agrícolas de Lasana y Chiu-Chiu. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- II5. Río Loa en Salida del Embalse Conchi. Estación de impacto, coincidente con la estación fluviométrica secundaria del mismo nombre, existente y propuesta por la DGA. Permite conocer el efecto del embalse Conchi en la calidad de las aguas que alimentan las zonas agrícolas de Lasana y Chiu-Chiu. Con respecto a éstas, la estación funciona como estación básica. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- II6. Río Loa antes del río Salado. Estación de impacto, coincidente con la estación de muestreo regular y propuesta por la DGA para una red básica de control de la calidad del agua. Permite conocer el impacto del aprovechamiento en riego en las zonas agrícolas de Lasana y Chiu-Chiu y la calidad de las aguas que se juntan con el río Salado. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- II7. Río Toconce antes represa SENDOS. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre y propuesta por la DGA y, además, estación de muestreo regular. Permite conocer la calidad de las aguas que abastecen a Antofagasta y parte de Calama, característica por sus elevados contenidos de arsénico. Al igual que se sugirió para la estación III1, se podría establecer algún convenio de operación de esta estación con la Dirección Regional de SENDOS. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- II8. Río Salado en Sifón Ayquina. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta, y además estación de muestreo regular. Permite conocer la calidad de las aguas del río Toconce antes del importante aporte subterráneo que recibe en el sector de Las Vegas de Turi. Mientras no se requiera diferenciar la calidad de las aguas de distinta procedencia que llegan al río Loa a través del río Salado, no es necesario operar esta estación, por lo que se propone segunda prioridad para su control.
- II9. Río Salado antes del río Loa. Estación base, coincidente con un punto de aforo de la DGA y con una estación de muestreo regular propuesta por el Laboratorio de Calidad del Agua y por la Dirección Regional de la DGA. Junto con la estación II6 permite conocer la calidad de las aguas que se producen de la confluencia de los ríos Loa y Salado y que son aprovechados en las zonas agrícolas de Yalquincha y Calama. Este punto tiene un buen acceso por la ribera oriental del río Loa, desde la localidad de Chiu-Chiu. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

- III10. Río Loa en Yalquincha. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por la DGA y además, estación de muestreo regular. Permite conocer la calidad de los recursos que se utilizan en riego en Yalquincha y Calama, inmediatamente antes de su utilización y además, junto con las estaciones III6 y III9 permite conocer el efecto de las vertientes de Angostura en la calidad de las aguas. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- III11. Río Loa en La Finca. Estación de impacto, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por la DGA. Además, estación de muestreo permanente y propuesta por la Dirección Regional de la DGA para integrar una red de muestreo. Permite conocer el efecto de las zonas agrícolas de Calama y Yalquincha en la calidad del agua del río Loa y, además, las características de los recursos sobrantes de éste que luego se juntan con el río San Salvador. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- III12. Río San Salvador antes de junta con el río Loa. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica secundaria del mismo nombre propuesta por la DGA. Además, estación de muestreo regular y propuesta por el Laboratorio de Calidad del Agua y por la Dirección Regional de la DGA, para formar parte de una red básica de muestreo. Esta estación permite conocer la calidad de los recursos básicos aportados por el río San Salvador. Se sugiere asignar primera prioridad al control de esta estación.
- III13. Río Loa en Quillagua. Estación base, coincidente con la antigua estación fluviométrica y con la estación de muestreo permanente del mismo nombre y propuesta por el Laboratorio de Calidad de Agua y la Dirección Regional de la DGA para formar parte de una red básica de muestreo. Esta estación permite conocer la calidad de los recursos que se utilizan en la zona agrícola de Quillagua y, además, junto con las estaciones III11 y III12, permite conocer las variaciones que pueda experimentar el río Loa en su largo trayecto desde la junta con el río Salvador hasta este punto. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.
- III14. Río Loa en Desembocadura. Estación de impacto, coincidente con la estación fluviométrica primaria, del mismo nombre, propuesta por la DGA. Esta estación permite conocer el efecto del aprovechamiento, principalmente agrícola, de Quillagua hasta la desembocadura, y la calidad de los excedentes que se pierden en el mar. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.3.2. Hoya del Salar de Atacama.

- III15. Río San Pedro en Cuchabrache. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica primaria del mismo nombre, existente y propuesta por la DGA. Además, estación propuesta por el Laboratorio de Calidad del Agua de la DGA integrar una red básica de muestreo. Permite conocer la

calidad de los recursos del río San Pedro antes de su utilización en la zona de riego de San Pedro de Atacama. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

III16. Canal Vilama en Vilama. Estación base, coincidente con la estación fluviométrica secundaria del mismo nombre existente y, además, propuesta para una red básica de muestreo por el Laboratorio de Calidad de Agua de la DGA. Se está proponiendo reubicar esta estación en el río Vilama aguas arriba de la actual captación del canal Vilama, sugiriéndose que la ubicación de la estación de muestreo se traslade junto con la fluviométrica cuando se realice el cambio. Esta estación permite conocer la calidad de los recursos del río Vilama antes de su aprovechamiento agrícola y como fuente de agua potable de San Pedro de Atacama. Se propone asignar primera prioridad al control de esta estación.

4.4. Parámetros a analizar

En las Regiones I y II los usos más importantes del agua son el agrícola y el abastecimiento de agua potable. Por otro lado, las aguas superficiales se caracterizan, del punto de vista de la calidad, por su alto contenido de salinidad y tóxicos inorgánicos como el arsénico y el boro. Por estas razones se propone medir, en todas las estaciones, los parámetros de presencia común relacionados con el riego, el suministro de agua potable y los parámetros de interés general. Estos son los siguientes:

pH	fierro
conductancia específica	sulfato
temperatura	cloruro
sodio	bicarbonato
potasio	carbonato
calcio	arsénico y
magnesio	boro
cobre	

Para el resto de los parámetros se propone investigar su posible presencia durante dos años en todas las estaciones y luego, de acuerdo a la información recopilada en este período, reducir su frecuencia o bien, descartar definitivamente su medición. En algunas estaciones será de interés continuar midiendo regularmente algunos de estos parámetros, independientemente de la potencialidad de su presencia, debido a su importancia en relación a usos específicos.

El contenido de nitratos es, en general, bastante bajo, de acuerdo a la información de calidad existente. El contenido de fosfatos no se ha medido y se sugiere medirlo inicialmente en todas las estaciones, junto con el nitrato. Después del período de prueba de dos años, se sugiere continuar midiendo fosfatos o nitratos sólo en aquellas estaciones donde se evidencia su presencia en concentraciones significativas y, además, en las estaciones que miden la calidad del agua que entra o sale de los lagos, dado la importancia de estos compuestos como nutrientes de la actividad fitoplanctónica.

En la tabla 4.1 se indica las estaciones donde se recomienda la medición de estos parámetros más allá del período de prueba, independientemente de los resultados de éste.

Por otra parte, debido a la reducida actividad vegetal y a la baja densidad poblacional de la zona, los ríos se caracterizan por no presentar problemas relacionados con contaminación orgánica y el balance de oxígeno. Se propone medir el oxígeno disuelto, DQO, nitritos, amoníaco y coliformes en forma independiente del período de prueba, sólo en las estaciones ubicadas aguas abajo de centros poblacionales importantes que pudieran generar residuos orgánicos en concentración significativa. Para el resto de las estaciones sólo se mediría en aquellas en que el período de prueba evidencie problemas de importancia. En la tabla 4.1 se indica las estaciones donde se recomienda la medición de estos parámetros independientemente de los resultados del período de prueba. Se reitera la necesidad de establecer convenios con laboratorios locales para poder medir concentraciones de organismos coliformes.

La presencia de fenoles, cianuro y mercurio parece ser altamente improbable en ambas regiones debido a la escasa actividad industrial que se presenta en ellas. La actividad minera es más bien extractiva y, al parecer, el tipo de mineral más comunmente encontrado en la zona no requiere la utilización de cianuro en el proceso de concentración. Se sugiere la medición sistemática de estos compuestos sólo en las estaciones que evidencien su presencia en el período de prueba. La información de calidad actualmente disponible no permite seleccionar estaciones de muestreo donde sea de especial interés su medición.

El análisis de otros parámetros, distintos a los indicados en este estudio, se estima corresponde a estudios especiales, que no son el objetivo de una red primaria de calidad del agua. En relación a estos estudios se puede mencionar el caso del río Azufre, afluente del río Caracarani, a su vez, afluente del río Lluta, característico por el alto contenido salino y acidez, y el caso del estero Hecar, en el Salar de Atacama, característico por su extraordinario contenido de arsénico. También se puede mencionar el sistema de lagos Chungará-Cotacotani, ambos incluidos en el estudio Diseño de la Red Nacional Mínima de Control de Lagos realizado por BF Ingenieros en 1983. En este caso se puede justificar medir otros parámetros en los canales de entrada y salida a los lagos.

4.5. 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.

Los antecedentes de calidad de aguas superficiales de las regiones I y II evidencian una gran estabilidad temporal de ésta, característica de sistemas con una importante actividad geoquímica y una fuerte interacción con las aguas subterráneas. Aparentemente se producen variaciones de la calidad del agua durante la época de crecidas, debido al aumento de la disolución de las sales del suelo. Sin embargo, la detección y evaluación de este fenómeno obliga a establecer un cuidadoso plan de muestreo, específico para cada hoyo y, por lo tanto, correspondería a lo que se ha denominado estudios especiales, no correspondiendo por lo tanto a la red básica de calidad del agua. Por estas razones, y por la estabilidad del nivel de desarrollo regional, se propone una frecuencia de muestreo de dos veces al año, para todas las estaciones que integran la red primaria de muestreo de la I y II Región y para todos los parámetros. Se estima que esta frecuencia es suficientemente baja para no reducirla, durante el período de prueba, para aquellos contaminantes cuya presencia es menos probable. En lo posible las muestras deberían ser tomadas abarcando los períodos de altos y bajos caudales, para poder detectar el efecto de éstos en la calidad.

Aquellos parámetros que no evidencien su presencia durante el período de prueba deberían continuar midiéndose con una frecuencia mucho menor, del orden de una vez cada dos años, para detectar posibles cambios no advertidos de otra manera.

De acuerdo a la información de costos que se presenta en la tabla 1.2 y a la nómina de parámetros y frecuencias recomendadas, el costo anual de análisis de todos los parámetros propuestos es de \$18.310.-, para cada estación. Este costo se desglosa de la forma siguiente:

Conjunto básico de parámetros de interés general, para agua potable y uso agrícola	7.356.-
nutrientes(nitratos y fosfatos)	1.176.-
contaminación orgánica (OD,DQO,nitritos,amoniac y coliformes)	4.958.-
fenoles, cianuro y mercurio	4.820.-
	<hr/>
Total	18.310.-

Por lo tanto, el costo total anual de análisis para las 28 estaciones con primera prioridad es de \$512.680.- y el costo total anual de análisis para las 40 estaciones con primera o segunda prioridad en conjunto es de \$732.400.-

4.6. Resumen de la Red de Calidad de Aguas propuesta

En la tabla 4.1 se presenta un resumen de la red de control de la calidad del agua propuesta. Para cada estación se indica la codificación propuesta, la codificación antigua (si la tenía), la categoría de la estación (básica o de impacto), prioridad (primera o segunda), coincidencia con alguna estación fluviométrica y ubicación topográfica (latitud y longitud). Además, se indica el tipo de parámetros que se sugiere medir en cada estación, independientemente de los resultados del período de prueba de dos años.

La nomenclatura utilizada en la tabla 4.1 es la siguiente:

b : estación base
i : estación de impacto
1 : estación de primera prioridad
2 : estación de segunda prioridad
e : estación fluviométrica existente
p : estación fluviométrica de la red propuesta
s : estación fluviométrica suprimida
NUT: nitratos y fosfatos
ORG: OD, DBO, nitritos, amoníaco y coliformes
s/d: sin denominación

TABLA N°4.1
Características de las estaciones propuestas

N°	Nombre	Código Antiguo	Categ.	Prio- ridad	Estac. Fluvio.	Parámetros Adicionales	Coordenadas	
							Latitud	Longitud
Hoya del río Lluta								
I1	Río Caracarani antes río Colpitas	4	b	2			18°00'	69°38'
I2	Río Colpitas en Alcérreca	s/d	b	2	e,p		18°00'	69°37'
I3	Río Lluta en Tocontasi	7	b	1	e,p		18°23'	69°55'
I4	Río Lluta en Panamericana	8	i	1	s,p		18°24'	70°18'
Hoya del río San José								
I5	Río San José en Bocatoma	3	b	1	e,p		18°35'	69°57'
Hoya de la Qda. Vitor o Codpa								
I6	Qda. de Codpa en Chitita	1	b	1			18°52'	69°35'
Hoya del río Camarones								
I7	Río Camarones en Esquiña	1A	b	1	s,p		18°57'	69°33'
I8	Río Camarones en Conanoxa	3	b	2	e,p		19°01'	69°52'
I9	Río Camarones en Desembocadura	4	i	1			19°12'	70°16'
Hoya del río Camiña								
I10	Río Camiña en Altusa	1	b	1	e,p		19°18'	69°22'

TABLA N°4.1
(Continuación).

N°	Nombre	Código Antigo	Categ.	Prioridad	Estac. Fluvio.	Parámetros Adicionales	Coordenadas Latitud	Longitud
Hoya del río Aroma								
I11	Río Aroma después de jta.con Macurquina		b	1	p		19°25'	69°07'
Hoya del río Tarapacá								
I12	Río Tarapacá en Sibaya	-	b	1	p		19°47'	69°11'
I13	Río Coscaya en Pampa Lirima	6	b	1	e,p		19°52'	68°57'
I14	Río Tarapacá en Laonsana	-	i	1			19°52'	69°19'
Hoya del río Guatacondo								
I15	Río Guatacondo en Copaquire	1	b	2	e,p		20°55'	68°54'
Hoya del río Caquena								
I16	Río Caquena en Vertedero	3	b	2	e,p		17°58'	69°16'
Hoya del río Chungará								
I17	Río Chungará en Desembocadura	2	b	1	s,p	: NUT,ORG	18°17'	69°08'
Hoya del río Lauca								
I18	Canal Lauca en km 3,3	5	b	1	e,p	NUT,ORG	18°13'	69°18'
I19	Río Guallatire en Desembocadura	s/d	b	2	e,p		18°34'	69°10'
I20	Río Lauca después de Quiburcanca	-	b	2	p		18°36'	69°07'

TABLA N°4.1
(Continuación).

N°	Nombre	Código Antiguo	Categ.	Prio- ridad	Estac. Fluvio.	Parámetros Adicionales	Coordenadas	
							Latitud	Longitud
Hoya del río Isluga								
I21	Río Isluga en Bocatoma	s/d	b	2	p		19°17'	68°39'
Hoya del río Cariquima								
I22	Río Cariquima en Cariquima	8	b	2	p		19°26'	68°40'
Hoya del río Cancosa								
I23	Río Cancosa en el Tambo		b	2	p		19°51'	68°37'
Hoya del río Collacagua								
I24	Río Collacagua en Peñablanca	s/d	b	2	e,p		20°06'	69°52'
Hoya del río Loa								
II1	Río Loa en Represa Lequena	2	b	1	e,p		21°39'	68°40'
II2	Río Loa antes de jta. con río Sn.Pedro	10	b	1			21°59'	68°37'
II3	Río San Pedro en Parshall 1		b	1	e,p		21°58'	68°22'
II4	Río Loa en Alcantarilla N°2	12	b	1	e,p	NUT,ORG	21°51'	68°38'
II5	Río Loa en Salida del Embalse Conchi	12B	i	1	e,p	NUT,ORG	22°01'	68°37'
II6	Río Loa antes del río Salado	14	i	1			22°22'	68°40'

TABLA N°4.1
(Continuación).

N°	Nombre	Código Antiquo	Categ.	Prioridad	Estac. Fluvio.	Parámetros Adicionales	Coordenadas Latitud	Longitud
Hoya del río Loa (Cont.)								
II7	Río Toconce antes de Represa SENDOS	42	b	1	e,p		22°16'	68°09'
II8	Río Salado en Sifón Ayquina	54	b	2	e,p		22°16'	68°20'
II9	Río Salado antes del río Loa	55	b	1	(1)		22°22'	68°40'
III10	Río Loa en Yalquincha	16B	b	1	e,p		22°28'	68°50'
III11	Río Lca en La Finca	19A	i	1	e,p	ORG	22°30'	68°59'
III12	Río San Salvador antes de Jta.con el río Lca	63	b	1	p		22°24'	69°32'
III13	Río Loa en Quillagua	24	b	1	s		29°39'	69°36'
III14	Río Loa en Desembocadura	25	i	1	p		21°26'	70°04'
Hoya del Salar de Atacama								
III15	Río San Pedro en Cuchabrache	13	b	1	e,p		22°47'	68°12'
III16	Canal Vilama en Vilama	23	b	1	e(2)		22°52'	68°11'

(1) Coincide con pto. de aforo de la DGA

(2) Se propone cambiar ubicación estación de muestreo hacia la ubicación propuesta para la estación fluviométrica, cuando ésta entre en operación.

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.

Aunque existe consenso entre los especialistas respecto a que es preferible reducir el número de estaciones antes que disminuir la frecuencia del muestreo, este criterio no resulta aplicable a las Regiones I y II debido a la poca variabilidad que presenta la calidad de las aguas superficiales.

Con relación al número de estaciones, las recomendaciones de este estudio cubren las necesidades mínimas actuales. La evolución futura deberá responder a la utilización de nuevos recursos, desarrollo de nuevas fuentes de contaminación, planificación de nuevos usos o será fruto de los antecedentes obtenidos de investigaciones y estudios específicos. Los recursos hídricos superficiales de las regiones I y II se caracterizan por estar distribuidos en numerosas quebradas y ríos de pequeño caudal, sometidos a un intenso aprovechamiento, y sujetos a fuerte evaporación e infiltración. Por este motivo parece razonable ampliar la cobertura de la red hacia recursos no explotados y que, por su cantidad, presenten una buena potencialidad de aprovechamiento. Especial mención se hace de las cuencas altiplánicas que, en general, producen agua en buena cantidad y calidad aceptable, estando subutilizadas por su distancia a los centros de desarrollo.

Si no se generan nuevas fuentes de contaminación, la evolución de la red, en el largo plazo, puede orientarse también a establecer "estaciones de prevención" y de "verificación", de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 2.3 de este informe.

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 de información para el uso agrícola y, en el caso del uso como fuente de agua potable, entregan información básica para que, con estos antecedentes, las instituciones pertinentes planifiquen su propio monitoreo que incluya otros parámetros relacionados con la salud. 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.

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". 1970.
- 4.- U.S. Department of the Interior, Federal Water Pollution Control Administration. "A Practical Guide to Water Quality Studies of Streams". 1969.
- 5.- CEPIS/OPS. Planificación, Proyecto y Operación de Sistemas Monitoreos Comprehensivos de Calidad de Aguas. Documentos Técnicos N°1. 1975.
- 6.- Dirección General de Aguas. "Caudales Medios Mensuales de los ríos de Chile", M.O.P., 1976.
- 7.- 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.
- 8.- GEMS, "Sistema Mundial de Monitoreo del Ambiente - GEMS/AGUA Guía Operacional". PNUMA, OMS, UNESCO, OMM. Ginebra 1978.
- 9.- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15 edition, 1980. APHA, AWWA, WPCF.
- 10.- Ellis F.C. and Lacey R.F. "Sampling: Defining the Task and Planning the Scheme". Jour. Wat. Pollution Control, vol 79, 1980, N°4.
- 11.- Schofield, T. "Sampling of water and Wastewater: practical aspects of sample". Jour. Wat. Pollution Control Vol. 79, 1980, N°4.
- 12.- Merino R. y R.Sandoval, "Curso de entrenamiento para Hidromensores, Calidad de Agua y Sedimentos", Departamento de Hidrología, DGA, MOP. 1982.
- 13.- IRH, Ingeniería y Recursos Hidráulicos. "Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional, I Región". DGA, MOP. 1983.
- 14.- Cabrera, R. "Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional, II Región". DGA, MOP. En impresión.
- 15.- Espíldora, B; Brown, E. y Castillo, J. "Estudio Hidrológico y Operacional del Sistema Embalse Conchi-Río Loa". Dirección de Riego, MOP, 1979.
- 16.- U. de Chile-CORFO. "Estudio de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Loa". 1973.

- 17.- Kohn, W. "Hidrografía de las Zonas Desérticas de Chile". P.N.U.D.1972.
- 18.- Peña, H. "Modelo Hidrológico y de Constitución Química de la Cuenca del Río Loa". 1970.

ANEXO TABLA

FRECUENCIA ANUAL

DE

MUESTREO POR PARAMETRO

T A B L A N°2
(Continuación).

HOYA: RIO LLUTA

PARAMETROS: $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																																			
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83							
LL	R.Azufre(30 m.antes R.Tacora) R.Lluta en Marco Partidor R.Taipicagua camino Jurasi C.Cubrimani			1		1										45	10																			2	1

T A B L A N°8

HOYA: RIO SAN JOSE

PARAMETROS: PH y CONDUCTIVIDAD.

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
1	R.Belén en Misaña																	2				1	2		1					
2	R.San José en Ausipar															2	19	1	3		2	2					2	4		
3	R.San José en Bocatoma														17	10	5	1	1		5	5	10	7						1
4	Ac.Azapa en Bocatoma															10	2				5	4	7	4	1		2	4		
5	R.San José en Saucache																		1		8	12	23	10						
	R.San José en Pte.Las Maitas																		1		2		2	3						
a	V.Peñablanca																					1	7	3						
b	V.La Concepción																					4	8	4						
c	V.San Miguel de Azapa						1							1		5	2	3			2	7	3							
d	V.Media Luna													1		2	1	3			4	10	4							
f	V.La mita Chica													1		4	2	3			4	9	3							
g	V.Los Albarracines						1							1		3	1						3							
	R.Tignamar en Tignamar																				1		1							
	R.Belén en Fundición																				1	1								
	R.San José antes zona riego																				1									
	R.San José en Pte.Baden																													
	R.Tumaya en Tignamar																						9	3						
	R.San José en El rápido																						1							
	R.San José en Puntilla Cabuza																						1							
	R.San José en Pte.Tucapel																						5	3						
	Dren Madrid en Nacimiento																								1					
	R.San José en Molle Pampa																								2					
i	V.La Mama Lorenza																2						5	2						
	R.Tignamar en Capitania																													1
e	V.El Callito																5	2												
j	V.La Noria																							5	2					

T A B L A N°9
(Continuación).

HOYA: RIO SAN JOSE

PARAMETROS: $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Cu^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
k	V.Ovando																						2	4									
l	V.Conchalique																							3									
l'	V.Conchalique en. Jta.R.San José																																
m	V.La Mata Vaca																								2								
n	V.Canavire																								3								
o	V.Socavon																									2							

T A B L A N°11

HOYA: RIO SAN JOSE

PARAMETROS:B

Nº	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
1	R.Belén en Misaña																2					1	2	1						
2	R.San José en Ausipar														2	3			3			2	2				2	4		
3	R.San José en Bocatoma														18	9	5		1			5	5	7	6					1
4	Ac.Azapa en Bocatoma																2					5	4	4	4	1		2	4	
5	R.San José en Saucache																		1			8	2	21	8					
	R.San José en Pte.Las Maitas																		1			2		7	3					
a	V.Peñablanca																						1	4	3					
b	V.La Concepción																						4	5	4					
c	V.San Miguel de Azapa														1		4		3				2	4	3					
d	V.Media Luna														1		2		3				4	6	3					
f	V.La mita Chica														1		3		2				4	5	3					
g	V.Los Albarracines														1									3						
	R.Tignamar en Tignamar																					1		1						
	R.Belén en Fundición																					1	1							
	R.San José antes zona riego																					1								
	R.San José en Pte.Baden																								4	3				
	R.Tumaya en Tignamar																							1						
	R.San José en El rápido																							1						
	R.San José en Puntilla Cabuza																								1	3				
	R.San José en Pte.Tucapel																									1				
	Dren Madrid en Nacimiento																										2			
	R.San José en Molle Pampa																	2												
i	V.La Mama Lorenza																1							2	2					
	R.Tignamar en Capitania																											1		
e	V.El Gallito																	3	1											
j	V.La Noria																							3	3					

T A B L A N° 13

HOYA: RIO SAN JOSE

PARAMETROS: Fe

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
1	R.Belén en Misaña																			1	1										
2	R.San José en Ausipar																											1			
3	R.San José en Bocatoma																					5	4	6							1
4	Ac.Azapa en Bocatoma																					4	3	4	1			1	1		
5	R.San José en Saucache																					6	2	8							
	R.San José en Pte.Las Maitas																								3	3					
a	V.Peñablanca																					1	3	3							
b	V.La Concepción																					3	3	4							
c	V.San Miguel de Azapa																					2	2	3							
d	V.Media Luna																					4	1	3							
f	V.La mita Chica																														
g	V.Los Albarracines																							3							
	R.Tignamar en Tignamar																														
	R.Belén en Fundición																							1							
	R.San José antes zona riego																														
	R.San José en Pte.Baden																							1	3						
	R.Turaya en Tignamar																							1							
	R.San José en El rápido																							1							
	R.San José en Puntilla Cabuza																									3					
	R.San José en Pte.Tucapel																										1				
	Dren Madrid en Nacimiento																										2				
	R.San José en Molle Pampa																														
i	V.La Mama Lorenza																									2	2				
	R.Tignamar en Capitania																														
e	V.El Gallito																														
j	V.La Noria																										2	2			

T A B L A N°16

HOYA: RIO CODPA O VITOR

PARAMETROS: CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
1	R.Codpa en Chitita																	1	1		4	1	6	4	1					
2	R.Codpa en Codpa														39			1	2			1	4	6	2					
3	R.Chaca en Chaca																		5		1		1	3						
A	R.Umirpa en Umirpa												1		7	3	1													
E	R.Codpa en Guañacagua																	1	1						3					
H	Qda.Chaca en sector Lisboa																													
B	R.Codpa en Umirpa N°1														2	5														
C	R.Codpa en Umirpa N°2														2	5														
D	R.Codpa en Umirpa N°3														1															
F	R.Codpa en Afragia														1															
G	Qda. de Puquios													18*								3	2	5						
a	Pozo Vila-Vila en Chaca															1							1							
	R.Codpa en Cala-Cala																													1

* sólo SO_4^{--} y Na^+

T A B L A N° 19

HOYA: RIO CODPA O VITOR

PARAMETROS: Cu

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
1	R.Codpa en Chitita																						4	1	2	3	1				
2	R.Codpa en Codpa																							1	1	4	2				
3	R.Chaca en Chaca																						1			2					
A	R.Umirpa en Umirpa																1														
E	R.Codpa en Guañacagua																										1				
H	Qda.Chaca en sector Lisboa																						2			3					
B	R.Codpa en Umirpa N°1																														
C	R.Codpa en Umirpa N°2																														
D	R.Codpa en Umirpa N°3																														
F	R.Codpa en Afragia																														
G	Qda. de Puquios																														
a	Pozo Vila-Vila en Chaca																										1				
	R.Codpa en Cala-Cala																														

T A B L A N° 23

HOYA: RIO CAMARONES

PARAMETROS: $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
1	R.Camarones en Talpape															1*	6	2	1												1
2	R.Camarones en la Hacienda														4	4	2	2	1												
3	R.Camarones en Conanoxa														1*	2	4	4	4		5	4	4	5	3						1
4	R.Camarones en Desembocadura																														
A	Tranque Caritaya																	1													
C	R.Huancarane Frente a P. Aranibar												1																		
D	R.Camarones en Hacienda Cuya																		1												
E	R.Camarones en Cundumaya																													1	
1A	R.Camarones en Esquiña																							1	2						
a	V.Esquiña												1																		
b	V.Saquara																														
c	V.Quiguatoma																														
22*	V.Chocaya																													1	
	V.de Caquena en Pachica																													1	
	R.Camarones Sector Cochiza																														1

* $\text{SO}_4^{=}$, Na^+

T A B L A N°36

HOYA: RIO TARAPACA

PARAMETROS: PH Y CONDUCTIVIDAD.

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
1	R.Tarapaca en Mocha																			6	9	2			1	1					1
3	R.Tarapaca en Pachica																			5	4	2			1	1	1	3		2	1
6	R.Coscaya en estación Lirima																							1		1	4		2	1	3
8	R.Coscaya en Mosquito de oro																						1	1	1				1	1	
a	V.Chaivire N°1																								1	1	1				
b	V.Chaivire N°2																							1	1		1				
f	V.Andrés Jiguata																						1		1	1					
h	V.Lagunilla																						1	1		1					
2	R.Tarapaca en Mulli-Mulli																								2	1					
4	R.Tucuruma en el Salvador																						1								
4A	R.Tucuruma en Qda.Tucuruma																										1				
5	R.Coscaya en la junta																										2	1			
7	R.Coscaya en sector Molinos																									1	1				
8a	R.Coscaya en Coscaya																											1			
c	V.Chaivire N°3																									1					
d	V.Pucopucone																									1					
e	V.Huacahuano																									1					
g	V.Guantija en Llacho																									1	1				
i	V.Castilluma N°1																									1			1		
j	V.Castilluma N°2																									1			1		
k	V.Rinconada Chica																											1			
l	V.Hornune																										1				
	V.Bisagra en Huarasiña																												2	1	
	V.Socavón en Mamiña																												2	1	
	V.El Tambo en Mamiña																												2	1	1
	V.Macaya en Huarasiña																												1		

T A B L A N°36
(Continuación).

HOYA: RIO TARAPACA

PARAMETROS: PH Y CONDUCTIVIDAD.

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																														
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83		
31	V. Macaya en Macaya																														1	
29	V. Chusmiza																													1		
	V. Tucuruma-Pampa Lirima																													1		
	Qda. Tarapaca en Pachica																															1
	V. Jamajuga en Mamiña																															1
	V. Conco en Mamiña																															1
	V. Ipla en Mamiña																															1
	V. Radio en Mamiña																															1
	V. Magnesio en Mamiña																															1
	V. Huatapa en Mamiña																															1
	V. Sibaya *																															
	V. Huaviña*																															
	V. Mocha *																															
	V. Pachica *																															
	V. Tarapaca*																															
	V. Huarasiña*																															

* Estas estaciones han sido muestreadas sólo el año 84 en 1 oportunidad, con excepción de V. Sibaya que fue muestreada 2 veces.

T A B L A N°37

HOYA: RIO TARAPACA

PARAMETROS: CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^- , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
1	R.Tarapaca en Mocha																	6	9	2			1	1						1
3	R.Tarapaca en Pachica																	5	4	2			1	1	1	3		2	1	
6	R.Coscaya en estación Lirima																						1		1	4		2	1	3
8	R.Coscaya en Mosquito de oro																						1	1	1				1	1
a	V.Chaivire N°1																							1	1	1				
b	V.Chaivire N°2																						1	1		1				
f	V.Andrés Jiguata																						1		1	1				
h	V.Lagunilla																						1	1		1				
2	R.Tarapaca en Mulli-Mulli																								2	1				
4	R.Tucuruma en el Salvador																						1							
4A	R.Tucuruma en Qda.Tucuruma																									1				
5	R.Coscaya en la junta																							2	1					
7	R.Coscaya en sector Molinos																						1	1						
8a	R.Coscaya en Coscaya																									1				
c	V.Chaivire N°3																							1						
d	V.Pucopucone																							1						
e	V.Huancahuano																							1						
g	V.Guantija en Llacho																							1	1					
i	V.Castilluma N°1																							1			1			
j	V.Castilluma N°2																							1			1			
k	V.Rinconada Chica																								1					
l	V.Hornune																							1						
	V.Bisagra en Huarasiña																										2	1		
	V.Socavón en Mamiña																										2	1		
	V.El Tambo en Mamiña																										2	1	1	
	V.Macaya en Huarasiña																										1			

T A B L A N° 37
(Continuación).

HOYA: RIO TARAPACA

PARAMETROS: CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
31	V. Macaya en Macaya																														1
29	V. Chusmiza																								1						
	V. Tucuruma-Pampa Lirima.																							1							
	Qda. Tarapaca en Pachica																							1							1
	V. Jamajuga en Mamiña																														1
	V. Conco en Mamiña																														1
	V. Ipla en Mamiña																														1
	V. Radio en Mamiña																														1
	V. Magnesio en Mamiña																														1
	V. Huatapa en Mamiña																														1
	V. Sibaya																														1
	V. Huaviña *																														
	V. Mocha *																														
	V. Pachica *																														
	V. Tarapaca *																														
	V. Huarasiña *																														
	* Estas estaciones han sido muestreados sólo el año 84 en 1 oportunidad, con excepción de V. Huaviña que fue muestreada 2 veces.																														

T A B L A N° 38

HOYA: RIO TARAPACA

PARAMETROS: AS

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	R.Tarapaca en Mocha																	2				1	1									1	
3	R.Tarapaca en Pachica																	1				1	1	1	3			2	1				
6	R.Coscaya en estación Lirima																					1		1	4			2	1		3		
8	R.Coscaya en Mosquito de oro																					1	1	1					1		1		
a	V.Chaivire N°1																							1	1	1							
b	V.Chaivire N°2																						1	1		1							
f	V.Andrés Jiguata																					1		1	1								
h	V.Lagunilla																					1	1		1								
2	R.Tarapaca en Mulli-Mulli																							2	2								
4	R.Tucuruma en el Salvador																					1											
4A	R.Tucuruma en Qda.Tucuruma																								1								
5	R.Coscaya en la junta																						2	1									
7	R.Coscaya en sector Molinos																					1	1										
8a	R.Coscaya en Coscaya																								1								
c	V.Chaivire N°3																						1										
d	V.Pucopucona																						1										
e	V.Huancahuano																						1										
g	V.Guantija en Llacho																						1	1									
i	V.Castilluma N°1																						1			1							
j	V.Castilluma N°2																						1			1							
k	V.Rinconada Chica																							1									
l	V.Hornune																						1										
	V.Bisagra en Huarasiña																											2	1				
	V.Socavón en Mamiña																											2	1		1		
	V.El Tambo en Mamiña																											2	1				
	V.Macaya en Huarasiña																											1					

T A B L A N° 39

HOYA: RIO TARAPACA

PARAMETROS: B

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	R.Tarapaca en Mocha																4	7	2			1	1									1	
3	R.Tarapaca en Pachica																3	4	2			1	1	1	3		2	1					
6	R.Coscaya en estación Lirima																					1		1	4		2	1			3		
8	R.Coscaya en Mosquito de oro																					1	1	1				1			1		
a	V.Chaivire N°1																							1	1	1							
b	V.Chaivire N°2																					1	1		1								
f	V.Andrés Jiguata																					1		1	1								
h	V.Lagunilla																					1	1		1								
2	R.Tarapaca en Mulli-Mulli																						2	1									
4	R.Tucuruma en el Salvador																					1											
4A	R.Tucuruma en Qda.Tucuruma																								1								
5	R.Coscaya en la junta																						2	1									
7	R.Coscaya en sector Molinos																						1	1									
8a	R.Coscaya en Coscaya																								1								
c	V.Chaivire N°3																						1										
d	V.Pucopucora																						1										
e	V.Huancahuano																						1										
g	V.Guantija en Llacho																						1	1									
i	V.Castilluma N°1																						1			1							
j	V.Castilluma N°2																						1			1							
k	V.Rinconada Chica																								1								
l	V.Hornune																						1										
	V.Bisajra en Huarasiña																											2	1				
	V.Socavón en Mamiña																											2	1		1		
	V.El Tambo en Mamiña																											2	1				
	V.Macaya en Huarasiña																											1					

T A B L A N°48

HOYA: RIO QUISMA

PARAMETROS: Fe

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
a	V. Animas																								2	1					
b	V. Resvaladero																								3						
d	V. Concova																								1						
e	V. Miraflores																								3	1					
i	V. El Carmen																								2	1					
j	V. Jesús-María																								3	1					
k	V. Puquio-Camiña																								1	1					
c	V. Animas mas V. Resvaladero																														
f	V. Buena Esperanza																								2						
g	V. Los Locos																														
h	V. Santa Elena																														
17	V. Sacaragua en sector Ismagña																														
16	Parca en Noasa																														
	V. Puquio en Miraflores																														

T A B L A N°57

HOYA: RIO CAQUENA

PARAMETROS: PH Y CONDUCTIVIDAD.

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
2	R.Caquena en Caquena						3	4						3	4							1								
3	R.Caquena en Vertedero															5	5	1		2			4	8	2		2			3
4	R.Caquena en Guacollo																1						4	3			2			
5	R.Cosapilla en Cosapilla																						3	3	1		2		1	1
7	R.Colpas en Visviri																						4	2	1		1			
8	R.Putani en Visviri																						5	2	1		1			
1	R.Caquena en Nacimiento																						5	2						
6	R.Uchisuma en Chislluma																						3							
a	V.Calzon Chato en Chislluma																						3							

T A B L A N°58

HOYA: RIO CAQUENA

PARAMETROS: CO_3 , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^- , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
2	R.Caquena en Caquena							3	4					3	4							1								
3	R.Caquena en Vertedero																5	5	1		2		4	8	2		2			3
4	R.Caquena en Guacollo																	1					4	3			2			
5	R.Cosapilla en Cosapilla																						3	3	1		2		1	1
7	R.Colpas en Visviri																						4	2	1		1			
8	R.Putani en Visviri																						5	2	1		1			
1	R.Caquena en Nacimiento																						5	2						
6	R.Uchusuma en Chislluma																						3							
a	V.Calzon Chato en Chislluma																							3						

T A B L A N°59

HOYA: RIO CAQUEÑA

PARAMETROS: As

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
2	R.Caquena en Caquena													3	4							1									
3	P.Caquena en Vertedero															1				2			4	8	2		2			2	
4	R.Caquena en Guacollo																						3	3			2				
5	R.Cosapilla en Cosapilla																						2	3	1		2		1	1	
7	R.Colpas en Visviri																						3	2	1		1				
3	R.Putani en Visviri																						4	2	1		1				
1	R.Caquena en Nacimiento																						3	2							
5	R.Uchusuma en Chislluma																						3								
1	V.Calzon Chato en Chislluma																						2								

T A B L A N°60

HOYA: RIO CAQUENA

PARAMETROS: B

Nº	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
2	R.Caquena en Caquena								3	4					3	10						1								
3	R.Caquena en Vertedero																5	4	1		2		4	8	2		2			3
4	R.Caquena en Guacollo																	1					3	3			2			
5	R.Cosapilla en Cosapilla																						2	3	1		2		1	1
7	R.Colpas en Visviri																						3	2	1		1			
8	R.Putani en Visviri																						4	2	1		1			
1	R.Caquena en Nacimiento																						3	2						
6	R.Uchustuma en Chislluma																						3							
a	V.Calzon Chato en Chislluma																						2							

T A B L A N°1

HOYA: RIO CAQUEÑA

PARAMETROS: Cu

Nº	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
2	R.Caquena en Caquena																														
3	R.Caquena en Vertedero																				2		3	8	1		2			3	
4	R.Caquena en Guacollo																						3	3			2				
5	R.Cosapilla en Cosapilla																						2	3	1		2		1	1	
7	R.Colpas en Visviri																						3	2			1				
8	R.Putani en Visviri																						4	2			1				
1	R.Caquena en Nacimiento																						3	2							
6	R.Uchusuma en Chislluma																						3								
a	V.Calzon Chato en Chislluma																							2							

T A B L A N°62

HOYA: RIO CAQUENA

PARAMETROS: Fe

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
2	R.Caquena en Caquena																							1							
3	R.Caquena en Vertedero																							3	8	2		2			3
4	R.Caquena en Guacollo																							3	3			2			
5	R.Cosapilla en Cosapilla																							2	3			2		1	1
7	R.Colpas en Visviri																							3	2	1		1			
8	R.Putani en Visviri																							4	2	1		1			
1	R.Caquena en Nacimiento																							3	2						
6	R.Uchusuma en Chislluma																							3							
a	V.Calzon Chato en Chislluma																							2							

T A B L A N°63

HOYA: RIO CAQUENA

PARAMETROS: NO₃

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
2	R.Caquena en Caquena																						1							
3	R.Caquena en Vertedero																							4	6	1				
4	R.Caquena en Guacollo																							4	2					
5	R.Cosapilla en Cosapilla																							3	2					
7	R.Colpas en Visviri																							4	1					
8	R.Putani en Visviri																							4	1					
1	R.Caquena en Nacimiento																							4	1					
6	R.Uchusuma en Chislluma																							3						
a	V.Calzon Chato en Chislluma																							3						

T A B L A N° 71

HOYA: RIO LAUCA

PARAMETROS:PH Y CONDUCTIVIDAD.

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	Laguna Cotacotani					3	5	2	5								1		2												5		
2	R.Desaguadero en Cotacotani								1	5				1	1	2	7	6	1		2	4	5	6	2			4	4				
3	R.Lauca en Ungalliri													1	1	5	9	6	1		1	1	5	5	2			3	4				
4	Canal Lauca en sifón N°1					3	7	2						1	1	6	7	3	1		1	4	3	6								2	
5	R.Lauca en Estancia El Lago													1	1	2	8	3	3		2	4	4	6	2			1			2		
6	R.Lauca en Huntume														1	4	5	3	1			3	2	4									
7	R.Lauca en Japu																1	6	5	2			1	1	5	2						2	
8	R.Guallatire en Guallatire															3	8	8	5			2	5	5	7	2			2			2	
9	E.Paquisa en Paquisa																8	9	4	1				1	7	1							
	R.Guallatire en Nacimiento															3	9							2									
	R.Benedicto Morales								3	2	2																						
	V.Ojo de Agua																			2	2	4											
a	V.Chacarpujo																								1								
b	V.Cogarpujo																									1	1						
c	V.Chubire																																
	R.Guallatire antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Misitune																																
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal																																
	R.Lauca antes R.Guallatire																																
	R.Lauca después R.Guallatire																																
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Lauca																																
	C.Lauca en entrada túnel Riego																																
	R.El Encuentro																																
	Laguna Parinacota																																
	V.Chuzin																																
	E.ag.calientes en Choquelimpie																																

T A B L A N° 72

HOYA: RIO LAUCA

PARAMETROS: CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	Laguna Cotacotani				3	5	2	5							1		2													5			
2	R.Desaguadero en Cotacotani								1	5					1	1	2	7	6	1		2	4	5	6	2		4	4				
3	R.Lauca en Ungalliri														1	1	5	9	6	1		1	1	5	5	2		3	4				
4	Canal Lauca en sifón N°1				3	7	2								1	1	6	7	3	1		1	4	3	6				2				
5	R.Lauca en Estancia El Lago														1	1	2	8	3	3		2	4	4	6	2		1	2				
6	R.Lauca en Huntume															1	4	5	3	1			3	2	4								
7	R.Lauca en Japu																1	6	5	2			1	1	5	2			2				
8	R.Guallatire en Guallatire															3	8	8	5			2	5	5	7	2		2	2				
9	E.Paquisa en Paquisa																8	9	4	1				1	7	1							
	R.Guallatire en Nacimiento															3	9								2								
	R.Benedicto Morales						3	2	2																								
	V.Ojo de Agua																																
a	V.Chacarpujo																																
b	V.Cogarpujo																																
c	V.Chubire																																
	R.Guallatire antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Misitune																																
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal																																
	R.Lauca antes R.Guallatire																																
	R.Lauca después R.Guallatire																																
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Lauca																																
	C.Lauca en entrada túnel Riego																																
	R.El Encuentro																																
	Laguna Parinacota																																
	V.Chuzin																																
	E.ag.calientes en Choquelimpie																																

T A B L A

HOYA: RIO LAUCA

PARAMETROS: AS

Nº	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	Laguna Cotacotani																														5		
2	R.Desaguadero en Cotacotani												1	1	1					2				6	2				4	4			
3	R.Lauca en Ungalliri																			1	1	5	5	2				3	4				
4	Canal Lauca en sifón N°1												3		1					1	4	2	6								1		
5	R.Lauca en Estancia El Lago												1			1				2	4	3	6	2				1		1			
6	R.Lauca en Huntume												1										3	2	4								
7	R.Lauca en Japu												1		1							1	1	5	2						2		
8	R.Guallatire en Guallatire													2	8						2	5	3	7	2			2			2		
9	E.Paquisa en Paquisa														7	1								1	2	1							
	R.Guallatire en Nacimiento													2	7																		
	R.Benedicto Morales																																
	V.Ojo de Agua														1																		
a	V.Chacarpujo																															1	
b	V.Coparpujo																															1	
c	V.Chubire																															1	
	R.Guallatire antes R.Lauca															2	7																
	R.Lauca en Misitune																																
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal															4																	
	R.Lauca antes R.Guallatire																															3	
	R.Lauca después R.Guallatire																															4	
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																															3	
	R.Lauca en Lauca																															1	
	C.Lauca en entrada túnel Riego																															1	
	R.El Encuentro																																
	Laguna Parinacota																																
	V.Chuzin																																
	E.ag.calientes en Choquelimpie																																

PARAMETROS: B

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																											
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
1	Laguna Cotacotani				3	2	4								1														5
2	R.Desaguadero en Cotacotani						5						1	1	2	7	4	1		2	4	4	6	2		4	4		
3	R.Lauca en Ungalliri												1	1	5	8	3	1		1	1	5	5	2		3	4		
4	Canal Lauca en sifón N°1				4	2									6	7	3	1		1	4	2	6						2
5	R.Lauca en Estancia El Lago											1	1		7	2	3		2	4	3	6	1		1			2	
6	R.Lauca en Huntume														4	4	2	1			3	2	4						
7	R.Lauca en Japu														1	6	3				1	1	5	2					2
8	R.Guallatire en Guallatire												2	8	7	2	1		2	5	3	7	2		2				2
9	E.Paquisa en Paquisa														8	8	1	1					1	2	1				
	R.Guallatire en Nacimiento												3	9															
	R.Benedicto Morales				1	2	2																						
	V.Ojo de Agua																2	2	3				1						
a	V.Chacarpujo																	1	3				1						
b	V.Coparpujo																	1	2			1	1						
c	V.Chubire																	1	2			1							
	R.Guallatire antes R.Laucá														2	8													
	R.Lauca en Misitune														1	2													
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal														7														
	R.Lauca antes R.Guallatire																												
	R.Lauca después R.Guallatire																												
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																												
	R.Lauca en Lauca																												
	C.Lauca en entrada túnel Fiego																												
	R.El Encuentro																												
	Laguna Parinacota																												
	V.Chuzin																												
	E.ag.calientes en Choquelargie																												

T A B L A N°75

HOYA: RIO LAUCA

PARAMETROS: Cu

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	Laguna Cotacotani																														5		
2	R.Desaguadero en Cotacotani																	1			2	3	3	6	1					2			
3	R.Lauca en Ungalliri																				1	1	4	5	2					1			
4	Canal Lauca en sifón N°1																				1	3	2	6							2		
5	R.Lauca en Estancia El Lago																				1		2	3	3	6	2		1		2		
6	R.Lauca en Huntume																						2	2	4								
7	R.Lauca en Japu																								1	5	2					2	
8	R.Guallatire en Guallatire																					2	3	2	7	2		2			2		
9	E.Paquisa en Paquisa																								1	2	1						
	R.Guallatire en Nacimiento																																
	R.Benedicto Morales																																
	V.Ojo de Agua																																
a	V.Chacarpujo																															1	
b	V.Coparpujo																															1	
c	V.Chubire																															1	
	R.Guallatire antes R.Laucá																																
	R.Lauca en Misitune																																
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal																																
	R.Lauca antes R.Guallatire																																
	R.Lauca después R.Guallatire																																
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Lauca																																
	C.Lauca en entrada túnel Riego																															1	
	R.El Encuentro																																
	Laguna Parinacota																																
	V.Chuzin																																
	E.ag.calientes en Choquelirpa																																

T A B L A N° 6

HOYA: RIO LAUCA

PARAMETROS: Fe

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																												
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
1	Laguna Cotacotani																													5
2	R.Desaguadero en Cotacotani																					4		6	2			3	1	
3	R.Lauca en Ungalliri																					1	4	5	2			2	1	
4	Canal Lauca en sifón N°1																					4	2	6						
5	R.Lauca en Estancia El Lago																							3	6	1		1		2
6	R.Lauca en Huntume																					3	2	4						
7	R.Lauca en Japu																					1	1	5						2
8	R.Guallatire en Guallatire																					5	2	7	1					2
9	E.Paquisa en Paquisa																						1	2	1					
	R.Guallatire en Nacimiento																													
	R.Benedicto Morales																													
	V.Ojo de Agua																													
a	V.Chacarpujo																						1							
b	V.Coparpujo																						1							
c	V.Chubire																													
	R.Guallatire antes R.Lauca																													
	R.Lauca en Misitune																													
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal																													
	R.Lauca antes R.Guallatire																													
	R.Lauca después R.Guallatire																													
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																													
	R.Lauca en Lauca																													
	C.Lauca en entrada túnel Riego																													
	R.El Encuentro																													
	Laguna Parinacota																													
	V.Chuzin																													
	E.ag.calientes en Choquelimpie																													

T A B L A N°77

HOYA: RIO LAUCA

PARAMETROS: NO₃

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
1	Laguna Cotacotani																																
2	R.Desaguadero en Cotacotani																						4	4	5	1							
3	R.Lauca en Ungalliri																						1	4	4	2							
4	Canal Lauca en sifón N°1																						4	3	5								
5	R.Lauca en Estancia El Lago																						4	4	5	1							
6	R.Lauca en Huntume																						3	2	4								
7	R.Lauca en Japu																						1	1	4								
8	R.Guallatire en Guallatire																						5	3	6	1							
9	E.Paquisa en Paquisa																							1	2	1							
	R.Guallatire en Nacimiento																																
	R.Benedicto Morales																																
	V.Ojo de Agua																																
a	V.Chacarpujo																							1									
b	V.Coparpujo																							1									
c	V.Chubire																																
	R.Guallatire antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Misitune																																
	E.Paquisa 1km ag.arr.Parshal																																
	R.Lauca antes R.Guallatire																																
	R.Lauca después R.Guallatire																																
	R.Quiburcanca antes R.Lauca																																
	R.Lauca en Lauca																																
	C.Lauca en entrada túnel Riego																																
	R.El Encuentro																																
	Laguna Parinacota																																
	V.Chuzin																																
	E.ag.calientes en Choquelimpie																																

T A B L A N°106

HOYA: PAMPA DEL TAMARUGAL

PARAMETROS: PH Y CONDUCTIVIDAD

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
	R.Chacarilla ant.P.Tamarugal*																														1
	R.Aroma antes Pampa Tamarugal																														1
	* Esta estación ha sido <u>mues</u> treada el año 84 en 1 oportunidad.																														

T A B L A N°107

HOYA: PAMPA DEL TAMARUGAL

PARAMETROS: CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
	R.Chacarilla ant.P.Tamarugal*																														1
	R.Aroma antes Pampa Tamarugal																														1
	* Esta estación ha sido <u>mues</u> treada el año 84 en 1 oportunidad.																														

T A B L A N°111

HOYA: PAMPA DEL TAMARUGAL

PARAMETROS: Fe

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																													
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
	R.Chacarilla ant.P.Tamarugal *																														1
	R.Aroma antes Pampa Tamarugal																														1
	<p>* Esta estación ha sido <u>mues</u> treada el año 84 en 1 oportunidad.</p>																														

T A B L A N° 113

HOYA:RIO LOA

PARAMETROS: PH Y CONDUCTIVIDAD.

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																														
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83		
2	R.Loa en Lequena												1	11	27	4		10					18		5							2
6	R.Loa después Termas De Taira													11	3			3														
6A	Termas de Taira													8	6			2														
10	R.Loa antes R.San Pedro					1				1				10	3	4		6	1				1									
11	R.Loa después R.San Pedro												1	11									1									
12	R.Loa en Alcantarilla de Conchi						1			1				10	15	19	7	7				18		12							2	
14	R.Loa antes R.Salado					1	1			1			16	52	21	8	10	14	1		3	1	1	2	1						1	
15	R.Loa después Jta.R.Salado						1						1	15		6		2			1	1		1								
16	R.Loa en Angostura										1			8		5		4	1		1					1						
16B	R.Loa en Yalquincha										1										1				4						2	
17	R.Loa en Escorial												2	76	18	11			9	12		1										
18	R.Loa en Calama													8						7			41	1								
19	R.Loa en Chintoraste												11	16	18	15																
19A	R.Loa en La Finca																		7	1					5						2	
20	R.Loa antes R.San Salvador												14	64	1	15			6	1			1								1	
21	R.Loa después R.San Salvador													3	20	10							1									
22	R.Loa en cam.Chuqui-Tocopilla															1	2															
24	R.Loa en Quillagua							1			1		15	116	51	14			2			28	40	1		1					1	
30	R.Siloli															3	1						1									
34	R.San Pedro en cam.Internac.															2	7			3	1											
38	R.San Pedro antes R.Loa														13	5	6			2			1									
42	R.Toconce antes Represa D.O.S.																7	14			4			1		5						1
43	R.Toconce en Represa D.O.S.															37	3															
44	R.Toconce antes R.Salado														8	3					2	1										1
49	R.Salado antes R.Toconce															1					3	2										1
49E	R.Salado antes R.Caspana														11		3				4											
50	R.Salado en Represa Chilex															8	5	4			3	1				4						

T A B L A N° 114

HOYA:RIO LOA

PARAMETROS:CO₃⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																																
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83				
2	R.Loa en Lequena												1	11	27	4		10						18		5						2		
6	R.Loa después Termas De Taira													11	3			3																
6A	Termas de Taira													8	6			2																
10	R.Loa antes R.San Pedro					1					1			10	3	4		6	1				1											
11	R.Loa después R.San Pedro												1	11									1											
12	R.Loa en Alcantarilla de Conchi						1			1			10	15	19	7	7					18		12								2		
14	R.Loa antes R.Salado					1	1			1		16	52	21	8	10	14	1		3		1	1		2	1						1		
15	R.Loa después Jta.R.Salado						1					1	15		6		2			1		1		1		1								
16	R.Loa en Angostura										1		8		5		4	1		1		1					1							
16B	R.Loa en Yalquincha										1										1					4						2		
17	R.Loa en Escorial											2	76	18	11		9	12		1														
18	R.Loa en Calama											8						7				41	1											
19	R.Loa en Chintoraste											11	16	18	15		6																	
19A	R.Loa en La Finca																7	1								5							2	
20	R.Loa antes R.San Salvador											14	64	1	15		6	1					1										1	
21	R.Loa después R.San Salvador												3	20	10		5						1											
22	R.Loa en cam.Chuqui-Tocopilla														1	2		1																
24	R.Loa en Quillagua							1			1	15	16	51	14		2					28	40	1		1							1	
30	R.Siloli																																	
34	R.San Pedro en cam.Internac.														3	1			1				1											
38	R.San Pedro antes R.Loa														2	7		3	1									1			1			1
42	R.Toconce antes Represa D.O.S.													13	5	6		2					1											
43	R.Toconce en Represa D.O.S.														7	14		4					1			5								1
44	R.Toconce antes R.Salado														37	3		1	1															
49	R.Salado antes R.Toconce													8	3			2	1															1
49E	R.Salado antes R.Caspana														1			3	2															1
50	R.Salado en Represa Chilex														8	5	4		3	1							4							

T A B L A N° 115

HOYA:RIO LOA

PARAMETROS: As

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
2	R.Loa en Lequena														23		9					18		5								2	
6	R.Loa después Termas De Taira													2	3			3															
6A	Termas de Taira														1		2																
10	R.Loa antes R.San Pedro												8	2	4		3						1										
11	R.Loa después R.San Pedro												2										1										
12	R.Loa en Alcantarilla de Conchi												2	13	12		6					18		12								2	
14	R.Loa antes R.Salado												8	16	8		10				3		1		2							1	
15	R.Loa después Jta.R.Salado												7		6		2				1		1										
16	R.Loa en Angostura												2		5		4	1			1												
16B	R.Loa en Yalquincha																				1				4							2	
17	R.Loa en Escorial												8	17	15		7	11		1													
18	R.Loa en Calama													2				7				41	1										
19	R.Loa en Chintoraste											11		18			6																
19A	R.Loa en La Finca																3	1							5							2	
20	R.Loa antes R.San Salvador											12	4		14		3	1					1									1	
21	R.Loa después R.San Salvador												10	20	10		2						1										
22	R.Loa en cam.Chuqui-Tocopilla														1	2		1															
24	R.Loa en Quillagua											10		22	14		1					28	40									1	
30	R.Siloli															1		1					1										
34	R.San Pedro en cam.Internac.														2	7		3	1														
38	R.San Pedro antes R.Loa												2	5	6		2						1										
42	R.Toconce antes Represa D.O.S.														4	6		4					1		5							1	
43	R.Toconce en Represa D.O.S.														37	3		2	1														
44	R.Toconce antes R.Salado												7	3			2	2														1	
49	R.Salado antes R.Toconce														1		3	1														1	
49E	R.Salado antes R.Caspana												8				4																
50	R.Salado en Represa Chilex												8	3			3	1							4								

T A B L A N°116

HOYA:RIO LOA

PARAMETROS: B

N°	NOMERE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
2	R.Loa en Lequena													11	23			10					18		5							2	
6	R.Loa después Termas De Taira													11	3			3															
6A	Termas de Taira														1			2															
10	R.Loa antes R.San Pedro										1			10	3	3		6	1				1										
11	R.Loa después R.San Pedro													10									1										
12	R.Loa en Alcantarilla de Conchi										1			10	9	6	7	6				18		12								2	
14	R.Loa antes R.Salado									1	1		14	35	21	8	10	14	1		3		1		2							1	
15	R.Loa después Jta.R.Salado								1					15		6		2			1		1										
16	R.Loa en Angostura										1			8		5		4	1		1												
16B	R.Loa en Yalquincha										1										1				4							2	
17	R.Loa en Escorial													76	18	15		9	12		1												
18	R.Loa en Calama													8					7			40	1										
19	R.Loa en Chintoraste													16	18			6															
19A	R.Loa en La Finca																	7	1							5						2	
20	R.Loa antes R.San Salvador													63	1	14		5	1				1									1	
21	R.Loa después R.San Salvador													41	19	10		5					1										
22	R.Loa en cam.Chuqui-Tocopilla															1	2		1														
24	R.Loa en Quillagua									1	1			111	49	14		2				28	40	1								1	
30	R.Siloli																1			1			1										
34	R.San Pedro en cam.Internac.															2	7		3	1												1	
38	R.San Pedro antes R.Loa													12	5	6		2					1										
42	R.Toconce antes Represa D.O.S.															7	14		4				1		5							1	
43	R.Toconce en Represa D.O.S.															37	3		1	1													
44	R.Toconce antes R.Salado													8	3			2	2														
49	R.Salado antes R.Toconce															1		3	1														
49E	R.Salado antes R.Caspana													11		3		3															
50	R.Salado en Represa Chilex													8	3	4		3	1							4							

T A B L A N° 118

HOYA: RIO LOA

PARAMETROS: Fe

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
2	R.Loa en Lequena																							18		4							
6	R.Loa después Termas De Taira																																
6A	Termas de Taira																																
10	R.Loa antes R.San Pedro																							1									
11	R.Loa después R.San Pedro																							1									
12	R.Loa en Alcantarilla de Conchi																							18		11							
14	R.Loa antes R.Salado																							1		1							
15	R.Loa después Jta.R.Salado																							1									
16	R.Loa en Angostura																																
16B	R.Loa en Yalquincha																													3			
17	R.Loa en Escorial																1	9															
18	R.Loa en Calama																						9	1									
19	R.Loa en Chintoraste																																
19A	R.Loa en La Finca																												4				
20	R.Loa antes R.San Salvador																							1									
21	R.Loa después R.San Salvador																							1									
22	R.Loa en cam.Chuqui-Tocopilla																																
24	R.Loa en Quillagua																							1									
30	R.Siloli																							1									
34	R.San Pedro en cam.Internac.																																
38	R.San Pedro antes R.Loa																							1									
42	R.Toconce antes Represa D.O.S.																							1		4							
43	R.Toconce en Represa D.O.S.																																
44	R.Toconce antes R.Salado																																
49	R.Salado antes R.Toconce																																
49E	R.Salado antes R.Caspana																																
50	R.Salado en Represa Chilex																													3			

T A B L A N°121

HOYA: SALAR DE ATACAMA

PARAMETROS: $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , CO_4^- , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+

N°	NOMBRE ESTACION	AÑOS																															
		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83			
13	R.Sn.Pedro Atac.en Cuchabrache													23	13	4		2															1
21	R.Puritama en Huatin												2	3	8	6	2	2															1
22	R.Puripica en Huatin												2	5	11	4	2	3															
23	R.Vilama en Vilama														7	7	2	11															1
34	Qda.De Socaire											1																					1
1	R.Tatio antes R.Putana													1																			
2	R.Putana en Tatio													2																			
3	Vegas de Jauna											1	1																				
4	R.Jauna antes E.aguas calientes											1	1																				
4A	R.Jauna desp.E.aguas calientes													1																			
5	Esteró ag.calientes ant.R.Jauna											1	1																				
6	R.Jauna antes R.Putana											1	3																				
7	R.Putana antes R.Jauna											1	3																				
8	R.Jauna después R.Putana											1																					
9	R.Grande después R.Putana											1	4																				
10	R.Grande en Puente Río Grande											2	1																				
10A	R.Grande en el Pueblo																																
11	R.Salado en camino a Sn.Bartolo												2	2																			
11A	V.Afluente al R.Salado													1																			
11B	V.Afl.R.Salado 100m.S.Bartolo													1																			
11C	V.Afl.R.Salado 115m.S.Bartolo													1																			
11D	V.Afl.R.Salado 450m.S.Bartolo													1																			
12	R.Salado antes R. Grande											3		10																			
13A	R.Catarpe antes R.S.Pedro Atac.														1																		
13B	R.S.Pedro Atac.desp.R.Catarpe															2																	
14	R.Sn.Pedro de Atacama en Quito																														1		

