

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS
CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD

CUENCA DEL RIO ISLUGA

DICIEMBRE 2004

CADE-IDEPE
CONSULTORES EN INGENIERIA

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES	1
2.	RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	2
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar	2
2.2	Sistema Físico Natural.....	4
2.2.1	Clima	4
2.2.2	Geología y volcanismo	4
2.2.3	Hidrogeología.....	6
2.2.4	Geomorfología.....	7
2.2.5	Suelos	7
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del río Isluga	8
2.3.1	Flora terrestre y acuática	8
2.3.2	Fauna acuática	9
2.4	Sistemas Humanos.....	10
2.4.1	Asentamientos humanos	10
2.4.2	Actividades económicas	10
2.5	Usos del Suelo	11
2.5.1	Áreas silvestres Protegidas y Conservación de la Biodiversidad	11
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	12
3.1	Información Fluviométrica.....	12
3.2	Usos del Agua.....	12
3.2.1	Usos in – situ	13
3.2.2	Usos extractivos.....	14
3.2.3	Biodiversidad.....	14
3.2.4	Usos ancestrales.....	15
3.2.5	Conclusiones.....	15
3.3	Descargas a Cursos de Agua	18
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario	18
3.3.2	Residuos industriales líquidos	18

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.4	Datos de Calidad de Aguas	18
3.4.1	Fuentes de Información.....	18
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	19
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	21
4.1	Análisis de Información Fluviométrica.....	21
4.1.1	Análisis por estación	21
4.1.2	Conclusiones	22
4.2	Análisis de la Calidad de Agua	24
4.2.1	Selección de parámetros.....	24
4.2.2	Análisis de tendencia central.....	27
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE - IDEPE.....	30
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	31
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional.....	32
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	37
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	39
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal.....	39
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca.....	39
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	41
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	44
5.4.1	Conductividad eléctrica.....	46
5.4.2	Oxígeno disuelto (OD).....	46
5.4.3	RAS	46
5.4.4	Cloruros.....	47
5.4.5	Sulfatos.....	47
5.4.6	Boro.....	47
5.4.7	Cobre	48
5.4.8	Hierro	48
5.4.9	Manganeso	48
5.4.10	Aluminio.....	49

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.11	Arsénico.....	49
5.4.12	Estaño	49
5.4.13	Sólidos disueltos.....	50
5.4.14	Falencias de información.....	50
5.4.15	Conclusiones.....	50
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	51
6.1	Establecimiento de Tramos	51
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	52
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	56
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	57
7.1	Índice de Calidad de Agua Superficial.....	57
7.1.1	Antecedentes.....	57
7.1.2	Estimación del ICAS	57
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	58
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	58
7.3	Sistema de Información Geográfico.....	61
7.4	Referencias	61

ANEXOS

Anexo 3.1 :	Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Isluga
Anexo 3.2 :	Base de Datos Depurada (Archivo Magnético)
Anexo 4.1 :	Tendencia Central
Anexo 4.2 :	Base de Datos Integrada (Archivo Magnético)
Anexo 4.3 :	Mapa Potencial de Generación Acida
Anexo 6.1 :	Asignación de Clase Actual y Objetivo Cuenca del Río Isluga
Anexo 7.1:	Índice de Calidad Actual Cuenca del Río Isluga

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

Dentro de las cuencas endorreicas de la Alta Puna está la hoya del río Isluga, también conocido como Sitani o río Arabilla. Se desarrolla prácticamente en su totalidad en el Planalto Andino chileno y sólo una parte muy pequeña en Bolivia. La cuenca está ubicada en la I Región de Tarapacá y posee una extensión de 2.440 km² de la cual 2.295 km² quedan en Chile.

El río Isluga nace al pie del cerro Alpajeres (5.060 m), formándose a partir de la unión de dos esteros. Conserva un curso de dirección muy constante al este hasta vaciarse en la pequeña laguna Mucalliri, inmersa en los bofedales o champiales, como se denominan las vegas en la zona que rodean al salar de Coipasa, cumpliendo un recorrido de 54 km.

La subcuenca del río Cariquima suele ser incluida como parte de la cuenca del Isluga, aunque en estricto rigor desagua en el salar de Coipasa en forma independiente. En su parte alta, es conocido como río Grande.

Los cauces incluidos en el estudio son los siguientes:

- río Isluga
- río Cariquima
- río Grande
- río Sitani

Isluga

2.

2. RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA

2.1 Cartografía y Segmentación Preliminar

a) Cartografía

La cartografía utilizada en la cuenca del río Isluga incluye una amplia variedad de información vectorial la que procede de las siguientes fuentes:

- Bases cartográficas del SIGIRH, del MOP-DGA. Escala 1:50.000 / 250.000
- Bases del Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) de CONAMA.
- Bases del Catastro de Bosque Nativo de la CONAF, reclasificado por CONAMA.
- Sistema de Información Integrado de Riego (SIIR), de la Comisión Nacional de Riego (CNR.)

Dado que las fuentes de información son diversas y que se ha definido como parámetro de referencia el sistema desarrollado por la DGA, se ha aplicado el proceso de análisis establecido en la metodología. Además ha sido necesario verificar las codificaciones para generar la unión de bases de datos.

b) Segmentación preliminar

La segmentación adoptada en la cuenca del río Isluga es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en la lámina 1940-ISL-02.

Tabla 2.1: Segmentación adoptada en los cauces seleccionados de la Cuenca del río Isluga

CUENCA RIO ISLUGA					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
1041	Río ISLUGA	IS	1	1041 - IS - 10	NACIENTE	ENTRADA LAGUNA ARABILLA EN RIO ISLUGA
1041	Río ISLUGA	IS	2	1041 - IS - 20	ENTRADA LAGUNA ARABILLA EN RIO ISLUGA	SALIDA LAGUNA ARABILLA EN RIO ISLUGA
1041	Río SITANI	SI	1	1041 - SI - 10	SALIDA LAGUNA ARABILLA EN RIO ISLUGA	ENTRADA BOFEDAL ESCAPINA-USIGA
1041	Río SITANI	SI	2	1041 - SI - 20	ENTRADA BOFEDAL ESCAPINA-USIGA	SALIDA BOFEDAL ESCAPINA-USIGA
1041	Río SITANI	SI	3	1041 - SI - 30	SALIDA BOFEDAL ESCAPINA-USIGA	RIO SITANI FRENTE A PISIGA CHILE
1041	Río SITANI	SI	4	1041 - SI - 40	RIO SITANI FRENTE A PISIGA CHILE	LIMITE INTERNACIONAL CON BOLIVIA
1041	Río GRANDE	GR	1	1041 - GR - 10	NACIENTE	EST. CALIDAD RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA
1041	Río GRANDE	GR	2	1041 - GR - 20	EST. CALIDAD RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	CONFLUENCIA QDA. CASOXALLA
1041	Río CARIQUIMA	CA	1	1041 - CA - 10	CONFLUENCIA QDA. CASOXALLA	ENTRADA SALAR DE COIPASA
1041	Río CARIQUIMA	CA	2	1041 - CA - 20	ENTRADA SALAR DE COIPASA	LIMITE INTERNACIONAL CON BOLIVIA

Isluga

4.

2.2 Sistema Físico Natural

2.2.1 Clima

La cuenca del río Isluga, presenta dos tipos climáticos, estos son clima desértico marginal de altura y clima de estepa de altura.

- a) Clima Desértico marginal de altura: este tipo climático se localiza por sobre los 2.000 metros de altura, debido a ello las temperaturas son más atenuadas presentando una media anual de 10°C. En este subtipo aparecen las primeras lluvias que fluctúan entre 50 y 100 mm anuales, ellas se presentan en los meses de verano producto del invierno boliviano.
- b) Clima de estepa de altura: este subtipo climático predomina en el sector altiplánico de la cuenca por sobre los 3.000 metros de altura, la principal característica es el aumento de las precipitaciones que alcanzan a 300 mm de agua caída en el año.[Ref. 2.1]

Los montos de precipitación registrados por la estación pluviométrica de Colchane, localizada a 3.965 metros de altura, es de 134,4 mm/año.

La escorrentía superficial media anual registrada en el la cuenca, alcanzan valores no superiores a 20 mm/año. [Ref. 2.2]

2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del Isluga posee diversas formaciones rocosas, entre ellas destacan: [Ref. 2.3]

- Zona poniente de la cuenca: Rocas P3i, del tipo Volcánicas del Plioceno. Centros volcánicos; lavas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos a dacíticos, conos de piroclásticos y lavas basálticos a andesítico basáltica.

- Zona central de la cuenca: Rocas OM3, del tipo Volcánicas del Oligoceno-Mioceno. Secuencias y centros volcánicos intermedios a ácidos: lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas, andesíticas a riolíticas.
- Zona nor-oriental de la cuenca: Rocas Qa, del tipo sedimentaria del pleistoceno-holoceno. Depósitos aluviales, subordinadamente coluviales o lacustres: gravas, arenas y limos.

Rocas Ms3i, del tipo volcánica del mioceno superior. Centros y secuencias volcánicas lavas y domos, depósitos piroclásticos, andesíticos a dacíticos con intercalaciones aluviales, asociados a depósitos epitermales de Au-Ag.

Rocas Q3i, del tipo volcánicas del cuaternario. Estrato volcanes y complejos volcánicos; lavas basálticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcalinos.

- Zona oriente: Rocas MQs, del tipo sedimentaria del Mioceno-Cuaternario. depósitos evaporíticos sulfatos, cloruros, carbonatos y niveles diatríticos finos, localmente bórax y/o litio.

Rocas Qa, del tipo Sedimentaria del pleistoceno-holoceno. Depósitos aluviales, subordinadamente coluviales o lacustres: gravas, arenas y limos.

- Quebrada Aquilaxo: Rocas Q3i, del tipo volcánicas del cuaternario. Estrato volcanes y complejos volcánicos; lavas basálticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcalinos.

Existe influencia volcánica en esta cuenca por parte del volcán Isluga (Estrato volcán histórico, cuya última erupción se registra entre 1900 y 1963), que se ubica en la cuenca. [Ref. 2.4]

Isluga

6.

2.2.3 Hidrogeología

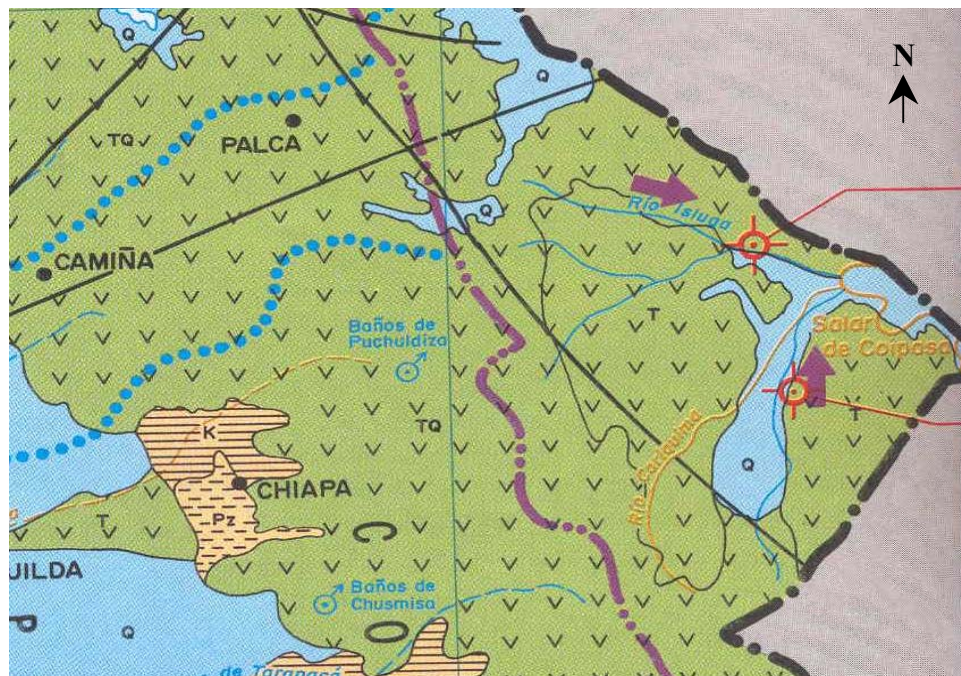
La cuenca hidrogeológica del río Isluga se extiende desde la latitud 18°50' hasta la latitud 19°25' sur.

La litología asociada a esta cuenca, está constituida mayoritariamente por rocas volcánicas fracturadas del período terciario y cuaternario, principal constituyente litológico del macizo Andino. En la depresión geomorfológica de la cuenca, se encuentran rellenos y depósitos no consolidados, en el límite con el territorio boliviano.

El acuífero drena totalmente hacia la frontera con Bolivia movilizándose hacia las depresiones altiplánicas.

Existe un pozo DGA ubicado contiguo al río Isluga a una profundidad de 5 metros caracterizado por una concentración de sólidos disueltos muy alta de 1.400 mg/L.

La figura 2.1 obtenida desde el Mapa Hidrogeológico de Chile de la DGA [Ref. 2.4] representa las características hidrogeológicas generales de la cuenca del río Isluga.



[Ref. 2.5]

**Figura 2.1: Características Hidrogeológicas de la cuenca del Río Isluga
(Escala 1:1.000.000)**

2.2.4 Geomorfología

La cuenca del río Isluga se encuentra ubicada por el norte desde la latitud 19°15' hasta los 19°20' por el sur, en el sector oriental de la I Región de Tarapacá. La cuenca está conformada por tres cauces importantes, el río Isluga, Sitani y río Grande.

El curso fluvial del río Isluga presenta orientación poniente – oriente hasta su desembocadura en el Salar de Coipasa emplazado en la república de Bolivia. Desde su nacimiento a los pies del volcán Isluga (5.000 metros de altitud aproximadamente) su curso se caracteriza por presentar terrazas fluviales muy escarpadas, con escurrimiento de tipo recto hasta la confluencia con el río Sitani. El relieve dominante en este sector, se caracteriza principalmente por las grandes elevaciones que presenta el macizo andino, destacando entre ellas el cerro Isluga (5.501 m s.n.m.), Cerro Fraile (4.944 m s.n.m.) y cerro Cabarray (5.869 m s.n.m.).

El río Sitani, prolongación fluvial del río Isluga, desemboca en el Salar de Coipasa. Este curso fluvial presenta idénticas características geomorfológicas que el cauce principal de la cuenca.

El cauce fluvial del río Grande, último de los escurrimientos importantes de la cuenca, posee orientación Sur – Norponiente en todo su trayecto. Desemboca al igual que los cauces anteriores en el Salar de Coipasa, presenta terrazas fluviales escarpadas y escurrimiento tipo recto. [Ref. 2.6]

2.2.5 Suelos

La cuenca del río Isluga, al igual que la cuenca del río Lauca, posee dos unidades taxonómicas correspondientes a suelos del orden Histosoles y Molisoles.

El tipo de suelo Histosol se encuentra alrededor de las quebradas, oasis y zonas húmedas en general. Generalmente se dan en la alta cordillera, sobre los 3.000 metros de altitud. Corresponden a suelos derivados de tejidos vegetales, se encuentran en los bofedales cuyos suelos orgánicos o minerales, muy estratificados, poseen altos contenidos de materia orgánica y elevada salinidad.

Los suelos del tipo Molisol son suelos en los que se han producido la descomposición y acumulación de grandes cantidades de materia orgánica que da origen a

Isluga

8.

humus rico en calcio. Esto implica que la descomposición se produce en el interior y no sobre el suelo. Por estas razones son características de zonas subhúmedas o semiáridas, con vegetación en pradera que asegura este aporte de materia orgánica en profundidad. [Ref. 2.7]

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del río Isluga

2.3.1 Flora terrestre y acuática

Para esta cuenca se han identificado dos formaciones vegetales:

- Estepa Alto-Andina Altiplánica: Geoforma que se extiende entre los 4.000 y los 5.000 m s.n.m, como una gran meseta dominada por montañas aisladas. Presenta una gran riqueza florística, organizada en diversas comunidades vegetales que corresponden a un patrón de distribución fundamental, determinado por el relieve y por la presencia de cursos de agua. Las asociaciones más características son: Paja brava – Tola del río (*Festuca orthophylla* – *Parastrephia lucida*); Paja Brava – Huaili (*Festuca orthophylla* – *Deyeuxia breviaristata*); Llaretilla (*Azorella compacta*); Queñoa (*Polylepis tarapacana*); Coba Paja Brava (*Parastrephia quadrangularis* - *Festuca orthophylla*) y Paquial (*Oxychloe andina*).
- Estepa Altoandina subdesértica: Formación vegetacional heterogénea, que se encuentra ubicada inmediatamente al sur del Altiplano, con la cual comparte muchos de sus elementos florísticos y parcialmente su geomorfología de extensas mesetas, aunque aquí son frecuentes las formas montañosas. La diferencia fundamental que permite delimitarla como unidad propia y diferente, está en la menor cantidad de precipitaciones que recibe, lo que provoca una fisonomía vegetal de carácter más árido, llegando a manifestar a ciertos lugares un aspecto de tipo desértico. Las asociaciones más características son: Llaretilla – ojo de agua (*Pycnophyllum molle* – *oxalis exigua*); Tola – Lampayo (*Baccharis incarum* – *Lampaya medicinalis*); Paja iro – Pata de pizaca (*Festuca chrysophylla* – *Fabiana bryoides*). [Ref. 2.8]

La flora acuática de la cuenca, es aquella identificada en la tabla siguiente:

Tabla 2.2: Flora Acuática río Isluga

Especie	Estado de conservación
<i>Deyeuxia curvula</i>	No listada
<i>Eleocharis sp.</i>	No listada
<i>Juncus sp.</i>	No listada
<i>Oxichloe andina</i>	No listada
<i>Distichia muscoides</i>	No listada
<i>Lilaeopsis lineata</i>	No listada
<i>Catabrosa verdermanni</i>	No listada
<i>Distichlis humilis</i>	No listada
<i>Carex sp.</i>	No listada
<i>Sarcocornia pulvinata</i>	No listada
<i>Scirpus atacamensis</i>	No listada
<i>Drabella sp.</i>	No listada
<i>Potamogeton strictum</i>	No listada
<i>Ranunculus sp.</i>	No listada
<i>Deschampsia caespitosa</i>	No listada
<i>Triglochin palustris</i>	No listada
<i>Festuca nardifolia</i>	No listada

2.3.2 Fauna acuática

En la siguiente tabla se incluyen aquellas especies identificadas en el cauce del río Isluga.

Tabla 2.3: Fauna íctica cuenca del río Isluga

Nombre Científico	Nombre Común	Estado de conservación
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Bagrecito	Peligro de extinción
<i>Orestias agassizi</i>	Corvinilla	Vulnerable
<i>Trichomycterus sp</i>	Bagre	Vulnerable

[Ref. 2.9], [Ref. 2.10], [Ref. 2.11][Ref. 2.12][Ref. 2.13][Ref. 2.14]

Isluga

10.

2.4 Sistemas Humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Isluga forma parte de la I Región de Tarapacá abarcando parcialmente la comuna de Colchane. La cuenca tiene una superficie de 229.500 Ha, equivalentes al 5% de la región.

Las localidades pobladas de mayor importancia en la cuenca, según el número de habitantes, son las siguientes:

Tabla 2.4: Población total cuenca del río Isluga

Nombre Asentamiento	Población Total (2002)	Población Total Urbana (2002)	Cauce asociado a Localidad
Colchane	1.649	0	Río Sitani
Isluga	ND	ND	Río Isluga
Pisiga	ND	ND	Río Sitani

ND: No disponible.

Los datos de población dada por el censo 2002 corresponden a datos a nivel comunal y no de ciudad.

[Ref. 2.15]

2.4.1 Asentamientos humanos

En la cuenca se han identificado un gran número de asentamientos humanos (total 49) clasificados en categoría de *aldeas* y *caseríos*, es decir, entidades rurales con menos de 1.000 habitantes.

La entidad rural identificada como más importante según el número de habitantes, corresponde a Colchane que posee un total de 1.649 habitantes al año 2002. Esta entidad se emplaza próximo al cauce del río Sitani, en el límite poniente del Salar de Coipasa. No posee población urbana. [Ref. 15]

2.4.2 Actividades económicas

Las actividades económicas principales de la cuenca son la actividad turística y ganadería camélida.

La cuenca del río Isluga se emplaza en un sector de la macrozona turística que engloba el área silvestre protegida Parque Nacional Volcán Isluga. Esta área constituye el principal atractivo turístico de la zona, ya sea por sus atractivos naturales como por sus atractivos culturales (recursos arqueológicos).

La presencia de bofedales en el sector altiplánico de la cuenca, constituye el asiento de la fauna existente en la zona, especialmente para los grupos de camélidos, que son el sustento de la principal actividad productiva desarrollada por los habitantes de la cuenca.

2.5 Usos del Suelo

En esta cuenca no se presentan usos de tipo minero, forestal ni urbano. Con respecto al uso de tipo agrícola, este comprende una superficie menor a 156,25 Ha. No se dispone de mayores antecedentes. [Ref. 2.16]

2.5.1 Áreas silvestres Protegidas y Conservación de la Biodiversidad

El Área bajo Protección Oficial perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplaza en la cuenca, corresponde al Parque Nacional Isluga. La superficie total abarcada por el Parque es de 48.302 Ha, equivalentes al 18% de la superficie total de la cuenca.

En la cuenca no existen Áreas de Conservación de la Biodiversidad. [Ref. 2.17], [Ref. 2.18].

Isluga

12.

3. ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS

3.1 Información Fluviométrica

La información utilizada para la realización del presente estudio hidrológico ha sido proporcionada por el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la Dirección General de Aguas. El detalle para la cuenca del río Isluga es el siguiente:

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Isluga

Nombre	Período de Registro
RÍO ISLUGA EN BOCATOMA	1995 – 2001
RÍO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	1994 – 1999

El régimen del río Isluga es pluvial, con sus mayores caudales en meses de verano producto de lluvias altiplánicas estivales. En el caso del río Cariquima, éste muestra sus mayores caudales en invierno, debido a lluvias invernales.

Debido a los cortos registros de ambas estaciones, menos de 6 años, no es posible realizar un análisis de frecuencia a los caudales medios mensuales, de manera que sólo se estudiará esta cuenca en base a los caudales medios, mínimos y máximos mensuales de cada estación para determinar el comportamiento general de ambas.

La estadística utilizada para la descripción hidrológica de la cuenca se encuentra en el anexo 3.1.

3.2 Usos del Agua

Las aguas superficiales presentes en una cuenca hidrográfica pueden ser utilizadas de distintas maneras. Se han diferenciado tipos de usos del agua, los cuales se han agrupado en usos in-situ, usos extractivos, usos para la biodiversidad y usos ancestrales.

Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).

- “Actualización Recursos Hídricos para reestablecimiento de derechos ancestrales indígenas I y II Regiones” AC Consultores.
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad I Región de Tarapacá”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP.
- “Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructuras de Aprovechamiento”, Ricardo Edwards – Ingenieros Ltda. para DGA, MOP octubre 1991.
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP enero 1996.

3.2.1 Usos in – situ

Los usos de agua in-situ corresponden a aquellos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua. A continuación se mencionan los usos in-situ en esta cuenca que se relacionan con la calidad del agua:

a) Acuicultura

La acuicultura es la actividad organizada por el hombre que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos, cualquiera sea su finalidad. Tratándose de las aguas continentales superficiales, corresponde a la Subsecretaría de Pesca informar sobre la existencia de zonas destinadas a la acuicultura. En este acápite se consideran sólo las actividades de acuicultura que se realizan en el cauce mismo (uso del agua in-situ). La acuicultura que se realiza fuera del cauce se incluye como uso extractivo de tipo industrial.

Para esta cuenca no existen zonas de acuicultura informadas por la Subsecretaría de Pesca.

b) Pesca deportiva y recreativa

Este uso es el que se destina a la actividad realizada con el objeto de capturar especies hidrobiológicas sin fines de lucro y con propósito de deporte, recreo, turismo o pasatiempo.

En esta cuenca no existen zonas donde se desarrolle esta práctica.

3.2.2 Usos extractivos

Los usos extractivos son los que se extraen o consumen en su lugar de origen. A continuación se mencionan los usos extractivos en esta cuenca que se relacionan con la calidad del agua:

a) Riego

El uso del agua para riego es aquel que incluye la aplicación del agua desde su origen natural o procedente de tratamiento. Se distingue riego irrestricto y restringido. El primero es el que contempla agua, cuyas características físicas, químicas y biológicas la hacen apta para su uso regular en cada una de las etapas de desarrollo de cultivos agrícolas, plantaciones forestales o praderas naturales. En el riego restringido, en cambio, la aplicación se debe controlar, debido a que sus características no son las adecuadas para utilizarlas en todas las etapas de cultivos y plantaciones. En este acápite, sin embargo, no se desagregan estas clasificaciones de riego porque no existen antecedentes para hacerlo.

En la cuenca del río Isluga existe una pequeña demanda de agua para riego. No se dispone de más información en relación al tema.

b) Captación para agua potable

El uso para la captación de agua potable es aquel que contempla la utilización en las plantas de tratamiento para el abastecimiento tanto residencial como industrial.

En la cuenca del Isluga no existen en la actualidad bocatomas para este uso.

c) Generación de energía eléctrica, actividad industrial, actividad minera

En la actualidad no se han detectado bocatomas para estos tipos de usos en la cuenca del Isluga.

3.2.3 Biodiversidad

La protección y conservación de comunidades acuáticas, a la que hace referencia el Instructivo, son abordadas en el presente estudio desde el punto de vista del

Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), de la Estrategia de Biodiversidad y algunos otros sitios de interés que pudieran sobresalir de la información recopilada (sitios CONAF, etc).

En la cuenca del Isluga existe un sitio que conforma el SNASPE:

- Parque Nacional Volcán Isluga: Una parte de éste se ubica dentro de la cuenca del río Isluga. Conserva una vegetación y fauna similar a la del Parque Nacional Lauca, con bosques de queñoa en las quebradas y praderas secas y húmedas compuestas por llaretas y matorrales y bofedales, respectivamente. Se puede observar fauna como el flamenco chileno y otra variedad de aves que habitan el lugar.

En la cuenca no existen sitios contemplados por la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad I Región de Tarapacá”.

3.2.4 Usos ancestrales

Para esta cuenca no se han detectado derechos de agua otorgados a comunidades indígenas.

Sin embargo, se estima que a futuro estén claramente establecidos los derechos otorgados por la DGA a las comunidades indígenas de las distintas etnias de la primera región. Esto de acuerdo al convenio DGA-Conadi, “Convenio Marco para la Protección, Constitución y Reestablecimiento de los derechos de Agua de Propiedad Ancestral de las Comunidades Aymaras y Atacameñas, 1987”, que responde al restablecimiento de los derechos ancestrales de agua.

En este informe se ha supuesto la localización de dichos derechos de agua, debido a que no se dispone de la información correspondiente. Para ellos se ha tomado como referencia el estudio elaborado por AC Consultores.

3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-ISL-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestran los cauces seleccionados para el presente estudio, con su respectiva segmentación y

Isluga

16.

los distintos usos asociados a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.2, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.2 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en él, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Tabla 3.2: Usos de agua por Segmento en la Cuenca del Isluga

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Isluga	1041-IS-10	■	■	•	■	■	■	■	•	•
	1041-IS-20	■	■	•	■	■	■	■	•	•
Río Sitani	1041-SI-10	■	■	•	■	■	■	■	•	
	1041-SI-20	■	■	•	■	■	■	■	■	•
	1041-SI-30	■	■	•	■	■	■	■	■	•
	1041-SI-40	■	■		■	■	■	■	■	■
Río Grande	1041-GR-10	■	■		■	■	■	■		•
	1041-GR-20	■	■		■	■	■	■		■
Río Cariquima	1041-CA-10	■	■		■	■	■	■		•
	1041-CA-10	■	■		■	■	■	■		■

* En esta columna se incluye sitios SNASPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

Isluga

18.

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Isluga, posee un total de 49 asentamientos humanos clasificados como *Aldeas o Caseríos* que no cuentan con sistema de alcantarillado ni agua potable. La cuenca no posee población urbana.

3.3.2 Residuos industriales líquidos

En esta cuenca no se han identificado establecimientos industriales que hagan uso de las aguas del cauce principal ni sus afluentes.

3.4 Datos de Calidad de Aguas

3.4.1 Fuentes de Información

Las fuentes de información utilizadas en este estudio para el análisis de la cuenca del río Isluga son las siguientes:

- a) Monitoreo de Calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1980-2002.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca del Isluga					
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Isluga					
En Puente (*)	SI	15	6	1998	1
En Bocatoma (*)	NO	33	20	1983-2001	19
Río Cariquima					
En Cariquima (*)	SI	34	20	1983-2001	22
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		NO	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

(*) Estaciones de monitoreo suspendidas

- b) Programa de Muestreo Puntual CADE–IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

Conforme al procedimiento metodológico para la aceptabilidad de los programas de monitoreo, corresponde validar automáticamente los datos de calidad de aguas contenidos en la red de monitoreos de la DGA. Sin embargo, se presenta la aplicación completa de la metodología para definir la Base de Datos Depurada (BDD).

Las etapas básicas para estructurar la BDD para la cuenca son las siguientes:

- Análisis de outliers

Cada vez que, en una estación de monitoreo, un registro o valor de un parámetro aparentemente difiere notoriamente del resto de los valores registrados, se procede a someter estos puntos discordantes al test de Dixon para la detección de outliers. Una vez realizado este proceso de revisión de la información existente en la cuenca del río Isluga, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,1 % de los datos. Todo esto permite confirmar la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca.

- Análisis de límites físicos

Los límites físicos para los diferentes parámetros contenidos en la red de monitoreo no se vieron sobrepasados, por lo que no se eliminaron datos producto de este análisis.

- Análisis de límites de detección (LD)

Una vez analizados los puntos anteriores, se procede a revisar, en cada estación de monitoreo, aquellos parámetros cuyo valor se repite permanentemente como resultado del análisis de laboratorio.

En la cuenca del río Isluga se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: cromo (<10 µg/l), molibdeno (<0.01 mg/l), níquel (<10 µg/l), selenio (<1 µg/l), cadmio (<10 µg/l) y plomo (<0.01 mg/l). Por lo tanto, estos parámetros no son posibles de considerar en posteriores análisis de la calidad del agua de la cuenca.

La Base de Datos Depurada que contiene la información disponible para análisis de la cuenca del río Isluga, se presenta en la forma de archivo digital en el anexo 3.2.

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del Isluga

- Río Isluga en Bocatoma

Se ubica en el río Isluga a 4000 m s.n.m.

En la figura 4.1 se presentan los caudales medios, mínimos y máximos mensuales de esta estación. Se puede observar que los caudales son bastante uniformes a lo largo de todo el año, salvo leves aumentos en los meses de verano, producto de lluvias estivales altiplánicas.

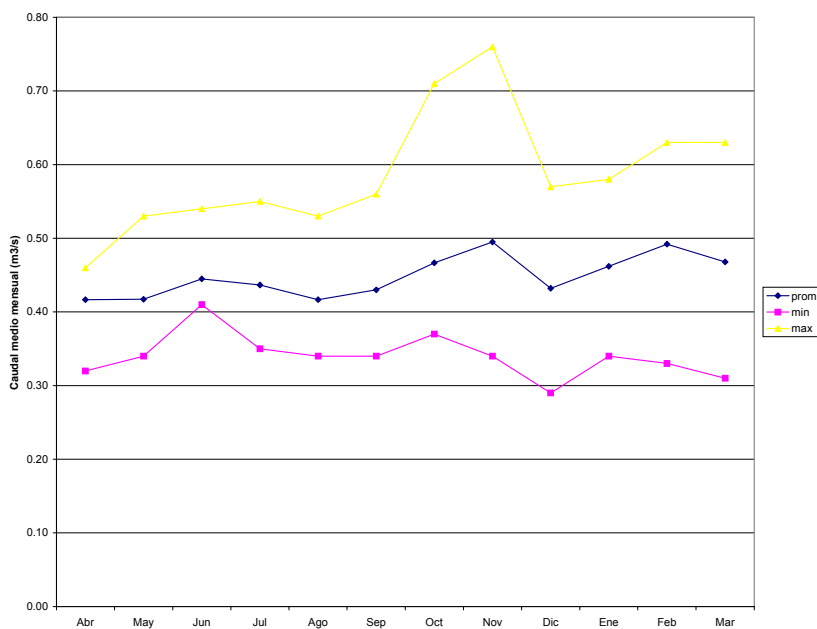


Figura 4.1: Caudales medios, mínimos y máximos de Isluga en Bocatoma

b) Subcuenca del Isluga

- Río Cariquima en Cariquima

Esta estación se ubica en el río Cariquima a 4000 m s.n.m.

En la figura 4.2 se presentan los caudales medios, mínimos y máximos mensuales. Se observa que los mayores caudales ocurren entre abril y agosto, producto de lluvias invernales. Los menores caudales ocurren entre octubre y diciembre.

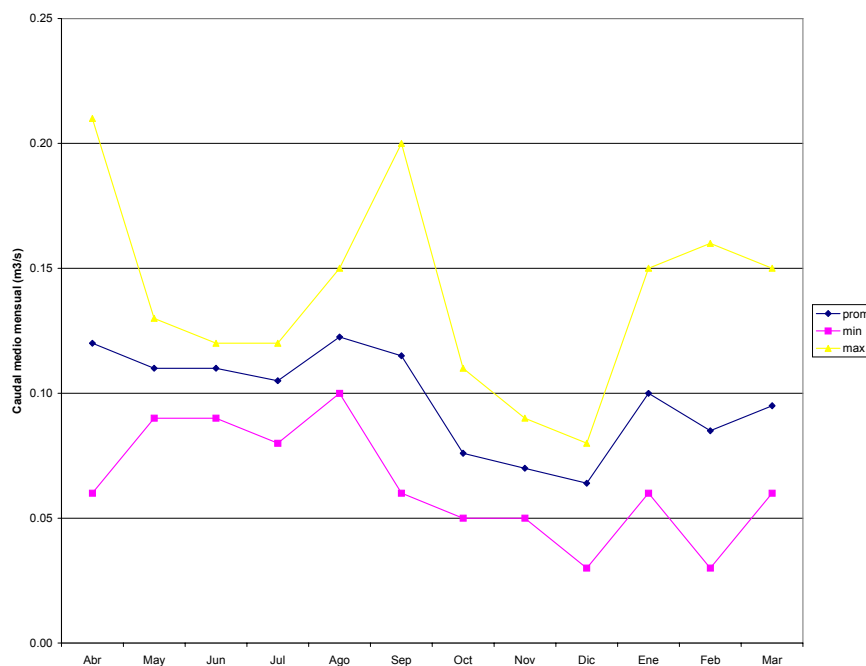


Figura 4.2: Caudales medios, mínimos y máximos de Cariquima en Cariquima

4.1.2 Conclusiones

De acuerdo al análisis realizado en el capítulo anterior se caracterizarán de manera general las subcuencas del río Isluga.

a) Subcuenca del Isluga

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Isluga, desde que nace de la reunión de dos esteros a los pies del cerro Alpajeres hasta su desembocadura en el salar de Coipasa, en Bolivia.

Presenta un régimen pluvial, con caudales muy uniformes a lo largo del año, sin variaciones importantes, salvo leves aumentos en los meses de verano, producto de lluvias estivales altiplánicas.

El período de menores caudales está dado por el trimestre de abril, mayo y junio.

b) Subcuenca del Cariquima

Corresponde a la superficie drenada por el río Cariquima, desde su nacimiento al pie del cerro Sojalla hasta su desembocadura en el salar de Coipasa, en territorio boliviano.

Se observa un régimen pluvial, producto de lluvias invernales. Los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, sin embargo en el resto del año se observan caudales bastante similares. Los menores ocurren entre octubre y diciembre.

El período de menores caudales está dado por el trimestre de octubre, noviembre y diciembre.

A continuación se muestra una tabla resumen con los períodos de estiaje para las distintas subcuencas de la cuenca del río Isluga.

Tabla 4.1: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Isluga

Nº	Subcuenca	Período Estiaje
1	Isluga	Abril – Mayo – Junio
2	Cariquima	Octubre – Noviembre – Diciembre

4.2 Análisis de la Calidad de Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

- Selección de parámetros
- Tendencia central
- Análisis por periodo estacional

4.2.1 Selección de parámetros

De acuerdo a la metodología establecida para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, corresponde seleccionar los parámetros a analizar. Los parámetros seleccionados están formados por: parámetros obligatorios y parámetros principales. Los parámetros obligatorios son 6 y siempre los mismos para todas las cuencas. Los parámetros principales son propios de cada cuenca, por ser significativos desde el punto de vista de la calidad de agua.

a) Parámetros obligatorios

Los parámetros obligatorios definidos son: conductividad, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

Para DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contiene registros.

b) Parámetros principales

Para seleccionar los parámetros principales se compara el valor que aparece, en el *Instructivo* como límite de la clase 0, con el valor máximo que alcanza el parámetro, incluyendo todos los registros de la Base de Datos Depurada (BDD).

En la tabla 4.2 se indica el rango máximo y mínimo de todos los parámetros del *Instructivo* que poseen datos registrados en la BDD. Aquellos sin datos se señalan como “s/i”. Todos los parámetros que tienen valores sobre el límite de la clase 0, señalados con “Si”, son seleccionados como parámetros principales para el análisis de la calidad de agua en esta cuenca.

Tabla 4.2: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Isluga

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	µS/cm	958	6250	<600	Obligatorio
DBO ₅	mg/L	s/í	s/I	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	s/í	s/I	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.1	12.4	>7.5	Obligatorio
pH	unidad	7.3	8.8	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	1.5	24.7	<2.4	Si
Sólidos disueltos	mg/L	s/í	s/I	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	s/í	s/I	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C	-	-	<0.5	No
INORGÁNICOS					
Amonio	mg/L	s/í	s/I	<0.5	No
Cianuro	µg/L	s/í	s/I	<4	No
Cloruro	mg/L	51.0	1081.3	<80	Si
Fluoruro	mg/L	s/í	s/I	<0.8	No
Nitrito	mg/L	s/í	s/I	<0.05	No
Sulfato	mg/L	275	738	<120	Si
Sulfuro	mg/L	s/í	s/I	<0.04	No
ORGANICOS		s/í	s/I		No
ORGANICOS PLAGUICIDAS		s/í	s/I		No
METALES ESENCIALES					
Boro	mg/l	<1	19	<0.4	Si
Cobre	µg/L	<10	40	<7.2	Si
Cromo total	µg/L	<10	<10	<8	No
Hierro	mg/L	0.06	3.75	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	<0.01	0.43	<0.04	Si
Molibdeno	mg/L	<0.01	<0.01	<0.008	No
Níquel	µg/L	<10	<10	<42	No
Selenio	µg/L	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	<0.01	<0.05	<0.096	No
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	0.01	1.68	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	0.005	0.150	<0.04	Si
Cadmio	µg/L	<10	<10	<1.8	No
Estaño	µg/L	s/í	s/I	<4	No
Mercurio	µg/L	<1	<1	<0.04	No
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
MICROBIOLOGICOS					
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/í	s/I	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/í	s/I	<200	No

De acuerdo a lo anterior, los parámetros seleccionados para el análisis de la calidad de agua en la cuenca son los siguientes:

Parámetros Obligatorios

- Conductividad Eléctrica
- DBO₅
- Oxígeno Disuelto
- pH
- Sólidos Suspendidos
- Coliformes Fecales

Parámetros Principales

- RAS
- Cloruro
- Sulfato
- Boro
- Cobre
- Hierro
- Manganeseo
- Aluminio
- Arsénico

De acuerdo al programa de muestreo puntual realizado por CADE–IDEPE (ver 4.2.5), los siguientes parámetros exceden la clase 0, de manera que también son considerados como parámetros seleccionados.

- Sólidos Disueltos Totales
- Fluoruro
- Coliformes Totales

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: níquel, selenio, zinc, color aparente, amonio, cianuro, nitrito y sulfuro.

No es posible realizar un análisis para los parámetros: cromo, molibdeno, cadmio, mercurio y plomo ya que su valor corresponde al límite de detección (LD) y es superior al valor de la clase 0.

4.2.2 Análisis de tendencia central

La tendencia central se expresa a través de la media móvil, filtro lineal destinado a eliminar variaciones estacionales. En la abcisa se representa el período de tiempo expresado en años y en la ordenada el valor del parámetro.

En el anexo 4.1 se presentan las figuras de tendencia central de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Isluga: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, hierro, manganeso, aluminio y arsénico.

En el caso de otros parámetros seleccionados, no se presentan gráficas de tendencia central porque no existen suficientes datos para realizar una serie de tiempo.

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.3.

Tabla 4.3: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO ISLUGA	
Conductividad Eléctrica:	
<u>Río Cariquima</u> : La tendencia central de la conductividad eléctrica presenta un comportamiento homogéneo en una serie de tiempo de dieciséis años, en un rango 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con una tendencia central plana en los últimos cuatro años con un valor de 3.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.	
<u>Río Isluga</u> : La conductividad eléctrica muestra una tendencia central plana en un valor de 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.	
Oxígeno Disuelto:	
<u>Río Cariquima</u> : En la serie de tiempo de quince años se observa hasta 1997 una tendencia plana en un valor de 6,5 mg/L, para aumentar a un valor de 7,4, presentando, hasta el término de la serie de tiempo, una tendencia central decreciente con un valor en 7,0 mg/L.	
<u>Río Isluga</u> : El comportamiento es disímil con un valor de la tendencia central de 8,5 mg/L en la serie de tiempo de dieciséis años.	
pH:	
<u>Río Cariquima</u> : Se observa un primer período, desde 1984 hasta 1990, con un comportamiento de la curva creciente – decreciente con valores de pH entre 7.6-7.9, luego se suspende la serie de tiempo y entre 1997-2002 se observa el mismo comportamiento anterior con un valor de la tendencia en 8,0.	
<u>Río Isluga</u> : La serie de tiempo es restringida a tres años 1998-2001 con un comportamiento decreciente en un valor de la tendencia central de 8,0.	
RAS:	
<u>Río Cariquima</u> : La serie de tiempo está interrumpida en el tiempo, se registran datos de 1983 a 1988, 1994 y desde 1998 a 2002, en la última serie se observa una tendencia plana en un valor de 14,0.	
<u>Río Isluga</u> : La serie de tiempo está interrumpida con un comportamiento constante con una tendencia central plana en un valor de 2,0.	

Tabla 4.3 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO ISLUGA
Cloruro :
<p><u>Río Cariquima</u>: El comportamiento de la tendencia central, en la serie de tiempo de cuatro años, es decreciente con un valor de 650 mg/L.</p> <p><u>Río Isluga</u>: La serie de tiempo está interrumpida en los últimos cuatro años la tendencia central es plana en un valor de 90 mg/L.</p>
Sulfato:
<p><u>Río Cariquima</u>: El comportamiento de la tendencia central, en la serie de tiempo de cuatro años, es plano con un valor de 450 mg/L.</p> <p><u>Río Isluga</u>: El comportamiento de la tendencia central, en la serie de tiempo de cuatro años, es plano con un valor de 400 mg/L.</p>
Boro:
<p><u>Río Cariquima</u>: El comportamiento es disímil, la tendencia central en la serie de tiempo de tres años es creciente con un valor de 14 mg/L.</p> <p><u>Río Isluga</u>: El comportamiento es constante, la tendencia central en la serie de tiempo de cuatro años, es plana con un valor de 2.0 mg/L.</p>
Cobre:
<p><u>Río Cariquima</u>: El comportamiento es disímil, la tendencia central en la serie de tiempo de cuatro años es decreciente con un valor de 15 µg/L.</p> <p><u>Río Isluga</u>: El comportamiento es disímil, la tendencia central en la serie de tiempo de cuatro años, es decreciente con un valor de 11.5 µg/L</p>
Hierro :
<p><u>Río Cariquima</u>: El comportamiento es constante desde 1997 en adelante, la tendencia central es creciente en la serie de tiempo de cinco años con un valor de 0.8 mg/L.</p> <p><u>Río Isluga</u>: La serie de tiempo es muy restringida, sólo se tienen valores desde 1999 con una tendencia decreciente con un valor 0.42 mg/L.</p>
Manganeso
<p><u>Río Cariquima</u>: Se observa un comportamiento constante con aumento del valor en la serie de tiempo de cuatro años con una tendencia central creciente con un valor de 0.24 mg/L.</p>

Tabla 4.3 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO ISLUGA	
<u>Río Isluga</u> : Se observa un comportamiento constante con una tendencia central plana en un valor de 0.07 mg/L.	
Aluminio:	
<u>Río Cariquima</u> : Se observa un fuerte aumento con un comportamiento constante en la serie de tiempo de cuatro años con una tendencia central creciente con un valor de 1,8 mg/L.	
<u>Río Isluga</u> : Se observa un aumento con un comportamiento constante en la serie de tiempo de cuatro años con una tendencia central creciente con un valor de 0.5 mg/L.	
Arsénico:	
<u>Río Cariquima</u> : Se observa un comportamiento disímil en una serie de tiempo alternada, en los últimos años de registro desde 1997 hasta el año 2001 el valor de la tendencia central es de 0.80 mg/L.	
<u>Río Isluga</u> : Se observa un comportamiento constante en un valor, la serie de tiempo se encuentra alterada, desde 1997 en adelante se observa una tendencia central plana en un valor de 0.10 mg/L.	

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE - IDEPE

Este programa está orientado a complementar la información existente en la base de datos disponible y considera tres aspectos claves: en primer lugar, la red actual de monitoreo existente está orientada a medir parámetros inorgánicos de tal modo que no se dispone de información orgánica; en segundo término, la información complementaria está enfocada a verificar la clase actual en algunos segmentos de los cauces seleccionados y en tercer lugar, se requiere contar con una información puntual en cauces en los cuales se carece de toda otra información. En el caso de esta cuenca, se han privilegiado las mediciones en dos puntos, con el fin de caracterizar al río Isluga propiamente tal y su tributario principal el Cariquima. Dado su escaso recorrido se muestrearon en una bocatoma y a la salida de un poblado, a la vez que coincide con la estación de calidad de la DGA.

Es importante señalar que el muestreo es puntual y, por lo tanto, debe considerarse como tal en cuanto a la validez y representatividad del resultado, siendo el objetivo principal de este monitoreo entregar orientaciones de parámetros inexistentes en la base de datos (nivel de información tipo 4), o bien datos que requieren ser corroborados.

Considerando ambos aspectos, en octubre 2003 se llevó a cabo el siguiente programa de muestreo:

Tabla 4.4: Programa de Muestreo Puntual de CADE-IDEPE

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
1041SI20	Río Isluga en Bocatoma	Estación de Monitoreo Susp.	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
1041GR10	Río Cariquima en Cariquima	Estación de Monitoreo Susp.	

4.2.4 Base de Datos Integrada (BDI)

Para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, se establece la denominada *Base de Datos Integrada* (BDI), la cual contiene datos recopilados de monitoreos o muestreos realizados a la fecha (información de nivel 1 al nivel 3), datos del Programa de Muestreo Puntual realizado por CADE-IDEPE durante el desarrollo de la presente consultoría (información nivel 4) y estimaciones teóricas (información nivel 5) de los parámetros obligatorios DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, en caso de carecer de información de nivel superior. El método de cálculo de estos parámetros se presenta en la Sección II del Informe Final, la cual está destinada a presentar la metodología general del estudio.

En forma específica, se ha considerado lo siguiente:

- En el caso de disponer de un número de registros > 10 por período estacional, se procede a calcular el percentil 66%, lo que equivale según la metodología a información de nivel 1.
- Cuando se dispone de un número de registros entre 5 y 10 por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, lo que equivale a información de nivel 2 y se representa en las tablas de calidad del agua por el valor entre paréntesis. (ejemplo OD = (10,5))
- Si sólo se dispone de un número menor que 5 registros por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, que equivale a información de nivel 3 y se representa en las tablas de calidad del agua por el valor entre dos paréntesis. (ejemplo OD = ((10,5)))

Isluga

32.

En el caso de la cuenca del río Isluga la información que compone la BDI es la siguiente:

- Información DGA: nivel 1, 2 y 3 para los períodos estacionales de invierno, verano, primavera y otoño.
- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4
- Información estimada por el consultor: Nivel 5

Para la cuenca del río Isluga, la Base de Datos Integrada (BDI) se presenta en la forma de archivo digital en el anexo 4.2.

4.2.5 Procesamiento de datos por período estacional

En este acápite se realiza el análisis de los parámetros de calidad de agua por periodo estacional: verano, otoño, invierno y primavera.

De acuerdo al nivel de calidad de la información disponible en cada período estacional, se procede a calcular para los parámetros seleccionados en esta cuenca el valor característico de cada uno de ellos.

Para la información proveniente de la DGA, en la tabla 4.5 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Isluga, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

**Tabla 4.5: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Isluga.
Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica (µS/cm)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((3521,3))	4	(2864,6)	4	(3399,3)	4	(4135,3)	4
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((1275,3))	2	((1254,3))	2	(1149,3)	2	((1115,5))	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((7,6))	0	((7,6))	0	((5,9))	2	((7,0))	2
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((6,6))	2	((9,8))	0	((7,4))	2	((8,4))	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	pH							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((7,5))	0	((7,8))	0	(8,2)	0	(8,2)	0
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((8,1))	0	((7,9))	0	(7,9)	0	(8,2)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	RAS							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((12,0))	4	(11,0)	4	(14,9)	4	(15,7)	4
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((2,1))	0	((2,1))	0	(1,8)	0	((1,8))	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cloruro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((605,7))	4	(485,6)	4	(702,2)	4	(759,4)	4
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((89,3))	1	((82,9))	1	(67,7)	0	((71,2))	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sulfato (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((412,2))	2	(363,9)	2	(438,0)	2	(556,2)	3
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((402,1))	2	((397,5))	2	(369,2)	2	((408,9))	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Boro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((16,3))	4	((13,2))	4	((15,2))	4	(11,8)	4
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((3,1))	4	((2,6))	4	((1,8))	4	((1,2))	4

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((<10))	<2	((18))	2	((19))	2	(18)	2
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((<10))	<2	((13))	2	((14))	2	((9))	1

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((1,3))	2	((0,3))	0	(1,2)	2	(0,4)	0
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((0,6))	0	((0,6))	0	(0,3)	0	((0,3))	0

Tabla 4.5 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Isluga. Información DGA

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((0,33))	4	((0,31))	4	((0,29))	4	((0,10))	2
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((0,09))	2	((0,04))	1	((0,09))	2	((0,07))	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((5,2))	4	((2,8))	3	((1,6))	3	((0,6))	2
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((0,6))	2	((0,5))	2	((0,6))	2	((0,4))	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Arsénico (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	((1,0))	4	(0,8)	3	(0,8)	3	(0,7)	3
RIO ISLUGA EN BOCATOMA	((0,1))	3	((0,1))	3	(0,1)	3	((0,1))	3

Durante el mes de octubre del presente año (primavera 2003), con el fin de completar la información existente de la cuenca y corroborar la asignación de clase propuesta, se llevó a cabo el Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE (información nivel 4) informado en el capítulo 4.2.3. A continuación se presenta el resultado de los análisis para la cuenca del río Isluga.

Tabla 4.6: Calidad de Agua Cuenca del Isluga Muestreo Puntual de CADE-IDEPE primavera 2003

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	<1.5	0
Río Cariquima en Cariquima	<1.5	0

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	5	0
Río Cariquima en Cariquima	10	0

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	917	2
Río Cariquima en Cariquima	2600	4

**Tabla 4.6 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Isluga
Muestreo Puntual de CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	<10	0
Río Cariquima en Cariquima	<10	0

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	0.05	0
Río Cariquima en Cariquima	0.06	0

Punto de Muestreo	Cianuro (\square g/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	<3	0
Río Cariquima en Cariquima	<3	0

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	0.7	0
Río Cariquima en Cariquima	1.1	2

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	<0.01	0
Río Cariquima en Cariquima	<0.01	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	<0.01	0
Río Cariquima en Cariquima	<0.01	0

Punto de Muestreo	Estaño (\square g/L)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	<10	<2
Río Cariquima en Cariquima	<10	<2

**Tabla 4.6 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Isluga
Muestreo Puntual de CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	800	1
Río Cariquima en Cariquima	1.6e3	2

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Isluga en Bocatoma	5000	2
Río Cariquima en Cariquima	1.6e3	1

Al realizarse el programa de muestreos, se verificó una inconsistencia en el Instructivo, respecto a los límites de la Clase de excepción y la metodología de análisis de ciertos parámetros de calidad. Esta inconsistencia consiste en que los límites de detección de esas metodologías de análisis no pueden llegar a los valores límites de la clase de excepción. Por lo tanto, los siguientes parámetros: plomo (Pb), hidrocarburos totales (HC), mercurio (Hg) y estaño (Sn), no pueden ser clasificados en clase de excepción.

En la tabla antes presentada, se han incluido los resultados entregados por el laboratorio externo contratado para llevar a cabo los análisis. En los casos en que el límite de detección analítico es superior al valor correspondiente a la clase de excepción, correspondería verificar si existe otra metodología de análisis, o bien redefinir el valor a fijar en la clase de excepción. Por otra parte, cuando el análisis de laboratorio entrega un valor en límite de detección analítico que se encuentra entre los límites definidos para dos clases de calidad, por el momento sólo es posible señalar que el parámetro podría ser clasificado en una clase de calidad “menor” a aquella correspondiente al límite superior entre ambas. Por ejemplo, a una concentración de estaño de $< 20 \mu\text{g/l}$ se le debería asignar, tal como está definido actualmente el Instructivo, una clase de calidad < 2 . Se estima que, en casos como éste, el Instructivo debería definir un criterio de modo tal que fuese posible asignar siempre una clase de calidad en particular y no dejar su clasificación sin definir.

4.3 Factores Incidentes en la Calidad del Agua

El análisis de los factores incidentes que afectan la calidad del agua se realiza mediante una tabla de doble entrada en la cual se identifica en la primera columna el segmento en estudio, mediante la estación de calidad asociada y su código. La segunda identifica los factores tanto naturales como antropogénicos que explican los valores de los parámetros contaminantes. La tercera identifica aquellos parámetros seleccionados que sobrepasan la clase de excepción del Instructivo asociados al segmento correspondiente y de los cuales se dispone de información ya sea proveniente de la red de monitoreo de la DGA y/o de muestreos puntuales realizados por otra entidad. La última columna fundamenta y particulariza los factores incidentes.

La Tabla 4.7 explica los factores incidentes en la cuenca del río Isluga.

Tabla 4.7: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Isluga

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Cariquima en Cariquima 1041-GR-10	Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la cuenca Concentración de compuestos debido a la evaporación Lixiviación de compuestos de origen volcánicos	No se registran actividades antrópicas de importancia	CE, OD, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Cu, Fe, Mn, Al, As, SD, F ⁻ , Sn Posiblemente CF, CT, DBO_5	<ul style="list-style-type: none"> • Formaciones geológicas correspondientes a rocas volcánicas fracturadas, compuesta por coladas, tobas y brechas andesíticas con intercalaciones de sedimentos clásticos continentales, ignimbritas, riolíticas y dacíticas, correspondiente a los períodos Terciario y Cuaternario • Litología: Formaciones geológicas correspondientes a rocas volcánicas fracturadas, compuesta por coladas, tobas y brechas andesíticas con intercalaciones de sedimentos clásticos continentales, ignimbritas, riolíticas y dacíticas, correspondiente a los períodos Terciario y Cuaternario • Clima: Alta radiación Solar. Altitud favorece que el agua se encuentre en estado gaseoso
Río Isluga en Bocatoma 1041-SI-20	Afloramientos de aguas termales Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la cuenca Concentración de compuestos debido a la evaporación Lixiviación de compuestos de origen volcánicos	Actividad turística	CE, OD, Cl, SO_4^{-2} , B, Cu, Mn, Al, As, SD, Sn Posiblemente CF, CT, DBO_5	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrogeología: Existencia de Termas • Parque Nacional Volcán Isluga • Clima: Alta radiación Solar. Altitud favorece que el agua se encuentre en estado gaseoso • Litología: Formaciones geológicas de rocas volcánicas fracturadas

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

Para el análisis de la calidad de agua en el cauce principal, río Isluga, en la cuenca de éste se cuenta sólo con una estación de monitoreo, que es:

- Río Isluga en Bocatoma

Debido a la existencia de esta única estación de monitoreo en el río Isluga, no es posible analizar el perfil longitudinal de la calidad de agua en relación a los parámetros seleccionados que exceden la clase 0 en esta cuenca, para los cuatro períodos estacionales.

5.2 Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual en los ríos seleccionados de la cuenca del río Isluga presentada por grupos de parámetros y por parámetro según el *Instructivo*. Este análisis esta basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

Tabla 5.1: Análisis de los Parámetros de Calidad Actual



CUENCA RÍO ISLUGA
Parámetros físicos- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO₅, Color, OD, pH, RAS, SDT, SST.
<u>CE</u> : En los ríos Isluga y Cariquima no se observa variación estacional con valores en clase 2 y 4 respectivamente. 
<u>DBO₅</u> : El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en los ríos Isluga y Cariquima.
<u>Color Aparente</u> : El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en los ríos Isluga y Cariquima.
<u>SDT</u> : El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 2 en el río Isluga y a la clase 4 en el río Cariquima.
<u>SST</u> : El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en los ríos Isluga y Cariquima.
<u>OD</u> : En el río Isluga no se observa variación estacional entre invierno-primavera y otoño-verano con valores en clase 2 y 0 respectivamente. El río Cariquima tampoco presenta variación entre invierno-otoño y primavera-verano con valores en clase 0 y 2 respectivamente. 

Tabla 5.1 (Continuación) : Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

CUENCA RÍO ISLUGA	
<p><u>pH</u>: Todos los valores están asignados a la clase 0.</p> <p><u>RAS</u>: En todos los ríos no se observa variación estacional con valores en clase 0 para el río Isluga y clase 4 para el río Cariquima.</p>	<p>■</p> <p>■</p>
Inorgánicos (IN) : NH_4^+, CN^-, Cl^-, F^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, S^{2-}	
<p><u>Cl⁻</u> : En el río Isluga los niveles de concentración son similares entre invierno-otoño y primavera-verano con valores en clase 1 y 0 respectivamente. En el río Cariquima no se observa variación durante el año con valores en clase 4.</p> <p><u>SO₄²⁻</u>: Todos los valores se encuentran asignados a la clase 2, a excepción del río Cariquima en verano en clase 3.</p> <p><u>NH₄⁺</u>: El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en los ríos Isluga y Cariquima</p> <p><u>CN⁻</u>: El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en los ríos Isluga y Cariquima</p> <p><u>F⁻</u>: El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en el río Isluga y a la clase 2 en el río Cariquima.</p> <p><u>NO₂⁻</u>: El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 0 en los ríos Isluga y Cariquima</p> <p><u>S²⁻</u> : Sin información.</p>	<p>■</p> <p>■</p> <p>■</p> <p>■</p> <p>■</p> <p>■</p> <p>■</p>
Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno	
<p>No se dispone de información para los parámetros orgánicos.</p>	<p>■</p> <p>■</p>
Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.	
<p>No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.</p>	
Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn	
<p><u>B</u>: Todos los valores se clasifican en clase 4.</p> <p><u>Cu</u>: Los ríos Isluga y Cariquima tienen valores asignados a la clase 2, excepto río Isluga en verano en clase 1.</p> <p><u>Cr_{total}</u>: Los valores están en límite de detección superior al de la clase 0, lo cual no permite análisis.</p> <p><u>Fe</u>: El río Isluga presenta todos sus valores en clase 0. En el río Cariquima no se observa variación estacional entre invierno-primavera y otoño-verano con valores en clase 2 y 0 respectivamente.</p>	<p>■</p> <p>■</p> <p>■</p> <p>■</p>

Tabla 5.1 (Continuación) : Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

CUENCA RÍO ISLUGA
<p>Mn: En los ríos Isluga y Cariquima no se observa variación durante el año con valores en clase 2 y 4 respectivamente, a excepción del río Isluga en otoño y Cariquima en verano.</p> <p>■</p> <p>Mo: Los valores están en límite de detección superior al de la clase 0, lo cual no permite análisis.</p> <p>■</p> <p>Ni, Se, Zn: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p> <p>■</p>
<p>Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</p> <p>■</p> <p>Al: En el río Isluga no se observa variación durante el año con valores en clase 2. El río Cariquima presenta sus niveles de concentración similares entre otoño y primavera en clase 3. El valor máximo se observa en invierno en clase 4.</p> <p>■</p> <p>As: Todos los valores están asignados a la clase 3, excepto río Cariquima en invierno en clase 4.</p> <p>Cd, Hg y Pb: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p>Sn: El valor del muestreo puntual en primavera permite decir que el valor esta asignado a una clase inferior a la clase 2.</p> <p>■</p>
<p>Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT</p> <p>■</p> <p>CF: El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 1 en el río Isluga y a la clase 2 en el río Cariquima.</p> <p>■</p> <p>CT: El valor del muestreo puntual en primavera esta asignado a la clase 2 en el río Isluga en la estación Bocatoma y en el río Cariquima solo podemos afirmar que pertenece a la clase 1.</p>

5.3 Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca

El análisis realizado en los acápites anteriores permite elaborar la tabla 5.2, en la cual se clasifican los distintos parámetros de calidad según la clase del *Instructivo* a la que pertenecen en un segmento específico de los ríos seleccionados en la cuenca.

Esta tabla integra todos los niveles de información disponibles. Esto implica que en el futuro, en la medida que se vaya extendiendo y mejorando la información de algunos parámetros la clase asignada para ellos podría sufrir modificaciones.

Para la asignación de clases se utiliza la información de mejor nivel (la de niveles inferiores se emplea como verificación).

Teniendo en cuenta lo anterior, el criterio de asignación es el siguiente:

- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 1, se utiliza el valor correspondiente al percentil 66% para el período estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el período estacional más desfavorable
- Respecto a aquellos parámetros que fueron incluidos en el programa de muestreo de CADE-IDEPE y que no cuentan con información de nivel superior (niveles 1 a 3), se utilizan los datos puntuales obtenidos (información nivel 4). Para la cuenca del río Isluga, estos parámetros son: DBO₅, color, SD, SST, NH₄⁺, CN⁻, F⁻, S²⁻, NO₂⁻, Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la *Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada*.
- Cuando se dispone de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual
Tabla.5.2a: Cauce Principal - Río Isluga

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetros con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Isluga en bocATOMA	1041SI20	pH, RAS, Fe, Ni, Se, Zn, DBO ₅ , color aparente, CN ⁻ , SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻	Cl, CF	CE, OD, SO ₄ ⁻² , Cu, Mn, Al, SD, CT	As	B	Cr, Mo, Cd, Hg, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera : DBO ₅ , color aparente, SST, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , CF, CT.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Isluga: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, RAS, Cloruro, Sulfato, Boro, Cobre, Cromo total, Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Sólidos Disueltos, Cianuro, Fluoruro, Estaño, Coliformes Totales.

Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Cariquima

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetros con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Cariquima en Cariquima	1041GR10	pH, Ni, Se, Zn, DBO ₅ , color aparente, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻	CT	CF, OD, Cu, Fe, F ⁻	SO ₄ ⁻²	CE, SS, RAS, Cl, B, Mn, Al, As, SD	Cr, Mo, Cd, Hg, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera : DBO ₅ , color aparente, CF, CT, SST, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻

- Todos los cauces seleccionados en la cuenca poseen información.

5.4 Calidad Natural y Factores Incidentes

En la Tabla 5.3 se identifican los parámetros que exceden la clase 0 en los diferentes cursos de agua de la cuenca del río Isluga, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.5.

Tabla 5.3: Valores estacionales máximos de los parámetros en la cuenca del río Isluga

Estación	Segmento	CE ($\mu\text{S/cm}$)	OD (mg/L)	RAS	Cl (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	B (mg/L)	Cu ($\mu\text{g/L}$)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Sn (mg/L)	SD (mg/L)	Al (mg/L)	As (mg/L)
Río Cariquima en Cariquima	1041-GR-10	(4135,3)	((5,9))	(15,7)	(759,4)	(556,2)	((16,3))	((19))	((1,3))	((0,33))	10	2600	((5,2))	((1))
Río Isluga en Bocatoma	1041-SI-20	((1275,3))	((6,6))		((89,3))	((408,9))	((3,1))	((14))		((0,09))	10	917	((0,6))	((0,1))

Fuente: Elaboración propia

s/i: sin información

Valores sin paréntesis: Percentil 66% (información nivel 1); Valores con 1 paréntesis: Promedios (información nivel 2)

Valores con 2 paréntesis: Promedios (información nivel 3)

Isluga

46.

A continuación se analizarán las causas que originan la existencia de los parámetros que exceden la clase de excepción, considerando los factores particulares que inciden en la calidad de las aguas de la cuenca del río Isluga.

5.4.1 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica detectada presenta valores comprendidos entre 1116 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Est. DGA Río Isluga en bocatoma – verano) a 4135 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima –verano). Estos valores sin embargo no presentan problemas para que el agua sea utilizada en riego.

El origen de este fenómeno se debe a la disolución y lixiviación de la gran cantidad de sales minerales y metales presentes en el suelo y la litología de la cuenca, la que se caracteriza por tener rocas de origen volcánicas fracturadas.

Adicionalmente la alta radiación solar que existe a esta latitud y la altura (4.000 m s.n.m.), permiten una elevada evaporación de agua, lo que origina un aumento de la concentración de iones y otros parámetros de calidad.

5.4.2 Oxígeno disuelto (OD)

Los valores de OD procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 5,9 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima – primavera) a 9,8 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - primavera), estos infringen la clase de excepción en aproximadamente 29%.

En general el Isluga presenta valores aceptables de oxígeno disuelto, que permite el desarrollo de especies acuáticas andinas. Sin embargo, la atmósfera a esta altitud es pobre en oxígeno, por lo cual la capacidad de difusión al agua se reduce bastante.

5.4.3 RAS

Los valores de RAS procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 1,8 (Est. DGA Río Isluga en bocatoma-verano) a 15,7 (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - verano).

El aumento del RAS se debe a los motivos similares a los indicados con mayor detalle en el punto 5.4.1.

5.4.4 Cloruros

Los valores de cloruros procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 67,7 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - primavera) a 760 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - verano).

El aumento del cloruro se debe a los motivos indicados con mayor detalle en el punto 5.4.1.

5.4.5 Sulfatos

Los valores de sulfatos procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 364 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - otoño) a 556 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - verano).

El origen de este parámetro se debe a la existencia de rocas sedimentarias constituidas por evaporitas (yesos y boratos), las cuales por procesos de disolución y lixiviación aportan constantemente sulfatos en la cuenca. En la parte alta el volcanismo es un factor importante en el aporte de sulfatos constituyente de las coladas, tobas y brechas fracturadas del maciso andino.

5.4.6 Boro

Los valores de boro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 1,2 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - invierno) a 16,3 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - verano).

En la parte alta de la cuenca se encuentran suelos salados que constituyen evaporitas con alto contenido de – bórax y ác. bórico -, los cuales hacen aportes importantes al río Isluga y tributarios.

Adicionalmente existe surgencias de aguas geotermales, que aportan compuestos de boro a las aguas superficiales.

5.4.7 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 9 $\mu\text{g/L}$ (Est. DGA Río Isluga en bocatoma -verano) a 19 $\mu\text{g/l}$ (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - primavera), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 164%.

El origen de este parámetro es la lixiviación superficial y volumétrica de metales presentes en la litología –rocas volcánicas fracturadas de coladas, tobas y brechas. Adicionalmente existe un contacto napa río con intercambio de aguas subterráneas y superficiales.

5.4.8 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,3 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - primavera) a 1,3 mg/L (Est DGA Río Cariquima en Cariquima - invierno).

El origen de este parámetro es la lixiviación natural de gran cantidad de sales y metales presentes en la litología de la cuenca, la que se caracteriza por tener rocas de origen volcánico fracturadas.

5.4.9 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,04 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - otoño) a 0,33 mg/L (Est DGA río Cariquima en Cariquima - invierno).

La aparición del manganeso se debe a tres fenómenos independientes: lixiviación de las rocas volcánicas de la alta cordillera, las actividades mineras desarrolladas en la cuenca y el afloramiento de napas subterráneas en distintas secciones de la cuenca, en las cuales los acuíferos asociados a las secciones recargan los cursos superficiales.

5.4.10 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,04 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - verano) a 5,2 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - invierno), estos superan la clase 0 de excepción en aproximadamente 7.328%.

El origen de este parámetro es volcánico – arcillas, aluminio silicatos -. Los aumentos puntuales de la concentración de aluminio se producen generalmente durante el derretimiento de nieves. Por otra parte, dado que la cantidad de aluminio insoluble en suelos es grande, cambios muy pequeños en las condiciones del suelo (lluvias levemente ácidas) pueden llevar a incrementos relativamente grandes en aguas naturales cercanas.

5.4.11 Arsénico

Los valores de arsénico procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,1 mg/L (Est. DGA Río Isluga en bocatoma - invierno) a 1 mg/L (Est. DGA Río Cariquima en Cariquima - invierno).

El origen de este parámetro es la lixiviación superficial de sales y metales presentes en la litología de la cuenca, la cual se ve acrecentada por el grado de fraccionamiento de las rocas volcánicas.

5.4.12 Estaño

Los valores de estaño procedentes del muestreo (Octubre 2003) indicaron valores por sobre la clase de excepción en las dos estaciones muestreadas que son mayores de 10 µg/L.

Si bien estos valores no son representativos del comportamiento del estaño en la cuenca, dan indicios de la existencia de este elemento en los cursos de agua, dichos valores tendrían origen natural por lixiviación de las rocas volcánicas fracturadas existentes en la geología de la cuenca.

Isluga

50.

5.4.13 Sólidos disueltos

Los valores de sólidos disueltos procedentes del muestreo realizado en el río Isluga se encuentran, entre 917 a 2.600 mg/L.

La presencia está ligada muy fuertemente a la conductividad eléctrica explicada con anterioridad en el punto 5.4.1.

5.4.14 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del Isluga se hace imprescindible continuar con el programa de monitoreo de la Dirección General de Aguas.

El muestreo realizado demostró que el estaño y el fluoruro se encuentran presentes en los dos cursos muestreados. Para poder valorar su presencia con más detalle se deberán agregar estos parámetros en el programa de monitoreo futuro.

5.4.15 Conclusiones

La calidad natural del agua superficial de la cuenca está influenciada fuertemente por las siguientes características que explican la calidad natural del río Isluga y sus tributarios:

- La calidad natural de la cuenca del río Isluga varía de buena a mala, observándose principalmente gran concentración de metales y iones.
- La calidad natural es muy similar a la actual.
- No se identifican factores antrópicos que interfieran en la calidad de las aguas de la cuenca.
- La alta radiación solar y la altura contribuyen de manera activa a los fenómenos de concentración.
- La edafología interviene de manera considerable en las características de salinidad de las aguas.

6. PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS

6.1 Establecimiento de Tramos

Como se definió en la metodología, la unidad básica para la definición de la red fluvial es el segmento. De esta manera, toda la Base de Datos de la cuenca está referenciada a los segmentos.

La segmentación preliminar de la cuenca del río Isluga fue presentada en el capítulo 2. En este capítulo se presentan los tramos, los cuales se forman por la sumatoria de segmentos adyacentes de calidad similar. El tramo se caracteriza por tener una misma clase de calidad objetivo a lo largo de toda su extensión.

En la siguiente tabla se presentan los tramos utilizados en la caracterización de calidad de los cauces de la cuenca.

Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del Isluga

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Río Isluga	1041IS10	IS-TR-10	Desde: Naciente río Isluga Hasta: Salida de la laguna Arabilla en el río Isluga
	1041IS20		
Río Sitani	1041SI10	SI-TR-10	Desde: Salida de la laguna Arabilla en el río Isluga Hasta: Límite internacional con Bolivia
	1041SI20		
	1041SI30		
	1041SI40		
Río Grande	1041GR10	GR-TR-10	Desde: Naciente río Grande Hasta: Confluencia de la quebrada Casoxalla
	1041GR20		
Río Cariquima	1041CA10	CA-TR-10	Desde: Confluencia de quebrada Casoxalla Hasta: Límite internacional con Bolivia.
	1041CA20		

En la lámina 1940-ISL-02 se ilustra la ubicación de los segmentos que dan origen a los tramos y en la lámina 1940-ISL-03 se presenta la calidad objetivo por tramo.

6.2 Requerimientos de Calidad según Usos del Agua

En la tabla 6.2 se identifican los tramos de los cauces seleccionados con la siguiente información:

- *Usos de agua:* se reservan tres columnas para indicar los usos de agua en el tramo especificado.
- *Clase actual más característica:* corresponde a la clase de calidad de agua del *Instructivo* que agrupa la mayor parte de los valores de los parámetros representados por sus estadígrafos. Para este efecto se selecciona la clase de tal modo que aproximadamente no más del 10% de los parámetros quede con valores excedidos de la clase seleccionada (no más de 8 parámetros).
- *Clase de uso a preservar:* en función de los usos del agua en el tramo, en esta columna se trata de identificar la clase que es necesario preservar. Esta determinación no es automática, sino que requiere de un análisis en profundidad, el cual se explica detalladamente en la sección destinada a la Metodología (Volumen 1, Sección II).
- *Clase Objetivo del tramo:* es una proposición que toma en cuenta diversos aspectos, como son: usos del agua, calidad natural, calidad actual de los parámetros, y valores a lograr en un futuro cercano, entendido como el plazo de validez de la calidad objetivo propuesta. En principio esta proposición considera que hay parámetros determinados por las características naturales de la cuenca o subcuenca, mientras que otros están condicionados, en distintos grados, por las acciones antrópicas. En particular, los parámetros afectados por aguas servidas son corregidos y asignados a clase 0, ya que ellos corresponden a acciones que se espera corregir dentro del plazo de validez de la calidad objetivo propuesta en este informe. En otros casos, se analiza el comportamiento del parámetro en función del conocimiento de la cuenca o subcuenca, ya sea a través de los factores incidentes o por evidentes acciones perturbadoras, a fin de dilucidar si es mejorable o no la calidad respecto de dicho parámetro. Aún así, cabe señalar que en la mayoría de los parámetros ajenos a las aguas servidas no existe suficiente información para establecer qué parte del valor medido corresponde a efectos antrópicos y cual a situaciones naturales, de tal modo

que no se modifica su asignación de la clase actual. Para aquellos parámetros en que no existe información, se establece que la Calidad Objetivo será la definida para el tramo. Para el grueso de los parámetros, se trata de mejorar o al menos mantener la calidad natural del agua.

- *Excepciones en el tramo*, corresponde a los parámetros cuyos estadígrafos muestran que sus valores corresponden a clases de calidad distinta de la objetivo, ya sea con calidades mejores o peores. En cada situación se indican los parámetros con la clase correspondiente. Se ha considerado que estos parámetros tendrán las clases que por condiciones naturales le corresponden.
- *Parámetros seleccionados que requieren más estudios*, donde se incluyen los que tengan escasa o nula información, como asimismo los que por límites de detección de las mediciones existentes presentan problemas para su asignación de clases. Algunos de ellos no disponen de información de tal modo que la asignación de clase objetivo deberá ser ratificada con monitoreos posteriores.

Isluga

54.

Tabla 6.2: Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del Isluga

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Isluga	IS-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	pH, RAS, Fe, Ni, Se, Zn, DBO ₅ , color aparente, CN ⁻ , SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , CF,	Otros parámetros seleccionados
								1	CF, Cl ⁻	
								3	As	
								4	B	
Río Sitani	SI-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	pH, RAS, Fe, Ni, Se, Zn, DBO ₅ , color aparente, CN ⁻ , SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , CF,	Todos los parámetros seleccionados
								1	CF, Cl ⁻	
								3	As	
								4	B	

(*) No se asignan clases de calidad a la biodiversidad por falta de antecedentes respecto de la relación biodiversidad-habitat en los segmentos correspondientes.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Isluga: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, RAS, Cloruro, Sulfato, Boro, Cobre, Cromo total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Sólidos Disueltos, Cianuro, Fluoruro, Estaño, Coliformes Totales.

Tabla 6.2 (Continuación): Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Isluga

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Grande	GR-TR-10	--	--	--	4	No hay	3	0	pH, Ni, Se, Zn, DBO ₅ , color aparente, CN ⁻ , SST, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻	Todos los parámetros seleccionados
								1	CT	
								2	CF, OD, Cu, Fe, F ⁻	
								3	CE, RAS, Cl ⁻ , B, Mn, Al, As, SD	
Río Cariquima	CA-TR-10	--	--	--	4	No hay	3	0	pH, Ni, Se, Zn, DBO ₅ , color aparente, CN ⁻ , SST, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻	Otros parámetros seleccionados
								1	CT	
								2	CF, OD, Cu, Fe, F ⁻	
								3	CE, RAS, Cl ⁻ , B, Mn, Al, As, SD	

Nota: Se le asigna a los cauces río Sitani y Grande la calidad del Isluga y Cariquima respectivamente, por el principio de solidaridad y continuidad, ya que corresponden a los mismos cauces.

6.3 Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo

Con el fin de presentar el Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo, se elabora para todos los parámetros obligatorios y para aquellos parámetros principales que poseen información que permite hacer una distinción estacional, una tabla que contiene la siguiente información.

- Nombre de la Estación de Monitoreo
- Valor estacional del parámetro
- Clase asignada estacionalmente
- Tramo en el que se ubica la estación de monitoreo
- Clase Objetivo del Tramo (obtenida desde Tabla 6.2)
- Valor del parámetro según el Instructivo para la Clase Objetivo del Tramo

Las tablas generadas en éste punto, para la cuenca del río Isluga se presentan en el anexo 6.1.

7. OTROS ASPECTOS RELEVANTES

7.1 Índice de Calidad de Agua Superficial

7.1.1 Antecedentes

La aplicación del ICAS para esta cuenca, se realiza según lo propuesto en la metodología.

El ICAS de la cuenca del río Isluga, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 9 parámetros que han sido seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros relevantes son:

- RAS
- Cloruro
- Sulfato
- Boro
- Cobre
- Hierro
- Manganeso
- Aluminio
- Arsénico

7.1.2 Estimación del ICAS

Los resultados que se muestran en la tabla adjunta, son una estimación basada en la información de calidad de agua que se presenta en éste documento. Para aquellos parámetros obligatorios de los cuales no se dispone de información se utiliza para ciertas estaciones críticas de la cuenca información nivel 4 (muestreo descrito en el punto 4.2.3) y para las restantes, información nivel 5 (estimaciones realizadas por el consultor).

Tabla 7.1: Índice de Calidad de Aguas Superficiales para Calidad Actual

Estación de Muestreo	ICAS
Río Cariquima en Cariquima	73
Río Isluga en Bocatoma	90

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Isluga posee tributarios de buena a regular calidad. La memoria de cálculo de la tabla se encuentra en anexo 7.1.

7.1.3 Estimación del ICAS objetivo

El Índice de Cumplimiento se basa en la estimación de un ICAS para la calidad objetivo asignada a cada tramo del río. La clase objetivo asignada a los segmentos donde se ubican las estaciones de muestreo aparece en la siguiente tabla:

Tabla 7.2: Clases Objetivos para cada Estación de Muestreo

Estación de Muestreo	Clase Objetivo
Río Cariquima en Cariquima	3
Río Isluga en Bocatoma	2

El cumplimiento de los valores de la clase objetivo por todos los parámetros permite el cálculo de un nuevo ICAS. Sin embargo, en función del análisis de esta cuenca, se ha concluido que todos los parámetros que difieren de la clase asignada son de origen natural, de modo que los valores de ICAS serían iguales a los de calidad actual.

7.2 Programa de Monitoreo Futuro

La base del programa de monitoreo futuro (estándar) considera que su objetivo es la verificación de la norma secundaria y que las mediciones se efectuarán como complemento de la actual red de monitoreo de la DGA, situación que se materializa en definir los parámetros adicionales en cada estación existente y en agregar otras estaciones, si es estrictamente necesario. La metodología se encuentra descrita en la sección correspondiente y abarca desde la toma de muestras hasta el tratamiento de la información.

En conformidad a lo dispuesto en el Instructivo la frecuencia mínima de muestreo corresponderá a los cuatro periodos estacionales: Verano, Otoño, Invierno y Primavera.

El programa de monitoreo considera una primera fase, cuya duración es de tres años, en la frecuencia mínima, destinada a completar la Base de Datos Integrada (BDI), en aquellos parámetros que no disponen de suficiente información, midiendo simultáneamente parámetros seleccionados en todos los puntos de la red. Es decir, los parámetros incluyen a los seleccionados, los que no tienen datos y los que están condicionados por los límites de detección analíticos. En particular, el alto costo de los análisis de compuestos orgánicos y orgánicos plaguicidas, obliga a plantear un monitoreo algo más restringido. Se proponen medir Grasas y Aceites, Detergentes e Hidrocarburos, y respecto de los plaguicidas cumplir con las recomendaciones del Anexo A9, sección 6.5.

Sobre la base de estos criterios esta cuenca incluye un monitoreo inicial con los siguientes parámetros:

- Parámetros Obligatorios: Conductividad Eléctrica, DBO5, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: RAS, Sólidos Disueltos, Cloruro, Fluoruro, Sulfato, Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Aluminio, Arsénico, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Cromo Total, Molibdeno, Cadmio, Mercurio, Plomo
- Parámetros Sin Información: Color Aparente, Amonio, Cianuro, Nitrito, Sulfuro, Estaño
- Parámetros Orgánicos: Grasas y Aceites, Detergentes, Hidrocarburos
- Parámetros Orgánico Plaguicidas: No se incluyen

Para los parámetros con límites de detección se deberá tomar especial cuidado de utilizar métodos analíticos compatibles con los límites de la clase excepcional del instructivo.

Dependiendo de los resultados de esta fase inicial, se procederá a actualizar la lista de parámetros seleccionados, que ya cuentan con una proposición basada en la información que el estudio ha analizado, continuando el monitoreo con estos parámetros en la frecuencia mínima en las estaciones de la siguiente tabla.

Tabla 7.3: Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Río Isluga en bocatoma	Río Cariquima en Cariquima	Río Isluga antes laguna Arabilla	Río Cariquima d/j Qda. Casoxalla
	COD_SEG	1041SI20	1041GR10	1041IS10	1041CA10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	S/I	S/I	S/I	S/I
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O
RAS		PPL	PPL	PPL	PPL
Sól disueltos	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Sól Suspendidos	mg/l	O	O	O	O
INORGANICOS					
Amonio	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Cianuro	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Fluoruro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Nitrito	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
METALES ESCENCIALES					
Boro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Cobre	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Cromo total	µg/l	LD	LD	LD	LD
Hierro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	LD	LD	LD	LD
Níquel	µg/l				
Selenio	µg/l				
Zinc	mg/l				
METALES NO ESCENCIALES					
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Mercurio	µg/l	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS					
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL	PPL	PPL	PPL

Parámetro	Simbología
Obligatorio	O
Principal	PPL
Sin información	S/I
En límite de detección	LD

7.3 Sistema de Información Geográfico

La Base de Datos que ha sido integrada al SIG es representada en las siguientes láminas:

- 1940-ISL-01: Usos del suelo
- 1940-ISL-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-ISL-03: Calidad objetivo

7.4 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	APICULTURA.CL 2003 http://www.apicultura.cl
2.2	MOP. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile. 1987.
2.3	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.4	VOLCANES Activos de Chile http://povi.org/chile.htm
2.5	MOP. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.6	IGM, Instituto Geográfico Militar. Levantamiento Aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000. Hoja Pisagua Chile, escala 1:250.000. 1986.
2.7	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo V: Geografía de los Suelos. 1984.
2.8	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria.1994.
2.9	ARRATIA G. ROJAS G & A. CHANG, Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional Historia Natural, Santiago de Chile pp 34:3-108. 1981.
2.10	ARRATIA G. Peces del Altiplano de Chile. En el Hombre y los ecosistemas de montaña. MAB-6. El ambiente natural y las poblaciones humanas de Los Andes del Norte Grande de Chile (Anca, Lat. 18° 28'S). Volumen I. La vegetación y los vertebrados inferiores de los pisos latitudinales entre Arica y el Lago Chungará, 1982. pp 93-133.
2.11	ARRATIA G. Preferencias de hábitat de peces Siluriformes de aguas continentales de Chile (Fam. Diplomystidae y Trichomycteridae Studies on Neotropical Fauna and Environment. 1983. 18(4):217-237.
2.12	CONAF. Corporación Nacional Forestal. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Ministerio de Agricultura. 1993.
2.13	PEQUEÑO G. Peces de Chile, Lista sistemática revisada y comentada: addendum. Revista de Biología Marina y Oceanografía 32(2):77-94. 1997.
2.14	CONAF. Corporación Nacional Forestal. Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Isluga. Doc. de trabajo N° 100. 1988.
2.15	INE. Instituto Nacional de Estadísticas 2002 http://www.censo2002.cl
2.16	CONAF - CONAMA. Catastro de Bosque Nativo.
2.17	SINIA. Sistema nacional de Información Ambiental 2003 http://www.sinia.cl
2.18	CONAMA. Comición nacional del Medio Ambiente 2003 http://www.conama.cl

Isluga

62.