



2.4 Hidrodinámica y Estacionalidad

Para el análisis de la hidrodinámica del Río Valdivia se reunió información sobre las fuerzas que pueden afectar las aguas del Río Valdivia y estuario: Caudales, mareas y vientos. A continuación se revisa esa información.

2.4.1 Caudales

La cuenca del río Valdivia, presenta un régimen pluvial, salvo el río Liquiñe, afluente del lago Neltume, el que presenta leves influencias nivales, mostrando un régimen pluvio - nival (DGA 2004).

La subcuenca del río Cruces, presenta un marcado régimen pluvial, ya que sus mayores caudales se observan durante el período de lluvias invernales, y los menores escurrimientos durante el período estival. La tabla 2.4.1 entrega valores de caudales para los ríos Cruces, Calle Calle y Valdivia.

**TABLA 2.4.1
VALORES DE CAUDAL PARA RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y
VALDIVIA**

RIO	CAUDAL	PERIODO	PROCEDENCIA DEL DATO
Cruces	192.7 m ³ /s	Promedio anual	CELCO 1997
	113.6 m ³ /s	Invierno	CELCO 1997
	20 m ³ /s	Verano	CELCO 1997
Calle Calle	486.9 m ³ /s	Promedio histórico	DGA 2004
Valdivia	850 m ³ /s	Promedio medio anual	Barrios 2002

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales. En años normales y secos



www.aquambiente.tte.cl

también se observa este claro carácter pluvial, con los mayores entre julio y septiembre.

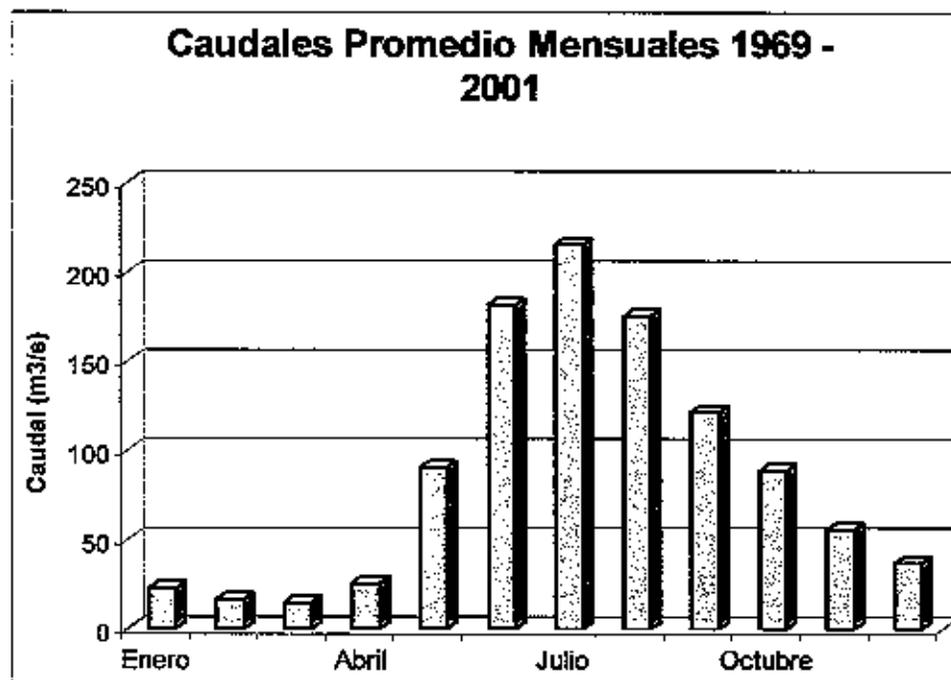


FIGURA 2.4.1 VALORES DE CAUDALES HISTORICOS MENSUALES. RIO CRUCES. 1969 - 2001

El período de menores caudales se observa en el trimestre dado por los meses de enero, febrero y marzo (DGA 2004).

De acuerdo con la estadística del período 1961-1996, el río Cruces, tiene un caudal medio anual de $192.7 \text{ m}^3/\text{s}$, con una fuerte variación estacional, respondiendo al régimen pluvial. En invierno el caudal medio es de $113.6 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que en verano es de $20 \text{ m}^3/\text{s}$.



www.aquambiente.tte.cl

También, se cuenta con los datos de caudal del río Cruces de los monitoreos realizados por la Planta de celulosa Arauco desde enero a septiembre del 2006. El gráfico 2.4.2 muestra los valores promedio, mínimos y máximos de caudal en el río Cruces (enero – septiembre 2006).

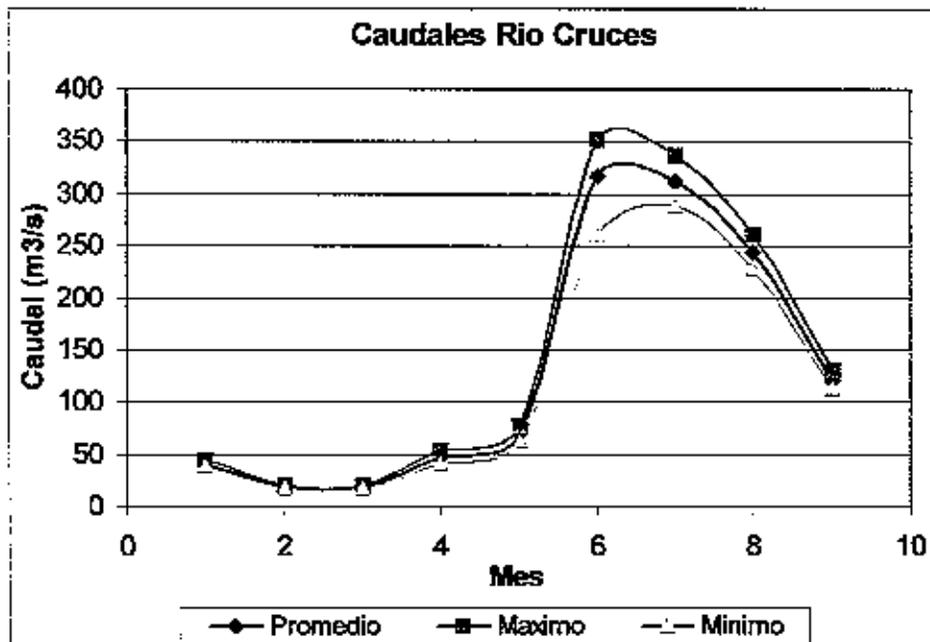


FIGURA 2.4.2 VALORES DE CAUDAL EN RIO CRUCES. ENERO – SEPTIEMBRE 2006 (CELCO 2006).

El caudal promedio del mes de enero 2006 fue superior en casi un 18% a los caudales presentados en la misma fecha en los años 2004 y 2005, además de superar en el mismo porcentaje el promedio histórico. Esta tendencia se presentó también en los meses siguientes de febrero y marzo, registrándose caudales superiores al promedio histórico en un 3% y un 7% respectivamente.



www.aquambiente.tie.cl

Del estudio de la DGA (2004) se extrajo la Tabla 2.4.2 y la figura 2.4.1, sobre caudales promedio históricos del Río Cruces. La serie de tiempo va desde al año 1969 hasta el año 2001.

**TABLA 2.4.2
CAUDALES PROMEDIO HISTORICOS EN RIO CRUCES**

RIO CRUCES	
MES	CAUDAL PROMEDIO (m³/s)
Enero	22.9
Febrero	16.8
Marzo	15
Abril	25.7
Mayo	90.6
Junio	182
Julio	215.8
Agosto	175.8
Septiembre	121.9
Octubre	88.8
Noviembre	55.7
Diciembre	36.8

La subcuenca del Calle Calle corresponde a la hoya hidrográfica del río Calle Calle, incluyendo las subcuencas de sus principales afluentes, los ríos San Pedro y Collileufú. En toda esta subcuenca se observa un claro régimen pluvial, salvo en el río Liquiñe, afluente del lago Neltume, el que presenta un régimen pluvio - nival.

Neltume → Río Neltume

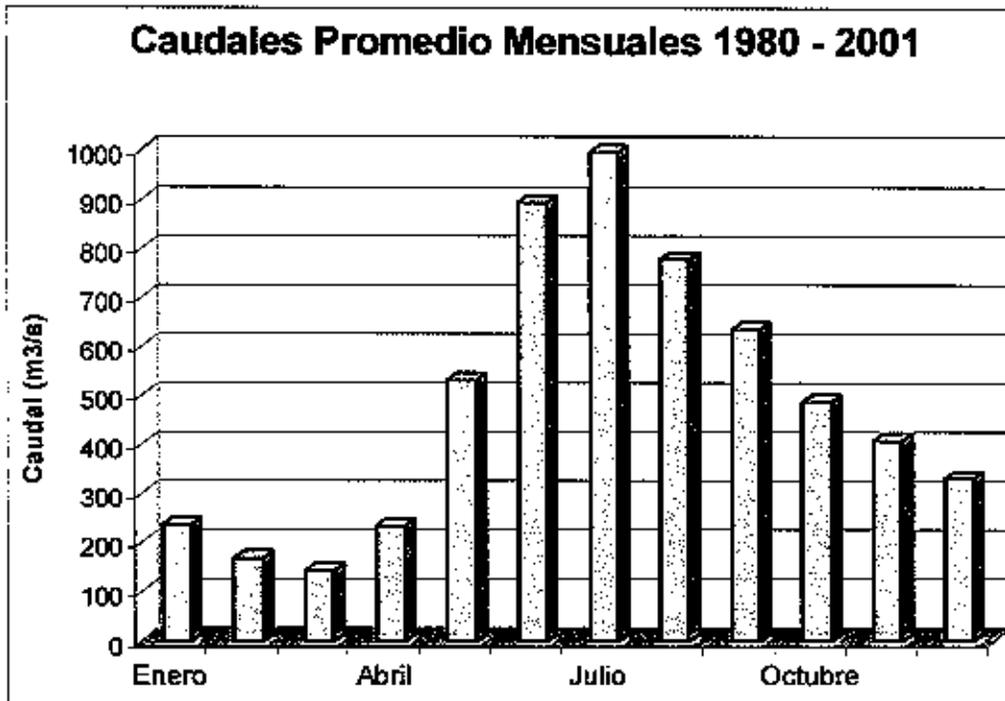


FIGURA 2.4.2 VALORES DE CAUDALES HISTORICOS MENSUALES. RIO CALLE CALLE 1980 - 2001.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales. Los menores escurrimientos se observan entre enero y marzo. En años normales y secos también se observa la importancia de los aportes pluviales, produciéndose los mayores escurrimientos entre junio y agosto.

El periodo de menores caudales se presenta en el trimestre dado por los meses de enero, febrero y marzo (DGA 2004).



De mismo estudio se extrajo la Tabla 2.4.3 y la figura 2.4.2, sobre caudales promedio históricos del Río Calle Calle. La serie de tiempo va desde al año 1980 hasta el año 2001.

TABLA 2.4.3
CAUDALES PROMEDIO HISTORICOS EN RIO CALLE CALLE
1980-2001 (DGA, 2004).

CALLE CALLE	
MES	CAUDAL PROMEDIO (m³/s)
Enero	237.3
Febrero	169.7
Marzo	142.9
Abril	235.4
Mayo	531.4
Junio	893.7
Julio	995.5
Agosto	776.8
Septiembre	633.5
Octubre	487.5
Noviembre	408.3
Diciembre	330.9

Respecto a valores de caudal del río Valdivia. Los gastos líquidos para el Río Valdivia fueron calculados por el INH en 1962, obtenidos de las extrapolaciones hechas a los datos observados en Trafún desde 1941 a 1958, Paico de 1929 a 1932 y, en Putalba desde 1928 a 1932 y 1941 (Tabla 2.4.4 y Figura 2.4.3).



TABLA 2.4.4
VALORES DE CAUDAL DEL RIO VALDIVIA (Valores en m³/s)

	Máximo	Medio	Mínimo
Enero	1400	660	400
Febrero	950	560	335
Marzo	1070	540	300
Abril		530	330
Mayo	1870	1070	430
Junio	3200	1610	860
Julio	2100	1600	900
Agosto	1800	1500	910
Septiembre	1550	1230	680
Octubre	1800	1050	670
Noviembre	1750	900	590
Diciembre	1200	850	470

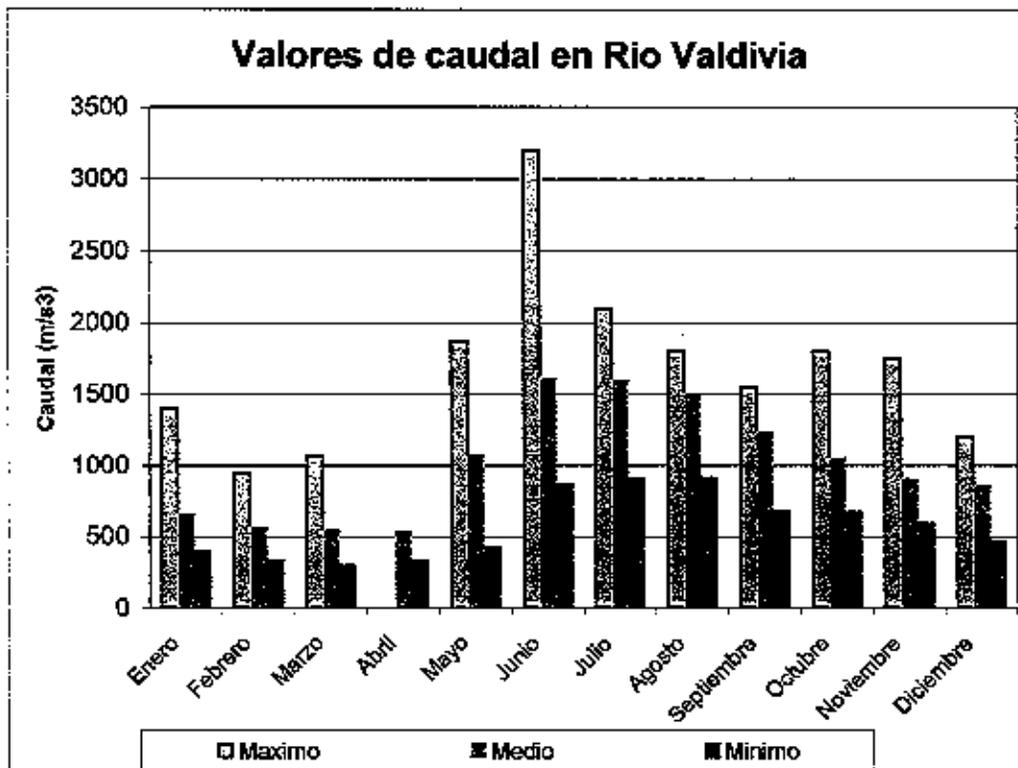


FIGURA 2.4.3 VALORES MENSUALES DE CAUDAL EN RIO VALDIVIA (Fuente Barrios, 2002).



2.4.2 FORZAMIENTO DE LAS MAREAS

Respecto a las mareas, Barrios (2002) establece la onda de marea del sector como una marea de tipo semidiurna con 2 pleamares y 2 bajamares diarias con notable desigualdad entre sí. Además indica que el estuario está caracterizado por una estructura salina (cuña de sal) que se desplaza hacia el interior o hacia mar afuera, regido por los movimientos de marea. El ingreso está supeditado a la intensidad de los flujos y reflujos; sin embargo, incluso con oscilaciones moderadas, en periodos de estiaje (caudales mínimos), la intrusión de sal que llegaría llega hasta 7 Km río arriba, desde Valdivia.

Las amplitudes de mareas quedan determinadas del siguiente modo: una máxima amplitud media de 1.33 metros en Corral, pero afectadas por las variaciones del régimen del Río Valdivia, principalmente en el período invernal, produciéndose una atenuación río arriba, es decir, en Cancagua (parte baja río Valdivia a 6km de Niebla) la amplitud medida es un 90% la amplitud de Corral, y ya en Pishuínco (sector alto del Calle Calle) un 80%. Este forzamiento de las mareas preocupa en el sector ya que podría provocar un flujo reverso, contra el río. Así contaminación del río Valdivia, podría entrar hacia el humedal, por ejemplo. Esto no se ha comprobado pero se espera que las modelaciones que se han encargado entreguen claridad al respecto. En todo caso reportes generales obtenidos en visita a



www.aquambiente.tie.cl

terreno señalan que la cuña de sal nunca ha llegado al sector de la bocatoma de agua en el R. Calle Calle, lo que limitaría su presencia al sector del R. Valdivia y probablemente al R. Cruces en el humedal.

2.4.3 FORZAMIENTO DE LOS VIENTOS

Los vientos observados en la estación meteorológica de la Universidad Austral de Valdivia, ubicada en la Isla Teja en Valdivia, entre Noviembre de 1970 y Enero de 1971, indican que estos son predominantes del Norte y Weste.

Durante el período de invierno, entre los meses de Mayo a Agosto, prevalecen los vientos del Norte que se caracterizan por aportar abundantes precipitaciones y de gran duración.

Para el caso de los vientos provenientes del Weste, estos son más preponderantes durante los meses de Octubre a Febrero, generalmente fríos y húmedos (Barrios 2002).

17



www.aquambiente.tte.cl

La figura 2.4.3.1 muestra los vientos predominantes durante el año.



FIGURA 2.4.3.1 ESQUEMA DE LOS VIENTOS EN VALDIVIA (adaptado de BARRIOS 2002).

2.4.4 CORRIENTES EN EL ESTUARIO

Respecto a las corrientes la información en este punto es muy escasa. La figura 2.4.4.1 muestra valores de corrientes y dirección de flujo y reflujos registrados en el río Valdivia.

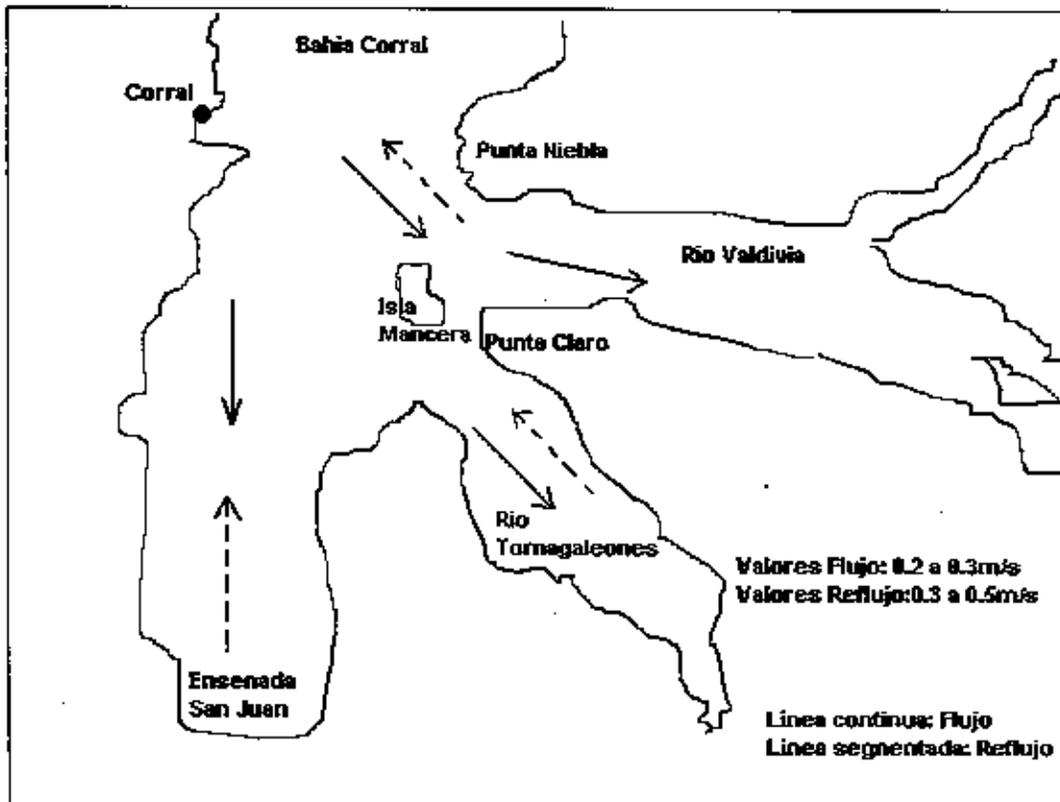
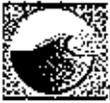


FIGURA 2.4.4.1 VALORES Y DIRECCION DE CORRIENTES EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO VALDIVIA (BARRIOS 2002).

Los valores de corrientes registrados en el área de la desembocadura del río son de magnitudes moderadas a fuertes (20 a 50 cm/s), lo que indica la fuerte dinámica en el sector y la buena ventilación del estuario.

Modelamientos

A la fecha de este estudio se realizan, o están en su fase terminal, estudios hidrodinámicos de la U. Austral y de Codeproval. En ellas se ha evaluado y



modelado las corrientes en el sistema Río Valdivia, en base o información de caudal de ríos, batimetría, salinidad y medición de mareas.

Algunos comentarios que nos surgen respecto a los resultados preliminares de esos estudios (sus versiones finales no estuvieron disponibles):

- Estimamos suficientemente probado que la onda de mareas penetra libremente por el sistema fluvial. De hecho, hay mediciones de rangos de 0.70m en el fuerte S.L. de Alba. Lo que refleja una buena propagación río arriba, de la onda de mareas.
- Sin embargo eso no significa que a la vez se propaguen aguas, río arriba. Una onda no necesariamente desplaza aguas. Habría que probar que aguas estuariales penetran en los sistemas fluviales del Calle Calle y Cruces. No nos parece suficientemente probado, hasta el momento.
- Los valores de salinidad muestran que si bien existe una cuña de sal, esta no penetra hasta la ciudad. Allí los valores son inferiores a 3(psu). Información de diversas fuentes nos permite concluir que ya 10 Km río arriba, contados desde bahía Corral, es el límite de la cuña de sal (con valores de solo 5 psu). A este respecto, el trabajo de Olivares (2000) es muy ilustrativo.



www.aquambiente.tte.cl

- En todo caso hay que tener presente que no se dispone aún de modelaciones hidrodinámicas, no de corrientes.

2.5 Caracterización Físico Química de las aguas y estacionalidad

• Río Cruces

En conjunto con la Norma Secundaria de calidad ambiental para la cuenca del río Valdivia, se ha realizado específicamente la Norma Secundaria de calidad ambiental, para la protección de las aguas del río Cruces. Esta fue incluida en forma especial en el noveno programa priorizado de normas, en sesión extraordinaria del Consejo Directivo de CONAMA. Esta decisión estuvo motivada por la situación que afectó al Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter.

Por esto mismo hay abundante información sobre este río, especialmente aquella tomada por la DGA en la estación Rucaco y la de los detallados monitoreos del río que hace Celco. No obstante en el sector bajo del río, específicamente en el santuario, hay poca información y la mayoría de los parámetros de interés para la norma no se han monitoreado. A continuación se revisan algunas de las fuentes de datos mencionadas y en la sección 4 de este informe se usan para definir límites.



Establecer la calidad de las aguas de ese cuerpo de agua fue indispensable para la elaboración de la norma, la cual contendrá los valores máximos y mínimos para cada uno de los elementos y compuestos en cuestión.

Respecto a la calidad de esta agua, en el río Cruces, los factores físicos y químicos presentan fluctuaciones entre invierno y verano.



La tabla 2.5.1 muestra algunas de las características físico - químicas del río Cruces. Estos datos fueron extraídos de www.ceachile.cl y CELCO 1997.

TABLA 2.5.1
CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS DEL RIO CRUCES Y SU ESTACIONALIDAD. (Fuentes: www.ceachile.cl CELCO 1997)

PARAMETRO	UNIDAD	INVIERNO	VERANO
Temperatura	°C	8.5 - 10.8	20
PH	-	6.0	9.0
Oxigeno disuelto	mg/l	12.2 - 10.64	8.6 - 10.6
Color	Mg/l Pt - Co	98.6	37.9
Fósforo	mg/l	15	6 <small>Fósforo</small>

NORMA
—
6-7.5
8.5
—
0.04

Durante el episodio de la muerte de cisnes de cuello negro en el río Cruces, la Universidad Austral realizó un monitoreo de sus aguas a la entrada del humedal. El monitoreo de primavera - verano 2004, consistió en sacar 1 muestra cada 1 hora por 24 horas. El rango de valores durante ese periodo para las características físico - químicas del agua se presentan en la Tabla 2.5.2.



TABLA 2.5.2
VALORES DE LOS PARAMETROS FISICO QUIMICOS EN EL RIO
CRUCES (Fuente: UACH 2005)

Primavera - Verano (2004)

PARÁMETRO	UNIDAD	PROMEDIO	RANGO
Temperatura	°C	20.33	18 - 23
PH	-	7.14	6.9 - 7.33 ✓
Conductividad	US/cm	85.95	83.10 - 91.20 >
Oxígeno disuelto	mg/l	7.42	3.56 - 9.69 >
Hierro	mg/l	0.333	- ✓
Manganeso	mg/l	0.042	- ✓
Zinc	mg/l	0.015	-
Cobre	mg/l	0.019	- >
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	0.268	-
Nitrato	mg/l	0.082	- ✓
Amonio	mg/l	0.057	-
Fósforo total	mg/l	0.045	- Fósforo →
Fósforo soluble	mg/l	0.023	-
DBO5	mg/l	5.43	-
DQO5	mg/l	11	-
AOX	mg/l	0.128	-

NORITA
-
6,5 - 7,5
57,5
8,5
0,75
0,05
0,01
0,2
0,04

Comparando estos resultados (Tabla 2.5.2) con los de la Tabla 2.5.1 se observa que la temperatura y pH se mantienen en los rangos. El oxígeno disuelto bajó sus valores durante el estudio de la UACH (2005). Finalmente, el fósforo bajó considerablemente, de valores de 6 a 0.045 mg/l.

En la Tabla 2.5.3 se muestran los valores históricos para un sector del río cruces (entrada al humedal) de temperatura, conductividad, hierro y manganeso.



Otra fuente de datos los proporciona la DGA en la estación Rucaco. Los datos estacionales de parámetros físico - químicos para el río Cruces de la Dirección General de Aguas (2004) se presentan en la Tabla 2.5.4.

**TABLA 2.5.4
VARIACIONES ESTACIONALES, MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE
PARA METROS FISICO - QUIMICOS EN RIO CRUCES, SECTOR
RUCACO (DGA, 2004).**

PARAMETRO	UNIDAD	INVIERNO	VERANO	MÁXIMO*	MÍNIMO*
Conductividad	US/cm	35.9	48.5	53	34
Oxígeno	mg/l	10.6	9.7	10,6	9,2
PH	mg/l	6.7	7.0	7,0	6,5
RAS	-	0.4	0.4	0,58	0,40
Cloruro	mg/l	3.5	4.0	5,4	3,5
Sulfato	mg/l	0.5	0.4	1,0	0,4
Boro	mg/l	0.3	0.2	0,47	0,1
Cobre	µg/l	16	8	20	8
Cromo	µg/l	20	28	34	10
Hierro	mg/l	0.69	0.33	1,4	0,4
Manganeso	mg/l	0.05	0.02	0,05	0,03
Aluminio	mg/l	0.53	0.17	0,5	0,1
Mercurio	µg/l	<1	<1	<1	<1

* = Valores aproximados extraídos de las tendencias centrales de DGA (2004).

Según la Tabla 2.5.4 la conductividad, cobre, cromo y aluminio presentan una mayor variabilidad de los parámetros restantes.

De los ríos Calle Calle y Valdivia, se tienen datos históricos de la Dirección General de Aguas



• **Río Calle Calle**

La tabla 2.5.5 muestra los valores estacionales de los parámetros físico - químicos en el río Calle Calle.

**TABLA 2.5.5
VARIACIONES ESTACIONALES DE PARA METROS FISICO - QUIMICOS
EN RIO CALLE CALLE, BALSADERO (Fuente: DGA 2004).**

PARÁMETRO	UNIDAD	INVIERNO	VERANO	MÁXIMO*	MINIMO*
Conductividad	uS/cm	55.7	54.1	56	44
Oxígeno	mg/l	10.8	9.9	11	9,8
PH	mg/l	7.2	7.0	7,15	6,75
RAS	-	0.4	0.4	0,55	0,35
Cloruro	mg/l	3.6	3.5	4,08	3,05
Sulfato	mg/l	0.5	0.7	1,0	0,5
Boro	mg/l	0.3	0.4	0,48	0,13
Cobre	µg/l	<10	11	40	10
Cromo	µg/l	28	27	28	10
Hierro	mg/l	0.22	0.15	1,4	0,02
Manganeso	mg/l	<0.001	<0.001	0,014	<0.001
Aluminio	mg/l	0.33	0.01	0,33	0.01
Mercurio	µg/l	<1	6	3,0	1,0

* = Valores aproximados extraídos de las tendencias centrales de DGA (2004).

Según los resultados de la Tabla 2.5.5, la variabilidad estacional de estos parámetros en el río, en general es baja.

• **Río Valdivia**

La tabla 2.5.6 muestra valores de parámetros físico - químicos y su variabilidad estacional.



TABLA 2.5.6
VARIACIONES ESTACIONALES DE PARAMETROS FISICO - QUIMICOS
EN RIO VALDIVIA. TRANSBORDADOR (Fuente: DGA 2004)

PARAMETRO	UNIDAD	INVIERNO	VERANO	MÁXIMO*	MINIMO*
Conductividad	uS/cm	130.2	1645.6	6000	1000
Oxigeno	mg/l	11	8.5	10,2	8,8
PH	mg/l	7	7.2	7,1	6,7
RAS	-	2.2	4.7	10,3	8,8
Cloruro	mg/l	88.5	244.4	2000	350
Sulfato	mg/l	17.1	38	225	50
Boro	mg/l	0.3	0.3	0,55	0,27
Cobre	µg/l	<10	<10	60	<10
Cromo	µg/l	23	33	36	10
Hierro	mg/l	0.35	0.38	1,4	0,4
Manganeso	mg/l	0.02	0.02	0,02	0,01
Aluminio	mg/l	0.33	0.15	0,28	0,10
Mercurio	µg/l	<1	<1	10	2

* = Valores aproximados extraídos de las tendencias centrales de DGA (2004).

Las variaciones estacionales en el río Valdivia de los parámetros físico - químicos de la Tabla 2.5.6 son mayores que en río Calle Calle. Los parámetros que presentan mayor variación son: conductividad, oxígeno, cloruro, sulfato y cromo. El oxígeno es esperable que tenga una fluctuación estacional, por el efecto de la temperatura en la solubilidad del gas.

Otra fluctuación estacional esperable, pero no corroborada suficientemente a nuestro juicio, es la intensidad y penetración de la cuña de sal por el estuario. Se menciona que podría llegar hasta el humedal en verano.



Según los antecedentes, la calidad natural del río Valdivia en general es de buena calidad. Hay metales pesados, pero se atribuyen producto de las formaciones geológicas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas las cuales comienzan a recargar al río desde la parte media hasta la desembocadura (DGA 2004).

En la sección 4 de este informe se sistematizó y resumió toda esta información y la obtenida de las diferentes bases de datos, para completar un cuadro estadístico, que permita definir límites para la norma correspondiente.

Debe tenerse presente eso sí que faltan datos buenos de salinidad, especialmente en el Río Valdivia y en superficie y fondo, de tal manera de definir bien la presencia, intensidad y penetración de la cuña de sal.

Para realizar este estudio y definir rangos operativos de los parámetros Físico-Químicos de las aguas, además de considerar esta información estadística general, se considero valores específicos de los diversos parámetros a normar. Más adelante, en los capítulos correspondientes (Cap. 4) donde se definen límites y normativa propuesta, se utilizaron esas estadísticas.



Las series que presentaron una mayor variedad de datos para considerar en la norma fueron las que a continuación se presentan:

MONITOREO DGA:

Estos monitoreos de calidad de agua, los realiza la Dirección General de Aguas (DGA) en 8 estaciones a lo largo de la cuenca del Río Valdivia. La Tabla 2.5.7 indica las estaciones y el río donde se ubican.

**TABLA 2.5.7
RIOS Y ESTACIONES DE MONITOREO**

RIO	ESTACION
Calle Calle	Balseo San Javier
Cruces	Rucaco
Enco	Chan Chan
Huanahue	Huanahue
Liquiñe	Liquiñe
Llanquihue	Llanquihue
San Pedro	Desagüe lago Rifiñue
Valdivia	Transbordador

La data de este monitoreo de la DGA, se remonta desde el año 1969, con la medición de caudal en la estación Rucaco en el Río Cruces. A partir de esa fecha se fueron incorporando mas estaciones y parámetros. En algunas estaciones las mediciones han tenido interrupciones, por lo cual algunas series de tiempo no están completas. Se miden 13 parámetros físico - químicos del agua (ei: oxígeno disuelto, pH, RAS, sulfato, mercurio etc.) y caudal.



MONITOREO CELCO:

Se cuenta con monitoreos realizados en el Río Cruces por la empresa Celulosa Arauco y Constitución en la planta ubicada en San José de la Mariquina. Los informes son 3 los que comprenden los intervalos enero – febrero – marzo, abril – mayo – junio y julio – agosto – septiembre 2006. Los muestreos del río Cruces se realizan en 3 estaciones; antes de la bocatoma, estación Rucaco y a la entrada del humedal del Río Cruces. Además en estos monitoreos se presentan valores históricos de 90 parámetros. Las mediciones más antiguas datan de junio 1995 (temperatura, pH, sodio, oxígeno, sulfuros, nitrito entre otros).

MONITOREO AGUAS DECIMA:

Se cuenta con un monitoreo del río Calle Calle, a la altura de la cuesta Soto, donde se realiza la extracción de agua para potabilizarla y distribuirla a la red de agua potable de Valdivia. El monitoreo que aquí se dispuso, se realizó en diciembre del año 2006. Se monitorearon 57 parámetros físico – químicos, entre los cuales están sulfato, arsénico, zinc, hierro, pentaclorofenol, olor, cloruro entre otros.

ESTUDIO UACH:

Este estudio fue realizado en el año 2004 en 4 estaciones en el río Cruces. 3 en el área adyacente a las instalaciones de la planta de Celulosa Arauco y



Constitución en San José de la Mariquina (aguas arriba del efluente de CELCO, aguas abajo del efluente de CELCO y en Sector Rucaco) y la última en la entrada norte del humedal del Río Cruces. En cada estación se tomaron muestras horarias por 24 horas. Se monitorearon alrededor de 40 parámetros, entre los cuales están caudal, temperatura, concentración de sólidos, metales pesados, hidrocarburos, compuestos orgánicos halogenados.

2.6 Acumulación, Dispersión y Transporte

Los bordes del estuario del río Valdivia están contenido por cerros y por un molo artificial. El estuario del río Cruces tiene enormes planicies submareales y intermareales, producto del hundimiento tectónico, asociado al terremoto de 1960.

Todo este sistema estuarial es de tipo mezcla parcial, es decir, existe una mezcla paulatina de salinidad de fondo a superficie, y de boca a cabecera (Pino *et al.*, 1994).

La onda de marea se mueve en los estuarios, es decir en aguas someras, a una velocidad proporcional a la profundidad del canal.

La ecuación de la velocidad de la onda de mareas es:



VELOCIDAD DE LA ONDA

$$V_{om} = \sqrt{gh}$$

h = Profundidad
g = gravedad

Esto significa que durante la marea alta, las velocidades de la onda de marea aguas arriba son mayores que las velocidades que se alcanzan en marea baja. El estudio de la UACH (2005) concluye de esto que las eventuales sustancias contaminantes en solución, se moverían una mayor distancia aguas arriba, debido a las mayores velocidades e irían quedando retenidas en los sedimentos de las partes altas del estuario. Sin embargo, los análisis sedimentológicos del río Cruces indican predominancia de arena, con excepción de la zona somera del humedal del río, donde predomina el fango (CELCO 1997).

Según el estudio de UACH (2005) el humedal del río cruces esta inserto en una cuenca estuarial, de dinámica hidrográfica diferente a la de un río. O bien, las características geofísicas del Santuario del Río Cruces determinan más que las aguas provenientes del Río Cruces (entre otros afluentes), fluyan lentamente a todo lo largo del humedal, cambiando de este modo su

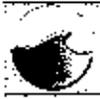


www.aquambiente.tie.cl

comportamiento hidráulico respecto del mismo río, aguas arriba del Santuario.

La conexión de este sistema hidrológico con el cuerpo de aguas del estuario del Río Valdivia y, por tanto, con los regímenes oceánicos de mareas, determinará que el flujo de aguas en el Santuario (velocidad de escurrimiento), no sea constante y dependa fuertemente de las mareas. Los estudios de la UACH postulan que el aumento de la marea oceánica empuja el cuerpo de aguas del Río Valdivia y éste a su vez aminora aún más el flujo de aguas en el Santuario, produciéndose, en ocasiones, la casi detención del flujo de aguas en el humedal. Este mecanismo geofísico ha permitido que por más de cuarenta años el aporte de nutrientes al humedal, por un lado, y la eliminación de desechos disueltos en el agua, por otro lado, los que finalmente se vierten en el Río Valdivia hayan alcanzado un estado estacionario que permitió el asentamiento de la flora y fauna propia del Santuario del Río Cruces.

Una de las consecuencias de la disminución de flora y fauna bentónica del Río Cruces, es un aumento en la erosión del fondo del río y un aumento del transporte de material en suspensión y sedimentos hacia la bahía de Corral. Dependiendo de las características hidrográficas del estuario estos sedimentos se van a depositar en el Río Valdivia o en Corral, causando



www.aquambiente.tie.cl

una serie de problemas, como la mancha de color marrón que aparece en el Río Valdivia.

• **Mancha de Color Marrón**

Esta anomalía de coloración de las aguas se presenta en los ríos Cruces, Cau-Cau y Valdivia. (Ejemplo: fines del año 2005. Las fotografías 1 y 2 muestran el cambio de color de las aguas.



Fuente: www.argentina.indymedia.org



Fuente: www.riosdesur.cl

Respeto al desplazamiento de la mancha, ésta se desplaza por los ríos influenciada directamente por la onda mareal, es decir, en condición de marea llenante, la mancha se desplazaba aguas arriba y en la marea vaciante, donde se desplaza lentamente hacia el mar. En varias ocasiones, la pluma de dispersión de esas aguas, ha llegado hasta el canal mareal Cau – Cau.

En el estudio de CONAMA (2005), se presentan resultados de análisis de conductividad realizados a las aguas de color marrón, durante diciembre



www.aquambiente.tie.cl

2005. Las conclusiones de este estudio difieren (respecto a la conductividad) a lo reportado por la UACH (2005). En diciembre 2005, todos los valores de conductividad registrados se encontraron dentro de rangos normales, de acuerdo a datos históricos para la zona.

En ninguno de los puntos de muestreo, ni dentro ni fuera de la mancha marrón, los valores de conductividad sobrepasaron los 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que sugiere que la coloración café del agua no se debe a un exceso de metales y/o sales disueltas.

Dado que se descarta la presencia excesiva de metales y/o sales en el agua, es lógico suponer que la coloración marrón se deba a un aumento explosivo de microalgas, generado por un alza en la temperatura del agua y buenas condiciones de luminosidad. Estos factores, sumados a la presencia de sedimento en suspensión, generarían las condiciones óptimas para un bloom de fitoplancton (CONAMA 2005). No se dispuso de información de clorofila y/o sólidos disueltos, que habría sido clarificador.

Para definir mejor la mancha de color marrón, habría sido valioso constar con información de dispersión y transporte. Quizás, unas campañas de mediciones lagrangianas habrían aportado información relevante para responder a preguntas respecto a la mancha.

FILE:RIO_VALDIVIA.INFO_RIO_VALDIVIA

Medidas
Fluorescencia
→ (Rodamint)
 27/04/07
Plan de dispersión / Coeficiente
de difusión / tasa de dispersión



2.7 Comunidades biológicas de la cuenca del Río Valdivia y su estacionalidad

• Fitoplancton

Los antecedentes de riqueza de especies y abundancias de las comunidades fitoplanctónicas de la cuenca del río Valdivia son escasas. Sólo se cuenta con datos aislados. Por ejemplo, en un estudio realizado por UACH (2005) entre diciembre y enero del año 2005, se recopilaron muestras de fitoplancton en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwanther, a lo largo del río Cruces. La tabla 2.7.1 contiene los resultados por sector.

TABLA 2.7.1
RESULTADOS DE MUESTRAS FITOPLANCTONICAS EN EL RIO
CRUCES (Fuente: UACH 2005).

ESTACION	ABUNDANCIA
Fuerte San Luis	Entre 5.913.000 y 14.652.176 cél/L
Cabo Blanco	Entre 49.523.000 y 252.857.000 cél/L.
Canal mareal Cau - Cau	291.000.000 cél/L.
Santa María	25.956.583 y 130.826.000 cél/L.
Estuario del río Calle Calle	4.362.413 y 22.652.217 cél/L.

La figura 2.7.1 muestra las estaciones de muestreo a lo largo del río Cruces.

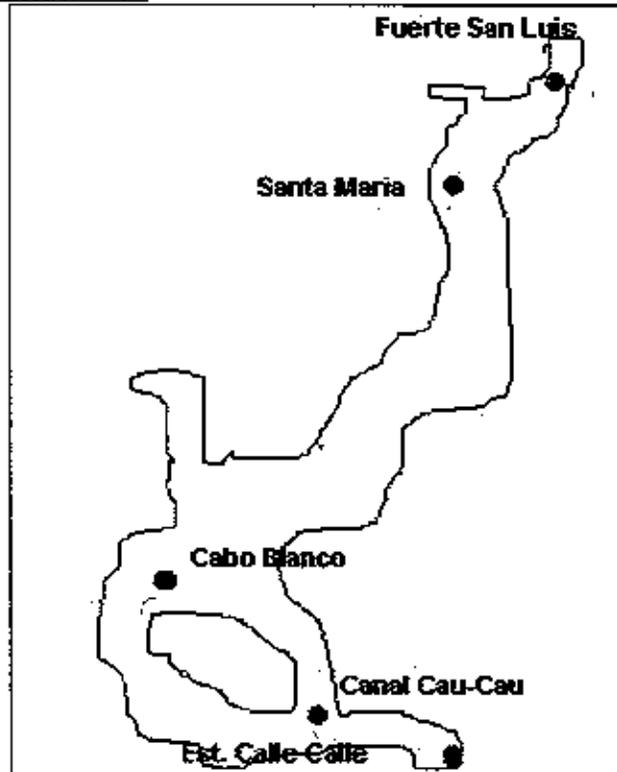
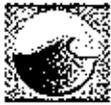


FIGURA 2.7.1 ESTACIONES DE MUESTREO DE FITOPLANCTON A LO LARGO DEL RIO CRUCES, UACH 2005.

Según los resultados se tiene que:

- Los valores encontrados son altos (un valor alto son de 20 millones)
- Las abundancias totales más bajas del fitoplancton ocurrieron en el sector del Fuerte San Luis, con valores entre 5.913.000 y 14.652.176 cél/L.
- Las abundancias más altas se presentaron en el sector de Cabo Blanco, con valores extremos de 149.523.000 y 252.857.000 cél/L.
- La estación ubicada en el canal mareal Cau - Cau presentó una abundancia notoriamente alta, con 291.000.000 cél/L.



- Las aguas de la estación del sector Santa María también registraron abundancias relativamente altas, con valores que variaron entre 25.956.583 y 130.826.000 cél/L.
- Las aguas de la estación del estuario del río Calle Calle, registraron abundancias que variaron entre 4.362.413 y 22.652.217 cél/L.

La composición de la comunidad fitoplanctónica de las aguas analizadas (UACH 2005), estuvo dominada por microalgas del tipo diatomeas, Clase Bacillariophyceae, las cuales representaron en general, más del 60% de la abundancia total. El segundo grupo con mayor abundancia en el fitoplacton fueron las microalgas de la Clase Chlorophyceae (microalgas verdes), las que en general representaron entre el 15 y el 30% de la abundancia total.

Otros grupos detectados pero con bajas abundancias, fueron Chrysophyceae (silicoflagelados), Cryptophyceae (criptófitas), Dinophyceae (dinoflagelados), Euglenophyceae (euglenas) y Cyanophyceae (algas verde - azules).

Un dato interesante es que durante el muestreo en esta estación, estas estuvieron afectadas por las llamadas "aguas de color marrón", lo que explica la coloración de las aguas, en base a la abundancia fitoplanctónica.



La figura 2.7.2 indica la composición de las muestras.

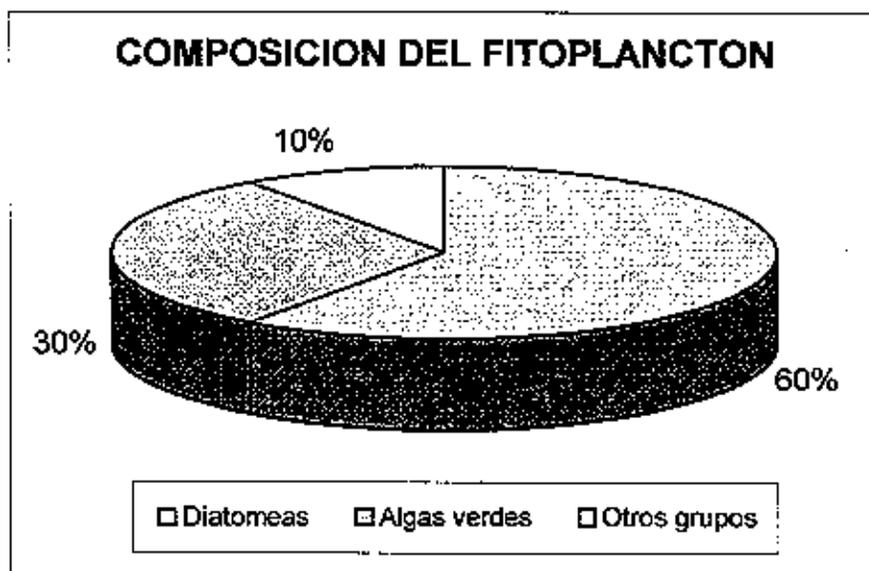


FIGURA 2.7.2 COMPOSICION DEL FITOPLANTON DURANTE EL MUESTREO (UACH 2005).

En el marco del proyecto FIP 2000-29 (FIP, 2005), durante los años 2000 y 2001, se tomaron muestras de fitoplancton en el río Valdivia; a 1.5 km al oeste de la Isla San Francisco y en la desembocadura. Como resultado se aprecia una alta dominancia de diatomeas de origen dulceacuícola en el fitoplancton del estuario del río Valdivia. La distribución de las diatomeas marinas es en general, mayor en la zona de la desembocadura y disminuye hacia la cabeza del estuario.



Este patrón no fue evidente en otoño e invierno debido probablemente a las altas precipitaciones registradas en estas estaciones, lo que puede haber determinado una mayor descarga de agua dulce y menores abundancias de diatomeas marinas en todo el estuario.

Durante el muestreo de verano (enero 2001) se pudo apreciar que la abundancia de diatomeas marinas era mucho mayor en el estrato de 1 m sobre el fondo que el estrato superficial, lo que sugiere el desarrollo de una marcada cuña de agua salada, que penetra al estuario por el fondo.

• **Zooplankton**

En el mismo estudio, (FIP 2005) se observó una influencia de los ciclos mareales en la abundancia del zooplankton en el complejo estuarial Valdivia - Tornagaleones. Durante la fase de marea alta la abundancia zooplantónica fue mayor que durante la marea vaciante; lo que se observó con claridad en el caso de los copépodos y nauplius, dado que estos grupos zooplantónicos resultaron ser los más representativos. En la mayoría de las estaciones de muestreo, se pudo observar abundancias mayores en el estrato subsuperficial de la columna de agua, situación esperable debido a que el ingreso de agua netamente marina, ocurre por la porción más profunda del estuario.



Esta distribución de organismos prueba el carácter estuarino del sistema del río Valdivia. Prueba también que la penetración de la cuña de sal define sus límites.

- **Flora**

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de varias comunidades vegetales: Bosque Laurifolio de Valdivia (Cordillera de la costa), Bosque caducifolio del sur (Valle central), Bosque laurifolio de los Lagos, Bosque caducifolio mixto de la cordillera andina (sector precordillera andina), Bosque caducifolio alto andino Húmedo (sector cordillera andina) (DGA 2004).

La Tabla 2.7.2 indica las principales características de estas comunidades vegetacionales presentes en la cuenca.



TABLA 2.7.2
COMUNIDADES VEGETACIONALES PRESENTES EN LA CUENCA DEL RIO VALDIVIA Y SUS
CARACTERISTICAS. Adaptada de DGA (2004)

TIPO DE VEGETACION	CARACTERÍSTICAS	PRINCIPALES ESPECIES
Bosque Laurifolio Valdiviano <i>Peru</i> <i>SV</i>	Se ubica en las alturas medias de ambas vertientes de la cordillera de la costa en el norte de la X región. En las laderas occidentales de la cordillera llega hasta el nivel del mar. Una característica importante son sus favorables temperaturas, especialmente estivales, las cuales permiten una mayor diversidad florística.	Olivillo: <i>Aextoxicom punctatum</i> Ulmo: <i>Eucryphia cordifolia</i> Huayún: <i>Raphithamnus spinosus</i> Coigue: <i>Nothofagus dombeyi</i> Maño de hojas largas <i>Podocarpus saligna</i> Tíneo: <i>Weinmannia trichosperma</i> Lingue: <i>Persea lingue</i> Huella: <i>Corynabutilum vitifolium</i> Maqui: <i>Aristotelia chilensis</i> Calafate: <i>Berberis buxifolia</i> Junquillo: <i>Juncus bufonius</i> Quira: <i>Juncus planifolius</i>
Bosque caducifolio del sur	Se extiende al sur de la IX Región ocupando la depresión central y en las laderas de ambas cordilleras. Dentro de la región ecológica respectiva es una situación más favorable en cuanto a precipitaciones motivo que permite un gran desarrollo de la vida vegetal. En su composición florística intervienen muchas especies típicamente laurifolias (Roble, Olivillo, Laurel etc).	Roble: <i>Nothofagus obliqua</i> Laurel: <i>Laurelia sempervirens</i> Maño de hojas largas: <i>Podocarpus saligna</i> Olivillo: <i>Aextoxicom punctatum</i> Murra: <i>Rubus ulmifolius</i> Espinillo: <i>Ulex europaeus</i> Pasto miel: <i>Holcus lanatus</i> Piojillo: <i>Agrostis tenuis</i> Mostacilla: <i>Sisymbrium officinale</i> Pasto Olivillo: <i>Dactylis glomerata</i> Llantén: <i>Plantago major</i> Piojillo: <i>Poa annua</i>

00133



<p>Bosque caducifolio mixto de la cordillera andina</p>	<p>Bosque de Raulí y Coigue, que se encuentra distribuido en un estrecho piso altitudinal de la cordillera de los Andes. Responde a una situación ambiental más húmeda y fría. El paisaje vegetal es calificado de mixto por la abundante participación de especies de hoja perenne.</p>	<p>Contrahierba: <i>Gratiola peruviana</i> Plagiobotris: <i>Plagiobotrys pratense</i> Unquillo: <i>Juncus procerus</i> <i>Juncus</i> Lotera: <i>Lotus corniculatus</i> <i>Lotus</i></p>
<p>Bosque caducifolio alto andino húmedo</p>	<p>Es el límite boreal de la subregión, donde existen condiciones de alta precipitación. Es generalmente un paisaje montañoso en que este bosque ocupa el nivel altitudinal superior en las vertientes orientales de la cordillera. Es un bosque típico de altitud.</p>	<p>Raulí: <i>Nothofagus alpina</i> Coigue: <i>Nothofagus dombergii</i> Colihue: <i>Chusquea coleu</i> <i>Nothofagus</i> Chaura: <i>Guautheria phyllireaeifolia</i> <i>Nothofagus</i> Leña dura: <i>Maytenus magellanica</i> <i>Maytenus</i> Sauco del diablo: <i>Pseudopanax laetevirens</i> <i>Alba</i></p>
<p>Bosque caducifolio alto andino húmedo</p>	<p>Lenga: <i>Nothofagus pumilio</i> Canelillo: <i>Drymis winteri</i> var. Andina</p>	<p>Lenga: <i>Nothofagus pumilio</i> Canelillo: <i>Drymis winteri</i> var. Andina</p>



La tabla anterior muestra que hay abundante vegetación boscosa de alto interés, como roble raulí, coigue, etc. Su mantención en el tiempo asegura protección a la erosión de los márgenes de los ríos y en consecuencia forman parte integrante del ecosistema de la cuenca.

También existe flora acuática que habita la cuenca. Las plantas acuáticas que habitan la cuenca pueden clasificarse de distintas formas, de acuerdo a su relación con el sustrato.

- **Plantas libres flotantes:** Plantas sin raíces, que flotan libremente sobre la superficie o a media agua. Se ubican en ambientes lénticos. Presentan crecimientos grandes, cubriendo también grandes superficies (*Lemna minúscula*, *Limnobium loevigatum*, *Utricularia giba* etc.).
- **Plantas Arraigadas:** Viven arraigadas al fondo del cuerpo del agua y se subdividen en plantas emergentes, sumergidas y natantes.
- **Plantas Emergentes:** También llamadas palustres o de pantano. Se encuentran en orillas fangosas de cuerpos de agua poco profundos. Tienen sus raíces enterradas en el fango y la mayor parte de los tallos y las hojas están al aire (ejemplos : *Calystegia saepium*, *Scirpus californicus*, *Typha angustifolia*, *Cyperus eragrostis*, *Juncus procerus*,



Phragmites australis, *Sagittaria montevidense*, *Alisma plantago-aquatica*, *Senecio fistulosus*, *Blechnum chilense* entre otras).

- **Plantas Sumergidas:** Viven en ambientes lénticos y lóticos. Sólo sus flores salen del agua (*Myriophyllum aquaticum*, *Potamogeton spp.*, *Egeria densa* etc.).
- **Plantas Natantes:** Viven en ambientes lénticos y lóticos. Viven arraigadas pero poseen tallos largos con hojas, las que pueden ser sumergidas en su parte inferior y flotantes en su parte superior o bien solamente flotantes (*Hydrocotyle ranunculoides*, *Nymphaea alba*, *Ludwigia peploides*, *Potamogeton linguatus* etc) (www.ceachile.cl).

La Tabla 2.7.4 contiene la flora acuática de la cuenca del río Valdivia según el estudio de la DGA (2004).

TABLA 2.7.4
FLORA ACUATICA DE LA CUENCA DEL RIO VALDIVIA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VERNACULAR
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Llantén de agua
<i>Arundo donax</i>	Caña de Castilla
<i>Aster valii</i>	-
<i>Azolla filiculoides</i>	Flor del pato
<i>Blechnum chilense</i>	Costilla de vaca
<i>Calystegia saepium</i>	Suspiro
<i>Callitriche deflexa</i>	-
<i>Callitriche palustres</i>	Huenchecó
<i>Callitriche stagnalis</i>	-



<i>Cardamine nasturtioides</i>	-
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico
<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de oro
<i>Crassula erecta</i>	Flor de la piedra
<i>Cyperus conceptionis</i>	Cortadera
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera
<i>Elatine chilensis</i>	Yerbilla
<i>Egeria densa</i>	Luchecillo
<i>Gratiola peruviana</i>	Contrahierba
<i>Heleocharis pachycarpa</i>	-
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Hierba de la plata. Sombrerito de agua
<i>Hydrocotyle volckmanni</i>	Tembladerilla
<i>Isoetes savatieri</i>	Isete
<i>Juncus cyperoides</i>	-
<i>Juncus microcephalus Floribundus</i>	Junquillo
<i>Juncus procerus</i>	Junquillo, junco
<i>Juncus supiniformis</i>	-
<i>Juncus supinus</i>	-
<i>Jussiaea repens</i>	-
<i>Lemna valdiviana</i>	Lenteja de agua
<i>Leptocarpus chilensis</i>	Canutillo
<i>Lilaeopsis lineada</i>	-
<i>Limnobium laevigatum</i>	Hierba guatona
<i>Limosella subulata</i>	-
<i>Ludwigia peploides</i>	Ludwigia
<i>Lythrum album</i>	Romerillo
<i>Lythrum hyssopifolia</i>	-
<i>Mimulus bridgesii</i>	Placa, berro
<i>Mimulus luteus</i>	Placa
<i>Mimulus sp.</i>	-
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	Pasto pinito
<i>Myriophyllum elatinoides</i>	Hierba del sapo
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro
<i>Nymphaea alba</i>	Loto
<i>Phragmites australis</i>	Carrizo
<i>Polygonum hidropiperoides</i>	Duraznillo
<i>Potamogeton gayi</i>	Huiro
<i>Potamogeton linguatus</i>	Huiro
<i>Potamogeton lucens</i>	Huiro
<i>Potamogeton lucens var. Brasiliense</i>	Huiro
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Huiro
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Huiro



www.aquambiente.tie.cl

<i>Potamogeton pusillus</i> var. <i>Tenuissimus</i>	Huiro
<i>Potamogeton stenostachys</i>	Huiro
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	-
<i>Ranunculus monanthos</i>	-
<i>Ranunculus</i> sp.	-
<i>Sagittaria chilensis</i>	-
<i>Sagittaria</i> sp.	-
<i>Sagittaria montevidense</i>	Flecha de agua
<i>Salicornia fruticosa</i>	Sosa
<i>Salix viminalis</i>	Mimbre
<i>Scirpus americanus</i>	-
<i>Scirpus californicus</i>	Tahuatahua. Totorá
<i>Scirpus cernis</i>	-
<i>Scirpus inundatus</i>	-
<i>Senecio fistulosus</i>	Hualtata, paco, lampazo
<i>Senecio zosteræfolius</i>	-
<i>Spergularia rubra</i>	Taisana
<i>Triglochin maritima</i>	Hierba de la paloma
<i>Triglochin striata</i>	Hierba de la paloma
<i>Typha angustifolia</i>	Vatro, totora
<i>Utricularia tenuis</i>	Atrapa bichos
<i>Utricularia gibba</i>	Bolsita de agua
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	No me olvides del campo
<i>Zannichellia palustris</i>	Cachudita de las lagunas

Las siguientes fotos, muestran algunas de las especies indicadas en la Tabla 2.7.4.



Costilla de Vaca



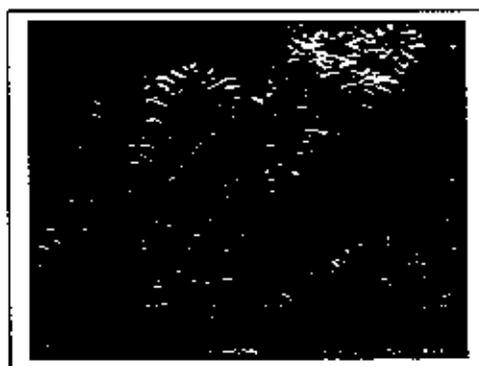
Duraznillo



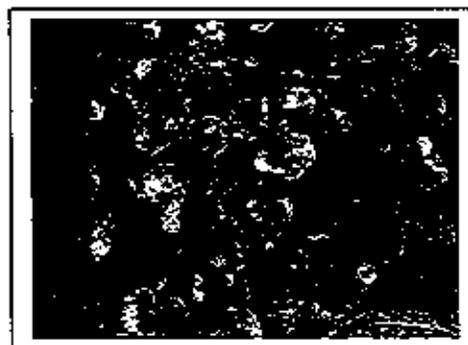
Hierba guatona



Lenteja de agua



Luchecillo



Sombrerito de agua



Cachudita de las lagunas



Bolsita de agua

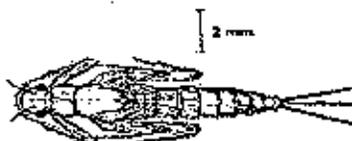


- **Fauna**

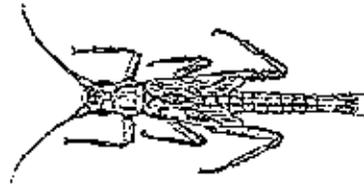
Se han realizado algunos estudios de composición faunística del río Valdivia (DGA 2004, UACH 2005). Se cuenta con antecedentes de riqueza de especies de los siguientes grupos zoológicos: insectos, crustáceos, moluscos, anfibios, peces y aves.

Se han identificado varias especies de insectos para la zona, resumiendo, los grupos de insectos identificados para la zona son (www.ceachile.cl):

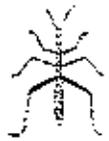
- **EPHEMEROPTERA:** De contextura débil, con ninfas acuáticas, que normalmente se encuentran bajo rocas y palos sumergidos. De forma alargada como *Massartellopsis irarrazabali*.



- **PLECOPTERA:** Cabeza aplanada y grandes alas. Los huevos están cubiertos de pegamento y las hembras los dejan al tocar el agua mientras vuelan. Su desarrollo es lento (1 a 3 años). Es común *Limnoperla jafuñi*.



- **HEMIPTERA:** Llamados chinches de agua. La mayoría son terrestres, pero las presentes en el humedal, están adaptadas al medio acuático.

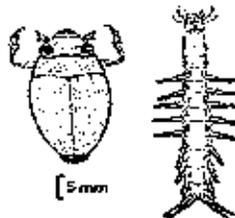


Orden Hemiptera



Familia Belontiidae

- **COLEOPTERA:** Hay coleópteros de diferentes tamaños. El aparato bucal de larvas y adultos es masticador. Las larvas de los coleópteros pueden ser de diferentes formas y hábitos alimenticios.





www.aquambiente.tie.cl

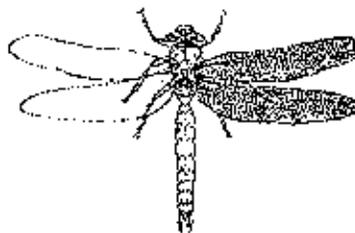
- **TRICHOPTERA:** Cuerpo blando y cuatro alas membranosas y peludas. Metamorfosis completa. Larvas y pupas acuáticas. Dieta de alimentos líquidos. Todas sus especies son acuáticas y viven debajo de piedras o palos o bien sobre arenas en lagunas.



- **DIPTERA:** Con alas anteriores funcionales y posteriores reducidas como protuberancias (llamados balancines).



- **ODONATOPTERA:** Insectos rapaces, de cabeza grande ocupada casi completamente por los ojos. Con cuatro alas angostas finamente reticuladas. Abdomen delgado. Comen otros insectos capturados en vuelo.





Respecto a los crustáceos que habitan el río Valdivia, se han identificado algunos morfotipos (www.ceachile.cl). Entre ellos destacan las pancoras de río, *Aegla araucaniensis*, *Aegla rostrata*, *Aegla manni* y *Aegla denticulata*. Estas poseen cinco pares de patas nadadoras y sirven de alimento a peces, coipos y huillines.

También están los camarones de río, *Samastacus spinifrons* y *Parastacus nicoleti*. El primero vive en depósitos de fango y hojas escondido bajo troncos y rocas. Mide 147 mm y es carnívoro. El segundo, vive en riberas cubiertas por quilas y mirtáceas. Construye galerías subterráneas y es herbívoro. Mide unos 142 mm.

Los tipos de moluscos que habitan el sector del humedal son de diversos tipos. Entre los más abundantes están las almejas de agua dulce o chorito de río (*Diplodon chilensis*). Este es un molusco bivalvo con conchas de formas variables, generalmente alargadas y poco compactas. Exterior gris oscuro. Interior de valvas nacarado-azulado. Mide unos 67 mm de largo, por 34 mm de alto y 21 mm de ancho.

Otro tipo de moluscos presentes en el humedal del Río Cruces son los caracoles de río, entre los cuales están *Chilina* sp, la cual tiene concha en espiral de una pieza, con abertura a la derecha. Vive adherido a piedras, rocas, plantas y fondos limosos, alimentándose de plantas. También está presente en el río *Physa* sp que posee concha formada por una pieza,



enrollada en espiral. Mide 8 mm de largo y 4 mm de ancho. Ambas son hermafroditas. Finalmente *Ancylus sp.* posee concha de una pieza en forma de cono.

En el estudio realizado por la DGA (2004), se muestra la composición bentónica del río Valdivia. Las especies antes citadas están presentes según este estudio. La tabla 2.7.5 muestra la composición del bentos del río.

**TABLA 2.7.5
COMPOSICION BENTONICA DEL RIO VALDIVIA. DGA (2004)**

FAMILIA	ESPECIE
Aeglidae	<i>Aegla sp</i>
Aeshnidae	<i>Aeshna sp.</i>
Annicolidae	<i>Littoridina</i>
Chilidae	<i>Chilina sp</i>
Corydalidae	<i>Protochauliodes sp.</i>
Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>
Hydrophilidae	<i>Berosus sp</i>
Hydrophilidae	<i>Hydrophilidae</i>
Iridea	<i>Diplodon chilensis</i>
Leptophlebiae	<i>Nousia minor</i>
Leptophlebiae	<i>Penaphlebia chilensis</i>
Lestidae	<i>Lestes undulatus</i>
Limnephilidae	<i>Magellomyia sp</i>
Notonectidae	<i>Notonecta sp</i>
Oniscigastridae	<i>Siphonella sp</i>
Oniscigastridae	<i>Meridialaris laminata</i>
Parastacidae	<i>Parastacus spinifrons</i>
Sphaeriidae	<i>Pisidium sp</i>



www.aquambiente.tie.cl

En el estudio realizado por UACH (2005) donde se muestrearon 3 estaciones en el sector del río Cruces durante 2 periodos, se obtuvieron los siguientes resultados de abundancia:

- **MUESTREO NOVIEMBRE 2004:** El número total de taxa fue igual en las 3 estaciones de muestreo (5). La abundancia mayor fue de 1697.9 ind/m² y la menor fue 188.8 ind/m². Los oligoquetos de la familia Tubificidae fueron el taxón con mayor representación numérica en las 3 estaciones, con un porcentaje cercano al 50%.
- **MUESTREO MARZO 2005:** Durante ese muestreo, las abundancias totales de invertebrados bentónicos, no presentaron mayor variación entre las estaciones. El promedio fue de 749.1 a 1086.1 Ind/m². También los oligoquetos de la familia Tubificidae fueron los más abundantes.

Se compararon estadísticamente estos resultados con datos de muestreos bentónicos del año 1995 en el sector aguas arriba del santuario Carlos Anwanther (río Cruces). Este estudio concluyó que los valores de riqueza de taxa y abundancias de los invertebrados bentónicos registrados hasta el año 2005, fueron similares a los encontrados en estudios similares realizados en la misma área. Esto demuestra que la fauna bentónica del



Santuario y cauces tributarios, no se ha visto afectada por las condiciones ambientales, a las cuales el Sanitario ha estado sometido (UACH 2005).

También es importante analizar incluir la fauna anfibia del río Valdivia. La Tabla 2.7.6 contiene las especies de ranas y sapos que habitan el río según el estudio de la DGA (2004).

**TABLA 2.7.6
ESPECIES ANFIBIAS QUE HABITAN EL RIO VALDIVIA**

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<i>Eupsophus vertebralis</i>	Sapo
<i>Eupsophus roseus</i>	Sapo
<i>Batrachyla taeniata</i>	Sapo
<i>Batrachyla leptopus</i>	Sapo
<i>Rhinoderma Darwin</i>	Sapito de Darwin
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos
<i>Hylorina sylvatica</i>	Ranita del Bosque
<i>Caudiverbera caudiverbera</i>	Rana chilena

Cabe destacar que las especies *Batrachyla taeniata*, *Batrachyla leptopus*, *Eupsophus vertebralis* y *Caudiverbera caudiverbera* son endémicas para Chile y la mayoría presenta algún problema de conservación (Ortiz & Díaz-Páez 2006). La Ranita de Darwin está en peligro de extinción y la rana chilena está catalogada como vulnerable.

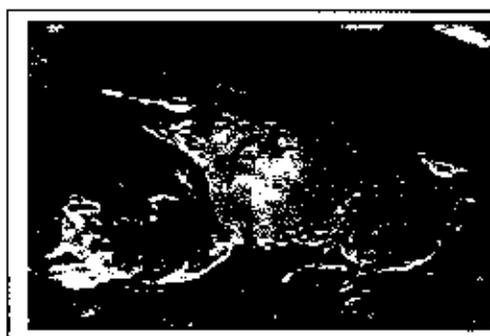
Algunas de las especies señaladas en la Tabla 2.7.6 se muestran en las siguientes fotos.



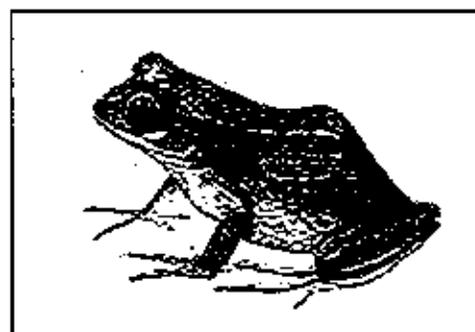
Rana chilena



Sapito de cuatro ojos



Sapito de Darwin



Ranita del bosque

En la cuenca del río Valdivia, habita una diversa comunidad íctica. Alrededor de unas 12 familias de peces habitan el río Valdivia. Algunas de las familia son Percichthyidae, Galaxiidae, Characidae y Salmonidae.

La tabla 2.7.7 muestra la riqueza íctica del río Valdivia según el estudio de la DGA (2004).



TABLA 2.7.7
RIQUEZA ICTICA DEL RIO VALDIVIA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VERNACULAR
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Farionela
<i>Aplochiton zebra</i>	Farionela listada
<i>Basilichthys Australis</i>	Pejerrey
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Pulle, Peladilla
<i>Cheirodon australe</i>	Pocha del sur
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha de los lagos
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha común
<i>Cheirodon kiliani</i>	Pocha
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Diplomystes campoensis</i>	Tollo
<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye
<i>Galaxias platei</i>	Tollo
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia
<i>Geotria australis</i>	Lamprea anguila o lamprea de bolsa
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea de agua dulce
<i>Odontesthes mauleanum</i>	Cauque de Valdivia
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris
<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita
<i>Salmo trutta fario</i>	Trucha de río
<i>Salmo trutta trutta</i>	Trucha de mar
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre chico

La mayoría de estas especies son clasificadas como en estado vulnerable. Además las especies *Aplochiton taeniatus*, *Diplomystes campoensis* y *Percichthys melanops* están en peligro de extinción.

En otro estudio realizado por la Universidad Austral (UACH 2005), donde se realizó un muestreo de peces en 4 estaciones a lo largo del río Cruces, se registró un total de 13 especies, todas incluidas en la Tabla 2.7.7. El



www.aquambiente.tte.cl

número de taxa fue similar entre las distintas estaciones durante los muestreos realizados y fluctuó entre 5 y 8 especies. Los valores de abundancia relativa total por estación, fluctuaron entre 124 y 370 individuos.

Las siguientes fotos muestran algunas de las especies presentes en la cuenca.



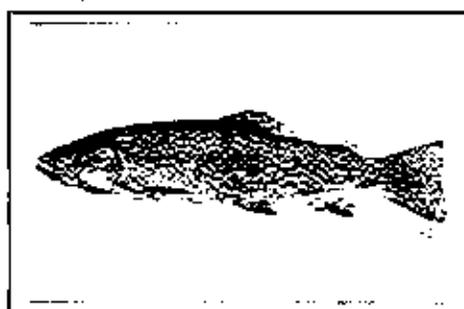
Carmelita



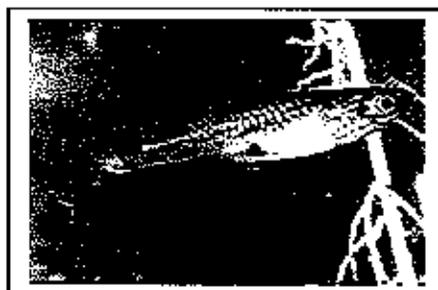
Lamprea



Robalo



Trucha arcoiris



Gambusia



Respecto a la avifauna del sector, se han registrado unas 119 especies de aves que dependen directa e indirectamente de los humedales del río Cruces y sus zonas aledañas (www.ceachile.cl). El 75% son especies residentes, 17% son visitantes y las restantes son especies ocasionales o accidentales. La tagua (*Fulica armillata*) es la más dominante, llegando a constituir, junto a los cisnes de cuello negro, el 75% de las aves de los humedales, especialmente en invierno. Entre taguas y cisnes, se ha llegado a contabilizar más de 20000 individuos. Estos humedales son un área clave para poblaciones de aves acuáticas en verano, con altas concentraciones a fines de esa estación y comienzos de otoño. Los números más bajos para muchas especies ocurren en invierno por aumento de los caudales de agua producto de las lluvias invernales, por lo que se dispersan a otras zonas húmedas que se forman temporalmente en invierno.

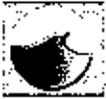
La Tabla 2.7.8 contiene algunas de las especies de aves presentes en el área según estudio DGA (2004).

**TABLA 2.7.8
ESPECIES DE AVES PRESENTES EN EL RIO CRUCES**

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VERNACULAR
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande
<i>Egretta thula</i>	Garza chica
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo
<i>Theristicus melanops</i>	Bandurria



<i>Milvago chimango</i>	Tiuque
<i>Cygnus melancorypha</i>	Cisne de cuello negro
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande
<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real
<i>Netta peposaca</i>	Pato negro
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado
<i>Anas specularis</i>	Pato anteojillo
<i>Rallus sanguinolentus landbecki</i>	Pidén
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora
<i>Sterna trudeaui</i>	Gaviotín piquerito
<i>Fulica armillata</i>	Tagua
<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo
<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo
<i>Podiceps major</i>	Huala
<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco
<i>Gallinula melanops crassirostris</i>	Taguita
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue
<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana
<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin
<i>Ceryle torquata</i>	Martín pescador
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba
<i>Hymenops perspicillata</i>	Run run
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete
<i>Agelaius thilus</i>	Trile
<i>Caracara plancus</i>	Traro



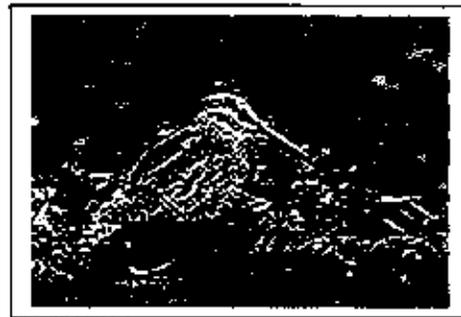
www.aquambiente.tic.cl

En Chile hay una serie de especies con problemas de conservación, entre ellas, el cuervo del pantano y cisne coscoroba, habitantes de la cuenca que están en peligro de extinción.

Las siguientes fotos muestran algunas de las especies señaladas en la Tabla 2.7.8.



Águila pescadora



Becacina



Cisne coscoroba



Cisne de cuello negro



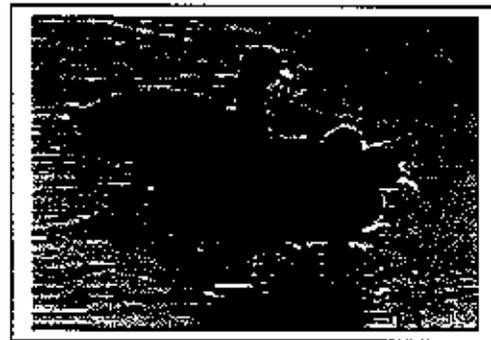
Cuervo del pantano



Martín pescador



Siete colores



Tagua

En otro estudio realizado por la Universidad Austral (UACH 2005), se realizó un muestreo de aves en el sector del río Cruces y su objetivo principal fue caracterizar las fluctuaciones temporales en diversidad y abundancia poblacional de la avifauna. En el período 1999 – 2005, se registró un total de 34 especies, todas contenidas en la Tabla 2.7.8. La tagua fue la especie más abundante, con un promedio mensual de 10.821 individuos, seguida por el cisne de cuello negro, con 5.286 individuos en



promedio. Para el período 1999 – 2004, el valor de abundancia mínimo registrado para ambas especies fue de 3.970 y 1.729 individuos respectivamente. En el año 2005, estas abundancias alcanzaron un orden de magnitud con valores de 640 y 289 individuos durante el mes de febrero. Cabe destacar que en esta época se produjo el desastre en el Santuario. La variabilidad a través del tiempo de la abundancia poblacional de la avifauna del Santuario, muestra que las especies más abundantes, tagua y cisne de cuello negro presentan una baja variabilidad temporal, lo cual indica que sus altas abundancias son comunes dentro de ese período de estudio.

Desde septiembre 2005, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), está realizando censos mensuales en el Santuario del río Cruces. La figura 2.7.3 muestra la variación temporal de las taguas y los cisnes de cuello negro desde septiembre 2005 a agosto 2006. En el gráfico queda de manifiesto la disminución que ha tenido la abundancia de estas 2 especies en el Santuario.

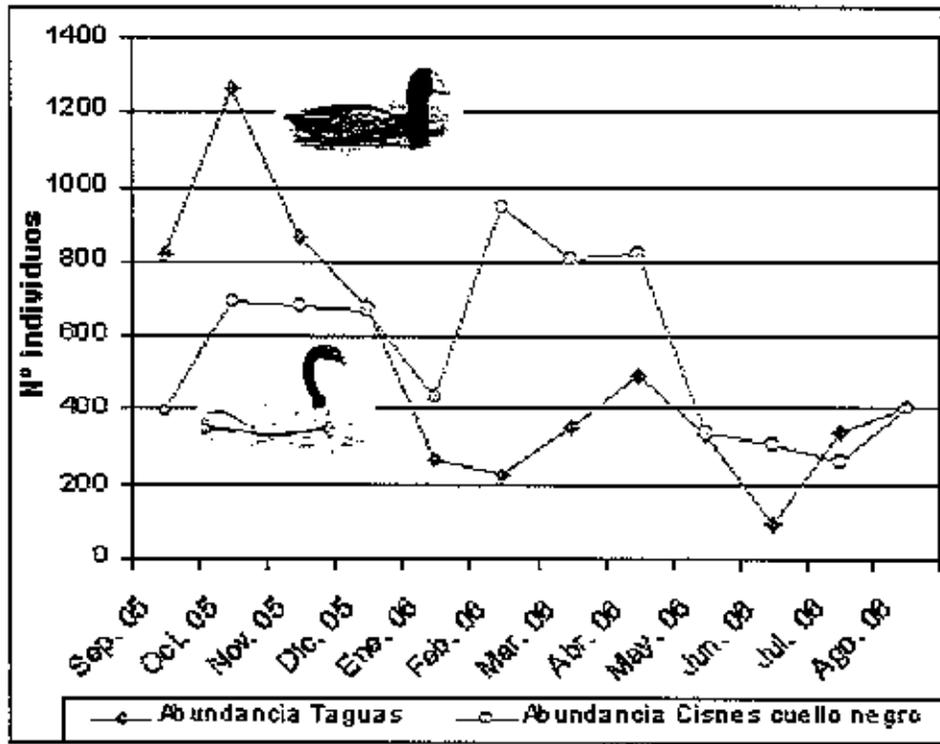


FIGURA 2.7.3 VARIACION TEMPORAL DE TAGUAS Y CISNES DE CUELLO NEGRO DESDE SEPTIEMBRE 2005 A AGOSTO 2006. SANTUARIO RIO CRUCES.

La figura 2.7.4 muestra la variación temporal de las abundancias totales de especies en el Santuario desde septiembre 2005 a julio 2006.

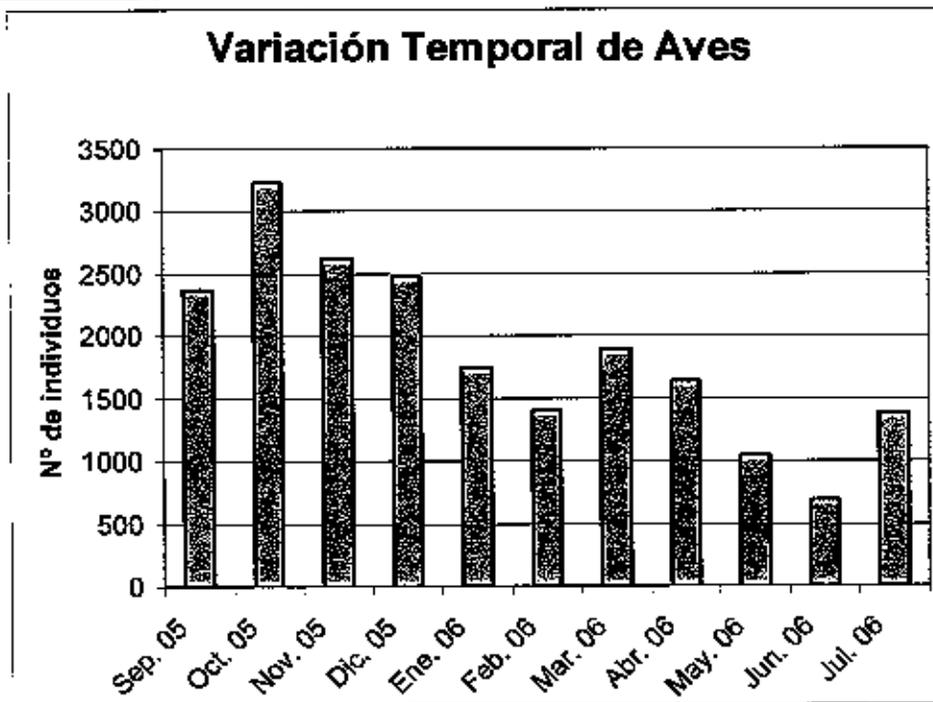


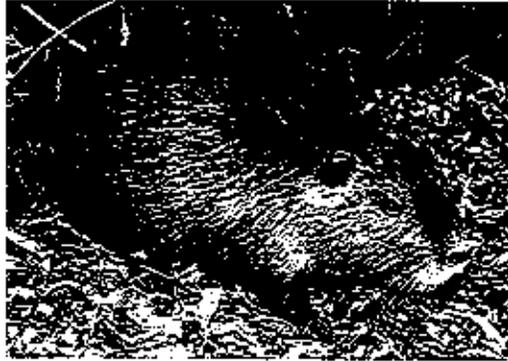
FIGURA 2.7.4 VARIACION TEMPORAL DE AVES DESDE SEPTIEMBRE 2005 A JULIO 2006. SANTUARIO RIO CRUCES (UACH 2005).

El gráfico anterior (2.7.4), muestra la tendencia decreciente que tuvo la abundancia total de especies de aves desde septiembre 2005 a junio 2006 en el Santuario del río Cruces.

En esta zona, también habitan distintas especies de mamíferos, entre los cuales destacan el coipo (*Myocastor coypus*) y el huillín o nutria de río (*Lontra provocax*) En particular la nutria es un mamífero de interés para las comunidades dedicadas a la conservación.



www.aquambiente.tte.cl



Coipo



Huillín

Esta revisión, tiene valor de registro histórico, ya que permite apreciar la calidad natural de los ecosistemas analizados y sus relaciones tróficas. Así por ejemplo, la desaparición del luchecillo (Tabla 2.7.4) pudo relacionarse con la desaparición del cisne de cuello negro (Tabla 2.7.8). Seguramente eventuales y futuras alteraciones en la calidad de las aguas de los ríos, también podrían significar la desaparición de alguna de las especies señaladas aquí. Por ello es importante fijar como objetivo de la futura norma, la protección de esta biodiversidad listada aquí, tiene también utilidad para futuros monitoreos, los que debieran constatar eventuales sustituciones o desapariciones de estas especies.



2.8 Análisis de componentes de la Cadena trófica

La cuenca del río Valdivia, contiene una gran cantidad de complejos ecosistemas, en los cuales se desarrolla una serie de redes tróficas que están íntimamente relacionadas (Figura 2.8.1).

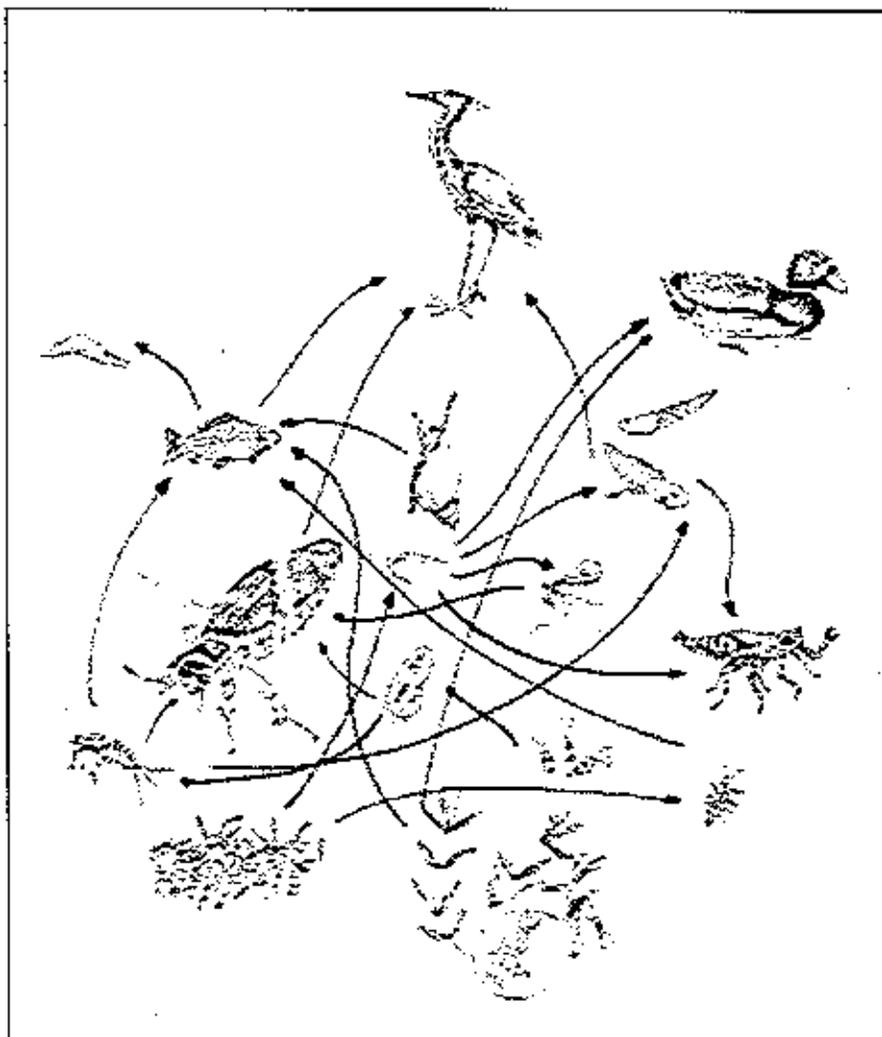


FIGURA 2.8.1 RED TROFICA TIPICA DE RIO (Fuente: www.roble.cnice.mecd.es)



www.aquambiente.tie.cl

Las redes tróficas o de alimentación en los ecosistemas, comienzan en los productores, que son las plantas terrestres, acuáticas y algunos tipos de bacterias. Ej: Luchecillo, hierba guatona, sombrerito de agua, costilla de vaca, fitoplancton, algas verde azules, etc. Estas plantas captan la energía luminosa con su actividad fotosintética y la convierten en energía química almacenada en moléculas orgánicas. Los productores primarios son los organismos que hacen entrar la energía en los ecosistemas. Las plantas y el fitoplancton son consumido por otros seres vivos que forman el nivel trófico de los consumidores primarios (herbívoros) Ej: cisnes cuello negro, taguas y coipos.

Los consumidores primarios son todo el conjunto de animales que se alimentan de los organismos fotosintéticos. Diversos estudios revelan, en forma global y aproximada, que sólo el 10% de la energía disponible de un nivel trófico es incorporado en el siguiente, Ley del 10% (www.fortunecity.es).

Los herbívoros suelen ser presa, generalmente, de los carnívoros (depredadores) que son consumidores secundarios en el ecosistema. Como ejemplo, podemos citar el caso del puma, que habita en la parte cordillerana de la cuenca. Este animal se alimenta de una amplia gama de animales, entre los cuales destacan los roedores, pudúes, cerdos, liebres, insectos, peces, etc.



www.aquambiente.tte.cl

Las cadenas alimentarias no acaban en el depredador cumbre, sino que como todo ser vivo muere, existen necrófagos, como algunos hongos o bacterias que se alimentan de los residuos muertos y detritos en general (organismos detritívoros).

Existen cadenas alimentarias con distintos números de eslabones, un ejemplo de esto son los casos del cisne de cuello negro, el cual se alimenta de lucheillo (2 eslabones). También existen otras cadenas con mayor número de eslabones (de 3 a 6).

Las diferentes cadenas alimentarias no están aisladas en el ecosistema, sino que forman un entramado entre sí y se suele hablar de red trófica.

El flujo de materia en un ecosistema constituye un ciclo cerrado. La energía es captada en cada nivel trófico, se utiliza en los procesos vitales y se desprende en forma de calor, parte se expulsa como residuo y parte se consume al crecer los seres vivos y puede ser utilizada en el siguiente nivel. El ciclo de la energía es abierto y por tanto es un flujo energético. En un ecosistema, el flujo de energía es unidireccional y sufre una serie sucesiva de transformaciones. La figura 2.8.2 muestra el flujo de la materia y la energía en un ecosistema como el del río Valdivia.

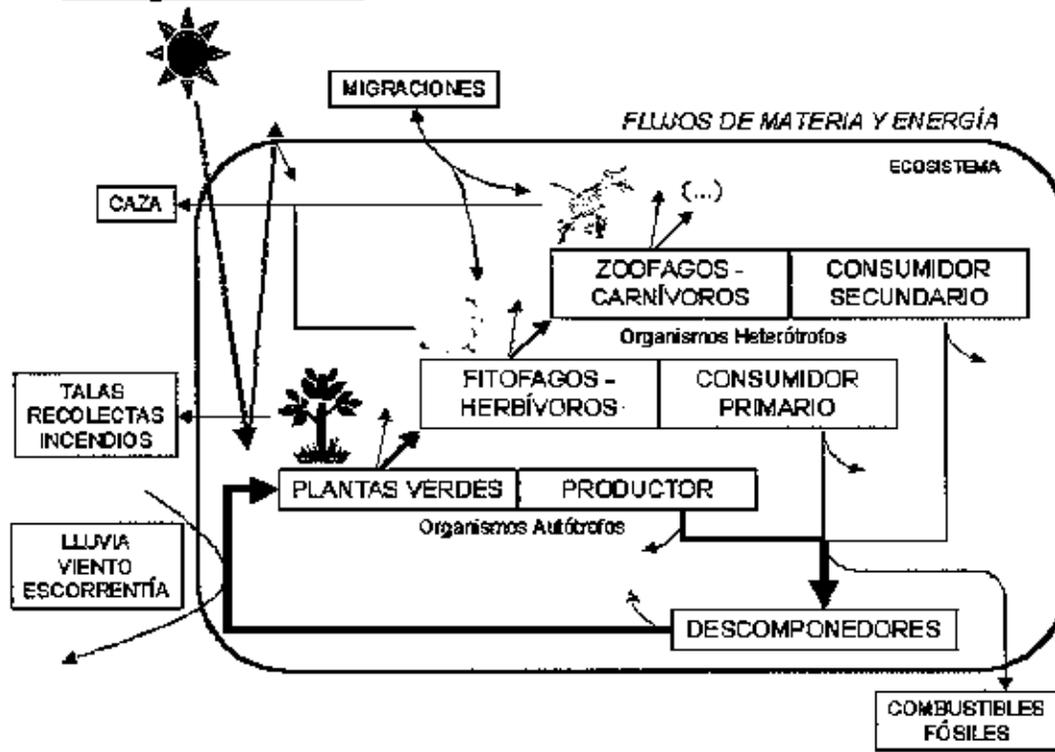


FIGURA 2.8.2 FLUJOS DE MATERIA Y ENERGÍA (Fuente: www.wikipedia.org).

En estos ecosistemas hay especies generalistas y especialistas; las especies generalistas pueden vivir en muchos lugares diferentes, ingerir gran variedad de alimentos y toleran muy diferentes condiciones ambientales.

Las especies especialistas sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas (www.tecnun.es).

En estos ecosistemas, se distinguen dos grandes tipos de estrategias de supervivencia: los R y los K. Se entienden como estrategia de supervivencia R, aquellos organismos que tienen alta tasa de reproducción y por el contrario, los denominados K es baja su tasa de reproducción o crecimiento.



La tabla 2.8.1 entrega un detalle con las estrategias de sobrevivencia, de estos tipos de especies.

**TABLA 2.8.1
ESTRATEGIAS DE SOBREVIVENCIA DE LAS ESPECIES R Y K**

	ESTRATEGIA DE LA R	ESTRATEGIA DE LA K
Mortalidad	A menudo catastrófica, independiente de la densidad	Dependiente de la densidad
Tamaño de la población	Variable con el tiempo; sin equilibrio; generalmente muy por debajo de la capacidad de soporte del medio; comunidades sin saturar; recolonización cada año.	Casi constante a lo largo del tiempo; equilibrio; en o cerca de la capacidad de soporte del medio; comunidades saturadas; colonización no necesaria
Competencia inter e intraespecífica	Variable, a menudo débil	Normalmente fuerte
La selección favorece	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo rápido. 2. r_m elevadas. 3. Reproducción temprana. 4. Pequeño tamaño corporal. 5. Reproducción única 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo lento. 2. Mayor habilidad competitiva. 3. Reproducción retardada. 4. Gran tamaño corporal 5. Reproducciones repetidas
Longitud de la vida	Corta, normalmente de menos de un año.	Larga, normalmente de más de un año

Basándose en la Tabla 2.8.1, la Tabla 2.8.2 muestra algunos ejemplos de las características ecológicas de especies habitantes de la cuenca.



**TABLA 2.8.2
ESPECIES HABITANTES DE LA CUENCA DEL RIO VALDIVIA Y SUS
ESTRATEGIAS**

ESPECIE	TIPO	TIPO DE ALIMENTACION	ESTRATEGIA
Cisne de cuello negro	Ave	Herbívoro	K
Coipo	Mamífero	Herbívoro	K
Copépodos	Zooplancton	Herbívoro	R
Diatomeas	Fitoplancton	Productor	R
Euglenas	Fitoplancton	Productor	R
Garza cuca	Ave	S/I	K
Hierba guatona	Planta acuática	Productor	R
Huillín	Mamífero	Carnívoro	K
Luchecillo	Planta acuática	Productor	R
Microalgas verdes	Fitoplancton	Productor	R
Rana chilena	Anfibio	S/I	K
Ranita de Darwin	Anfibio	S/I	K
Silicoflajelados	Fitoplancton	Productor	R
Tagua	Ave	Herbívoro	K

Un punto importante para este estudio es que para cada factor ambiental es posible dividir los organismos en dos categorías:

- Organismos estenoicos: Son aquellos que presentan una tolerancia restringida a un determinado factor ambiental. Son utilizados como bioindicadores.



- Organismos eurioicos: Son aquellos que presentan mayor tolerancia a un factor ambiental determinado. Pueden vivir dentro de intervalos de valores muy amplios para un determinado factor abiótico.

La figura 2.8.3 muestra un modelo de las curvas de tolerancia de los organismos estenoicos y eurioicos.

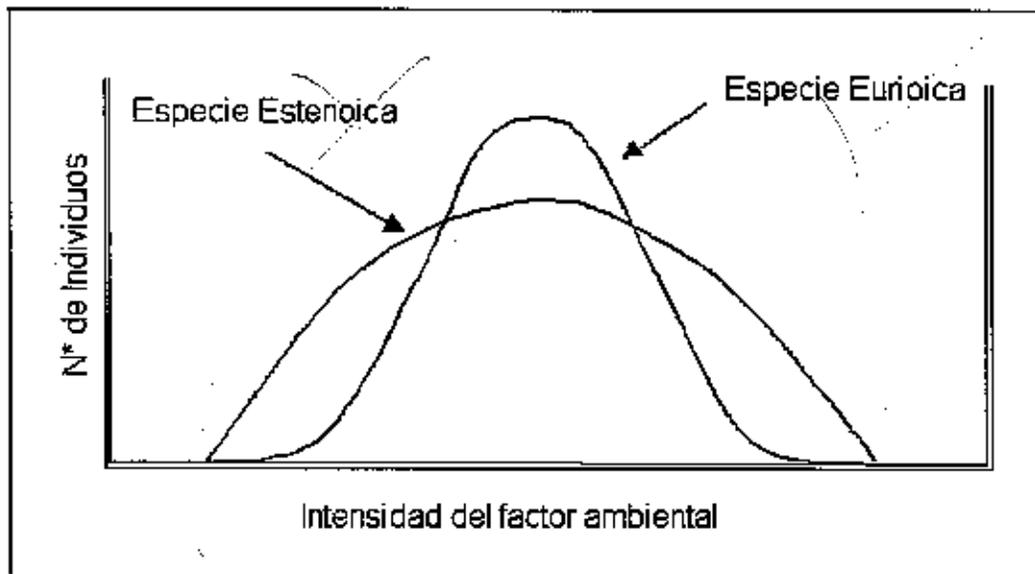


FIGURA 2.8.3 CURVAS DE TOLERANCIA DE LOS ORGANISMOS ESTENOICOS Y EURIOICOS (Fuente www.fortunecity.es)

En la Tabla 2.8.3 muestra algunos grupos de especies estenoicas y eurioicas.



TABLA 2.8.3
GRUPOS EURIOICOS Y ESTENOICOS

ESTENOICOS	EURIOICOS
Líquenes,	Megalopteros
bacterias anaerobias, cianofíceas de fangos en descomposición	
Zooflagelados Ciliados	
Crustáceos	

Es importante mantener las redes tróficas de la cuenca del río Valdivia sin la intervención humana, por las eventuales consecuencias que se pueden producir al sacar un eslabón de la cadena o red. La desaparición de los seres vivos que constituyen un eslabón de la cadena lleva graves consecuencias para el resto de seres que conviven en ese ecosistema: Los seres vivos que se encuentran en los siguientes niveles también desaparecerán, al quedarse sin alimento; se producirá una superpoblación del nivel inmediatamente anterior, pues ya no existe su predador y en consecuencia, se desequilibrarán los niveles más bajos.

En ejemplo puntual de esto fue lo ocurrido en el río Cruces; donde al escasear el lucheillo, murieron o migraron los consumidores especialistas de este, los cisnes de cuello negro. Además, las condiciones hidrodinámicas y las asociaciones ecológicas que contienen los humedales, los hacen tener una fragilidad ambiental mayor que otras zonas.

Estas relaciones tróficas deben ser tomadas en cuenta para el objetivo de conservación y protección de la naturaleza.



2.9 Fuentes contaminantes y sus impactos

Las fuentes de contaminación para las aguas de la cuenca del río Valdivia pueden ser de 2 tipos; fuentes difusas y fuentes fijas.

• Fuentes difusas de eventual contaminación

Se destacan los pesticidas utilizados en actividades agrícolas, entre los pesticidas más comunes podemos encontrar los herbicidas, fungicidas e insecticidas con un 66.14 y 11% respectivamente, también hay presencia pero en menor cantidad de bactericidas, raticidas y acaricidas. De los herbicidas podemos decir que presentan como ingrediente activo el glifosato (N-(fosfometil) glicina) que representa más del 80% del total, el herbicida es utilizado para la eliminación de malezas en zonas agrícolas y forestales. Cuando es aplicado, el glifosato se absorbe fuertemente en el suelo, donde permanece en los primeros centímetros y en general con baja propensión a ser lixiviado. Tiene una vida media promedio de aproximadamente 60 días (www.toxnet.nlm.nih.gov).

Las zonas donde estos pesticidas son aplicados pueden estar rodeados por cuerpos de agua, tales como humedales, los cuales pueden recibir aportes de estos contaminantes a través de un esparcimiento accidental o el lavado superficial del suelo.



El "captan" representa el ingrediente activo en más de un 50% de los funguicidas utilizados en la zona. Respecto al captan podemos decir que registra una movilidad nula o muy débil. También podemos decir que es rápidamente hidrolizado en condiciones donde el pH fluctúa entre 5 - 9, es por eso que su degradación es muy rápida. Cabe destacar que la Tabla N°1 de la Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas, contiene este pesticida y presenta valores máximos de 3, 10 y 10 µg/l para las clases de calidad 1, 2 y 3 respectivamente. Los monitoreos de CELCO (2006) registraron concentraciones de Captan en el Humedal del Río Cruces de 0,015 µg/l, por lo tanto el río cruces presenta valores buenos.

En el año 2004 se registró que en la zona se utilizaron más de 70 tipos de pesticidas, algunos de sus ingredientes activos están presentes en la Tabla N°1 de CONAMA 2006. La tabla 2.9.1 contiene los pesticidas utilizados en el sector y que están presentes en la Tabla 1 de CONAMA 2006 (ANEXO A).



**TABLA 2.9.1
PESTICIDAS UTILIZADOS EN EL SECTOR, PRESENTES EN TABLA 1
DE CONAMA 2006 (Modificado de UACH, 2005).**

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	USO
Simazina	Simazina	Herbicida
Gesatop	Simazina	Herbicida
Esteron ten ten	Ácido 2,4 diclorofenoxiacetico	Herbicida
Bravo 720	Clorotalonil	Fungicida
Tordon 24 k	Ácido 2,4 diclorofenoxiacetico + plicoram*	Herbicida
Tordon 101	Ácido 2,4 diclorofenoxiacetico + plicoram	Herbicida
Púgil 50 Sc	Clorotalonil	Fungicida
Captan	Captan	fungicida
Arco 2.4 D-48 SL	Ácido 2,4 diclorofenoxiacetico	Herbicida
Sipcazin	Simazina	Herbicida

*= Plicoran no está presente en la Tabla 1 de CONAMA 2006

Cabe destacar que los pesticidas de la Tabla 2.9.1 representan sólo el 6.8% de los pesticidas utilizados en la zona (10 de 147 pesticidas). Sin embargo, un punto importante es que un escaso grupo de la totalidad de los pesticidas utilizados, tiene en sus componentes activos a metales pesados como cobre, manganeso, zinc y bromo (UACH, 2005). Además, como se había mencionado, el Glifosato, herbicida de mayor uso dentro de los pesticidas, no es de fácil lixiviación.

Si bien en la información revisada, no se descarta que entre las fuentes de posible ingreso de contaminantes al ecosistema estén el uso de pesticidas en actividades agrícolas y forestales, el estudio UACH (2005) rechaza la hipótesis de que compuestos de este tipo hayan afectado a las poblaciones de lucheillo, puesto que no se encontraron compuestos organoclorados u



organofosforados en remanentes de dichas plantas, ni en los sedimentos donde estas se asientan.

• **Fuentes puntuales de eventual contaminación**

La cuenca del río Valdivia posee una superficie de 1.027.500 Há, correspondientes al 15% de la región. Además, la cuenca alberga a una serie de ciudades. Las ciudades de mayor importancia de acuerdo al número de habitantes se presentan en la Tabla 2.9.2 y figura 2.9.1.

**TABLA 2.9.2
POBLACION DE LA CUENCA DEL RIO VALDIVIA (DGA 2004).**

NOMBRE DEL ASENTAMIENTO	POBLACIÓN TOTAL 2002	POBLACIÓN TOTAL URBANA 2002	CAUSE ASOCIADO A LA LOCALIDAD
Valdivia	140.559	129.952	Río Valdivia
Panguipulli	33.273	15.888	Lago Panguipulli
Loncoche	23.037	15.223	Río Cruces
Los Lagos	20.168	9.479	Río Cruces
Pailaco	19.237	9.973	Río Collaleufu
San José de la Mariquina*	18.223	8.925	Río Cruces
Lanco*	15.107	10.383	Río Cruces
Mafil	7.213	3.796	Río Ñaqui

*= Ciudades de las cuales se presentan resultados de las descargas

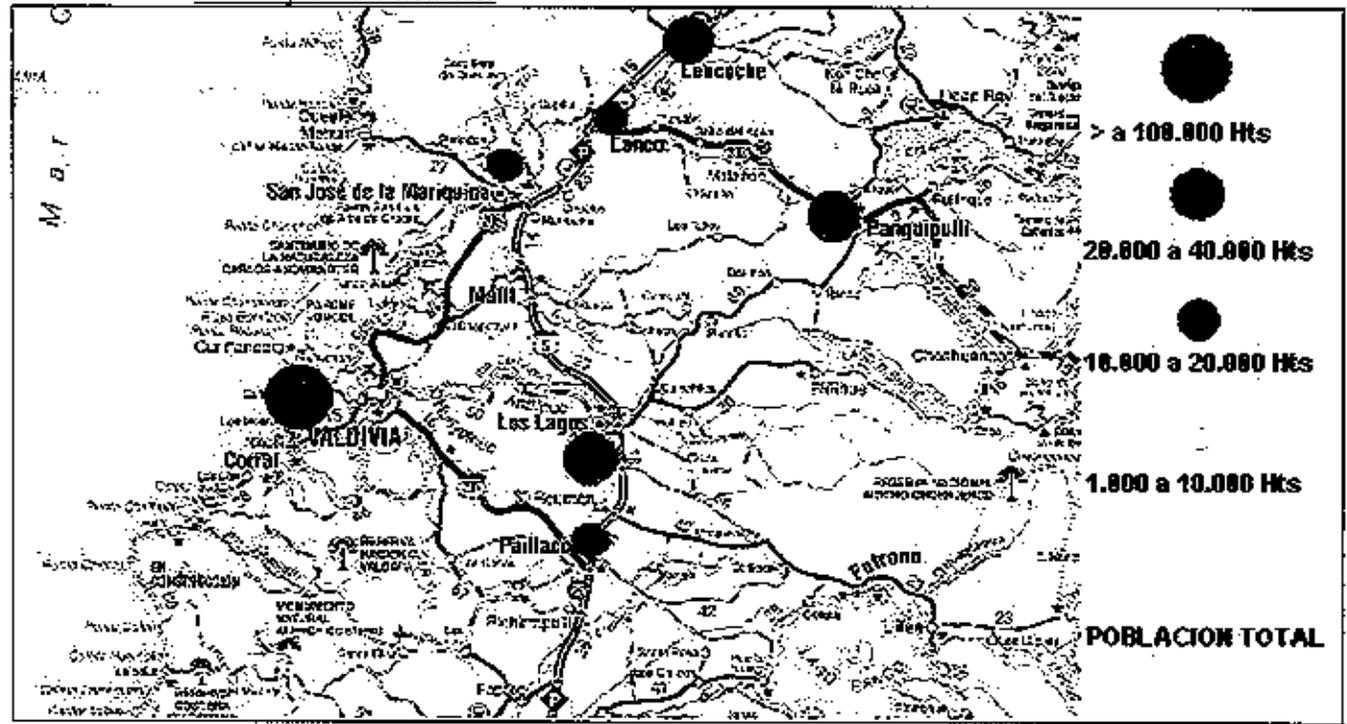


FIGURA 2.9.1 DENSIDADES POBLACIONALES EN LAS PRINCIPALES CIUDADES DE LA REGION.

Las descargas más comunes que se producen en las ciudades, son las descargas de aguas servidas a los ríos adyacentes. La densidad poblacional influye en el aumento de las descargas a los ríos. Debe tenerse presente también que cuando llueve (es una zona lluviosa) hay algún grado de infiltración (expertos la estiman en 20% al menos) de aguas servidas hacia cauces de aguas lluvias. Por ello debería esperarse que durante lluvias prolongadas se deberían elevar los índices de coliformes y materia orgánica en los ríos.

Se debe señalar también las descargas de riles de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas de Lanco , Mañi y San José de la



Mariquina y de la Planta Valdivia de CELCO en Mariquina y de la planta de tratamiento de la ciudad de Valdivia en Las Mulatas. Todas estas son aguas tratadas, al menos en forma primaria.

En el estudio de la UACH (2005) se concluyó que las descargas de las plantas de tratamiento de aguas servidas de Lanco y San José de la Mariquina, no sobrepasan los límites establecidos por el D.S. 90/00 MINSEGPRES. Esto debería indicar que estas descargas no afectan gravemente a la cuenca. La Tabla 2.9.3 muestra las características fisicoquímicas de las descargas de estas plantas de tratamiento.

TABLA 2.9.3
CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS
SERVIDAS. PLANTAS ESSAL LANCO Y SAN JOSE DE LA MARIQUINA
NOVIEMBRE 2004.

VARIABLE	ESSAL LANCO	ESSAL S. JOSE	LIMITE MAXIMO DS 90/00 MINSEGPRES
Caudal (m ³ /d)	3240.42	1355.55	-
pH	6.7 - 7.2	7.1 - 7.9	6.0 - 8.5
DBO ₅ (mg/l)	6	12	35
DQO (mg/l)	14	30	-
Fósforo total (mg/l)	2,56	3.7	10
Nitrógeno kjeldahl (mg/l)	5,53	41.5	50
Sólidos suspendidos (mg/l)	19	40	80

El informe señala además, las concentraciones de químicos vertidos de los riles de la empresa Celco, (Tabla 2.9.4).



TABLA 2.9.4

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LOS RILES DE LA PLANTA CELULOSA ARAUCO DESDE ABRIL A DICIEMBRE 2004. EN ROJO SE INDICAN VALORES SOBRE EL LIMITE PERMITIDO POR LA RA EXENTA 279/98 CORENA X REGION.

	20-abr	14-may	18-jun	20-21 jul	19-ago	21-22 sept	19-20 oct	29-nov	21-22 dic
Caudal día muestreo (l/s)	584,2	549,4	750	663,1	504,6	668	718,7	714,2	587,7
Temperatura (°C)	28,6	28,6	29,2	28,5	28	28,6	30,2	32,8	28,3
pH	6,5	6,3	6,3	6,6	6,4	6,7	6,2	6,3	6,7
Conductividad (uS/cm)	3472	3290	5300	2360	2610,3	2565,2	2589	3376,8	2988,5
DBO5 (m/L)	5	16,5	60	40	15	2,8	4,8	2,6	19
DQO (m/L)	120	89,84	89,6	89,3	318	168	<20	195	161
Fósforo Total (m/L)	0,24	0,03	0,2	0,12	0,39	0,02	<0,02	<0,02	0,11
Nitrógeno Total (m/L)	1,5	5,04	3,98	0,4	1,72	0,44	0,11	1,15	0,9
Sólidos Suspendidos (m/L)	138,18	31,54	64,61	48,8	48	33,3	13	38	59
Hierro soluble (m/L)	0,16	-	-	0,03	-	-	<0,03	-	0,19
Zinc (m/L)	0,13	-	-	0,06	-	-	0,01	-	0,06
Cobre (m/L)	<0,05	-	-	<0,01	-	-	0,01	-	0,02
Níquel (m/L)	<0,05	-	-	0,04	-	-	<0,01	-	0,03
Cromo total (m/L)	<0,05	-	-	<0,004	-	-	<0,004	-	<0,004
Plomo (m/L)	<0,05	-	-	<0,002	-	-	<0,002	-	<0,002
Cadmio (m/L)	<0,010	-	-	<0,005	-	-	<0,005	-	<0,002
Mercurio (m/L)	<0,010	-	-	<0,001	-	-	<0,001	-	<0,001

00172



En las riberas del R. Cruces hay varias lecherías que descargan riles al río. Además de las descargas difusas de pesticidas y herbicidas provenientes de otras actividades agrícolas y lavadas por las abundantes lluvias.

Las actividades de movimiento de áridos en el cauce del río Cruces se realiza esporádicamente en el tiempo. La dirección de vialidad del MOP realiza extracción de áridos entre los meses de febrero a abril. Esta actividad se manifiesta en una pluma de dispersión, la que produce cambios de color en las aguas del río Cruces. Esta también puede ser una amenaza para el sector. El agua de las piletas de áridos registró mayoritariamente concentraciones de sólidos disueltos orgánicos, producto probablemente del crecimiento de microalgas (UACH 2005). En el tramo analizado por este estudio, que corresponde al sector de la descarga al río Cruces de las piletas de los pozos de áridos, se registró un aporte importante en la concentración exclusiva de sólidos disueltos, con 57% de orgánicos y 43% de inorgánicos. Sin embargo, se concluye que existen otras fuentes generadoras que han participado en el aporte.

Además, en la parte baja de la cuenca del río Valdivia, entre la confluencia del río Angachillas y la desembocadura, hasta 1996 funcionaban alrededor de cinco industrias. En conjunto demandaban un caudal mensual de 360000 (m³/mes). Los rubros de dichas industrias correspondían



principalmente a la fabricación de papel y manufactura de madera terciada.

La cuenca, además de la planta de celulosa Arauco, posee numerosas industrias ganaderas (lecherías) y de celulosa. Las industrias identificadas en la cuenca descargan sus efluentes ya sea en forma directa a un cauce seleccionado o indirectamente a través de canales de riego o esteros que son afluentes de un curso fluvial mayor. La Tabla 2.9.5 contiene las industrias que descargan sus riles a la cuenca del río Valdivia.

**TABLA 2.9.5
INDUSTRIAS QUE DESCARGAN A LA CUENCA DEL RIO VALDIVIA**

INDUSTRIA	COMUNA	DATOS FISICOQUIMICOS
Aserradero APSA	Paillaco	S/I
Mina de carbón Mulpum	Mafil	S/I
CMPC Valdivia	Valdivia	<ul style="list-style-type: none"> • pH= 6.4 mg/l • SS= 22 mg/l • Aceites y grasas = 14 mg/l • DBO = 456 mg/l • P = 0.5 • SO4 = 179 mg/l
Duran Stolzembach y Cia Ltda	Valdivia	<ul style="list-style-type: none"> • SO4 = 260 mg/l
Laminadora de Maderas S.A	Valdivia	<ul style="list-style-type: none"> • SS = 105 mg/l • DBO = 54 mg/l
Levaduras Collico S.A	Valdivia	-
Hoffman SAIC	Valdivia	<ul style="list-style-type: none"> • pH = 12

S/I = Sin información



Un dato importante es que a excepción del aserradero APSA, no se cuenta con la información de donde descargan sus efluentes. El mencionado aserradero hace sus descargas al estero Domaihue.

El sector de Collico, es un barrio industrial preferente de Valdivia, se ubica en el Calle Calle y hay polatas de madera (Massisa) Frigorífico, curtiembre (de baja producción) y otras. Mas abajo casi en la confluencia con el R. Valdivia se encuentra el astillero Asenav. El costado del R. Cau Cau descarga aguas sin tratar la U Austral.

• **Las principales amenazas**

Como lo indican los puntos anteriores, en la zona existe una serie de amenazas probables. La tabla 2.9.5 muestra las fuentes de contaminación de aguas superficiales.

**TABLA 2.9.5
CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES**

FUENTE DE CONTAMINACION	ORIGEN	CONSECUENCIAS
Sedimentos	Prácticas silvícolas de tala rasa en rodales de pino y eucaliptus	Aceleración de la sucesión ecológica hacia condiciones terrestres
Nutrientes	Uso descontrolado de fertilizantes en la agricultura	Aumento de la eutrofización y gran proliferación de algas
Pesticidas	Uso descontrolado en prácticas silvoagropecuarias	Deterioro de la calidad del agua bebestible
Contaminantes biológicos de coliformes	Descarga de aguas residuales de Loncoche, San José de la Mariquina y Lanco	Gran crecimiento de las plantas, acumulación de la materia orgánica muerta y aceleración de la sucesión ecológica hacia condiciones terrestres



En los sedimentos del humedal del río Cruces también se detectaron compuestos de importancia. Presentan altas acumulaciones los compuestos fosforados, compuestos nitrogenados, metales pesados (cobalto, cobre y cromo), manganeso, pesticidas organoclorados totales y pesticidas organoclorados individuales (heptacloro, lindano, hepaclor + H. epóxido, DDT totales) (www.ceachile.cl).

Las aguas servidas de Valdivia son tratadas primariamente con cloración, en el sector de las Multas y descargadas por un emisario que se apoya en el lecho del río, descarga unos 200 lt/s y usa difusores. Durante la realización de este estudio se visito la zona y no se detecto ni olor ni decoloración del agua.

Según se nos informo durante las visitas a terreno quedarían algunas descargas furtivas de aguas servidas, cercano al terminal de buses de Valdivia y en el sector industrial de Collico. Lo que podría significar aportes de contaminantes al R. Calle Calle.

• **Control de la contaminación**

Las fuentes de contaminación hacia las aguas del humedal pueden ser puntuales o no puntuales. Las fuentes puntuales de contaminación, como por ejemplo las emisiones de aguas servidas sin tratar, pueden ser controladas mediante plantas de tratamiento locales, pero las fuentes no puntuales (o difusas) son difíciles de aislar y controlar ya que provienen de la



escorrentía superficial, de la percolación hacia aguas profundas y de la depositación o precipitación atmosféricas.

Estas fuentes se originan generalmente en áreas agrícolas y silvícolas y deben ser controladas mediante diferentes estrategias, ya que no existen métodos únicos que sean suficientemente efectivos por si mismos para resolver el problema de calidad del agua. Estas estrategias pueden ir desde manejo de los fertilizantes hasta la mantención o restauración de corredores ribereños de vegetación que ejercen un efecto de filtro sobre los elementos que ingresan al sistema acuático (www.ceachile.cl).

La Armada (GOB Marítima de Valdivia) ejerce control sobre la contaminación en el R. Valdivia, incluyendo el humedal.

A su vez la SISS exige control de Riles a las industrias del barrio de Collico, Celco, lecherías, etc. que deben junto a las sanitarias dar cumplimiento al DS N° 90. El mismo control se ejerce sobre las descargas de las plantas de tratamiento de aguas servidas ya sea de Aguas Décima y/o de Essal.

Así entonces, la contaminación por fuentes directas a los ríos de la cuenca esta controlada y debe ir mejorando paulatinamente. Las fuentes difusas o indirectas, son más complejas a nuestro juicio.



En términos generales un bioensayo puede ser definido como una prueba que involucra organismos vivos por medio del cual alguna propiedad de una sustancia o material, es medida en términos de la respuesta biológica que produce.

El principal objetivo de este tipo de análisis es evaluar el nivel de estímulo que es necesario para obtener una respuesta en un grupo de individuos de la población. El nivel de estímulo que causa la muerte en el 50% de los individuos de una población bajo estudio es un importante parámetro de caracterización denotado como DL50 por dosis letal media (o DE50 por dosis efectiva media, CL50 por concentración letal media, CE50 por concentración efectiva media y Ltm por límite de tolerancia media). El periodo de tiempo durante el cual se expone el estímulo debe ser especificado, por ejemplo, 24 horas DL50, esto con el fin comparar y estimar la potencia relativa del estímulo.

Uno de los organismos más corrientemente usados en bioensayos acuáticos es la pulga de agua, un crustáceo cladócero particularmente sensible a numerosos compuestos químicos. Dos especies de este crustáceo crecen y se reproducen abundantemente en el laboratorio, *Daphnia pulex* y *Daphnia magna*. En Chile sólo la primera está presente en las aguas continentales del país, pero los laboratorios de la especialidad



comúnmente mantienen cultivos de *D. magna* importada, por su mayor tamaño y por ser una especie usada mundialmente. Por estos motivos, el Instituto de Normalización (INN) de Chile ha normado el protocolo de bioensayo con *Daphnia* considerando ambas especies.

En el estudio realizado por la Universidad de Concepción " Programa de monitoreo ecotoxicológico en el Río Cruces (2006) se realizaron una serie de bioensayos en columna de agua y sedimentos. La Tabla 2.10.1 señala tales bioensayos.

**TABLA 2.10.1
BIOENSAYOS REALIZADOS POR EL CENTRO EULA (2006)**

COLUMNA DE AGUA	SEDIMENTOS
Tasa de mortalidad del anfípodo <i>Hyaella gracilicornis</i>	Bioensayo de sobrevivencia y crecimiento en el anfípodo <i>Hyaella gracilicornis</i>
Letalidad en el cladóceros <i>Daphnia obtusa</i>	Bioensayo de inhibición de la germinación del crecimiento de plántulas a partir de semillas de tres especies vegetales (lechuga, rábano y trigo)
Letalidad en trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	
Inhibición de la tasa de crecimiento de <i>Selenastrum capricornutum</i>	
Inhibición de la multiplicación de frondas en <i>Lemna valdiviana</i>	
Inhibición de la fecundidad en <i>Daphnia obtusa</i>	

Los resultados de estos bioensayos serán entregados a CONAMA próximamente.



La Tabla 2.10.2 muestra resultados de bioensayos encontrados en la literatura.

**TABLA 2.10.2
RESULTADOS DE BIOENSAYOS**

Especie	Parámetro al que fue sometida	Concentración	Resultado
<i>Brachionus plicatilis rotundiformis</i> Rotífero	Nitritos < 0,1 mg/L	LC50	LC 50 (Petróleo crudo)
	Nitratos = 0-12,5 mg/L		24h 48h 96h
	PH =7,4		0,13 % 0,04% 415,76 Ind
	conductividad = 10,40 Ms		
<i>Drosophila melanogaster</i> (Insecto)	Cadmio 4,3	LC50	LC 50
	Mercurio 0,05		Hg Cd Pb
	Plomo 0,02		130 Ind 132 Ind 18,732 %
<i>Moina macrocopa</i> (Crustáceo)	pH 7	La CL ₅₀ de NaOH	CL ₅₀
	oxígeno disuelto 5 -7,5		pH: 3,57 incremento
			48h 22,34 %
<i>Selenastrum capricornutum</i> (Clorófito)	Conductividad 22500	LC50	LC50
	pH 14		48h 72 h 96h
	T° 45		0% 39% 61%
<i>Daphnia magna</i> (Invertebrado)	pH > 6, 9<	LC50	LC 50
	Sol. Suspendidos 50		24h 0,4045 mg/L ± 0,0389
	Plomo 0,4		48h 0,1857 mg/L ± 0,0072.
	Cobre 10,0		
	Zinc 3,0		
	Hierro 2,0		
	Arsénico 1,0		
	Cianuro total 1,0		
<i>M. cephalus</i> . (Pez)	PH 6,90	LC50	LC50
	T° 17,9		24h 48h 72h 96h
	Salinidad 35‰00		5% 13,33% 26,67% 28,33%
	Oxígeno disuelto 3,367ppm		
	DBO de O ₂ 0,993 ppm		
	Dureza T. CaCO ₃ 6,252 ppm		
	Nitritos 0,007 ppm		



	Aceites y grasas 0,00002 ppm		
	Cobre 0,008 ppm		
	Plomo 0,003 ppm		
	Hierro 0,015 ppm		
	Mercurio 0,000 ppm		

2.11 Muestreo de validación de datos

Durante los días 19 y 20 de febrero 2007, se realizó el monitoreo ambiental de apoyo en los ríos Cruces, Calle Calle y Valdivia. Esto dentro del marco del proyecto "Consultoría para la recopilación y análisis de información en apoyo a la elaboración de la Norma secundaria de Calidad ambiental de la cuenca del río Valdivia" de Aquambiente Ltda.

El objetivo de este muestreo fue validar al menos puntualmente algunos aspectos que consideramos pertinentes:

- Reconocer las áreas de estudio
- Profundidades y características hidráulicas de los ríos
- Presencia o no de la cuña de sal y de mareas
- Turbidez del agua

No se pretende recabar datos físico - químicos para la norma, ya que eso requiere de monitoreos de largo plazo.



Las metodologías físico-químicas empleadas para el muestreo de validación y posterior análisis de las muestras de aguas, sedimentos y organismos, están basadas en las recomendaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La preservación de las muestras de agua, está basada en lo establecido en el "Standard Methods".

Las mediciones se realizaron en columna de agua y sedimentos submareales. Durante el muestreo las estaciones se posicionaron mediante sistema de posicionamiento satelital (GPS).

Las muestras de agua fueron tomadas mediante botella oceanográfica tipo Niskin. Las muestras de sedimentos fueron recolectadas mediante lances de draga Khalsico de 0.1 m² de mordida. En cada estación se extrajo aproximadamente 1000 gr de sedimento. Las muestras se conservaron en bolsas etiquetadas para su posterior análisis en laboratorio. Las muestras extraídas para determinar comunidades biológicas, fueron tamizadas y los organismos encontrados fijados en formalina al 5%. Posteriormente, en laboratorio, se realizaron los análisis taxonómicos y ecológicos.

La Tabla 2.11.1 entrega las coordenadas de las estaciones de muestreo en cada río.



#00183

**TABLA 2.11.1
COORDENADAS UTM (datum WGS 84) DE ESTACIONES DE MUESTREO.
VALDIVIA 2007**

ESTACION	MATRIZ	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD ESTACION
Río Cruces	Agua y Sedimento	647713 E 5594483 N	12
Río Calle Calle	Agua y Sedimento	644617 E 5594510 N	14
Río Valdivia	Agua y Sedimento	647826 E 5588076 N	11

Las profundidades registradas coinciden con las descritas en la literatura para los mismos ríos (ver sección 2.3).

En la Tabla 2.11.2 se señalan los parámetros medidos en cada matriz.

**TABLA 2.11.2
PARAMETROS MEDIDOS EN CADA MATRIZ, RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y VALDIVIA**

COLUMNA DE AGUA	SEDIMENTOS
Velocidad de la corriente y viento	Potencial REDOX
Caudal	pH
Salinidad	Granulometría
pH	Comunidades biológicas
Turbidez	Profundidad
Oxígeno disuelto	
Temperatura	



Resultados Campaña de Mediciones Febrero 2007:

- **Corrientes, Caudal y Mareas**

La tabla 2.11.3 muestra los resultados de las mediciones de corrientes en cada río.

TABLA 2.11.3
RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE CORRIENTES EN LOS RIOS
CRUCES, CALLE CALLE Y VALDIVIA

DIA	HORA	MAREA	ESTACION	DIRECCION (al)	MAGNITUD (cm/s)	VIENTO (m/s)
19/02/07	11:55	Llenante	Cruces	NE	16.7	1.2 SW
19/02/07	17:52	Vaciante	Calle Calle	SW	28.8	2.0 S
20/02/07	11:35	Llenante	Valdivia	W	3.4	2.6 SW

La figura 2.11.1 muestra una representación esquemática de la dirección de la corriente en cada río.

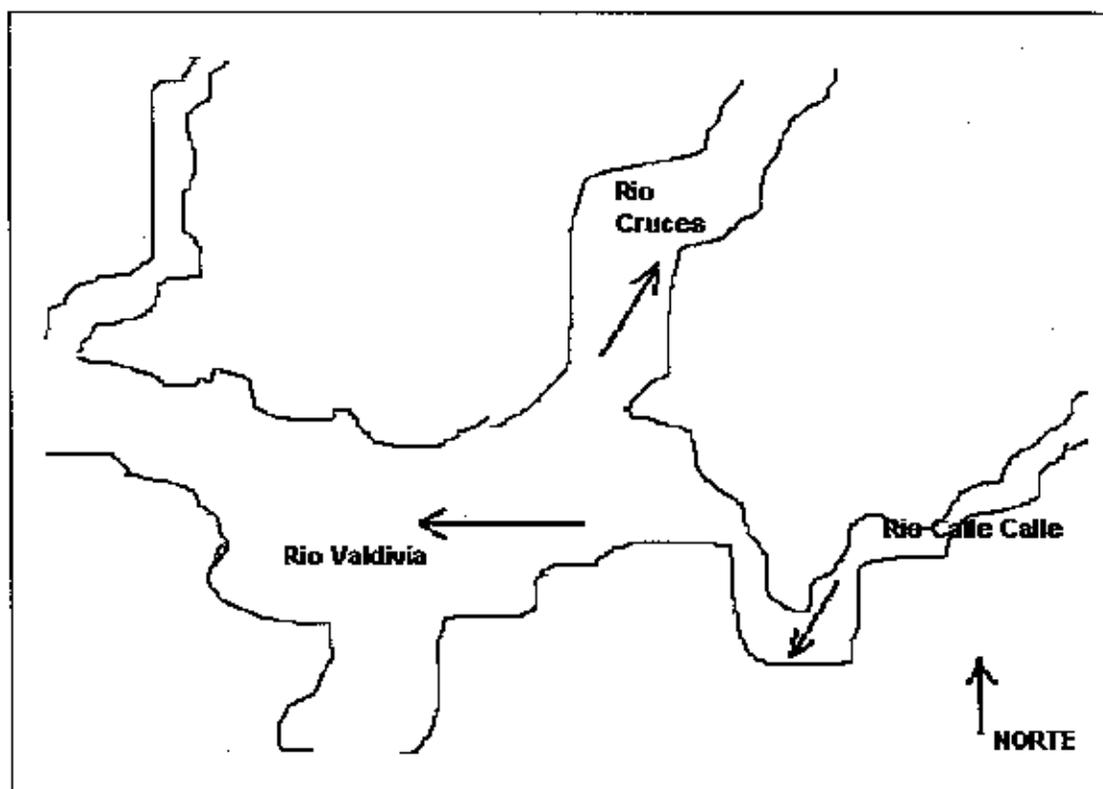


FIGURA 2.11.1 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA DIRECCION DE LA CORRIENTE EN LOS RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y VALDIVIA, FEBRERO 2007.

Respecto al caudal, la tabla 2.11.4 muestra el valor en cada río medido en febrero 2007. La Figura 2.11.2 muestra los valores históricos de cada río y los valores puntuales de febrero 2007.

**TABLA 2.11.4
VALORES DE CAUDAL DE LOS RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y
VALDIVIA. FEBRERO 2007**

	VELOCIDAD cm/s	AREA m²	CAUDAL (m³/s)
Cruces	16.7	750	125.3
Calle Calle	28.8	1425	410.4
Valdivia	3.4	1477	502.5

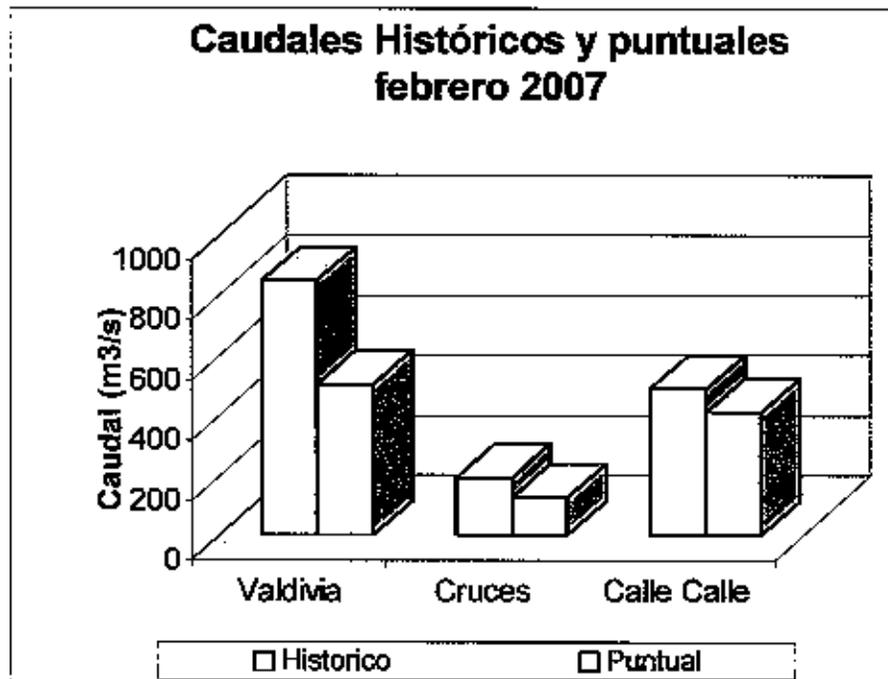


FIGURA 2.11.2 VALORES HISTORICOS Y PUNTUALES FEBRERO 2007 DE CAUDALES RIOS VALDIVIA, CALLE CALLE Y CRUCES.

Según los resultados obtenidos de corrientes, se tiene que la velocidad de estas en los ríos Cruces y Calle Calle es moderada a fuerte (16.7 y 28.8 cm/s). En cambio durante la medición en el río valdivia se registró una velocidad de la corriente baja (3.4 cm/s).

Los valores de caudal registrados en los 3 ríos durante las mediciones de febrero 2007, coinciden con los valores de caudal registrados por la DGA (2002). Se valida en consecuencia los valores históricos de caudal.



La Figura 2.11.2 muestra la curva de mareas en Valdivia (línea roja) y de Corral (línea azul) el día 20 de febrero 2007.

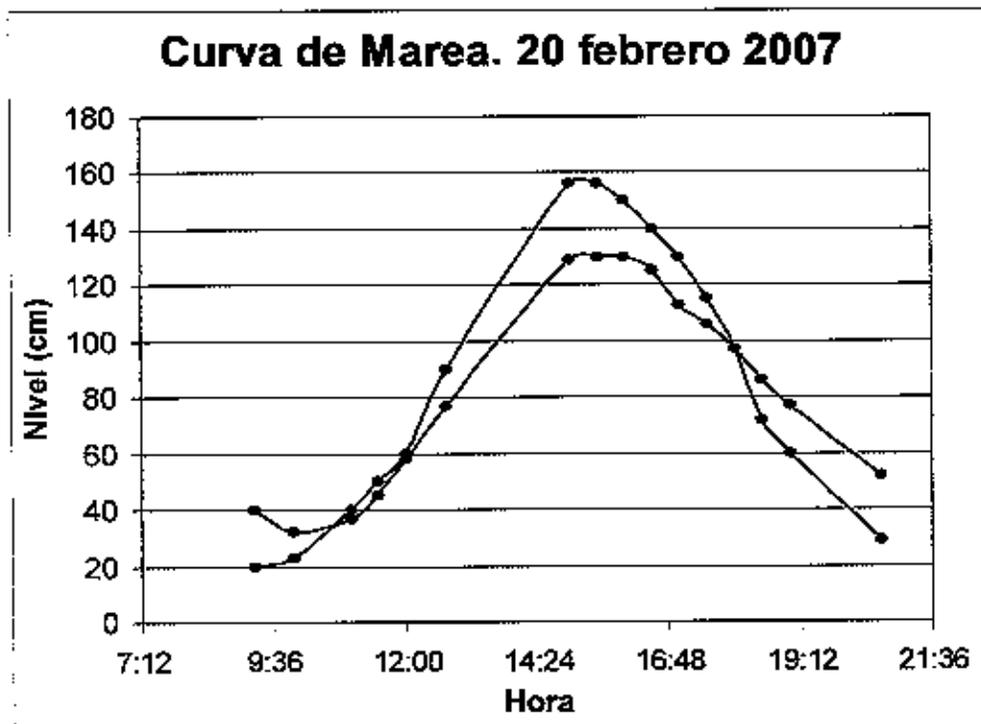


FIGURA 2.11.2 CURVA DE MAREAS 20 FEBRERO 2007. LINEA AZUL BAHIA DE CORRAL, LINEA ROJA VALDIVIA.

Nótese que la onda de marea es similar en ambos sectores. Los valores máximos en el río Valdivia son menores que los de la bahía de Corral. Esto es lógico, ya que a medida que la onda de mareas ingresa río arriba, esta se va atenuando.

La figura 2.11.3 muestra la curva de mareas de Corral durante el mes de febrero 2007. Durante la sicigia (círculos amarillos) las amplitudes de la



marea son mayores. En la cuadratura (óvalos azules) la amplitud es menor. Las mediciones se efectuaron en sicigia.

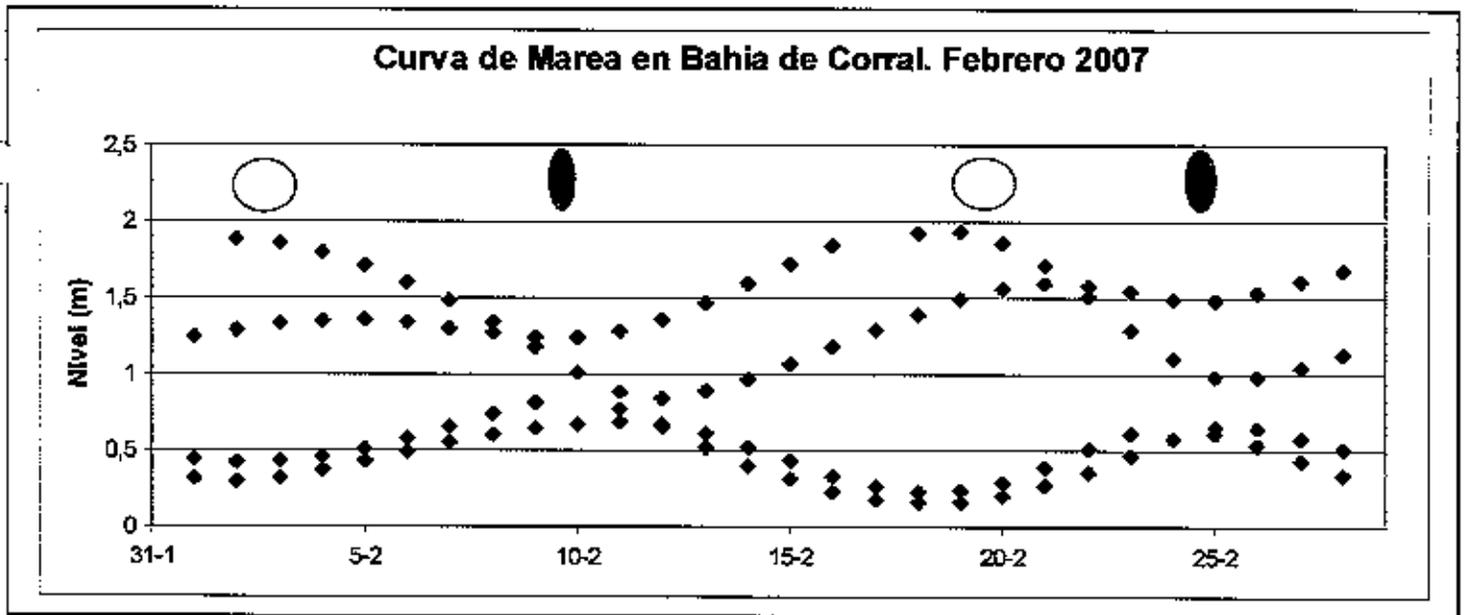


FIGURA 2.11.3 CURVA DE MAREAS BAHIA DE CORRAL Y FASES DE LA LUNA. FEBRERO 2007

La influencia de las mareas se hace sentir en el río hasta 60 km al interior, motivo por el cual sus aguas son salobres en todo su curso.

Se comprueba así que la onda de marea cubre todo el Río Valdivia y penetra al Calle Calle con una leve atenuación.

• **Columna de agua**

Los resultados de los análisis de las muestras de agua se presentan en la Tabla 2.11.5.



**TABLA 2.11.5
RESULTADOS CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS DE LA
COLUMNA DE AGUA. RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y VALDIVIA**

PARAMETRO	RIO		
	CRUCES	CALLE CALLE	VALDIVIA
Turbidez	1 (m)	3.2(m)	1.7(m)
Salinidad superficial	1.79 (psu)	0.34 (psu)	1.39 (psu)
Salinidad fondo	1.89 (psu)	0.29 (psu)	5.69 (psu)
PH superficial	8.3	8.3	7.7
PH fondo	8.3	8.1	7.4
Oxigeno disuelto superficial	8.3 mg/l	8.4 mg/l	8.3
Oxigeno disuelto fondo	8.1 mg/l	8.0 mg/l	8.0
Temperatura superficial	19 °C	17.5°C	15°C
Temperatura fondo	18.5°C	17°C	16°C

Con relación a la Tabla 2.11.3, podemos hacer el siguiente análisis por parámetro:

Salinidad: Los valores de salinidad en el océano abierto son en general de 34 a 35 (psu). En los ríos muestreados, los valores variaron de los 0.29 a 5.29 psu. El valor mas alto se registró en el río valdivia, también en el fondo.

Los valores obtenidos demuestran que en los ríos Cruces y calle Calle no hubo mayormente influencia salina en el muestreo. En el río Valdivia se



registro una muy leve influencia salina (cuña salina) en la sección profunda del río. Estos resultados aunque son muy puntuales, hacen dudar la fuerza de la cuña de sal en el sector (en verano, cuando se esperaría fuese más intensa) y refuerzan la necesidad de contar con mas monitoreos de salinidad a dos niveles en la parte baja de la cuenca.

En este punto se investigo mas y se encontró un trabajo teórico-practico de Olivares (2000) en este trabajo se presentan antecedentes de interés al respecto:

- Se citan estudios donde se habría medido la cuña de sal en el río Valdivia y esta penetraría hasta 7 km Río arriba desde la desembocadura en Corral En casos excepcionales podría llegar a 15 km, es decir caso a la ciudad de Valdivia.
- Los valores de la cuña salina son del orden de 2 pss, lo que es absolutamente coincidente con los datos nuestros.
- La intensidad de la cuña dependería del numero de Froude densimetrico, en otras palabras cuando el flujo del río aumenta la cuña no penetra por el río. Por el contrario cuando el flujo del río es menor y la diferencia de densidad entre mar-río crece, entonces la cuña penetra mas distancia por el río Valdivia.
- Probo de varias formas, que la sinuosidad y profundidad del Río Valdivia, es responsable que la cuña de sal no penetre más por el río.



- En consecuencia a nuestro juicio, las condiciones estuarinas propiamente tal, no pasarían mas arriba de la ciudad de Valdivia.

pH: Los valores de pH registrados en los ríos muestreados son normales. El río Cruces no presentó variación entre superficie y fondo (7.3 en ambas profundidades). Así mismo este río presento los valores más alcalinos de pH. El Río Calle Calle registro valores similares al Cruces (8.3 superficie y 8.1 fondo). En el río Valdivia se presentaron los valores más bajos de este parámetro (7.7 superficie y 7.4 fondo). Comparando estos resultados con los valores históricos se tiene que en los ríos Cruces y Calle Calle durante las mediciones de febrero 2007, los valores de pH fueron levemente mayores en alrededor de un punto.

Turbidez: Mediante disco secchi fue determinada la transparencia del agua en cada río. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. Se midió con un disco blanco (estándar), si los valores son menores a 1 se habla de aguas turbias. En esta oportunidad arrojaron valores que fluctuaron entre 1 m (río Cruces) a 3.2 m (río Calle Calle). En el río Cruces la turbidez es alta, esto debido a la condición de aguas turbias que presento durante la medición (la mancha de color marrón se detectó hasta la confluencia con el Río Valdivia).



Oxígeno disuelto: Los valores registrados de oxígeno disuelto en los ríos Cruces y Calle Calle variaron de 8.0 mg/l a 8.4 mg/l. Estos valores son menores que los valores históricos, los cuales fluctúan entre 8.5 y 11 mg/l. Sin embargo, estos valores son favorables para la vida acuática y están por sobre la Norma de calidad de Aguas Continentales y Marinas (5 mg/l).

Temperatura: La temperatura en la columna de agua en cada río, presentó valores normales para la época del año (15 – 19 °C). Las mayores temperaturas se registraron en el río Cruces (19°C) y las menores en el río Valdivia (15°C). Estos valores de temperatura en el Río Cruces coinciden con la información histórica de temperatura para ese río (8.5 – 20 °C).

- **Sedimentos**

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de sedimentos se presentan en la Tabla 2.11.6.



TABLA 2.11.6
RESULTADOS CARACTERÍSTICAS FISICO - QUIMICAS EN
SEDIMENTOS. RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y VALDIVIA

PARAMETRO	RIO		
	CRUCES	CALLE CALLE	VALDIVIA
Potencial REDOX (Mv)	93.4	- 100.7	10
pH	6.9	6.9	7.2

Con relación a la Tabla 2.9.6, podemos hacer el siguiente análisis por parámetro:

Potencial REDOX: Valores menores de cero indican sedientos reductores y anóxicos, valores mayores a cero indican buenas condiciones. Se observa que el potencial de óxido reducción de los sedimentos fue variable entre los 3 ríos. El Río Cruces presento al valor más alto. Este río, junto al Valdivia presentaron valores positivos. Un punto interesante es que el sedimento extraído del río Valdivia se encontraba cercano a la descarga de las aguas servidas de la ciudad. Esto indicaría que la planta de tratamiento estaría funcionando bien. El río Calle Calle presento un valor negativo, lo que indica la condición oxidativa del sedimento en esa medición puntual.

pH: El grado de acidez o alcalinidad de los sedimentos medida a través del pH, indicó que los sedimentos los 3 ríos muestreados, tienen un pH neutro.



GRANULOMETRIA: Los resultados del análisis granulométrico de las muestras de sedimentos submareales e intermareales se entregan en la Tabla 2.9.7 y en los histogramas de las figuras 2.9.2 a 2.9.4.

TABLA 2.9.7
RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMETRICO EN EL SEDIMENTO DE
LOS RIOS CRUCES, CALLE CALLE Y VALDIVIA

ESTACION	CLASIFICACION WENWORTH	ABREVIATURA
Cruces	Arena Media	AMD
Calle Calle	Arena Media y Arena Fina	AMD y AFI
Valdivia	Arena Gruesa	AGR

¿Sub o inter mareal?

¿Solo de mar?

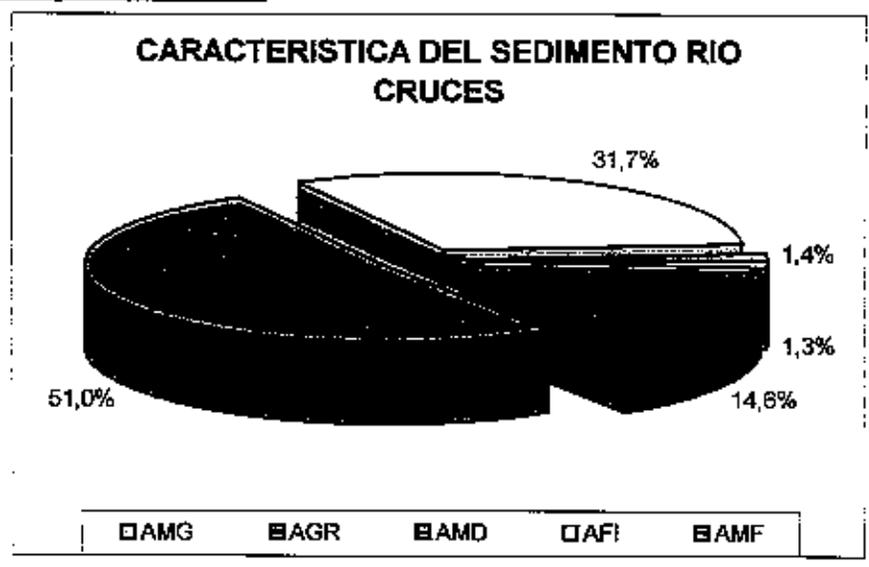


FIGURA 2.9.2. CARACTERISTICA DEL SEDIMENTO EN LA ESTACION RIO CRUCES, FEBRERO 2007.

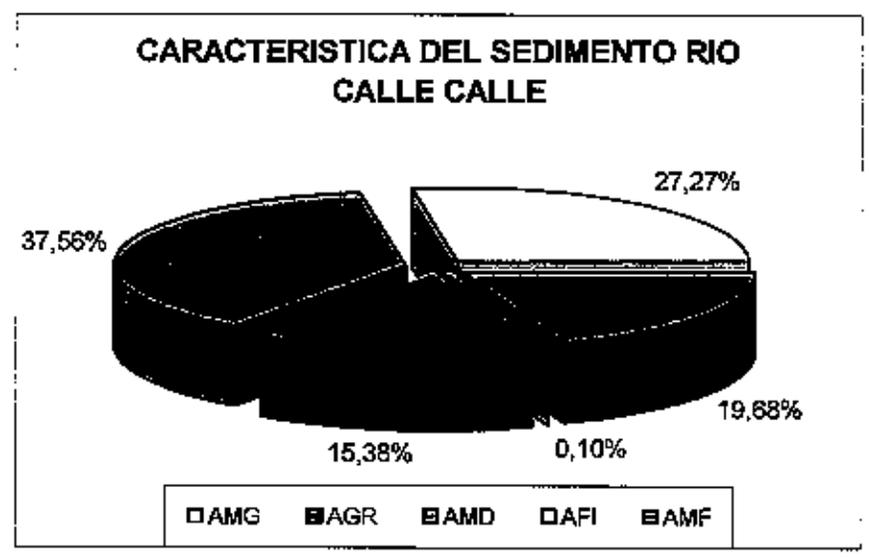


FIGURA 2.9.3. CARACTERISTICA DEL SEDIMENTO EN LA ESTACION RIO CALLE CALLE. FEBRERO 2007

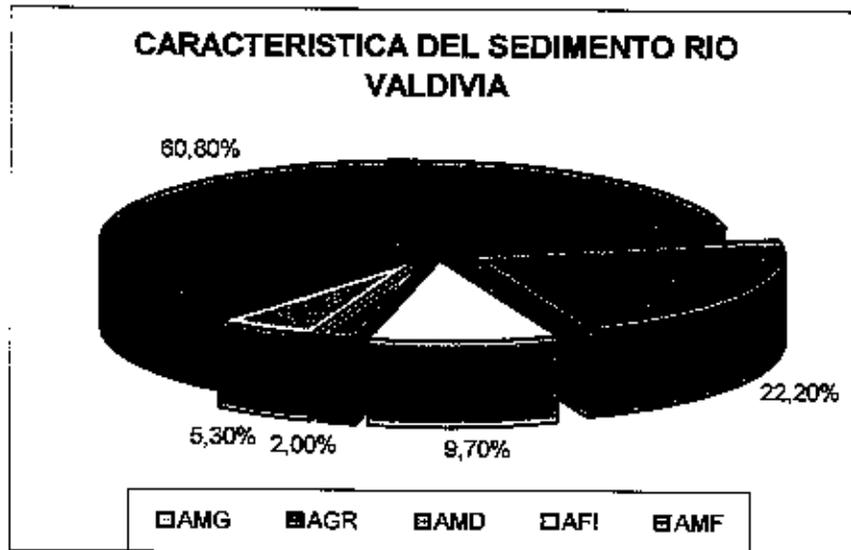


FIGURA 2.9.4. CARACTERISTICA DEL SEDIMENTO EN LA ESTACION RIO VALDIVIA. FEBRERO 2007

De acuerdo a la Tabla 2.9.7 y a las figuras 2.9.2 a 2.9.4 se tiene que:

- El diámetro más abundante en la muestra de sedimentos del río Cruces es de 0.25 mm, el que corresponde a arena media, según la clasificación de Wentworth (1922).
- En el río Calle Calle el tipo de arena media y arena fina fue la más abundante.
- En el río Valdivia, el diámetro de poro 0.49 mm, tipo arena gruesa, se presento con el mayor porcentaje (60.8%).



Lo anterior indica que el Valdivia y el Cruces, tienen buena circulación en el fondo, mas energética y no se acumula fango. En el Calle Calle hay mas arena fina, lo que puede significar menor energía en el flujo cercano al fondo.

• **Comunidades Biológicas**

La Tabla 2.9.8 entrega resultados de la clasificación taxonómica de los organismos recolectados en el muestreo realizado en los ríos Cruces, Calle Calle y Valdivia.

**TABLA 2.11.5
RESULTADOS DEL BENTOS. VALDIVIA. 2007**

ESTACION RIO CRUCES				
ESTACION	PHYLLA	ESPECIE	ABUNDANCIA (Ind/m ²)	BIOMASA (gr/m ²)
Cruces	Annelida	<i>Perinereis gualpensis</i>	3	0,2
ESTACION RIO CALLE CALLE				
ESTACION	PHYLLA	ESPECIE	ABUNDANCIA (Ind/m ²)	BIOMASA (gr/m ²)
Calle Calle	Annelida	Anelido 1	4	0,1
ESTACION RIO VALDIVIA				
ESTACION	PHYLLA	ESPECIE	ABUNDANCIA (Ind/m ²)	BIOMASA (gr/m ²)
Valdivia	Mollusca	<i>Cyclocardia sp</i>	3	0,1



Las especies señaladas en la Tabla 2.11.5 han sido descritas para ambientes estuarinos y de los canales de la zona de fiordos del sur de Chile por diversos autores (Bertrán *et al* 2001, Richter 2004, Velásquez y Navarro 1993, Osorio & Reid 2004, Osorio *et al* 2006).

Cabe destacar la baja abundancia de organismos recolectados. La cual no permite análisis ecológicos. Comparando esta tabla con la Tabla 2.7.5 (esa se refiere solo al R. Cruces) vemos que en este muestreo la abundancia fue mucho menor y la única especie encontrada no la registraron. No hay coincidencia. Lo que nos lleva a pensar que el bentos del río Cruces debería experimentar variaciones espacio-temporales, importantes.



3. ANALISIS DE APLICACION DE NORMA SECUNDARIA EN OTROS PAISES

3.1 Normas Internacionales

Se hizo una revisión de las normas de calidad similares existentes en otros países, esto con el fin de hacer comparaciones y recabar experiencias respecto de su formulación y aplicación. A continuación se resume lo encontrado.

Argentina

La Constitución Argentina (1994) establece que corresponde a las provincias "el dominio originario de los recursos naturales" existentes en su territorio (artículo 124). En consecuencia cada estado provincial dicta su propia legislación para el manejo de los recursos hídricos de las cuencas y su conservación. Sin embargo, respecto a la calidad del agua, no se encontró normativa en el ámbito nacional, ni en norma generalizada en el ámbito provincial que establezca los objetivos de calidad del agua en los cursos de aguas superficiales y subterráneos.

Por otra parte, la ley N° 24051 de Residuos Peligrosos establece una metodología para la definición de estándares de emisión sobre la base de la asignación de objetivos de calidad a los distintos usos del agua y la clasificación de los cursos superficiales según los usos actuales y