

**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 PAICAVI**

**DICIEMBRE 2004**

**CADE-IDEPE**  
CONSULTORES EN INGENIERIA



**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES .....	1
2.	RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	3
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar .....	3
2.2	Sistema Físico - Natural .....	5
2.2.1	Clima .....	5
2.2.2	Geología y volcanismo .....	5
2.2.3	Hidrogeología.....	6
2.2.4	Geomorfología.....	7
2.2.5	Suelos .....	8
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Paicaví.....	8
2.3.1	Flora terrestre y acuática .....	8
2.3.2	Fauna acuática .....	9
2.4	Sistemas Humanos.....	9
2.4.1	Asentamientos Humanos .....	9
2.4.2	Actividades económicas .....	10
2.5	Usos del Suelo .....	10
2.5.1	Uso agrícola.....	11
2.5.2	Uso forestal.....	11
2.5.3	Uso urbano.....	11
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	12
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	13
3.1	Información Fluviométrica.....	13
3.2	Usos del Agua.....	14
3.2.1	Usos in – situ .....	14
3.2.2	Usos extractivos.....	15
3.2.3	Biodiversidad.....	16
3.2.4	Usos ancestrales.....	16
3.2.5	Conclusiones.....	16

## INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.3	Descargas a Cursos de Agua .....	18
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario .....	18
3.3.2	Residuos industriales líquidos .....	21
3.4	Datos de Calidad de Aguas .....	21
3.4.1	Fuentes de Información .....	21
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo .....	22
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION .....	23
4.1	Análisis de Información Fluviométrica .....	23
4.1.1	Análisis por estación .....	23
4.1.2	Conclusiones .....	26
4.2	Análisis de la Calidad del Agua .....	27
4.2.1	Selección de parámetros .....	27
4.2.2	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE .....	30
4.2.3	Base de Datos Integrada (BDI) .....	31
4.2.4	Procesamiento de datos por período estacional .....	32
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua .....	36
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 .....	40
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes .....	43
5.4.1	Aluminio .....	43
5.4.2	Estaño .....	44
5.4.3	Cianuro .....	44
5.4.4	Falencias de información .....	44
5.4.5	Conclusiones .....	44

## **INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS .....	45
6.1	Establecimiento de Tramos .....	45
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	46
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES .....	50
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial .....	50
7.1.1	Antecedentes.....	50
7.1.2	Estimación del ICAS .....	50
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo .....	51
7.2	Programa de Monitoreo Futuro .....	51
7.3	Sistema de Información Geográfico .....	54
7.4	Referencias .....	54

### **ANEXOS**

- Anexo 3.1 : Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Paicaví
- Anexo 7.1: Índice de Calidad Actual Cuenca del Río Paicaví
- Anexo 7.2 : Índice de Calidad Objetivo Cuenca del Río Paicaví



## 1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La cuenca del río Paicaví forma parte de la VIII Región del Bío Bío, tanto por su tamaño como por el volumen comprometido, es una de las más importantes de Arauco. Su superficie es 1.193 km<sup>2</sup>. Nace de la reunión del río Peleco, que es el que drena toda la porción norte de la hoya, y el estero Puyehue, que desagua el lago Lanalhue y la pequeña laguna Puyehue.

Sin embargo, el río Paicaví es de muy breve recorrido, de no más de 10,5 km de longitud. En su curso medio recibe, por su izquierda, el estero Los Batros que incorpora en su recorrido a la laguna menor de ese nombre; aguas abajo afluye a su ribera derecha el estero Las Islas, emisario de la laguna Trancalco.

El río Paicaví es de aguas tranquilas y poco profundas, a tal punto que en el verano se seca en la boca, y es sensible a los cambios de mareas, aunque siempre en el interior es navegable por embarcaciones menores.

El lago Lanalhue es de forma alargada en una dirección general NW-SE; la profundidad máxima alcanza a 16 m y su alimentación principal la recibe en sus riberas nororiental, oriental y suroccidental a través de los esteros Tromen, Ranquildo y Bandurrias, respectivamente.

La mayor alimentación le llega al río Paicaví desde el norte a través de una frondosa red que drena toda el área N y NW de la cuenca. El estero Neicura nace en la línea divisoria de aguas con la cuenca del río Lebu; hacia el sur se junta con el río Caramávida que proviene del E para formar el río Tucapel, este último próximo a Cañete.

Dos afluentes de la hoya del río Paicaví tienen estadística de gastos medios mensuales prolongados: el río Caramávida y el río Butamalal.

Los cauces seleccionados son:

- río Paicaví
- río Caramávida
- río Butamalal.
- río Elicura

## Paicaví

2.

- río Calebu
- río Cayucupil (continuación del río Butamalal)
- río Tucapel (continuación del río Caramávida)
- río Leiva
- río Peleco

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 Paicaví 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 Paicaví es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-PAI-02.

Paicaví

4.

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

<b>CUENCA RIO PAICAVI</b>					Límites de los segmentos	
<b>SubCuenca</b>	<b>Cauce</b>	<b>REF</b>	<b>SubSeg</b>	<b>Código</b>	<b>Inicia en:</b>	<b>Términa en:</b>
08820	Río CARAMAVIDA	CA	1	08820 - CA - 10	NACIENTE RIO CARAMAVIDA	JUNTA ESTERO HENTELI
08820	Río TUCAPEL	TU	1	08820 - TU - 10	CONFLUENCIA RIO CARAMAVIDA Y ESTERO HENTELI	CONFLUENCIA RIO LEIVA
08821	Río BUTAMALAL	BU	1	08821 - BU - 10	NACIENTE RIO BUTAMALAL	CONFLUENCIA RIO CAYUCUPIL
08821	Río CAYUCUPIL	CY	1	08821 - CY - 10	NACIENTE RIO CAYUCUPIL	CONFLUENCIA RIO BUTAMALAL
08821	Río CAYUCUPIL	CY	2	08821 - CY - 20	CONFLUENCIA RIO BUTAMALAL	CONFLUENCIA ESTERO REPUTO
08821	Río LEIVA	LE	1	08821 - LE - 10	CONFLUENCIA RIO CAYUCUPIL Y ESTERO REPUTO	CONFLUENCIA RIO TUCAPEL
08822	Río PELECO	PE	1	08822 - PE - 10	CONFLUENCIA RIO LEIVA Y TUCAPEL	CONFLUENCIA RIO PUYEHUE
08822	Río CALEBU	CL	1	08822 - CL - 10	NACIENTE RIO CALEBU	DESEMBOCADURA EN LAGO LANALHUE
08822	Río ELICURA	EL	1	08822 - EL - 10	NACIENTE RIO ELICURA	DESEMBOCADURA EN LAGO LANALHUE
08822	Río PUYEHUE	PU	1	08822 - PU - 10	DESAGUE LAGO LANALHUE	CONFLUENCIA RIO PAICAVI
08823	Río PAICAVI	PA	1	08823 - PA - 10	CONFLUENCIA RIO PELECO Y RIO PUYEHUE	DESEMBOCADURA EN OCEANO PACIFICO

## 2.2 Sistema Físico - Natural

### 2.2.1 Clima

La cuenca del río Paicaví, está influenciada sólo por un tipo climático que corresponde al Clima Templado Húmedo.

Este tipo climático se localiza en la franja costera y en los sectores altos y laderas occidental de la Cordillera de la Costa. Su principal característica es la presencia de una humedad constante con precipitaciones abundantes que fluctúan entre 1.200 mm y 2.000 mm anuales [Ref. 2.1].

### 2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del Paicaví posee diversas formaciones rocosas entre ellas destacan: [Ref 2.2]

- Sector río Paicaví después de Laguna Lanalhue:

Rocas Qm, del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno. Depósitos litorales: arenas y gravas.

Rocas Pl1m, del tipo sedimentaria del Pleistoceno. Secuencias sedimentarias marinas litoraleso fluviales estuarianas: coquinas, conglomerados coquináceos, areniscas y conglomerados dispuestos en niveles aterrazados emergidos.

- Zona media de la cuenca:

Rocas Pz4b, del tipo sedimentaria del Silúrico-Carbonífero. Pizarras, filitas y metareniscas con metamorfismo de bajo gradiente del carbonífero temprano.

Rocas CPg, del tipo volcano-sedimentario del Cretácico inferior alto-cretácico superior bajo. Secuencias sedimentarias y volcánicas, rocas epiclásticas,

## Paicaví

6.

piroclásticas, lavas andesíticas y basálticas con intercalaciones lacustres, localmente marinas.

Intercalaciones de rocas DC4, del tipo metamórficas del Deunimico-Carbonífero. Metareniscas, filitas y en menor proporción mármoles, chesta, metabasaltos y metaconglomerados, metaturbiditas confacies de "melange".

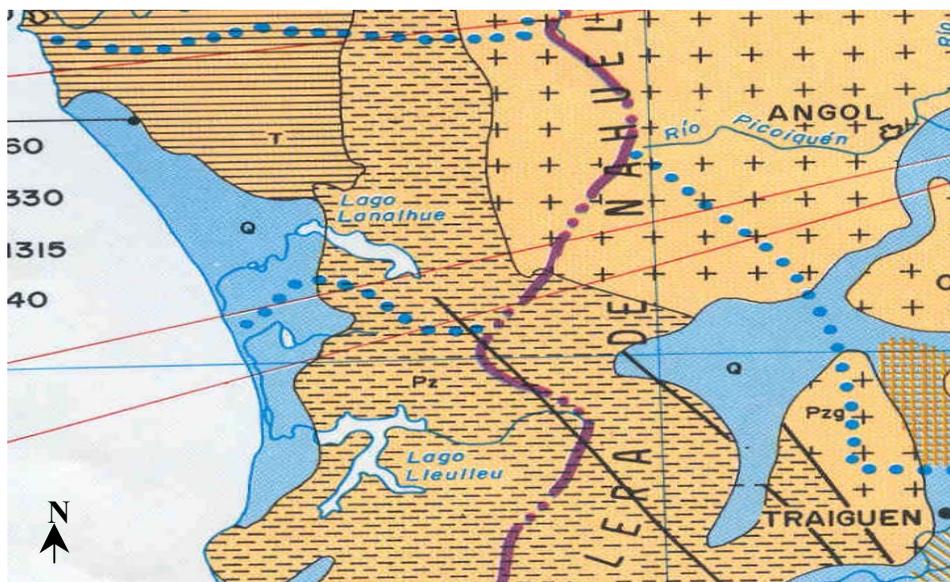
La cuenca no presenta volcanes, pero sí existe influencia por parte de aquellos que se ubican en cuencas vecinas.

### 2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrogeológica del río Paicaví se extiende desde la latitud 36°45' por el norte hasta la latitud 38°50' por el sur.

La hidrogeología que acompaña al río Paicaví se encuentra circunscrita a formaciones rocosas constituidas por rellenos no consolidados del período cuaternario. Filtraciones procedentes desde el lago Lanahue, escurren paralelo al río por rellenos de alta permeabilidad hídrica hasta el océano. Destaca el bajo nivel freático del acuífero [Ref. 2.3].

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 Paicaví.



Nota : la escala no permite apreciar el río Paicaví, esto es posible en escala 1:125.000 como muestra la lámina.

[Ref. 2.3]

**Figura 2.1: Mapa hidrogeológico Cuenca del río Paicaví  
(Escala 1:1.000.000)**

#### 2.2.4 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, los elementos fisiográficos que se pueden identificar claramente, corresponden a la Planicie Litoral y la Cordillera de Nahuelbuta que constituye el límite oriental de la cuenca.

Este cordón montañoso posee alturas que no sobrepasan los 850 metros de altitud, destacando entre sus máximas alturas el Cerro Guanaco en el sector norte de la cuenca (823 m s.n.m.), Cerro Camarón (585 m s.n.m.) sector medio y el Cerro Lanalhue (513 m s.n.m.) en el sector sur de la cuenca.

El principal curso fluvial de la cuenca, el río Paicaví, nace en el cuerpo lacustre llamado Lago Lanalhue y posee una extensión muy reducida (menor a 16 Km). Desde el sector de nacimiento, el río posee un curso general de tipo meándrico y escurrimiento en sentido Oriente – Poniente [Ref. 2.4].

## Paicaví

8.

### 2.2.5 Suelos

La cuenca del río Paicaví, ha sido muy poco estudiada y por ello la información referente a los suelos, es muy escasa y sólo se cuenta con las series de suelo presentes en el sector y sus características de Drenaje, Capacidad de Uso y Aptitud Frutal.

Las series de suelo presentes en la cuenca del río Paicaví corresponden a: San Esteban (ET), Nahuelbuta (NA), Curanipe (CPE) y Suelo Reciente (R).

La serie San Esteban se ubica en el sector oriental de la cuenca, entre los ríos Butamal y río Caramávida. Este tipo de suelo posee alta capacidad de drenaje, caracterizándose como suelos *Bien Drenados*. Su capacidad de Uso se clasifica como suelos que presentan *limitaciones para el uso agrícola* y por ende, posee aptitud frutal clasificada como *inadecuada*.

La serie Nahuelbuta, ubicada en el sector centro de la cuenca, posee capacidad de uso clasificada como suelos *Drenados*. Esta serie presenta similares características de Capacidad de Uso y Aptitud Frutal que la serie anterior.

La serie Curanipe ubicada en el sector poniente de la cuenca y la serie Suelo Reciente ubicada en los sectores próximos a los cursos fluviales de Butamal y Caramávida, presentan similares características que la serie San Esteban [Ref. 2.5].

## 2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Paicaví

### 2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de sólo una comunidad vegetal, el Bosque caducifolio de Concepción:

Se extiende por las laderas bajas y medias de la cordillera de la costa en la VIII Región, presentando una fase húmeda hacia la vertiente oceánica y una fase seca hacia el oriente. Originalmente debe haber tenido un gran desarrollo y riqueza florística, pero ha sido casi completamente reemplazado por las plantaciones de *Pinus Radiata*.

Las formaciones más características son: Roble (*Nothofagus obliqua*) – Queule (*Gomortega keule*); Lluvia de oro (*Cytisus monspessulanus*) – Retamillo (*Sarothamnus scoparius*); Yelmo (*Griselinia scandens*); Aster (*Aster vahlii*) o mata negra [Ref. 2.6].

No se han encontrado antecedentes de flora acuática para el río Paicaví.

### 2.3.2 Fauna acuática

Según el tipo de río, su localización y la distribución geográfica de especies, se han estimado aquellas especies de fauna acuáticas potencialmente presentes.

**Tabla 2.2: Fauna íctica río Paicaví**

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Estado de Conservación
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre chico	Trichomycteridae	Vulnerable
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Perciliidae	Vulnerable
<i>Odontesthes mauleanum</i>	Cauque	Atherinidae	Vulnerable
<i>Odontesthes debueni</i>	Cauque	Atherinidae	Vulnerable
<i>Aplochiton zebra</i>	Farionela listada	Aplochitonidae	Vulnerable
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Poeciliidae	No listada
<i>Geotria australis</i>	Lamprea anguila	Geotridae	Vulnerable
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa		Vulnerable
<i>Bullockia maldonadoi</i>			
<i>Basilichthys Australis</i>	Pejerrey chileno	Atherinidae	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Peladilla moteada, Puye	Galaxiidae	Vulnerable
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	Percichthyidae	Vulnerable
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha	Characidae	Vulnerable
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye, Peladilla	Galaxiidae	Vulnerable
<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo	Nototheniidae	Vulnerable
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	Salmonidae	No listada
<i>Salmo trutta fario</i>	Trucha de río, Trucha común	Salmonidae	No listada

[Ref. 2.7]

## 2.4 Sistemas Humanos

### 2.4.1 Asentamientos Humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Paicaví forma parte de la VIII Región de Bío Bío, abarcando la provincia Malleco y Arauco y las

## Paicaví

10.

comunas de Los Alamos, Cañete y Contulmo. La cuenca posee una superficie de 119.300 Ha equivalentes al 3% de la Región.

Entre las localidades pobladas de mayor importancia según el número de habitantes, se pueden mencionar las siguientes:

**Tabla 2.3: Población Total de la cuenca del río Paicaví**

Nombre Asentamiento	Población Total 2002	Población Total Urbana 2002	Cauce asociado a Localidad
Cañete	31.270	19.839	Río Paicaví
Contulmo	5.838	2.442	
Antiguala*	643	Nd	Río Caramávida

[Ref. 2.8]

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

\*Cifra corresponde a una estimación realizada para el año 2002 según datos del censo de 1992.

Nd: información no disponible

### 2.4.2 Actividades económicas

La principal actividad económica de la cuenca es la actividad turística que gira en torno a los atractivos naturales existentes en la zona, entre ellos el Lago Lanalhue y su cercanía a los sitios pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado que corresponden al Monumento Natural Contulmo y Parque Nacional Nahuelbuta. La ciudad de Cañete también constituye uno de los principales sitios turísticos de la zona debido a su legado histórico – cultural [Ref 2.9].

### 2.5 Usos del Suelo

La información referente a los Usos del Suelo en la cuenca se presenta en la lámina 1940-PAI-01 y se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 2.4: Clasificación Usos del suelo cuenca del río Paicaví**

Cuenca del río Paicaví (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
119.300	Praderas	6.483	5
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	15.269	13
	Plantaciones forestales	42.968	36
	Áreas urbana e industriales	496	0,4
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	38.998	33
	Otros Usos*	14.703	12
	Áreas sin vegetación	383	0,6

\* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales [Ref. 2.10].

### 2.5.1 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 15.269 Ha equivalentes al 13% de la superficie total [Ref. 2.10].

Estos terrenos se presentan principalmente en los alrededores de la ciudad de Cañete cubriendo una amplia extensión. Las especies sembradas corresponden a cultivos anuales.

### 2.5.2 Uso forestal

El uso del suelo de tipo forestal en la cuenca comprende 42.968 Ha equivalentes al 36% de la superficie total [Ref. 2.10]. La especie forestal presente en la cuenca corresponde al pino radiata.

### 2.5.3 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca es reducido, comprende 496 Ha equivalentes al 0,4% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales [Ref. 2.10].

## Paicaví

12.

La población urbana, se concentra mayoritariamente en la ciudad Cañete, a nivel comunal Cañete posee un total de 19.839 habitantes al año 2002.

La cuenca no posee terrenos destinados a la actividad minera.

### 2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

La cuenca posee el sitio prioritario de la Biodiversidad: “Lago Lanalhue”, ubicado al sur de la provincia de Arauco, entre las comunas de Contulmo y Cañete, su importancia radica en que es uno de los lagos costeros naturales de mayor tamaño de Chile.

### 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 Paicaví es el siguiente:

**Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Paicaví**

Nombre	Período de Registro
RÍO CARAMAVIDA EN CARAMAVIDA	1953 – 1992
RÍO BUTAMALAL EN BUTAMALAL	1952 – 1996

El río Paicaví se forma de la reunión del río Peleco, que es el que drena toda la porción norte de la cuenca, y el estero Puyehue, proveniente desde el este. La mayor alimentación del río Paicaví proviene del Peleco, el que recibe importantes aportes de sus afluentes Caramavida y Butamalal.

Esta cuenca presenta un marcado régimen pluvial debido a que se encuentra a una baja elevación, de manera que no existen aportes nivales.

Para el análisis hidrológico se ha utilizado un sólo grupo de estaciones, de régimen pluvial.

- Grupo 1; Régimen Pluvial: Este grupo está compuesto por las dos estaciones fluviométricas de la cuenca, una ubicada en el río Caramavida y la otra en el Butamalal.

**Tabla 3.2: Grupos de Estaciones Fluviométricas**

	Régimen	Nombre Estación
1	Pluvial	CARAMAVIDA EN CARAMAVIDA
2		BUTAMALAL EN BUTAMALAL

Para poder completar las estadísticas de estas estaciones fluviométricas se realizaron correlaciones lineales entre ellas.

La estadística completada y extendida utilizada para el análisis de frecuencia de esta cuenca se encuentra en el anexo 3.1, donde se señalan los datos estimados para completar la estadística.

### 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:

- Catastro de Bocatomas III a VIII Regiones DGA.
- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad VIII Región del Bio Bío”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP
- “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 la cuenca del río Paicaví no se han detectado zonas, donde se desarrolle esta actividad.

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:

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 Paicaví se han detectado dos bocatomas en las bases de datos de la CNR para riego en el río Cayucupil.

Los meses en que existe demanda para riego van desde octubre a abril.

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 esta cuenca no existen antecedentes acerca de las captaciones de agua potable.

## Paicaví

16.

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

No existen antecedentes de bocatomas para estos usos en la cuenca del río Paicaví.

### 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 cuanto a la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad VIII Región del Bio Bío”, los sitios prioritarios de conservación de biodiversidad aparecen identificados en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”.

### 3.2.4 Usos ancestrales

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

### 3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-PAI-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestran los cauces seleccionados para el presente estudio, con su respectiva segmentación y los distintos usos asociados a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.3, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.3 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 el Instructivo, permiten tener una visión más global de la cuenca.

**Tabla 3.3: Usos de agua por segmento en la cuenca del Paicaví**

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Caramavida	08820CA10									
Río Tucapel	08820TU10									
Río Butamalal	08821BU10									
Río Cayucupil	08821CY10			•						
	08821CY20									
Río Leiva	08821LE10									
Río Peleco	08822PE10									
Río Calebu	08822CL10								(*)	
Río Elicura	08822EL10								(*)	
Río Puyehue	08822PU10									
Río Paicavi	08823PA10									

[Ref 3.1]

---

\* En esta columna se incluyen sitios SNAPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

### 3.3 Descargas a Cursos de Agua

#### 3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Paicaví posee una población urbana total estimada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) al año 2001 de 20.653 habitantes.

La población urbana presente en la cuenca no posee sistema de tratamiento de aguas servidas. Se estima que al año 2005, la ciudad de Cañete contará con un 90% de cobertura, mientras que la localidad de Contulmo con el 91%. La empresa de servicios sanitarios que provee de servicios de agua potable y alcantarillado a la población corresponde a ESBPIO S.A.

A continuación, en la tabla 3.4 se incluye información referente a la empresa de servicios sanitarios que opera actualmente en la cuenca; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento de aguas servidas (estimadas al año 2001) y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad. Los valores de concentración de los parámetros característicos de las aguas servidas, son aquellos estipulados en el Decreto N° 90/00, en el cual se incluyen como límite máximo permisible.

Tabla 3.4: Descargas de Aguas Servidas

Localidad Atendida	Segmentos Asociados a las Descargas	Cuerpo Receptor	Empresa De Servicios Sanitarios	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas (%)	Población Urbana Total Estimada (Hab)	Población Estimada Saneada (Hab)	Planta de Tratamiento	Tipo De Tratamiento y/o Nombre de la Planta	Caudal (L/s)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	pH	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/l)	Cu Total (mg/l)	Fe disuelto (mg/l)	Colif. Fecales (NMP/100 ml)
Cañete	NS	Río Leiva	ESBBIO	0	18.359	13.788	NO		25,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Contulmo	NS	Estero Peral	ESBBIO	0	2.294	0	NO		Nd	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03

## NOTAS:

- NS: no asociado a segmento ya que el cauce no corresponde a uno seleccionado.
- La información de población Total y saneada, corresponde a una estimación al año 2001 realizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
- Las concentraciones de los parámetros característicos de las aguas servidas debe ser proporcionada por la empresa sanitaria ESBBIO S.A. Si los efluentes de aguas servidas cumplen con el Decreto N° 90/00, las concentraciones de éstos parámetros son inferiores a aquellas incluidas en la tabla anterior (límite máximo permisible por el Decreto N°90).
- El valor de caudal de descarga del efluente de la empresa de servicios sanitarios, ha sido estimado con respecto a la población estimada saneada al 2001, disponible en el Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- La información asociada a coberturas, población y plantas de tratamiento, ha sido proporcionada por la SISS.

Paicavi

20.

### 3.3.2 Residuos industriales líquidos

En la cuenca del río Paicaví no se han identificado fuentes puntuales de contaminación que afecten al curso fluvial principal ni cauces seleccionados menores.

## 3.4 Datos de Calidad de Aguas

### 3.4.1 Fuentes de Información

La red de monitoreos de la Dirección General de Aguas (DGA), no tiene ninguna estación de monitoreo en la cuenca del río Paicaví, por lo cual el análisis de la calidad actual de la cuenca se basa en el muestreo puntual desarrollado durante el presente estudio por parte del consultor.

- a) Muestreo puntual realizado por CADE-IDEPE durante el mes de Octubre de 2003, siendo sus principales características las siguientes:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO CADE-IDEPE					
Cuenca	Paicaví				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
<b>Río Paicaví</b>					
En Desague Lago Lanalhue	NO	21	21	Oct.2003	1
En Desembocadura	NO	21	21	Oct.2003	1
<b>Parámetros medidos Instructivo</b>					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		SI	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

### 3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

Por disponerse sólo de un muestreo puntual, no es posible validar los datos de calidad de aguas contenidos en éste.

#### 4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

##### 4.1 Análisis de Información Fluviométrica

##### 4.1.1 Análisis por estación

##### a) Cuenca del Paicaví

- Caramavida en Caramavida

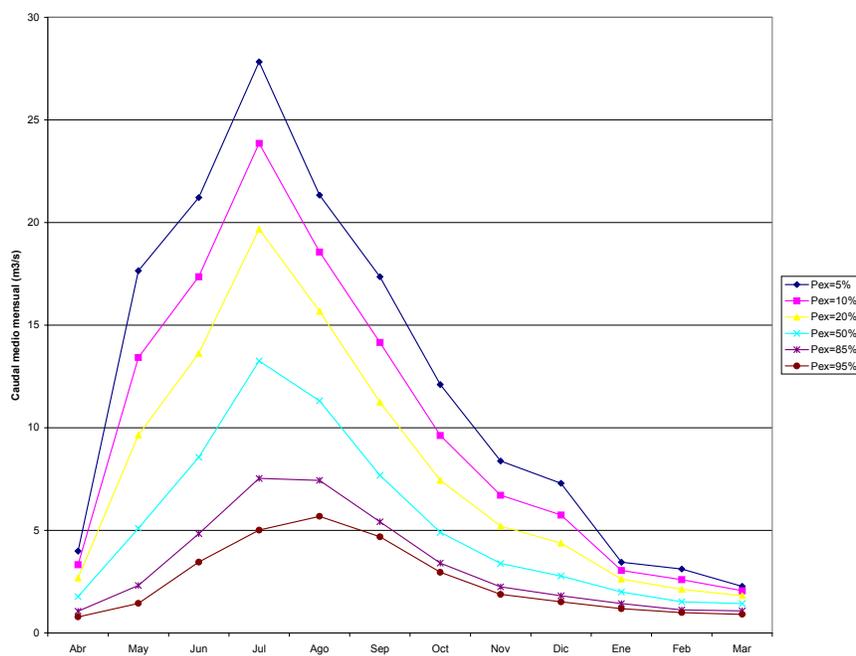
Se ubica en el río Caramavida, poco antes de la junta del estero Huesamavida, a 15 m s.n.m.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar que esta estación presenta un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en invierno, producto de lluvias invernales. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

En años secos también se observa que los mayores caudales se deben a aportes pluviales, con los mayores caudales entre julio y agosto, mientras que los menores se presentan entre noviembre y mayo.

**Tabla 4.1: Río Caramavida en Caramavida (m<sup>3</sup>/s)<sup>1</sup>**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	3.989	17.651	21.218	27.831	21.338	17.357	12.109	8.380	7.297	3.447	3.115	2.279
10	3.335	13.429	17.365	23.863	18.567	14.158	9.629	6.715	5.755	3.047	2.601	2.059
20	2.685	9.639	13.623	19.680	15.679	11.245	7.445	5.209	4.386	2.629	2.124	1.820
50	1.774	5.103	8.563	13.259	11.316	7.681	4.904	3.387	2.777	1.999	1.524	1.438
85	1.065	2.316	4.834	7.535	7.441	5.417	3.408	2.247	1.813	1.439	1.127	1.076
95	0.789	1.446	3.456	5.015	5.682	4.688	2.960	1.886	1.519	1.185	0.994	0.908
Dist	L2	L3	L2	L3	G	L3	L3	L3	L3	G	L3	L2

**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Caramavida en Caramavida**

<sup>1</sup> Donde: Pex (%) corresponde a la probabilidad de excedencia, y la fila Dist entrega la abreviatura de la distribución de mejor ajuste para el mes correspondiente. La abreviatura corresponde a la siguiente:

Distribución	Abreviatura
Normal	: N
Log-Normal 2 parámetros	: L2
Log-Normal 3 parámetros	: L3
Gumbel o de Valores Extremos Tipo I	: G
Gamma 2 parámetros	: G2
Pearson Tipo III	: P3
Log-Gamma de 2 parámetros	: LG
Log-Pearson tipo III	: LP

- Butamalal en Butamalal

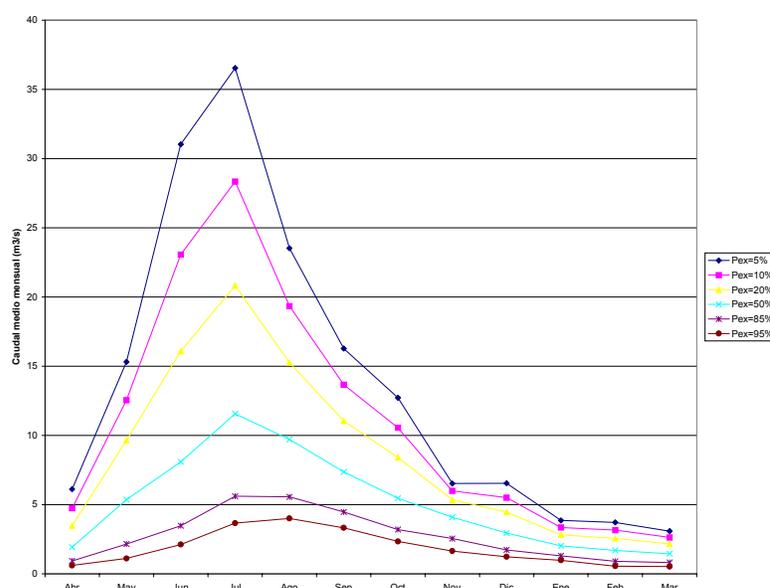
Esta estación se ubica en el río Butamalal, a 51 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno, producto de importantes lluvias invernales. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, mientras que los menores lo hacen entre noviembre y abril.

En años secos los caudales se presentan más uniformes a lo largo del año, con leves aumentos entre julio y agosto, y con los menores caudales entre noviembre y mayo.

**Tabla 4.2: Río Butamalal en Butamalal (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	6.119	15.314	31.034	36.540	23.523	16.278	12.720	6.526	6.542	3.855	3.716	3.084
10	4.738	12.538	23.060	28.337	19.345	13.659	10.551	5.987	5.504	3.346	3.155	2.631
20	3.476	9.629	16.093	20.826	15.266	11.044	8.413	5.335	4.453	2.814	2.570	2.158
50	1.923	5.361	8.092	11.561	9.708	7.358	5.457	4.087	2.944	2.011	1.687	1.443
85	0.927	2.153	3.470	5.600	5.559	4.461	3.202	2.550	1.722	1.298	0.903	0.809
95	0.604	1.107	2.110	3.658	4.006	3.326	2.341	1.647	1.229	0.975	0.547	0.521
Dist	L2	G2	L2	L2	L2	L2	L2	N	L3	G	G	G



**Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Butamalal en Butamalal**

#### 4.1.2 Conclusiones

De acuerdo a las curvas de variación estacional presentadas en el capítulo anterior se caracterizará hidrológicamente la cuenca del río Paicaví, especificando el período de estiaje.

##### a) Cuenca del Paicaví

Corresponde a toda la cuenca del río Paicaví, incluyendo sus principales afluentes, Caramavida y Butamalal. Se observa en toda esta cuenca un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes lluvias invernales. En años secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, presentándose entre julio y agosto.

El período de menores caudales se observa en el trimestre dado por los meses de enero, febrero y marzo.

A continuación se muestra una tabla resumen con los períodos de estiaje para la cuenca del río Paicaví.

**Tabla 4.3: Período de Estiaje para la Cuenca del río Paicaví**

Nº	Cuenca	Período Estiaje
1	Paicaví	Enero – Febrero - Marzo

## 4.2 Análisis de la Calidad del Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

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

En esta cuenca en particular, por no contar con ninguna estación de monitoreo de calidad de aguas, el análisis se reduce a la selección de parámetros en base al muestreo realizado por el consultor.

### 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, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

Para DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contiene registros, no se dispone de datos para el análisis de este estudio.

#### 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 4.4 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 4.4: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Paicaví**

PARAMETROS	UNIDAD	FUENTE	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
<b>FISICO-QUÍMICOS</b>						
Conductividad Eléctrica	μS/cm	CADE-IDEPE	51	67	<600	Obligatorio
DBO <sub>5</sub>	mg/L	CADE-IDEPE	<1,5	<1,5	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	CADE-IDEPE	15	15	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	CADE-IDEPE	10,2	10,2	>7,5	Obligatorio
Ph	unidad	CADE-IDEPE	7,0	7,0	6,5 - 8,5	Obligatorio
RAS	-	CADE-IDEPE	0,63	0,68	<2,4	No
Sólidos disueltos	mg/L	CADE-IDEPE	26	32	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	CADE-IDEPE	16	21	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C		-	-	<0.5	No
<b>INORGANICOS</b>						
Amonio	mg/L	CADE-IDEPE	0,03	0,03	<0,5	No
Cianuro	μg/L	CADE-IDEPE	3	5	<4	Si
Cloruro	mg/L	CADE-IDEPE	<10	<10	<80	No
Fluoruro	mg/L	CADE-IDEPE	<0,1	<0,1	<0,8	No
Nitrito	mg/L	CADE-IDEPE	<0,01	<0,01	<0,05	No
Sulfato	mg/L	CADE-IDEPE	<5	<5	<120	No
Sulfuro	mg/L	CADE-IDEPE	<0,01	<0,01	<0,04	No
<b>ORGANICOS</b>			s/i	s/i		No
<b>ORGANICOS PLAGUICIDAS</b>			s/i	s/i		No
<b>METALES ESENCIALES</b>						
Boro	mg/l	CADE-IDEPE	<0,03	0,21	<0,4	No
Cobre	μg/L	CADE-IDEPE	<3	<3	<7,2	No
Cromo total	μg/L	CADE-IDEPE	<10	<10	<8	No
Hierro	mg/L	CADE-IDEPE	0,55	0,70	<0,8	No
Manganeso	mg/L	CADE-IDEPE	0,03	0,03	<0,04	No
Molibdeno	mg/L	CADE-IDEPE	<0,003	<0,003	<0,008	No
Níquel	μg/L	CADE-IDEPE	<10	<10	<42	No
Selenio	μg/L	CADE-IDEPE	1	1	<4	No
Zinc	mg/L	CADE-IDEPE	0,02	0,02	<0,096	No

**Tabla 4.4 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Paicaví**

PARAMETROS	UNIDAD	FUENTE	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
<b>METALES NO ESENCIALES</b>						
Aluminio	mg/L	CADE-IDEPE	0,19	0,24	<0,07	Si
Arsénico	mg/L	CADE-IDEPE	<0,001	0,001	<0,04	No
Cadmio	µg/L	CADE-IDEPE	<10	<10	<1,8	No
Estaño	µg/L	CADE-IDEPE	<300	400	<4	Si
Mercurio	µg/L	CADE-IDEPE	<1	<1	<0,04	No
Plomo	mg/L	CADE-IDEPE	<0,005	<0,005	<0,002	No
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coniformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	CADE-IDEPE	300	1600	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	CADE-IDEPE	800	1600	<200	Si

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

- Parámetros Obligatorios
  - Conductividad Eléctrica
  - DBO<sub>5</sub>
  - Oxígeno Disuelto
  - pH
  - Sólidos Suspendidos
  - Coliformes Fecales

De acuerdo al programa de muestreo puntual realizado por CADE-IDEPE (ver 4.2.4), los siguientes parámetros exceden la clase 0, de manera que también son considerados como parámetros seleccionados:

- Cianuro
- Aluminio
- Estaño
- Coliformes Totales

Los parámetros cuyo valor máximo registrado no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: Color aparente, RAS, sólidos disueltos, amonio, boro, hierro, manganeso, selenio, zinc y arsénico. Los

## Paicaví

30.

parámetros: cloruro, fluoruro, nitrito, sulfato, sulfuro, cobre, molibdeno y níquel, presentan valores máximos que corresponden al límite de detección (LD) analítico inferior a la clase 0.

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

### 4.2.2 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 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, no existen estaciones de calidad que disponga de datos de calidad, por lo cual CADE-IDEPE realizó un muestreo puntual en los puntos que se señalan en la tabla 4.5.

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

**Tabla 4.5: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
8823PA10	Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	Punto sin información	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT, CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , B, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, Al, As, Cd, Hg, Pb
8823PA10	Río Paicaví en Desembocadura	Punto sin información	

#### 4.2.3 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 DBO<sub>5</sub>, 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)))

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

- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4

## 4.2.4 Procesamiento de datos por período estacional

En este acápite corresponde realizar el análisis de los parámetros de calidad de agua por período estacional, pero en el caso de la cuenca del río Paicaví sólo se cuenta con la información proveniente del Muestreo Puntual CADE-IDEPE (información nivel 4) realizado durante el mes de octubre del presente año (primavera 2003), informado en el capítulo 4.2.3. A continuación se presenta el resultado de los análisis para la cuenca del río Paicaví.

**Tabla 4.6: Calidad de Agua Cuenca del Río Paicaví  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	<1,5	0
Río Paicaví en desembocadura	<1,5	0

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	15	0
Río Paicaví en desembocadura	15	0

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	26	0
Río Paicaví en desembocadura	32	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	21	0
Río Paicaví en desembocadura	16	0

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	0,03	0
Río Paicaví en desembocadura	0,03	0

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	5	1
Río Paicaví en desembocadura	3	0

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

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	<0,1	0
Río Paicaví en desembocadura	<0,1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	<0,01	0
Río Paicaví en desembocadura	<0,01	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	<0,01	0
Río Paicaví en desembocadura	<0,01	0

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	400	4
Río Paicaví en desembocadura	<300	< 4 (*)

Punto de Muestreo	Coniformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	1600	2
Río Paicaví en desembocadura	300	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	1600	1
Río Paicaví en desembocadura	800	1

(\*) Nota: No es posible asignar clase de calidad al Sn en el río Paicaví en Desembocadura, ya que el análisis arrojó un valor de <300 µg/L el que se supone debiera ser el límite analítico de detección.

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

Parámetro	Río Paicaví en Desagüe Lago Lanalhue	
	Valor	Clase
Aluminio Total, mg/L	0,24	2
Arsénico Total, mg/L	<0,001	0
Boro, mg/L	0,21	0
Cadmio Total, µg/L	<10	<2
Cianuro Total, µg/L	5	1
Cloruro, mg/L	<10	0
Cobre Total, µg/L	<3	0
Conductividad	66,9	0
Cromo Total, µg/L	<10	<1
Hierro Total, mg/L	0,55	0
Manganeso Total, mg/L	0,03	0
Mercurio Total, µg/L	<1	<3
Molibdeno Total, mg/L	<0,003	0
Níquel Total, µg/L	<10	0
Oxígeno Disuelto, mg/L	10,2	0
pH	7,00	0
Plomo Total, mg/L	<0,005	<2
RAS	0,68	0
Selenio Total, µg/L	1	0
Sulfato, mg/L	<5	0
Zinc Total, mg/L	0,02	0

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

Parámetro	Río Paicaví en Desembocadura	
	Valor	Clase
Aluminio Total, mg/L	0,19	2
Arsénico Total, mg/L	0,001	0
Boro, mg/L	<0,03	0
Cadmio Total, µg/L	<10	<2
Cianuro Total, µg/L	3	0
Cloruro, mg/L	<10	0
Cobre Total, µg/L	<3	0
Conductividad	50,7	0
Cromo Total, µg/L	<10	<1
Hierro Total, mg/L	0,70	0
Manganeso Total, mg/L	0,03	0
Mercurio Total, µg/L	<1	<3
Molibdeno Total, mg/L	<0,003	0
Níquel Total, µg/L	<10	0
Oxígeno Disuelto, mg/L	10,2	0
pH	7.0	0
Plomo Total, mg/L	<0,005	<2
RAS	0,63	0
Selenio Total, µg/L	1	0
Sulfato, mg/L	<5	0
Zinc Total, mg/L	0,02	0

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 a éste. 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 Paicaví, en base a la información entregada en la tabla 4.6.

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

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue 08823PA10	<p>Incidencia del lago Lanalhue</p> <p>Estratificación del lago</p> <p>Aportes de aguas subterráneas</p>	<p>Contaminación difusa por fertilizantes y plaguicidas</p> <p>Contaminación difusa por aguas servidas.</p>	<p>Al, Sn, CN, Posiblemente DBO<sub>5</sub>, CF, CT</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: formaciones compuestas por rocas metamórficas y sedimentarias (metaareniscas, pizarras, esquistos, gneises)</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero proveniente de filtración del lago Lanalhue</li> <li>• Hidrología: río emisario del lago Lanalhue</li> <li>• Geomorfología: Cordillera de la Costa</li> <li>• Clima: Precipitación media anual de 1600 mm, evapotranspiración real 600 mm/año</li> <li>• Cubierta vegetal: Praderas con Bosque caducifolio de Concepción</li> <li>• Silvicultura: plantaciones de pinus radiata</li> <li>• Agricultura: praderas naturales</li> <li>• Centros poblados: Rinconada y Peleco</li> </ul>

**Tabla 4.7 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Paicaví**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Paicaví en Desembocadura 08823PA10	Incidencia del lago Lanalhue Estratificación del lago Aportes de aguas subterráneas	Contaminación difusa por fertilizantes y plaguicidas Contaminación por aguas servidas.	Al Posiblemente Sn, CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones de depósitos no consolidados o rellenos</li> <li>• Hidrología: río nace del desagüe lago Lanalhue y estero Peleco</li> <li>• Geomorfología: Cordillera de la Costa</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero proveniente de filtración del lago Lanalhue</li> <li>• Clima: Precipitación media anual de 1600 mm, evapotranspiración real 600 mm/año</li> <li>• Cubierta vegetal: Praderas con Bosque caducifolio de Concepción</li> <li>• Centros poblados: Ciudad de Cañete (sin Pta de tratamiento)</li> <li>• Silvicultura: plantaciones de pinus radiata</li> <li>• Agricultura: praderas naturales</li> </ul>

## 5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

### 5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

Debido a que no se cuenta con ninguna estación de monitoreo en el río Paicaví, 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 del río seleccionado de la cuenca del río Paicaví presentada por grupos de parámetros y por parámetro según el *Instructivo*. Este análisis está basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

**Tabla 5.1: Análisis de los Parámetros de Calidad Actual**

<b>CUENCA RÍO PAICAVÍ</b>
<b>Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Color, OD, pH, RAS, SDT, SST.</b>
<u>CE, DBO<sub>5</sub>, Color Aparente, OD, pH, RAS, SD, SST</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el Desague lago Lanalhue y Desembocadura del río Paicaví.
<b>Inorgánicos (IN): NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup></b>
<u>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup></u> : En el río Paicaví, el dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el Desague lago Lanalhue y en la Desembocadura.
<u>CN<sup>-</sup></u> : En el río Paicaví el dato del muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 1 en el Desagüe del lago Lanalhue y en clase 0 en la Desembocadura.
<b>Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno</b>
No se dispone de información para los parámetros orgánicos.
<b>Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demeton, DDT, diclofop-metil, dieltrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.</b>
No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.

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

<b>CUENCA RÍO PAICAVÍ</b>
<b>Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr<sub>total</sub>, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn</b>
<p><u>B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn</u>: En el río Paicaví, el dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el Desague del lago Lanalhue y en la Desembocadura.</p> <p><u>Cr<sub>total</sub></u>: No es posible clasificarlo, por corresponder el dato del muestreo puntual al límite de detección analítico superior a la clase 0.</p>
<b>Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</b>
<p><u>Al</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 2 en el río Paicaví en el Desagüe del Lago Lanalhue y en la Desembocadura.</p> <p><u>As</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el río Paicaví en el Desagüe del Lago Lanalhue y en la Desembocadura.</p> <p><u>Pb</u>: Los datos del muestreo puntual en primavera 2003 le asignan clase 2.</p> <p><u>Cd, Hg</u>: En el río Paicaví los datos del muestreo puntual 2003 no permiten clasificarlos por corresponder al límite de detección analítico superior a la clase 0.</p> <p><u>Sn</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en el río Paicaví está asignado a la clase 4 en el Desagüe del Lago Lanalhue. En la Desembocadura el dato corresponde al límite de detección analítico superior a la clase 0.</p>
<b>Indicadores Microbiológicos (IM): CF, CT</b>
<p><u>CF</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en el río Paicaví está asignado a la clase 2 y 1, en el Desagüe del Lago Lanalhue y Desembocadura respectivamente.</p> <p><u>CT</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en el río Paicaví está asignado a la clase 1 en el Desagüe del Lago Lanalhue y Desembocadura.</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:

- Respecto a aquellos parámetros que fueron incluidos en el programa de muestreo, para la cuenca del río Paicaví, estos parámetros son: B, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, Al, As, Cd, Hg y Pb

Paicaví

42.

**Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual**

**Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Paicaví**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	08823PA10	CE, DBO <sub>5</sub> , Color Aparente, OD, pH, RAS, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cl, F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , S <sup>2-</sup> , B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, As	CN <sup>-</sup> , CT,	CF, Al			Sn	Cr <sub>tot</sub> , Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera para todos los parámetros.
Río Paicaví en Desembocadura	08823PA10	CE, DBO <sub>5</sub> , Color Aparente, OD, pH, RAS, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , Cl, F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , S <sup>2-</sup> , B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, As	CF, CT	Al				Cr <sub>tot</sub> , Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera para todos los parámetros.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Paicaví: Conductividad eléctrica, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, cianuro, aluminio, estaño, coliformes totales

Los cauces seleccionados sin información en la cuenca del río Paicaví son:

- Río Caramávida
- Río Butamalal
- Río Elicura
- Río Calebu
- Río Cayucupil
- Río Rucapel

#### 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 Paicaví, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.6.

**Tabla 5.3: Valores estacionales máximos de los parámetros en la cuenca del río Paicaví (\*)**

Estación	Segmento	Al (mg/L)	Sn (µg/L)	CN <sup>-</sup> (µg/L)
Río Paicaví en Desagüe lago Lanalhue	08823PA10	0,24	400	5
Río Paicaví en Desembocadura	08823PA10	0,19	<300	3

\*: Información obtenida de muestreo puntual realizado por CADE-IDEPE

Fuente: Elaboración propia

s/i: sin información

Si bien los resultados corresponden a una muestra puntual, es un antecedente que sirve como primera herramienta para valorar la presencia de parámetros de calidad que exceden la clase de excepción en la cuenca. El aluminio y el estaño parecen ser los parámetros naturales que se encuentran fuera de la clase.

##### 5.4.1 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de CADE-IDEPE presentan valores comprendidos entre los 0,19 mg/L (Est río Paicaví en desembocadura) a 0,24 mg/L (Est río Paicaví en desagüe lago Lanalhue).

El origen de la presencia del aluminio en la cuenca esta ligada a la actividad volcánica de la región. La cantidad de ignimbritas y micas que por efectos de meteorización originan arcillas, adicionándose a esto el pH y el efecto del arrastre por escorrentías, origina que los compuestos de aluminosilicatos se encuentren siempre presentes en los cursos de agua.

#### 5.4.2 Estaño

Los valores de estaño procedentes de la campaña de monitoreo de CADE-IDEPE presentan valores comprendidos entre los  $<300 \mu\text{g/L}$  (Est río Paicaví en desembocadura) a  $400 \mu\text{g/L}$  (Est. río Paicaví en desagüe lago Lanalhue).

La presencia de estaño en la cuenca se debe a su presencia natural en la litología de la cuenca compuesta por formaciones metamórficas e intrusivas -, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan el curso de agua.

#### 5.4.3 Cianuro

Las mediciones de Cianuro realizadas por CADE-IDEPE presentan valores comprendidos entre los  $3 \mu\text{gr/L}$  (en desagüe lago Lanalhue) a  $5 \mu\text{g/L}$  (en desembocadura).

El origen de la presencia de Cianuro en el desagüe está ligada netamente a actividades antropogénicas y por tanto no de origen natural.

#### 5.4.4 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Paicaví se hace imprescindible continuar con el programa de monitoreo de la Dirección General de Aguas, así como con los que posee el Servicio Agrícola y Ganadero, los cuales se deben complementar con los que tenga o tenga proyectados la Empresa Sanitaria del Bío Bío ESSBIO.

#### 5.4.5 Conclusiones

La calidad natural del río Paicaví en general es de excelente a buena. Excederían la clase de excepción metales como el aluminio y el estaño producto de las formaciones geológicas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que comienzan a recargan al río desde su origen hasta la desembocadura.

## 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 Paicaví fue presentada en el capítulo 2. En este capítulo se presentan los tramos, los cuales se forman por la sumatoria de segmentos adyacentes. 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 Paicaví**

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Caramavida	08820CA10	CA-TR-10	De: Naciente río Caramavida Hasta: Confluencia estero Henteli
Río Tucapel	08820TU10	TU-TR-10	De: Confluencia río Caramavida y estero Henteli Hasta: Confluencia río Leiva
Río Butamalal	08821BU10	BU-TR-10	De: Naciente río Butamalal Hasta: Confluencia río Cayucupil
Río Cayucupil	08821CY10	CY-TR-10	De: Naciente río Cayucupil Hasta: Confluencia estero Reputo
	08821CY20		
Río Leiva	08821LE10	LE-TR-10	De: Confluencia río Cayucupil y estero Reputo Hasta: Confluencia río Tucapel
Río Peleco	08822PE10	PE-TR-10	De: Confluencia río Leiva y Tucapel Hasta: Confluencia río Puyehue
Río Elicura	08822EL10	EL-TR-10	De: Naciente río Elicura Hasta: Desembocadura en Lago Lanalhue
Río Calebu	08822CL10	CL-TR-10	De: Naciente río Calebu Hasta: Desembocadura en Lago Lanalhue
Río Puyehue	08822PU10	PU-TR-10	De: Desague Lago Lanalhue Hasta: Confluencia río Paicaví
Río Paicaví	08823PA10	PA-TR-10	De: Confluencia río Peleco y Puyehue Hasta: Desembocadura en Océano Pacífico

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

## 6.2 Requerimientos de Calidad según Usos del Agua

En la tabla 6.2 que se muestra 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.

Paicaví

48.

**Tabla 6.2: Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Paicaví**

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 Paicaví	PA-TR-10	--	--	--	0	--	Clase 0	1	CT, CN	Otros parámetros seleccionados
								2	AI, CF	
								3	--	
								4	Sn	
Río Caramávida	CA-TR-10	--	--	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Tucapel	TU-TR-10	--	--	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Butamalal	BU-TR-10	--	--	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Cayucupil	CY-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	Clase 1	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Leiva	LE-TR-10	--	--	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Peleco	PE-TR-10	--	--	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

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

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 Elicura	EL-TR-10	--	(*)	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Calebu	CL-TR-10	--	(*)	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Puyehue	PU-TR-10	--	--	--	s/i	--	Ver Nota	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Paicaví: Conductividad eléctrica, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, cianuro, aluminio, estaño, coliformes totales

Ver Nota: No es posible asignar clase objetivo a estos cauces, por no disponer de ningún tipo de información de calidad de aguas ni uso más exigente.

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 Paicaví, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 4 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- Cianuro
- Aluminio
- Estaño
- Coliformes Totales

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 Paicaví en desagüe lago Lanalhue	88
Río Paicaví en desembocadura	91

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Paicaví posee calidad buena, a pesar de existir intervención antrópica. 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 Paicaví en desagüe lago Lanalhue	0
Río Paicaví en desembocadura	0

El cumplimiento de los valores de la clase objetivo por todos los parámetros permite el cálculo de un nuevo ICAS. Para ello, se consideran todos los parámetros que exceden el valor correspondiente a la clase objetivo y que son de origen antrópico. Partiendo de la premisa que es factible lograr el cumplimiento de la clase objetivo, se recalcula el ICAS tal como se muestra en la tabla 7.3.

**Tabla 7.3: Índice de Calidad de Aguas Superficiales para Calidad Objetivo**

Estación de Muestreo	ICAS
Río Paicaví en desagüe lago Lanalhue	91
Río Paicaví en desembocadura	92

La memoria de cálculo para el ICAS de calidad objetivo se encuentran en el anexo 7.2.

## 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, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Cianuro, Aluminio, Estaño, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Cromo Total, Cadmio, Mercurio, Plomo
- 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 7.4: Programa de Monitoreo Futuro**

	Punto de Muestreo	Río Caramávida	Río Tucapel	Río Butarrital	Río Cayucupil	Río Cayucupil	Río Laiva	Río Palco	Río Elicura	Río Calebu	Río Pyehue	Río Paicaví en Desamba
	CCD_SEG	08820CA10	08820TU10	08821BU10	08821CY10	08821CY20	08821LE10	08822FE10	08822EL10	08822CL10	08822FU10	08823PA10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima										
<b>INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS</b>												
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co											
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
FRS												
Sólidos	mg/l											
Sólidos Suspendedos	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<b>INORGANICOS</b>												
Artenio	mg/l											
Cromo	µg/l	PFL										
Cromo	mg/l											
Fluoro	mg/l											
Nitrato	mg/l											
Sulfato	mg/l											
Sulfuro	mg/l											
<b>METALES ESENCIALES</b>												
Boro	mg/l											
Cobre	µg/l											
Cadmio	µg/l	LD										
Hierro	mg/l											
Manganeso	mg/l											
Molibdeno	mg/l											
Níquel	µg/l											
Selenio	µg/l											
Zinc	mg/l											
<b>METALES NO ESENCIALES</b>												
Aluminio	mg/l	PFL										
Arsenico	mg/l											
Cadmio	µg/l	LD										
Estadío	µg/l	PFL										
Mercurio	µg/l	LD										
Plomo	mg/l	LD										
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>												
CFecales (NMP)	gámenes/100ml	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CTotales (NMP)	gámenes/100ml	PFL										

Parámetro	Sintología
Obligatorio	O
Principal	PFL
Si información	SI
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-PAI-01: Usos del suelo
- 1940-PAI-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-PAI-03: Calidad objetivo

### 7.4 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	APICULTURA.CL 2003 <a href="http://www.apicultura.cl">http://www.apicultura.cl</a>
2.2	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.3	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile
2.4	IGM, Instituto Geográfico Militar. Levantamiento Aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000. Hoja de Angol. 1986.
2.5	CIREN, Centro de Información de Recursos Naturales. Series de Suelo. Novena Región de la Araucanía.
2.6	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.7	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna acuática ríos Andalién, Paicaví, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín. Noviembre 2003.
2.8	INE, Instituto Nacional de Estadísticas <a href="http://www.censo2002.cl">http://www.censo2002.cl</a>
2.9	COMPLEJOS Turísticos del Lago Lanalhue 2003 <a href="http://www.lanalhueturismo.cl/">http://www.lanalhueturismo.cl/</a>
2.10	CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo
3.1	IPLA Ltda. Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile. 1996.