

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

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

CUENCA DEL RIO BUENO

DICIEMBRE 2004

CADE-IDEPE
CONSULTORES EN INGENIERIA

INDICE

| <u>ITEM</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>PAGINA</u> |
|--------------------|---|----------------------|
| 1. | ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES | 1 |
| 2. | RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA..... | 4 |
| 2.1 | Cartografía y Segmentación Preliminar | 4 |
| 2.2 | Sistema Físico Natural..... | 6 |
| 2.2.1 | Clima | 6 |
| 2.2.2 | Geología y volcanismo | 6 |
| 2.2.3 | Hidrogeología..... | 7 |
| 2.2.4 | Geomorfología..... | 9 |
| 2.2.5 | Suelos | 10 |
| 2.3 | Flora y Fauna Terrestre del la Cuenca del Río Bueno..... | 11 |
| 2.3.1 | Flora terrestre y acuática | 11 |
| 2.3.2 | Fauna acuática | 14 |
| 2.4 | Sistemas Humanos..... | 16 |
| 2.4.1 | Asentamientos humanos..... | 16 |
| 2.4.2 | Actividades económicas | 16 |
| 2.5 | Usos del Suelo | 17 |
| 2.5.1 | Uso agrícola..... | 17 |
| 2.5.2 | Uso forestal..... | 17 |
| 2.5.3 | Uso urbano..... | 18 |
| 2.5.4 | Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad..... | 18 |
| 3. | ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS..... | 20 |
| 3.1 | Información Fluviométrica..... | 20 |
| 3.2 | Usos del Agua..... | 22 |
| 3.2.1 | Usos in – situ | 22 |
| 3.2.2 | Usos extractivos..... | 23 |
| 3.2.3 | Biodiversidad..... | 26 |
| 3.2.4 | Usos ancestrales..... | 28 |
| 3.2.5 | Conclusiones..... | 28 |

INDICE

| <u>ITEM</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>PAGINA</u> |
|--------------------|---|----------------------|
| 3.3 | Descargas a Cursos de Agua | 31 |
| 3.3.1 | Descargas de tipo domiciliario | 31 |
| 3.3.2 | Residuos industriales líquidos | 35 |
| 3.3.3 | Contaminación difusa por pesticidas | 39 |
| 3.4 | Datos de Calidad de Aguas | 39 |
| 3.4.1 | Fuentes de Información | 39 |
| 3.4.2 | Aceptabilidad de los programas de monitoreo | 41 |
| 4. | ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION | 43 |
| 4.1 | Análisis de Información Fluviométrica | 43 |
| 4.1.1 | Análisis por estación fluviométrica | 43 |
| 4.1.2 | Conclusiones | 57 |
| 4.2 | Análisis de la Calidad del Agua | 59 |
| 4.2.1 | Selección de parámetros | 59 |
| 4.2.2 | Análisis de tendencia central | 62 |
| 4.2.3 | Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE | 73 |
| 4.2.4 | Base de Datos Integrada (BDI) | 74 |
| 4.2.5 | Procesamiento de datos por período estacional | 75 |
| 4.3 | Factores Incidentes en la Calidad del Agua | 86 |
| 5. | CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES | 101 |
| 5.1 | Análisis Espacio Temporal en Cauce Principal | 101 |
| 5.2 | Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca | 105 |
| 5.3 | Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca | 110 |
| 5.4 | Calidad Natural y Factores Incidentes | 119 |
| 5.4.1 | Boro | 122 |
| 5.4.2 | Cobre | 122 |
| 5.4.3 | Cromo | 122 |
| 5.4.4 | Hierro | 123 |
| 5.4.5 | Manganeso | 123 |

INDICE

| <u>ITEM</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>PAGINA</u> |
|--------------------|--|----------------------|
| 5.4.6 | Molibdeno..... | 123 |
| 5.4.7 | Aluminio..... | 123 |
| 5.4.8 | Falencias de información..... | 124 |
| 5.4.9 | Conclusiones..... | 124 |
| 6. | PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS | 125 |
| 6.1 | Establecimiento de Tramos | 125 |
| 6.2 | Requerimientos de Calidad según Usos del Agua..... | 127 |
| 6.3 | Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo | 134 |
| 7. | OTROS ASPECTOS RELEVANTES | 135 |
| 7.1 | Indice de Calidad de Agua Superficial | 135 |
| 7.1.1 | Antecedentes..... | 135 |
| 7.1.2 | Estimación del ICAS | 136 |
| 7.1.3 | Estimación del ICAS objetivo | 136 |
| 7.2 | Programa de Monitoreo Futuro | 137 |
| 7.3 | Sistema de Información Geográfico..... | 141 |
| 7.4 | Referencias | 141 |

ANEXOS

- Anexo 3.1 : Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Bueno
- Anexo 3.2 : Contaminación Difusa
- Anexo 3.3 : Base de Datos Depurada (Archivo Magnético)
- Anexo 4.1 : Tendencia Central
- Anexo 4.2 : Base de Datos Integrada (Archivo Magnético)
- Anexo 6.1 : Asignación de Clase Actual y Objetivo Cuenca del Río Bueno
- Anexo 7.1 : Indice de Calidad Actual Cuenca del Río Bueno
- Anexo 7.2 : Indice de Calidad Objetivo Cuenca del Río Bueno

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La hoya andina del río Bueno forma parte de la X Región de Los Lagos, con 15.367 km² de extensión, es la quinta cuenca de Chile en atención a su tamaño. En su tercio oriental existe una gran densidad de lagos de variadas dimensiones, quizás la más profusa de estos cuerpos de agua en todo el territorio nacional. Destacan por sus superficies los lagos Ranco, Puyehue y Rupanco.

El río Bueno, cuyo nombre original en idioma mapuche era Huenuleuve o Llinquieleuvu, nace en el extremo poniente del lago Ranco. Tras un recorrido de 130 km. en dirección general E-W, desemboca en el Océano Pacífico al norte de la punta Dehui, después de trasponer una barra que impide en la actualidad la navegación desde su boca.

En su curso superior, la pendiente es fuerte y la caja es angosta y profunda, entre barrancos de 50 y más metros de altura. Varios rápidos se intercalan en este primer tramo. Ya en su curso medio, la corriente es más lenta y las riberas menos escarpadas. El curso inferior es navegable por pequeñas embarcaciones, siendo su escurrimiento lento y caudaloso. El río Bueno recibe sus más importantes tributarios desde el sur, donde la hoya alcanza su mayor desarrollo.

El lago Ranco posee una superficie cercana a los 410 km², a cota 70 m s.n.m. y una profundidad superior a 80 m. En su flanco oriental se encuentra rodeado de altas montañas y su espejo de agua es interrumpido por varias islas de las cuales la Guapi es la más importante. Mientras su costa sur y poniente es bastante regular, el flanco oriental es accidentado y en él destacan varias penínsulas, senos y golfos. El lago Ranco es alimentado desde la cordillera andina a través de varios tributarios: el principal es el río Calcurrepe, que vacía el lago Maihue situado más al oriente. Este lago recibe alimentación de los ríos Hueinahue, proveniente del este, incrementado por las aguas del Rupemeica; pero también desde el norte cae al Maihue el río Pillanleufu, de aguas bastante turbias y fuerte pendiente. El lago Ranco tiene otros afluentes de consideración, como los ríos Nilahue y Caunahue.

Quince kilómetros aguas abajo de la ciudad de Río Bueno, le afluye desde el sur, en las proximidades de Trumao, el río Pilmaiquén, que constituye el emisario del lago Puyehue. Tiene un recorrido de 68 km. en dirección al NW. El río Pilmaiquén presenta un salto en roca de 17 m de altura a menos de 10 km. de su origen, donde se ubica la central hidroeléctrica Pilmaiquén.

Bueno

2.

El lago Puyehue posee un espejo de agua de 157 km², a cota 212 m s.n.m.: y una profundidad máxima de 135 m. En su tercio oriental y bien centrada se encuentra la boscosa isla Fresia. Al SE de ella se encuentra un grupo de islas más pequeñas conocidas con el nombre de Cuicui. Las costas del lago, en general, son muy regulares y la única ensenada con carácter de rada es la bahía de Futacullín, que se abre en el centro de la costa sur. La principal alimentación le llega por el oriente y es el río Golgol, que a través de un subtributario desagua el lago Constancia, situado casi en la línea limítrofe. La ruta trasandina por el paso Puyehue sigue la ruta del Golgol. Otro río que drena el sector oriente y que vacía sus aguas en el lago Puyehue es el Chanleife, que tiene sus nacientes en el Volcán Casablanca (1.990 m.)

Otro importante tributario del río Bueno es el río Rahue, que le afluye también por su ribera sur a 40 km. de su desembocadura en el mar. El Rahue nace en el extremo poniente del lago Rupanco y en sus márgenes del curso medio se levanta la ciudad de Osorno, en pleno Valle Central. Hasta su junta con el río Negro, que es su principal tributario, tiene una dirección general al WNW; más a partir de dicho punto toma dirección franca al N, aunque ofrece varias curvas en todo su recorrido. En su curso superior corre rápido y encajonado; en el inferior en cambio es lento y navegable por embarcaciones menores. En este sector se produce una separación en dos brazos. La longitud del Rahue, bautizado también como “río de las canoas” por don García Hurtado de Mendoza en 1558, es de 120 km.

El río Negro proviene directamente del sur y se le junta al Rahue unos 8 km. aguas arriba con Osorno. Su hoya hidrográfica prácticamente drena la Depresión Intermedia y la vertiente oriental de la cordillera de la Costa en más de 80 km de longitud meridional. El recorrido del río Negro es de 110 km. En Osorno se le junta el río Damas o de Las Damas, proveniente del oriente, y cuyas cabeceras se sitúan entre los extremos orientales de los lagos Puyehue y Rupanco.

Otro importante afluente del curso superior del Rahue es el río Coihueco, que desarrolla su hoya entre los lagos Rupanco y Llanquihue; se origina en la falda W del cerro Puntagudo (2.493 m.), y cubre un recorrido superior a 80 km.

El lago Rupanco tiene la forma de un fiordo interior con un espejo de agua de 230 km², a cota 141 m.s.m. y su profundidad sobrepasa los 150 m. Su costa centro-sur es la más irregular, cerca de ella se encuentran algunas islas y sobresale la península del Islote, que es el accidente más notable, unido a la costa por un estrecho istmo. En su costa oriental presenta laderas casi verticales con más de 10 m. de altura, dejando escasísimas y pequeñas playas. La alimentación principal la recibe por el oriente a través del río Gaviota, de corto recorrido.

El río Bueno, por su ribera norte, no recibe afluentes de importancia. Entre los esteros se destaca el Llollelhue, que nace en las inmediaciones de Futrono al norte del lago Ranco. Tiene un recorrido general en dirección al SW con una longitud de 95 km. En su curso inferior asienta la ciudad de La Unión y su junta al río Bueno se produce poco más de 2 km. al oriente de la junta del Pilmaiquén.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- río Bueno
- río Pilmaiquén
- río Calcurrupe
- río Nilahue
- río Rahue
- río Negro
- río Damas
- río Coihueco
- río Caunahue
- río Forrahue
- río Chirre

Bueno

4.

2. RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA

2.1 Cartografía y Segmentación Preliminar

a) Cartografía

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

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

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

b) Segmentación preliminar

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

Tabla 2.1: Segmentación adoptada en los Cauces Seleccionados de la Cuenca del río Bueno

| CUENCA RIO BUENO | | | | | Límites de los segmentos | |
|------------------|----------------|-----|--------|----------------|---|---|
| Cuenca | Cauce | REF | SubSeg | Código | Inicia en: | Términa en: |
| 1030 | Río CAUNAHUE | CA | 1 | 1030 - CA - 10 | NACIENTE RIO CAUNAHUE | ENTRADA LAGO RANCO |
| 1030 | Río CALCURRUPE | CL | 1 | 1030 - CL - 10 | DESAGUE LAGO MAIHUE | ENTRADA LAGO RANCO |
| 1030 | Río NILAHUE | NI | 1 | 1030 - NI - 10 | NACIENTE RIO NILAHUE | EST. CALIDAD RIO NILAHUE EN MALLAY |
| 1030 | Río NILAHUE | NI | 2 | 1030 - NI - 20 | EST. CALIDAD RIO NILAHUE EN MALLAY | ENTRADA LAGUNA RANCO |
| 1031 | Río BUENO | BU | 1 | 1031 - BU - 10 | SALIDA LAGO RANCO | EST. CALIDAD RIO BUENO EN PUERTO LAPI |
| 1031 | Río BUENO | BU | 2 | 1031 - BU - 20 | EST. CALIDAD RIO BUENO EN PUERTO LAPI | CONFLUENCIA RIO PILMAIQUEN |
| 1032 | Río CHIRRE | CH | 1 | 1032 - CH - 10 | NACIENTE RIO CHIRRE | CONFLUENCIA RIO PILMAIQUEN |
| 1032 | Río PILMAIQUEN | PI | 1 | 1032 - PI - 10 | NACIENTE EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | CONFLUENCIA RIO CHIRRE |
| 1032 | Río PILMAIQUEN | PI | 2 | 1032 - PI - 20 | CONFLUENCIA RIO CHIRRE | CONFLUENCIA RIO BUENO |
| 1033 | Río BUENO | BU | 1 | 1033 - BU - 10 | CONFLUENCIA RIO PILMAIQUEN | EST. CALIDAD RIO BUENO EN TRUMAO |
| 1033 | Río BUENO | BU | 2 | 1033 - BU - 20 | EST. CALIDAD RIO BUENO EN TRUMAO | CONFLUENCIA RIO RAHUE |
| 1034 | Río RAHUE | RA | 1 | 1034 - RA - 10 | NACIENTE EN DESAGUE LAGO RUPANCO | CONFLUENCIA RIO COIHUECO |
| 1034 | Río RAHUE | RA | 2 | 1034 - RA - 20 | CONFLUENCIA RIO COIHUECO | CONFLUENCIA RIO NEGRO |
| 1034 | Río COIHUECO | CO | 1 | 1034 - CO - 10 | NACIENTE RIO COIHUECO | CONFLUENCIA RIO RAHUE |
| 1035 | Río FORRAHUE | FO | 1 | 1035 - FO - 10 | NACIENTE RIO FORRAHUE | CONFLUENCIA RIO NEGRO |
| 1035 | Río NEGRO | NR | 1 | 1035 - NR - 10 | NACIENTE RIO NEGRO | CONFLUENCIA RIO FORRAHUE |
| 1035 | Río NEGRO | NR | 2 | 1035 - NR - 20 | CONFLUENCIA RIO FORRAHUE | EST. CALIDAD RIO NEGRO EN CHAHUILCO |
| 1035 | Río NEGRO | NR | 3 | 1035 - NR - 30 | EST. CALIDAD RIO NEGRO EN CHAHUILCO | CONFLUENCIA RIO RAHUE |
| 1036 | Río RAHUE | RA | 1 | 1036 - RA - 10 | CONFLUENCIA RIO NEGRO | CONFLUENCIA RIO DAMAS |
| 1036 | Río RAHUE | RA | 2 | 1036 - RA - 20 | CONFLUENCIA RIO DAMAS | EST. CALIDAD RIO RAHUE EN FORRAHUE |
| 1036 | Río RAHUE | RA | 3 | 1036 - RA - 30 | EST. CALIDAD RIO RAHUE EN FORRAHUE | CONFLUENCIA RIO BUENO |
| 1036 | Río DAMAS | DA | 1 | 1036 - DA - 10 | NACIENTE RIO DAMAS | EST. CALIDAD RIO DAMAS EN TACAMO |
| 1036 | Río DAMAS | DA | 2 | 1036 - DA - 20 | EST. CALIDAD RIO DAMAS EN TACAMO | EST. CALIDAD RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 |
| 1036 | Río DAMAS | DA | 3 | 1036 - DA - 30 | EST. CALIDAD RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | CONFLUENCIA RIO RAHUE |
| 1037 | Río BUENO | BU | 1 | 1037 - BU - 10 | LIMITE DE SUBCUENCA | DESEMBOCADURA |

Bueno

6.

2.2 Sistema Físico Natural

2.2.1 Clima

La cuenca del río Bueno presenta dos tipos climáticos: Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea (en el sector centro y bajo de la cuenca) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (sector precordillerano):

- Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea: Este tipo climático se encuentra en la IX y X regiones, desde la cuenca del río Cautín hasta el norte de la ciudad de Puerto Montt. Se caracteriza por presentar precipitaciones a lo largo de todo el año aunque los meses de verano presentan menor pluviosidad que los meses invernales. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C. Las temperaturas no sufren una gran variación por latitud, siendo la unidad térmica y lo poco significativo de las oscilaciones, una notable característica de este clima.
- Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea: este tipo climático se presenta en la zona cordillerana de las regiones VIII, IX y sector norte de la X región. Este clima se caracteriza por las bajas temperaturas durante todo el año y el aumento de las precipitaciones con la altura, las cuales llegan a los 3.000 mm anuales, sobre los 1.200 m s.n.m. [Ref. 2.1]

Los montos de precipitación registrados por la estación meteorológica Río Bueno en la localidad del mismo nombre, alcanzan los 1.191 mm/año y una escorrentía media anual de 2.915 mm. [Ref. 2.2]

2.2.2 Geología y volcanismo

Las formaciones geológicas presentes en la cuenca del río Bueno, representan claramente franjas con orientación poniente – oriente, las cuales están compuestas principalmente por [Ref. 2.3]:

- Rocas PzTr4, del tipo metamórficas del Paleozoico-Triásico: Metapelitas, metacherts, metabasitos y en menor proporción neises y rocas ultramáficas

con protolitos de edades desde el Devónico al Triásico y metamorfismo del Pérmico al Jurásico. Complejo metamórfico Liquiñe. Se distinguen esquistes pelíticos.

- Rocas M1m, del tipo sedimentaria del Mioceno: Secuencias sedimentarias marinas, transgresivas, plataformales, areniscas finas, arcillolitas y limolitas.
- Rocas P13t, del tipo volcánicas del Pleistoceno: Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso.
- Rocas Q1g1, del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno: Depósitos morrénicos, fluvio-glaciales y glacialacustre, diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. Lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales abanicos fluvio-glaciales frontales ovares en las riberas de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Llanquihue
- Rocas P13 del tipo volcánicas del Pleistoceno: Secuencias lávicas y centros volcánicos básicos e intermedios; depósitos andesíticos basálticos. Además de intercalaciones de rocas CPg del tipo intrusiva del Carbonífero-Pérmico. Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas de hornblenda y biotita, localmente de moscovita; y rocas P13t del tipo volcánicas del Pleistoceno. Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso.
- Rocas Mg del tipo intrusiva del Mioceno: Granodioritas, dioritas, tonalitas.

En la cuenca se han identificado cuatro volcanes, con influencia directa sobre la cuenca del río Bueno, e indirecta sobre las cuencas vecinas. Los volcanes corresponden a: Osorno (estrato volcán histórico), Carrán (Conos piroclásticos del Holoceno), Casablanca y Puyehue (Estratovolcán del Holoceno sin fecha probable de última erupción) [Ref. 2.4].

2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrográfica del río Bueno se extiende desde la latitud 39°50' hasta la latitud 41°05' Sur.

Bueno

8.

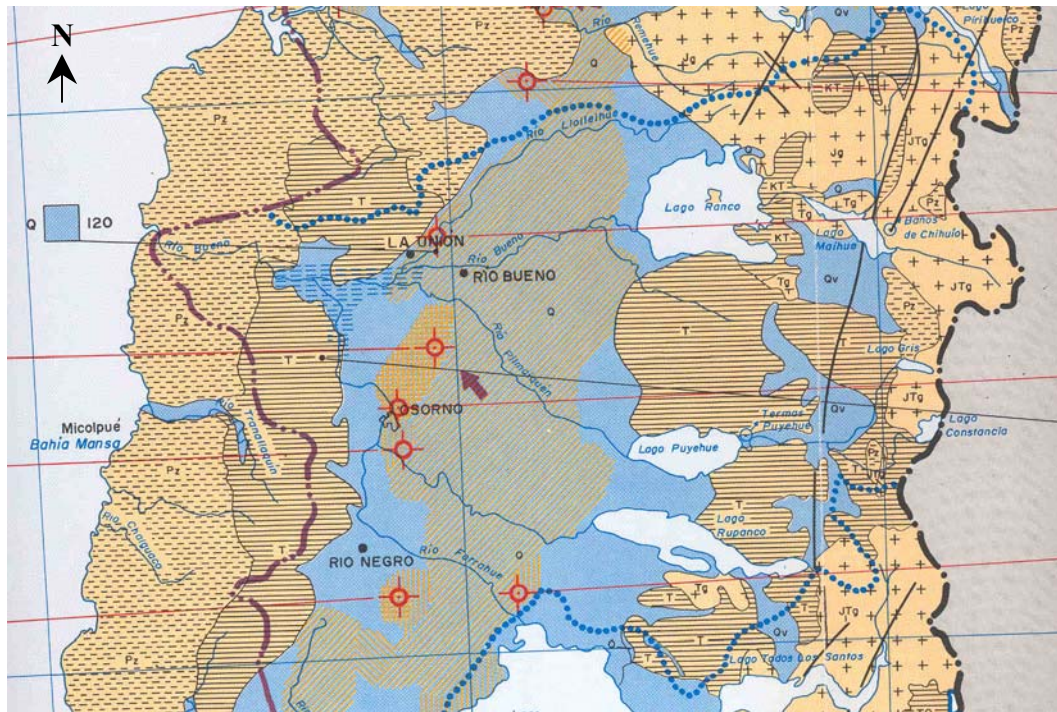
En la parte alta destaca la existencia de formaciones rocosas de origen sedimentario volcánicas del período Terciario y Cuaternario y rocas ígneas e intrusivas pertenecientes a los períodos Jurásico - Terciario. Destacan los volcanes Puyehue, Carrán, Osorno y Casablanca como importantes formadores del relieve de esta cuenca, así como las glaciaciones acontecidas durante el período Cuaternario. Estas formaciones consisten principalmente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas areniscas y conglomerados de baja permeabilidad y que forman el basamento de este sector de la cuenca. Por lo tanto, las infiltraciones de aguas meteóricas escurren por el subsuelo principalmente hasta los cuerpos lacustres de Maihue, Ranco, Huishué, Constancia, Puyehue y Rupanco. Las aguas de estos lagos se infiltran a través del material morrénico originando una fuente constante de abastecimiento del acuífero.

En el sector del valle central escurren dos acuíferos: uno en dirección NWW paralelo a los ríos Pilmaiquén y Rahue y el otro lo hace en dirección SSW paralelo al batolito costero hasta juntarse ambos con el acuífero de la cuenca del río Maullín por el sur. El medio por el cual escurre el acuífero es material de relleno o depósitos no consolidados de origen glacial, consistente en morrenas y materiales aluviales de alta permeabilidad.

Destaca el batolito costero como un gran murallón impermeable consistente en rocas metamórficas y sedimentarias del período Paleozoico que provoca la bifurcación antes señalada en los acuíferos. Destaca la baja profundidad del acuífero que se mantiene hasta su desembocadura con profundidades de 2 a 3 metros.

En las cercanías de la ciudad de Osorno destaca una extensa área de aguas surgentes entre los ríos Pilmaiquén y Rahue.

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



[Ref. 2.5]

**Figura 2.1: Características Hidrogeológicas de la cuenca del río Bueno
(Escala 1:1.000.000)**

2.2.4 Geomorfología

La geomorfología de la cuenca se caracteriza por la presencia de cinco rasgos geomorfológicos bien definidos:

- Cordillera volcánica activa,
- Lagos de barrera morrénica,
- Llano central con morrenas y conos de soliflucción periglacial,
- Cordillera de la costa y
- Planicies fluvio-marinas.

La cordillera volcánica activa se caracteriza por la presencia mayoritariamente de sierras y cordilleras que se empina entre los 1.000 y 1.500 m. Se define como un relieve fuertemente rebajado por la erosión de los glaciares y ríos. Los conos volcánicos aparecen entremezclados con algunas cumbres no volcánicas como los volcanes Puyehue, Casa Blanca y Cerro Puntiagudo.

Bueno

10.

Los lagos de barrera morrénica que se encuentran en la cuenca son: Rancho, Maihue, Puyehue y Rupanco. Todos estos lagos, morfológicamente denotan un antecedente glacial que ha sido preservado por morrenas glaciales. Desde la morrena caen hacia el Llano Central, planos inclinados fuertemente sometidos a la acción erosiva de las aguas de esteros y arroyos. Todos estos lagos se presentan encadenados de este a oeste por ríos receptores y emisarios. Los primeros, se caracterizan por la abundante carga de materiales que arrastran y que finalmente depositan en el lago, su nivel de base local. Los ríos emisarios son de aguas limpias y salen desde los grandes lagos en dirección al océano Pacífico, nivel de base absoluto.

El llano central se caracteriza por una topografía fuertemente ondulada y los ríos se profundizan enérgicamente formando cada uno de los sistemas fluviales, una importante barrera al desarrollo de las comunicaciones. Otro rasgo que caracteriza este Llano central de la región periglacial y lacustre, es la presencia de un relieve muy estrecho que encadena las cordilleras de los Andes y de la Costa.

La cordillera de la costa, presenta características de un cordón costero que no trasciende sino en algunos puntos la cota de 600 m, es así como al sur del río Cholguaco, 50 km al SW de Osorno, se levanta una altura sin topónimo conocido y que alcanza a 945 m. A pesar de su poca relevancia, este cordón tiene importancia como biombo climático para el sector La Unión, Río Bueno y Río Negro, determinando una atenuación en el efecto húmedo de los vientos del oeste y favoreciendo un dominio de los ecos vientos del sur. A este sector del relieve costero se le denomina Cordillera Pelada.

La planicie fluvio-marina se encuentra circunscrita a pequeñas playas ininterrumpidas por acantilados procedentes de la cordillera costera en sitios como: Bahía Mansa y desde Punta Capitanes hasta Maullín [Ref. 2.6] [Ref. 2.7].

2.2.5 Suelos

Los suelos de la cuenca en el sector de la cordillera de la costa posee suelos de posición alta, entre 150 y 1.500 metros sobre el nivel del mar, de textura arcillosa y moderadamente profundos (80 a 150 cm). Poseen bajo contenido de materia orgánica (6 a 8%), con poca permeabilidad y pH ácido (4,8 a 5,5 al agua). Por la excesiva pendiente, su utilización es forestal y de crianza de ganado.

La zona precodillerana de la costa presenta suelos de lomajes y colinas de textura arcillosa o franco arcillosa. Son moderadamente profundos y cuentan con bajos niveles

de materia orgánica. Se caracterizan por un buen drenaje externo y poca permeabilidad. Debido al mal manejo, han perdido fertilidad, aunque en forma natural presentan deficiencias de fósforo y azufre. Producto de su baja capacidad de retención de agua, hay una marcada estacionalidad de la producción de secano.

En el llano central, se localizan los suelos de mejores características de la región para cultivos, frutales y praderas de alta producción. Son suelos planos a levemente ondulados, derivados de cenizas volcánicas recientes, de alta capacidad de retención de agua y buena permeabilidad. Aquí también se encuentran los suelos ñadis, de topografía plana, delgados (20 a 80 cm), derivados de cenizas volcánicas recientes, ricos en materia orgánica. Sus principales limitaciones productivas son el mal drenaje, pH ácido y deficiencias de fósforo, potasio, magnesio y calcio.

En el sector de la precordillera andina, presenta una topografía ondulada a quebrada, con suelos profundos (150 a 250 cm) derivados de cenizas volcánicas recientes, que poseen alto porcentaje de materia orgánica y buenas características físicas. Muestran una deficiencia generalizada de fósforo [Ref. 2.8]

2.3 Flora y Fauna Terrestre del la Cuenca del Río Bueno

2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las siguientes comunidades vegetales: Bosque Laurifolio de Valdivia (Cordillera de la costa), Bosque siempreverde de la cordillera Pelada, Bosque caducifolio del sur (Valle central), Bosque laurifolio de los Lagos (Precordillera Andina), Bosque caducifolio alto andino Húmedo (sector cordillera andina):

- Bosque Laurifolio Valdiviano: Se ubica en las alturas medias de ambas vertientes de la cordillera de la costa en el norte de la X región, alcanzando a cubrir una pequeña parte de la XI Región. En las laderas occidentales de la cordillera llega hasta el nivel del mar. En sus características particulares es reconocible por la presencia destacada en sus comunidades de especies tales como Olivillo y ulmo. Sus características más favorables de temperatura, especialmente estivales, permiten una mayor diversidad florística y la penetración en las vertientes orientales de especies pertenecientes al bosque caducifolio especialmente aquellas de los bosques

de roble. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Olivillo – ulmo (*Aextoxicom punctatum* – *Eucryphia cordifolia*), Olivillo Huayún (*Aextoxicom punctatum* – *Rhaphithamnus spinosus*), Coigue Mañío de hojas largas (*Nothofagus dombeyii* - *Podocarpus saligna*), Ulmo- Tineo (*Eucryphia cordifolia* – *Weinmannia trichosperma*), Lingue – ulmo (*Persea lingue* - *Eucryphia cordifolia*), Huella – Maqui (*Corynabutilum vitifolium* – *Aristotelia chilensis*), Calafate – Huayún (*Berberis buxifolia* – *Rhaphithamnus spinosus*), Junquillo – Quira y (*Juncus bufonius* – *Juncus planifolius*).

- Bosque siempreverde de la Cordillera Pelada: Su distribución corresponde a las cumbres y laderas altas de la cordillera de la costa al sur de Valdivia. El paisaje vegetal se encuentra muy modificado por incendios ocurridos en el pasado, persistiendo aún en pie los fustes de los árboles muertos, que otorguen al paisaje una fisionomía muy característica. Son frecuentes las comunidades boscosas y algunas de tipo arbustivo, siendo escasas las turberas. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Alerce – Tepú (*Fitzroya cupressoides* – *Tepualia stipularis*) y Alerce Oreobolus (*Fitzroya cupressoides* – *Oreobolus obtusangulus*).
- Bosque caducifolio del sur: Se extiende al sur del la IX Región ocupando la depresión central sobre un relieve plano o de lomajes morreicos 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; ha sido reemplazado casi totalmente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado modificado. En su composición florística intervienen muchas especies típicamente laurifolias: Roble – Laurel (*Nothofagus obliqua* - *Laurelia sempervirens*), Roble – Mañío de hojas largas (*Nothofagus obliqua*-*Podocarpus saligna*), Olivillo-Laurel (*Aextoxicom punctatum* - *Laurelia sempervirens*), Murra – Espinillo (*Rubus ulmifolius* – *Ulex europaeus*), Pasto miel – Piojillo (*Holcus lanatus* – *Agrostis tenuis*), Mostacilla – Pasto Ovillo (*Sisymbrium officinale* – *Dactylis glomerata*), Llantén – Piojillo (*Plantago major* – *Poa annua*), Contrahierba – Plagiobotris (*Gratiola peruviana* – *Plagiobothrys pratense*) y Unquillo – Lotera (*Juncus procerus* – *Lotus corniculatus*).

- Bosque laurifolio de Los lagos: Se distribuye en las laderas bajas de la parte occidental de la Cordillera de Los Andes, del sector norte de la X región y en gran parte de la IX región, especialmente junto a los lagos de piedemont de origen glacial. En las comunidades que lo representan y distinguen, dominan especies tales como el ulmo, tepa y tineo. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Coigue – Tepa (*Nothofagus dombeyii* –*Laurelia philippiana*), Arrayán – Tepa (*Luma apiculata* - *Laurelia philippiana*), Petra – Arrayán (*Myrceugenia exsuca* – *Luma apiculata*), Chaura – Murta (*Pernettya myrmyrtilloides* – *Ugni molinae*) y Chilco – Maqui (*Fuchsia magellanica* – *Aristotelia chilensis*).
- Bosque Laurifolio andino: Representa la transición de los bosques laurifolio hacia los biosques siempreverdes. Su distribución geográfica en la Cordillera de Los Andes al sur de la X región y en el sector norte de la XI región; se sitúa de preferencia en las altitudes medias con muy altas precipitaciones y con temperaturas bajas. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Coihue – Avellano (*Nothofagus dombeyii* – *Gevuina avellana*), Chaura – piojillo (*Pernettya mucronata* – *Agrostis tenuis*).
- Bosque caducifolio alto andino húmedo: Es el límite boreal de la subregión, donde aún existen condiciones de alta precipitación y se presenta una gran transición ecotonal. 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. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son principalmente la Lengua – Canelillo (*Nothofagus pumilio* – *drymis winterii* var. *Andina*) [Ref. 2.9].

La flora acuática de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las especies detalladas en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Flora acuática presente en la cuenca del río Bueno

| Nombre común | Nombre científico |
|---------------------------|---|
| Ranúnculo de vega | <i>Ranunculus chilensis</i> |
| Pinito de agua | <i>Myriophyllum aquaticum.</i> |
| Pelo de agua | <i>Cladophora sp.</i> |
| Hualtata, llantén de agua | <i>Alisma lanceolatum</i> |
| Berro | <i>Nasturtium officinale</i> |
| Luchecillo | <i>Egeria densa</i> |
| Hierba de la plata | <i>Equisetum bogotense</i> |
| Helecho | <i>Equisetum fluviatile</i> |
| Junquillo | <i>Juncos procerus</i> |
| Junco | <i>Juncos sp</i> |
| Botón de oro | <i>Ranunculus repens</i> |
| Huencheco | <i>Callitriche palustris</i> |
| Nomeolvides | <i>Verónica anagallis-aquatica</i> |
| Duraznillo | <i>Polygonum sp.</i> |
| Duraznillo de agua | <i>Ludwigia peploides</i> |
| | <i>Melosira granulata</i> |
| | <i>Spirogira protecta</i> |
| | <i>Tolypothrix taenuis</i> |

[Ref. 2.10]

2.3.2 Fauna acuática

En las siguientes tablas se incluyen: la fauna bentónica caracterizada según especie y familia y, la fauna íctica caracterizada según especie, familia y estado de conservación para la cuenca del río Bueno.

Tabla 2.3: Fauna bentónica presente en la cuenca del río Bueno

| Clase | Familia | Especie |
|-----------|-----------------|------------------------------|
| Crustacea | Hyaellidae | <i>Hyaella sp</i> |
| Crustacea | Aeglidae | <i>Aegla sp</i> |
| Crustacea | Parastacidae | <i>Parastacus spinifrons</i> |
| Insecta | Hydrophilidae | <i>Berosus sp</i> |
| Insecta | Hydrophilidae | <i>Hydrophilidae</i> |
| Insecta | Leptophlebiae | <i>Nousia minor</i> |
| Insecta | Leptophlebiae | <i>Penaphlebia chilensis</i> |
| Insecta | Oniscigastridae | <i>Siphonella sp</i> |
| Insecta | Oniscigastridae | <i>Meridialaris laminata</i> |
| Insecta | Notonectidae | <i>Notonecta sp</i> |
| Insecta | Corydalidae | <i>Protochauliodes sp.</i> |
| Insecta | Aeshnidae | <i>Aeshna sp.</i> |
| Insecta | Lestidae | <i>Lestes undulatus</i> |
| Insecta | Limnephilidae | <i>Magellomyia sp</i> |
| Mollusca | Sphaeridae | <i>Pisidium sp</i> |
| Mollusca | Chilinidae | <i>Chilina sp</i> |
| Mollusca | Anmicolidae | <i>Littoridina</i> |
| Mollusca | Hiiridae | <i>Diplodon chilensis</i> |

[Ref. 2.10]

Tabla 2.4: Fauna Íctica presente en el río Bueno

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

[Ref. 2.10]

Bueno

16.

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Bueno forma parte de la X Región de Los Lagos, abarcando las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue. La cuenca posee una superficie de 1.536.700 Ha equivalentes al 23% de la Región.

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

Tabla 2.5: Población Total de la cuenca del río Bueno

| Nombre Asentamiento | Población Total 2002 | Población Total Urbana 2002 | Cauce asociado a Localidad |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Osorno | 145.475 | 132.245 | Río Rahue |
| La Unión | 39.447 | 25.615 | Río Bueno |
| Río Bueno | 32.627 | 15.054 | Río Bueno |
| Purranque | 20.705 | 13.265 | Río Forrahue |
| Río Negro | 14.732 | 6.583 | Río Forrahue, Río Negro |
| Fresia | 12.804 | 6.144 | NA |
| San Pablo | 10.162 | 3.478 | Río Pilmaiquén |
| Lago Ranco | 10.098 | 2.205 | Río Bueno |

[Ref 2.11]

NA: no asociado a cauce seleccionado

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

2.4.2 Actividades económicas

La zona comprendida entre los ríos Bueno por el norte, Pilmaiquén y el Lago Puyehue por el sur, es una de las más fértiles y prósperas zonas agropecuarias de la Región de Los Lagos, destacando su producción ganadera, lechera y de remolacha azucarera.

La ciudad de Osorno, es una de las ciudades más modernas y progresistas de Chile. Está situada a orillas del Río Rahue y es donde mejor se advierte el metódico ritmo de su vida comercial e industrial. Es un dinámico centro de servicios, sobre el cual gravita una creciente actividad agroindustrial considerada por muchos, como un núcleo distribuidor de turismo tanto hacia la costa como al interior de ella.

Las ciudades de la Unión y Río Bueno son importantes centros comerciales y de servicios. Esta última ciudad, es aquella más importante económicamente para el sector oriental de la cuenca, incluyendo las áreas circulantes al Lago Ranco la cual presenta además un alto potencial turístico [Ref. 2.12] [Ref. 2.13].

2.4.3 Usos del Suelo

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

Tabla 2.6: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Bueno

| Cuenca del río Bueno (Ha) | Usos del Suelo | Superficie (Ha) | Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%) |
|---------------------------|---|-----------------|---|
| 1.536.700 | Praderas | 680.498 | 44 |
| | Terrenos agrícolas y agricultura de riego | 2.729,4 | 0,2 |
| | Plantaciones forestales | 40.440,6 | 2,6 |
| | Áreas urbanas e industriales | 3.775 | 0,2 |
| | Minería Industrial | 0 | 0 |
| | Bosque nativo y bosque mixto | 558.672 | 36,4 |
| | Otros Usos* | 202.536 | 13,2 |
| | Áreas sin vegetación | 48.025 | 3,1 |

* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales. [Ref. 2.14]

2.4.4 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 2.729 Ha equivalentes al 0,2% de la superficie total. La agricultura se desarrolla en algunos sectores de la cuenca (próximo a la confluencia de los ríos Damas y Negro y en el sector alto de Lago Ranco) [Ref. 2.14].

2.4.5 Uso forestal

El uso del suelo de tipo forestal en la cuenca comprende 40.441 Ha equivalentes al 3% de la superficie total. Destaca la superficie de bosque nativo que comprende el 36% de la superficie total de la cuenca (555.783 Ha).

Bueno

18.

Las comunas que poseen mayor superficie de plantaciones forestales corresponden a La Unión, San Juan de la Costa y Río Negro. La principal especie plantada en estas zonas corresponde al pino radiata [Ref. 2.14].

2.4.6 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca es reducido, comprende 3.775 Ha equivalentes al 0,2% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales.

La población urbana, se concentra mayoritariamente en la ciudad de Osorno. A nivel comunal, aquellas que poseen mayor número de población urbana corresponden a Osorno, La Unión, Río Bueno y Purranque con un total aproximado al año 2002 de 186.000 habitantes.

La cuenca no posee terrenos destinados a la actividad minera [Ref. 2.11] [Ref. 2.14].

2.4.7 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

La cuenca del río Bueno posee dos Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, SNASPE. Estas áreas corresponden a los Parques Nacionales de Puyehue y Vicente Pérez Rosales que en conjunto abarcan 118.194 Ha, equivalentes al 8% de la superficie total de la cuenca.

En la cuenca además, se emplaza el Monumento Natural Alerce Costero que comprende 1.330 Ha equivalentes al 0,1% de la superficie total de la cuenca [Ref. 2.14] [Ref. 2.15].

Tabla 2.7: Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al SNASPE

| Nombre del sitio | Superficie (Ha) |
|-----------------------------------|-----------------|
| P.N. Puyehue | 109.574 |
| P.N. Vicente Pérez Rosales | 8.620 |
| Reserva Nacional Mocho-Choshuenco | 7.537 |
| Monumento Natural Alerce Costero | 2.308 |

[Ref 2.14] [Ref. 2.15]

Los sitios de conservación de la biodiversidad existentes en la cuenca, incluidos en el documento “Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad, Décima Región de Los Lagos 2002.”, se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 2.8: Áreas de Conservación de la Biodiversidad

| Nombre del sitio | Superficie (Ha) | Característica del ecosistema |
|----------------------------------|-----------------|---|
| Cordillera de la Costa de Osorno | 75.982 | Área de alta biodiversidad con especies endémicas y alta riqueza de especies vegetales y de fauna (formación de olivillo costero). |
| Cascadas-Volcán Osorno | 12.093 | El área propone incorporar la mayor diversidad de especies presentes en menores altitudes, aumentando la conectividad entre los parques nacionales Puyehue y V.P. Rosales. |
| Mocho Choshuenco | 31.371 | Área próxima al volcán Mocho Choshuenco. Presencia de la especie Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>). Esta zona presenta además gradientes altitudinales de vegetación y fauna con comunidades espacio - temporales distintas. Presenta alta diversidad de especies. |

[Ref 2.14] [Ref. 2.15]

3. ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS

3.1 Información Fluviométrica

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

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Bueno

| Nombre | Período de Registro |
|------------------------------------|---------------------|
| RÍO NILAHUE EN MALLAY | 1987 - 2001 |
| RÍO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA | 1986 - 2001 |
| RÍO PILMAIQUÉN EN SAN PABLO | 1979 - 2001 |
| RÍO BUENO EN BUENO | 1929 - 1947 |
| RÍO COIHUECO ANTES JUNTA PICHICOPE | 1987 - 2001 |
| RÍO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO | 1986 - 2001 |
| RÍO FORRAHUE EN AROMOS | 1991 - 2001 |
| RÍO NEGRO EN CHAHUILCO | 1986 - 2001 |
| RÍO DAMAS EN TACAMO | 1986 - 2001 |
| RÍO RAHUE EN FORRAHUE | 1986 - 2001 |

En la cuenca del río Bueno en su parte oriental existe un gran número de lagos, donde destacan por su tamaño los lagos Ranco, Rupanco y Puyehue.

La cuenca del río Bueno está compuesta principalmente por las subcuencas del Rahue, de los afluentes del lago Ranco y del Bueno. El río Rahue nace en el extremo occidental del lago Rupanco, y luego de su trayecto en dirección noroeste su curso torna hacia el norte, hasta su junta con el río Bueno. Los principales afluentes del lago Ranco, el Calcarrupe y el Nilahue, nacen en el lago Maihue y en la cordillera de Los Andes, respectivamente. El río Bueno nace en el extremo occidental del lago Ranco y toma una dirección hacia el oeste hasta su desembocadura en el océano Pacífico. El Pilmaiquén, afluente del Bueno, nace en el lago Puyehue y toma una dirección hacia el noroeste hasta su junta con el Bueno

Esta cuenca presenta un régimen pluvial, con sus crecidas más importantes en los meses de invierno. Sin embargo, es posible advertir una leve influencia nival en la parte alta de la cuenca, en los afluentes del lago Ranco, los ríos Calcurrupe y Nilahue, y en el río Coihueco.

Para el análisis hidrológico se han utilizado dos grupo de estaciones, donde el primero es de régimen pluvial, y el segundo de régimen pluvio – nival.

- Grupo1; Régimen Pluvial: Este grupo está compuesto por todas las estaciones fluviométricas ubicadas en la subcuenca del río Rahue, salvo la ubicada en el río Coihueco. También contiene las estaciones de Pilmaiquén y del Bueno.
- Grupo2; Régimen Pluvio – Nival: Este grupo está formado por las estaciones fluviométricas ubicadas en los afluentes del Ranco, los ríos Calcurrupe y Nilahue, y la ubicada en el río Coihueco.

Tabla 3.2: Grupo de Estaciones Fluviométricas

| | Régimen | Nombre Estación |
|----|----------------|------------------------------------|
| 1 | Pluvial | RÍO BUENO EN BUENO |
| 2 | | RÍO PILMAIQUÉN EN SAN PABLO |
| 3 | | RÍO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO |
| 4 | | RÍO FORRAHUE EN AROMOS |
| 5 | | RÍO NEGRO EN CHAHUILCO |
| 6 | | RÍO DAMAS EN TACAMO |
| 7 | | RÍO RAHUE EN FORRAHUE |
| 8 | Pluvio – Nival | RÍO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA |
| 9 | | RÍO NILAHUE EN MALLAY |
| 10 | | RÍO COIHUECO ANTES JUNTA PICHICOPE |

Para completar y extender las estadísticas de las estaciones fluviométricas incompletas de la sub-cuenca norte que incluye los lagos Ranco y Puyehue, se realizaron correlaciones lineales con la estación Pilmaiquén en San Pablo, la que ha sido seleccionada en base a la longitud de sus registros. Cabe destacar que la estación Bueno en Bueno sólo contiene información fluviométrica entre los años 1929 y 1947, de manera que su estadística no ha sido extendida, sino que sólo completada con registros de Pilmaiquén en San Pablo, la

cual tiene información entre 1930 y 1946 y entre 1979 y 2001, mostrando un largo período sin estadísticas entre 1947 y 1978.

Para el sector sur de la cuenca, se ha utilizado Rahue en Forrahue como estación patrón.

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

3.2 Usos del Agua

Se han diferenciado tipos de usos del agua, los cuales se han agrupado en usos in-situ, usos extractivos, usos para la biodiversidad y usos ancestrales. Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP 1996.
- “Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad Décima Región De Los Lagos”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP, octubre 2002.

3.2.1 Usos in – situ

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

a) Acuicultura

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

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

b) Pesca deportiva y recreativa

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

Las principales áreas donde se desarrolla esta práctica en la cuenca del río Bueno son:

- El lago Ranco, donde se desarrolla la pesca de orilla, de arrastre o con mosca.
- El río Calcurrupe.
- El lago Puyehue, donde abundan las especies salmonídeas, trucha marrón y trucha arcoiris.
- El lago Rupanco, donde se pueden encontrar especies similares a las del lago Puyehue.

3.2.2 Usos extractivos

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

a) Riego

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

todas las etapas de cultivos y plantaciones. En este acápite, sin embargo, no es posible asignar a cada segmento el uso del agua para riego, porque no existen antecedentes para hacerlo.

Los derechos de agua en esta cuenca están muy dispersos entre los numerosos ríos, esteros y vertientes que la forman, razón por la que resultan difíciles de determinar. Sin embargo, la información obtenida señala que los derechos de agua hasta 1991 en esta cuenca eran de 28.082 (l/s), distribuidos en 60 ríos, esteros y vertientes, con lo que resulta un promedio de 478 (l/s) por fuente, que son pocos significativos comparados con los caudales medios de los cauces de esta cuenca. [Ref. 3.1]

b) Captación para agua potable

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

Los volúmenes de producción y las demandas netas de agua potable para las diferentes ciudades se muestran a continuación:

Tabla 3.3: Producción y demanda neta de agua potable 1992

| Localidad | Producción total (l/s) | Consumo total (l/s) |
|------------|------------------------|---------------------|
| Osorno | 317.02 | 194.65 |
| La Unión | 71.81 | 36.62 |
| Río Bueno | 28.51 | 21.41 |
| Purranque | 17.92 | 12.77 |
| Río Negro | 16.36 | 10.64 |
| Fresia | 8.62 | 5.27 |
| Futrono | 9.23 | 6.27 |
| Entrelagos | 5.4 | 4.21 |
| San Pablo | 5.01 | 3.91 |
| Lago Ranco | 6.38 | 2.94 |
| Corte Alto | 4.54 | 2.01 |

[Ref. 3.1]

Así, la producción total en la cuenca del río Bueno ascendía a 490.8 (l/s) en 1992, mientras que la demanda, incluyendo los sectores residenciales e industriales, equivalía a 300.7 (l/s).

En Osorno existen dos fuentes de abastecimiento de agua potable, una superficial ubicada en el río Rahue a 6 Km. de Osorno en Caipulli y otra subterránea en el subsuelo urbano con recursos pertenecientes al río Damas.

La Unión también posee dos captaciones: Una superficial, que extrae recursos del río Llollehue y del estero Polcura y otra subterránea.

En Río Bueno, Río Negro, Futrono y Lago Ranco el abastecimiento se realiza totalmente a través de captaciones superficiales ubicadas en el río Bueno unos 500 m al norte de la ciudad, en el río Forrahue, en el estero Coique y al sur-oriente de lago Ranco respectivamente.

Purranque, San Pablo y Corte Alto cuentan sólo con captaciones subterráneas ubicadas en un sector llamado Dollinco y en las cercanías de las localidades San Pablo y Corte Alto respectivamente.

Fresia cuenta con fuentes subterráneas y superficiales, ambas ubicadas en las cercanías de la ciudad, 2 km. al poniente. [Ref. 3.1]

c) Generación de energía eléctrica

La cuenca cuenta con bastantes recursos hidroeléctricos. En la actualidad funcionan dos centrales. La de mayor tamaño es la central Pilmaiquén, que tiene un caudal utilizable anual medio de 112 (m³/seg) proveniente del río del mismo nombre.

La segunda, muy pequeña, pertenece a un particular. Se ubica próxima al pueblo de La Unión y aprovecha las aguas del río Llollehue, afluente del Bueno. No es posible asignar esta central a un segmento. Se deben mencionar también la central Capullo en el río Pülleufu, afluente del lago Rupanco, y la central existente en las termas de Puyehue en el afluente del lago Puyehue.

Además, están programadas tres centrales con derechos de aprovechamiento solicitados por Endesa, que aún no han sido concedidos: Centrales Río Bueno, con un caudal anual medio utilizable de 343.000 (l/s), El Maqui, con un caudal medio utilizable anual de 71.000 (l/s) y Caipulli, con un caudal utilizable medio anual de 125.000 (l/s).

d) Actividad industrial

En la cuenca del río Bueno funcionan alrededor de quince industrias, la mayoría de las cuales se ubica en la subcuenca del río Rahue alrededor de la ciudad de Osorno (cuenca

Bueno

26.

1036). Además de éstas, existe una planta de la Industria Azucarera Nacional IANSA S.A., también hay dos plantas de lácteos en la subcuenca del río Negro (cuenca 1035).

No existen antecedentes suficientes para localizar las bocatomas para la actividad industrial de forma gráfica.

En la siguiente tabla se resumen los rubros industriales que se localizan en esta cuenca con sus respectivas demandas de agua industrial para 1996:

Tabla 3.4: Demandas industriales en la cuenca del río Bueno 1996

| Rubro | Demanda neta (l/s) | Demanda bruta (l/s) |
|--|--------------------|---------------------|
| Elaboración de productos lácteos | 96 | 107 |
| Alimentación, conservas y agroindustrias (elaboración de azúcar) | 384 | 573 |
| Frigoríficos, mataderos y elaboración de carnes | 10 | 12 |
| Embotelladoras y cervecerías | 10 | 14 |
| Otros | 10 | 12 |
| TOTAL | 507 | 717 |

e) Actividad minera

De acuerdo a la información recopilada no se han ubicado bocatomas para este tipo de uso en la cuenca del río Bueno hasta el año 1996.

3.2.3 Biodiversidad

La protección y conservación de comunidades acuáticas, a la que hace referencia el Instructivo, son abordadas en el presente estudio desde el punto de vista del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), de la Estrategia de Biodiversidad y algunos otros sitios de interés que pudieran sobresalir de la información recopilada (sitios CONAF, etc.).

Las áreas protegidas por el Estado en la cuenca del río Bueno son:

- El Parque Nacional Puyehue: Se caracteriza por espesos bosques, por un relieve resultado de la actividad volcánica y por la abundancia de cauces agua. El “Bosque Húmedo Siempreverde”, originado por las altas precipitaciones, está formado por coigües y ulmo en las áreas más bajas del parque, y por tepa, mañío y coigüe, en las más altas. La fauna que habita el

parque está compuesta por pumas, zorros chilla, quiques, coipos, güiñas y vizcachas. Entre las aves, las que destacan son el cóndor, el choroy, el chercán, la bandurria y la huala.

- Reserva Nacional Mocho-Choshuenco: Consta de 7.536 hectáreas y se ubica próximo al lago Riñihue. Hay presencia de volcanes, como el Mocho y el Choshuenco, que es una ruina volcánica de cumbre rocosa y fuerte pendiente, que da origen a un glaciar en su ladera sur. En los faldeos se observa bosque de tipo valdiviano que se extiende hasta aproximadamente 1.200 m de altitud.
- Monumento Natural Alerce Costero: Se caracteriza por la presencia del bosque de alerce, dentro del cual destacan las aves como zorzales, huet-huet, carpintero y cernícalo, entre otros. El alerce es monumento natural desde fines de 1976 y ningún árbol vivo puede ser cortado, pues la especie está en peligro de extinción. Los bosques de alerce son exclusivos del sur de Chile y muy escasos en Argentina.
- Parque Nacional Vicente Pérez Rosales: Sus principales atractivos radican en un relieve de volcanes y montañas, grandes bosques de árboles nativos, y uno de los más bellos y vírgenes lagos del sur de Chile: el Todos Los Santos. La mayor parte de los bosques del parque corresponden al tipo Siempreverde, desarrollado en una amplia gama de ambientes. En lugares planos y de mal drenaje predomina el bosque Húmedo de Galería compuesto principalmente por canelo, coigüe, patagua y pitra. Entre los mamíferos que es posible observar destacan el pudú o ciervo pequeño, el puma, la güiña, el gato montés, el zorro chilla o gris, el huillín o nutria del río y el quique o hurón. Se presentan a su vez dos especies de marsupiales chilenos: la comadreja trompuda y el monito del monte. Entre las aves que se encuentran en el parque, es importante destacar la presencia de huala, el pato quetro, el pato correntino, el martín pescador, el traro, el picaflor chico, el carpintero negro, el canquén, la tagua común y el águila.

En cuanto a la “Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad Décima Región De Los Lagos”, los sitios prioritarios de conservación de biodiversidad aparecen identificados en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”.

3.2.4 Usos ancestrales

En esta cuenca existen derechos de agua otorgados a comunidades indígenas, pero no se cuenta con la información específica como para incluirlos en la tabla 3.5.

3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-BUE-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestran los cauces seleccionados para el presente estudio, con su respectiva segmentación y los distintos usos asociados a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.5, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.5 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en él, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Tabla 3.5: Usos de agua por segmento en la cuenca del Bueno

| Cauce | Segmento | Usos in situ | | | Extractivos | | | | Biodiversidad* | Ancestrales |
|----------------|----------|--------------|------------------------------|-------|----------------|-------------------|----------------------|------------------|----------------|-------------|
| | | Acuicultura | Pesca Deportiva Y Recreativa | Riego | Captación A.P. | Hidroelectricidad | Actividad Industrial | Actividad Minera | | |
| Río Caunahue | 1030CA10 | | | | | | | | | |
| Río Calcurrupe | 1030CL10 | | • | | | | • | | | |
| Río Nilahue | 1030NI10 | | | | | | | | • | |
| | 1030NI20 | | | | | | | | | |
| Río Bueno | 1031BU10 | | | | | | • | | | |
| | 1031BU20 | | | | • | | | | | |
| | 1033BU10 | | | | | | | | | |
| | 1033BU20 | | | | | | | | | |
| | 1037BU10 | | | | | | | | • | |
| Río Chirre | 1032CH10 | | | | | | | | | |
| Río Pilmaiquén | 1032PI10 | | | | | • | • | | | |
| | 1032PI20 | | | | | | | | | |
| Río Coihueco | 1034CO10 | | | | | | | | • | |
| Río Rahue | 1034RA10 | | | | | | | | | |
| | 1034RA20 | | | | | | | | | |
| | 1036RA10 | | | | • | | | + | | |
| | 1036RA20 | | | | | | | | | |
| | 1036RA30 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

+ : Con los antecedentes disponibles no es posible asignar este uso a un segmento específico

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

Bueno

30.

Tabla 3.5 (Continuación): Usos de agua por segmento en la cuenca del Bueno

| Cauce | Segmento | Usos in situ | | Extractivos | | | | | Biodiversidad* | Ancestrales |
|--------------|----------|--------------|------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|----------------|-------------|
| | | Acuicultura | Pesca Deportiva Y Recreativa | Riego | Captación A.P. | Hidroelectricidad | Actividad Industrial | Actividad Minera | | |
| Río Forrahue | 1035FO10 | | | | • | | | | | |
| Río Negro | 1035NR10 | | | | | | | | | |
| | 1035NR20 | | | | | | | | | |
| | 1035NR30 | | | | | | | | | |
| Río Damas | 1036DA10 | | | | | | | | | |
| | 1036DA20 | | | | | | | | | |
| | 1036DA30 | | | | | | | | | |

[Ref. 3.1]

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

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Bueno posee una población urbana total estimada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) al año 2001 de 198.218 habitantes.

Del total de población urbana presente en la cuenca, el 92% (182.078 habitantes) posee servicios de agua potable y alcantarillado. Esto refleja que un grupo importante de población urbana es atendida con estos servicios por la empresa sanitaria ESSAL S.A.

La empresa sanitaria además de los servicios anteriores, provee a la población con servicios de tratamiento de aguas servidas. Según estimaciones al año 2002 (SISS), la ciudad de Purranque posee la mayor cobertura en el tratamiento de las aguas servidas (97,1%), mientras que la ciudad de Fresia posee una cobertura del 40%.

A continuación, en la tabla 3.6 se incluye información referente a la empresa de servicios sanitarios que opera actualmente en la cuenca; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento de aguas servidas (estimadas al año 2001) y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad.

Bueno

32.

Tabla 3.6: Descargas de Aguas Servidas

| Localidad Atendida | Segmentos Asociados a las Descargas | Cuerpo Receptor | Empresa de Servicios Sanitarios | Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas (%) | Población Urbana Total Estimada (Hab) | Población Estimada Saneada (Hab) | Planta de Tratamiento | Tipo De Tratamiento y/o Nombre de la Planta | Caudal (L/s) | DBO ₅ (mg/l) | pH | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) | Aceites y Grasas (mg/l) | Cu Total (mg/l) | Fe disuelto (mg/l) | Colif. Fecales (NMP/100 ml) |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|--------------|-------------------------|-----------|------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|
| Osorno | 1036RA20 | Río Rahue | ESSAL | 0 | 133.362 | 129.808 | NO | | 240,4 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| La Unión | 1031BU20 | Río Bueno | ESSAL | 0 | 21.884 | 19.821 | NO | | 36,7 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| Río Bueno | 1031BU20 | Río Bueno | ESSAL | 0 | 14.755 | 11.848 | NO | | 21,9 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| Purranque | 1035FO20 | Río Forrahue | ESSAL | 97,1 | 10.088 | 9.543 | SI | Lodos Activados | 17,7 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| Río Negro | 1035FO20 | Río Forrahue | ESSAL | 0 | 6.035 | 5.145 | NO | | 9,5 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| Fresia | NA | | ESSAL | 40,0 | 6.137 | 2.820 | SI | Lodos Activados | 5,2 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| San Pablo | 1032PI20 | Río Pilmaiquén | ESSAL | 0 | 3.540 | 3.093 | NO | | 5,7 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |
| Lago Ranco | 1030LR10 | Lago Ranco | ESSAL | 0 | 2.417 | 0 | NO | | 0 | 35 | 6,0 - 8,5 | 80 | 20 | 0,1 | 2 | < 1,0E+03 |

NOTAS:

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

Bueno

34.

3.3.2 Residuos industriales líquidos

La cuenca del río Bueno posee numerosas industrias forestales (aserraderos en la provincia de Valdivia) y lecheras principalmente, así como salmoneras (salmonicultura) con instalaciones en ríos y lagos en la provincia de Osorno.

En la siguiente tabla se incluyen los establecimientos industriales identificados en el Informe “Estadística Anual de muestras hídricas, X Región” del Servicio Agrícola Ganadero y aquellos incluidos en el Catastro Nacional de Residuos Industriales Líquidos de 1992 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.

Bueno

36.

Tabla 3.7: Residuos Industriales Líquidos

| Industria | Comuna | Segmento Asociado a la Descarga | Cuerpo Receptor | CIU | Caudal (L/s) | pH | T (°C) | SS | S. Totales | Aceites y Grasas | HC | DBO ₅ | As | Cd | CN | Cu | Cr | P | Hg | Ni | NH ₄ | Pb | SO ₄ | Zn | PE | B | Al | Mn | CE (mS/cm) | |
|------------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------|-------|--------------|----|--------|----|------------|------------------|----|------------------|----|----|----|----|----|---|----|----|-----------------|----|-----------------|----|----|---|----|----|------------|--|
| Nestlé Chile S.A Fábrica Osorno | Osorno | 1036RA20 | Río Rahue | 11123 | Nd | * | * | * | | * | | * | | | | | | * | | | * | | | | * | | | | | |
| Loncoleche S.A. | Osorno | 1036DA20 | Río Damas | 11123 | Nd | * | * | * | | * | | * | | | | | | * | | | * | | | | * | | | | | |
| Prolesur S.A. | Osorno | Nd | Nd | 11123 | Nd | * | * | * | | * | | * | | | | | | * | | | * | | | | * | | | | | |
| Soc. Comercial Jorge y Mario Meyer | Osorno | Nd | Nd | Nd | Nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fernández y Fernández Cía Ltda. | Osorno | Nd | Nd | Nd | Nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colun S.A | La Unión | Nd | Río Llollehue | 11123 | Nd | * | | * | | | | * | | | | | | * | | | * | | | | | | | | | |
| Aserradero Wunderlich | Río Bueno | Nd | Nd | 33111 | Nd | | | * | | | | * | | | | | | | | | * | | | | | | | | | |
| Industria Azucarera Nacional S.A. | La Unión | Nd | Nd | 31181 | Nd | * | * | * | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Juvenal Arriagada y Cía. Ltda. | Purranque | Nd | Nd | Nd | Nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

NOTAS:

- Nd: información no disponible.
- Las unidades de concentración de los parámetros físico – químicos están expresados en mg/L.
- Las celdas con asterisco, representan los parámetros típicos que se deberían encontrar en efluentes de cada industria de acuerdo a su clasificación CIU según Decreto N°90/00.

Bueno

38.

3.3.3 Contaminación difusa por pesticidas

Aplicando la metodología de estimación de la Contaminación Difusa para las subcuencas 1030, 1031, 1032, 1033, 1034, 1035, 1036 y 1037 del río Bueno, se puede concluir que potencialmente no existirían plaguicidas sobre la clase 1 en las aguas superficiales del río Bueno. En el anexo 3.2 se encuentra un estudio de estimación de contaminantes.

3.4 Datos de Calidad de Aguas

3.4.1 Fuentes de Información

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

- a) Monitoreo de calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1987-2001.

| REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
| Cuenca | Río Bueno | | | | |
| Cuerpos de Agua Monitoreados | Medición de Caudal | Nº Parámetros Medidos | Nº Parámetros Instructivo | Período de Registro | Nº Registros |
| Río Bueno | | | | | |
| En Trumao (Puerto Viejo) (*) | SI | 32 | 21 | 1987-2001 | 45 |
| En Puerto Lapi (*) | NO | 32 | 21 | 1987-2001 | 47 |
| Río Pilmaiquén | | | | | |
| En desagüe Lago Puyehue (*) | NO | 31 | 21 | 1987-2001 | 23 |
| Río Calcarrupe | | | | | |
| En Desembocadura (*) | SI | 32 | 21 | 1987-2001 | 49 |
| Río Nilahue | | | | | |
| En Mallay (*) | SI | 31 | 21 | 1987-2001 | 44 |
| Río Rahue | | | | | |
| En Forrahue (*) | SI | 32 | 21 | 1987-2001 | 47 |
| En desagüe Lago Rupanco (*) | SI | 32 | 21 | 1987-2001 | 49 |
| Río Negro | | | | | |
| En Chahuilco (*) | SI | 31 | 21 | 1987-2001 | 48 |
| Río Damas | | | | | |

Bueno

40.

| REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
| Cuenca | Río Bueno | | | | |
| Cuerpos de Agua Monitoreados | Medición de Caudal | Nº Parámetros Medidos | Nº Parámetros Instructivo | Período de Registro | Nº Registros |
| En Tacamo (*) | SI | 32 | 21 | 1990-2001 | 37 |
| En Puente Ruta 5 (*) | NO | 32 | 21 | 1997-2001 | 16 |
| Parámetros medidos Instructivo | | | | | |
| • Indicadores físico-químicos | SI | • Orgánicos plaguicidas | | | NO |
| • Inorgánicos | SI | • Microbiológicos | | | NO |
| • Metales esenciales | SI | • Orgánicos | | | NO |
| • Metales no esenciales | SI | • Otros parámetros no normados | | | SI |

(*) Estaciones de monitoreo suspendidas

- b) Diagnóstico de la Calidad del río Damas X Región, Lineamientos para un Plan de Prevención y/o descontaminación”, Centro EULA, Unidad de Sistemas Acuáticos, Concep. 1998.

| REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO EULA | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
| Cuenca | Río Bueno | | | | |
| Cuerpos de Agua Monitoreados | Medición de Caudal | Nº Parámetros Medidos | Nº Parámetros Instructivo | Período de Registro | Nº Registros |
| Río Damas | | | | | |
| Cerca de Quemadas del Buey | NO | 23 | 23 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| En Puente Chinganas | NO | 9 | 9 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Antes de junta con río Tijeral | NO | 22 | 22 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Después de Loncoleche | NO | 9 | 9 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| En Puente Juan Pablo II | NO | 22 | 22 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| En el sector de las Compuertas | NO | 7 | 7 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Antes de junta con río Pilauco | NO | 9 | 9 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Antes de junta con río Rahue | NO | 24 | 24 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Río Rahue | | | | | |
| Antes de junta con río Damas | NO | 9 | 9 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Aguas abajo río Damas | NO | 7 | 7 | Oct.97-Jul.98 | 3 |
| Parámetros medidos Instructivo | | | | | |
| Indicadores físico-químicos | SI | • Orgánicos plaguicidas | | | SI |

| REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO EULA | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
| Cuenca | Río Bueno | | | | |
| Cuerpos de Agua Monitoreados | Medición de Caudal | Nº Parámetros Medidos | Nº Parámetros Instructivo | Período de Registro | Nº Registros |
| • Inorgánicos | SI | • Microbiológicos | | | SI |
| • Metales esenciales | SI | • Orgánicos | | | SI |
| • Metales no esenciales | SI | • Otros parámetros no normados | | | SI |

c) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

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

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

- Análisis de outliers

Cada vez que, en una estación de monitoreo, un registro o valor de un parámetro aparentemente difiere notoriamente del resto de los valores registrados, se procede a someter estos puntos discordantes al test de Dixon para la detección de outliers. Una vez realizado este proceso de revisión de la información existente en la cuenca del río Bueno, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,05 % de los datos. Todo esto permite confirmar la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca.

- Análisis de límites físicos

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

Bueno

42.

- Análisis de límites de detección (LD)

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

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

La Base de Datos Depurada que contiene la información disponible para análisis de la cuenca del río Bueno, no se incluye en el documento sino en el anexo 3.3 de tipo digital.

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación fluviométrica

a) Subcuenca de los afluentes del lago Ranco

- Calcurrupe en desembocadura

Se ubica en el río Calcurrupe, inmediatamente antes de su desembocadura en el lago Ranco, tal como lo indica su nombre, a 160 m s.n.m.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar que esta estación presenta un régimen pluvio – nival, con sus mayores caudales en invierno y en primavera, en menor medida, producto de aportes pluviales y nivales, respectivamente.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de lluvias invernales. En diciembre se observan leves aumentos en los caudales debido a los deshielos. Los menores escurrimientos se presentan entre febrero y marzo.

En años secos los mayores caudales también se producen por aportes pluviales, ocurriendo entre junio y agosto, mientras que los menores se observan entre enero y mayo.

Tabla 4.1: Río Calcarrupe en desembocadura (m³/s)¹

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 266.62 | 397.93 | 459.95 | 521.46 | 443.08 | 384.94 | 330.11 | 290.23 | 317.16 | 195.82 | 135.04 | 129.90 |
| 10 | 227.24 | 359.80 | 424.92 | 449.70 | 369.90 | 324.48 | 280.50 | 260.37 | 272.89 | 161.34 | 121.42 | 119.31 |
| 20 | 186.19 | 313.61 | 382.50 | 375.88 | 304.06 | 269.13 | 234.52 | 228.29 | 227.48 | 130.73 | 107.22 | 107.01 |
| 50 | 124.18 | 225.34 | 301.41 | 266.74 | 225.00 | 200.86 | 176.70 | 177.55 | 160.59 | 94.72 | 85.77 | 85.72 |
| 85 | 69.10 | 116.61 | 201.53 | 174.84 | 176.16 | 156.93 | 138.42 | 130.28 | 104.59 | 73.15 | 66.71 | 63.65 |
| 95 | 44.11 | 52.75 | 142.86 | 136.44 | 160.84 | 142.62 | 125.62 | 108.62 | 81.31 | 66.57 | 58.07 | 52.70 |
| Dist | G | N | N | N | L3 | L3 | L3 | L2 | N | L3 | G | G2 |

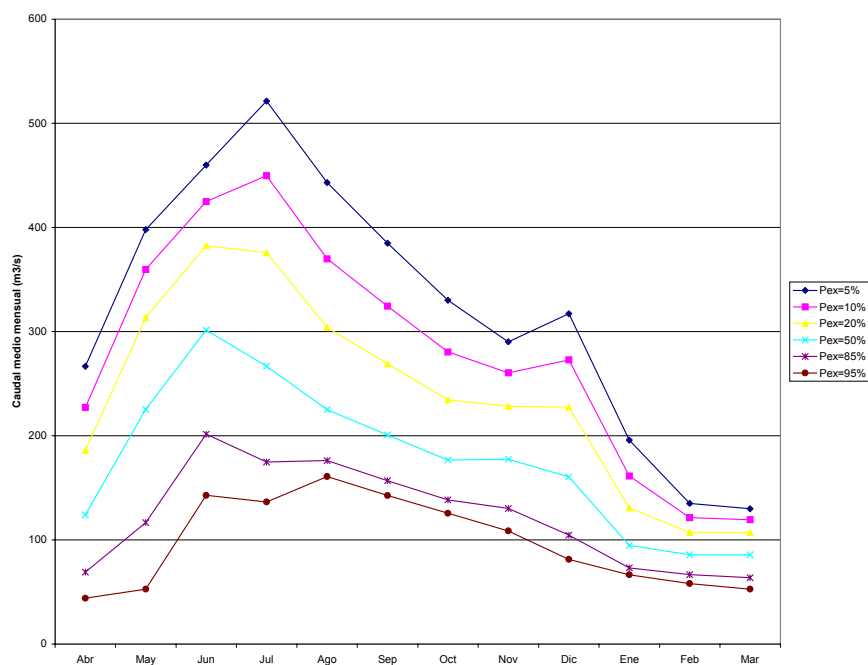


Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Calcarrupe en desembocadura

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

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

- Río Nilahue en Mallay

Esta estación se ubica en el río Nilahue, unos 8 km aguas arriba de su desembocadura en el lago Ranco, a 80 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación presenta un régimen pluvio – nival, con sus mayores caudales en invierno y en menor medida en primavera, producto de lluvias invernales y deshielos primaverales.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio debido a importantes lluvias invernales. Hacia los meses de primavera los caudales disminuyen, para luego mostrar un aumento en noviembre y diciembre, producto de los aportes nivales.

En años secos los mayores caudales también se producen por aportes pluviales, entre junio y agosto, mientras que los menores ocurren entre diciembre y mayo.

Tabla 4.2: Río Nilahue en Mallay (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 67.60 | 92.62 | 120.61 | 93.21 | 64.79 | 55.53 | 47.23 | 54.61 | 70.42 | 34.76 | 28.19 | 31.97 |
| 10 | 54.95 | 79.37 | 104.24 | 80.83 | 59.92 | 50.75 | 43.78 | 48.46 | 55.45 | 31.09 | 25.54 | 27.86 |
| 20 | 42.75 | 65.55 | 87.17 | 68.01 | 54.51 | 45.52 | 39.78 | 42.04 | 42.29 | 27.17 | 22.66 | 23.59 |
| 50 | 26.47 | 44.68 | 61.40 | 48.89 | 45.49 | 36.96 | 32.82 | 32.34 | 27.05 | 20.99 | 18.03 | 17.16 |
| 85 | 14.66 | 26.14 | 38.50 | 32.56 | 36.40 | 28.60 | 25.45 | 23.73 | 18.12 | 15.28 | 13.60 | 11.60 |
| 95 | 10.36 | 17.73 | 28.11 | 25.65 | 31.93 | 24.61 | 21.70 | 19.83 | 15.46 | 12.68 | 11.53 | 9.21 |
| Dist | L2 | G | L2 | L2 | L2 | L2 | G2 | G | L3 | L2 | L2 | L2 |

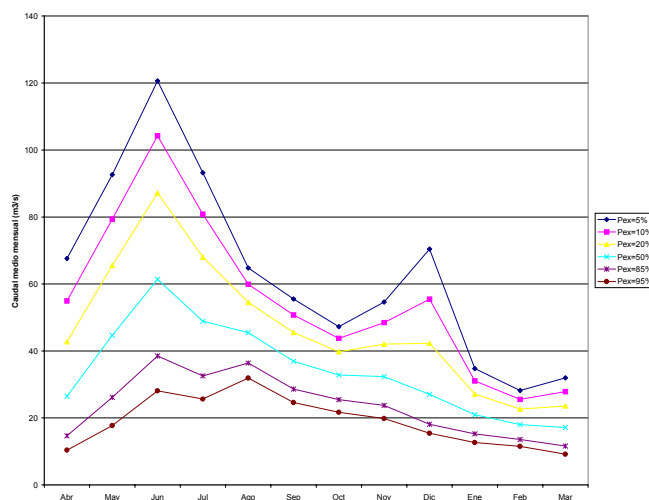


Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Nilahue en Mallay

Bueno

46.

- b) Subcuenca del Bueno
 - Río Bueno en Bueno

Esta estación se ubica en la parte alta del río Bueno, frente a la ciudad de Río Bueno, antes de la junta del río Pilmaiquén, a 45 m s.n.m.

En la tabla 4.3 y figura 4.3 es posible observar que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales durante el invierno, producto de importantes aportes pluviales.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de grandes aportes pluviales, mientras que los menores lo hacen entre febrero y abril.

En años secos se observa un comportamiento similar, con los mayores caudales entre junio y agosto, producto de aportes pluviales, y con los menores entre febrero y abril.

Tabla 4.3: Río Bueno en Bueno (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 401.56 | 743.62 | 1106.55 | 1046.24 | 977.94 | 662.40 | 578.78 | 575.12 | 556.04 | 449.73 | 373.82 | 346.97 |
| 10 | 351.39 | 624.23 | 948.60 | 969.12 | 901.87 | 619.45 | 536.28 | 514.30 | 514.56 | 417.66 | 341.29 | 305.33 |
| 20 | 299.09 | 504.99 | 787.17 | 875.71 | 809.72 | 567.44 | 488.96 | 450.89 | 464.32 | 378.81 | 303.67 | 261.52 |
| 50 | 220.09 | 336.77 | 551.09 | 697.19 | 633.62 | 468.03 | 409.82 | 355.12 | 368.30 | 304.56 | 239.01 | 194.52 |
| 85 | 149.91 | 204.46 | 355.23 | 477.31 | 416.71 | 345.58 | 329.72 | 270.04 | 250.04 | 213.11 | 172.88 | 135.10 |
| 95 | 118.07 | 152.52 | 274.46 | 348.15 | 289.30 | 273.66 | 290.18 | 231.44 | 180.57 | 159.39 | 140.58 | 109.05 |
| Dist | G | L2 | L2 | N | N | N | L2 | G | N | N | G2 | L2 |

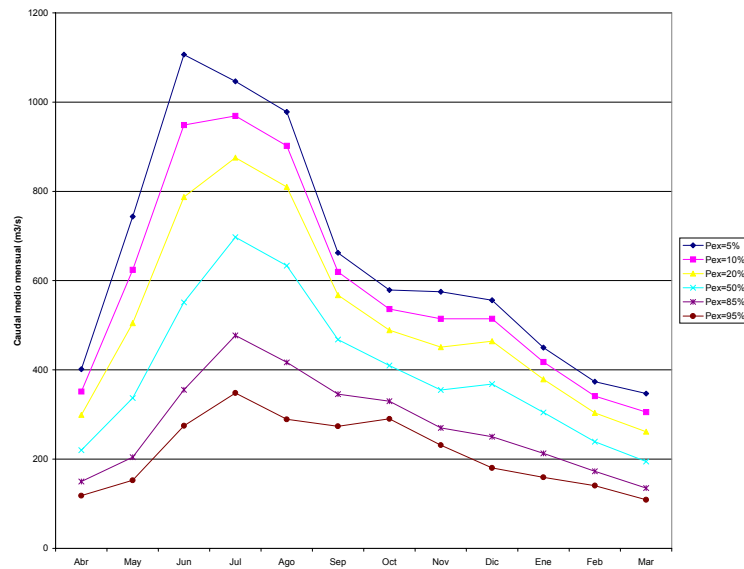


Figura 4.3: Curva de Variación Estacional Río Bueno en Bueno

- Río Pilmaiquén en San Pablo

Esta estación se ubica en la parte baja del río Pilmaiquén, aguas abajo de la junta del río Chirre, cerca de la ciudad de San Pablo, a 50 m s.n.m.

En la tabla 4.4 y figura 4.4 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno, producto de importantes aportes pluviales, y con los menores escurrimientos durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de lluvias invernales. Hacia los meses de primavera los caudales disminuyen gradualmente, para finalmente mostrar sus menores valores entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales se observan entre junio y septiembre, mientras que los menores se extienden entre diciembre y mayo.

Tabla 4.4: Río Pilmaiquén en San Pablo (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 207.56 | 357.11 | 422.50 | 446.42 | 369.15 | 306.91 | 266.90 | 248.50 | 237.36 | 205.97 | 157.72 | 134.60 |
| 10 | 179.68 | 310.43 | 389.95 | 403.89 | 345.92 | 283.82 | 239.34 | 220.64 | 215.96 | 165.79 | 130.64 | 120.06 |
| 20 | 150.61 | 259.27 | 350.52 | 355.20 | 317.78 | 257.70 | 209.75 | 191.05 | 190.04 | 129.95 | 106.55 | 104.90 |
| 50 | 106.70 | 177.23 | 275.17 | 272.48 | 264.01 | 212.93 | 162.99 | 145.08 | 140.45 | 87.47 | 78.12 | 82.00 |
| 85 | 67.70 | 102.75 | 182.35 | 189.60 | 197.78 | 165.94 | 119.46 | 103.37 | 79.39 | 61.73 | 61.01 | 61.66 |
| 95 | 50.00 | 71.16 | 127.83 | 150.07 | 158.87 | 141.98 | 99.54 | 84.71 | 58.21 | 53.81 | 55.77 | 52.43 |
| Dist | G | G2 | N | G2 | N | L3 | L2 | L2 | N | L3 | L3 | G |

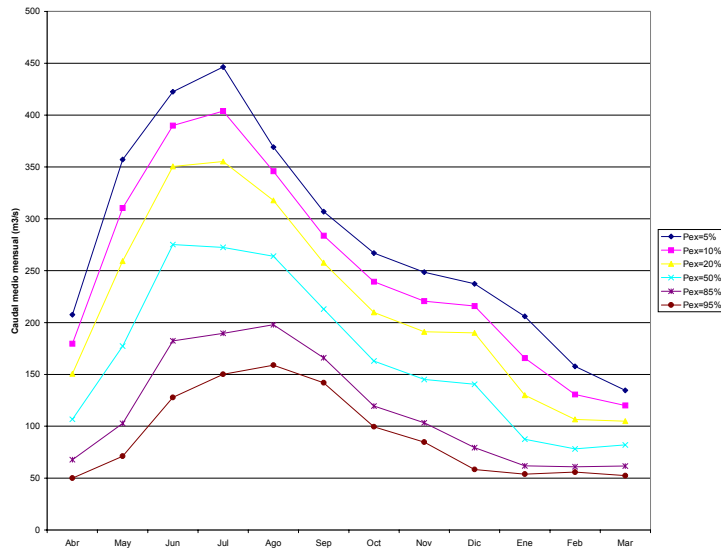


Figura 4.4: Curva de Variación Estacional Río Pilmaiquén en San Pablo

- c) Subcuenca del Bueno
 - Río Rahue en desagüe lago Rupanco

Esta estación se encuentra en el nacimiento del río Rahue, en el desagüe del lago Rupanco, tal como lo indica su nombre. Se ubica a 218 m s.n.m.

En la tabla 4.5 y figura 4.5 es posible observar que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales durante el invierno, producto de los importantes aportes de las lluvias invernales. Los menores caudales se presentan durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, ocurriendo entre junio y septiembre, mientras que los menores escurrimientos se presentan entre enero y abril.

Tabla 4.5: Río Rahue en desagüe lago Rupanco (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 5 | 129.08 | 188.11 | 212.23 | 239.95 | 219.39 | 186.15 | 160.16 | 153.37 | 145.04 | 119.01 | 95.95 | 78.27 |
| 10 | 110.99 | 166.03 | 197.48 | 222.92 | 205.77 | 173.96 | 148.19 | 138.97 | 129.38 | 105.90 | 85.93 | 72.14 |
| 20 | 92.44 | 141.47 | 179.62 | 202.30 | 189.28 | 160.10 | 134.29 | 123.32 | 112.66 | 91.95 | 75.49 | 65.36 |
| 50 | 65.17 | 101.21 | 145.49 | 162.89 | 157.75 | 135.89 | 110.11 | 98.14 | 86.47 | 70.19 | 59.71 | 54.12 |
| 85 | 42.37 | 63.17 | 103.44 | 114.35 | 118.92 | 109.70 | 84.61 | 74.07 | 62.43 | 50.32 | 45.70 | 42.90 |
| 95 | 32.91 | 46.23 | 78.75 | 85.84 | 96.11 | 96.06 | 71.70 | 62.80 | 51.55 | 41.39 | 39.34 | 37.43 |
| Dist | L2 | G2 | N | N | N | G2 | G2 | L2 | L2 | N | G | L2 |

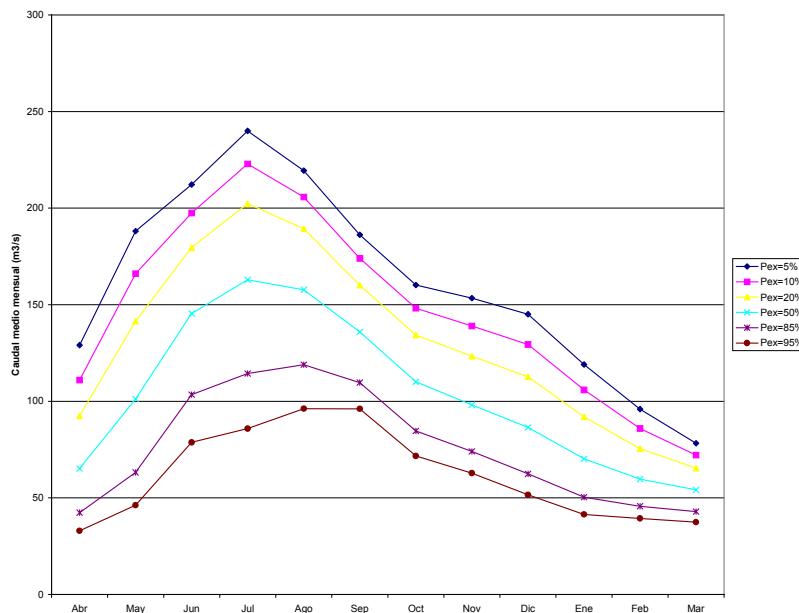


Figura 4.5: Curva de Variación Estacional Río Rahue en desagüe lago Rupanco

Bueno

50.

- Río Coihueco antes junta Pichicope

Esta estación se ubica en el río Coihueco antes de la junta del estero Pichicope, tal como lo indica su nombre, a 150 m s.n.m.

En la tabla 4.6 y figura 4.6 se puede observar que esta estación muestra un régimen pluvio – nival, ya que aunque sus mayores caudales se presentan durante el invierno, se observan ciertos aumentos de caudales en el mes de diciembre, producto de deshielos.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de una importante influencia pluvial, sin embargo en diciembre se observan aumentos de éstos debido a la existencia de una leve influencia nival. Los menores caudales se presentan entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, presentándose entre mayo y septiembre. En cambio la influencia nival disminuye notablemente, de manera que los menores caudales se extienden desde octubre a abril.

Tabla 4.6: Río Coihueco antes junta Pichicope (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 67.86 | 84.09 | 93.64 | 79.39 | 79.30 | 59.89 | 52.91 | 38.88 | 45.81 | 22.64 | 24.43 | 33.85 |
| 10 | 55.01 | 74.13 | 86.24 | 71.13 | 72.38 | 53.19 | 47.78 | 34.17 | 38.86 | 20.05 | 21.00 | 29.03 |
| 20 | 42.65 | 63.18 | 77.27 | 62.27 | 63.99 | 46.07 | 41.57 | 29.21 | 31.62 | 17.35 | 17.49 | 23.82 |
| 50 | 26.23 | 45.20 | 60.13 | 48.27 | 47.94 | 35.00 | 29.71 | 21.66 | 20.68 | 13.27 | 12.32 | 15.61 |
| 85 | 14.41 | 27.52 | 39.02 | 35.28 | 31.33 | 24.95 | 16.18 | 14.98 | 10.96 | 9.64 | 8.00 | 8.44 |
| 95 | 10.13 | 19.01 | 26.62 | 29.35 | 25.32 | 20.45 | 12.06 | 12.06 | 6.55 | 8.00 | 6.21 | 5.54 |
| Dist | L2 | L3 | N | L2 | N | L2 | N | L2 | G | G | L2 | G2 |

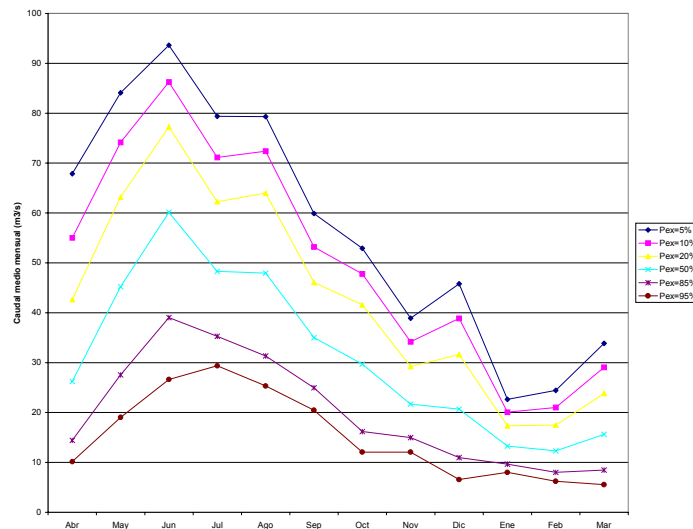


Figura 4.6: Curva de Variación Estacional Río Coihueco antes junta Pichicope

- Río Forrahue en Aromos

Esta estación se ubica en el río Forrahue, aguas abajo de la junta del río Conico.

En la tabla 4.7 y figura 4.7 es posible observar que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales durante los meses de invierno y los menores durante la primavera y verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de los importantes aportes pluviales, mientras que los menores se presentan entre noviembre y abril, mostrando severos estiajes en enero y febrero.

En años secos los mayores caudales también se deben a los aportes pluviales, ocurriendo entre junio y agosto. Los menores escurrimientos se extienden desde octubre a mayo.

Tabla 4.7: Río Forrahue en Aromos (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 2.78 | 18.36 | 17.61 | 15.10 | 14.18 | 8.65 | 6.95 | 2.90 | 2.21 | 0.71 | 0.54 | 1.80 |
| 10 | 2.01 | 12.98 | 16.08 | 13.80 | 12.92 | 7.84 | 6.18 | 2.49 | 1.72 | 0.61 | 0.46 | 1.28 |
| 20 | 1.36 | 8.52 | 14.23 | 12.24 | 11.38 | 6.93 | 5.25 | 2.07 | 1.26 | 0.50 | 0.39 | 0.84 |
| 50 | 0.65 | 3.82 | 10.69 | 9.25 | 8.45 | 5.39 | 3.47 | 1.45 | 0.70 | 0.34 | 0.28 | 0.38 |
| 85 | 0.26 | 1.42 | 6.33 | 5.56 | 4.84 | 3.79 | 1.28 | 0.93 | 0.34 | 0.22 | 0.18 | 0.13 |
| 95 | 0.15 | 0.79 | 3.77 | 3.39 | 2.72 | 2.98 | 0.91 | 0.72 | 0.22 | 0.17 | 0.13 | 0.07 |
| Dist | L2 | L2 | N | N | N | L3 | L2 | L2 | L2 | L2 | G | L3 |

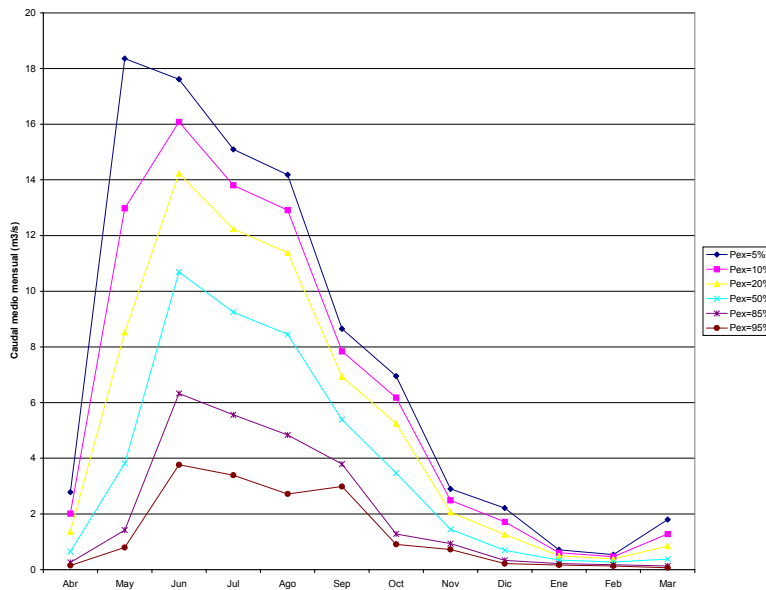


Figura 4.7: Curva de Variación Estacional Río Forrahue en Aromos

- Río Negro en Chahuilco

Esta estación se ubica en el río Chahuilco, aguas abajo de la junta del río Forrahue, frente al poblado de Chahuilco a 45 m s.n.m.

En la tabla 4.8 y figura 4.8 se puede observar el marcado régimen pluvial que muestra esta estación, con sus mayores caudales en invierno debido a los importantes aportes de las lluvias invernales. Los menores caudales se observan en primavera y verano, producto de la ausencia de influencia nival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de la importante influencia pluvial, mientras que los menores escurrimientos se observan entre noviembre y marzo.

En años secos los mayores caudales ocurren entre julio y septiembre, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.8: Río Negro en Chahuilco (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 78.35 | 219.58 | 330.14 | 258.16 | 176.94 | 133.65 | 104.59 | 52.07 | 45.41 | 18.67 | 18.33 | 24.31 |
| 10 | 56.14 | 163.93 | 264.76 | 221.49 | 159.53 | 122.16 | 88.05 | 45.81 | 37.02 | 16.43 | 15.58 | 18.70 |
| 20 | 37.17 | 113.68 | 197.46 | 183.21 | 141.39 | 109.55 | 71.47 | 39.28 | 28.29 | 14.07 | 12.78 | 14.01 |
| 50 | 16.13 | 52.98 | 101.91 | 125.32 | 113.98 | 88.96 | 47.97 | 29.43 | 15.56 | 10.47 | 8.76 | 9.00 |
| 85 | 4.59 | 15.14 | 35.25 | 74.84 | 89.64 | 68.84 | 29.36 | 20.67 | 6.11 | 7.27 | 5.50 | 6.39 |
| 95 | 1.36 | 3.18 | 15.90 | 53.06 | 78.59 | 59.21 | 22.00 | 16.70 | 3.08 | 5.87 | 4.19 | 5.70 |
| Dist | L3 | L3 | G2 | L3 | G | L2 | L2 | G | G2 | L2 | L2 | L3 |

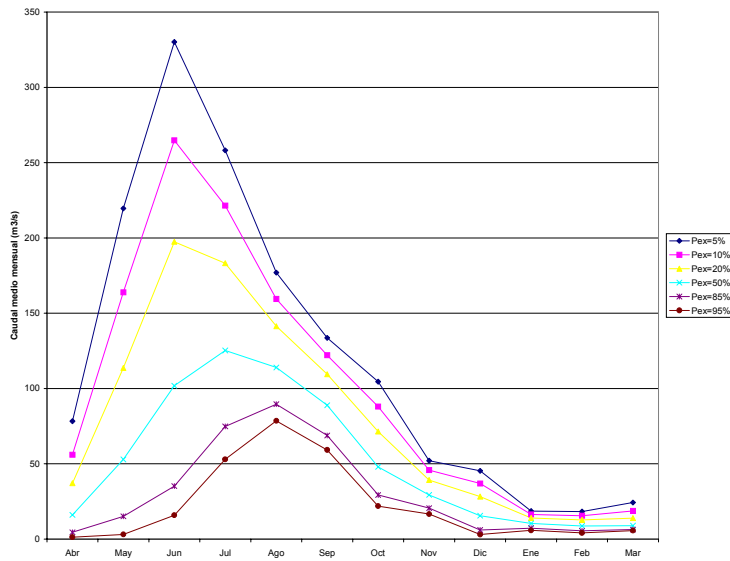


Figura 4.8: Curva de Variación Estacional Río Negro en Chahuilco

- Río Damas en Tacamo

Se ubica en el río Damas, poco antes de la junta del río Tijeral.

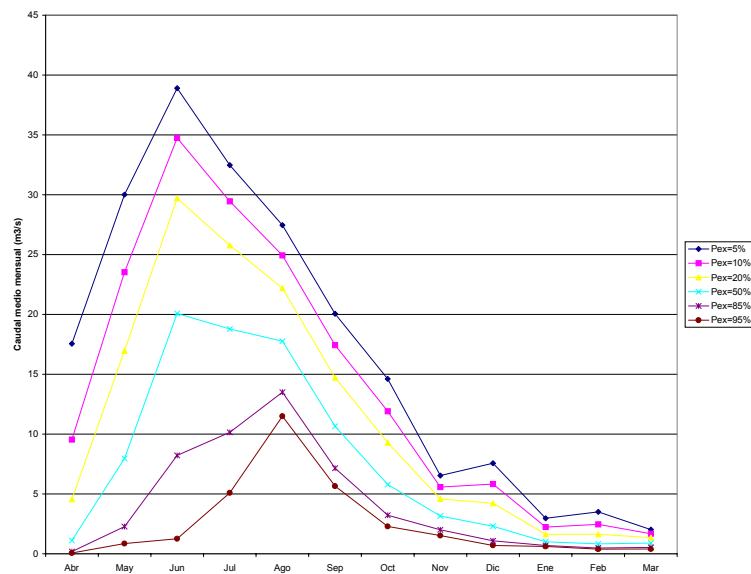
En la tabla 4.9 y figura 4.9 se observa que esta estación muestra un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno y bajos escurrimientos en primavera y verano.

En años húmedos los mayores caudales se presentan entre mayo y agosto, producto de importantes aportes de lluvias invernales, mientras que los menores escurrimientos se observan entre noviembre y marzo.

En años secos los mayores caudales ocurren entre junio y septiembre, mientras que los menores lo hacen entre noviembre y mayo.

Tabla 4.9: Río Damas en Tacamo (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 5 | 17.56 | 30.01 | 38.91 | 32.48 | 27.46 | 20.06 | 14.61 | 6.54 | 7.57 | 2.97 | 3.50 | 2.01 |
| 10 | 9.54 | 23.53 | 34.75 | 29.45 | 24.94 | 17.44 | 11.91 | 5.57 | 5.82 | 2.24 | 2.46 | 1.68 |
| 20 | 4.56 | 16.96 | 29.71 | 25.79 | 22.20 | 14.72 | 9.29 | 4.58 | 4.23 | 1.64 | 1.64 | 1.35 |
| 50 | 1.11 | 7.97 | 20.08 | 18.78 | 17.77 | 10.66 | 5.78 | 3.16 | 2.30 | 1.01 | 0.84 | 0.89 |
| 85 | 0.20 | 2.27 | 8.22 | 10.16 | 13.51 | 7.15 | 3.23 | 2.00 | 1.09 | 0.69 | 0.47 | 0.53 |
| 95 | 0.07 | 0.86 | 1.25 | 5.09 | 11.50 | 5.66 | 2.29 | 1.53 | 0.70 | 0.61 | 0.39 | 0.40 |
| Dist | L2 | G2 | N | N | L2 | L2 | L2 | G2 | L3 | L3 | L3 | L2 |

**Figura 4.9: Curva de Variación Estacional Río Damas en Tacamo**

- Río Rahue en Forrahue

Esta estación se ubica en la parte baja del río Rahue, aguas abajo de la ciudad de Osorno, frente al poblado de Forrahue, a 17 m s.n.m.

En la tabla 4.10 y figura 4.10 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en el período invernal y los menores durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de una importante influencia pluvial. Los menores escurrimientos superficiales se observan entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, observándose entre junio y septiembre, mientras que los menores escurrimientos ocurren entre noviembre y mayo.

Tabla 4.10: Río Rahue en Forrahue (m³/s)

| Pex (%) | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 315.90 | 582.68 | 726.77 | 680.11 | 550.04 | 487.72 | 454.77 | 346.16 | 323.28 | 167.75 | 164.57 | 173.33 |
| 10 | 255.18 | 473.57 | 625.88 | 629.05 | 522.79 | 446.91 | 393.43 | 282.53 | 250.64 | 147.10 | 143.30 | 147.81 |
| 20 | 196.46 | 368.39 | 522.23 | 567.21 | 489.79 | 402.02 | 330.12 | 225.16 | 189.57 | 125.47 | 121.13 | 121.90 |
| 50 | 117.66 | 227.95 | 369.48 | 449.01 | 426.71 | 328.40 | 235.99 | 156.03 | 123.43 | 92.57 | 87.64 | 84.30 |
| 85 | 60.13 | 126.20 | 241.27 | 303.42 | 349.02 | 255.97 | 156.09 | 113.10 | 88.46 | 63.65 | 57.90 | 53.52 |
| 95 | 39.05 | 89.17 | 187.84 | 217.91 | 303.38 | 221.12 | 122.46 | 99.57 | 79.01 | 51.08 | 44.40 | 41.00 |
| Dist | L3 | L2 | L2 | N | N | L2 | L3 | L3 | L3 | L2 | G | N |

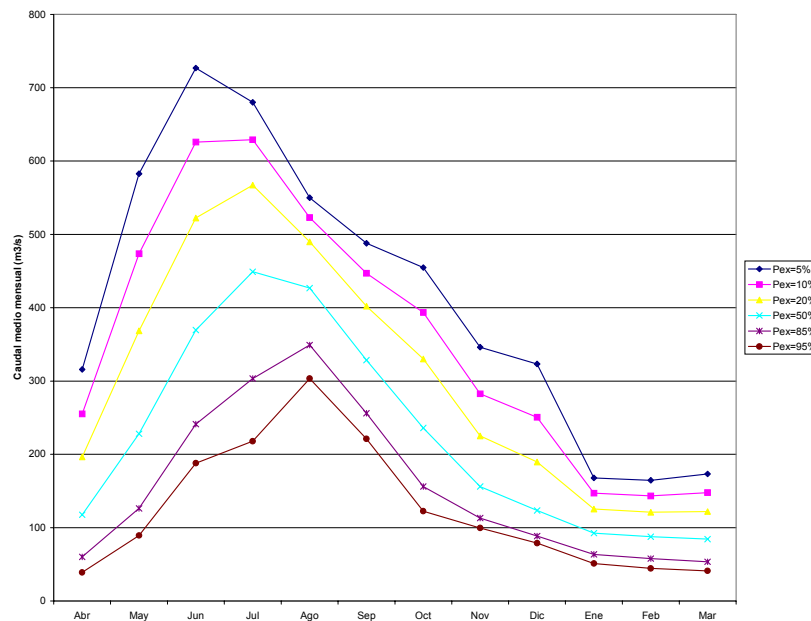


Figura 4.10: Curva de Variación Estacional Río Rahue en Forrahue

4.1.2 Conclusiones

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

a) Subcuenca de los afluentes del lago Ranco

Corresponde a las hoyas hidrográficas de los principales afluentes del lago Ranco, los ríos Calcurrupe y Nilahue, los cuales nacen en el lago Maihue y en la cordillera de Los Andes, respectivamente, y desembocan en el lago Ranco. Esta subcuenca presenta un régimen pluvio – nival, ya que aunque presenta cierta influencia nival los mayores caudales ocurren en invierno, producto de importantes aportes pluviales.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y julio, producto de importantes aportes pluviales, y en menor medida entre noviembre y diciembre, producto de una leve influencia nival. En años normales y secos los mayores caudales se deben fundamentalmente a aportes pluviales, presentándose entre junio y agosto.

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

b) Subcuenca del Bueno

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Bueno, desde su nacimiento en el lago Ranco hasta su desembocadura en el océano Pacífico, incluyendo el río Pilmaiquén. En esta subcuenca se observa un régimen pluvial, con sus mayores caudales durante el período invernal, producto de importantes lluvias, y con sus menores escurrimientos durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales. Los menores caudales se observan entre enero y abril. En años normales y secos los mayores escurrimientos también se deben a aportes pluviales, observándose entre julio y agosto.

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

Bueno

58.

c) Subcuenca del Rahue

Corresponde al área drenada por el río Rahue, desde su nacimiento en el lago Rupanco hasta su junta en el río Bueno, incluyendo sus principales tributarios, los ríos Forrahue, Negro y Damas. Esta subcuenca muestra un régimen pluvial, ya que los mayores caudales se producen por importantes aportes de lluvias invernales. El río Coihueco no se incluye en esta subcuenca ya que muestra un carácter pluvio – nival, similar al observado en la subcuenca de los afluentes del lago Ranco.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de importantes aportes pluviales. En años normales y secos los mayores caudales también se observan en invierno, entre junio y agosto.

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

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

Tabla 4.11: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Bueno

| Nº | Subcuenca | Período Estiaje |
|----|--------------------------|-------------------------|
| 1 | Afluentes del lago Ranco | Enero – Febrero – Marzo |
| 2 | Bueno | Febrero – Marzo – Abril |
| 3 | Rahue | Enero – Febrero – Marzo |

4.2 Análisis de la Calidad del Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

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

4.2.1 Selección de parámetros

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

a) Parámetros obligatorios

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

Para DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contiene registros, no se dispone de datos para el análisis de estos parámetros.

b) Parámetros principales

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

En la tabla 4.12 se indica el rango máximo y mínimo de todos los parámetros del *Instructivo* que poseen datos registrados en la BDD. Aquellos sin datos se señalan como “s/i”. Todos los parámetros que tienen valores sobre el límite de la clase 0, señalados con “Si”, son seleccionados como parámetros principales para el análisis de la calidad de agua en esta cuenca.

Tabla 4.12: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Bueno

| PARAMETROS | UNIDAD | FUENTE | MINIMO | MAXIM O | CLASE 0 | SELECCIÓN |
|------------------------------|--------|--------|---------|------------|-----------|-------------|
| FISICO-QUÍMICOS | | | | | | |
| Conductividad Eléctrica | μS/cm | DGA | 12 | 323 | <600 | Obligatorio |
| DBO ₅ | mg/L | EULA | 1.0 | 8.8 | <2 | Obligatorio |
| Color Aparente | Pt-Co | EULA | 8.3 | 46.3 | <16 | Si |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | DGA | 5.9 | 15.2 | >7.5 | Obligatorio |
| pH | unidad | DGA | 6.0 | 8.8 | 6.5 - 8.5 | Obligatorio |
| RAS | - | DGA | 0.2 | 1.1 | <2.4 | No |
| Sólidos disueltos | mg/L | EULA | 30.1 | 182.6 | <400 | No |
| Sólidos suspendidos | mg/L | EULA | 1.3 | 10.4 | <24 | Obligatorio |
| ΔTemperatura | °C | - | - | - | <0.5 | No |
| INORGANICOS | | | | | | |
| Amonio | mg/L | EULA | 0.03 | 0.97 | <0.5 | Si |
| Cianuro | μg/L | - | s/i | s/i | <4 | No |
| Cloruro | mg/L | DGA | <0.1 | 11.3 | <80 | No |
| Fluoruro | mg/L | - | s/i | s/i | <0.8 | No |
| Nitrito | mg/L | EULA | <0.0006 | 0.1 | <0.05 | Si |
| Sulfato | mg/L | DGA | <0.1 | 15.8 | <120 | No |
| Sulfuro | mg/L | - | s/i | s/i | <0.04 | No |
| ORGANICOS | | | | | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | EULA | <0.1 | <0.1 | <4 | No |
| Detergentes | mg/L | EULA | 0.002 | 0.06 | <0.16 | No |
| Hidrocarburos | mg/L | EULA | <0.05 | 0.32 | <0.04 | Si |
| ORGANICOS PLAGUICIDAS | | | | | | |
| Aldrin | μg/L | EULA | <0.10 | 1.13 | LD | Si |
| DDT | μg/L | EULA | <0.10 | 0.96 | LD | Si |
| METALES ESENCIALES | | | | | | |
| Boro | mg/l | DGA | <0.02 | 1.2 | <0.4 | Si |
| Cobre | μg/L | DGA | <1 | 60 | <7.2 | Si |
| Cromo total | μg/L | DGA | <10 | 110 | <8 | Si |
| Hierro | mg/L | DGA | <0.01 | 6.8 | <0.8 | Si |
| Manganeso | mg/L | DGA | <0.01 | 0.09 | <0.04 | Si |
| Molibdeno | mg/L | DGA | <0.01 | 0.05 | <0.008 | Si |
| Niquel | μg/L | DGA | <10 | <10 | <42 | No |
| Selenio | μg/L | DGA | <1 | <1 | <4 | No |
| Zinc | mg/L | DGA | <0.001 | 0.02 | <0.096 | No |

Tabla 4.12 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Bueno.

| PARAMETROS | UNIDAD | FUENTE | MINIMO | MAXIMO | CLASE 0 | SELECCIÓN |
|------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|-------------|
| METALES NO ESENCIALES | | | | | | |
| Aluminio | mg/L | DGA | <0.01 | 0.90 | <0.07 | Si |
| Arsénico | mg/L | DGA | <0.001 | 0.009 | <0.04 | No |
| Cadmio | µg/L | DGA | 1 | <10 | <1,8 | No |
| Estaño | µg/L | - | s/i | s/i | <4 | No |
| Mercurio | µg/L | DGA | <1 | 11 | <0.04 | Si |
| Plomo | mg/L | DGA | <0.01 | <0.01 | <0.002 | No |
| MiCROBIOLOGICOS | | | | | | |
| Coliformes Fecales (NMP) | gérmenes/100 ml | EULA | 75 | 2.4E6 | <10 | Obligatorio |
| Coliformes Totales (NMP) | gérmenes/100 ml | EULA | 93 | 2.4E6 | <200 | Si |

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

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

- Parámetros Principales
 - Color aparente
 - Amonio
 - Nitrito
 - Hidrocarburos
 - Aldrín
 - DDT
 - Boro

Bueno

62.

- Cobre
- Cromo_{total}
- Hierro
- Manganeseo
- Molibdeno
- Aluminio
- Mercurio
- Coliformes Totales

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

- Estaño

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: RAS, cloruro, sulfato, zinc, arsénico, níquel y selenio, los valores de este último corresponden al límite de detección (LD) analítico inferior a la clase 0.

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

4.2.2 Análisis de tendencia central

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

En el anexo 4.1 se presentan las figuras de tendencia central de los parámetros seleccionados en la cuenca de río Bueno: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, boro, cobre, cromo, hierro, manganeseo, molibdeno, aluminio y mercurio.

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

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.13.

Tabla 4.13: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|---|
| Conductividad Eléctrica: |
| <p><u>Río Bueno</u>: En la estación Puerto Lapi se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años, un comportamiento que disminuye desde 1988 hasta el año 1998 y luego se observa un crecimiento hasta el término de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente con un valor de 70 $\mu\text{S/cm}$. En la estación Trumao el comportamiento es constante con una tendencia central plana con un valor de 65 $\mu\text{S/cm}$, observándose un crecimiento hasta el término de la serie de tiempo.</p> |
| <p><u>Río Calcurrupe</u>: Se observa en la estación Desembocadura en una serie de tiempo de diez años dos comportamientos; en los primeros diez años presenta una disminución y luego comienza a aumentar hasta el término de la serie de tiempo, la tendencia central es creciente con un valor de 62 $\mu\text{S/cm}$.</p> |
| <p><u>Río Damas</u>: Se observa en la estación Tacamo en una serie de tiempo de diez años dos comportamientos, los primeros seis años de la serie de tiempo disminuye y luego presenta un crecimiento constante hasta el término de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente desde 1998 en adelante con un valor de 70 $\mu\text{S/cm}$. En la estación Puente Ruta 5 la serie de tiempo es restringida e interrumpida, lo que no permite un análisis de la tendencia central.</p> |
| <p><u>Río Negro</u>: En la estación Chahuilco en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento disímil aumenta-disminuye, se mantiene constante y finalmente aumenta con una tendencia central en un valor de 70 $\mu\text{S/cm}$.</p> |
| <p><u>Río Nilahue</u>: En la estación Nilahue en Mallay, en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento variado, crece- decrece-constante y finalmente aumenta con una tendencia central en un valor de 130 $\mu\text{S/cm}$.</p> |
| <p><u>Río Pilmaiquén</u>: En la estación Desagüe Lago Puyehue la serie de tiempo esta restringida a cuatro años y suspendida desde el año 1992 con un valor de la tendencia central de 75 $\mu\text{S/cm}$.</p> |
| <p><u>Río Rahue</u>: En la estación Desagüe Lago Rupanco, en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento variado, disminuye-constante y finalmente aumenta con una tendencia central en un valor de 60 $\mu\text{S/cm}$. En la estación Forrahue, en la misma serie de tiempo presenta dos comportamientos el primero disminuye hasta el año 1996 y luego aumenta hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 65 $\mu\text{S/cm}$.</p> |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO | |
|---------------------------|--|
| Oxígeno Disuelto : | |
| <u>Río Bueno:</u> | En las estaciones Puerto Lapi y Trumao se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento que tiende a disminuir lentamente a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente con un valor de 9.8 y 9.5 mg/L, respectivamente. |
| <u>Río Calcurrupe:</u> | Se observa en la estación Desembocadura en una serie de tiempo de catorce años dos comportamientos; en los primeros ocho años presenta un aumento hasta 1996 y luego comienza a disminuir hasta el término de la serie de tiempo, la tendencia central es decreciente con un valor de 10,2 mg/L. |
| <u>Río Damas:</u> | Se observa en la estación Tacamo, en una serie de tiempo de diez años, un comportamiento que tiende a disminuir en 1,0 mg/L a lo largo de la serie de tiempo. La tendencia central es decreciente con un valor de 10,5 mg/L. En la estación Puente Ruta 5 el comportamiento es disímil en una serie de tiempo restringida a cinco años que disminuye a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente con un valor de 8,5 mg/L. |
| <u>Río Negro:</u> | En la estación Chahuilco en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento disímil que aumenta en la primera mitad de la serie de tiempo y en la otra disminuye, la tendencia central es decreciente con un valor de 9,8 mg/L. |
| <u>Río Nilahue:</u> | En la estación Nilahue en Mallay, en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento disímil, en los primeros seis años de la serie de tiempo tiende a crecer para disminuir hasta el término de la serie de tiempo. La tendencia central es decreciente en un valor de 10,8 mg/L. |
| <u>Río Pilmaiquén:</u> | En la estación Desagüe Lago Puyehue la serie de tiempo es restringida e interrumpida en el tiempo lo que no permite un análisis de la tendencia central. |
| <u>Río Rahue:</u> | En la estación Desagüe Lago Rupanco, en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento constante que tiende a disminuir levemente con una tendencia central decreciente en un valor de 10,0 mg/L. En la estación Forrahue, en la misma serie de tiempo presenta dos comportamientos el primero tiende a crecer hasta el año 1992, a continuación de la serie de tiempo tiende a disminuir. La tendencia central es decreciente con un valor de 9.8 mg/L. |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|--|
| pH : |
| <p><u>Río Bueno</u>: La serie de tiempo es común, desde 1988 al 2002, para ambas estaciones: Puerto Lapi y Trumao. Se observa un comportamiento constante a lo largo de las series de tiempo, en la estación Puerto Lapi la tendencia central es creciente con un valor de 7,2 y en la estación Trumao la tendencia central es plana con un valor de 7,1.</p> <p><u>Río Calcurrupe</u>: Se observa en la estación Desembocadura en una serie de tiempo de catorce años un comportamiento constante; la tendencia central es creciente con un valor de 7,2.</p> <p><u>Río Damas</u>: Se observa en la estación Tacamo, en una serie de tiempo de doce años, un comportamiento disímil que tiende a disminuir hasta 1994 en 0,3 unidades a continuación en la serie de tiempo tiende a aumentar y luego a disminuir. La tendencia central es decreciente con un valor de 7,2. En la estación Puente Ruta 5 el comportamiento es a disminuir en una serie de tiempo restringida a cinco años a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente con un valor de 6,9.</p> <p><u>Río Negro</u>: En la estación Chahuilco en una serie de tiempo de catorce años se observa un comportamiento constante a lo largo de la serie de tiempo. La tendencia central es plana con un valor de 7,0.</p> <p><u>Río Nilahue</u>: En la estación Nilahue en Mallay, en una serie de tiempo de catorce años, se observa un comportamiento disímil a lo largo de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente en un valor de 7,5.</p> <p><u>Río Pilmaiquén</u>: En la estación Desagüe Lago Puyehue la serie de tiempo es restringida e interrumpida en el tiempo lo que no permite un análisis de la tendencia central.</p> <p><u>Río Rahue</u>: En las estaciones Desagüe Lago Rupanco y Forrahue, la serie de tiempo de catorce años es común a ambas estaciones, además se observa un comportamiento similar entre estaciones con una tendencia central creciente en un valor de 7,2 y 7,0 respectivamente.</p> |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO | |
|------------------------|--|
| Boro: | |
| <u>Río Bueno:</u> | Para las estaciones Puerto Lapi y Trumao la serie de tiempo de doce años es común para ambas estaciones e interrumpida desde 1996 hasta el año 2000. Se observa un comportamiento similar entre estaciones con una tendencia central decreciente en la primera serie de tiempo con valores de 0,18 y 0,20 mg/L respectivamente. |
| <u>Río Calcarrupe:</u> | Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento disímil en una serie de tiempo interrumpida que tiende a disminuir en la primera serie de tiempo, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.18 mg/L. La segunda seroe comienza en 0,4 mg/L para luego descender hasta aprox. 0,2 mg/L. |
| <u>Río Damas:</u> | Se observa en la estación Tacamo, dos series de tiempo la primera en una serie de tiempo restringida a cuatro años, con un comportamiento que disminuye aproximadamente hasta 0.12 mg/L a lo largo del tiempo. Luego se observa una tendencia central decreciente desde un valor de 0.18 mg/L hasta 0,08 mg/L aprox.. En la estación Puente Ruta 5 no se presenta gráfica de la tendencia central por corresponder todos los valores a los límites de detección analíticos. |
| <u>Río Negro:</u> | Se observa en la estación Chahuilco, dos series de tiempo la primera restringida a cuatro años, con un comportamiento que disminuye aproximadamente en 0.10 mg/L a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.20 mg/L. |
| <u>Río Nilahue:</u> | En la estación Nilahue en Mallay, se presentan dos períodos en la serie de tiempo, en el primero el valor del boro aumenta hasta aprox. 0,55 mg/L En el segundo periodo se observa un comportamiento opuesto con una tendencia central decreciente hasta un valor de 0.27 mg/L. |
| <u>Río Pilmaiquén:</u> | En la estación Desagüe Lago Puyehue la serie de tiempo esta interrumpida o dividida en dos series, la primera está restringida a cuatro años con un comportamiento que tiende a llegar 0,45 mg/L. En el segundo periodo se observa un comportamiento opuesto con una tendencia central decreciente hasta un valor de 0,25 mg/L. |
| <u>Río Rahue:</u> | En ambas estaciones, Desagüe Lago Rupanco y Forrahue, la serie de tiempo está interrumpida o dividida en dos períodos. En la estación Desagüe Lago Rupanco en el primer período de tiempo se observa una tendencia central creciente hasta un valor aprox. 0,45 mg/L. En la estación Forrahue la situación es idéntica a la estación anterior con una tendencia central creciente hasta un valor 0.55 mg/L. En el segundo período de la serie de tiempo, se observa una tendencia central decreciente hasta valor aprox. de 0,25 mg/L. |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|--|
| Cobre: |
| <p><u>Río Bueno</u>: Para las estaciones Puerto Lapi y Trumao la serie de tiempo es común para ambas estaciones e interrumpida desde 1993 hasta el año 1997. Se observa un comportamiento similar entre estaciones con una tendencia central decreciente en el segundo periodo de la serie de tiempo con un valor de 14 µg/l para ambas estaciones.</p> <p><u>Río Calcurrupe</u>: Se observa en la estación Desembocadura, en una serie de tiempo interrumpida entre 1994 a 1997, en el segundo periodo un comportamiento que tiende a disminuir con una tendencia central decreciente en un valor de 15 µg/l.</p> <p><u>Río Damas</u>: Se observa en la estación Tacamo, en una serie de tiempo interrumpida desde 1992 hasta 1998 en los últimos cuatro años disminuye aproximadamente en 3,0 µg/l a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 13 µg/l. En la estación Puente Ruta 5 no se presenta gráfica de la tendencia central por corresponder todos los valores a los límites de detección analíticos.</p> <p><u>Río Negro</u>: Se observa en la estación Chahuilco, una serie de tiempo interrumpida en dos periodos, el primero restringido a seis años con un comportamiento disímil, en el segundo periodo de cuatro años se observa una disminución de 3 ug/l a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 14 µg/l.</p> <p><u>Río Nilahue</u>: En la estación Nilahue en Mallay, en una serie de tiempo interrumpida se observa un comportamiento constante en un mismo valor con una tendencia central plana en un valor de 15 µg/l.</p> <p><u>Río Pilmaiquén</u>: En la estación Desagüe Lago Puyehue la serie de tiempo esta interrumpida, en el primer periodo desde 1988 hasta 1992 se observa una tendencia central plana en un valor de 12 µg/l. En el segundo periodo se observa la misma tendencia.</p> <p><u>Río Rahue</u>: En ambas estaciones, Desagüe Lago Rupanco y Forrahue, la serie de tiempo esta interrumpida desde 1994 hasta 1997, en el primer periodo de seis años el comportamiento es aumentar, en el segundo periodo disminuye en aproximadamente 3 µg/l. La tendencia central es decreciente en un valor de 14 µg/l para ambas estaciones.</p> |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO | |
|--|--|
| Cromo total : | |
| <p><u>Río Bueno:</u> La serie de tiempo de ocho años es común a las estaciones Puerto Lapi y Trumao. En la estación Puerto Lapi se observa un comportamiento que disminuye en 0.07 µg/l a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.18 µg/l. En la estación Trumao el comportamiento es ascendente para luego disminuir levemente a un valor de la tendencia central de 20 µg/l.</p> | |
| <p><u>Río Calcurrupe:</u> Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento disímil con tendencia ascender y descender en una serie de tiempo de ocho años, con una tendencia central decreciente en un valor de 18 µg/l.</p> | |
| <p><u>Río Damas:</u> Se observa en la estación Tacamo, la serie de tiempo esta interrumpida en los primeros seis años de tiempo con un comportamiento que disminuye aproximadamente en 16 µg/l a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 18 µg/l. En la estación Puente Ruta 5 el comportamiento es similar a la estación anterior con una tendencia central en un valor de 15 µg/l.</p> | |
| <p><u>Río Negro:</u> Se observa en la estación Chahuilco, un comportamiento disímil a lo largo del tiempo con una tendencia central levemente creciente en un valor de 18 µg/l.</p> | |
| <p><u>Río Nilahue:</u> En la estación Nilahue en Mally, se presenta un comportamiento disímil, con una tendencia central en un valor de 18 µg/l.</p> | |
| <p><u>Río Pilmaiquén:</u> Para la estación Desagüe Lago Puyehue no se grafica la tendencia central por tener un número de registros restringidos y corresponder algunos valores al límite de detección analítico.</p> | |
| <p><u>Río Rahue:</u> En ambas estaciones, Desagüe Lago Rupanco y Forrahue, la serie de tiempo desde 1996 al 2002 esta interrumpida entre el año 2000 y 2001. En la estación Desagüe Lago Rupanco se observa un comportamiento disímil a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central plana con un valor de 13 µg/l. En la estación Forrahue el comportamiento es creciente hasta 1998 en el resto de la serie de tiempo disminuye hasta el termino de ésta, con una tendencia central decreciente en un valor 0.17 µg/l.</p> | |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|--|
| Hierro : |
| <p><u>Río Bueno</u>: Para las estaciones Puerto Lapi y Trumao la serie de tiempo de doce años es común para ambas estaciones. Se observa en la estación Puerto Lapi un comportamiento constante en un solo valor entre los años 1999 y 2002 con una tendencia central plana en un valor de 0,1 mg/L. En la estación Trumao hasta el año 1993 se observa un incremento para disminuir hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0,3 mg/L.</p> <p><u>Río Calcurrupe</u>: Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento homogéneo constante en un mismo valor, en una serie de tiempo de doce años, con una tendencia central plana en un valor de 0.10 mg/L.</p> <p><u>Río Damas</u>: Se observa en la estación Tacamo, una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que tiende a disminuir en aproximadamente 1,0 mg/L a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.4 mg/l. En la estación Puente Ruta 5 la serie de tiempo esta restringida a tres años con un valor de la tendencia central de 0.33 mg/L.</p> <p><u>Río Negro</u>: Se observa en la estación Chahuilco, en una serie de tiempo de doce años, un comportamiento constante en un solo valor a lo largo del tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0.80 mg/L.</p> <p><u>Río Nilahue</u>: En la estación Nilahue en Mallay, se observa un comportamiento disímil entre 1991-2001, con una tendencia central plana en un valor de 0.8 mg/L.</p> <p><u>Río Pilmaiquén</u>: En la estación Desagüe Lago Puyehue la serie de tiempo esta interrumpida o dividida en dos periodos, el primero esta restringido a cuatro años con un comportamiento que tiende a disminuir en 0.30 mg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.20 mg/L. En el periodo que va desde el año 2000 al 2002 se observa una tendencia plana en el mismo valor anterior.</p> <p><u>Río Rahue</u>: En ambas estaciones, Desagüe Lago Rupanco y Forrahue, la serie de tiempo esta interrumpida durante el año 1995. En la estación Desagüe Lago Rupanco se observa una disminución de aproximadamente 0.1 mg/L a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.10 mg/L. En la estación Forrahue el comportamiento a lo largo del tiempo es disímil, desde 1996 en adelante se observa una disminución en 0,1 mg/L aproximadamente con una tendencia central plana en un valor 0.8 mg/L.</p> |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|--|
| Manganeso: |
| <p><u>Río Bueno:</u> Para la estación Puerto Lapi la serie de tiempo esta restringida a cuatro años se observa un comportamiento que tiende a aumentar en el año 1997 para disminuir en el resto de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente con un valor de 0.012 mg/L. Es decir; se observa un aumento en algunos años, en forma puntual sin embargo a partir de estos eventos la tendencia es a disminuir. En la estación Trumao el comportamiento es disímil con una tendencia central creciente en un valor de 0.015 mg/L.</p> |
| <p><u>Río Calcurrupe:</u> Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento constante que tiende aumentar a lo largo de la serie de tiempo de seis años, con una tendencia central creciente en un valor de 0.012 mg/L.</p> |
| <p><u>Río Damas:</u> Se observa en la estación Tacamo, una serie de tiempo de cinco años, un comportamiento que tiende a disminuir en aproximadamente 0,042 mg/L a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.028 mg/L. En la estación Puente Ruta 5 la serie de tiempo esta restringida a cuatro años en un valor de la tendencia central de 0.038 mg/L.</p> |
| <p><u>Río Negro:</u> Se observa en la estación Chahuilco, en una serie de tiempo de seis años, con un comportamiento que disímil a lo largo del tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0.040 mg/L.</p> |
| <p><u>Río Nilahue:</u> En la estación Nilahue en Mallay, se observa un comportamiento constante, con una tendencia central plana con un valor de 0.018 mg/L.</p> |
| <p><u>Río Pilmaiquén:</u> En la estación Desagüe Lago Puyehue la existencia de pocos registros no permiten el análisis de la tendencia central.</p> |
| <p><u>Río Rahue:</u> En la estación Desagüe Lago Rupanco se observa un comportamiento constante, con una tendencia central plana con un valor de 0.018 mg/L. En la estación Forrahue, se observa un comportamiento relativamente constante a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana con un valor de 0.021 mg/L.</p> |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|--|
| Molibdeno: |
| <p><u>Río Bueno</u>: Para la estación Puerto Lapi los datos que se registran pertenecen al límite de detección analítico, lo que no permite un análisis de la tendencia central. En la estación Trumao en la serie de tiempo de cinco años se observa una tendencia central creciente con un valor de 0.012 mg/L.</p> <p><u>Río Calcurrupe</u>: Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento que aumenta en 0.003 mg/l a lo largo de la serie de tiempo de seis años, con una tendencia central creciente en un valor de 0.013 mg/l.</p> <p><u>Río Damas</u>: Se observa en la estación Tacamo, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que tiende a aumentar en aproximadamente 0,006 mg/L a lo largo del tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 0.016 mg/L. En la estación Puente Ruta 5 la serie de tiempo esta restringida a cinco años con un valor de la tendencia central de 0.012 mg/L.</p> <p><u>Río Negro</u>: Se observa en la estación Chahuilco, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento disímil aumentando hasta 1998 y luego disminuyendo hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente, en los últimos cuatro años, hasta un valor aprox. de 0.015 mg/L.</p> <p><u>Río Nilahue</u>: En la estación Nilahue en Mallay, se observa un comportamiento creciente desde 1996 a 1999, la serie de tiempo se interrumpe desde 1999 al 2000. No es posible análisis de la tendencia central.</p> <p><u>Río Pilmaiquén</u>: En la estación Desagüe Lago Puyehue la existencia de pocos registros no permiten el análisis de la tendencia central.</p> <p><u>Río Rahue</u>: En la estación Desagüe Lago Rupanco se observa un comportamiento creciente desde 1996 al año 2000, la serie de tiempo se interrumpe hasta el 2001. La tendencia central es creciente, en la primera parte de la serie de tiempo, con un valor de 0.014 mg/L. En la estación Forrahue desde 1998 la tendencia central es decreciente en un valor de 0.012 mg/L.</p> |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO | |
|---|--|
| Aluminio: | |
| <p><u>Río Bueno:</u> Para la estación Puerto Lapi la serie de tiempo esta suspendida entre el 2000-2001 con una tendencia central creciente en el primer periodo en un valor de 0.14 mg/L. En el segundo periodo se observa la misma tendencia. En la estación Trumao en una serie de tiempo de seis años se observa una tendencia central creciente con un valor de 0.15 mg/L.</p> | |
| <p><u>Río Calcurrupe:</u> Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento homogéneo que disminuye a lo largo del año y aumenta a través del tiempo, la tendencia central es plana en relación a este comportamiento cíclico a través del año en un valor de 0.18 mg/L.</p> | |
| <p><u>Río Damas:</u> Se observa en la estación Tacamo, la serie de tiempo esta restringida a tres años, un comportamiento que tiende a disminuir en aproximadamente 0,09 mg/L a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.16 mg/L. En la estación Puente Ruta 5 la serie de tiempo esta restringida a tres años con una tendencia central decreciente con un valor de 0.30 mg/L.</p> | |
| <p><u>Río Negro:</u> Se observa en la estación Chahuilco, en una serie de tiempo de cinco años, un comportamiento disímil aumentando, con una tendencia central plana en un valor de 0.30 mg/L.</p> | |
| <p><u>Río Nilahue:</u> En la estación Nilahue en Mallay, se observa un comportamiento creciente desde 1996 a 1999, la serie de tiempo se interrumpe desde 1999 al 2000. No es posible análisis de la tendencia central.</p> | |
| <p><u>Río Pilmaiquén:</u> En la estación Desagüe Lago Puyehue el escaso registro de datos no permite el análisis de la tendencia central.</p> | |
| <p><u>Río Rahue:</u> En la estación Desagüe Lago Rupanco se observa un comportamiento constante en un solo valor a lo largo de la serie de tiempo de seis años. La tendencia central es plana con un valor de 0.10 mg/L. En la estación Forrahue el comportamiento es disímil en una serie de tiempo interrumpida entre el 2000-2001. La tendencia central es plana con un valor de 0.21 mg/L.</p> | |

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

| CUENCA DEL RIO BUENO |
|--|
| Mercurio: |
| <u>Río Bueno</u> : Para la estación Puerto Lapi los datos que se registran pertenecen al límite de detección analítico, lo que no permite un análisis de la tendencia central. En la estación Trumao en una serie de tiempo de seis años se observa una tendencia central creciente en un valor de 2.0 µg/l. |
| <u>Río Calcurrupe</u> : Se observa en la estación Desembocadura un comportamiento que aumenta en 0.5 µg/l a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 1.6 µg/l |
| <u>Río Damas</u> : Se observa en la estación Tacamo, en una serie de tiempo de cinco años, un comportamiento que tiende a disminuir en aproximadamente 1,0 µg/l a lo largo del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 1.8 µg/l. En la estación Puente Ruta 5 la serie de tiempo esta restringida a tres años con un comportamiento disímil, aumenta-disminuye-aumenta, con una tendencia central en un valor de 2.4 µg/l l. |
| <u>Río Negro</u> : Se observa en la estación Chahuilco, en una serie de tiempo de siete años, un comportamiento disímil, disminuye-aumenta-disminuye-aumenta, con una tendencia central plana en un valor de 2.1 µg/l. |
| <u>Río Nilahue</u> : En la estación Nilahue en Mallay, se observa un comportamiento disímil en una serie de tiempo de siete años desde 1995 hasta 1997 se mantienen constante en un solo valor, en 1998 disminuye fuertemente para tender a aumentar hasta el término de la serie de tiempo. La tendencia central es plana, con relación al comienzo de la serie de tiempo, en un valor de 2.0 µg/l. |
| <u>Río Pilmaiquén</u> : En la estación Desagüe Lago Puyehue el poco registro de datos no permite el análisis de la tendencia central. |
| <u>Río Rahue</u> : En la estación Desagüe Lago Rupanco se observa un comportamiento disímil a lo largo de la serie de tiempo de siete años. La tendencia central es plana con un valor de 1.5 µg/l. En la estación Forrahue el comportamiento es disímil en una serie de seis años con una tendencia central plana en un valor de 1,7 µg/l. |

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Este programa está orientado a complementar la información existente en la base de datos disponible y considera tres aspectos claves: en primer lugar, la red actual de monitoreo existente está orientada a medir parámetros inorgánicos de tal modo que no se dispone de información orgánica; en segundo término, la información complementaria está enfocada a verificar la clase actual en algunos segmentos de los cauces seleccionados y en tercer lugar, se requiere contar con una información puntual en cauces en los cuales se carece de toda otra información. En el caso de esta cuenca, se ha privilegiado las mediciones en aquellos puntos donde se sitúan estaciones de calidad de la DGA para completar los datos

Bueno

74.

faltantes en esas estaciones: río Bueno en Trumao, río Damas en puente ruta 5, río Pilmaiquén en San Pablo y río Rahue en Forrahue.

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

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

Tabla 4.14: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

| Segmento | Puntos de Muestreo | Información Previa | Parámetros a Medir en los Puntos de Muestreo |
|----------|-----------------------------|---------------------------|---|
| 1033BU10 | Río Bueno en Trumao | Estación de Monitoreo DGA | DBO ₅ , Color, SD, SST, NH ₄ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , Sn, CF, CT |
| 1036DA30 | Río Damas en Puente Ruta 5 | Estación de Monitoreo DGA | |
| 1032PI20 | Río Pilmaiquén en San Pablo | -- | |
| 1036RA20 | Río Rahue en Forrahue | Estación de Monitoreo DGA | |

4.2.4 Base de Datos Integrada (BDI)

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

En forma específica, se ha considerado lo siguiente:

- En el caso de disponer de un número de registros > 10 por período estacional, se procede a calcular el percentil 66%, lo que equivale según la metodología a información de nivel 1.

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

La información que contiene la Base de Datos Integrada BDI para la cuenca de río Bueno es la siguiente:

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

Para la cuenca del río Bueno, la Base de Datos Integrada (BDI) no se incluye en el documento sino en el anexo 4.2 de tipo digital.

4.2.5 Procesamiento de datos por período estacional

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

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

Para la información proveniente de la DGA, en la tabla 4.15 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Bueno, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

Tabla 4.15: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Bueno. Información DGA

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Conductividad Eléctrica (µS/cm) | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | 119,5 | 0 | 111,5 | 0 | 112,1 | 0 | 112,1 | 0 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | 122,7 | 0 | 116,8 | 0 | 322,6 | 0 | (64,9) | 0 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | 122,6 | 0 | 108,3 | 0 | 105,9 | 0 | 102,6 | 0 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | (66,5) | 0 | 130,5 | 0 | 120,0 | 0 | ((70,8)) | 0 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((98,4)) | 0 | ((103,3)) | 0 | (90,7) | 0 | ((162,9)) | 0 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | 109,8 | 0 | 135,2 | 0 | 118,0 | 0 | (74,0) | 0 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | 187,9 | 0 | 239,6 | 0 | 162,0 | 0 | (130,0) | 0 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | (71,6) | 0 | (74,5) | 0 | (120,8) | 0 | (73,8) | 0 |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | 105,8 | 0 | 98,6 | 0 | 107,9 | 0 | (53,7) | 0 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | 113,8 | 0 | 116,0 | 0 | 116,2 | 0 | (63,6) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Oxígeno Disuelto (mg/l) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------|--------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | (9,9) | 0 | 10,8 | 0 | 12,0 | 0 | (9,8) | 0 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | 15,2 | 0 | (8,7) | 0 | 11,2 | 0 | (8,9) | 0 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | (10,7) | 0 | (10,0) | 0 | 12,6 | 0 | (10,2) | 0 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | (11,6) | 0 | (10,1) | 0 | 12,4 | 0 | ((2,2)) | 0 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((9,9)) | 0 | (6,5) | 2 | (9,6) | 0 | ((3,7)) | 4 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | 12,0 | 0 | 10,8 | 0 | 12,2 | 0 | (9,0) | 0 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | (11,7) | 0 | (10,4) | 0 | (10,8) | 0 | (10,9) | 0 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | 11,1 | 0 | (9,6) | 0 | (10,7) | 0 | ((10,0)) | 0 |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | (10,2) | 0 | 10,2 | 0 | 12,0 | 0 | (10,0) | 0 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | (10,9) | 0 | 10,6 | 0 | 11,8 | 0 | (8,9) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | pH | | | | | | | |
|---|----------|-------|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | 7,9 | 0 | 8,1 | 0 | 7,6 | 0 | (7,5) | 0 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | 7,5 | 0 | 8,0 | 0 | 7,5 | 0 | (7,2) | 0 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | 7,8 | 0 | 8,1 | 0 | 7,5 | 0 | 8,2 | 0 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | (7,0) | 0 | 7,8 | 0 | 8,1 | 0 | ((7,5)) | 0 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((6,9)) | 0 | ((6,9)) | 0 | (7,0) | 0 | ((6,6)) | 0 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | 7,6 | 0 | 8,1 | 0 | 7,5 | 0 | (7,2) | 0 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | 8,2 | 0 | 8,3 | 0 | 8,0 | 0 | (7,7) | 0 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | (7,3) | 0 | (7,3) | 0 | (7,0) | 0 | (7,2) | 0 |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | 7,7 | 0 | 8,1 | 0 | 7,6 | 0 | (7,4) | 0 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | 7,4 | 0 | 8,3 | 0 | 7,9 | 0 | (7,2) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Boro (mg/l) | | | | | | | |
|---|-------------|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | (0,32) | 0 | (0,28) | 0 | (0,39) | 0 | (0,24) | 0 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | 0,33 | 0 | (0,31) | 0 | (0,31) | 0 | (0,26) | 0 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | (0,25) | 0 | (0,28) | 0 | (0,46) | 1 | (0,15) | 0 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | (0,24) | 0 | (0,36) | 0 | (0,33) | 0 | ((0,30)) | 0 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((<1,0)) | <4 | ((<1,0)) | <4 | (<1,0) | <4 | | |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | (0,27) | 0 | (0,28) | 0 | (0,40) | 1 | (0,43) | 1 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | (0,30) | 0 | (0,37) | 0 | (0,54) | 2 | (0,33) | 0 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | (0,12) | 0 | (0,35) | 0 | (0,58) | 2 | (0,41) | 1 |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | (0,22) | 0 | (0,28) | 0 | (0,44) | 1 | (0,23) | 0 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | 0,20 | 0 | (0,34) | 0 | (0,44) | 1 | (0,50) | 1 |

**Tabla 4.15 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales
en la Cuenca del Río Bueno. Información DGA**

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Cobre (µg/l) | | | | | | | |
|---|--------------|-------|-------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | (18) | 2 | (20) | 2 | <10 | <2 | <10 | <2 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | 40 | 2 | (14) | 2 | <10 | <2 | (12) | <2 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | (18) | 2 | (16) | 2 | 20 | 2 | <10 | <2 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | (14) | 2 | (17) | 2 | <10 | <2 | <10 | <2 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | <10 | <2 | <10 | <2 | <10 | <2 | <10 | <2 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | (19) | 2 | (16) | 2 | 20 | 2 | <10 | <2 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | (18) | 2 | 40 | 2 | <10 | <2 | <10 | <2 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | (13) | 2 | (19) | 2 | <10 | <2 | <10 | <2 |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | (19) | 2 | (19) | 2 | 12 | 2 | (12) | 2 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | 40 | 2 | (14) | 2 | <10 | <2 | <10 | <2 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Cromo (µg/l) | | | | | | | |
|---|--------------|-------|--------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | ((13)) | 2 | (24) | 2 | (17) | 2 | ((15)) | 2 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | ((18)) | 2 | ((15)) | 2 | (17) | 2 | ((35)) | 2 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | ((23)) | 2 | <10 | <1 | (13) | 2 | ((33)) | 2 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | ((40)) | 2 | <10 | <1 | (11) | 2 | ((20)) | 2 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((40)) | 2 | <10 | <1 | (11) | 2 | <10 | <1 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | ((33)) | 2 | <10 | <1 | (16) | 2 | ((15)) | 2 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | ((28)) | 2 | ((13)) | 2 | (14) | 2 | ((20)) | 2 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | | | <10 | <1 | <10 | <1 | | |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | ((18)) | 2 | <10 | <1 | (12) | 2 | ((20)) | 2 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | ((25)) | 2 | <10 | <1 | (16) | 2 | ((20)) | 2 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Hierro (mg/l) | | | | | | | |
|---|---------------|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | 0,20 | 0 | 1,22 | 2 | 0,13 | 0 | (0,33) | 0 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | 1,28 | 2 | 0,94 | 1 | 0,61 | 0 | (0,21) | 0 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | 0,20 | 0 | 0,94 | 1 | 0,16 | 0 | 1,09 | 2 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | (0,25) | 0 | 0,59 | 0 | 3,50 | 2 | ((0,41)) | 0 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((0,38)) | 0 | ((0,41)) | 0 | (0,25) | 0 | ((0,46)) | 0 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | 0,80 | 1 | 2,34 | 2 | 1,26 | 2 | (0,82) | 1 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | 1,89 | 2 | 6,80 | 4 | 5,98 | 4 | (0,24) | 0 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | (0,06) | 0 | (0,28) | 0 | (0,04) | 0 | (0,05) | 0 |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | 0,37 | 0 | 1,03 | 2 | 0,35 | 0 | (0,06) | 0 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | 1,37 | 2 | 1,31 | 2 | 1,00 | 1 | (0,22) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Manganeso (mg/l) | | | | | | | |
|---|------------------|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | ((0,02)) | 0 | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 | (0,02) | 0 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | ((0,02)) | 0 | (0,04) | 1 | <0,01 | 0 | ((0,05)) | 1 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((0,03)) | 0 | ((0,06)) | 2 | (0,03) | 0 | ((0,07)) | 2 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | ((0,05)) | 1 | (0,05) | 1 | (0,03) | 0 | ((0,05)) | 1 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | ((0,02)) | 0 | (0,02) | 0 | (0,02) | 0 | <0,01 | 0 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | | | (0,02) | 0 | <0,01 | 0 | | |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | <0,01 | 0 | (0,02) | 0 | <0,01 | 0 | <0,01 | 0 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | ((0,03)) | 0 | (0,02) | 0 | (0,02) | 0 | <0,01 | 0 |

Tabla 4.15 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Bueno. Información DGA

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Molibdeno (mg/l) | | | | | | | |
|---|------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | ((<0,01)) | <1 | ((<0,01)) | <1 | (<0,01) | <1 | ((<0,01)) | <1 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | ((<0,01)) | <1 | ((<0,01)) | <1 | (<0,01) | <1 | ((0,05)) | 2 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | ((0,02)) | 2 | (<0,01) | <1 | (<0,01) | <1 | ((<0,01)) | <1 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | ((0,02)) | 2 | (0,02) | 2 | (<0,01) | <1 | ((0,02)) | 2 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((<0,01)) | <1 | ((<0,01)) | <1 | (0,02) | 2 | ((<0,01)) | <1 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | ((<0,01)) | <1 | (0,02) | 2 | (<0,01) | <1 | ((<0,01)) | <1 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | ((0,02)) | 2 | ((<0,01)) | <1 | (<0,01) | <1 | ((<0,01)) | <1 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | | | (<0,01) | <1 | ((<0,01)) | <1 | | |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | ((<0,01)) | <1 | (<0,01) | <1 | (<0,01) | <1 | ((0,05)) | 2 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | ((<0,01)) | <1 | (0,02) | 2 | (<0,01) | <1 | ((<0,01)) | <1 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Aluminio (mg/l) | | | | | | | |
|---|-----------------|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | ((0,16)) | 2 | ((0,14)) | 2 | (0,14) | 2 | ((0,12)) | 2 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | ((0,25)) | 2 | ((0,20)) | 2 | (0,08) | 1 | ((0,20)) | 2 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | ((0,18)) | 2 | ((0,18)) | 2 | (0,13) | 2 | ((0,33)) | 2 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | ((0,25)) | 2 | ((0,18)) | 2 | (0,12) | 2 | ((0,10)) | 2 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((0,57)) | 2 | ((0,32)) | 2 | (0,16) | 2 | ((0,20)) | 2 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | ((0,48)) | 2 | ((0,29)) | 2 | (0,24) | 2 | ((0,01)) | 0 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | ((0,35)) | 2 | ((0,20)) | 2 | (0,15) | 2 | ((0,10)) | 2 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | | | ((0,09)) | 1 | ((0,05)) | 0 | | |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | ((0,13)) | 2 | ((0,08)) | 1 | (0,11) | 2 | ((0,10)) | 2 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | ((0,30)) | 2 | ((0,14)) | 2 | (0,26) | 2 | ((0,10)) | 2 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Mercurio (µg/l) | | | | | | | |
|---|-----------------|-------|--------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| RIO BUENO EN PUERTO LAPI | (<1) | <3 | ((<1)) | <3 | (<1) | <3 | ((<1)) | <3 |
| RIO BUENO EN TRUMAO (CA) (PUERTO VIEJO) | ((<1)) | <3 | ((<1)) | <3 | (3) | 4 | ((5)) | 4 |
| RIO CALCURRUPE EN DESEMBOCADURA (CA) | ((<1)) | <3 | (<1) | <3 | (2) | 4 | ((1,3)) | 4 |
| RIO DAMAS EN TACAMO | ((3)) | 4 | (<1) | <3 | (2) | 4 | ((<1)) | <3 |
| RIO DAMAS EN PUENTE RUTA 5 | ((3)) | 4 | ((<1)) | <3 | (3) | 4 | ((<1)) | <3 |
| RIO NEGRO EN CHAHUILCO (CA) | ((<1)) | <3 | (<1) | <3 | (3) | 4 | ((<1)) | <3 |
| RIO NILAHUE EN MALLAY (CA) | ((2)) | 4 | ((<1)) | <3 | (3) | 4 | ((<1)) | <3 |
| RIO PILMAIQUEN EN DESAGUE LAGO PUYEHUE | | | ((<1)) | <3 | ((<1)) | <3 | | |
| RIO RAHUE EN DESAGUE LAGO RUPANCO (CA) | ((<1)) | <3 | ((<1)) | <3 | (2) | 4 | ((2)) | 4 |
| RIO RAHUE EN FORRAHUE (CA) | ((<1)) | <3 | ((<1)) | <3 | (3) | 4 | ((<1)) | <3 |

Del estudio “Diagnóstico de la Calidad del río Damas X Región, Lineamientos para un Plan de Prevención y/o descontaminación”, Centro EULA, se tiene la siguiente información:

**Tabla 4.16 : Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Bueno.
Información EULA 1997-1998**

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((38,0)) | 0 | - | - | ((41,7)) | 0 | ((65,9)) | 0 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | ((41,1)) | 0 | - | - | ((45,1)) | 0 | ((74,6)) | 0 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((44,7)) | 0 | - | - | ((50,1)) | 0 | ((76,3)) | 0 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((62,8)) | 0 | - | - | ((55,9)) | 0 | ((96,7)) | 0 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((68,2)) | 0 | - | - | ((56,9)) | 0 | ((118,9)) | 0 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((66,6)) | 0 | - | - | ((58,4)) | 0 | ((117,3)) | 0 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | ((57,1)) | 0 | - | - | ((49,8)) | 0 | ((105,7)) | 0 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((70,7)) | 0 | - | - | ((59,7)) | 0 | ((94,4)) | 0 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((69,0)) | 0 | - | - | ((59,9)) | 0 | ((60,3)) | 0 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((64,0)) | 0 | - | - | ((54,0)) | 0 | ((125,0)) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | DBO5 (mg/l) | | | | | | | |
|--|-------------|-------|-------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((1,2)) | 0 | - | - | ((1,0)) | 0 | ((1,0)) | 0 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | ((1,1)) | 0 | - | - | ((1,0)) | 0 | ((1,0)) | 0 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((1,8)) | 0 | - | - | ((1,0)) | 0 | ((1,0)) | 0 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((2,4)) | 1 | - | - | ((1,0)) | 0 | ((3,2)) | 1 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((1,2)) | 0 | - | - | ((8,8)) | 2 | ((4,4)) | 1 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((3,3)) | 1 | - | - | - | - | - | - |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | ((2,5)) | 1 | - | - | ((1,9)) | 0 | - | - |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((2,6)) | 1 | - | - | ((2,1)) | 1 | ((2,2)) | 1 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | - | - | - | - | - | - | - | - |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Color (Pt-Co) | | | | | | | |
|--|---------------|-------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((18,0)) | 1 | - | - | ((23,4)) | 2 | ((26,3)) | 2 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | ((18,4)) | 1 | - | - | ((24,9)) | 2 | ((27,3)) | 2 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((21,4)) | 2 | - | - | ((34,9)) | 2 | ((33,0)) | 2 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((23,7)) | 2 | - | - | ((32,6)) | 2 | ((19,3)) | 1 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((32,6)) | 2 | - | - | ((46,3)) | 2 | ((21,0)) | 2 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((23,4)) | 2 | - | - | ((45,2)) | 2 | ((21,1)) | 2 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | - | - | - | - | ((44,4)) | 2 | ((22,0)) | 2 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((23,7)) | 2 | - | - | ((43,3)) | 2 | ((21,0)) | 2 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((19,9)) | 1 | - | - | ((31,0)) | 2 | ((8,3)) | 0 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((21,4)) | 2 | - | - | ((35,6)) | 2 | ((11,0)) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Oxígeno Disuelto (mg/l) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((10,7)) | 0 | - | - | ((8,2)) | 0 | ((10,0)) | 0 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | ((9,3)) | 0 | - | - | ((7,5)) | 1 | ((9,0)) | 0 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((9,9)) | 0 | - | - | ((7,4)) | 2 | ((9,4)) | 0 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((9,5)) | 0 | - | - | ((7,7)) | 0 | ((6,8)) | 2 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((8,9)) | 0 | - | - | ((6,5)) | 2 | ((3,0)) | 4 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((8,4)) | 0 | - | - | ((7,3)) | 2 | ((4,6)) | 4 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | ((9,1)) | 0 | - | - | ((7,3)) | 2 | ((5,0)) | 3 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((9,5)) | 0 | - | - | ((7,5)) | 1 | ((6,4)) | 2 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((9,5)) | 0 | - | - | ((8,3)) | 0 | ((9,4)) | 0 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((8,9)) | 0 | - | - | ((7,4)) | 2 | ((9,6)) | 0 |

Tabla 4.16 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Bueno. Información EULA 1997-1998

| ESTACIÓN DE MONITOREO | pH | | | | | | | |
|--|----------|-------|-------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((7,4)) | 0 | - | - | ((7,3)) | 0 | ((7,3)) | 0 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | ((7,1)) | 0 | - | - | ((7,2)) | 0 | ((7,2)) | 0 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((7,2)) | 0 | - | - | ((7,2)) | 0 | ((7,3)) | 0 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((7,3)) | 0 | - | - | ((7,3)) | 0 | ((7,1)) | 0 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((7,2)) | 0 | - | - | ((7,2)) | 0 | ((6,8)) | 0 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((7,2)) | 0 | - | - | ((7,1)) | 0 | ((7,0)) | 0 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pílauco | ((7,2)) | 0 | - | - | ((6,9)) | 0 | ((7,1)) | 0 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((7,1)) | 0 | - | - | ((6,9)) | 0 | ((7,0)) | 0 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((7,1)) | 0 | - | - | ((7,0)) | 0 | ((7,3)) | 0 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((7,1)) | 0 | - | - | ((7,1)) | 0 | ((7,1)) | 0 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Sólidos Disueltos (mg/l) | | | | | | | |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | | | - | - | - | - | | |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | | | - | - | - | - | | |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | | | - | - | - | - | | |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | | | - | - | - | - | | |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | | | - | - | - | - | | |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | | | - | - | - | - | | |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pílauco | | | - | - | - | - | | |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((30,1)) | 0 | - | - | ((64,0)) | 0 | ((182,6)) | 0 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((32,5)) | 0 | - | - | ((155,0)) | 0 | ((51,2)) | 0 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | - | | - | - | - | | - | |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Sólidos Suspendedos (mg/l) | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((5,6)) | 0 | - | - | ((3,7)) | 0 | ((8,4)) | 0 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | ((2,0)) | 0 | - | - | ((1,3)) | 0 | ((4,8)) | 0 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((2,4)) | 0 | - | - | ((1,9)) | 0 | ((6,2)) | 0 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((6,6)) | 0 | - | - | ((8,4)) | 0 | ((6,2)) | 0 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((4,6)) | 0 | - | - | ((6,2)) | 0 | ((7,6)) | 0 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((6,0)) | 0 | - | - | ((4,4)) | 0 | ((7,6)) | 0 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pílauco | - | | - | - | ((9,8)) | 0 | ((4,8)) | 0 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((3,6)) | 0 | - | - | ((3,4)) | 0 | ((6,4)) | 0 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((10,4)) | 0 | - | - | ((7,0)) | 0 | - | |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((6,6)) | 0 | - | - | ((4,2)) | 0 | - | |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Amonio (mg/l) | | | | | | | |
|--|---------------|-------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | - | | - | | - | | - | |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | - | | - | | - | | - | |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | - | | - | | - | | - | |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | - | | - | | - | | - | |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | - | | - | | - | | - | |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | - | | - | | - | | - | |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pílauco | - | | - | | - | | - | |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((0,11)) | 0 | - | | ((0,03)) | 0 | ((0,23)) | 0 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((0,97)) | 1 | - | | ((0,42)) | 0 | ((0,15)) | 0 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | - | | - | | - | | - | |

Tabla 4.16 (Continuación): Calidad de Agua por Periodos Estacionales en la Cuenca del Río Bueno. Información EULA 1997-1998

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Coliformes Fecales (NMP/100ml) | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((430)) | 1 | - | | ((240)) | 1 | ((1100)) | 2 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | - | | - | | ((75)) | 1 | ((11000)) | 4 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((93)) | 1 | - | | ((1100)) | 2 | ((2400)) | 3 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((1500)) | 2 | - | | ((90)) | 1 | ((930)) | 1 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((2300)) | 3 | - | | ((230)) | 1 | ((1100000)) | 4 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((2300)) | 3 | - | | ((230)) | 1 | ((24000)) | 4 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | ((9300)) | 4 | - | | ((2400)) | 3 | ((9300)) | 4 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((9300)) | 4 | - | | ((4600)) | 3 | ((75000)) | 4 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((240000)) | 4 | - | | ((11000)) | 4 | ((93000)) | 4 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((23000)) | 4 | - | | ((4600)) | 3 | ((2400000)) | 4 |

| ESTACIÓN DE MONITOREO | Coliformes Totales (NMP/100ml) | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------------|-------|
| | INVIERNO | | OTOÑO | | PRIMAVERA | | VERANO | |
| | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE | VALOR | CLASE |
| D1: Río Damas cerca Quemadas del Buey | ((930)) | 1 | - | | ((1100)) | 1 | ((1100)) | 1 |
| D4: Río Damas en Puente Chinganas | - | | - | | ((2400)) | 2 | ((11000)) | 4 |
| D6: Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | ((93)) | 0 | - | | ((1100)) | 1 | ((2400)) | 2 |
| D10: Río Damas después de Loncoleche | ((46000)) | 4 | - | | ((4600)) | 2 | ((24000)) | 4 |
| D13: Río Damas en puente Juan Pablo II | ((46000)) | 4 | - | | ((>24000)) | 4 | ((1100000)) | 4 |
| D15: Río Damas en el sector de las compuertas | ((46000)) | 4 | - | | ((4600)) | 2 | ((110000)) | 4 |
| D17: Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | ((24000)) | 4 | - | | ((>2400)) | 4 | ((24000)) | 4 |
| D19: Río Damas antes de desembocar en río Rahue | ((24000)) | 4 | - | | ((11000)) | 4 | ((240000)) | 4 |
| R1: Río Rahue antes de confluencia con río Damas | ((240000)) | 4 | - | | ((11000)) | 4 | ((240000)) | 4 |
| R2: Río Rahue aguas abajo río Damas | ((240000)) | 4 | - | | ((11000)) | 4 | ((2400000)) | 4 |

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

**Tabla 4.17: Calidad de Agua Cuenca del río Bueno
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

| Punto de Muestreo | DBO ₅ (mg/L) | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | 2.2 | 1 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | 6.0 | 2 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | 5.9 | 2 |
| Río Rahue en Forrahue | 2.4 | 1 |

| Punto de Muestreo | Color Aparente (Pt-Co) | |
|-----------------------------|------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | 5 | 0 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | 30 | 2 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | 10 | 0 |
| Río Rahue en Forrahue | 50 | 2 |

| Punto de Muestreo | Sólidos Disueltos (mg/L) | |
|-----------------------------|--------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | 36 | 0 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | 48 | 0 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | 34 | 0 |
| Río Rahue en Forrahue | 30 | 0 |

| Punto de Muestreo | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) | |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | <10 | 0 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | <10 | 0 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | <10 | 0 |
| Río Rahue en Forrahue | <10 | 0 |

| Punto de Muestreo | Amonio (mg/L) | |
|-----------------------------|---------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | <0.05 | 0 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | <0.05 | 0 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | <0.05 | 0 |
| Río Rahue en Forrahue | <0.05 | 0 |

**Tabla 4.17 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Bueno
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

| Punto de Muestreo | Fluoruro (mg/L) | |
|-----------------------------|-----------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | <0.1 | 0 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | <0.1 | 0 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | <0.1 | 0 |
| Río Rahue en Forrahue | <0.1 | 0 |

| Punto de Muestreo | Nitrito (mg/L) | |
|-----------------------------|----------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | <0.05 | 0 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | <0.05 | 0 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | <0.05 | 0 |
| Río Rahue en Forrahue | <0.05 | 0 |

| Punto de Muestreo | Sulfuro (mg/L) | |
|-----------------------------|----------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | <0.5 | - |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | <0.5 | - |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | <0.5 | - |
| Río Rahue en Forrahue | <0.5 | - |

| Punto de Muestreo | Estaño ($\mu\text{g/L}$) | |
|-----------------------------|----------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | <10 | <2 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | <10 | <2 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | <10 | <2 |
| Río Rahue en Forrahue | 250 | 4 |

| Punto de Muestreo | Coliformes Fecales (NMP/100ml) | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | 900 | 1 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | >1600 | >2 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | 80 | 1 |
| Río Rahue en Forrahue | 900 | 1 |

| Punto de Muestreo | Coliformes Totales (NMP/100ml) | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|
| | Valor | Clase |
| Río Bueno en Trumao | 1600 | 1 |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | >1600 | >1 |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | 500 | 1 |
| Río Rahue en Forrahue | 1600 | 1 |

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

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

4.3 Factores Incidentes en la Calidad del Agua

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

La Tabla 4.18 explica los factores incidentes en la cuenca del río Bueno.

Tabla 4.18: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|-----------------------------------|---|------------------------------------|--|---|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Bueno en Puerto Lapi 1031BU10 | Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Filtraciones subterráneas de lagos Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos | Contaminación difusa por ganadería | Cu, Cr, Fe, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT SS, pH | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas constituidas por rocas plutónicas e hipoabisales del Paleozoico • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 500 mm • Volcanismo: Volcanes Carrán y Choshuenco • Hidrología: río Bueno emisario de Lago Ranco y este del Lago Maihue. Aportes al Ranco de los ríos Nilahue y Calcurrupe • Geomorfología: Llano central en un plano inclinado este oeste • Ganadería: Bovina • Cubierta vegetal: Praderas, bosque caducifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|--|--|--|---|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Bueno en Trumao (ca) (puerto viejo) 1033BU10 | Surgencia de aguas subterráneas Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por aguas servidas Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILES | Cu, Cr, Fe, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente: DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados, rellenos aluvionales y morrenas de origen glacial • Geomorfología: Llano central en un plano inclinado este oeste • Hidrogeología: Zona pantanosa o sujetas a frecuentes inundaciones. • Clima: Precipitación anual de 3.460 mm Evapotranspiración real anual de 550 mm • Centros poblados: Ciudad de la Unión (sin Pta de tratamiento de aguas servidas) • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Forraje y cereales • Industrias: Lechera COLUN • Cubierta vegetal: Praderas, bosque caducifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|--|--|---------------------|---------------------------------------|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Calcurrupe en desembocadura (ca) 1030CL10 | Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Surgencia de aguas termales Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos | Sin mayores aportes | B, Cu, Cr, Fe, Mo, Al, Hg | <ul style="list-style-type: none"> • Formaciones geológicas constituidas por rocas plutónicas e hipoabisales del periodo Jurásico • Hidrogeología: Termas de Chihúio. No presenta un acuífero de importancia • Volcanismo: Volcanes Carrán y Choshuenco • Clima: Precipitación media anual de 4.000 mm. Evapotranspiración real anual de 500 mm • Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Mocho-Choshuenco • Hidrología: Lago Maihue • Cubierta Vegetal: Bosque Laurifolio del sur, Bosque Laurifolio andino, praderas |

Bueno
90.

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|--|--|--|---|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Damas cerca Quemadas del Buey* 1036DA10 | Lixiviación subterránea de formaciones geológicas Nacimiento a partir de aguas subterráneas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, HC, CF, CT, DDT, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Geomorfología: Llano central en plano inclinado este oeste • Hidrología: Río Nace de afloramiento de aguas subterráneas • Agricultura: Forrajes y cereales • Volcanismo: Volcán Casablanca • Ganadería: Bovina • Cubierta Vegetal: Praderas con Bosque Laurifolio del sur, Bosque Laurifolio de Los Lagos, praderas |
| Río Damas en Pte Chinganas* 1036DA10 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, CF, CT, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Bovina • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Damas en Tacamo 1036DA10 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrología: Aportes de lagos Puyehue y Rupanco • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |
| Río Damas a/j río Tijeral* 1036DA20 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|---|---|---|--|---|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Damas en Loncoche* 1036DA20 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILES | Color, OD, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Industrias: Industrias lecheras • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |
| Río Damas en Pte Juan Pablo II* 1036DA20 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, NO ₃ , HC, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|---|---|--|--|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Damas en las compuertas* 1036DA30 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, SS, pH Posiblemente CF, CT, DBO ₅ | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |
| Río Damas a/j río Pilauco* 1036DA30 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|-------------------------------------|--|---|--|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Damas en puente Ruta 5 1036DA20 | Aportes de aguas subterráneas de Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILES | OD, Cu, Cr, Mn, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Industrias : Lechera Loncoleche, Empresa Trow, Empresa Felco s.a • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |
| Río Damas a/j río Rahue* 1036DA30 | Aportes de aguas subterráneas de Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, NO ₃ , HC, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|--------------------------------------|--|--|---|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Negro en Chahuilco (ca) 1035NR20 | Aportes de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por centros poblados Descarga de RILES Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | B, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrología: Nacimiento del río por filtraciones de Lago Llanquihue • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ciudad de Río Negro (sin Pta de tratamiento de aguas servidas), Purranque (con Pta de tratamiento de aguas servidas para un 97%) • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados Bosques Laurifolio del sur |

Bueno
96.

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|-------------------------------------|--|---------------------|---------------------------------------|---|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Nilahue en Mallay (ca) 1030N110 | Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos Surgencia de aguas termales | Sin mayores aportes | B, Cu, Cr, Fe, Mo, Al, Hg | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de rocas sedimentarias volcánicas del período terciario y cretácico formada por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas, y conglomerados. • Hidrogeología: Termas de Chihúo. Importante acuífero que drena sobre rellenos del cuaternario • Volcanismo: Volcán Carrán y Puyehue • Clima: Precipitación media anual de 3.000 mm. Evapotranspiración real anual de 500 mm • Hidrología: Lago Maihue • Cubierta Vegetal: Bosques Laurifolio andino, bosque caducifolio alto andino húmedo |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|---|---|---|--|---|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | | |
| Río Pilmaiquén en desagüe lago Puyehue 1032PI10 | Desagüe del lago Puyehue Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por aguas servidas Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | | B, Cu, Cr, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Clima: Precipitación anual de 2.490 mm Evapotranspiración real anual de 550 mm • Centros poblados: Poblado de Entre Lagos • Volcanismo: Volcanes Casablanca y Puyehue • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Puyehue • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta Vegetal: Praderas con aislados bosques laurifolios de los Lagos |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|---|--|--|--|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Rahue en desagüe lago Rupanco (ca) 1034RA10 | Lixiviación subterránea de formaciones geológicas Surgencia de aguas termales | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | B, Cu, Cr, Fe, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Volcanismo: Volcán Casablanca • Hidrogeología: Termas de Rupanco. Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta vegetal: Praderas con aislados bosques caducifolios del sur |
| Río Rahue a/j río Damas* 1036RA10 | Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, NH ₄ ⁺ , SS, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Agricultura: Cultivo de cereales y forrajes • Ganadería: Bovinas • Cubierta vegetal: Praderas con aislados bosques caducifolios del sur |

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Rahue d/j río Damas* 1036RA20 | Aportes de río Damas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes | Color, OD, CF, CT, SS, pH Posiblemente DBO ₅ , | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Hidrogeología: Zona de elevada a media productividad de pozos: 1-4 m³/h/m • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta vegetal: Praderas con aislados bosques caducifolios del sur |

Bueno
100.

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bueno

| ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO | FACTORES INCIDENTES | | PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS | CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR |
|-------------------------------------|--|--|---|--|
| | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | |
| Río Rahue en Forrahue (ca) 1036RA20 | Surgencia de aguas subterráneas Lixiviación subterránea de formaciones geológicas | Contaminación difusa por aguas servidas Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILES | B, Cu, Cr, Fe, Mo, Al, Hg, SS, pH Posiblemente DBO5, CF y CT | <ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y glacial. • Clima: Precipitación media anual de 2.000 mm. Evapotranspiración real anual de 550 mm • Centros poblados: Ciudad de Osorno (sin pta de tratamiento) • Hidrogeología: Zona de alta productividad de pozos: >10 m3/h/m. Pozo DGA a 0 m de nivel freático • Industrias: Arnoldo Turra, Chisal, Conservamar, Luis Ibarra, Nestlé, ESSAL • Ganadería: Ganado Bovino • Agricultura: Cultivos de forrajes y cereales • Cubierta vegetal: Praderas con aislados bosques caducifolios del sur |

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio Temporal en Cauce Principal

Para el análisis del cauce principal que es el río Bueno, se cuenta con 2 estaciones de monitoreo a lo largo del río, que son:

- Río Bueno en Puerto Lapi
- Río Bueno en Trumao (Puerto Viejo)

En la Figura 5.1, con información de la DGA, se incluye el perfil longitudinal para los cuatro períodos estacionales, sólo de aquellos parámetros seleccionados que exceden, al menos una vez, la clase 0 en la cuenca. Dichos parámetros son los siguientes: oxígeno disuelto, boro, cromo, hierro, manganeso y aluminio. No se presenta la representación gráfica del cobre, molibdeno y mercurio, por contar en su mayoría con registros en el límite de detección (LD). Debido al reducido número de registros con que se cuenta por período estacional, en esta cuenca se grafican valores medios de cada uno de los parámetros antes mencionados.

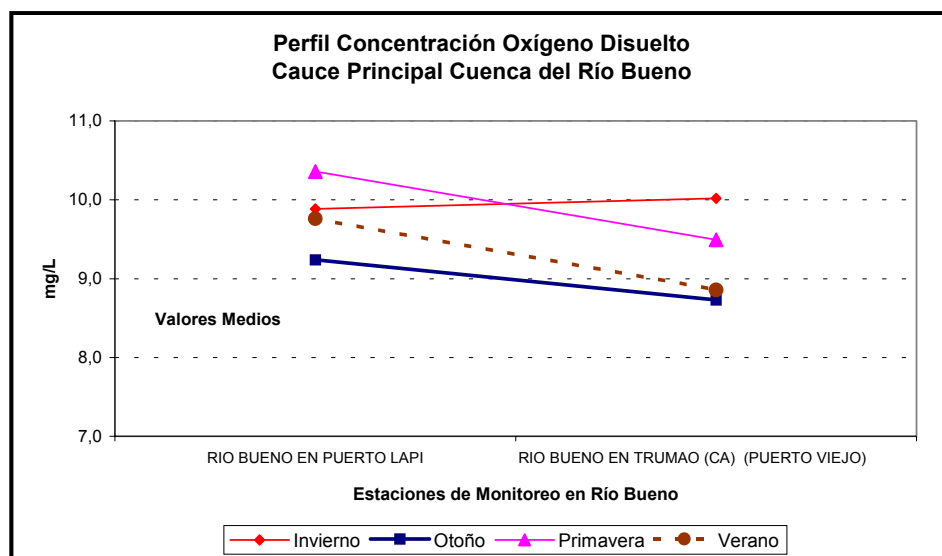


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca de Río Bueno

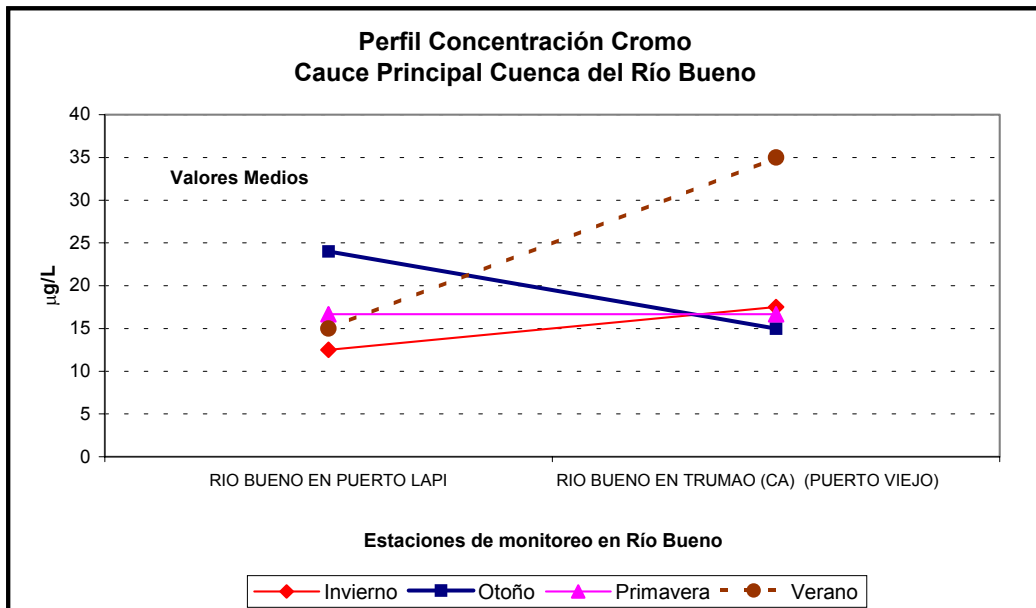
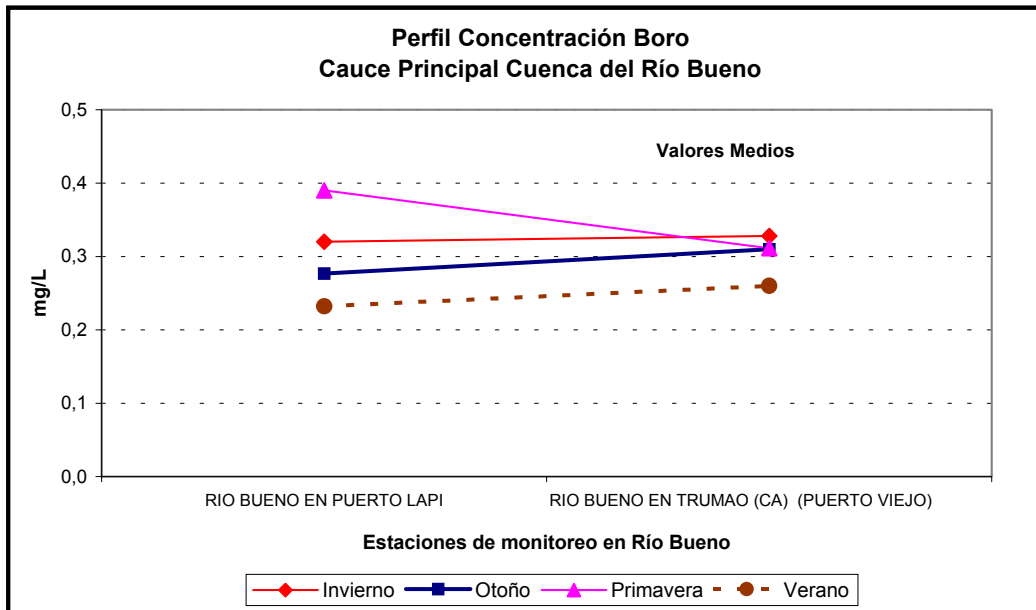


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca de Río Bueno

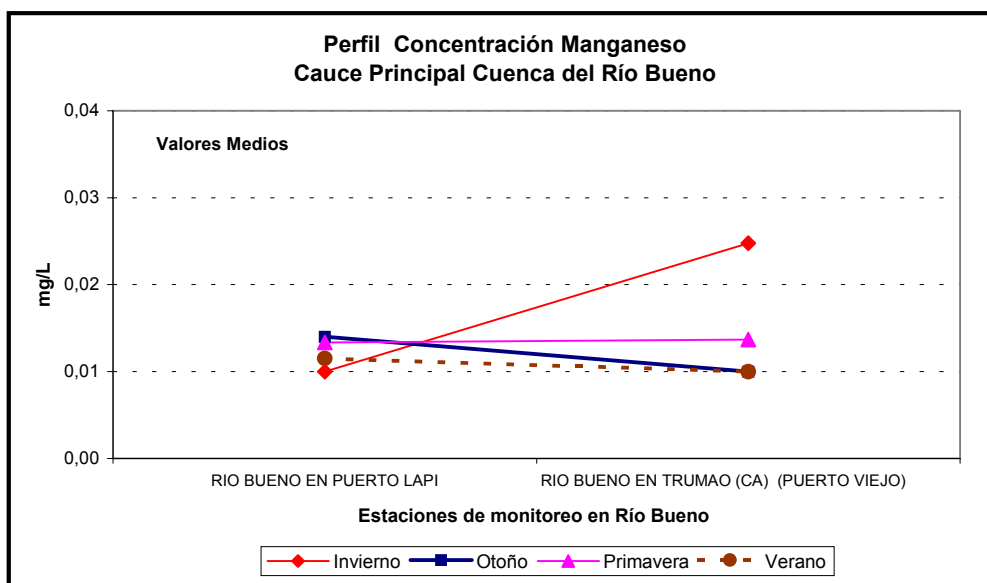
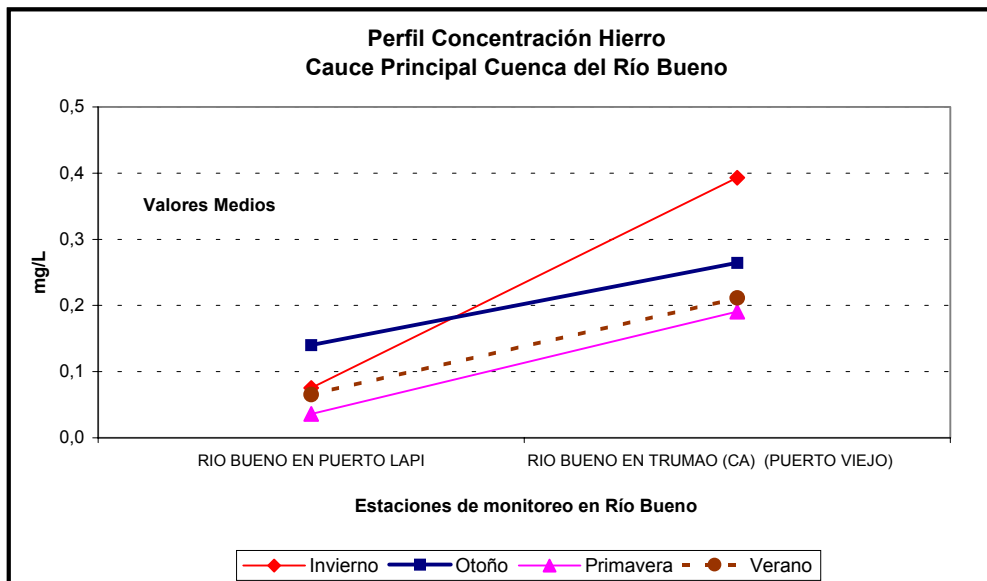


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca de Río Bueno

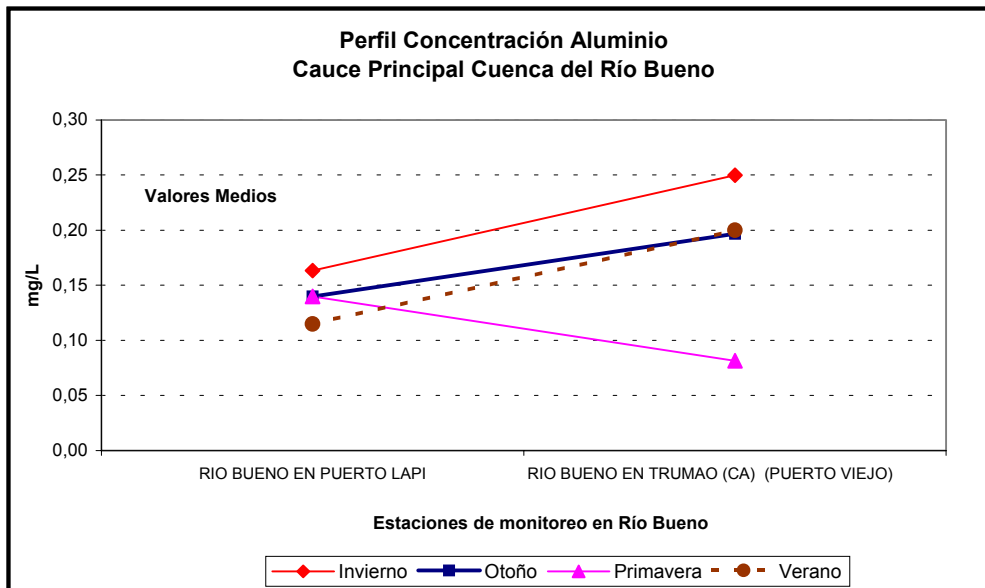


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca de Río Bueno

De las figuras 5.1 se pueden extraer lo siguiente:

- OD: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos del (envolvente superior) se presentan en primavera e invierno con todos los valores en clase 0. El perfil de concentración presenta un comportamiento que disminuye desde la parte alta del río. La envolvente inferior se observa en otoño con valores en clase 0. El comportamiento es similar al de la envolvente superior observándose el menor valor en Trumao.
- Boro: Los perfiles longitudinales del boro permiten observar que la envolvente superior se observa en primavera e invierno a lo largo del río con todos los valores en clase 0. En primavera se observa que los valores de la concentración del boro mg/L disminuyen desde la parte alta, donde se observa un valor de 0.4 ppm aproximadamente. La envolvente inferior se observa en verano con un comportamiento que aumenta hacia la estación en Trumao.

- Cromo total: La envolvente superior, que se presenta en otoño y verano y que tiene todos los valores en clase 2, alcanza un valor de 35 µg/L en la parte más baja del río. La envolvente inferior se observa en invierno y otoño con valores en clase 2.
- Hierro: La envolvente superior se observa en los períodos de otoño e invierno con un perfil que aumenta desde la parte más alta con todos los valores en clase 0. La envolvente inferior presenta un perfil de concentración con un comportamiento muy similar y se observa en primavera.
- Manganeso: Los perfiles longitudinales del manganeso permiten observar que la envolvente superior se observa en los períodos de otoño e invierno con un comportamiento que va en aumento desde la estación en Puerto Lapi. El valor más alto es de 0.025 mg/L aproximadamente, aunque todos están en clase 0. La envolvente inferior presenta un comportamiento plano y se observa en invierno y verano.
- Aluminio: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos del aluminio en el río Bueno (envolvente superior) se presentan en invierno con todos los valores en clase 2. La concentración aumenta a lo largo del río, observándose un valor de 0.25 mg/L en la estación en Trumao. La envolvente inferior, valores de concentración más bajos de aluminio en el Bueno, se presentan en los períodos de verano y primavera con un perfil que disminuye desde la estación en Puerto Lapi. En Trumao el valor que se observa está en clase 1.

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

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual en los ríos seleccionados de la cuenca del río Bueno presentada por grupos de parámetros y por parámetro según el *Instructivo*. Este análisis está basado en la información presentada en el punto 4.2.3.

Tabla 5.1: Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

| CUENCA RÍO BUENO |
|--|
| Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO₅, Color, OD, pH, RAS, SD, SST. |
| <p><u>CE</u>: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.</p> <p><u>DBO₅</u>: En el río Damas los valores están en clase 0 desde la parte alta hasta la estación Río Damas antes de la confluencia río Tijeral. En la estación Río Damas después de Loncoche no se observa variación estacional entre invierno y verano en clase 1. En primavera está en clase 0. En Puente Juan Pablo II se presenta un comportamiento disímil con el máximo valor en primavera en clase 2. Desde la estación en el sector de las compuertas hasta antes de la desembocadura del río Rahue la DBO₅ está en clase 1. En esta última estación no se observa variación entre invierno, primavera y verano. Los valores tienden a aumentar desde la parte alta del río. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 1 en los ríos Bueno en Trumao y Rahue en Forrahue, a clase 2 en los ríos Damas en ruta 5 Sur y Pilmaiquén en San Pablo.</p> <p><u>Color Aparente</u>: En los ríos Damas y Rahue los valores en las estaciones cerca Quemay del Buey y en Puente Chinganas presentan un comportamiento similar, sin variación entre primavera y verano en clase 2. Antes de la confluencia río Tijeral, en Puente Juan Pablo II, en el sector de las compuertas, antes de la confluencia con río Pilauco y antes de la desembocadura en el río Rahue todos los valores disponibles están en clase 2 (en otoño no hay registros). En el río Rahue los valores presentan un comportamiento más irregular, en clase 2 en ambas estaciones de monitoreo. Sin embargo entre invierno y otoño en la estación aguas abajo río Damas no hay variación estacional entre invierno y primavera (clase 2). El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 0 en los ríos Bueno en Trumao y Pilmaiquén en San Pablo, a clase 2 en los ríos Damas en ruta 5 Sur y Rahue en Forrahue</p> <p><u>OD</u>: Todos los ríos presentan valores en clase 0, a excepción del río Damas donde se observan en Puente Ruta 5 en otoño y verano valores en clases 2 y 4, en Puente Chinganas y antes de la confluencia río Tijeral en primavera en clase 1 y 2 respectivamente y en verano después de Loncoche en clase 2. Desde Puente Juan Pablo II hasta antes de desembocar en río Rahue se observan valores que exceden la clase 0 en primavera y verano, con el mayor valor en esta última estación de año, donde el oxígeno disuelto está en clase 4 en Puente Juan Pablo II y en sector de las compuertas, en clase 3 antes de la confluencia con río Pilauco y en clase 2 antes de desembocar en el río Rahue. En el río Rahue el único valor que excede la clase 0 se observa en primavera en la estación aguas abajo del río Damas en clase 2.</p> <p><u>pH</u>: Todos los valores están asignados a la clase 0.</p> <p><u>RAS</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p> <p><u>SD</u>: Valores en clase 0 en el río Rahue antes de confluencia río Damas y río Damas antes de desembocar en río Rahue. El resto de las estaciones sin información. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 0 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo, Damas en ruta 5 Sur y Rahue en Forrahue</p> <p><u>SST</u>: Valores en clase 0 en los ríos Damas y Rahue en las estaciones monitoreadas por Eula. Sin información en el resto de las estaciones de monitoreo. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 0 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo, Damas en ruta 5 Sur y Rahue en Forrahue</p> |

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

| CUENCA RÍO BUENO |
|---|
| Inorgánicos (IN) : NH_4^+, CN^-, Cl^-, F^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, S^{2-} |
| <p><u>NH_4^+</u> : Valores en clase 0 en el río Rahue antes de confluencia río Damas, excepto en invierno en clase 1, y río Damas antes de desembocar en río Rahue. El resto de las estaciones sin información. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 0 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo, Damas en ruta 5 Sur y Rahue en Forrahue</p> <p><u>Cl^-, SO_4^{2-}</u>: Siempre en clase 0.</p> <p><u>NO_2^-</u> : Sólo se dispone de información de EULA en el río Damas, la que indica que el nitrito está en clase 0 en todas las estaciones, con la excepción de puente Juan Pablo II, donde se observan valores en clases 2 y 1 en primavera y verano, y antes de desembocar en río Rahue en verano en clase 2. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 0 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo, Damas en ruta 5 Sur y Rahue en Forrahue</p> <p><u>F⁻</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 0 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo, Damas en ruta 5 Sur y Rahue en Forrahue.</p> <p><u>CN^-, S^{2-}</u> : Sin información.</p> |
| Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno |
| <p><u>Aceites y Grasas</u> : Sólo se dispone de información par el río Damas en las estaciones cerca Quemadas del Buey, antes de la confluencia río Tijeral, puente Juan Pablo II y antes de desembocar en río Rahue, donde todos los valores están en clase 0.</p> <p><u>SAAM</u> : Sólo se dispone de información par el río Damas en las estaciones cerca Quemadas del Buey, antes de la confluencia río Tijeral, puente Juan Pablo II y antes de desembocar en río Rahue, donde todos los valores están en clase 0.</p> <p><u>HC</u>: Sólo se dispone de información par el río Damas en las estaciones cerca Quemadas del Buey, antes de la confluencia río Tijeral, puente Juan Pablo II y antes de desembocar en río Rahue, donde prácticamente todos los valores observados están en límite de detección. Las únicas variaciones son las estaciones cerca Quemadas del Buey y antes de desembocar en río Rahue en verano e invierno en clase 3, y en puente Juan Pablo II en verano en clase 2.</p> <p><u>PCBs, Fenol, HCAP, Tetracloroetano, Tolueno</u>: Sin información.</p> |
| Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demeton, DDT, diclofop-metil, dieldrin, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, simazina, trifluralina. |
| <p><u>Aldrín</u>: Sólo se dispone de información par el río Damas en las estaciones cerca Quemadas del Buey, antes de la confluencia río Tijeral, puente Juan Pablo II y antes de desembocar en río Rahue, donde todos los valores están en clase 0.</p> <p><u>DDT</u>: Sólo se dispone de información par el río Damas en las estaciones cerca Quemadas del Buey, antes de la confluencia río Tijeral, puente Juan Pablo II y antes de desembocar en río Rahue, donde todos los valores están en clase 0, excepto cerca Quemadas del Buey en primavera en clase 3 .</p> |

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

| CUENCA RÍO BUENO |
|--|
| <p>Simazina: Sólo se dispone de información para el río Damas en las estaciones cerca Quemadas del Buey, antes de la confluencia río Tijeral, puente Juan Pablo II y antes de desembocar en río Rahue en algunas estaciones del año, donde todos los valores están en clase 0.</p> <p>No se dispone de información para los demás parámetros orgánicos plaguicidas.</p> |
| <p>Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn</p> |
| <p>B: En los ríos Bueno y Calcupurre se observan valores en clase 0 durante el año con la excepción de este último en primavera en clase 1. El río Damas en Tacamo también presenta valores en clase 0 sin variación estacional. En la estación Puente Ruta 5 los valores están en límite de detección. El río Negro no presenta variación estacional entre invierno-otoño y primavera-verano con valores en clase 0 y 1 respectivamente. En el río Nilahue se observan valores en clase 0, a excepción de primavera donde los niveles de concentración se asignan a la clase 2. El río Pilmaiquén no presenta variación entre invierno y otoño en clase 0. El máximo valor se observa en primavera en clase 2.</p> <p>Cu: Todos los ríos presentan prácticamente todos sus valores en clase 2 en invierno y otoño, y en límite de detección en primavera y verano. En el río Rahue en desagüe lago Rupanco se observan valores en clase 2 durante todo el año.</p> <p>Cr_{total}: Los ríos Bueno y Nilahue presentan valores en clase 2 sin variación estacional. En los ríos Calcupurre, Damas, Negro y Rahue también los valores se asignan a la clase 2, a excepción de otoño donde los valores se encuentran en límite de detección. En el río Damas en Puente Ruta 5 esta situación también se repite en verano. En Pilmaiquén todos los valores se encuentran en límite de detección.</p> <p>Fe: En el río Bueno en Puerto Lapi los valores están en clase 0 durante el año, excepto en otoño en clase 2. En Trumao no se observa variación estacional entre primavera y verano con los valores en clase 0. El máximo valor se presenta en invierno en clase 2. El río Calcupurre no presenta variación entre invierno y primavera ambos valores asignados a la clase 0. El máximo nivel de concentración se observa en verano en clase 2. Los ríos Damas y Pilmaiquén presentan todos los valores en clase 0, excepto el río Damas en Tacamo en primavera en clase 2. Los ríos Negro y Nilahue no presentan variación entre otoño y primavera, donde se observan los valores más altos en clase 2 y 4 respectivamente. El río Rahue presenta sus máximos valores en clase 2 en ambas estaciones. Los niveles de concentración aumentan a lo largo del río durante el año excepto en verano en donde se mantienen constante en clase 0.</p> <p>Mn: En los ríos Bueno, Calcupurre, Nilahue, Pilmaiquén, y Rahue se observan todos los valores en clase 0 sin variación estacional. El río Damas no presenta variación entre invierno-verano en clase 0. En primavera y verano los niveles de concentración también son similares, pero aumentan desde la parte alta del río pasando de clase 1 a 2. En el río Negro los valores se asignan a la clase 1, excepto en primavera en clase 0.</p> <p>Mo: Prácticamente todos los valores están en límite de detección. Sin embargo, se pueden observar niveles de concentración en clase 2 en los ríos Bueno en Trumao, Calcupurre, Damas, Negro, Nilahue y Rahue.</p> <p>Ni, Se, Zn: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p> |
| <p>Metales no Esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</p> |
| <p>Al: En los ríos Bueno, Calcupurre, Damas, Negro, Nilahue y Rahue los valores se asignan a la clase 2, excepto el río Bueno en Trumao en primavera y río Rahue en desagüe lago Rupanco en otoño, ambos en clase 1. El río Pilmaiquén presenta valores en clase 1 en otoño.</p> |

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

| CUENCA RÍO BUENO |
|---|
| <p><u>As</u>: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.</p> <p><u>Hg</u>: Gran parte de los valores están en límite de detección, principalmente en invierno, otoño y verano. Sin embargo, en primavera todos los valores se clasifican en clase 4, excepto los ríos Bueno en Puerto Lapi y Pilmaiquén.</p> <p><u>Cd y Pb</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p><u>Sn</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 4 en el río Rahue en Forrahue, los demás datos corresponden al valor del límite analítico, lo que no permite clasificarlo.</p> |
| Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT |
| <p><u>CF</u>: En el río Damas se ve un comportamiento disímil que tiende a aumentar en verano, observándose en esta estación del año valores en clase 4 en las estaciones en puente Chinganas, puente Juan Pablo II, en el sector de las compuertas, antes de la confluencia con el río Pilauco y antes de desembocar en el río Rahue. En general se aprecia un aumento de los valores desde la parte alta hacia la parte baja. En el río Rahue, todos los valores observados están en clase 4, excepto en primavera aguas abajo del río Damas en clase 3. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 1 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo y Rahue en Forrahue.</p> <p><u>CT</u>: En el río Damas cerca de Quemadas del Buey no se observa variación estacional con los valores en clase 1. En Puente Chinganas y antes de la confluencia río Tijeral se ve un comportamiento disímil con un aumento hacia el verano, en clase 4 y 2 respectivamente. Desde la estación después de Loncoleche hasta antes de desembocar en río Rahue los niveles de concentración se mantienen similares durante el año, con la mayor parte de los valores en clase 4. En el río Rahue, todos los valores observados están en clase 4. El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta asignado a clase 1 en los ríos Bueno en Trumao, Pilmaiquén en San Pablo y Rahue en Forrahue.</p> |

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

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

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

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

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

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

- Cuando se disponer de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Bueno

112.

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual

Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Bueno

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en límite de detección | Parámetros seleccionados sin información | Observación |
|------------------------------------|--------------------|--|---------------------------|------------------------------------|---|----|--|--|--|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Bueno en Puerto Lapi | 1031BU10 | CE, OD, pH, B, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ | Cu, Cr _{tot} , Fe, Al | | | Mo, Hg, Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF. |
| Río Bueno en Trumao (Puerto Viejo) | 1033BU10 | CE, OD, pH, B, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, color, SD, SST, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ | DBO ₅ , CF, CT | Cu, Cr _{tot} , Fe, Mo, Al | | Hg | Cd, Pb, Sn | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003, DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , CF, CT, Sn |

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Bueno: Conductividad eléctrica, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, color aparente, amonio, nitrito, hidrocarburos, aldrín, DDT, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, aluminio y mercurio

Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Calcarrupe

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en limite detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación |
|---------------------------------|--------------------|--|--------------------|------------------------------------|---|----|---|---|--|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Calcarrupe En Desembocadura | 1030CL10 | CE, OD, pH, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ B | Cu, Cr _{tot} , Fe, Mo, Al | | Hg | Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF. |

Bueno

114.

Tabla 5.2c: Cauce Secundario: Río Damas

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en limite detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación | |
|---|--------------------|---|------------------------|---|---------|---|---|---|--------------------------------|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Río Damas en Tacamo | 1036DA10 | CE, OD, pH, B, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ Mn | Cu, Cr _{tot} , Fe, Mo, Al | | | Hg | Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA nivel 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF. |
| Río Damas cerca Quemadas del Buey | 1036DA10 | CE, DBO ₅ , OD, pH, SST, NO ₂ ⁻ , Aceites y Grasas, SAAM, Aldrin, Simazina, | CT | Color, CF | HC, DDT | | | | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Damas en Puente Chinganas | 1036DA10 | CE, DBO ₅ , pH, SST, NO ₂ ⁻ | OD | Color | | | CF, CT | | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Damas en Puente Ruta 5 | 1036DA20 | CE, pH, Fe, NO ₂ ⁻ , RAS, SST, Cl, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SD | Cu | DBO ₅ , color, Cr _{tot} , Mn, Mo, Al | | | OD, Hg | B, Cd, Pb, Sn, Cu | Otros parámetros seleccionados | Información DGA nivel 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE, primavera 2003, DBO ₅ , color aparente, SD SST, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , CF, CT, Sn |
| Río Damas antes de la confluencia río Tijeral | 1036DA20 | CE, DBO ₅ , pH, SST, NO ₂ ⁻ Aceites y Grasas, SAAM, Aldrin, DDT, Simazina, | | Color, OD, CT | CF | | | HC | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |

Tabla 5.2c (Continuación): Cauce Secundario: Río Damas

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en límite detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación |
|---|--------------------|---|------------------|---|----|---|---|---|---------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Damas después de Loncoleche | 1036DA20 | CE, pH, SST, NO ₂ ⁻ | DBO ₅ | Color, OD, CF | | | CT | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Damas en puente Juan Pablo II | 1036DA20 | CE, pH, SST, Aceites y Grasas, SAAM, Aldrín, DDT, Simazina | | DBO ₅ , Color, NO ₂ ⁻ , HC | | | OD, CF, CT | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Damas en el sector de las compuertas | 1036DA30 | CE, pH, SST, NO ₂ ⁻ | DBO ₅ | Color | | | OD, CF, CT | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Damas antes de la confluencia con río Pilauco | 1036DA30 | CE, pH, SST, NO ₂ ⁻ | DBO ₅ | Color | OD | | CF, CT | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Damas antes de junta con río Rahue | 1036DA30 | CE, pH, SD, SST, NH ₄ ⁺ , Aceites y Grasas, SAAM, Aldrín, DDT, Simazina | DBO ₅ | Color, OD, NO ₂ ⁻ | HC | | CF, CT | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |

Bueno

116.

Tabla 5.2d: Cauce Secundario: Río Negro

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en límite de detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación |
|------------------------|--------------------|--|------------------------|------------------------------------|---|----|--|---|--|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Negro en Chahuilco | 1035NR20 | CE, OD, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ B, Mn | Cu, Cr _{tot} , Fe, Mo, Al | | Hg | Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF. |

Tabla 5.2e: Cauce Secundario: Río Nilahue

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en límite de detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación |
|-----------------------|--------------------|--|------------------|-----------------------------------|---|--------|--|---|--|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Nilahue en Mallay | 1030NI10 | CE, OD, pH, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ | B, Cu, Cr _{tot} , Mo, Al | | Fe, Hg | Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF. |

Tabla 5.2f: Cauce Secundario: Río Pilmaiquén

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en límite de detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación |
|--|--------------------|--|-------------------------|------------------|---|---|--|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Pilmaiquén en desagüe lago Puyehue | 1032PI10 | CE, OD, pH, Fe, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ A l | B, Cu | | | Cr _{tot} , Mo, Hg, Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF |
| Río Pilmaiquén en San Pablo | 1032PI20 | Color aparente SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ | CF, CT | DBO ₅ | | | Sn | Otros parámetros seleccionados | Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE, primavera 2003, DBO ₅ , color aparente, SD SST, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , CF, CT, Sn |

Bueno

118.

Tabla 5.2g: Cauce Secundario: Río Rahue

| Estación de Calidad | Código de Segmento | Clase del Instructivo | | | | | Parámetro con valor en límite detección | Parámetro seleccionados sin información | Observación |
|--|--------------------|--|--------------------------------|--|---|--------|---|---|--|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Río Rahue en desague lago Rupanco | 1034RA10 | CE, OD, pH, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF | DBO ₅ B | Cu, Cr _{tot} , Fe, Mo, Al | | Hg | Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF |
| Río Rahue antes de confluencia con río Damas | 1036RA10 | CE, OD, pH, SD, SST | NH ₄ ⁺ | Color | | CF, CT | | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |
| Río Rahue en Forrahue | 1036RA20 | SD, CE, OD, pH, SST, Mn, RAS, Cl, NH ₄ ⁺ , SO ₄ ⁻² , Ni, F-, NO ₂ ⁻ , Se, Zn, As | DBO ₅ C F, B, CT | Color aparente, Cu, Cr _{tot} , Fe, Mo, Al | | Hg, Sn | Cd, Pb | Otros parámetros seleccionados | Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003; DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F-, NO ₂ ⁻ , CT, CF, SN |
| Río Rahue aguas abajo río Damas | 1036RA20 | CE, pH, SST | | Color, OD | | CF, CT | | Otros parámetros seleccionados | Información EULA nivel 3. |

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

- Río Coihueco
- Río Caunahue
- Río Forrahue
- Río Chirre

5.4 Calidad Natural y Factores Incidentes

En la Tabla 5.3 se identifican los parámetros que exceden la clase 0 en los diferentes cursos de agua de la cuenca del río Bueno, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.7.

Bueno

120.

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

| Estación | Segmento | B (mg/L) | Cu (µg/L) | Cr (µg/L) | Fe (mg/L) | Mn (mg/L) | Mo (mg/L) | Al (mg/L) | Hg (µg/L) |
|---|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Río Bueno en Puerto Lapi | 1031BU10 | Clase 0 | (20) | (24) | 1,22 | Clase 0 | Clase 0 | ((0,16)) | -- |
| Río Bueno en Trumao (ca) (puerto viejo) | 1033BU10 | Clase 0 | 40 | ((35)) | 1,28 | Clase 0 | ((0,05)) | ((0,25)) | ((5)) |
| Río Calcurrupe en desembocadura (ca) | 1030CL10 | (0,46) | 20 | ((33)) | 0,94 | Clase 0 | ((0,02)) | ((0,33)) | (2) |
| Río Damas cerca Quemadas del Buey* | 1036DA10 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas en pte Chinganas* | 1036DA10 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas en Tacamo | 1036DA10 | Clase 0 | (17) | ((40)) | 3,5 | ((0,05)) | ((0,02)) | ((0,25)) | ((3)) |
| Río Damas a/j río Tijeral* | 1036DA20 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas después de Loncoleche* | 1036DA20 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas en pte Juna Pablo II* | 1036DA20 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas en las compuertas* | 1036DA30 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas a/j río Pilauco* | 1036DA30 | Clase 0 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Damas en puente ruta 5 | 1036DA20 | (<1) | ((<10)) | s/i | s/i | ((0,07)) | (0,02) | ((0,57)) | ((3)) |

Tabla 5.3 (Continuación): Valores estacionales máximos de los parámetros en la cuenca del río Bueno

| Estación | Segmento | B (mg/L) | Cu (µg/L) | Cr (µg/L) | Fe (mg/L) | Mn (mg/L) | Mo (mg/L) | Al (mg/L) | Hg (µg/L) |
|--|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Río Damas a/j río Rahue* | 1036DA30 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Negro en Chahuilco (ca) | 1035NR20 | (0,43) | 20 | ((33)) | 2,34 | (0,05) | (0,02) | ((0,48)) | (3) |
| Río Nilahue en Mallay (ca) | 1030NI10 | (0,54) | 40 | ((28)) | 6,8 | Clase 0 | ((0,02)) | ((0,35)) | (3) |
| Río Pilmaiquen en desagüe lago Puyehue | 1032PI10 | (0,58) | (19) | ((<10)) | Clase 0 | Clase 0 | ((<0,01)) | ((0,09)) | |
| Río Rahue en desagüe lago Rupanco (ca) | 1034RA10 | (0,44) | (19) | ((20)) | 1,03 | Clase 0 | ((0,05)) | ((0,13)) | (2) |
| Río Rahue a/j río Damas* | 1036RA10 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Rahue d/j río Damas* | 1036RA20 | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i | s/i |
| Río Rahue en Forrahue (ca) | 1036RA20 | (0,5) | 40 | ((25)) | 1,37 | Clase 0 | (0,02) | ((0,3)) | (3) |

Valores sin paréntesis: Percentil 66% (información nivel 1); Valores con 1 paréntesis: Promedios (información nivel 2); Valores con 2 paréntesis : Promedios (información nivel 3)

Fuente: Elaboración propia
*: Proyecto río Damas, EULA
s/i: sin información

De la inspección de la tabla, se infieren las siguientes conclusiones:

- El cobre, cromo y aluminio están presentes en toda la cuenca.

5.4.1 Boro

Los valores de boro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,43 mg/L (Est DGA río Pilmaiquén en desagüe lago Puyehue - invierno) a 0,58 mg/l (Est DGA río Pilmaiquén en desagüe lago Puyehue - otoño), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 45%.

La presencia de boro en las aguas superficiales se debería a la existencia de precipitados químicos interestratificados con arcillas, tobas, calizas y sedimentos lacustres, existentes en la cuenca del Bueno, los que al ser lixiviados por las aguas superficiales y subterráneas se adicionan a los cursos de agua.

5.4.2 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los <10 µg/L (Est DGA río Bueno en puerto Lapi-primavera) a 40 µg/l (Est DGA río Rahue en Forrahue - invierno).

El cobre se encuentra presente en la litología de las formaciones geológicas de la cordillera de los Andes (formaciones volcánicas) las cuales por procesos de lixiviación de filones de mineral adicionan cobre a las corrientes de agua.

5.4.3 Cromo

Los valores de cromo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los <10 µg/L (Est DGA río Damas en Tacamo -otoño) a 40 µg/l (Est DGA río Damas en pte Ruta 5 - invierno).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Damas.

5.4.4 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,94 mg/L (Est DGA río Calcurrupe en desembocadura) a 6,8 mg/l (Est DGA río Nilahue en Mallay- otoño).

La presencia de hierro en la parte alta de la cuenca se debe a la litología propia de la cuenca compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua.

5.4.5 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre 0,05 mg/L (Est DGA. río Negro en Chahuilco) a 0,07 mg/l (Est. DGA río Damas en Pte Ruta 5 - verano).

En la sección media y baja de los cursos de agua, el efecto edafológico pasa a ser relevante, pues los suelos presentan cantidades de manganeso que solubilizan cuando ocurren precipitaciones.

5.4.6 Molibdeno

Los valores de molibdeno procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los <0,01 mg/L (Est DGA río Bueno en puerto Lapi - invierno) a 0,05 mg/l (Est DGA río Bueno en Trumao - verano), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 525%.

La presencia de molibdeno va normalmente ligada a filones mineralizados de cobre, o depósitos porfiricos de este mineral.

5.4.7 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,09 mg/L (Est DGA río Pilmaiquén en desague lago Puyehue) a 0,57 mg/l (Est DGA río Damas en pte Ruta 5 - invierno).

La aparición del aluminio disuelto en el agua superficial se debe a la interacción de dos factores: las escorrentías de sedimentos compuestos principalmente de

Bueno

124.

aluminico silicatos (arcillas) y el pH (6,6 a 8,0), los cuales forman naturalmente complejos de aluminio en solución.

5.4.8 Falencias de información

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

El muestreo realizado por CADE-IDEPE en Noviembre del 2003 adicionó nueva información que si bien no es fiable para hacer afirmaciones y conclusiones si entrega orientaciones de otros parámetros cuya información es poco conocida, como el estaño se encontró presente en los todos los cursos muestreados, siendo inusualmente alto en el río Rahue en Forrahue en clase 4.

5.4.9 Conclusiones

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

- La calidad natural de la cuenca del río Bueno, es de clase de excepción a buena (Clase 1).
- Los parámetros que se encuentran presentes en abundancia en todos los cursos de agua son: cobre, cromo hierro y aluminio.
- Los factores más relevantes en la presencia de estos parámetros son la geología y edafología.
- La buena calidad natural del río se debe en gran parte a la gran cobertura vegetal y a altas precipitaciones sobre la cuenca.

6. PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS

6.1 Establecimiento de Tramos

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

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

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

Tabla 6.1: Tramos en la Cuenca del Bueno

| Cauce | Código Segmento | Tramo | Límites de Tramos |
|----------------|-----------------|----------|--|
| Río Bueno | 1031BU10 | BU-TR-10 | De: Salida Lago Ranco Hasta: Confluencia río Pilmaiquén |
| | 1031BU20 | | |
| | 1033BU10 | BU-TR-20 | De: Confluencia río Pilmaiquén Hasta: Confluencia río Rahue |
| | 1033BU20 | | |
| | 1037BU10 | BU-TR-30 | De: Confluencia río Rahue Hasta: Desembocadura |
| Río Caunahue | 1030CA10 | CA-TR-10 | De: Naciente río Caunahue Hasta: Entrada Lago Ranco |
| Río Calcurrupe | 1030CL10 | CL-TR-10 | De: Desague Lago Maihue Hasta: Entrada Lago Ranco |
| Río Nilahue | 1030NI10 | NI-TR-10 | De: Naciente río Nilahue Hasta: Entrada Lago Ranco |
| | 1030NI20 | | |
| Río Chirre | 1032CH10 | CH-TR-10 | De: Naciente río Chirre Hasta: Confluencia río Pilmaiquén |
| Río Pilmaiquén | 1032PI10 | PI-TR-10 | De: Naciente en desague lago Puyehue Hasta: Confluencia río Bueno |
| | 1032PI20 | | |
| Río Damas | 1036DA10 | DA-TR-10 | De: Naciente río Damas Hasta: Confluencia río Rahue |
| | 1036DA20 | | |
| | 1036DA30 | | |
| Río Negro | 1035NR10 | NR-TR-10 | De: Naciente río Negro Hasta: Confluencia río Rahue |
| | 1035NR20 | | |
| | 1035NR30 | | |
| Río Coihueco | 1034CO10 | CO-TR-10 | De: Naciente río Coihueco Hasta: Confluencia río Rahue |

Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del Bueno

| Cauce | Código Segmento | Tramo | Límites de Tramos |
|--------------|-----------------|----------|--|
| Río Rahue | 1034RA10 | RA-TR-10 | De: Naciente en desague lago Rupanco Hasta: Confluencia río Negro |
| | 1034RA20 | | |
| | 1036RA10 | RA-TR-20 | De: Confluencia río Negro Hasta: Confluencia río Bueno |
| | 1036RA20 | | |
| | 1036RA30 | | |
| Río Forrahue | 1035FO10 | FO-TR-10 | De: Naciente río Forrahue Hasta: Confluencia río Negro |

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

6.2 Requerimientos de Calidad según Usos del Agua

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

- *Usos de agua:* se reservan tres columnas para indicar los usos de agua en el tramo especificado.
- *Clase actual más característica:* corresponde a la clase de calidad de agua del *Instructivo* que agrupa la mayor parte de los valores de los parámetros representados por sus estadígrafos. Para este efecto se selecciona la clase de tal modo que aproximadamente no más del 10% de los parámetros quede con valores excedidos de la clase seleccionada (no más de 8 parámetros).
- *Clase de uso a preservar:* en función de los usos del agua en el tramo, en esta columna se trata de identificar la clase que es necesario preservar. Esta determinación no es automática, sino que requiere de un análisis en

profundidad, el cual se explica detalladamente en la sección destinada a la Metodología (Volumen 1, Sección II).

- *Clase Objetivo del tramo*: es una proposición que toma en cuenta diversos aspectos, como son: usos del agua, calidad natural, calidad actual de los parámetros, y valores a lograr en un futuro cercano, entendido como el plazo de validez de la calidad objetivo propuesta. En principio esta proposición considera que hay parámetros determinados por las características naturales de la cuenca o subcuenca, mientras que otros están condicionados, en distintos grados, por las acciones antrópicas. En particular, los parámetros afectados por aguas servidas son corregidos y asignados a clase 0, ya que ellos corresponden a acciones que se espera corregir dentro del plazo de validez de la calidad objetivo propuesta en este informe. En otros casos, se analiza el comportamiento del parámetro en función del conocimiento de la cuenca o subcuenca, ya sea a través de los factores incidentes o por evidentes acciones perturbadoras, a fin de dilucidar si es mejorable o no la calidad respecto de dicho parámetro. Aún así, cabe señalar que en la mayoría de los parámetros ajenos a las aguas servidas no existe suficiente información para establecer qué parte del valor medido corresponde a efectos antrópicos y cual a situaciones naturales, de tal modo que no se modifica su asignación de la clase actual. Para aquellos parámetros en que no existe información, se establece que la Calidad Objetivo será la definida para el tramo. Para el grueso de los parámetros, se trata de mejorar o al menos mantener la calidad natural del agua.
- *Excepciones en el tramo*, corresponde a los parámetros cuyos estadígrafos muestran que sus valores corresponden a clases de calidad distinta de la objetivo, ya sea con calidades mejores o peores. En cada situación se indican los parámetros con la clase correspondiente. Se ha considerado que estos parámetros tendrán las clases que por condiciones naturales le corresponden.
- *Parámetros seleccionados que requieren más estudios*, donde se incluyen los que tengan escasa o nula información, como asimismo los que por límites de detección de las mediciones existentes presentan problemas para su asignación de clases. Algunos de ellos no disponen de información de tal modo que la asignación de clase objetivo deberá ser ratificada con monitoreos posteriores.

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

| Cauce | Tramo | Acuicultura y pesca deportiva | Biodiversidad | Riego | Clase actual más característica | Clase de uso a preservar | Clase objetivo del tramo | Excepciones en el tramo | | Parámetros seleccionados que requieren más estudios |
|-----------|----------|-------------------------------|---------------|-------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|---|
| | | | | | | | | Clase Excep. | Parámetros que difieren de la clase Objetivo | |
| Río Bueno | BU-TR-10 | -- | -- | -- | 0 | No hay | 0 | 1 | -- | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | Cu, Cr, Fe, AL | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | -- | |
| | BU-TR-20 | -- | -- | -- | 0 | No hay | 0 | 1 | CT, CF, DBO ₅ | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | Cu, Cr, Fe, Mo, Al | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | Hg | |
| | BU-TR-30 | -- | -- | -- | s/i | No hay | 0 | Otras clases | s/i | Todos los parámetros seleccionados |

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Bueno: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, Color aparente, Amonio, Nitrito, Hidrocarburos, Aldrín, DDT, Boro, Cobre, Cromo_{total}, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Aluminio, Mercurio, Estaño, Coliformes Totales

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

Bueno
130.

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

| Cauce | Tramo | Acuicultura y pesca deportiva | Biodiversidad | Riego | Clase actual más característica | Clase de uso a preservar | Clase objetivo del tramo | Excepciones en el tramo | | Parámetros seleccionados que requieren más estudios |
|----------------|----------|-------------------------------|---------------|-------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|---|
| | | | | | | | | Clase Excep. | Parámetros que difieren de la clase Objetivo | |
| Río Caunahue | CA-TR-10 | -- | -- | -- | s/i | No hay | 0 | Otras clases | s/i | Todos los parámetros seleccionados |
| Río Calcurrupe | CL-TR-10 | 2 | -- | -- | 0 | 2 | 0 | 1 | B | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | Cu, Cr, Fe, Mo, Al | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | Hg | |
| Río Nilahue | NI-TR-10 | -- | (*) | -- | 0 | No hay | 0 | 1 | -- | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | B, Cu, Cr, Mo, Al | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | Fe, Hg | |

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

| Cauce | Tramo | Acuicultura y pesca deportiva | Biodiversidad | Riego | Clase actual más característica | Clase de uso a preservar | Clase objetivo del tramo | Excepciones en el tramo | | Parámetros seleccionados que requieren más estudios |
|----------------|----------|-------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---|---|
| | | | | | | | | Clase Excep. | Parámetros que difieren de la clase Objetivo | |
| Río Chirre | CH-TR-10 | -- | -- | -- | s/i | No hay | 0 | Otras clases | s/i | Todos los parámetros seleccionados |
| Río Pilmaiquén | PI-TR-10 | -- | -- | -- | 0 | No hay | 0 | 1 | Al, CF, CT | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | B, Cu, DBO ₅ | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | -- | |
| Río Damas | DA-TR-10 | -- | -- | Clase 1 a 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | CE, pH, SST, DBO ₅ , NO ₂ ⁻ , A y G, SAAM, Aldrin, DDT, Simazina, SD, NH ₄ ⁺ , B, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, F ⁻ , HC | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 1 | Mn | |
| | | | | | | | | 3 | HC, DDT | |
| | | | | | | | | 4 | Hg, OD, CF, CT | |

Bueno
132.

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

| Cauce | Tramo | Acuicultura y pesca deportiva | Biodiversidad | Riego | Clase actual más característica | Clase de uso a preservar | Clase objetivo del tramo | Excepciones en el tramo | | Parámetros seleccionados que requieren más estudios |
|--------------|----------|-------------------------------|---------------|-------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|---|
| | | | | | | | | Clase Excep. | Parámetros que difieren de la clase Objetivo | |
| Río Negro | NR-TR-10 | -- | -- | -- | 0 | No hay | 0 | 1 | B, Mn | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | Cu, Cr, Fe, Mo, Al | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | Hg | |
| Río Coihueco | CO-TR-10 | -- | (*) | -- | s/i | No hay | 0 | Otras clases | s/i | Todos los parámetros seleccionados |
| Río Forrahue | FO-TR-10 | -- | -- | -- | s/i | No hay | 0 | Otras clases | s/i | Todos los parámetros seleccionados |

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

| Cauce | Tramo | Acuicultura y pesca deportiva | Biodiversidad | Riego | Clase actual más característica | Clase de uso a preservar | Clase objetivo del tramo | Excepciones en el tramo | | Parámetros seleccionados que requieren más estudios |
|-----------|----------|-------------------------------|---------------|-------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|---|
| | | | | | | | | Clase Excep. | Parámetros que difieren de la clase Objetivo | |
| Río Rahue | RA-TR-10 | -- | -- | -- | 0 | No hay | 0 | 1 | B | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 2 | Cu, Cr, Fe, Mo, Al | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | Hg | |
| | RA-TR-20 | -- | -- | -- | 2 | No hay | 2 | 0 | CE, pH, SST, DBO ₅ , CF, CT, NO ₂ ⁻ , SD, NH ₄ ⁺ , OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, F ⁻ , Mn | Otros parámetros seleccionados |
| | | | | | | | | 1 | B | |
| | | | | | | | | 3 | -- | |
| | | | | | | | | 4 | Hg, Sn, CF, CT | |

6.3 Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo

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

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

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

7. OTROS ASPECTOS RELEVANTES

7.1 Indice de Calidad de Agua Superficial

7.1.1 Antecedentes

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

El ICAS de la cuenca del río Bueno, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 15 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- Color aparente
- Amonio
- Nitrito
- Hidrocarburos
- Aldrin
- DDT
- Boro
- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeso
- Molibdeno
- Aluminio
- Mercurio
- Coliformes totales

Debido a que 7 de los parámetros seleccionados (Color aparente, amonio, nitritos, hidrocarburos, aldrín, DDT y coliformes totales), han sido estudiados en monitoreos realizados a zonas específicas de la cuenca por lo que sería de gran utilidad incorporarlos en el

futuro al ICAS, en este momento no se considerarán, debido a la escasez de información para el resto de la cuenca.

7.1.2 Estimación del ICAS

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

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

| Estación de Muestreo | ICAS |
|---|------|
| Río Bueno en Puerto Lapi | 96 |
| Río Bueno en Trumao (ca) (puerto viejo) | 94 |
| Río Calcurrepe en desembocadura (ca) | 94 |
| Río Damas en Tacamo | 90 |
| Río Damas en puente ruta 5 | 87 |
| Río Negro en Chahuilco (ca) | 92 |
| Río Nilahue en Mallay (ca) | 91 |
| Río Pilmaiquen en desagüe lago Puyehue | 95 |
| Río Rahue en desagüe lago Rupanco (ca) | 95 |
| Río Rahue en Forrahue (ca) | 94 |

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Bueno posee tributarios de buena calidad. El cauce principal, calidad buena, a pesar de existir intervención antrópica. La memoria de cálculo de la tabla se encuentra en anexo 7.1.

7.1.3 Estimación del ICAS objetivo

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

Tabla 7.2: Clases Objetivos para cada Estación de Muestreo

| Estación de Muestreo | Clase Objetivo |
|---|----------------|
| Río Bueno en Puerto Lapi | 0 |
| Río Bueno en Trumao (ca) (puerto viejo) | 0 |
| Río Calcurrupe en desembocadura (ca) | 0 |
| Río Damas en Tacamo | 2 |
| Río Damas en puente ruta 5 | 2 |
| Río Negro en Chahuilco (ca) | 0 |
| Río Nilahue en Mallay (ca) | 0 |
| Río Pilmaiquen en desagüe lago Puyehue | 0 |
| Río Rahue en desagüe lago Rupanco (ca) | 0 |
| Río Rahue en Forrahue (ca) | 2 |

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

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

| Estación de Muestreo | ICAS |
|--|------|
| Río Calcurrupe en desembocadura (ca) | 96 |
| Río Negro en Chahuilco (ca) | 94 |
| Río Nilahue en Mallay (ca) | 92 |
| Río Pilmaiquen en desagüe lago Puyehue | 96 |
| Río Rahue en desagüe lago Rupanco (ca) | 96 |

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

7.2 Programa de Monitoreo Futuro

La base del programa de monitoreo futuro (estándar) considera que su objetivo es la verificación de la norma secundaria y que las mediciones se efectuarán como complemento de la actual red de monitoreo de la DGA, situación que se materializa en definir los parámetros adicionales en cada estación existente y en agregar otras estaciones, si es

estrictamente necesario. La metodología se encuentra descrita en la sección correspondiente y abarca desde la toma de muestras hasta el tratamiento de la información.

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

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

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

- Parámetros Obligatorios: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Color Aparente, Amonio, Cianuro, Hidrocarburos, Aldrin, DDT, Boro, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Aluminio, Estaño, Mercurio, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Cadmio, Plomo
- Parámetros Sin Información: Fluoruro, Sulfuro
- Parámetros Orgánicos: Grasas y Aceites, Detergentes, Hidrocarburos
- Parámetros Orgánico Plaguicidas: Los del Instructivo, según Anexo A.9, Sección 6.5 (sólo dos años)

Tabla 7.3 (Continuación): Programa de Monitoreo Futuro

| | Punto de Muestreo | Río Bueno en Puerto Lapi | Río Bueno en Trumao | Río Calcurrupe en Desemb. | Río Damas en Tacamo | Río Damas en puente Ruta 5 | Río Negro en Chahuilco | Río Nilahue en Mallay | Río Pilmaiquén en desague Lago Puyehue | Río Pilmaiquén en San Pablo | Río Rahue en desague Lago Rupanco | Río Rahue en Forrahue |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | COD_SEG | 1031BU10 | 1033BU10 | 1030CL10 | 1036DA10 | 1036DA30 | 1035NR20 | 1030NI10 | 1032PI10 | 1032PI20 | 1034RA10 | 1036RA20 |
| INDICADOR | UNIDAD | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima | Frecuencia Mínima |
| METALES ESENCIALES | | | | | | | | | | | | |
| Boro | mg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Cobre | µg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Cromo total | µg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Hierro | mg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Manganeso | mg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Molibdeno | mg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Niquel | µg/l | | | | | | | | | | | |
| Selenio | µg/l | | | | | | | | | | | |
| Zinc | mg/l | | | | | | | | | | | |
| METALES NO ESENCIALES | | | | | | | | | | | | |
| Aluminio | mg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Arsénico | mg/l | | | | | | | | | | | |
| Cadmio | µg/l | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD |
| Estaño | µg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Mercurio | µg/l | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |
| Plomo | mg/l | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD | LD |
| INDICADORES MICROBIOLÓGICOS | | | | | | | | | | | | |
| C Fecales (NMP) | gérmenes/100 ml | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| C Totales (NMP) | gérmenes/100 ml | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL | PPL |

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

7.3 Sistema de Información Geográfico

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

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

7.4 Referencias

| Referencia | Título del Informe |
|------------|--|
| 2.1 | http://www.geocities.com . |
| 2.2 | MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile. 1987. |
| 2.3 | SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002. |
| 2.4 | VOLCANES Activos de Chile http://povi.org/chile.htm |
| 2.5 | MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile. |
| 2.6 | IGM, Instituto Geográfico Militar. Levantamiento Aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000. Hoja Osorno, escala 1:250.000. 1986. |
| 2.7 | IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983. |
| 2.8 | INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias 2003 http://www.inia.cl/cobertura/remehue/area/ |
| 2.9 | GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994. |
| 2.10 | GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y fauna acuática de los ríos Andalién, Paicaví, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín. Noviembre 2003. |
| 2.11 | INE, Instituto Nacional de Estadísticas. http://www.censo2002.cl . |
| 2.12 | CHILE AUSTRAL 2003. http://www.chileaustral.cl/ciudades/rbueno/rbue00.html |
| 2.13 | EDUCAR Chile, El Portal de la Educación 2004. http://www.educarchile.cl/eduteca/todounmundo/10/osorno/img/plaza1x.jpg |
| 2.14 | CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo. |
| 2.15 | CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente. Estrategia Regional para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad, Décima Región de Los Lagos. Septiembre de 2002. |
| 3.1 | IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los recursos Hídricos de Chile. 1996. |