

**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 MAIPO**

**JULIO 2004**

**CADE-IDEPE**  
CONSULTORES EN INGENIERIA



## INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES.....	1
2.	RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	2
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar.....	2
2.2	Sistema Físico Natural.....	4
2.2.1	Clima.....	4
2.2.2	Geología y volcanismo.....	5
2.2.3	Hidrogeología.....	7
2.2.4	Geomorfología.....	8
2.2.5	Suelos.....	9
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del río Maipo.....	12
2.3.1	Comunidades vegetales.....	12
2.3.2	Descripción y caracterización de la biota acuática.....	14
2.4	Sistemas Humanos.....	18
2.4.1	Asentamientos humanos.....	18
2.4.2	Actividades económicas.....	19
2.5	Usos del Suelo.....	21
2.5.1	Uso agrícola.....	21
2.5.2	Uso forestal.....	22
2.5.3	Uso urbano.....	23
2.5.4	Áreas bajo protección oficial y conservación de la biodiversidad.....	24
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	26
3.1	Información Fluviométrica.....	26
3.2	Usos del Agua.....	28
3.2.1	Usos in – situ.....	28
3.2.2	Usos extractivos.....	29
3.2.3	Biodiversidad.....	34
3.2.4	Usos ancestrales.....	35
3.2.5	Conclusiones.....	35

**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
3.3	Caracterización de las Descargas .....	38
3.3.1	Aguas servidas.....	38
3.3.2	Residuos industriales líquidos.....	41
3.3.3	Contaminación difusa por pesticidas.....	45
3.4	Datos de Calidad del Agua.....	45
3.4.1	Fuentes de información .....	45
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreos .....	49
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION .....	52
4.1	Análisis de Información Fluviométrica.....	52
4.1.1	Análisis por estación .....	52
4.1.2	Conclusiones .....	70
4.2	Análisis de la Calidad de Agua .....	71
4.2.1	Selección de parámetros .....	72
4.2.2	Análisis de tendencia central.....	75
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE.....	78
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI) .....	80
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional.....	81
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua .....	100
4.3.1	Conclusiones .....	122
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES	123
5.1	Análisis Espacio Temporal en Cauce Principal.....	123
5.2	Análisis de los Parámetros de Calidad a nivel de Cuenca.....	140
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca .....	145
5.4	Calidad Natural Y Factores Incidencedentes .....	162
5.4.1	Cobre .....	165
5.4.2	Aluminio .....	166
5.4.3	Hierro.....	166
5.4.4	Cromo.....	167
5.4.5	Molibdeno .....	167
5.4.6	Manganeso.....	168

**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
5.4.7	Conductividad eléctrica .....	169
5.4.8	Relación de absorción de sodio (RAS) .....	169
5.4.9	Sulfatos .....	170
5.4.10	Zinc .....	170
5.4.11	Arsénico.....	170
5.4.12	Cloruros .....	171
5.4.13	Plomo .....	171
5.4.14	Falencias de información.....	171
5.4.15	Conclusiones .....	172
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS.....	174
6.1	Establecimiento de Tramos.....	174
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua .....	177
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo .....	187
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES .....	188
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial .....	188
7.1.1	Antecedentes .....	188
7.1.2	Estimación del ICAS .....	188
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo .....	189
7.2	Programa de Monitoreo Futuro .....	191
7.3	Sistema de Información Geográfico .....	195
7.4	Referencia Bibliográficas .....	195

## Maipo

iv.

### **ANEXOS**

- Anexo 3.1 : Estadísticas de Caudales Medios Mensuales cuenca del río Maipo
- 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 4.3 : Mapa Potencial de Generación Acida
- Anexo 6.1: Asignación Clase Actual y Objetivo Cuenca del río Maipo
- Anexo 7.1: Índice de Calidad Actual Cuenca del Río Maipo
- Anexo 7.2: Índice de Calidad Objetivo Cuenca del Río Maipo

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La cuenca hidrográfica del Río Maipo abarca prácticamente la totalidad del territorio de la Región Metropolitana, parte de la V y VI regiones extendiéndose entre los paralelos 32°55'-34°15' latitud sur y meridianos 69°55'-71°33' longitud oeste. Drena una superficie de 15.304 Km<sup>2</sup>. La superficie de la cuenca, cubre prácticamente el 100% de la Región Metropolitana y una mínima superficie de las Regiones de Valparaíso (Provincia de San Antonio y Valparaíso) y del Libertador Bernardo O'Higgins (Provincia de Cachapoal).

El Río Maipo tiene una longitud de 250 Km y es la principal fuente de agua de la Región Metropolitana. Atiende alrededor del 70% de la demanda actual de agua potable y cerca de un 90% de las demandas de regadío. Otro aprovechamiento intensivo es el hidroeléctrico. Esta cuenca, posee una alta concentración de habitantes e industrias.

Los cauces seleccionados para el estudio de la cuenca del río Maipo son:

- río Maipo
- río Volcán
- río Yeso
- río Colorado
- río Olivares
- río Angostura
- río Mapocho
- estero Yerba Loca
- río San Francisco
- río Molina
- estero Arrayán
- estero Colina
- estero Polpaico
- estero Puangue

## Maipo

2.

## 2. RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA

### 2.1 Cartografía y Segmentación Preliminar

#### a) Cartografía

La cartografía utilizada en la Cuenca del río Maipo 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
- 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.)
- Bases del Proyecto OTAS desarrollado para el Gobierno Regional de la Región Metropolitana.
- Catastro de industrias y descargas de la COREMA de la Región Metropolitana.

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 Maipo es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en la lámina 1940-MAI-02.

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

CUENCA RIO MAIPO					Límites de los segmentos	
Subcuenca	Cauce	REF	SubSeq	Código	Inicia en:	Termina en:
0570	Río MAIPO	MA	1	0570-MA-10	Naciente río Maipo	Confluencia río Volcán
0570	Río MAIPO	MA	2	0570-MA-20	Confluencia río Volcán	Confluencia río Yeso
0570	Río MAIPO	MA	3	0570-MA-30	Confluencia río Yeso	Confluencia río Colorado
0570	Río VOLCAN	VO	1	0570-VO-10	Naciente río Volcán	Confluencia río Maipo
0570	Río YESO	YE	1	0570-YE-10	Salida Embalse Yeso	Confluencia río Maipo
0570	Río COLORADO	CO	1	0570-CO-10	Naciente río Colorado	Confluencia río Olivares
0570	Río COLORADO	CO	2	0570-CO-20	Confluencia río Olivares	Confluencia río Maipo
0570	Río OLIVARES	OL	1	0570-OL-10	Naciente río Olivares	Confluencia río Colorado
0571	Río MAIPO	MA	1	0571-MA-10	Confluencia río Colorado	Est.DGA río Maipo en los Morros
0571	Río MAIPO	MA	2	0571-MA-20	Est.DGA río Maipo en los Morros	Confluencia río Angostura
0571	Río MAIPO	MA	3	0571-MA-30	Confluencia río Angostura	Est.DGA río Maipo en Puente Naltahua
0571	Río MAIPO	MA	4	0571-MA-40	Est.DGA río Maipo en Puente Naltahua	Confluencia río Mapocho
0571	Río ANGOSTURA	AN	1	0571-AN-10	Naciente río Angostura	Confluencia río Maipo
0572	Río MAPOCHO	MP	1	0572-MP-10	Confluencia río San Francisco	Confluencia estero Arrayán
0572	Est. YERBA LOCA	YL	1	0572-YL-10	Naciente estero Yerba Loca	Confluencia río San Francisco
0572	Río SAN FRANCISCO	SF	1	0572-SF-10	Naciente río San Francisco	Confluencia estero Yerba Loca
0572	Río SAN FRANCISCO	SF	2	0572-SF-20	Confluencia estero Yerba Loca	Confluencia río Molina
0572	Est.ARRAYAN	AR	1	0572-AR-10	Naciente estero Arrayán	Confluencia río Mapocho
0572	Río MOLINA	MO	1	0572-MO-10	Naciente río Molina	Confluencia río San Francisco
0573	Río MAPOCHO	MP	1	0573-MP-10	Confluencia estero Arrayán	Confluencia estero Lampa
0573	Río MAPOCHO	MP	2	0573-MP-20	Confluencia estero Lampa	Est.DGA río Mapocho en Rinconada Maipú
0573	Río MAPOCHO	MP	3	0573-MP-30	Est.DGA río Mapocho en Rinconada Maipú	Confluencia río Maipo
0573	Est.COLINA	EC	1	0573-EC-10	Naciente estero Colina	Est.DGA río Colina en Compuerta Vargas
0573	Est.COLINA	EC	2	0573-EC-20	Est.DGA río Colina en Compuerta Vargas	Confluencia estero Lampa
0573	Est.POLPAICO	PO	1	0573-PO-10	Naciente estero Polpaico	Confluencia estero Chacabuco
0573	Est.LAMPA	LA	1	0573-LA-10	Confluencia estero Polpaico y Chacabuco	Confluencia estero Colina
0573	Est.LAMPA	LA	2	0573-LA-20	Confluencia estero Colina	Confluencia río Mapocho
0574	Río MAIPO	MA	1	0574-MA-10	Confluencia río Mapocho	Confluencia estero Puangue
0574	Río MAIPO	MA	2	0574-MA-20	Confluencia estero Puangue	Est.DGA río Maipo en Cabimbao
0574	Río MAIPO	MA	3	0574-MA-30	Est.DGA río Maipo en Cabimbao	Desembocadura
0574	Estero PUANGUE	PU	1	0574-PU-10	Naciente estero Puangue	Frente a Curacaví
0574	Estero PUANGUE	PU	2	0574-PU-20	Frente a Curacaví	Est.DGA estero Puangue en ruta 78
0574	Estero PUANGUE	PU	3	0574-PU-30	Est.DGA estero Puangue en ruta 78	Confluencia río Maipo

## Maipo

4.

### 2.2 Sistema Físico Natural

#### 2.2.1 Clima

Los climas que se distinguen en la cuenca del río Maipo, corresponden a los climas: Templado de tipo Mediterráneo con estación seca prolongada y Frío de altura en la Cordillera de los Andes.

##### a) Clima Templado Mediterráneo con estación seca prolongada

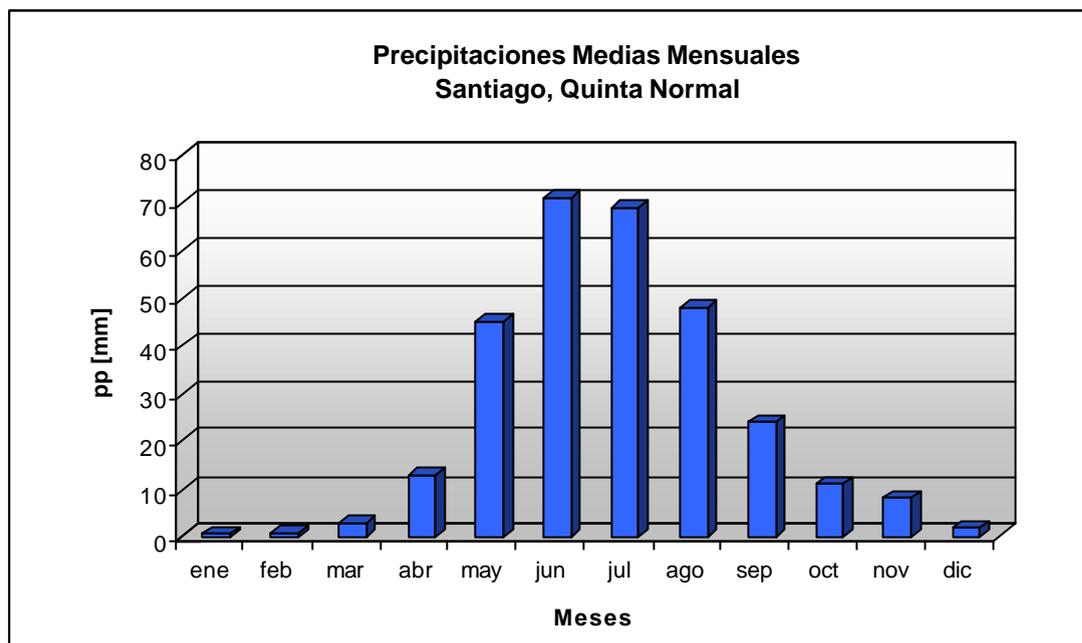
Se desarrolla prácticamente en toda la cuenca del río Maipo. Su característica principal es la presencia de una estación seca prolongada y un invierno bien marcado con temperaturas extremas que llegan a cero grados. Santiago registra una temperatura media anual de 14,5° C, pero los contrastes térmicos son fuertes. En verano las máximas alcanzan valores superiores a 30° C durante el día.

Los montos de precipitación media anual registrados en el sector costero de la cuenca alcanzan valores aproximados de 404 mm/año y temperaturas de 14,9° C. Por efectos del relieve, en el sector centro de la cuenca (estación Quinta Normal), se presentan áreas de mayor sequedad y montos menores de precipitación (300 mm/año). En sectores más elevados, las precipitaciones aumentan alcanzando valores medios anuales de 536 mm (San José de Maipo) y temperaturas medias anuales de 14,2°C (Las Melosas).

##### b) Clima Frío de Altura

El Clima Frío de Altura, se localiza en la Cordillera de los Andes por sobre los 3.000 metros de altura. Las bajas temperaturas y las precipitaciones sólidas caracterizan este tipo climático, permitiendo la acumulación de nieve y campos de hielo de tipo permanentes en cumbres y quebradas de la alta Cordillera.

En general, para ambos tipos climáticos, los valores registrados de precipitación, son mayores durante las temporadas invernales especialmente durante los meses de mayo, junio, julio y agosto (ver figura 2.1).



[Ref. 2.1]

**Figura 2.1: Precipitaciones Medias Mensuales Registradas en Estación Pluviométrica de Quinta Normal**

La escorrentía en el sector costero de la cuenca, presenta valores aproximados de 99,5 mm/año y en el sector centro – norte (Mapocho en Los Almendros), estos valores no superan los 7 mm/año.

Desde el punto de vista de disponibilidad de los recursos hídricos, las pérdidas de agua por evaporación alcanzan, en el sector centro de la cuenca (Santiago, Quinta Normal), los 1.241 mm/año y en sectores altos (Río Yeso), 1.759 mm/año. [Ref. 2.1]

### 2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del río Maipo, presenta rellenos por sedimentos fluviales y fluvio-glaciales y cenizas volcánicas, rocas graníticas paleozoicas y mesozoicas, además de rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas.

Entre las formaciones presentes en la cuenca las que inciden en la calidad del agua son:

## Maipo

6.

- Rocas volcánicas del mioceno inferior- medio; complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas: lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesítico-basáltica a dacíticas ubicadas principalmente en el sector de río Olivares.
- Rocas volcanosedimentarias del neocomiano; secuencias volcánicas y sedimentarias marinas, lavas andesíticas y basálticas, tobas y brechas volcánicas y sedimentos areniscas y calizas fosilíferas ubicadas principalmente en el sector de la junta entre el río Maipo y río Mapocho.
- Rocas volcánicas del cretácico inferior-alto; secuencias y complejos volcánicos continentales, lavas y brechas basálticas a andesíticas, rocas piroclásticas andesíticas a riolíticas ubicadas principalmente en el sector de río Clarillo.
- Rocas sedimentarias del jurásico superior- cretácico inferior; secuencias sedimentarias marinas litorales o plataformales, calizas, lutitas, areniscas calcáreas, areniscas y coquinas ubicadas principalmente en el nacimiento del río Maipo.

El área comprendida entre el nacimiento del río Maipo hasta la confluencia con el río Colorado, se encuentra influenciado por lavas y formaciones carbonatadas. El río Olivares presenta una leve influencia de andesitas en la parte alta del cauce. Desde el sector de río Colorado hasta el Estero Colina, nuevamente se encuentran lavas y formaciones carbonatadas.

En el territorio donde se emplaza el estero Yerba Loca, estero Arrayán y Colina, no se encuentran rocas que influyan en la calidad de las aguas por solubilización de iones. El río Mapocho y Maipo, presentan influencia de rocas andesíticas, desde la junta con río Colorado hasta la intersección con el Mapocho. El estero Puangue no presenta de manera significativa influencia por rocas andesíticas. En el territorio restante de la cuenca, no se presentan formaciones rocosas que influyan en la calidad de las aguas. [Ref. 2.2]

La influencia volcánica en la cuenca, es variada desde el punto de vista de actividad. Los volcanes Tupungato y Marmolejo están extinguidos, los volcanes activos son el Tupungatito, San José y Maipo. Esto revela una gran influencia volcánica en la zona.

Los volcanes Tupungatito (5.682 m s.n.m.) y San José (5.856 m s.n.m.), presentan estructura de estratovolcán, el primero, presenta fumarolas permanentes. El volcán Maipo (5.264 m s.n.m.) perteneciente a la categoría de caldera, es un volcán activo que no ha presentado erupciones en los últimos dos siglos. [Ref. 2.3]

### 2.2.3 Hidrogeología

La cordillera de los Andes, presenta a la entrada de la cuenca, producto de la excavación del lecho del río, rocas graníticas que conforman una barrera hidrogeológica que impide el paso de aguas subterráneas a la cuenca; el río Mapocho y los esteros Colina y Angostura ingresan a la cuenca a través de lechos excavados en rocas volcánicas impermeables. En consecuencia, las aguas de las hoyas de los ríos Colina, Mapocho, Maipo Superior y Angostura, sólo pueden ingresar a la cuenca superficialmente para luego infiltrarse en el relleno. La permeabilidad de esta zona de la cuenca es prácticamente nula.

La depresión intermedia, corresponde a una fosa tectónica, que por sus características geológicas hace que su permeabilidad sea media-alta.

La cordillera de la costa está constituida por rocas graníticas paleozoicas, además de rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas, las que en su meteorización ha formado “maicillo”, el que permite la infiltración y acumulación de aguas subterráneas. La permeabilidad de esta zona es media-baja.

La información de la cuenca del Maipo que se puede extraer del Mapa Hidrogeológico confirma que sólo un acuífero se ubica en el sector cordillerano, específicamente en el sector del río Volcán y Yeso. Esta reserva de aguas subterráneas llamada acuífero de Santiago, se localiza desde la repcordillera hasta Talagante, con dimensiones cercanas a 10.000 millones de metros cúbicos, equivalentes a 40 embalses El Yeso. Siguiendo el sentido de escurrimiento del río Maipo, otro acuífero se localiza en el sector del río Volcán, en que se junta con el río Maipo. En el área restante de la zona cordillerana no hay existencia de acuíferos.

Los acuíferos que se encuentran en el valle de la cuenca, poseen diversas características, tanto de profundidad como de calidad química de las aguas. En la zona comprendida entre los esteros Puangue y Lampa, no se encuentran acuíferos subterráneos, debido a las características de permeabilidad allí existentes. [Ref. 2.4]

## Maipo

8.

### 2.2.4 Geomorfología

En la zona andina de la cuenca, altas cumbres alimentan la hoya superior del río Maipo, con alturas que fluctúan entre los 6.000 y 2.000 m s.n.m.

La zona de piedmont y planicie se caracterizan por los procesos de relleno de los ríos Maipo, Mapocho y Angostura (en su curso inferior) originados por procesos de glaciación y volcanismo de zonas cordilleranas. La actividad volcánica ha producido relleno de cenizas y piedra pómez; mezcladas con materiales como arcillas, arenas y bloques de depósitos más antiguos. Los fenómenos de relleno hacen que la cuenca presente distintas alturas, siendo los puntos más altos Apoquindo y Puente Alto (700 m). Desde esos puntos el terreno se deprime en todas direcciones hasta alcanzar su altura mínima en el extremo sur, en la localidad de Hospital con 348 m y en Talagante con 343 m.

En el centro de la cuenca, por encima de estos materiales existe ripio aluvial producido por los conos recientes del río Mapocho. Dos son los conos de este río: el interno desde El Arrayán hasta el cerro Santa Lucía y el externo desde la estrechez de los cerros San Cristóbal y Santa Lucía. La superposición de éstos y el cono del Maipo son las formas más representativas del valle de la cuenca.

Al norte de Santiago, la cuenca muestra caracteres morfológicos distintos, ya que no existe ningún río de importancia, por lo que la superficie de la planicie ha quedado por debajo de los conos de deyección de los ríos Maipo y Mapocho, dificultando el drenaje de las aguas.

La parte sur de la cuenca (Paine y Hospital) ha sufrido una tectónica de hundimiento reciente, por lo cual el nivel del relleno llega al pie de los cerros sin que aparezcan conos, taludes, etc. Existe ausencia de terrazas fluviales, encontrándose en estos sectores importantes y profundas reservas de agua subterránea de toda la cuenca.

Por el valle del estero Arrayán descendieron las morrenas glaciares hacia el valle del Mapocho. Al interior del Cajón de Olivares se forman pequeños conos y bolsones producto de la lluvia de cenizas desde la cordillera andina. Estos depósitos, al igual que en el río Yeso, corresponden a cenizas eólicas. Las acumulaciones en Pudahuel, son cenizas arrastradas por ríos con dinámica de aluvión.

Siguiendo el curso del Mapocho, entre El Arrayán y El Monte, tres sectores pueden identificarse: entre El Arrayán y Quinta Normal, el lecho es con difluencias y los

canales se adaptan a los bancos de ripio y grava. En Pudahuel, el Mapocho atraviesa la terraza cinerítica en canal único y calibrado; por último, aguas abajo de las cineritas, el drenaje se abre en canales anastomosados.

El río Mapocho ha sido desplazado hacia el norte por el cono del río Maipo, describiendo un arco y descendiendo hacia el sur por causa de la Cordillera de la Costa hasta desembocar en el Maipo.

El Maipo, ha tenido una actividad más compleja y dinámica, caracterizada por ciclos de sedimentación y posterior erosión que rellenan la cuenca y a la vez forman aterrazamientos en los bordes.

En la localidad de El Monte se interrumpe el cordón costero permitiendo el paso del sistema fluvial Maipo – Mapocho, donde confluyen sus aguas.

La característica más importante desde la perspectiva de morfología fluvial, es que tanto el río Maipo como el Mapocho, al atravesar el llano central de la cuenca presentan un cauce ancho con presencia de bancos con material de gravas y arenas, dándoles el carácter de ríos anastomosado.

La desembocadura del río Maipo se presenta como cauce en ría, produciéndose interacción entre la actividad fluvial y marina. [Ref. 2.5]

#### 2.2.5 Suelos

Se distinguen cuatro secciones:

##### a) Sección superior de la cuenca (alta cordillera)

Suelos esqueléticos sobre afloramiento rocoso. La litología y disposición de formaciones geológicas, de las hoyas hidrográficas de los ríos Colina, Mapocho, Maipo superior y Angostura, no son favorables a la acumulación y transmisión de aguas subterráneas. Es posible una escasa infiltración a poca profundidad. La erosión se produce sobre las laderas escarpadas, arrastrando material hacia los lechos encajonados.

## Maipo

10.

b) Sección media de la cuenca (precordillera o piedmont)

Zonas de piedmot que rodean la cuenca con suelos estratificados, bien drenados y de fertilidad natural alta. Representado por tres sectores de norte a sur en la cuenca.

i) Sector Rungue-Polpaico, de fertilidad natural alta. Suelos subutilizados debido a la falta de agua de regadío

- Textura: moderadamente finas (franco arcillosa a franco arcillo arenosa) y finas (muy arcillosa a arcillo arenosa)
- Permeabilidad: media – baja
- Escorrentía: media - alta
- Riesgo de erosión: moderado - alto

ii) Sector Colina-Batuco con problemas de drenaje por haber sido un fondo lacustre.

- Textura: medias (franca a muy limosa) y moderadamente finas (franco arcillosa a franco arcillo arenosa)
- Permeabilidad: media
- Escorrentía: media
- Riesgo de erosión: moderado

iii) Sector Hospital-Aculeo presenta suelos graníticos, estratificados y pedregosos.

- Textura: moderadamente gruesa (franco arenosa) y media (franca, franco limosa y muy limosa).
- Permeabilidad: media
- Escorrentía: media
- Riesgo de erosión: moderado

c) Sección fondo de valle de la cuenca

Suelos con problemas de drenaje y permeabilidad; muestran grados variables de salinidad y/o alcalinidad y serias limitaciones para su utilización agrícola.

- Textura: fina (muy arcillosa a arcillo arenosa)

- Permeabilidad: baja (suelos impermeables)
- Escorrentía: alta
- Riesgo de erosión: alto

i) Suelos del Mapocho sector del piedmont, formados a partir de conos regulares de piedmont y terraza principal de llano aluvial.

- Textura: gruesa (muy arenosa, incluso gravas y ripio)
- Permeabilidad: alta
- Escorrentía: lenta
- Riesgo de erosión: bajo

ii) Suelos del Mapocho, sector Pudahuel y Maipú. Se forman a partir de ceniza volcánica que conforman las terrazas de hidrocineritas.

- Textura: moderadamente fina (franco arcillosa a franco arcillo arenosa) y fina (arcillo arenosa a muy arcillosa)
- Permeabilidad: media - baja
- Escorrentía: media - alta
- Riesgo de erosión: medio – alta

d) Sección baja de la cuenca: zona costera

Valles estrechos como Melipilla y estero Puangue. Suelos de material granítico, estratificados. Generalmente bien drenados, de fertilidad natural baja o moderada y una subutilización agrícola marcada por la falta de agua.

- Textura: moderadamente gruesa (franco arenoso) y gruesa (arenoso franca o muy arenosa).
- Permeabilidad: media - alta
- Escorrentía: media - lenta
- Riesgo de erosión: medio – bajo [Ref. 2.6]

## Maipo

12.

### 2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del río Maipo

#### 2.3.1 Comunidades vegetales

De acuerdo a la clasificación realizada por Gajardo en la cuenca del río Maipo se describen 9 formaciones vegetacionales con sus respectivas comunidades. Estas formaciones pertenecen a 3 regiones vegetacionales del país: la Región de la Estepa Altoandina, la Región del matorral y el bosque esclerófilo y la Región del Bosque caducifolio. Esta clasificación se muestra esquemáticamente en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2: Clasificación Vegetacional de la Cuenca del río Maipo**

Región	Subregión	Formación
Región de la estepa altoandina	Sub región del los andes mediterráneos	Matorral esclerófilo andino.
		Estepa altoandina de la cordillera de Santiago.
Región del matorral y el bosque esclerófilo	Sub región del matorral y del bosque espinoso.	Matorral espinoso de las serranías.
		Bosque espinoso abierto
		Matorral espinoso de la cordillera de la costa.
		Matorral espinoso del secano costero
	Bosque esclerófilo costero	
	Sub región del bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo de la precordillera andina
Región del bosque caducifolio	Sub región del bosque caducifolio montano.	Bosque caducifolio de Santiago.

[Ref. 2.2]

#### a) Región de la Estepa Altoandina

Se encuentra en la Cordillera de los Andes árida y semiárida, extendiéndose desde el extremo norte, en el límite con Perú y Bolivia, hasta las montañas andinas de la VII Región. Comparte muchas de las características que el cordón andino presenta a través de toda su extensión, pero al mismo tiempo demuestra peculiaridades que le son propias. Los factores determinantes son la altitud y el relieve, como complejo modificador de todos los otros factores, siendo la aridez relativa y un corto período vegetativo, lo que determina una fisonomía particular de sus formaciones vegetales. A este respecto, como forma de vida de las plantas existe una gran homogeneidad, aunque puede resumirse la existencia de tres tipos biológicos fundamentales: plantas pulvinadas o en cojín, las gramíneas cespitosas, pastos duros o “coirones” y, los arbustos bajos de follaje ducido (“tolas”). El conjunto de las formaciones vegetales constituye un mosaico en que predomina una u otra de las formas biológicas mencionadas.

Dentro de esta región, destaca la Sub región de los Andes Mediterráneos.

Las estepas alto andinas de los Andes Mediterráneos se caracterizan como unidad natural por dos factores principales propios del ambiente físico. En primer lugar, desde el punto de vista climático corresponde a un territorio que tiene predominantemente precipitaciones de invierno, en un gradiente que aumenta de norte a sur. En segundo lugar, se caracteriza por un relieve abrupto y montañoso, con altas montañas de laderas escarpadas, en que son frecuentes los litosoles, concediendo un aspecto general de desierto de altitud.

La zonación altitudinal de las comunidades vegetales es marcada, siendo muy importante en el patrón de su distribución factores tales como el relieve y la altitud, fisonómicamente, la forma de vida dominante son las plantas bajas, herbáceas o arbustivas, de carácter pulvinado, aunque en muchos lugares predominan las gramíneas en mechón. En los pisos inferiores, penetran fuertemente los elementos esclerófilos en el norte y caducifolios en el sur.

b) Región del Matorral y el Bosque Esclerófilo

Es la región vegetacional que se extiende a través de la zona central de Chile, cuya característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo denominado mediterráneo, es decir, inviernos fríos y lluviosos con veranos cálidos y secos. Las precipitaciones aumentan progresivamente de norte a sur y es patrón fundamental en la distribución de las formaciones vegetales la presencia de las cordilleras de la Costa y de los Andes.

Los paisajes vegetales son complejos por diferentes razones. En primer lugar, es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales al extremo que podría afirmarse que son excepcionales las muestras de la vegetación original. En segundo lugar, es un área que se encuentra en una posición latitudinal de transición climática, lo que sumado a la existencia de un relieve montañoso, permite una fuerte interpenetración con las regiones vegetacionales adyacentes. En tercer lugar, la presencia en el sector costero de comunidades vegetales de carácter relictual, provoca la participación de un conjunto de elementos florísticos de difícil interpretación.

En una región con una tan alta diversidad vegetacional, las formas de vida que se encuentran son variadas. Predominan los arbustos altos de hojas esclerófilas, pero también

## Maipo

14.

se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios con gran desarrollo en altura.

Se distinguen la subregión del matorral y del bosque espinoso y la subregión del bosque esclerófilo.

### c) Región del Bosque Caducifolio

La región del bosque caducifolio se extiende desde los 33 hasta los 41° de latitud sur en un territorio bajo clima templado con sequía estival breve. En su distribución norte ocupa posiciones montañosas sobre los 80 100 m de altitud para ir progresivamente hacia el sur ocupando la depresión intermedia. La característica esencial que distingue esta región es la presencia en las estratas arbóreas de las especies del género *Nothofagus* que tienen hojas caducas grandes.

Dentro de esta región, se distingue la Sub región del Bosque Caducifolio Montano.

### 2.3.2 Descripción y caracterización de la biota acuática

A pesar de los numerosos usos de las aguas de esta cuenca la flora y fauna acuática presenta una alta variedad de especies. Se listan más abajo las especies descritas por varios autores para esta cuenca.

Tabla 2.3: Especies de Flora y Fauna Acuática en Cuenca del Maipo

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie
<b>FLORA</b>				
Macrófitas		Dicotiledónea	Ammiaceae (Umbelliferae)	Lilaeopsis lineada
			Asteraceae (Compositae)	Aster valí
				Cotula coronopifolia
				Senecio fistulosus
				Senecio zosteræfolius
			Brassicaceae (Cruciferae)	Cardamine nasturtioides
				Nasturtium officinale
			Calitrichaceae	Callitriche deflexa
				Callitriche palustris
				Callitriche turbosa
			Cariophyllaceae	Spergularia rubra
			Crassulaceae	Crassula erecta
			Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides
				Salicornia fruticosa
			Elatinaceae	Elatine chilensis
			Haloragaceae	Myriophyllum aquaticum
				Myriophyllum brasiliense
				Myriophyllum elatinoides
			Hydrocotylaceae	Hydrocotyle ranunculooides
				Hydrocotyle volckmanni
			Lithraceae	Lythrium album
			Nymphaeaceae	Nymphaea alba
			Oenotheraceae (onagraceae)	Jussiaea repens
			Polygonaceae	Polygonum hidropiperoides
			Ranunculaceae	Ranunculus monanthos
			Salicaceae	Salix viminalis
			Scrophulariaceae	Gratiola peruviana
				Limosella subulata
				Mimulus bridgessi
				Veronica anagallis-aquatica
		Liliopsida	Poaceae	Agrostis capillaris
		Monocotyledonae	Alismataceae	Alisma plantago-aquatica
				Sagittaria chilensis
			Cyperaceae	Cyperus conceptionis
				Cyperus eragrostis
				Heleocharis pachycarpa
			Hydrocharitaceae	Elodea densa
			Juncaceae	Juncus cyperoides
				Juncus microcephalus var floribundus
				Juncus procerus

Tabla 2.3 (Continuación): Especies de Flora y Fauna Acuática en Cuenca del Maipo

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie
				Juncus spp
				Juncus supiniformis
				Juncus supinus
			Juncaginaceae	Triglochin maritima
				Triglochin striata
			Poaceae (Graminae)	Arundo donax
			Potamogetonaceae	Potamogeton linguatus
			Restionaceae	Leptocarpus chilensis
			Zannichelliaceae	Zannichellia palustris
			Compositae	Hypochaeris radicata
			Fabaceae	Lotus pedunculatus
			Poaceae	Holcus lanatus
				Juncus spp
<b>FAUNA</b>				
Bentos	Annelida	Oligochaeta		Nd
	Crustacea	Cladocera	Indeterminado	Nd
		Copepoda	Calanoidea	Nd
		Ostracoda	Indeterminado	Nd
				Nd
	Insecta	Coleoptera	Carabidae	Nd
			Chrysomelidae	Nd
			Indeterminado	Nd
		Collembolla	Poduridae	Nd
		Diptera	Culicidae	Nd
			Chironomidae	Nd
			Empidae	Nd
			Mydidae	Nd
			Psychodidae	Nd
			Simuliidae	Nd
			Tabanidae	Nd
			Tendipedidae	Nd
			Tipulidae	Nd
		Ephemeroptera	Baetidae	Nd
			Caenidae	Nd
			morfo 3	Nd
			Morfo 4	Nd
		Homoptera	Aphididae	Nd
		Lepidoptera	Indeterminado	Nd
		Plecoptera		Nd
		Thysanura	Projapygidae	Nd
		Trichoptera	Hydropsychidae	Nd
			Hydroptilidae	Nd
	Mollusca	Basommatophora	Physidae	Physa sp.

Tabla 2.3 (Continuación): Especies de Flora y Fauna Acuática en Cuenca del Maipo

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie		
		Gastropoda	Chilinae	Chilina sp.		
	Nematoda		Indeterminado	Nd		
				Nd		
	Plathelminthes	Turbellaria		Nd		
Fauna íctica	Peces	Atheriniformes	Atherinidae	Basilichthys australis		
				Odontesthes debueni		
			Poecilidae	Gambusia affinis		
		Cypriniformes	Characidae	Carassius carassius		
				Cyprinus carpio		
				Cheirodon pisciculus		
			Perciformes	Mugilidae	Mugil sp.	
					Percichthyidae	Percichthys melanops
						Percichthys trucha
						Percilia gillissi
				Salmoniformes	Galaxidae	Galaxias maculatus
					Salmonidae	Oncorhynchus mykiss
						Salmo trutta
				Siluriformes	Trichomycteridae	Nematogenys inermis
	Trichomycterus areolatus					

[Ref. 2.7]

## 2.4 Sistemas Humanos

### 2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político-administrativo, la cuenca del río Maipo abarca prácticamente la totalidad del territorio de la Región Metropolitana, parte de la V y VI regiones. En la cuenca existen 163 localidades pobladas, de las cuales 22 son ciudades y el resto, corresponden a poblados y asentamientos rurales.

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

**Tabla 2.4: Población total cuenca del río Maipo**

Nombre Asentamiento	Población total (2002)	Cauces asociados
Gran Santiago	4.668.473	Río Mapocho
Talagante	217.449	Río Mapocho
Melipilla	141.165	Estero Puangue, Río Maipo
Peñaflor	66.619	Río Mapocho
Buín	63.419	Río Maipo
Paine	50.028	Río Maipo
El Monte	26.459	Río Maipo
Isla de Maipo	25.798	Río Maipo
Curacaví	24.298	Estero Puangue
Calera de Tango	18.235	Río Maipo
Til Til	14.755	Estero Lampa
San José de Maipo	13.376	Río Colorado, Río Maipo

[Ref. 2.8]

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

La distribución espacial de los asentamientos anteriores, en general, se emplazan próximos al río Maipo y sus principales tributarios (río Mapocho, río Colorado, río Angostura y estero Puangue).

De acuerdo al número de habitantes de cada localidad, Santiago es la ciudad que concentra el mayor número de habitantes a nivel regional y nacional, ya que es la capital regional del principal núcleo industrial y comercial del país. La población de la región al año

2002, alcanza los 6.061.185 de habitantes que corresponde al 40 % de la población total del país.

Esta región presenta un alto grado de centralidad con respecto a las demás regiones del país; constituye el principal centro de contacto de Chile con el exterior; es el centro nacional de integración y articulador geoeconómico de todo el territorio nacional, además de representar el mayor núcleo demográfico, industrial, comercial y cultural de Chile.

Otra de las regiones que forma parte del territorio de la cuenca es la Región de Valparaíso, la que junto con la Región Metropolitana, desarrolla una intensa interacción comercial a través del Puerto de San Antonio ubicado en la ciudad del mismo nombre. Esta ciudad, al igual que Santiago, destaca por el elevado número de habitantes en comparación al resto de las localidades situadas en la cuenca.

#### 2.4.2 Actividades económicas

Esta región constituye el principal centro económico y geográfico del país. Es la que concentra la mayor cantidad de población y a la vez el mayor porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB), convirtiéndola en una de las regiones con un ritmo de crecimiento por encima del promedio nacional.

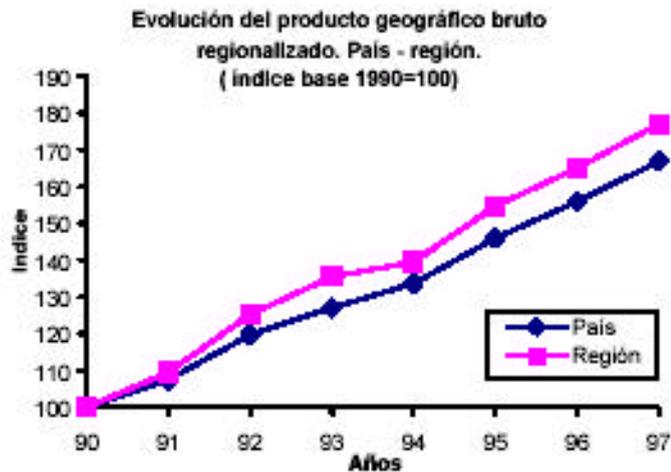
Concentra más del 45 % del PIB regionalizado, creció entre 1990-1996 a una tasa promedio anual del 8.7 %. Los sectores con más dinamismo fueron: comercio, transporte, comunicaciones, servicios financieros e industria manufacturera. En tanto los sectores de menor incidencia en la actividad regional fueron la pesca y minería.

En el año 1998 el Producto Interno Bruto de la región metropolitana representaba el 47.8 % del PIB nacional regionalizado; esta cifra refleja la gran importancia relativa de la región metropolitana en la economía nacional.

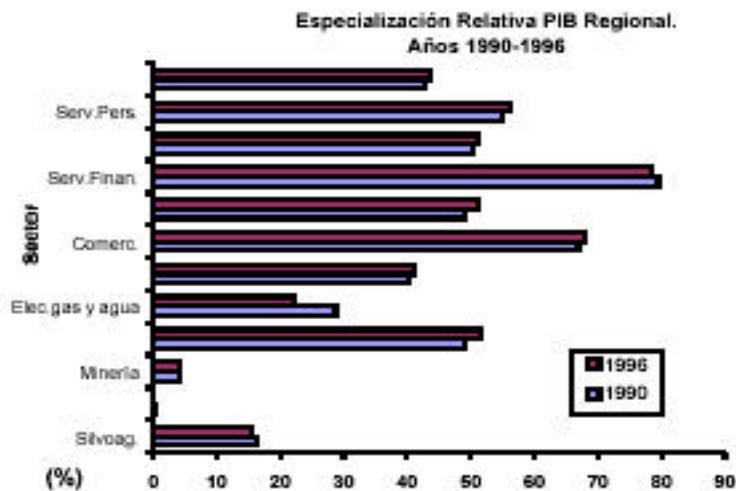
Las exportaciones regionales en el año 2000 superaron los US\$ 2.654,4 millones, incrementándose en un 3,3 % con respecto al año anterior. La participación sectorial de los embarques de la región se desglosan de la siguiente manera: la industria lideró la estructura exportadora con una concentración del 82 %, le siguió en importancia la agricultura con un 10,7 % y por último la minera con un 4,1 %.

Durante el año 2000, la participación de la región en los distintos bloques económicos, presenta al APEC con la mayor concentración de exportaciones regionales, seguida en importancia por el bloque comercial del NAFTA, mientras que los envíos al MERCOSUR y Pacto Andino presentan un comportamiento similar ubicándose en tercera posición y por último los envíos a la U.E.

La inversión extranjera (vía Decreto Ley 600) materializada en la Región Metropolitana durante el año 2001 ascendió a la cifra de US\$ 1.032,3 millones. El 55,6 % de estos recursos se canalizaron hacia el sector de la industria y el 23,6 % hacia sectores como comercio, turismo y bancos. Ref. [2.9]



El gráfico siguiente, indica un incremento del Producto Geográfico Bruto entre los años 1990 y 1996 tanto a nivel país como de la Región Metropolitana. También se observa como el PGB de la región supera al nacional durante ese período.



## 2.5 Usos del Suelo

Los usos del suelo se ilustran en la lámina 1940-MAI-01 y se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.5: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Maipo**

Cuenca del río Maipo (Ha)	Uso de suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
1.530.400	Praderas	64.736	4,2
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	246.447	16,1
	Plantaciones forestales	9.584	0,6
	Áreas urbanas e industriales	58.220	4
	Minería industrial	1.966	0,1
	Bosque nativo y bosque mixto	73.190	4,8
	Otros Usos*	633.921	41,4
	Áreas sin vegetación	442.336	28,9

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

### 2.5.1 Uso agrícola

Este uso en la cuenca del Río Maipo comprende 246.447 Ha de terreno agrícola y 22.916 Ha de rotación cultivo en pradera. Los terrenos agrícolas, se presentan principalmente en el sector poniente de la ciudad de Santiago, cubriendo parcialmente el territorio regional. La descripción agrícola es caracterizada a nivel provincial y comunal según los antecedentes existentes al año 1997.

Los principales cultivos que se presentan en la cuenca del Maipo, corresponden a plantas forrajeras, frutales, viñas y parronales viníferos, cereales y hortalizas. De estos, los cultivos de cereales, hortalizas y plantas forrajeras, son permanentes y anuales. En la provincia de Santiago las mayores superficies sembradas corresponden a los cultivos de hortalizas (3.010 Ha), forrajeras (2.590 Ha) y cereales (1.165 Ha).

Los principales cultivos frutales corresponden a cultivos del tipo duraznero, cítricos, nectarines, nogales, ciruelo, almendros, palto y peral. Los cultivos pertenecientes a la categoría de viñas y parronales, son la uva de mesa y la uva vinífera.

## Maipo

22.

El sector agrícola más extenso e importante según los tipos de cultivos anteriores dentro de la cuenca del Maipo, involucra las provincias de Melipilla, Maipo y Cordillera.

Los principales cultivos de la provincia de Melipilla corresponden a plantas forrajeras (1.352 Ha) y cereales (13.283,6 Ha). A nivel comunal, Melipilla es la zona que posee la mayor superficie destinada a estos tipos de cultivos (8.820 y 7.640 Ha respectivamente).

Los cultivos más representativos de la provincia del Maipo son los frutales con 17.540 Ha. Las comunas de Paine y Buin, son las que poseen la mayor superficie cultivada de frutales (5.960 y 5.950 Ha respectivamente).

La provincia de Cordillera posee mayormente cultivos de plantas forrajeras (2.320 Ha) y Frutales (2.250 Ha). A nivel comunal, Pirque es la zona con mayor superficie destinada a estos cultivos, con 1.620 y 1.720 Ha respectivamente. [Ref. 2.10][Ref. 2.11].

### 2.5.2 Uso forestal

Si bien el uso forestal no es uno de las más importantes en la cuenca del Maipo, se logra desarrollar en algunas zonas. Las plantaciones de bosque en la cuenca, corresponden a 9.580 Ha.

Las provincias con mayores superficies de suelo destinadas al uso de tipo forestal, corresponden a las comunas de: San Antonio (4.880 ha), San Pedro (260 ha), Mostazal (750 ha) y Colina (500 ha). Las principales especies planteadas son el eucalipto y pino radiata.

Preferentemente este tipo de plantaciones se utilizan para reforestar áreas que han sido afectadas por incendios forestales, o bien para detener procesos erosivos de laderas en el secano costero. [Ref. 2.10][Ref. 2.11]

### 2.5.3 Uso urbano

La cuenca abarca gran parte de la Región Metropolitana; la que cuenta con una población estimada de 6.061.185 de habitantes al año 2002 (40 % de la población del país) y una densidad de 392,1 habitantes por km<sup>2</sup>. El 93% de esta población se ubica en el área urbana, mientras el resto habita el área rural. Esta distribución también se refleja en las provincias, siendo Santiago, aquella que concentra el 78% de la población urbana.

La cuenca del Maipo, posee 1.966 Ha de terrenos destinados a la minería industrial y una superficie de 58.220 Ha destinados al uso de tipo Urbano (ciudades, pueblos y zonas industriales).

La ciudad de mayor importancia dentro del sistema de asentamientos de la cuenca es Santiago. Se localiza entre los 33° 18' y 33° 35' latitud sur y los 70° 50' y 70° 30' longitud oeste.

Su importancia radica en ser centro político, comercial, industrial, cultural y de comunicaciones. Es la sede de las principales empresas y entidades financieras del país. La economía de la ciudad se beneficia del hecho de ser el centro administrativo nacional y también del creciente turismo.

El uso urbano de Santiago se presenta de la siguiente manera: en el centro de la ciudad se encuentra un distrito de negocios, comercio y servicios; además del centro histórico, político y administrativo. Dicho anillo central está rodeado de otros de carácter residencial, cuya densidad varía hacia la periferia. No obstante, siguiendo un patrón de cuña o cono invertido, en torno a los principales ejes viales de la ciudad, se dan con carácter industrial como son Vicuña Mackenna, Gran Avenida, Independencia (hacia Quilicura y el aeropuerto), entre otros. Este patrón de uso del suelo suele repetirse en las principales ciudades del país.

El crecimiento que ha sufrido la capital, ha afectado a ciudades cercanas como San Bernardo, Padre Hurtado y Puente Alto, las que han sido incorporadas al Gran Santiago, el que abarca una superficie de 2.265 Km<sup>2</sup>.

Las tasas de urbanización que registra la Región Metropolitana sean las más altas, producto de la conurbación que se ha producido entre la ciudad de Santiago y ciudades aledañas.

## Maipo

24.

La provincia de Talagante se caracteriza por concentrar el mayor número de ciudades de la región. Entre las más importantes están Peñaflor y Talagante, esta última cumple como función principal servir de lugar central a un hinterland agrícola, por lo que su uso urbano está dado por funciones administrativas, de servicio, comercial e industrias. Sin embargo, en las últimas décadas ha cobrado importancia su función de ciudad – dormitorio, como consecuencia de su cercanía con Santiago lo que denota su uso residencial.

La contaminación hídrica en la cuenca del Maipo, se da principalmente a través de las actividades domésticas e industriales. La recolección y disposición de aguas servidas domésticas y los residuos industriales líquidos, se produce a través de los colectores y alcantarillados, que se vacían en plena área urbana a los cursos naturales que atraviesan la ciudad, como es el caso del río Mapocho. Estas aguas son utilizadas también para el riego de cultivos en zonas agrícolas que rodean Santiago.

A su vez, en eventos de fuertes lluvias el uso urbano (cementación) impide la infiltración del agua en el suelo por lo que se produce un aumento de caudal y turbidez del agua de los cursos fluviales que atraviesan la ciudad, puesto que el agua escurre directamente hacia ellos. [Ref. 2.8][Ref. 2.10]

### 2.5.4 Áreas bajo protección oficial y conservación de la biodiversidad

Las Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplazan en la cuenca corresponden a:

- Reserva Nacional Río Clarillo
- Monumento Natural El Morado
- Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha

Otros sitios de interés complementarios al SNASPE “Santuarios de la Naturaleza” son:

- Cascada de las Animas
- Fundo Yerba Loca
- Predio Los Nogales
- Cerro El Roble

Los sitios prioritarios de la Estrategia de la Biodiversidad de CONAMA se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.6: Áreas de Conservación de la Biodiversidad**

Nombre sitio	Características del ecosistema
Altos de Cantillana	Bosque relictos caducifolios de Santiago, con presencia de robles y bosque esclerófilo costero. Presencia de especies de flora y fauna amenazada. Fauna piscícola autóctona con problemas de conservación.
El Roble	Roblerías relictas de la zona central de Chile. Gran riqueza en biodiversidad debido a variados microclimas.
Altos del río Maipo	Zona ubicada en el tercio superior de la cuenca del río Maipo. Corresponde a la formación de la estepa alto-andina de Santiago. En un corredor importante para especies animales que se desplazan entre Chile y Argentina (guanaco, perico cordillerano). El sector estero El Extravío-Cajón de los Mosquitos es importante por la presencia de humedales de altura que son de gran interés faunístico.
El Morado	Matorral esclerófilo andino, estepa alto andina. Presencia de flora fauna amenazada. Sector de San Gabriel de gran singularidad por la existencia de un bosque de ciprés de la cordillera, con ejemplares de más de 2 mil años.
Río Olivares río Colorado, Tupungato	Estepa alto-andina de Santiago y matorrales andinos esclerófilos. Zona de conectividad entre las cuencas del río Maipo y río Clarillo, de gran importancia para la flora y fauna andina y alto grado de naturalidad. Destaca la variedad de elementos positivos para la vivencia del paisaje (esteros, cajones, serranías, glaciares).

Ref[2.11]

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 Maipo es el siguiente:

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

Estación	Período de Registro
Maipo en El Manzano	1950 - 2001
Maipo en Las Hualtatas	1979 - 2001
Maipo en Las Melosas	1962 - 1993
Volcán en Queltehues	1950 - 2001
Maipo en San Alfonso	1950 - 2001
Colorado Antes Junta Olivares	1977 - 2001
Olivares Antes Junta Colorado	1977 - 2001
Colorado Antes Junta Maipo	1950 - 2001
E. Yerba Loca Antes Junta San Francisco	1986 - 2001
E. Arrayán en La Montosa	1952 - 2001
Mapocho en Los Almendros	1950 - 2001
Angostura en Valdivia de Paine	1981 - 2001
C. Colina en Peldehue	1980 - 2001
Mapocho en Rinconada de Maipú	1959 - 2001
Est. Puangue en Boquerón	1950 - 2001
Est. Puangue en Ruta 78	1986 - 2001
Maipo en Cabimbao	1979 - 2001

02. La ubicación de las estaciones fluviométricas se ilustra en la lámina 1940-MAI-

En la cuenca del río Maipo se pueden distinguir tres regímenes hidrológicos:

- Nival: se desarrolla en la zona de influencia de la Cordillera de los Andes, donde los mayores caudales se presentan en los meses de deshielo. Ciertamente que la línea de nieves es variable, pero una cota de referencia es la elevación 2000 m s.n.m.

- Nivo – Pluvial: zona caracterizada por una fuerte influencia nival y una no despreciable influencia pluvial. Esta zona se desarrolla principalmente en el valle central de la cuenca. Los ríos de esta zona presentan dos crecidas anuales, una en los meses de deshielos (estivales) y otra en los meses de invierno.
- Pluvial: cuencas ubicadas bajo la línea de nieve de modo que los deshielos se hacen imperceptibles, y los cauces presentan una sola crecida en los meses de invierno ocasionadas por las precipitaciones características de la estación.

En la siguiente tabla se presentan las estaciones fluviométricas agrupadas según régimen hidrológico.

**Tabla 3.2: Grupos de Estaciones Fluviométricas**

	Régimen	Nombre Estación
1	Nival	RIO MAIPO EN LAS HUALTATAS
2		RIO MAIPO EN LAS MELOSAS
3		RIO VOLCAN EN QUELTEHUES
4		RIO MAIPO EN SAN ALFONSO
5		RIO COLORADO ANTES JUNTA RIO OLIVARES
6		RIO OLIVARES ANTES JUNTA RIO COLORADO
7		RIO COLORADO ANTES JUNTA RIO MAIPO
8		RIO MAIPO EN EL MANZANO
9	Mixto	ESTERO YERBA LOCA A. J. SAN FRANCISCO
10		ESTERO ARRAYAN EN LA MONTOSA
11		RIO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS
12		RIO MAPOCHO RINCONADA DE MAIPÚ
13	Pluvial	RIO COLINA EN PELDEHUE
14		ESTERO PUANGUE EN RUTA 78
15		RIO MAIPO EN CABIMBAO
16		ESTERO PUANGUE EN BOQUERON
17		RIO ANGOSTURA EN VALDIVIA DE PAINE

Para cada uno de los grupos se ha seleccionado una estación patrón, siendo las seleccionadas las siguientes:

- Maipo en el Manzano (nival)

- Mapocho en los Almendros (mixto)
- Puangue en Boquerón (pluvial)

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

### 3.2 Usos del Agua

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

Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable OTAS
- “Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructuras de Aprovechamiento”, Ricardo Edwards – Ingenieros Ltda. para DGA, MOP octubre 1991
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP enero 1996.

#### 3.2.1 Usos in – situ

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

##### a) Acuicultura

La acuicultura es la actividad organizada por el hombre que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos, cualquiera sea su finalidad. Tratándose de las aguas continentales superficiales, corresponde a la Subsecretaría de Pesca informar sobre la existencia de zonas destinadas a la acuicultura. En este acápite se consideran sólo las

actividades de acuicultura que se realizan en el cauce mismo (uso del agua in-situ). La acuicultura que se realiza fuera del cauce se incluye como uso extractivo de tipo industrial.

b) Pesca deportiva y recreativa

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

En la cuenca del río Maipo destaca la laguna de Aculeo, con amplia infraestructura para recibir al turista que desea practicar la pesca deportiva y otras actividades deportivas y recreativas como deportes náuticos, camping y picnic.

Otro lugar donde se practica pesca deportiva es en el embalse El Yeso.

3.2.2 Usos extractivos

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

a) Riego

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

La cuenca del río Maipo cuenta con 634 canales, la mayoría de los cuales se ubican en los ríos Maipo y Mapocho, 447 embalses menores 14 embalses mayores para una superficie regable de 100.000 has aproximadamente [Ref. 3.1].

## Maipo

30.

Al año 1997 se cuenta con 32.811 usuarios, de los cuales 3.187 están organizados en 37 Asociaciones de Canalistas y 37 Comunidades de Aguas. En esta cuenca están organizados como Juntas de Vigilancia la 1ª. Sección del río Maipo, las 1ª. Y 5ª. Secciones del río Mapocho y los esteros Codigua, Arrayán y Agua Fría.

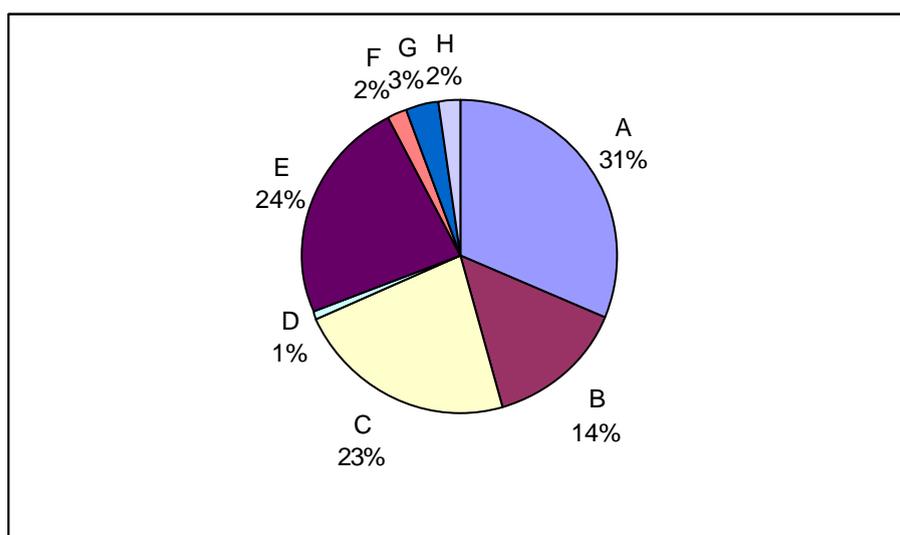
Para determinar las superficies regadas en la cuenca del Maipo se han considerado 8 sectores, los que corresponden a áreas que se caracterizan por tener sistemas de riego independientes que se abastecen desde una misma fuente, o bien, son susceptibles de interconectarse entre sí. [Ref. 3.2]

Para una mayor simplicidad de presentación de los resultados, las áreas han sido denominadas por letras, del modo que se describe a continuación:

- Área A: Corresponde a la primera sección del río Maipo. Esta sección es la más densa de éste cauce, riega una superficie de unas 45.236 hás ubicadas en las comunas de San José de Maipo, Peñaflor, Maipú (Stgo.), Lo Espejo (Stgo.), Paine, Buin, San Bernardo, Calera de Tango, Puente Alto (Stgo.), Pirque, La Florida (Stgo.), La Granja (Stgo.), La Cisterna (Stgo.), Colina, Quilicura (Stgo.), Conchalí (Stgo.), Lampa (Stgo.), Renca (Stgo.), Las Condes (Stgo.), Ñuñoa (Stgo.), La Reina (Stgo.) y Talagante.
- Área B: Corresponde a la segunda sección del Maipo. Riega una superficie de 16.600 hás, todas ubicadas en las comunas de Paine, Isla de Maipo y Melipilla.
- Área C: Corresponde a la tercera sección del Maipo. Riega una superficie de 25.433 hás, todas ubicadas en la comuna de Melipilla.
- Área D: Corresponde al río Mapocho, antes de su confluencia con el canal San Carlos. Riega una superficie de 1.278 hás, todas ubicadas en las comunas de Santiago: Lo Barnechea, Vitacura y Las Condes.
- Área E: Corresponde al río Mapocho, aguas abajo de su confluencia con el canal San Carlos hasta su confluencia con el río Maipo, y además las aguas del Zanjón de la Aguada. Riega una superficie de 33.954 hás, todas ubicadas en las comunas de Lo Prado (Stgo.), Maipú (Stgo.), Curacaví, María Pinto, Mallarauco y Melipilla.

- Área F: Corresponde al río Angostura. Riega una superficie de 2.672 hás, todas ubicadas en las comunas de Codegua, Mostazal y Paine.
- Área G: Corresponde al estero Puangue. Riega una superficie de 3.657 hás, todas ubicadas en las comunas de Curacaví, María Pinto y Melipilla.
- Área H: Corresponde la zona que se riega con las aguas de los esteros Lampa y Rungue principalmente. Riega una superficie de 3.252 hás, todas ubicadas en las comunas de Colina, Polpaico y Lampa (Stgo.).

El 77 % de las demandas de agua es ejercido por la 1ª sección del Maipo, la 3ª sección del Maipo y por el Mapocho entre el Canal San Carlos y su confluencia con el Maipo. Esta situación se aprecia en la siguiente figura:



[Ref. 3.2]

**Figura 3.1: Distribución de demandas de riego en cuenca del Maipo por sectores**

Las demandas brutas y netas al año 1997 alcanzaban los 110,2 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) y 38,61 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) respectivamente, como promedios mensuales.

b) Captación para agua potable

Las ciudades que ejercen la mayor demanda de agua para consumo humano son:

- El Gran Santiago
- Peñaflor
- Melipilla
- Talagante
- San Antonio

Para estas ciudades, las demandas brutas estimadas para el año 2002 serían las siguientes:

**Tabla 3.3: Demanda bruta de agua potable**

Ciudad	Demanda (l/s)
Gran Santiago	18598
Melipilla	113
Talagante	108
Peñaflor	188
San Antonio	176

[Ref. 3.2]

Las principales fuentes de captación de agua potable se ubican en:

- Laguna Negra (600 millones de m<sup>3</sup>)
- Laguna Lo Encañado (50 millones de m<sup>3</sup>)
- Estero El Manzano
- Estero El Canelo
- Río Maipo (20,5 m<sup>3</sup>/s)
- Embalse El Yeso (250 millones de m<sup>3</sup>) [Ref. 3.3]

Cabe destacar también la fuente ubicada en la parte del río Maipo que abastece la zona costera. Sin embargo no se dispone de información acerca de su localización.

## c) Generación de energía eléctrica

La cuenca del río Maipo se inserta en el área de abastecimiento del SIC. Debido a la proximidad de la ciudad de Santiago con el río Maipo, es que el sector alto de este cauce ha sido bastante aprovechado, contando esta cuenca con 10 centrales hidroeléctricas, tal como se describe a continuación:

**Tabla 3.4: Demanda de agua para la producción de energía eléctrica 1996**

Nombre Central Hidroeléctrica	Propietario	Puesta en servicio <sup>1</sup>	Utilización de recursos	Caudal diseño (m <sup>3</sup> /s)
Queltehues	CHILGENER S.A.	1928	Río Maipo	28,1
El Volcán	CHILGENER S.A.	1942	Río Volcán	9,0
Alfalfal	CHILGENER S.A.	1991	Río Colorado y Olivares	30,0
Maitenes	CHILGENER S.A.	1923	Río Colorado	11,0
Puntilla	Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones	S/I	Río Maipo	18,0
La Florida	Sociedad Canal del Maipú	1909	Río Maipo	22,0
Los Bajos y Caemsa	Carbomet Energía S.A.	S/I	Río Maipo	14,3
Los Morros	Cía. Eléctrica Los Morros	S/I	Río Maipo	17,0
Carena	CMPC	S/I	Río Mapocho	11,5
Planchada y La Ermita	Cía. Minera Disputada de las Condes	S/I	San Francisco	2,0

[Ref. 3.2]

## d) Actividad industrial

En la cuenca del río Maipo es donde se concentra el mayor número de industrias de nuestro país, concentrándose a su vez en la cuenca del río Mapocho en torno a Santiago, entre el estero Las Rosas y el Zanjón de la Aguada.

**Tabla 3.5: Demanda neta industrial de agua año 2000 (l/s)**

Sector	Demanda (l/s)
Río Maipo aguas arriba del Mapocho (excluido estero Angostura)	95
Esteros Angostura	16
Río Mapocho aguas arriba Zanjón de la Aguada (excluido Estero Lampa)	4857
Esteros Lampa	637
Río Mapocho aguas abajo Zanjón de la Aguada	270
Río Maipo aguas abajo río Mapocho	11

[Ref. 3.1]

Debido a que no se dispone de mayor información, no se puede asignar estos usos a un segmento específico. Por esta misma razón no es posible indicarlos en la lámina.

e) Actividad minera

Respecto de las demandas mineras de agua, la demanda más significativa de esta cuenca la constituye la Planta San Francisco de la Cía. Minera Disputada de las Condes S.A. con 290 (l/s) y la Sociedad Minera Pudahuel Ltda. Planta Lo Aguirre con 35 (l/s)..

3.2.3 Biodiversidad

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

En la cuenca del río Maipo existen las siguientes reservas nacionales y momento natural:

- Reserva Nacional Río Clarillo: Esta reserva se caracteriza por ser el último refugio del bosque esclerófilo (hoja dura) en la zona central. Este tipo de bosque está formado principalmente por especies como peumo, litre, lun y quillayes. Entre las aves que habitan la zona, destaca la torcaza, ave que en la Región Metropolitana está en peligro de extinción y para la cual la reserva constituye su único refugio. Otra especie con dificultades de conservación es la iguana chilena, que a simple vista parece una lagartija sobrealimentada.
- Monumento Natural El Morado: Entre los cerros que rodean el cajón, El Morado es el más alto con 5.060 m s.n.m., cuya forma de su cumbre lo hace inconfundible dominando el paisaje del parque. La fauna del lugar es rica en especies de aves entre las que destacan el picaflor gigante, el cometocino y el zorzal. La flora está compuesta principalmente por matorrales esclerófilos

---

<sup>1</sup> S/I: Sin Información.

andinos, pero también existen en las zonas más bajas del parque olivillo de la cordillera, hierba blanca y cola de zorro, entre otros.

- Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha: Se encuentra ubicada al sur de la provincia de Melipilla en la comuna de Alhué. Colindando con la Región Metropolitana. Tienen una extensión de 5.870 kilómetros cuadrados. En cuanto a los sitios prioritarios de conservación de la biodiversidad y otros sitios de interés, estos aparecen identificado en el punto 2.5.4.

En cuanto a los sitios prioritarios de conservación de biodiversidad, estos aparecen identificados en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”.

#### 3.2.4 Usos ancestrales

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

#### 3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-MAI-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 3.6, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.6 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 3.6: Usos de agua por segmento en la cuenca del río Maipo**

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Maipo	0570-MA-10			•		•				
	0570-MA-20									
	0570-MA-30			•				•		
	0571-MA-10			•	•	•				
	0571-MA-20			•		•				
	0571-MA-30			•				•		
	0571-MA-40							•		
	0574-MA-10			•				•		
	0574-MA-20			•						
	0574-MA-30									
Río El Volcán	0570-VO-10			•		•		•	•	
Río Yeso	0570-YE-10		•	•	•					
Río Colorado	0570-CO-10									
	0570-CO-20			•		•		•		
Río Olivares	0570-OL-10									
Río Angostura	0571-AN-10			•				•	•	

[Ref 3.1], [Ref. 3.4]

\* Esta columna se incluye sitios SNAPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

**Tabla 3.6 (Continuación): Usos de agua por segmento en la cuenca del río Maipo**

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Mapocho	0572-MP-10			•					•	
	0573-MP-10			•						
	0573-MP-20									
	0573-MP-30			•						
Estero Yerba Loca	0572-YL-10			•					•	
Río San Francisco	0572-SF-10			•		•				
	0572-SF-20			•		•			•	
Estero del Arrayán	0572-AR-10			•					•	
Río Molina	0573-MO-10			•					•	
Estero Colina	0573-EC-10			•						
	0573-EC-20			•					•	
Estero Polpaico	0573-PO-10			•						
Estero Lampa	0573-LA-10			•					•	
	0573-LA-20			•						
Estero Puangue	0574-PU-10			•						
	0574-PU-20			•						
	0574-PU-30			•						

\* Esta columna se incluye sitios SNAPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

### 3.3 Caracterización de las Descargas

#### 3.3.1 Aguas servidas

Respecto al tratamiento de las aguas servidas descargadas a la cuenca del río Maipo, la empresa Aguas Andinas tiene en ejecución el Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago, cuyo objetivo es descontaminar el 100% de las aguas servidas de la Región Metropolitana. El plan consiste en la construcción de tres grandes plantas de tratamiento, las que junto con otras 13 plantas de menor envergadura permitirán la descontaminación del 100% al año 2009, lo que involucra una inversión total de US\$ 780 millones

Actualmente se encuentran en funcionamiento las plantas de El Trebal y La Farfana. La primera de éstas, tiene una capacidad promedio de tratamiento de 4,4 m<sup>3</sup>/s y demandó una inversión de US\$ 150 millones. Su instalación contempla la descontaminación de las aguas servidas de 1.7 millones de habitantes de las áreas sur y sur-poniente de Santiago, equivalentes al 25% del total de las aguas contaminadas de la capital, devolviéndolas libres de contaminación a los cauces naturales. Estas aguas permitirán regar 57.800 Ha agrícolas, recuperándolas para la producción de frutas y hortalizas para consumo en la cuenca, así como para la exportación de productos según las normas ambientales internacionales.

La planta La Farfana entró en funcionamiento en octubre del 2003 y descontamina el 50% de las aguas servidas de la capital, demandando una inversión de US\$ 315 millones. La población saneada alcanza aproximadamente los 3.300.000 habitantes, tiene una capacidad media de depuración de 8,8 m<sup>3</sup>/s, el tratamiento es del tipo lodos activados convencionales con digestión anaeróbica de lodos.

En conjunto ambas plantas permiten descontaminar aproximadamente el 72 % de las aguas servidas de los habitantes de la capital, beneficiando además a más de 130 mil hectáreas agrícolas. Además, permiten la recuperación del Zanjón de la Aguada.

El plan de saneamiento se completará con la Planta Los Nogales en el año 2009 (capacidad media estimada de 6,6 m<sup>3</sup>/s), que recogerá las aguas residuales del sector norte de Santiago. [Ref. 3.3]

Tabla 3.7: Descargas de Aguas Servidas en la Cuenca del Maipo

Localidad	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	Empresa de Servicios Sanitarios	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas (%)	Población Estimada Total (Hab)	Población Estimada Saneada (Hab)	Planta de Tratamiento	Caudal (L/s)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	pH	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	COLIFORMES FECALES NMP/100 ML
GRAN SANTIAGO (1)	0573MP10-0573MP20	Río Mapocho	AGUAS ANDINAS S.A.	23,2	5.021.680	4.987.723	SI	9.236,5	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
CALERA DE TANGO		Río Mapocho	AGUAS ANDINAS S.A.	0			NO		35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
PEÑAFLORES*-MALLOCO	0573MP70	Río Mapocho	AGUAS ANDINAS S.A.	0	60.456		NO		35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
MELIPILLA	0574MA20	Río Maipo	AGUAS ANDINAS S.A.	95	56.432	51.050	SI	94,5	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
TALAGANTE	0573MP70	Río Mapocho	AGUAS ANDINAS S.A.	0	51.590	48.803	NO	90,4	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
COLINA-ESMERALDA	0573CO20	Estero Colina (Colina)	SERVICOMUNAL S.A.	94,9	57.828	57.560	SI	106,6	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
BUIN-PAINE-LINDEROS-MAIPO ALTO	0571MA40	Río Maipo	AGUAS ANDINAS S.A.	31	77.823	60.846	SI	112,7	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
PADRE HURTADO	0573MP60	Río Mapocho	AGUAS ANDINAS S.A.	0	39.946	30.944	NO	57	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
EL MONTE*-EL PAICO	0573MP70	Río Mapocho (C.San José)	AGUAS ANDINAS S.A.	0	22.466	16.814	NO	31,1	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
CURACAVÍ	0574PU20	Estero Puangue	AGUAS ANDINAS S.A.	0	15.700	14.612	NO	27,1	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
TIL TIL		Estero Lampa	AGUAS ANDINAS S.A.	0			NO		35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
SAN FCO.MOSTAZAL			Nd	Nd			Nd		35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
ISLA DE MAIPO	0571MA50	Río Maipo	AGUAS ANDINAS S.A.	0	10.054		NO		35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
BATUCO			Nd	Nd			Nd		35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
LAMPA	0573LA20	Estero Lampa	SERVICOMUNAL S.A.	30,2	10.216	9.184	SI	17,0	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
SN.JOSÉ DE MAIPO	0570MA50	Río Maipo	AGUAS ANDINAS S.A.	0	7.021	3.949	NO	7,3	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
ROCAS DE STO.DMGO.	0574MA40	Río Maipo	COOPAGUA S.A.	25	3.294	680	SI	1,3	35	6,0 – 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03

(1) Información anterior a l puesta en funcionamiento de la Planta La Farfana

- \* Valores característicos de aguas servidas domésticas correspondientes a información proporcionada por cada empresa de servicios sanitarios.
- Nd: no disponible.
- La información de población Total y saneada. corresponde a una estimación al año 2001(SISS).
- Las concentraciones de los parámetros característicos de las aguas servidas debe ser proporcionada orla empresa sanitaria correspondiente. 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).

Maipo

40.

### 3.3.2 Residuos industriales líquidos

La contaminación puntual producto de los residuos industriales líquidos de los establecimientos industriales en la cuenca del río Maipo, ha generado un significativo deterioro de la calidad de las aguas de los cursos superficiales, haciéndola una de las cuencas más contaminadas por causa de fuentes puntuales. Esto es producto de la variada actividad industrial que presenta y de los caudales que han sido vertidos durante años a estos cursos sin un tratamiento adecuado para lograr disminuir la concentración de parámetros tan importantes e influyentes en la calidad del agua como: los sólidos disueltos, suspendidos y sedimentables, la DBO<sub>5</sub>, nitrógeno, fósforo, aceites y grasas y coliformes totales y fecales. Sin embargo, en los últimos años se está trabajando en un plan dedicado al completo saneamiento de la cuenca. En lo que respecta a la contaminación puntual industrial, se ha implementado una serie de normas con el fin de que estas fuentes traten sus descargas, ya sea en plantas de tratamiento propias o mediante la recolección de los riles por una empresa de servicios sanitarios que se encarga de darle tratamiento a estas descargas. Por este motivo, en este informe se han eliminado todas aquellas industrias que descargan sus riles a un sistema de alcantarillado ya que se asume que ellos están siendo tratados y cumplen tanto la norma de descarga a alcantarillado como la norma de descarga a cursos superficiales. A continuación se da a conocer una lista de aquellas industrias que, según la Comisión Nacional de Riego y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, actualmente descargan sus riles a la cuenca del río Maipo.

Las industrias consideradas en la tabla 3.8, corresponden a aquellas que descargan sus riles directamente a los cursos de agua superficiales.

Maipo  
42.



Tabla 3.8 (Continuación): Descargas Industriales en la Cuenca del Maipo

Industria	Comuna	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	CIU	Caudal (L/s)	pH	T(°C)	SS	SD	Aceites y Grasas	HC	DBO <sub>5</sub>	As	Cd	CN	Cu	Cr	P	Hg	Ni	NH <sub>4</sub>	Pb	SO <sub>4</sub>	Zn	PE (meq/L)	B	Al	Mn
GRASAS COMERCIALES GRASCO S.A	San Bernardo	0573MP20	Río Mapocho	31153	1122.7	*		80		*		250									*				*			
JOSE CANEPA Y CÍA LTDA.	Cerrillos	0573MP20	Río Mapocho	31321	208.3	*		370.6				313																
AGRÍCOLA KING S.A.	Buín	0571MA30	Río Maipo	31113	7.7	*	*	377.8	*	*		443.8						*			*				*			
VIÑA SANTA RITA S.A.	Buín	0571MA30	Río Maipo	31321	18.5	*		30				200																
AGRÍCOLA CODIPRA	San Bernardo	0573MP20	Río Mapocho	31113	694.4	*	*	120	*	*		120						*			*				*			
INDUSTRIA NACIONAL DE PIEZAS Y PARTES S.A	Maipo	0573MP20	Río Mapocho	38197 / 38196	8.7	*	*	30.5		*	*	119.4	*		*	*	*		*	*		*	*	*	*		*	*
INDUSTRIA QUÍMICA KIMITSU CHILE	Paine	0571MA30	Río Maipo	35111	300.9	*	*	120	*		*	240	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CERÁMICAS INDUSTRIALES S.A.	Cerro Navia	--	--	36911	3.0	7.7		5979.1																				
TEXACO CHILE S.A	Maipo	0573MP20	Río Mapocho	35402	0.01	8.2	*	43.5		*	*	30									*		*	*			*	
CRISTALERÍAS DE CHILE S.A.	Padre Hurtado	0573MP60	Río Mapocho	36201	1.2	6.6	*	5	*							*	*					*	326					
MALTERIAS UNIDAS S.A.	Talagante	0573MP70	Río Mapocho	31219																								
VIÑA UNDURRAGA S.A.	Talagante	0573MP70	Río Mapocho	31321		*		*				*																

- 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°90/98 MOP.
- Las concentraciones de los parámetros físico – químicos están expresados en mg/L.

### 3.3.3 Contaminación difusa por pesticidas

Aplicando la metodología expuesta en el Capítulo V, Contaminación Difusa, para dos subcuencas agrícolas del río Maipo (0571, 0572 y 0573) se puede concluir que potencialmente podría encontrarse Carbofurano y clorotalonil en las aguas superficiales del río Maipo. Por esto se recomienda monitorear, como primera aproximación, Carbofurano y Clorotalonil, en el Río Maipo. Los resultados de la estimación se muestran en el anexo 3.2.

## 3.4 Datos de Calidad del Agua

### 3.4.1 Fuentes de información

La información de calidad de agua de la cuenca del río Maipo proviene principalmente de los registros de monitoreos realizados por la Dirección General de Aguas (DGA) entre los años 1980-2002; monitoreos realizados durante un estudio del Programa de Tratamiento de Aguas Servidas del Gran Santiago realizado por CADE-IDEPE, durante el año 1993, para EMOS S.A. e información proporcionada para este estudio por Aguas Andinas.

A continuación se presentan las características principales de las fuentes de información disponibles.

- a) Monitoreo de Calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1984-2001.

Sus características son:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Río Maipo				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Medidos en Instructivo	Período de Registro	Nº de registros
<b>Río Maipo</b>					
En Las Melosas	si	32	21	1986-2002	53
En El Manzano	si	32	21	1980-2002	69
En Cabimbao	si	32	21	1986-2002	52

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	<b>Río Maipo</b>				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Medidos en Instructivo	Período de Registro	Nº de registros
En Los Morros	no	32	21	1997-2002	15
En Pte Naltahua	no	32	21	1990-2002	47
En el Ingenio*	no	12	10	1980-1984	35
En San Alfonso*	no	17	9	1982 1985-1994	1 33
En Las Lajas *	no	14	10	1980-1986	23
En Pte San Ramón*	no	17	11	1989	2
En Desembocadura*	no	14	9	1980-1986	19
En Pte Marambio*	no	17	10	1991-1992	4
Antes río Mapocho*	no	19	13	1995	2
En Panamericana*	no	15	8	1992	1
En Chihue*	no	10	7	1992	2
<b>Río Mapocho</b>					
En Los Almendros	si	32	21	1980 -2002	109
En Pte. Pudahuel	si	32	21	1981 - 2002	37
En Rinconada de Maipú	si	32	21	1980 - 2002	81
En El Monte	no	32	21	1980 - 2002	73
En Ruta 78 *	no	32	21	1990 - 1997	28
<b>Río San Francisco</b>					
Antes estero Yerba Loca	no	32	21	1980-2002	94
Después estero Yerba Loca	no	32	21	1980 -1994	58
Antes río Molina*	no	32	21	1980-1984	26
<b>Estero Puangue</b>					
En Boquerón*	no	32	21	1982-1995	12
En Curacaví*	no	32	21	1980-1984	17
En María Pinto*	no	32	21	1980-1984	11
<b>Estero Yerba loca</b>					
Antes junta río San francisco	si	32	21	1986-2002	51
<b>Río Molina</b>					
Antes río San Francisco	no	32	21	1980-2002	83
<b>Estero Arrayán</b>					
En la Montosa	si	32	21	1980- 2002	79
En Desembocadura*	no	32	21	1980-1983	23
<b>Esteros</b>					
Zanjón de la Aguada en Pte. Pajaritos	no	32	21	1980- 2002	67
Zanjón de la Aguada antes canal	no	19	14	1995	3
Ortuzano*					

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	<b>Río Maipo</b>				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Medidos en Instructivo	Período de Registro	Nº de registros
Estero Rungue después Estero Caleu*	no	32	21	1982 -1987	21
Estero Lampa Camino al Aeropuerto *	no	32	21	1990- 1998	26
Estero Lampa antes del Río Mapocho	no	32	21	1980- 2002	44
Canal San Carlos en desemb. del Mapocho	no	32	21	1980- 2002	24
<b>Río Clarillo</b>					
Estero Clarillo en la CONAF*	no	20	14	1995	1
Río Clarillo antes junta río Maipo	no	32	21	1995-2002	95
<b>Río Olivares</b>					
Antes junta río Colorado	si	32	21	1995-2002	24
<b>Río Colorado</b>					
Antes junta río Maipo	si	32	21	1985-2002	40
<b>Río Volcán</b>					
Antes junta río Maipo	no	32	21	1995-2002	19
En Queltehues*	no	32	21	1986-1998	21
<b>Estero Pintue</b>					
En puente Pintué*	no	17	12	1990-1994	11
<b>Río Yeso</b>					
Antes junta río Maipo	no	32	21	1986- 2002	51
<b>Estero Puangue</b>					
En ruta 78	si	32	21	1980- 2002	70
<b>Angostura</b>					
Río Angostura en Valdivia de Paine	si	32	21	1985-2002	56
<b>Colina</b>					
Estero Colina en compuerta Vargas	no	32	21	1982-2002	25
Río Colina en Peldehue*	no	32	21	1990-1999	23
<b>Parámetros medidos en Instructivo</b>					
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 no vigentes

Maipo

48.

- b) Programa de Tratamiento de las Aguas Servidas del Gran Santiago, Julio de 1995. Informe Final "Modelo Hidrológico y Calidad de Aguas" (MOP-CADE).

Como parte del estudio realizado en el informe del Programa de Tratamiento de Aguas Servidas del Gran Santiago (MOP-CADE), se realizaron cuatro campañas de mediciones de caudales y de parámetros de calidad de agua durante el año 1993 en el río Maipo, Zanjón de la Aguada y estero Puangue.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO MOP-CADE					
Cuenca	Río Maipo				
Cauces Monitoreados	Medición de Caudal	Nº parámetros Medidos	Nº Parámetros Medidos en Instructivo	Período de Registro	Nº de Registros
<b>Río Maipo</b>					
En El Manzano	Sí	12	8	1993	12
En Puente Lonquén	sí	12	8	1993	12
En Pte. Ingeniero Marambio	sí	12	8	1993	12
En Cabimbao	sí	12	8	1993	12
<b>Río Mapocho</b>					
En Los Almendros	sí	12	8	1993	12
En Puente Bulnes	sí	12	8	1993	12
En Rinconada Maipú.	sí	12	8	1993	12
En Pte. Manuel Rodríguez.	sí	12	8	1993	12
Esteros Lampa a/j Río Mapocho	sí	12	8	1993	12
Zanjón de la Aguada a/a Río Mapocho.	sí	12	8	1993	12
<b>Río Angostura</b>					
En Valdivia de Paine	sí	12	8	1993	12
<b>Esteros Puangue</b>					
Antes de junta con Río Maipo	sí	12	8	1993	12
<b>Parámetros medidos en Instructivo</b>					
• Indicadores físico-químicos	sí	• Orgánicos plaguicidas			no
• Inorgánicos	sí	• Microbiológicos			no
• Metales esenciales	sí	• Orgánicos			no
• Metales no esenciales	sí	• Otros parámetros no normados			si

c) Información Aguas Andinas

- Campaña de caracterización del área de influencia de la planta de aguas servidas La Farfana (Aguas Andinas –marzo 2003)

Número de datos = ocho

Parámetros medidos = DBO<sub>5</sub>, Sólidos suspendidos totales, coliformes fecales

Estaciones de muestreo = descarga actual del Zanjón en río Mapocho en puente Rinconada

- Monitoreo Agua Cruda Planta San Enrique- Aguas Andinas 1997-2002

muestreo Registro mensual para cada parámetro medido durante todo el período de

Parámetros medidos = Fe, Cu, Mn, turbidez

Número de datos = 72 valores para cada parámetro

- Además Aguas Andinas muestrea mensualmente los parámetros conductividad, pH, temperatura y turbidez en las estaciones DGA = Maipo en El Manzano y Maipo, Los Almendros.

d) Programa Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreos

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 Maipo, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,1 % de los datos. Todo esto permite confirmar la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca.

- Análisis de límites físicos

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

- Análisis de límites de detección (LD)

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

En la cuenca del río Maipo se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: boro (<1 mg/l) y mercurio (<1 µg/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 Maipo, se presenta en la forma de archivo digital en el anexo 3.3.

- Programa MOP-CADE

Los datos de calidad extraídos de este estudio corresponden a los obtenidos durante cuatro campañas de muestreos durante el año 1993; dos en cada semestre del año, valores que no permiten definir indicadores estadísticos como los requeridos por el programa

de aceptabilidad. Sin embargo, se procedió a realizar un análisis de los valores en función de los datos conocidos del Programa DGA.

Este programa fue analizado en los siguientes aspectos:

- Análisis de Outliers. Se realizó por inspección directa, no detectándose valores sospechosos.
- Límites Físicos: Los valores se encuentran dentro de los rangos esperados.
- Validación de Series: No es posible comparar series, solo se observó la relación entre los valores MOP-CADE y los respectivos DGA, en relación a su media.

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del río Maipo

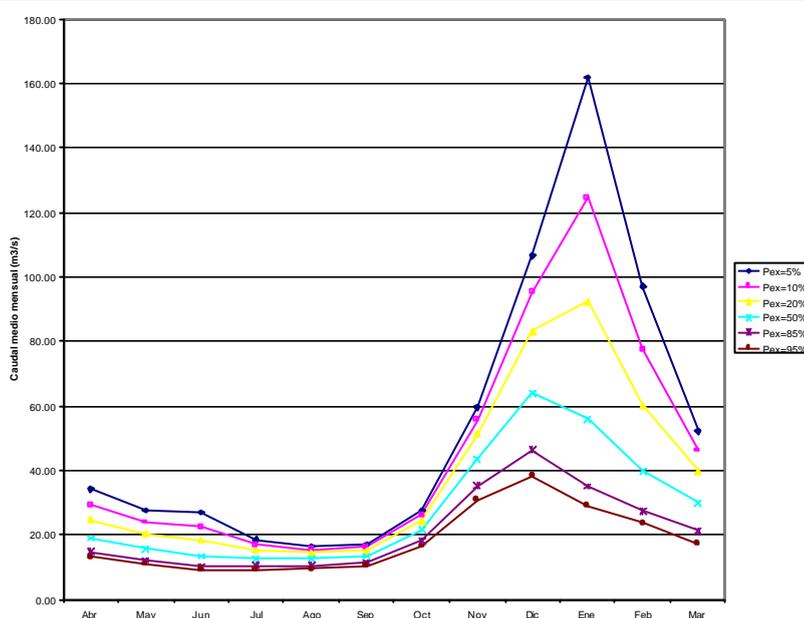
- Río Maipo en Las Hualtatas

La estación Maipo en las Hualtatas se encuentra en la parte alta de la Cordillera de Los Andes a 1820 m s.n.m., y con un área de drenaje de 843 km<sup>2</sup>.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible apreciar el marcado régimen nival de esta estación. Los mayores caudales se presentan en el período de deshielo, entre los meses de noviembre y marzo, alcanzando sus mayores registros en el mes de enero para años húmedos y en el mes de diciembre para los años secos.

**Tabla 4.1: Estación Maipo en las Hualtatas<sup>2</sup>**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	34.20	27.69	26.99	18.65	16.54	17.10	27.58	59.66	106.76	162.03	97.22	52.18
10	29.41	23.97	22.54	17.01	15.55	16.22	26.13	55.77	95.38	124.74	77.69	46.19
20	24.86	20.40	18.47	15.31	14.43	15.21	24.49	51.34	83.21	92.44	60.32	39.85
50	18.93	15.63	13.46	12.73	12.51	13.46	21.57	43.60	64.11	55.84	39.81	30.06
85	14.78	12.18	10.24	10.44	10.50	11.58	18.31	35.22	46.49	35.12	27.46	21.23
95	13.31	10.93	9.19	9.40	9.47	10.60	16.56	30.85	38.49	29.14	23.68	17.31
Dist	L3	L3	L3	G	L2	L2	G2	N	L2	L3	L3	L2



**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional en Maipo en las Hualtatas**

<sup>2</sup> Donde: Pex (%) corresponde a la probabilidad de excedencia, y la fila Dist entrega la abreviatura de la distribución de mejor ajuste para el mes correspondiente. La abreviatura corresponde a la siguiente:

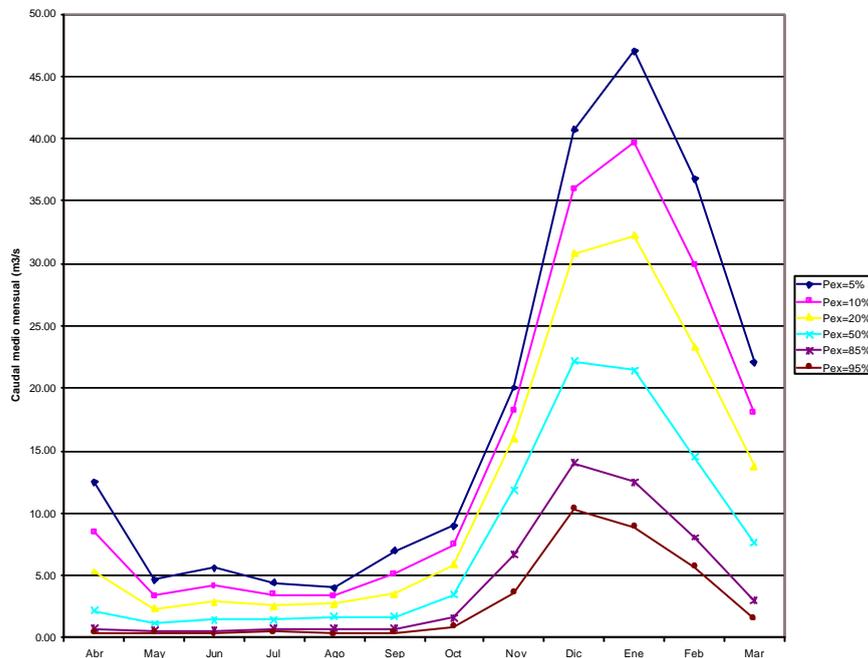
Distribución	Abreviatura
Normal	: N
Log-Normal 2 parámetros	: L2
Log-Normal 3 parámetros	: L3
Gumbel o de Valores Extremos Tipo I	: G
Gamma 2 parámetros	: G2
Pearson Tipo III	: P3
Log-Gamma de 2 parámetros	: LG
Log-Pearson tipo III	: LP

- Río Volcán En Queltehues

La estación Volcán en Queltehues se localiza aguas arriba de la junta con el río Maipo, a 1365 m s.n.m., con un área de drenaje de 523 km<sup>2</sup>. Esta estación presenta un comportamiento muy similar al de la estación Maipo en las Hualtatas.

**Tabla 4.2: Estación Volcán en Los Queltehues**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	12.50	4.63	5.61	4.43	4.05	6.94	8.98	20.04	40.74	47.00	36.80	22.10
10	8.50	3.36	4.14	3.46	3.39	5.10	7.48	18.23	36.04	39.71	29.95	18.04
20	5.33	2.30	2.86	2.57	2.71	3.52	5.89	16.03	30.79	32.27	23.34	13.80
50	2.19	1.17	1.42	1.45	1.68	1.73	3.49	11.83	22.17	21.44	14.49	7.62
85	0.73	0.59	0.60	0.72	0.76	0.72	1.58	6.66	13.98	12.51	8.06	3.01
95	0.38	0.44	0.36	0.48	0.35	0.43	0.90	3.63	10.30	8.85	5.71	1.53
Dist	L2	L3	L2	L2	G	L2	G2	N	LG	L3	L2	G2



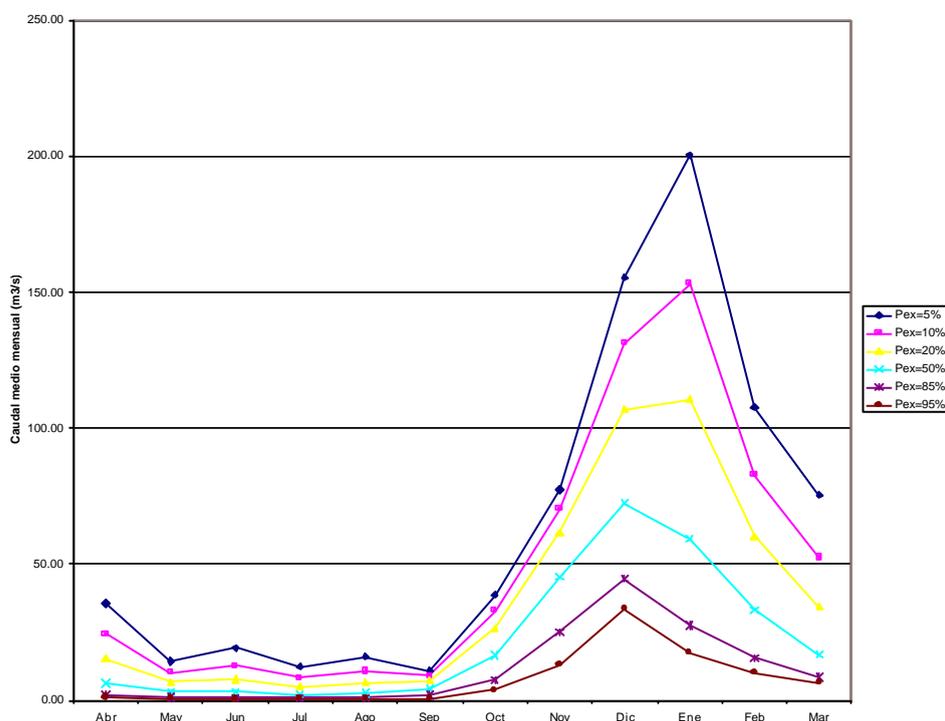
**Figura 4.2: Curva de Variación Estacional en Volcán en Los Queltehues**

- Río Maipo En Las Melosas

A menor elevación que la estación Maipo en las Hualtatas, se ubica Maipo en las Melosas, a 1527 m s.n.m., con un área de drenaje de 1488 km<sup>2</sup>. Esta estación presenta un comportamiento muy similar al de la estación Maipo en las Hualtatas.

**Tabla 4.3: Estación Maipo en Las Melosas**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	35.63	14.40	19.26	12.49	16.04	10.76	38.85	77.40	155.32	200.47	107.60	75.41
10	24.26	10.26	12.77	8.35	10.65	8.98	32.97	70.30	131.21	153.16	82.91	52.57
20	15.24	6.81	7.76	5.17	6.52	7.11	26.58	61.69	106.97	110.54	60.46	34.51
50	6.26	3.11	2.99	2.14	2.64	4.30	16.49	45.25	72.40	59.27	33.06	16.66
85	2.09	1.18	0.93	0.82	0.98	1.80	7.59	25.00	44.76	27.51	15.72	8.45
95	1.10	0.67	0.47	0.53	0.62	0.66	3.96	13.11	33.75	17.53	10.16	6.51
Dist	L2	L2	L2	L3	L3	G	P3	N	L2	L2	L2	L3



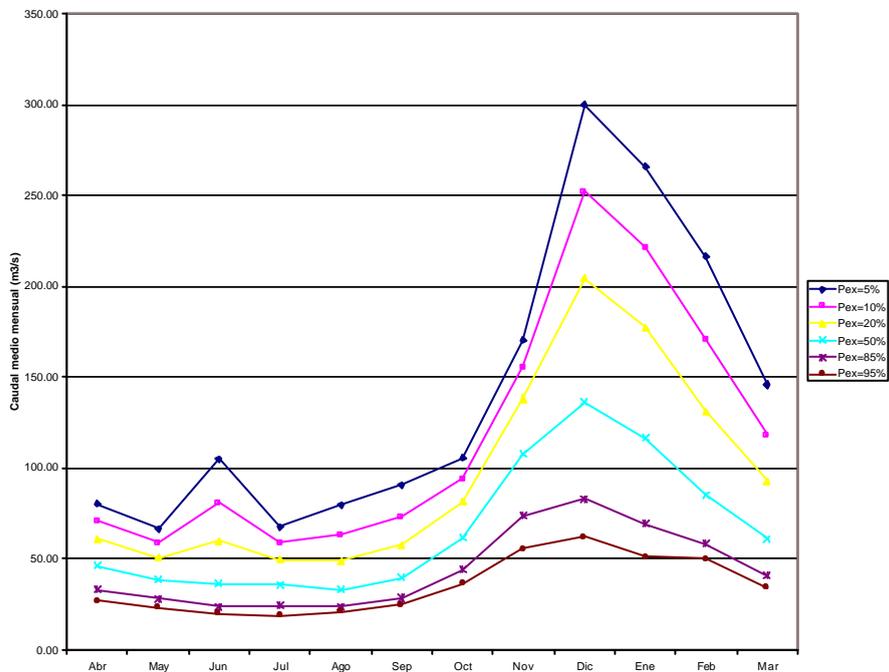
**Figura 4.3: Curva de Variación Estacional en Maipo en Las Melosas**

- Río Maipo En San Alfonso

La estación Maipo en San Alfonso se localiza a 1108 m s.n.m., presenta un área de drenaje de 2850 km<sup>2</sup>, y se encuentra aguas abajo de la confluencia de los ríos Volcán y Yeso. Esta estación presenta importantes crecidas en los períodos de deshielo, en el período comprendido entre los meses de noviembre y marzo, alcanzando sus mayores registros en el mes de enero para años húmedos y en el mes de diciembre para los años secos. Sin embargo para aquellos años húmedos, presenta una crecida en el mes de junio, por el aumento considerable de las precipitaciones.

**Tabla 4.4: Estación Maipo en San Alfonso**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	80.14	66.33	104.91	67.89	79.54	90.74	105.51	170.18	299.66	265.50	216.10	145.82
10	70.73	58.73	80.70	59.00	63.20	73.26	93.77	155.33	251.88	221.38	171.02	118.13
20	60.93	50.81	59.91	49.78	49.02	57.73	81.28	138.15	204.09	177.64	131.32	92.73
50	46.12	38.84	36.65	35.97	32.91	39.44	61.85	107.58	136.52	116.63	85.20	61.31
85	32.96	28.22	23.72	24.11	23.74	28.45	44.17	73.71	83.19	69.47	58.08	41.01
95	26.99	23.39	20.06	19.06	21.08	25.10	36.25	55.59	62.19	51.24	49.97	34.37
Dist	G	G	L3	L2	L3	L3	L2	L3	L2	L2	L3	L3



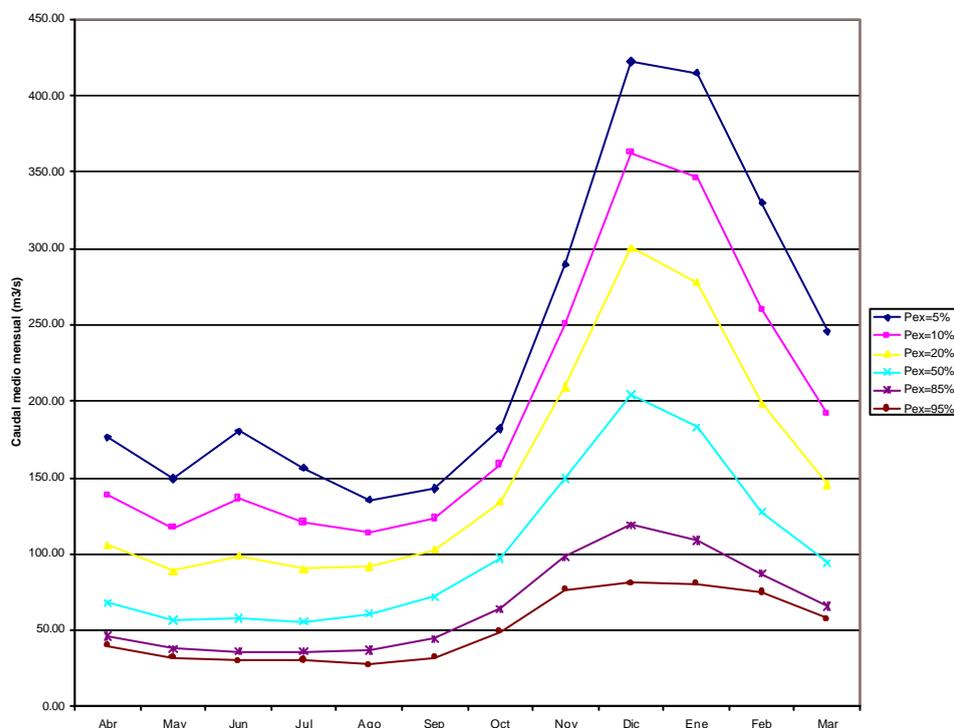
**Figura 4.4: Curva de Variación Estacional en Maipo en San Alfonso**

- Río Maipo en El Manzano

Esta estación es representativa del régimen nival y ha sido elegida como patrón. Se ubica a la elevación 850 m s.n.m., con un área de drenaje de 4968 km<sup>2</sup>. Recibe mayoritariamente las aguas provenientes del deshielo, en el período comprendido entre los meses de noviembre y marzo, alcanzando sus mayores registros en el mes de enero, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 4.5: Estación Maipo en el Manzano**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	176.52	149.41	180.14	156.10	135.31	142.84	181.93	289.69	422.26	414.86	330.09	245.88
10	138.71	117.13	136.13	120.69	113.49	123.24	158.46	250.18	362.91	346.11	259.82	191.75
20	105.72	88.94	98.87	90.09	91.72	102.81	134.00	209.46	300.34	277.90	198.38	145.45
50	67.95	56.58	58.08	55.53	61.05	71.96	97.05	149.16	204.35	182.69	127.75	93.96
85	46.21	37.89	36.16	36.05	36.98	44.55	64.23	98.19	118.80	108.98	86.88	65.62
95	39.84	32.40	30.14	30.46	27.55	32.11	49.34	76.80	81.15	80.45	74.84	57.66
Dist	L3	L3	L3	L3	L2	G	G	L2	L3	L2	L3	L3



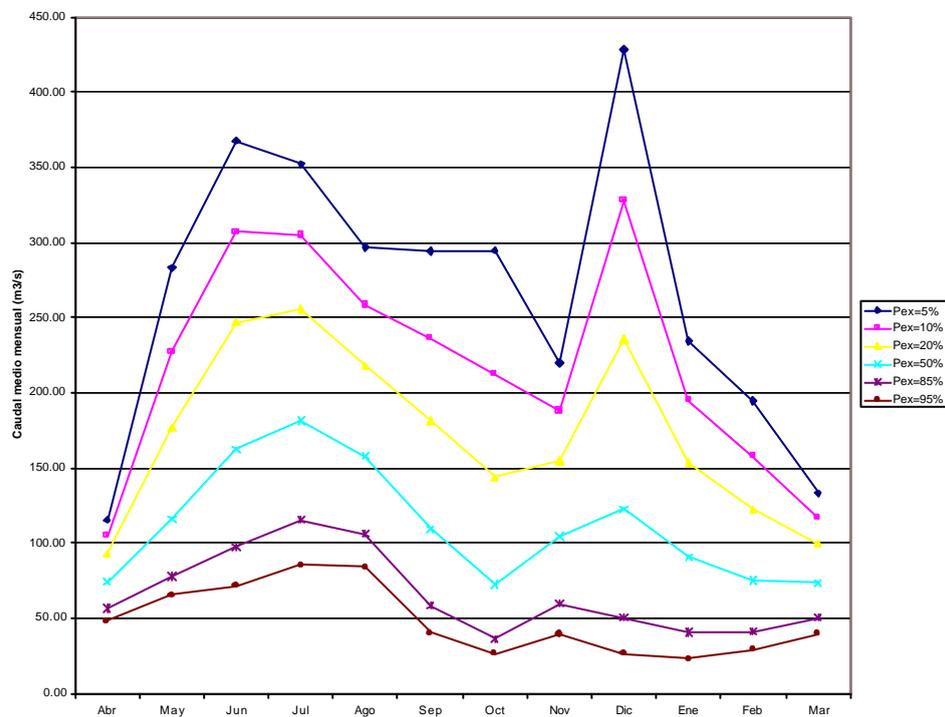
**Figura 4.5: Curva de Variación Estacional en Maipo en el Manzano**

- Río Maipo En Cabimbao

La estación Maipo en Cabimbao se localiza a 35 m s.n.m., con una red de drenaje de 15040 km<sup>2</sup>, considerando prácticamente la totalidad de la red de la cuenca del Maipo. Las curvas de variación estacional reflejan claramente la influencia de la interferencia humana que tiene la cuenca, como lo constituyen la gran cantidad de canales de regadío.

**Tabla 4.6: Estación Maipo en Cabimbao**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	115.43	282.98	367.81	352.02	296.97	294.14	294.66	220.02	428.39	234.55	194.75	133.04
10	104.79	227.32	307.09	304.88	258.34	236.34	212.20	188.06	327.78	195.18	157.85	116.53
20	93.20	176.97	246.81	255.73	218.22	181.32	144.13	154.75	235.83	153.49	122.39	99.32
50	74.50	115.98	162.54	181.49	158.05	109.27	72.41	104.43	122.73	90.80	75.26	73.32
85	56.54	77.80	97.17	115.55	106.23	58.56	36.04	59.74	50.28	40.90	41.35	50.23
95	48.08	65.68	71.83	85.63	84.12	40.59	26.60	39.45	26.77	23.16	29.08	39.75
Dist	L2	L3	L2	G	L2	L2	L3	G	L3	G2	L2	G



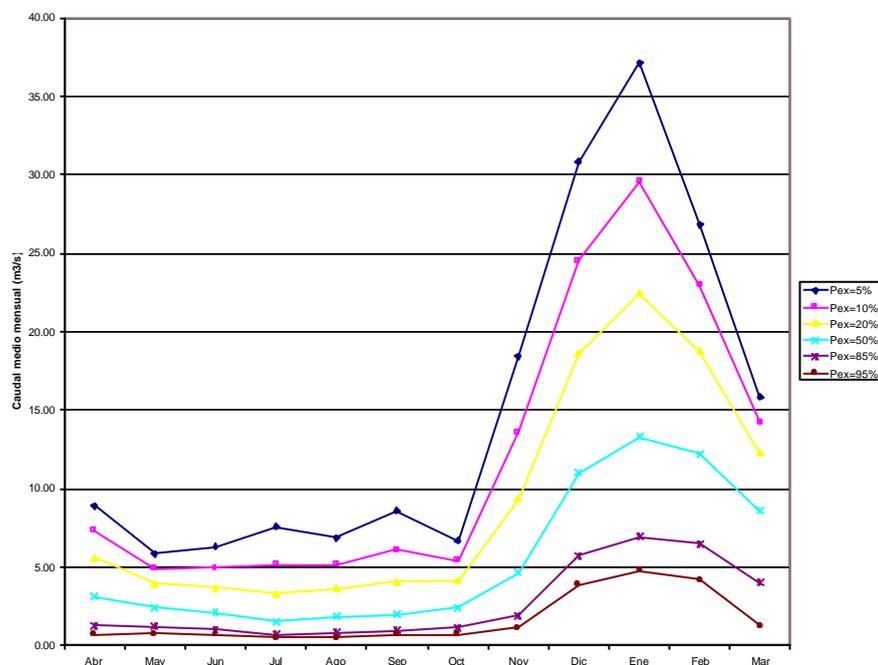
**Figura 4.6: Curva de Variación Estacional en Maipo en Cabimbao**

- b) Subcuenca del río Colorado
  - Río Olivares antes Junta Río Colorado

Esta estación fluviométrica se encuentra a 1500 m s.n.m., presentado un área de drenaje de 531 km<sup>2</sup>, recibiendo mayoritariamente las aguas provenientes del deshielo, en el período comprendido entre los meses de noviembre y marzo, alcanzando sus mayores registros en el mes de enero.

**Tabla 4.7: Estación Olivares antes de Junta con Colorado**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	8.88	5.83	6.31	7.54	6.89	8.55	6.69	18.43	30.84	37.14	26.83	15.85
10	7.28	4.91	4.94	5.15	5.14	6.07	5.38	13.57	24.55	29.59	22.95	14.24
20	5.61	3.93	3.67	3.29	3.61	4.05	4.10	9.37	18.62	22.47	18.75	12.29
50	3.15	2.43	2.08	1.50	1.84	1.96	2.40	4.61	10.97	13.28	12.18	8.57
85	1.28	1.19	1.03	0.70	0.80	0.93	1.17	1.93	5.72	6.95	6.48	3.97
95	0.67	0.73	0.68	0.52	0.49	0.67	0.72	1.15	3.90	4.75	4.20	1.28
Dist	G2	P3	L3	L3	G	L3	L3	L2	L2	L2	G2	N



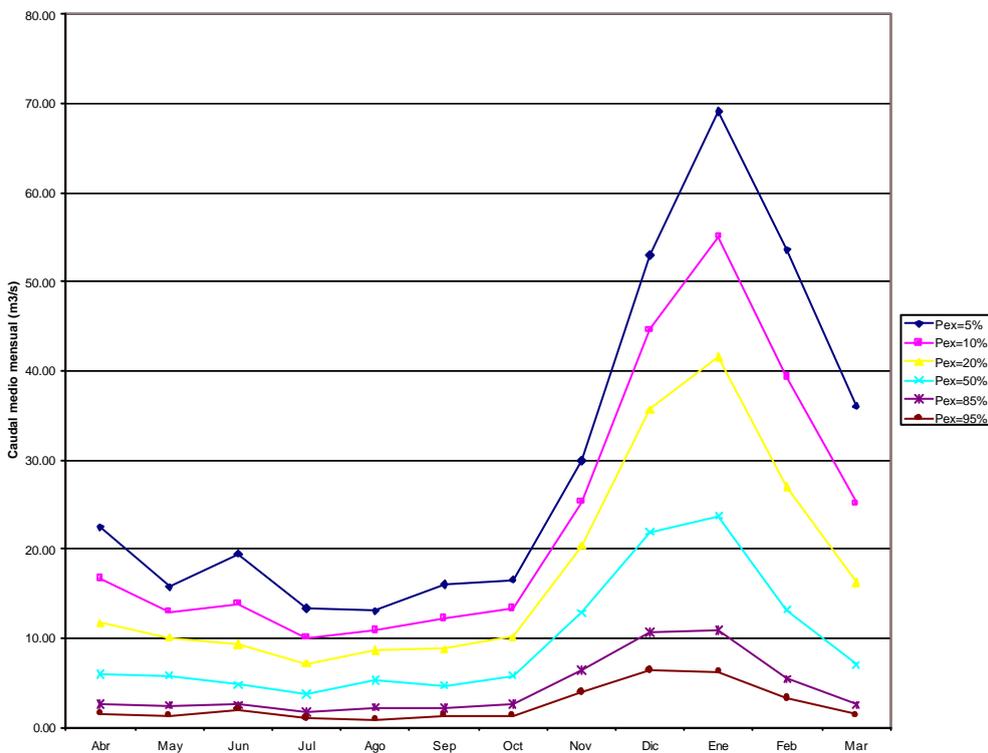
**Figura 4.7: Curva de Variación Estacional en Olivares antes de junta con Colorado**

- Río Colorado Antes Junta Río Olivares

Esta estación fluviométrica se encuentra a 1500 m s.n.m., presentado un área de drenaje de 834 km<sup>2</sup>, recibiendo mayoritariamente las aguas provenientes del deshielo, en el período comprendido entre los meses de noviembre y marzo, alcanzando sus mayores registros en el mes de enero.

**Tabla 4.8: Estación Colorado antes de junta con Olivares**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	22.41	15.74	19.45	13.32	13.00	16.03	16.56	29.92	53.00	69.10	53.60	36.07
10	16.71	12.99	13.84	10.06	10.86	12.18	13.30	25.31	44.61	55.06	39.30	25.12
20	11.71	10.09	9.33	7.16	8.62	8.74	10.13	20.38	35.65	41.58	26.99	16.20
50	5.93	5.78	4.73	3.74	5.24	4.64	5.79	12.77	21.94	23.71	13.17	7.01
85	2.57	2.46	2.53	1.68	2.25	2.12	2.55	6.39	10.62	10.89	5.44	2.50
95	1.57	1.32	1.98	1.05	0.89	1.34	1.34	3.94	6.38	6.26	3.23	1.36
Dist	L2	G2	L3	L2	G	L2	L3	G2	G2	L3	L2	L2



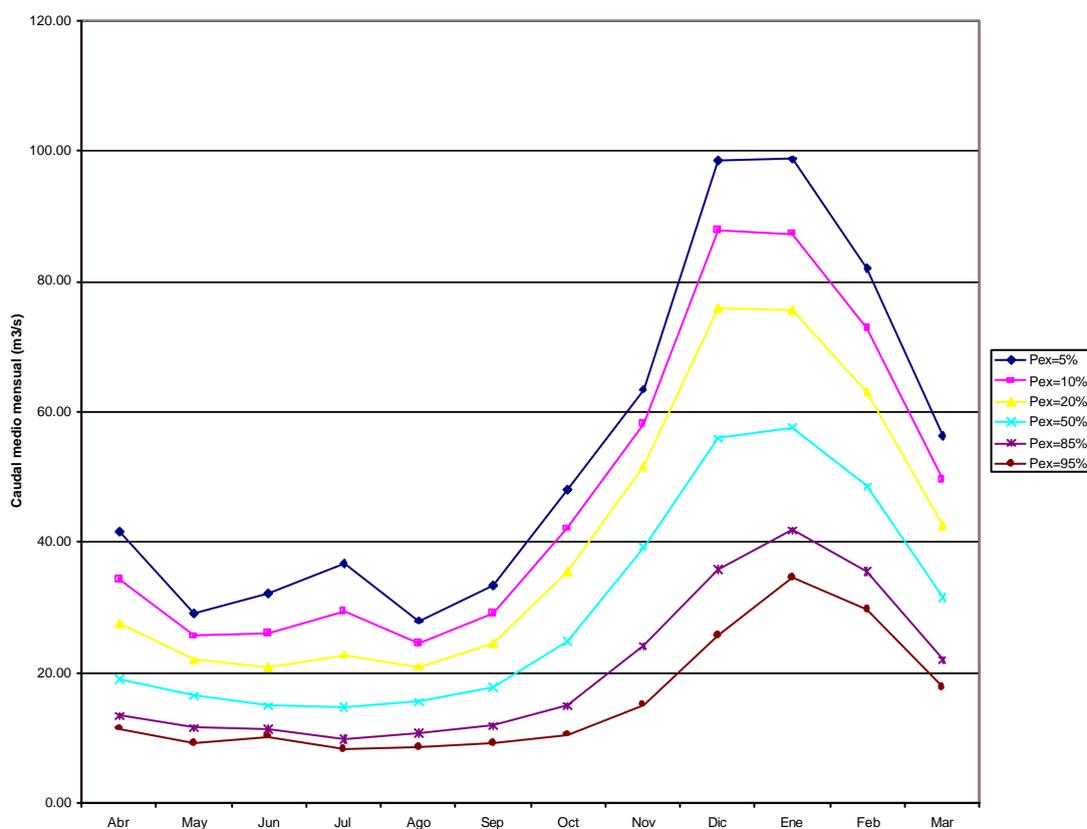
**Figura 4.8: Curva de Variación Estacional en Colorado antes de junta con Olivares**

- Río Colorado Antes Junta Río Maipo

Esta estación se localiza a menor altura, a 890 m s.n.m., con un área de drenaje de 1713 km<sup>2</sup>. Recibe los aportes provenientes del río Olivares y de la parte alta del río Colorado. Parte de su cuenca recibe precipitación nival y la otra es de precipitación pluvial.

**Tabla 4.9: Estación Colorado antes de junta con Maipo**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	41.66	29.11	32.08	36.69	28.04	33.31	48.09	63.48	98.39	98.66	82.07	56.40
10	34.31	25.61	26.16	29.40	24.59	29.04	42.11	58.14	87.70	87.33	72.81	49.63
20	27.51	21.97	20.96	22.81	20.99	24.59	35.51	51.68	75.80	75.53	63.16	42.51
50	19.00	16.46	14.92	14.86	15.56	17.86	24.82	39.32	55.90	57.69	48.57	31.62
85	13.40	11.57	11.39	9.91	10.74	11.88	14.92	24.11	35.75	41.85	35.62	21.96
95	11.54	9.35	10.34	8.34	8.55	9.17	10.62	15.17	25.80	34.66	29.74	17.73
Dist	L3	G	L3	L3	G	G	G2	N	L3	G	G	L2



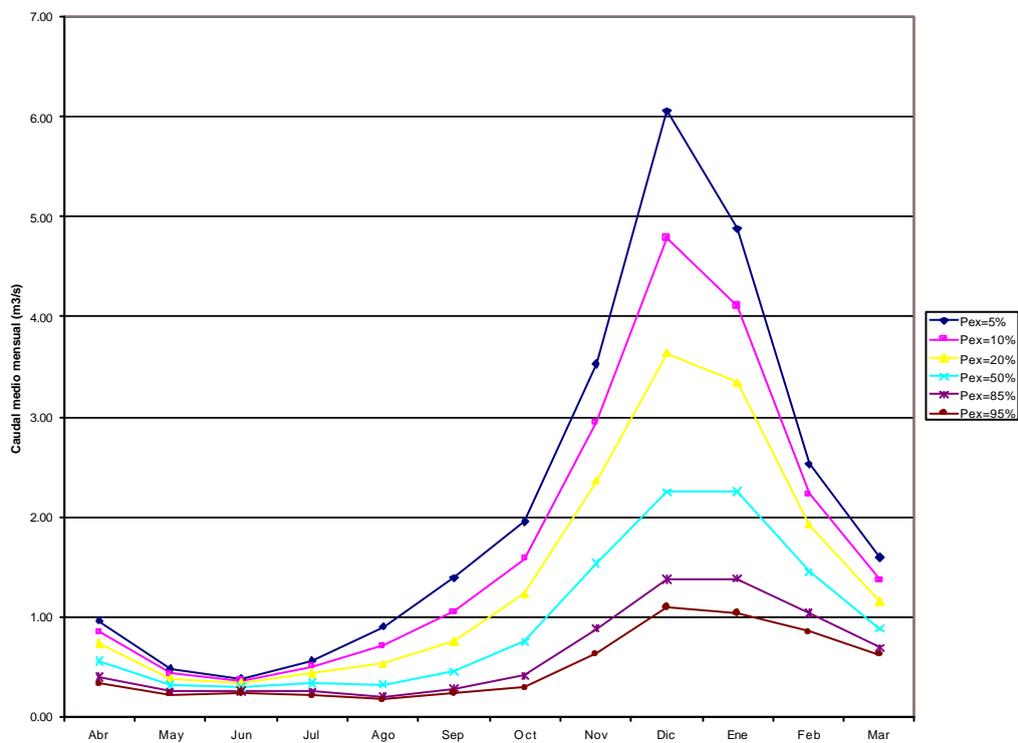
**Figura 4.9: Curva de Variación Estacional en Colorado antes de junta con Maipo**

- c) Subcuenca del río Mapocho
  - Estero Yerba Loca antes junta San Francisco

La estación Yerba Loca antes de la junta con el estero San Francisco, se encuentra a 1300 m s.n.m., presenta un régimen fundamentalmente nival con crecidas motivadas por deshielos. El aumento de caudales registrado en esta estación causado por las precipitaciones invernales en agosto es de menor magnitud.

**Tabla 4.10: Estación Yerba Loca antes de junta con San Francisco**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	0.97	0.48	0.38	0.57	0.90	1.39	1.96	3.53	6.06	4.88	2.53	1.59
10	0.85	0.43	0.36	0.50	0.71	1.05	1.58	2.95	4.79	4.11	2.23	1.37
20	0.74	0.39	0.34	0.44	0.53	0.76	1.23	2.36	3.64	3.34	1.92	1.16
50	0.56	0.32	0.30	0.34	0.33	0.45	0.75	1.53	2.25	2.25	1.45	0.88
85	0.40	0.26	0.26	0.25	0.21	0.28	0.41	0.88	1.38	1.38	1.04	0.69
95	0.33	0.23	0.24	0.21	0.17	0.24	0.29	0.63	1.10	1.04	0.85	0.62
Dist	G	G	L2	G	L3	L3	L2	L3	L3	L2	G	L3



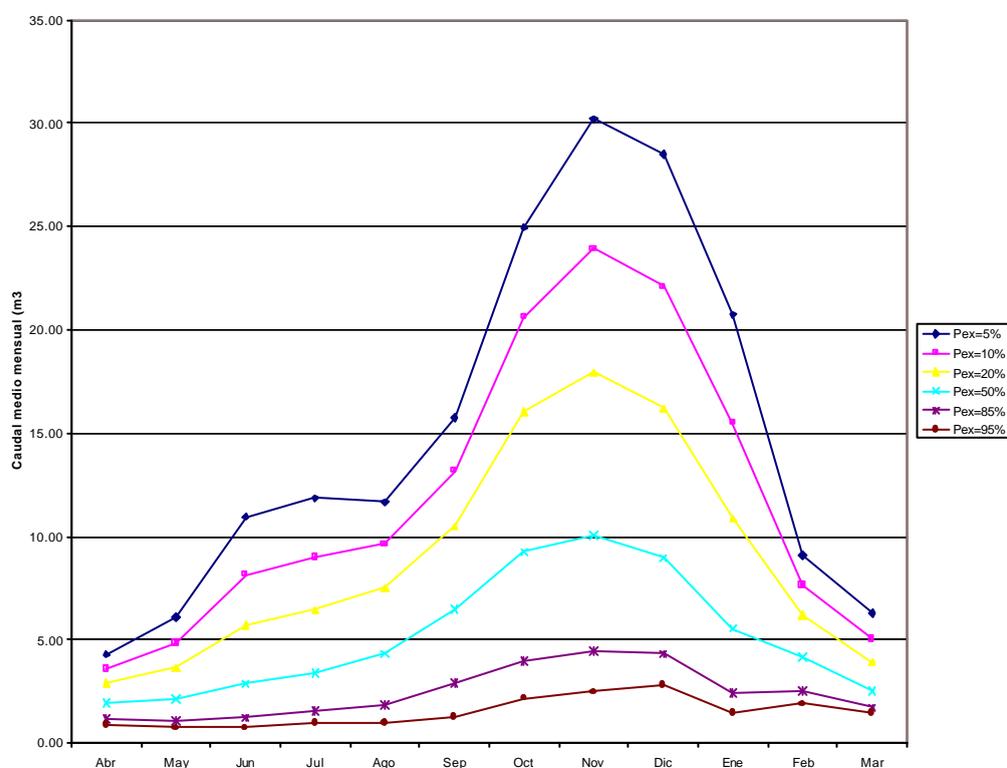
**Figura 4.10: Curva de Variación Estacional en Yerba Loca antes junta San Francisco**

- Río Mapocho en Los Almendros

La estación Mapocho en los Almendros se encuentra localizada a 1024 m s.n.m., presenta una red de drenaje de 620 km<sup>2</sup>. Esta estación presenta un régimen caracterizado por el aporte menor, pero no despreciable de las precipitaciones invernales en los meses de junio a agosto, para presentar una marcada crecida en el mes de noviembre con los aportes provenientes de los deshielos.

**Tabla 4.11: Estación Mapocho en los Almendros**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	4.30	6.11	10.97	11.85	11.67	15.74	24.95	30.20	28.51	20.74	9.08	6.30
10	3.61	4.85	8.17	9.00	9.64	13.18	20.62	23.93	22.08	15.50	7.64	5.04
20	2.91	3.66	5.71	6.44	7.50	10.51	16.05	17.94	16.20	10.89	6.20	3.91
50	1.93	2.14	2.89	3.40	4.32	6.48	9.26	10.06	8.96	5.55	4.16	2.55
85	1.17	1.10	1.24	1.55	1.85	2.89	3.98	4.48	4.32	2.42	2.55	1.71
95	0.87	0.75	0.76	0.98	1.01	1.26	2.17	2.49	2.82	1.49	1.91	1.45
Dist	L2	L2	L2	L2	G2	G	G2	L3	L2	L2	L2	L3



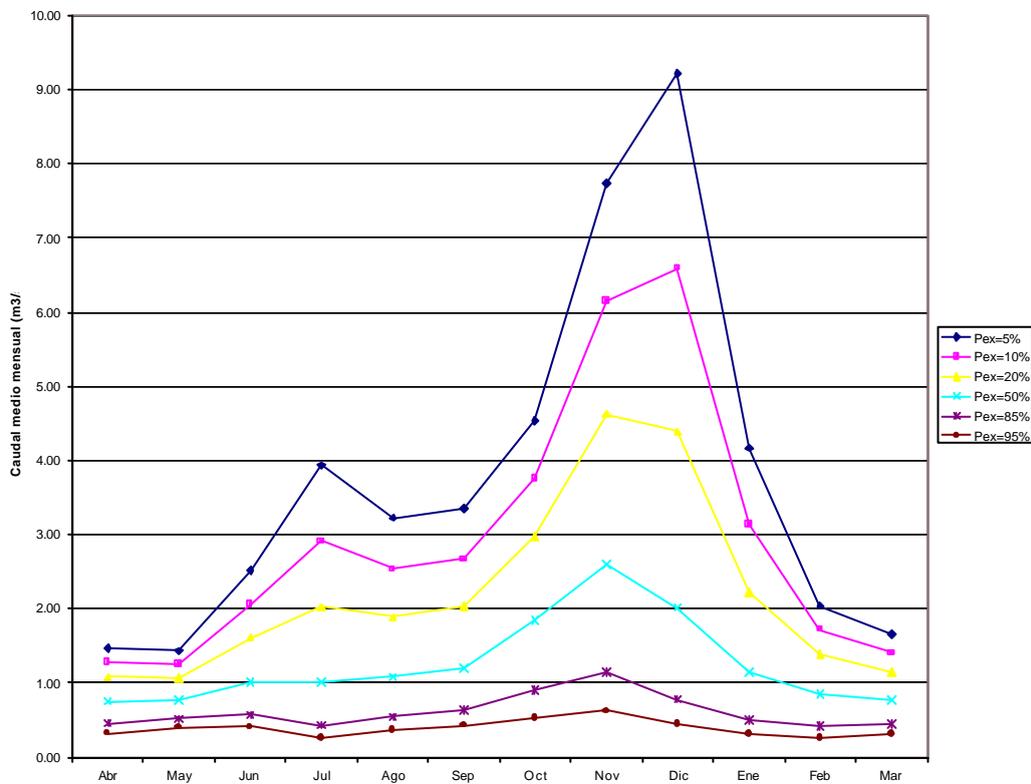
**Figura 4.11: Curva de Variación Estacional en Mapocho en los Almendros**

- Estero Arrayán En La Montosa

La estación estero Arrayán en la Montosa se ubica a 880 m s.n.m., con un área de drenaje de 219 km<sup>2</sup>. Esta estación presenta un claro comportamiento nivo pluvial, registrando caudales máximos en los meses de diciembre para años húmedos y en noviembre para años secos. También presenta otra crecida en el mes de julio, pero de menor magnitud.

**Tabla 4.12: Estación Arrayán en la Montosa**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	1.46	1.43	2.52	3.94	3.23	3.35	4.54	7.74	9.21	4.17	2.04	1.66
10	1.28	1.25	2.06	2.91	2.53	2.67	3.76	6.15	6.59	3.13	1.72	1.40
20	1.08	1.06	1.62	2.02	1.89	2.03	2.98	4.63	4.39	2.22	1.38	1.14
50	0.76	0.77	1.01	1.01	1.08	1.20	1.84	2.60	2.02	1.14	0.86	0.76
85	0.45	0.52	0.57	0.43	0.54	0.63	0.91	1.15	0.78	0.51	0.42	0.45
95	0.32	0.40	0.41	0.26	0.36	0.43	0.53	0.63	0.44	0.31	0.26	0.32
Dist	G2	G	L2	L2	L2	L2	L3	L3	L2	L2	L2	L3



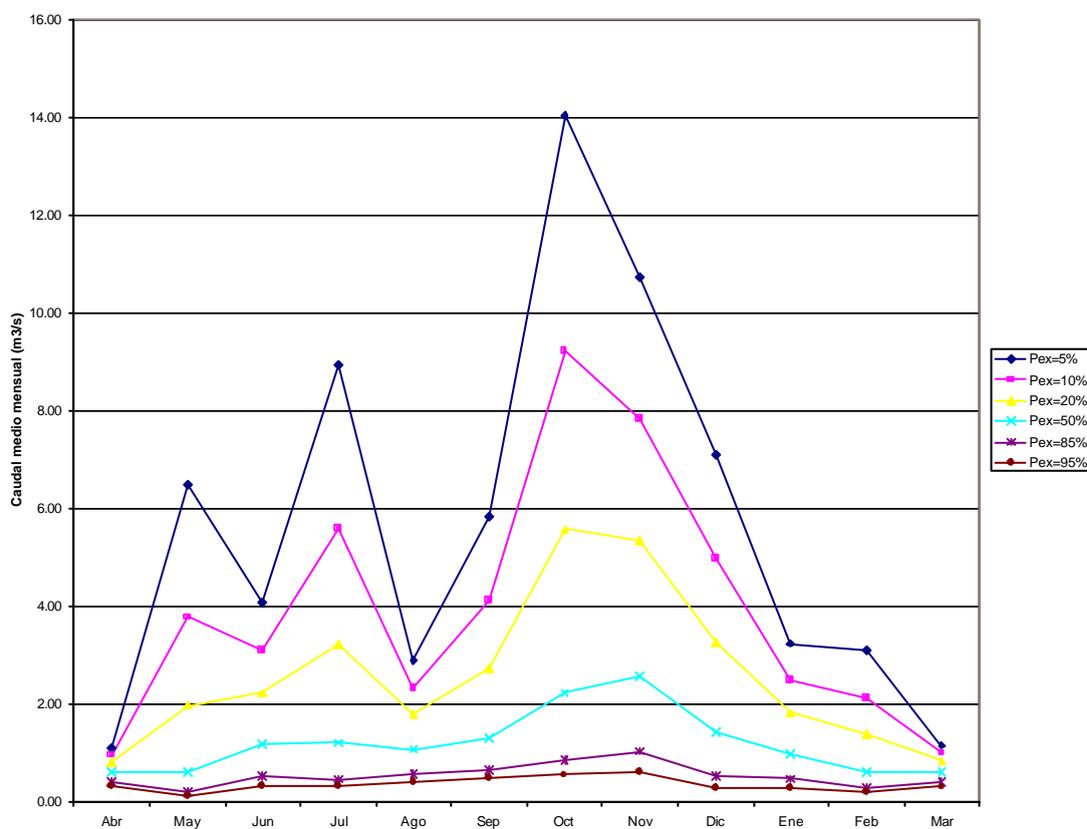
**Figura 4.12: Curva de Variación Estacional en Arrayán en la Montosa**

- Río Colina en Peldehue

Esta estación se encuentra a 860 m s.n.m., presentando unas curvas de variación estacional que reflejan la intervención antrópica en su red de drenaje.

**Tabla 4.13: Estación Colina en Peldehue**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	1.11	6.50	4.08	8.93	2.91	5.83	14.04	10.74	7.10	3.25	3.10	1.17
10	0.97	3.78	3.11	5.61	2.35	4.12	9.21	7.84	4.99	2.51	2.14	1.01
20	0.83	1.99	2.23	3.24	1.80	2.74	5.58	5.35	3.26	1.83	1.38	0.85
50	0.61	0.63	1.19	1.22	1.09	1.33	2.23	2.58	1.45	1.00	0.64	0.61
85	0.42	0.21	0.55	0.48	0.59	0.66	0.86	1.05	0.53	0.48	0.30	0.41
95	0.33	0.14	0.35	0.34	0.41	0.49	0.56	0.62	0.30	0.31	0.21	0.32
Dist	G	L3	L2	L3	L2	L3	L3	L2	L2	L2	L3	L2



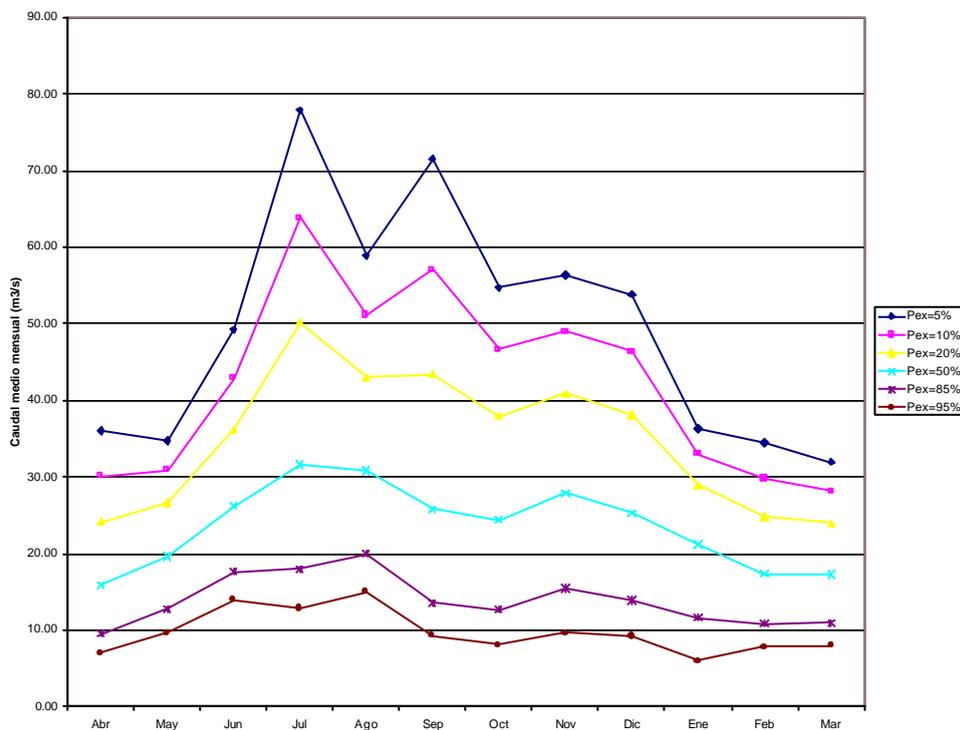
**Figura 4.13: Curva de Variación Estacional en Colina en Peldehue**

- Río Mapocho Rinconada De Maipú

La estación Mapocho en Rinconada de Maipú se encuentra en el valle central, a 420 m s.n.m., con una red de drenaje de 4068 km<sup>2</sup>. Esta estación se encuentra aguas abajo de la entrega que hace el Canal San Carlos, por lo que los caudales registrados por esta estación reflejan la gran intervención antrópica que representa esta obra.

**Tabla 4.14: Estación Mapocho en Rinconada**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	36.02	34.69	49.26	77.88	58.88	71.55	54.76	56.39	53.87	36.30	34.49	31.97
10	30.08	30.91	42.86	63.82	51.11	57.10	46.67	48.95	46.34	32.95	29.77	28.11
20	24.17	26.66	36.21	50.15	43.02	43.44	37.95	40.87	38.16	28.90	24.84	23.93
50	15.92	19.59	26.24	31.64	30.78	25.77	24.36	27.87	25.24	21.16	17.40	17.25
85	9.51	12.75	17.65	17.93	19.92	13.54	12.70	15.43	13.85	11.62	10.80	10.90
95	7.03	9.63	13.98	12.85	14.99	9.28	8.10	9.60	9.20	6.02	7.80	7.95
Dist	L2	G	L2	L2	G	L2	G2	G	G2	N	G	L3



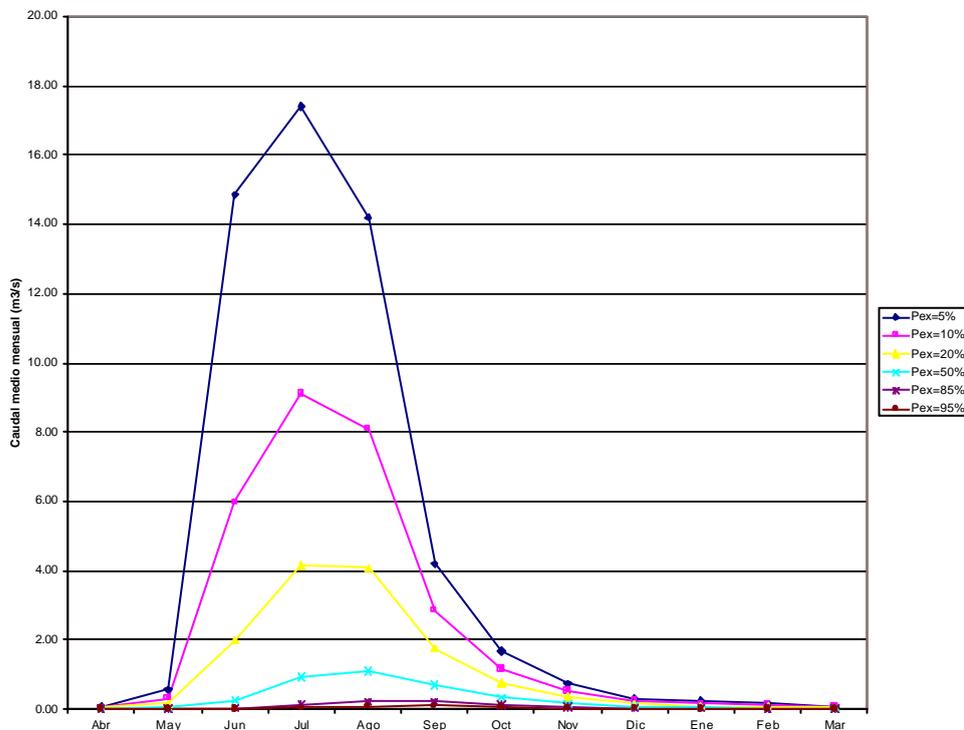
**Figura 4.14: Curva de Variación Estacional en Mapocho en Rinconada**

- d) Subcuenca estero Puangue
  - Estero Puangue en Boquerón

La estación Puangue en Boquerón se encuentra a 488 m s.n.m., con una red de drenaje de 137 km<sup>2</sup>. Esta estación presenta un claro régimen pluvial, alcanzando los máximos en el mes de julio.

**Tabla 4.15: Estación Puangue en Boquerón**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	0.07	0.57	14.85	17.40	14.20	4.21	1.67	0.74	0.32	0.24	0.17	0.08
10	0.06	0.33	5.98	9.11	8.09	2.84	1.17	0.53	0.24	0.16	0.12	0.06
20	0.04	0.17	1.99	4.15	4.09	1.76	0.75	0.36	0.16	0.09	0.08	0.05
50	0.02	0.05	0.25	0.93	1.11	0.70	0.33	0.17	0.08	0.04	0.04	0.03
85	0.01	0.01	0.03	0.15	0.22	0.21	0.12	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01
95	0.01	0.00	0.01	0.05	0.09	0.10	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
Dist	L2	L2	L3	L2	L2	L3	L2	L2	L2	L3	L2	L3



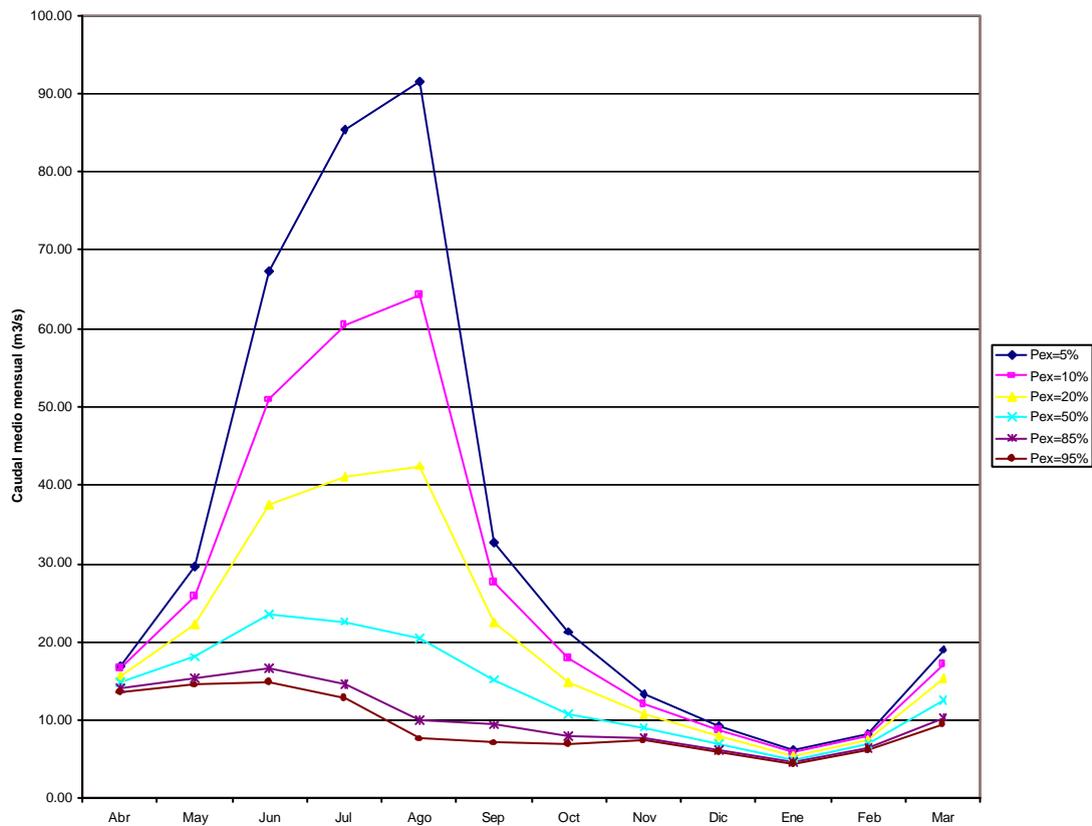
**Figura 4.15: Curva de Variación Estacional en Puangue en Boquerón**

- Estero Puangue en Ruta 78

La estación Puangue en Ruta 78 se encuentra a 100 m s.n.m., presentando una red de drenaje de 1670 km<sup>2</sup>. Esta estación presenta un claro régimen pluvial, alcanzando crecidas en los meses de invierno.

**Tabla 4.16: Estación Puangue en Ruta 78**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	16.83	29.55	67.37	85.48	91.45	32.58	21.32	13.24	9.35	6.12	8.30	19.03
10	16.62	25.75	50.91	60.39	64.25	27.53	17.96	12.00	8.70	5.82	7.94	17.16
20	15.67	22.29	37.47	41.03	42.46	22.45	14.80	10.77	8.03	5.51	7.56	15.26
50	14.78	18.05	23.54	22.59	20.50	15.20	10.71	9.10	7.06	5.05	6.97	12.56
85	13.99	15.35	16.66	14.57	10.10	9.40	7.90	7.83	6.25	4.65	6.42	10.38
95	13.63	14.48	14.91	12.78	7.58	7.09	6.92	7.35	5.92	4.48	6.18	9.51
Dist	G	L3	L3	L3	L3	L2	L3	L3	L3	L3	L3	L3



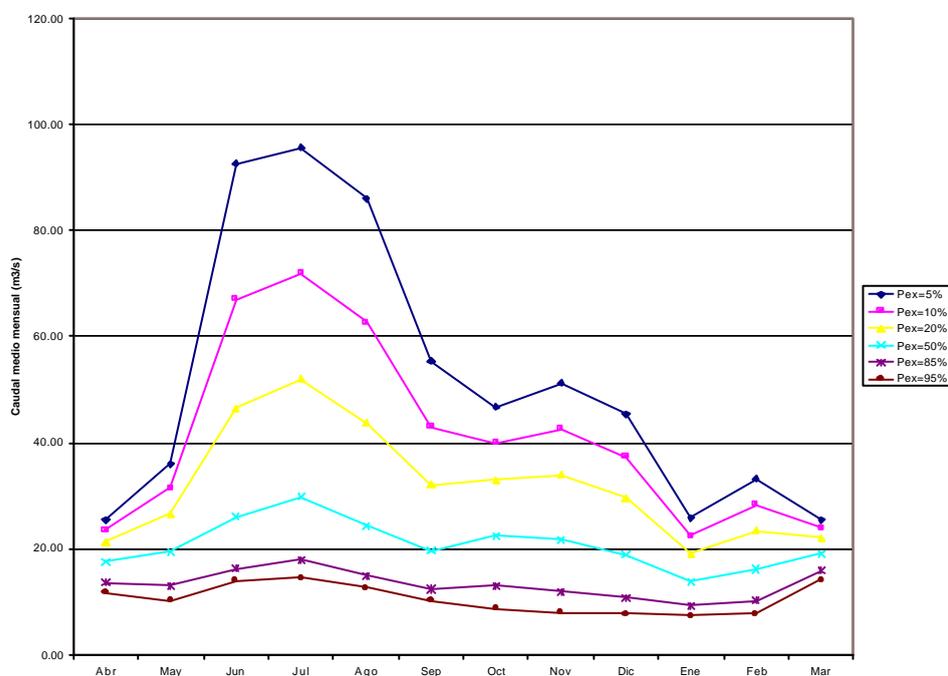
**Figura 4.16: Curva de Variación Estacional en Puangue en Ruta 78**

- e) Subcuenca río Angostura
  - Río Angostura en Valdivia de Paine

La estación río Angostura en Valdivia de Paine, que se encuentra a 350 m s.n.m., presenta una red de drenaje de 1394 km<sup>2</sup>. Esta estación registra importantes caudales en los meses de invierno (junio a agosto), en los años húmedos. Para los años secos presenta un caudal relativamente bajo y constante, explicado principalmente por el gran número de canales de regadío que extraen las aguas de sus afluentes: estero Paine y río Peuco.

**Tabla 4.17: Estación Angostura en Valdivia de Paine**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	25.37	36.02	92.67	95.55	86.07	55.36	46.75	51.29	45.40	25.79	33.21	25.48
10	23.52	31.44	67.07	71.94	62.65	42.91	40.02	42.62	37.38	22.48	28.32	23.88
20	21.38	26.67	46.58	51.89	43.70	32.04	33.01	33.93	29.54	19.04	23.35	22.07
50	17.64	19.47	25.99	29.84	24.33	19.58	22.41	21.63	18.83	13.85	16.15	19.00
85	13.68	13.07	16.26	17.90	14.94	12.38	13.00	11.89	10.82	9.36	10.26	15.79
95	11.67	10.17	13.91	14.60	12.61	10.27	8.73	8.05	7.81	7.44	7.86	14.16
Dist	G2	G	L3	L3	L3	L3	G	L3	L2	L2	L2	L2



**Figura 4.17: Curva de Variación Estacional en Angostura en Valdivia de Paine**

## Maipo

70.

### 4.1.2 Conclusiones

#### a) Subcuenca Alta del Maipo

Corresponde al área drenada por la parte alta del río Maipo, desde su nacimiento en la cordillera de Los Andes hasta la estación fluviométrica Maipo en El Manzano, incluyendo a sus principales afluentes: río Colorado, río Olivares, río Yeso y río Volcán. En toda esta subcuenca se aprecia un marcado régimen nival, con sus mayores caudales en diciembre y enero, producto de los deshielos cordilleranos.

El período de menores caudales se observa en los meses de junio, julio y agosto.

#### b) Subcuenca Media del Maipo

Corresponde a la hoya hidrográfica de la parte media del río Maipo, desde la estación fluviométrica Maipo en El Manzano hasta la junta del río Mapocho, incluyendo el río Angostura. En su cauce principal no hay estaciones fluviométricas, pero se advierte un uso intensivo del agua para el riego, de manera que el período de estiaje debe ocurrir en meses de verano, tal como se observa en la estación Angostura en Valdivia de Paine, entre diciembre y febrero.

#### c) Subcuenca Baja del Maipo

Corresponde a la hoya hidrográfica de la parte baja del río Maipo, desde la junta del río Mapocho hasta la desembocadura del Maipo en el océano Pacífico, incluyendo al estero Puangue. En esta subcuenca se aprecia una gran intervención humana en los caudales, debido principalmente al uso intensivo de agua para el riego. Los mayores escurrimientos provienen de aportes pluviales y de los deshielos, ocurriendo en junio y diciembre, salvo el estero Puanque, el que muestra sólo influencia pluvial.

El período de menores caudales se observa en el verano, entre los meses de diciembre y febrero.

## d) Subcuenca Alta del Mapocho

Corresponde al área drenada por la parte alta del río Mapocho, desde el nacimiento de sus afluentes cordilleranos: río Molina, río San Francisco, estero Yerba Loca, hasta la junta del río Mapocho con el estero Arrayán, incluyendo este último.

En esta subcuenca se observa un régimen nivo – pluvial, ya que aunque la influencia nival es la más importante es posible advertir cierta influencia pluvial, salvo en el caso del estero Yerba Loca, el que es puramente nival. Los mayores caudales se observan entre noviembre y enero, mientras que los menores ocurren entre marzo y mayo.

## e) Subcuenca Baja del Mapocho

Corresponde al área drenada por el río Mapocho, desde la junta del estero Arrayán hasta la confluencia del Mapocho con el río Maipo, incluyendo al estero Colina.

En esta subcuenca se observa una considerable influencia pluvial y tiene una gran intervención antrópica. Los mayores caudales se observan en julio y octubre, mientras que el período de menores caudales ocurren entre febrero y abril.

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

**Tabla 4.18: Períodos de Estiaje para subcuencas de la cuenca del río Maipo**

N°	Subcuenca	Subsubcuenca	Período Estiaje
1	Maipo	Alta	Junio – Julio – Agosto
2		Media	Diciembre – Enero – Febrero
3		Baja	Diciembre – Enero – Febrero
4	Mapocho	Alta	Marzo – Abril – Mayo
5		Baja	Febrero – Marzo – Abril

4.2 Análisis de la Calidad de Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

- Selección de parámetros

- Tendencia central
- Análisis por 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 definidos en la metodología para el análisis de la calidad de agua en todas las cuencas en estudio son: pH, DBO<sub>5</sub>, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos y coliformes fecales. En la tabla 4.19 se denominan como “obligatorios”.

##### 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 4.19 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 4.19: Selección y Rango de los Parámetros de calidad en la cuenca del río Maipo**

Parámetros	Unidad	Fuente	Mínimo	Máximo	Clase 0	Selección
<b>FISICOQUÍMICOS</b>						
Conduc Eléctrica	μS/cm	DGA	13.1	2478	<600	Obligatorio
DBO <sub>5</sub>	mg/L	MOP-CADE	1.1	265.0	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co		s/i	s/i	<16	no
Oxígeno Disuelto	mg/L	DGA	6.1	17.1	>7.5	Obligatorio
pH	unidad	DGA	6.2	9.4	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	DGA	0.2	3.5	<2.4	si
Sólidos disueltos	mg/L		s/i	s/i	<400	no
Sólidos suspendidos	mg/L	MOP-CADE	6	426	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C		-	-	<0.5	no
<b>INORGANICOS</b>						
Amonio	mg/L		s/i	s/i	<0.5	no
Cianuro	μg/L		s/i	s/i	<4	no
Cloruro	mg/L	DGA	1.4	387.1	<80	si
Fluoruro	mg/L		s/i	s/i	<0.8	no
Nitrito	mg/L	MOP-CADE	<0.02	3.8	<0.05	si
Sulfato	mg/L	DGA	0.5	540	<120	si
Sulfuro	mg/L		s/i	s/i	<0.04	no
<b>ORGANICOS</b>			s/i	s/i		no
<b>ORGANICOS PLAGUICIDAS</b>			s/i	s/i		no
<b>METALES ESENCIALES</b>						
Boro	mg/l	DGA	0.01	<1	<0.4	no
Cobre	μg/L	DGA	<10	3830	<7.2	si
Cromo total	μg/L	DGA	<10	720	<8	si
Hierro	mg/L	DGA	<0.01	90.6	<0.8	si
Manganeso	mg/L	DGA	<0.01	10.5	<0.04	si
Molibdeno	mg/L	DGA	<0.01	0.07	<0.008	si
Níquel	μg/L	DGA	<10	40	<42	no
Selenio	μg/L	DGA	<1	<1	<4	no
Zinc	mg/L	DGA	<0.01	1.5	<0.096	si
<b>METALES NO ESENCIALES</b>						
Aluminio	mg/L	DGA	<0.01	87	<0.07	si
Arsénico	mg/L	DGA	<0.001	0.19	<0.04	si
Cadmio	μg/L	DGA	<10	<10	<1.8	no
Estaño	μg/L		s/i	s/i	<4	no
Mercurio	μg/L	DGA	<1	<1	<0.04	no
Plomo	mg/L	DGA	<0.01	0.24	<0.002	si
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	MOP-CADE	<2	2.4.10 <sup>7</sup>	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	MOP-CADE	<2	5.4.10 <sup>7</sup>	<200	si

LD = Límite de Detección

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
  - DBO<sub>5</sub>
  - Oxígeno Disuelto
  - pH
  - Sólidos Suspendidos
  - Coliformes Fecales
  
- Parámetros Principales
  - RAS
  - Cloruro
  - Nitrito
  - Sulfato
  - Cobre
  - Cromo total
  - Hierro
  - Manganeso
  - Molibdeno
  - Zinc
  - Aluminio
  - Arsénico
  - Plomo
  - 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.

- Color Aparente
- Sólidos Disueltos
- Amonio
- Cianuro
- Estaño

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no excede el límite de la Clase 0 se considera que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: fluoruro, sulfuro, selenio y níquel.

No es posible realizar un análisis de los parámetros boro y mercurio, debido a que los valores de los límites de detección analítico de los ensayos son superiores al valor de la clase 0.

#### 4.2.2 Análisis de tendencia central

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

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

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 derivan de las figuras de la tendencia central se incluyen en la tabla 4.20.

**Tabla 4.20: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

Cuenca Río Maipo
<b>Conductividad Eléctrica:</b>
<u>Río Mapocho:</u> La tendencia central de la conductividad eléctrica es creciente a lo largo del río, partiendo con valores de aproximadamente 200-300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Los Almendros y alcanzando valores en Rinconada de Maipú 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que incide en el valor observado en la desembocadura. Cabe señalar el efecto de la descarga del canal San Carlos en cuanto al aporte de salinidad.
<u>Río Maipo:</u> Se observa una tendencia plana a lo largo del río. En Maipo en Las Melosas alcanza valores de 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Tabla 4.20 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

<b>Cuenca Río Maipo</b>
<p><b>pH:</b></p> <p><u>Río Mapocho:</u> El pH es constante a lo largo del río con una tendencia creciente en cada serie de tiempo en un valor de 7,8 excepto en Los Morros con un valor de 8,0.</p> <p><u>Río Maipo:</u> Al igual que el río Mapocho, también presenta valores neutros a débilmente básicos. Con una tendencia levemente creciente en Los Almendros y plana en Maipú, Pudahuel y El Monte.</p>
<p><b>Oxígeno Disuelto:</b></p> <p><u>Río Mapocho:</u> Se observa una tendencia decreciente a medida que se avanza hacia la estación río Mapocho en El Monte. En Rinconada de Maipú se observan los valores más bajos, entre 3 y 6 mg/l.</p> <p><u>Río Maipo:</u> Los valores bordean los 9 a 10 mg/l, siendo levemente inferiores en la estación de Cabimbao probablemente producto de la conjunción con el río Mapocho.</p> <p><b>RAS:</b></p> <p><u>Río Mapocho:</u> Los menores valores se observan en la estación del río Mapocho en Los Almendros (aprox.0.4) aumentando a 2.3 en la estación Rinconada de Maipú, manteniéndose después relativamente constante entre 1.5 y 2.0.</p> <p><u>Río Maipo:</u> En general presenta una tendencia constante para cada estación presentándose el máximo en la estación Maipo en los Morros con valores aprox. de 4, el mínimo ocurre en la estación río Maipo en Nantahua con un valor de 1,5.</p>
<p><b>Concentración de Cloruro</b></p> <p><u>Río Mapocho:</u> Se observan valores que parten en aproximadamente 10 mg/L en la estación del río Mapocho en Los Almendros, hasta 150 mg/L en Rinconada de Maipú.</p> <p><u>Río Maipo:</u> Se observan valores superiores que aquellos del río Mapocho, oscilando entre 100 y 200 mg/l en forma pareja a través del río.</p>
<p><b>Concentración de Sulfato:</b></p> <p><u>Río Mapocho:</u> La tendencia es creciente a lo largo del río, lo que se observa claramente en la gráfica de la estación de Los Almendros (100 mg/L aprox.) para llegar hasta 250 mg/L en Rinconada de Maipú.</p> <p><u>Río Maipo:</u> La concentración a lo largo de este río es constante, en niveles que alcanzan los 250-300 mg/L, lo que podría estar asociado al uso intensivo del agua de riego.</p>
<p><b>Concentración de Cobre:</b></p> <p><u>Río Maipo:</u> Presenta una tendencia creciente desde la estación Maipo en las Melosas hasta el manzano, luego decrece desde 200 a 80 µg/L aprox. para mantener este comportamiento decreciente hasta la estación Maipo en Nantahua con un valor cercano a 50 µg/L.</p>

**Tabla 4.20 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

<b>Cuenca Río Maipo</b>
<p><u>Río Mapocho</u>: La tendencia tiende a decrecer levemente en la Estación Los Almendros de 3500 a 3000 µg/L. Además, disminuye considerablemente a lo largo del río a rangos de concentraciones iguales o inferiores 500 µg/L, lo que puede estar asociado a la dilución por los afluentes aportantes.</p>
<p><b>Concentración de Cromo Total:</b></p>
<p><u>Río Maipo</u>: La tendencia central tiende a disminuir en Las Melosas y Los Morros, siendo más representativa de este efecto la última estación, con un rango de variación de 40 a 20 µg/L. La parte inferior del río presenta al igual que el comportamiento del cobre concentraciones bajas alrededor de los 12 µg/L.</p> <p><u>Río Mapocho</u>: La tendencia es creciente a lo largo del río. Aumenta en la parte baja con valores de 60 µg/L en Rinconada de Maipú, lo que está asociado al efecto antrópico.</p>
<p><b>Concentración de Hierro:</b></p>
<p><u>Río Maipo</u>: La tendencia central del hierro no es uniforme a través del río con rangos que fluctúan entre 10 y 0.08 mg/L. Sin embargo en todas las estaciones tiende a ir aumentando a excepción de Los Morros que se observa una disminución constante en los últimos dos años.</p> <p><u>Río Mapocho</u>: El comportamiento de la curva de la tendencia es uniforme no así los valores variando de 2.4 a 6,0 mg/L en los Almendros y Rinconada de Maipú respectivamente.</p>
<p><b>Concentración de Manganeso:</b></p>
<p><u>Río Maipo</u>: La tendencia del manganeso es variable en cada estación con un máximo en Los Morros con 1.8 mg/L y un mínimo en Cabimbao de 0.1 mg/L. El comportamiento en la parte alta del río es decreciente con rangos entre 0.6 a 0.2 mg/L. En la parte media los valores crecen de 1.8 a 0.3 mg/L y la parte inferior del río los valores crecen de 0.1 a 0.4 ppm.</p> <p><u>Río Mapocho</u>: Se puede observar que tiende a disminuir en 2, 5 veces desde Los Almendros a El Monte.</p>
<p><b>Concentración de Molibdeno:</b></p>
<p><u>Río Maipo</u>: La tendencia se mantiene constante a lo largo del río dentro de un rango de concentración que va desde los 0.010 a 0.015 mg/L para todas las estaciones del río a excepción de Naltahua que aumenta en un rango de 0.015 a 0.020 mg/L.</p> <p><u>Río Mapocho</u>: Los Almendros y el Monte presentan un comportamiento similar con una tendencia ascendente para luego disminuir con un rango entre 0.10-0.17 ppm. Rinconada de Maipú y Pudahuel presentan un comportamiento constante alrededor de 0.10 mg/L.</p>
<p><b>Concentración de Zinc:</b></p>
<p><u>Río Maipo</u>: Las Melosas y El Manzano presentan el mismo comportamiento con diferencias en los rangos de concentraciones que van de 0.030 a 0.075 mg/L y 0.05 a 0.11 respectivamente. La parte inferior del río presenta</p>

**Tabla 4.20 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

Cuenca Río Maipo
comportamientos disímiles en relación al comportamiento en el tiempo pero con valores similares entre los rangos de 0.04-0.09 mg/L.  <u>Río Mapocho</u> : No permite análisis .
<b>Concentración de Aluminio:</b> <u>Río Maipo</u> : En Las Melosas y El Manzano el comportamiento de las curvas son similares con rangos diferentes que van desde 5 –6 y 8-10 mg/L. La parte inferior del río rangos que van entre los 2- 12 mg/L en Cabimbao y Naltahua respectivamente.  <u>Río Mapocho</u> : En El Monte el comportamiento de la concentración tiende a una disminución en el período de tiempo de 6 a 4 mg/L. Los valores máximos se registran en Rinconada de Maipú con valores superiores a los 10 mg/L.
<b>Concentración de Arsénico:</b> <u>Río Maipo</u> : EL comportamiento en la parte superior del río tiende a disminuir en un rango de 0.030- 0.020 y 0.160 a 0.140 mg/L. La parte inferior Naltahua y Cabimbao presenta el mismo comportamiento con valores 0.006 a 0.025 mg/L.  <u>Río Mapocho</u> : El comportamiento de la curva es similar en las estaciones Los Almendros, Rinconada y El Monte con una tendencia a disminuir, presentando los valores más altos en Rinconada 0.040 mg/L.
<b>Concentración de Plomo:</b> <u>Río Maipo</u> : El rango de variación en todas las estaciones es estrecho con valores inferiores a 0.025 mg/L.  <u>Río Mapocho</u> : A lo largo del río la concentración aumenta desde 0,014 mg/L en Los Almendros hasta 0,02 mg/L en Pudahuel.

#### 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 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 inmediatas en zonas donde no existen datos de monitoreo y posibles efectos antrópicos no monitoreados

en la actualidad. Se incluyen mediciones de los parámetros que no registran mediciones anteriores.

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 4.21: Programa de Muestreo CADE-IDEPE**

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
0571-MA-10	Río Maipú en El Manzano	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT
0571-MA-30	Río Maipú en pte Naltahua	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT, A y G, fenol, SAAM, HAP, HC, tetracloroetano, tolueno
0574-MA-10	Río Maipú en pte Marambio	Estación DGA suspendida	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT
0574-MA-20	Río Maipú en Cabimbao	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT, A y G, fenol, SAAM, HAP, HC, tetracloroetano, tolueno, plaguicidas*
0573-MP-10	Río Mapocho en pte San Enrique	No existe actualmente estación de monitoreo. No posee información	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT
0573-MP-10	Río Mapocho en pte Manuel Rodríguez	No existe actualmente estación de monitoreo. No posee información	
0573-LA-20	Estero Lampa a/j río Mapocho	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT, A y G, fenol, SAAM, HAP, HC, tetracloroetano, tolueno, plaguicidas *
0573-MP-20	Río Mapocho en rinconada Maipú	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT, A y G, fenol, SAAM, HAP, HC, tetracloroetano, tolueno
0573-MP-30	Río Mapocho aguas abajo El Monte	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT
0570-CO-20	Río Colorado antes junta río Maipú	Estación DGA vigente	
0574-PU-20	Estero Puangue en ruta 78	Estación DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT, plaguicidas*
0571-AN-10	Río Angostura a/j río Maipo	No existe actualmente estación de monitoreo. No posee información	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT

#### 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 DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales, en caso de carecer de información de nivel superior. El método de cálculo de estos parámetros se presenta en la Sección II del Informe Final, la cual está destinada a presentar la metodología general del estudio.

En forma específica, se ha considerado lo siguiente:

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

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

- Información DGA:

Nivel 1, 2, 3 para los períodos estacionales de invierno, verano, primavera y otoño.

- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4

- Información estimada or el Consultor: Nivel 5
- Otras fuentes
  - Programa de tratamiento de las aguas servidas del Gran Santiago, 1995 (MOP-CADE)
  - Información Aguas Andinas. Información nivel 2

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

#### 4.2.5 Procesamiento de datos por período estacional

En este acápite se realiza el análisis de los parámetros de calidad de agua por 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 4.22 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Maipo, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

**Tabla 4.22: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo  
Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica (uS/cm)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	1252,6	2	1608,3	3	925,8	2	1535,8	3
Río Maipo en El Manzano	837,8	2	1381,5	2	1394,5	2	1094,1	2
Río Maipo en Los Morros	((934,3))	2	((1333,2))	2	((1235,0))	2	((101,4))	0
Río Maipo en Puente Naltahua	1032,5	2	1252,9	2	1059,1	2	923,3	2
Río Maipo en Cabimbao	1129,4	2	1359,8	2	1294,4	2	1222,4	2
Río Mapocho en Los Almendros	330,5	0	374,7	0	233,7	0	194,5	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	1094,6	2	((1297,2))	2	((762,5))	2	((874,2))	2
Río Mapocho en Rinconada Maipú	1128,4	2	1582,7	3	1248,3	2	1071,2	2
Río Mapocho en El Monte	1267,4	2	1365,6	2	1338,9	2	1060,3	2
Río Colorado antes junta Río Maipo	((684,9))	1	1094,1	2	1147,2	2	((877,4))	2
Río Volcan antes junta Río Maipo	((871,0))	2	((1044,9))	2	((1025,0))	2	((950,3))	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	888,8	2	951,3	2	958,8	2	894	2
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	479,5	0	655,4	1	589,1	0	532,6	0
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	438,3	0	540,7	0	423,0	0	426,2	0
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	424,8	0	422,5	0	353,9	0	296,8	0
Río Molina antes Río San Francisco	135,6	0	176,8	0	161,2	0	112,2	0
Estero Arrayán en la Montosa	259,6	0	291,8	0	293,4	0	242,6	0
Estero Puanque en Ruta 78	1447,2	2	1626,4	3	1307,2	2	1331,2	2
Estero Colina en compuerta Vargas	((156,9))	0	((176,6))	0	((194,8))	0	((134))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	1098,5	2	1271,5	2	957,3	2	1050,2	2
Estero Lampa a/í Mapocho	1504,2	3	1691,7	3	1584,8	3	1123,4	2
Río Olivares antes junta Río Colorado	((450,7))	0	((814,2))	2	((981,7))	2	((646,2))	1

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno disuelto (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	9,8	0	9,9	0	((9,9))	0	((9,9))	0
Río Maipo en El Manzano	((10,4))	0	11,0	0	11,2	0	10,7	0
Río Maipo en Los Morros			((9,4))	0	11,2	0		
Río Maipo en Puente Naltahua	((9,2))	0	9,2	0	((11,4))	0	((10,3))	0
Río Maipo en Cabimbao	10,3	0	10,4	0	((9,2))	0	9,8	0
Río Mapocho en Los Almendros	10,0	0	10,0	0	((10,8))	0	9,5	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	7,4	2	((4,1))	4	((8,4))	0	((4,3))	4
Río Mapocho en Rinconada Maipú	1,8	4	1,3	4	((3,6))	4	2,9	4
Río Mapocho en El Monte	1,5	4	6,7	2	((7,1))	2	((9,0))	0
Río Colorado antes junta Río Maipo	((11,3))	0	((10,9))	0	11,6	0	((10,5))	0
Río Volcan antes junta Río Maipo	((10,1))	0	((10,0))	0	((9,8))	0	((9,8))	0
Río Yeso antes junta Río Maipo	((8,6))	0	10,1	0	11,0	0	((10,1))	0
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	((9,0))	0	9,6	0	((9,7))	0	((8,9))	0
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	((10,8))	0	((9,9))	0	((9,1))	0	((10,0))	0
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	((10,0))	0	10,2	0	((11,5))	0	((9,6))	0
Río Molina antes Río San Francisco	((9,9))	0	9,9	0	((10,9))	0	((9,5))	0
Estero Arrayán en la Montosa	9,4	0	10,1	0	((10,7))	0	9,9	0
Estero Puanque en Ruta 78	((8,8))	0	8,0	0	((8,4))	0	((8,1))	0
Estero Colina en compuerta Vargas	((8,9))	0	((9,7))	0	((10,0))	0	((10,7))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	((8,8))	0	9,3	0	((10,2))	0	((8,7))	0
Estero Lampa a/í Mapocho	((7,5))	0	((4,9))	4	((8,1))	0	((6,4))	2
Río Olivares antes junta Río Colorado	((9,0))	0	((11,3))	0	((9,7))	0	((8,8))	0

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	PH							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	8,0	0	8,0	0	8,0	0	8,0	0
Río Maipo en El Manzano	8,0	0	8,0	0	8,1	0	8,1	0
Río Maipo en Los Morros	((8,1))	0	8,0	0	7,9	0	((7,9))	0
Río Maipo en Puente Naltahua	8,0	0	7,9	0	7,8	0	7,8	0
Río Maipo en Cabimbao	7,9	0	8,0	0	7,6	0	7,8	0
Río Mapocho en Los Almendros	7,1	0	7,6	0	7,6	0	7,4	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	7,4	0	7,4	0	7,5	0	7,3	0
Río Mapocho en Rinconada Maipú	7,4	0	(7,4)	0	(7,6)	0	(7,3)	0
Río Mapocho en El Monte	7,8	0	7,6	0	7,6	0	7,6	0
Río Colorado antes junta Río Maipo	(7,9)	0	8,0	0	((8,0))	0	(7,8)	0
Río Volcan antes junta Río Maipo	(8,1)	0	(8,3)	0	7,7	0	((8,1))	0
Río Yeso antes junta Río Maipo	8,1	0	8,0	0	7,8	0	(10,1)	0
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	5,8	4	6,4	4	7,0	0	6,6	0
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	7,1	0	6,2	4	6,5	0	4,9	4
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	4,5	4	5,8	4	6,9	0	6,8	0
Río Molina antes Río San Francisco	7,7	0	8,0	0	7,7	0	7,5	0
Estero Arrayán en la Montosa	7,8	0	7,6	0	7,6	0	7,7	0
Estero Puanque en Ruta 78	8,0	0	7,8	0	7,5	0	(8,1)	0
Estero Colina en compuerta Vargas	(8,1)	0	(8,1)	0	((7,7))	0	(7,8)	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	7,8	0	7,7	0	7,7	0	(8,7)	0
Estero Lampa a/í Mapocho	7,8	0	7,6	0	7,8	0	7,3	0
Río Olivares antes junta Río Colorado	(8,0)	0	(8,2)	0	8,0	0	((8,8))	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	RAS							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	2,0	0	3,6	2	1,9	0	4,4	2
Río Maipo en El Manzano	1,1	0	2,0	0	3,1	2	2,4	1
Río Maipo en Los Morros	((1,2))	0	2,2	0	((2,3))	0	((2,5))	1
Río Maipo en Puente Naltahua	1,2	0	1,6	0	1,9	0	(1,6)	0
Río Maipo en Cabimbao	1,3	0	1,7	0	1,8	0	1,7	0
Río Mapocho en Los Almendros	0,3	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	1,6	0	(2,1)	0	(1,7)	0	(1,5)	0
Río Mapocho en Rinconada Maipú	1,8	0	2,9	1	3,0	1	2,3	0
Río Mapocho en El Monte	1,5	0	1,7	0	2,1	0	1,6	0
Río Colorado antes junta Río Maipo	(0,5)	0	(1,0)	0	1,5	0	(1,3)	0
Río Volcan antes junta Río Maipo	(1,2)	0	((1,4))	0	((2,2))	0	((2,2))	0
Río Yeso antes junta Río Maipo	0,6	0	0,7	0	0,7	0	0,7	0
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	0,4	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	(0,4)	0	(0,3)	0	(0,3)	0	(0,2)	0
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	0,1	0	0,2	0	0,3	0	0,3	0
Río Molina antes Río San Francisco	0,3	0	0,4	0	0,5	0	0,4	0
Estero Arrayán en la Montosa	0,3	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0
Estero Puanque en Ruta 78	1,7	0	2,1	0	2,0	0	(1,8)	0
Estero Colina en compuerta Vargas	(0,4)	0	((0,5))	0	((0,4))	0	((0,5))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	1,3	0	1,6	0	1,4	0	1,4	0
Estero Lampa a/í Mapocho	2,6	1	3,0	1	3,1	2	(2,3)	0
Río Olivares antes junta Río Colorado	(1,4)	0	((3,2))	2			(2,5)	1

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cloruro (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	140,9	2	276,5	4	156,1	3	274,5	4
Río Maipo en El Manzano	71,1	0	158,3	3	215,1	4	162,2	3
Río Maipo en Los Morros	((84))	1	155,2	3	((146,2))	2	((152,0))	3
Río Maipo en Puente Naltahua	90,3	1	128,6	2	131,0	2	(101,8)	2
Río Maipo en Cabimban	116,7	2	151,6	3	151,3	3	133,9	2
Río Mapocho en Los Almendros	9,2	0	13,3	0	10,9	0	7,8	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	99,9	1	(160,3)	3	(87,5)	1	(83,2)	1
Río Mapocho en Rinconada Maipú	106,4	2	205,7	4	180,4	3	130,2	2
Río Mapocho en El Monte	128,1	2	150,4	3	165,7	3	132,4	2
Río Colorado antes junta Río Maipo	(30,3)	0	(73,8)	0	104,5	2	(75,2)	1
Río Volcan antes junta Río Maipo	(75,0)	0	((105,8))	2	((136,7))	2	((110,1))	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	45,0	0	47,6	0	46,5	0	51,5	1
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	18,7	0	23,4	0	27,5	0		
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	(16,1)	0	(13,9)	0	(11,5)	0	(9,9)	0
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	5,7	0	10,7	0	12,7	0	24,4	0
Río Molina antes Río San Francisco	6,1	0	8,7	0	7,8	0	(8,1)	0
Esteros Arrayán en la Montosa	7,3	0	7,2	0	5,8	0	5,3	0
Esteros Puanque en Ruta 78	163,8	3	183,9	3	177,5	3	(156)	3
Esteros Colina en compuerta Vargas	(4,5)	0	((5,1))	0	((5,7))	0	((5,9))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	104,5	2	132,4	2	109,8	2	105,7	2
Esteros Lampa a/í Mapocho	141,2	2	205,2	4	3,1	0	205,1	3
Río Olivares antes junta Río Colorado	(59,5)	0	((142,3))	2	((193,9))	3	(112,5)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sulfato (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	300,0	2	355,8	2	155,2	2	(218,5)	2
Río Maipo en El Manzano	269,3	2	361,2	2	323,7	2	225,6	2
Río Maipo en Los Morros	((267,6))	2	(343,0)	2	((238,3))	2	((170,1))	2
Río Maipo en Puente Naltahua	280,0	2	309,9	2	(231,1)	2	(204,6)	2
Río Maipo en Cabimban	310,0	2	339,4	2	271,0	2	247,4	2
Río Mapocho en Los Almendros	129,3	1	126,7	1	72,6	0	43,2	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	259,8	2	(317,6)	2	(147,2)	1	(146,5)	1
Río Mapocho en Rinconada Maipú	259,7	2	330,1	2	266,6	2	185,0	2
Río Mapocho en El Monte	284,6	2	302,5	2	278,6	2	215,7	2
Río Colorado antes junta Río Maipo	(232,4)	2	(360,5)	2	327,1	2	(245,0)	2
Río Volcan antes junta Río Maipo	(242,3)	2	((276,7))	2	((121,7))	1	((229,8))	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	337,5	2	347,4	2	340,6	2	293,4	2
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	241,4	2	336,9	2	240,0	2	228,4	2
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	(175,5)	2	(220,7)	2	(153,3)	2	(190,1)	2
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	194,7	2	159,0	2	126,6	1	91,0	0
Río Molina antes Río San Francisco	18,6	0	20,0	0	16,1	0	1,6	0
Esteros Arrayán en la Montosa	81,8	0	93,7	0	86,0	0	66,8	0
Esteros Puanque en Ruta 78	323,4	2	349,4	2	307,8	2	(263,1)	2
Esteros Colina en compuerta Vargas	(15,5)	0			((17,1))	0	((13,7))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	292,6	2	313,1	2	240,0	2	218,3	2
Esteros Lampa a/í Mapocho	403,0	2	424,3	2	367,5	2	(271,1)	2
Río Olivares antes junta Río Colorado	(60,6)	0	((78,6))	0	((75,3))	0	(53,2)	0

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre (ug/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	50	2	30	2	40	2	40	2
Río Maipo en El Manzano	110	2	30	2	740	3	42	2
Río Maipo en Los Morros	((50))	2	(40)	2	((30))	2	((25))	2
Río Maipo en Puente Naltahua	(50)	2	30	2	(20)	2	(41)	2
Río Maipo en Cabimban	(30)	2	20	2	70	2	39	2
Río Mapocho en Los Almendros	(53)	2	30	2	1600	4	2310	4
Río Mapocho en Puente Pudahuel	(850)	3	140	2	(450)	3	1164	4
Río Mapocho en Rinconada Maipú	560	3	20	2	330	3	348	3
Río Mapocho en El Monte	100	2	80	2	190	2	336	3
Río Colorado antes junta Río Maipo	((110))	2	30	2	40	2	(56)	2
Río Volcan antes junta Río Maipo	(20)	2	(14)	2	((<10))	<2	((54))	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	(20)	2	30	2	30	2	29	2
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	8	1	30	2	6700	4	6088	4
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	4770	4	5315	4	6496	4	5167	4
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	4	0	30	2	2040	4	1167	4
Río Molina antes Río San Francisco	30	2	30	2	30	2	72	2
Esteros Arraván en la Montosa	20	2	30	2	20	2	20	2
Esteros Puangué en Ruta 78	40	2	30	2	150	2	79	2
Esteros Colina en compuerta Vargás	(<10)	<2	30	2	((90))	2	(17)	2
Río Angostura en Valdivia de Paine	40	2	30	2	30	2	49	2
Esteros Lampa a/í Mapocho	(50)	2	30	2	(<10)	<2	((<10))	<2
Río Olivares antes junta Río Colorado	(60)	2	(<10)	<2	((<10))	<2	(22)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cromo (ug/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	(<10)	<1	30	2	40	2	((<10))	<1
Río Maipo en El Manzano	(20)	2	30	2	40	2	(<10)	<1
Río Maipo en Los Morros	((30))	2	(40)	2	((20))	2	((30))	2
Río Maipo en Puente Naltahua	(<10)	<1	30	2	((<10))	1	(20)	2
Río Maipo en Cabimban	(<10)	<1	20	2	70	2	(12)	2
Río Mapocho en Los Almendros	(20)	2	(<10)	<1	((<10))	1	((<10))	<1
Río Mapocho en Puente Pudahuel	((<10))	<1	((20))	2	((50))	2	((20))	2
Río Mapocho en Rinconada Maipú	(70)	2	(<10)	<1	((40))	2	((70))	2
Río Mapocho en El Monte	(20)	2	(20)	2			((<10))	<1
Río Colorado antes junta Río Maipo	((20))	2	(<10)	<1	((<10))	<1	((18))	2
Río Volcan antes junta Río Maipo	(<10)	<1	(<10)	<1	((<10))	<1	((13))	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	(<10)	<1	(<10)	<1	((<10))	<1	((<10))	<1
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	(<10)	<1	(<10)	<1	((20))	2	((13))	2
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca								
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	(20)	2	(<10)	<1	((<10))	<1	(<10)	<1
Río Molina antes Río San Francisco	(<10)	<1	(<10)	<1	((<10))	<1	((13))	2
Esteros Arraván en la Montosa	(20)	2	(<10)	<1	((<10))	<1	(<10)	<1
Esteros Puangué en Ruta 78	(30)	2	(<10)	<1	((20))	2	((13,3))	2
Esteros Colina en compuerta Vargás	(<10)	<1	(<10)	<1	((20))	2	((<10))	<1
Río Angostura en Valdivia de Paine	(<10)	<1	(<10)	<1	((<10))	<1	((<10))	<1
Esteros Lampa a/í Mapocho	(30)	2	(<10)	<1	((20))	2	((<10))	<1
Río Olivares antes junta Río Colorado	(<10)	<1	(<10)	<1	((<10))	<1	((<10))	<1

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	9,9	4	4,1	2	0,7	0	2,3	2
Río Maipo en El Manzano	16,1	4	5,1	4	3,8	2	4,0	2
Río Maipo en Los Morros	((18,5))	4	((6,2))	4	((2,4))	2	((8,3))	4
Río Maipo en Puente Naltahua	((8,6))	4	2,8	2	(2,0)	2	(8,9)	4
Río Maipo en Cabimban	2,5	2	1,8	2	(2,0)	2	1,8	2
Río Mapocho en Los Almendros	3,5	2	1,0	1	1,3	2	1,2	2
Río Mapocho en Puente Pudahuel	(11,8)	4	(2,1)	2	(2,9)	2	(4,1)	2
Río Mapocho en Rinconada Maipú	11,6	4	4,2	2	5,1	4	5,4	4
Río Mapocho en El Monte	4,2	2	2,3	2	2,1	2	2,6	2
Río Colorado antes junta Río Maipo	(13,8)	4	2,2	2	1,3	2	((0,2))	0
Río Volcan antes junta Río Maipo	(5,3)	4	(1,0)	1	((0,5))	0	((1,0))	1
Río Yeso antes junta Río Maipo	0,7	0	0,2	0	0,7	0	1,0	1
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	1,0	1	2,6	2	2,5	2	1,8	2
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	(6,9)	4	((0,6))	0	((1,5))	2	(5,6)	4
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	(2,9)	2	0,6	0	0,4	0	0,7	0
Río Molina antes Río San Francisco	0,7	0	0,3	0	0,4	0	0,7	0
Esteros Arrayán en la Montosa	0,5	0	0,4	0	0,6	0	0,6	0
Esteros Puanque en Ruta 78	1,2	2	2,3	2	2,9	2	2,8	2
Esteros Colina en compuerta Vargas	(0,2)	0	(0,4)	0	((0,5))	0	0,7	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	6,8	4	3,1	2	1,7	2	4,8	2
Esteros Lampa a/í Mapocho	(1,3)	2	0,8	1	(2,3)	2	1,0	1
Río Olivares antes junta Río Colorado	(8,0)	4	(0,1)	0	((0,3))	0	((0,4))	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	9,90	4	(0,20)	3	((0,12))	2	((0,25))	4
Río Maipo en El Manzano	16,10	4			((0,28))	4	(0,23)	4
Río Maipo en Los Morros	((0,88))	4	(0,34)	4	((0,11))	2	((0,25))	4
Río Maipo en Puente Naltahua	(8,61)	4	(0,19)	2	((0,13))	2	((0,27))	4
Río Maipo en Cabimban	2,51	4	(0,20)	3	((1,64))	2	(0,19)	2
Río Mapocho en Los Almendros	(0,65)	4	(0,50)	4	((0,03))	0	((0,32))	4
Río Mapocho en Puente Pudahuel	((0,32))	4	((0,15))	2	((0,07))	2	((0,06))	2
Río Mapocho en Rinconada Maipú	(0,53)	4	(0,20)	3	((0,55))	4	((0,28))	4
Río Mapocho en El Monte	(0,28)	4	(0,11)	2	((0,12))	2	((0,33))	4
Río Colorado antes junta Río Maipo	((1,01))	4	(0,20)	3	((0,08))	2	((0,18))	2
Río Volcan antes junta Río Maipo	(0,21)	4	(0,10)	2	((0,06))	2	((0,23))	4
Río Yeso antes junta Río Maipo	(0,07)	2	(0,02)	0	((0,06))	2	((0,09))	2
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	(0,58)	4	(0,90)	4	((0,24))	4	((0,37))	4
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca								
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	(0,78)	4	(0,70)	4	((0,35))	4	((0,29))	4
Río Molina antes Río San Francisco	(0,07)	2	(0,10)	4	((0,05))	2	((0,21))	4
Esteros Arrayán en la Montosa	(0,09)	2	(0,07)	2	((0,11))	2	((0,10))	2
Esteros Puanque en Ruta 78	(0,33)	4	(0,24)	4	((0,25))	4	((0,35))	4
Esteros Colina en compuerta Vargas	(<0,01)	0	((0,04))	1	((1,06))	4	((0,02))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	(0,23)	4	(0,11)	2	((0,10))	2	((0,22))	4
Esteros Lampa a/í Mapocho	(0,41)	4	(0,30)	4	((0,58))	4	((0,12))	2
Río Olivares antes junta Río Colorado	(0,50)	4	(0,01)	0	((0,03))	0	((0,04))	1

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Molibdeno (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Maipo en El Manzano	(<0.01)	<1			((0.03))	2	((<0.01))	<1
Río Maipo en Los Morros	((<0.01))	<1	(<0.01)	<1	((0.02))	2	((<0.01))	<1
Río Maipo en Puente Naltahua	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((0.02))	2	((0.02))	2
Río Maipo en Cabimban	((<0.01))	<1	(<0.01)	<1	((0.02))	2	((0.02))	2
Río Mapocho en Los Almendros	(0.02)	2	(<0.01)	<1	((0.02))	2	((<0.01))	<1
Río Mapocho en Puente Pudahuel	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Mapocho en Rinconada Maipú	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Mapocho en El Monte	0.02	2	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Colorado antes junta Río Maipo	((<0.01))	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Volcan antes junta Río Maipo	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Yeso antes junta Río Maipo	(<0.01)	<1	(0.02)	2	((0.02))	2	((<0.01))	<1
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca								
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco	((<0.01))	<1	(<0.01)	<1	((0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Molina antes Río San Francisco	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((0.02))	2	((<0.01))	<1
Esteros Arraván en la Montosa	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Esteros Puangue en Ruta 78	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((0.02))	2
Esteros Colina en compuerta Vargas	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Angostura en Valdivia de Paine	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Esteros Lampa a/í Mapocho	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Olivares antes junta Río Colorado	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1

ESTACIÓN DE MUESTREO	Zinc (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	(0.05)	0	(0.03)	0	((0.01))	0	((0.02))	0
Río Maipo en El Manzano	(0.20)	2			((0.06))	0	(0.06)	0
Río Maipo en Los Morros	((0.12))	1	((0.07))	0	((0.04))	0	((0.05))	0
Río Maipo en Puente Naltahua	(0.06)	0	(0.06)	0	((0.02))	0	((0.07))	0
Río Maipo en Cabimban	(0.03)	0	(0.03)	0	((0.04))	0	(0.03)	0
Río Mapocho en Los Almendros	(0.18)	2	(0.12)	1	((0.01))	0	((0.06))	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	((0.16))	2	((0.10))	1	((0.47))	2	((0.01))	0
Río Mapocho en Rinconada Maipú	(0.20)	2	(0.30)	2	((0.20))	2	((0.12))	1
Río Mapocho en El Monte	(0.11)	1	(0.09)	0	((0.05))	0	((0.09))	0
Río Colorado antes junta Río Maipo	((0.10))	0	(0.03)	0	((0.02))	0	((0.08))	0
Río Volcan antes junta Río Maipo	(0.10)	0	(0.10)	0	((0.02))	0	((0.29))	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	(0.02)	0	(0.02)	0	((0.03))	0	((0.01))	0
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	(0.29)	2	(0.30)	2	((0.16))	2	((0.19))	2
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca								
Esteros Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco	(0.25)	2	(0.20)	2	((0.09))	0	((0.06))	0
Río Molina antes Río San Francisco	(0.06)	0	(0.02)	0	((0.01))	0	((0.02))	0
Esteros Arraván en la Montosa	(0.02)	0	((0.03))	0	((0.01))	0	((0.02))	0
Esteros Puangue en Ruta 78	(0.03)	0	(0.05)	0	((0.05))	0	((0.06))	0
Esteros Colina en compuerta Vargas	(<0.01)	0	((0.09))	0	((0.09))	0	((0.01))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	(0.04)	0	(0.03)	0	((0.01))	0	((0.06))	0
Esteros Lampa a/í Mapocho	(0.04)	0	(0.09)	0	((0.09))	0	((0.04))	0
Río Olivares antes junta Río Colorado	(0.05)	0	(0.02)	0	((0.01))	0	(0.02)	0

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	(10.5)	4	(3.1)	3	((3.1))	3	((3.4))	3
Río Maipo en El Manzano	0.05	0			((3.9))	3	((6.6))	4
Río Maipo en Los Morros	((14.6))	4	((10.6))	4	((2.5))	3	((9.5))	4
Río Maipo en Puente Naltahua	((8.6))	4	(2.7)	3	((2.5))	3	((7.15))	4
Río Maipo en Cabimban	((4.1))	3	(1.9)	3	((1.1))	3	((4.0))	3
Río Mapocho en Los Almendros	(6.0)	4	(3.5)	3	((0.7))	2	((11.5))	4
Río Mapocho en Puente Pudahuel	((13.2))	4	((1.9))	3	((44.3))	4	((4.3))	3
Río Mapocho en Rinconada Maipú	(12.5)	4	(4.9)	3	((10.3))	4	((10.6))	4
Río Mapocho en El Monte	(5.3)	4	(2.4)	3	((2.2))	3	((9.0))	4
Río Colorado antes junta Río Maipo	((19.8))	4	(4.0)	3	((1.4))	3	((9.9))	4
Río Volcan antes junta Río Maipo	(4.9)	3	(1.3)	3	((0.4))	2	((1.6))	3
Río Yeso antes junta Río Maipo	(1.6)	3	(0.5)	2	((0.5))	2	((1.3))	3
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	((1.5))	3	(3.9)	3	((0.5))	2	((1.6))	3
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca								
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	((6.1))	4	(2.8)	3	((1.7))	3	((3.1))	3
Río Molina antes Río San Francisco	(1.7)	3	((1.5))	3	((2.1))	3	((5.6))	4
Estero Arrayán en la Montosa	(1.6)	3	((1.4))	3	((0.5))	2	((2.6))	3
Estero Puanque en Ruta 78	(2.7)	3	(2.0)	3	((2.4))	3	((5.0))	3
Estero Colina en compuerta Vargas	(0.7)	2	((0.5))	2	((39.1))	4	((1.2))	3
Río Angostura en Valdivia de Paine	(5.8)	4	(3.1)	3	((1.1))	3	((6.5))	4
Estero Lampa a/í Mapocho	(2.3)	3	(1.7)	3	((2.2))	3	((1.0))	2
Río Olivares antes junta Río Colorado	(12.4)	4	(0.4)	2	((0.2))	2	((1.6))	3

ESTACIÓN DE MUESTREO	Arsénico (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	0.02	0	0.02	0	<0.01	0	0.02	0
Río Maipo en El Manzano			0.02	0	(0.02)	0	0.02	0
Río Maipo en Los Morros	((0.05))	1	(<0.01)	0	((<0.01))	0	((0.02))	0
Río Maipo en Puente Naltahua	(0.03)	0	(0.08)	2	(<0.01)	0	(<0.01)	0
Río Maipo en Cabimban	(<0.01)	0	<0.01	0	<0.01	0	(<0.01)	0
Río Mapocho en Los Almendros	<0.01	0	<0.01	0	<0.01	0	0.01	0
Río Mapocho en Puente Pudahuel	(0.04)	1	((<0.01))	0	((0.02))	0	((0.02))	0
Río Mapocho en Rinconada Maipú	0.03	0	0.02	0	0.02	0	0.02	0
Río Mapocho en El Monte	<0.01	0	<0.01	0	<0.01	0		
Río Colorado antes junta Río Maipo	(0.04)	0	(0.01)	0	0.02	0	(0.02)	0
Río Volcan antes junta Río Maipo	(0.01)	0	((0.02))	0	((0.01))	0	(0.08)	2
Río Yeso antes junta Río Maipo	<0.01	0	0.005	0	0.005	0	0.005	0
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	<0.01	0	0.01	0	0.02	0	(0.02)	0
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca	(0.023)	0	((0.007))	0	((0.008))	0	(0.006)	0
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco.	<0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0
Río Molina antes Río San Francisco	<0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0
Estero Arrayán en la Montosa	<0.01	0	0.01	0	0.02	0	0.01	0
Estero Puanque en Ruta 78	<0.01	0	0.008	0	0.01	0	(0.009)	0
Estero Colina en compuerta Vargas	(<0.01)	0	(0.01)	0	((0.02))	0	((0.008))	0
Río Angostura en Valdivia de Paine	0.02	0	0.008	0	0.01	0	(0.013)	0
Estero Lampa a/í Mapocho	(<0.01)	0	(0.01)	0	((0.03))	0	(0.02)	0
Río Olivares antes junta Río Colorado	(<0.01)	0	(0.004)	0	((0.004))	0	(0.004)	0

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Plomo (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Maipo en Las Melosas	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((0.03))	2	((<0.01))	<1
Río Maipo en El Manzano	(0.02)	1			((<0.01))	<1	(<0.01)	<1
Río Maipo en Los Morros	((0.02))	1	(0.03)	2	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Maipo en Puente Naltahua	(0.02)	1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((0.02))	1
Río Maipo en Cabimbao	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((0.04))	2	(<0.01)	<1
Río Mapocho en Los Almendros	(0.02)	1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Mapocho en Puente Pudahuel	((0.02))	1	((<0.01))	<1	((0.13))	2	((<0.01))	<1
Río Mapocho en Rinconada Maipú	(<0.01)	<1	(0.02)	2	((0.05))	2	((0.02))	1
Río Mapocho en El Monte	(0.02)	1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Colorado antes junta Río Maipo	((0.02))	1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((0.13))	2
Río Volcan antes junta Río Maipo	(0.03)	2	(0.02)	1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Yeso antes junta Río Maipo	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((0.02))	1	((<0.01))	<1
Río Sn. Francisco antes estero Yerba Loca	(<0.01)	<1	(0.02)	1	((0.14))	2	((0.07))	2
Río Sn. Francisco después estero Yerba Loca								
Estero Yerba Loca antes junta Río Sn. Fco	(0.02)	1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Río Molina antes Río San Francisco	(0.03)	2	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Estero Arraván en la Montosa	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Estero Puanque en Ruta 78	(0.02)	1	(<0.01)	<1	((0.02))	1	((<0.01))	<1
Estero Colina en compuerta Vargas	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((0.02))	1	((0.07))	2
Río Angostura en Valdivia de Paine	(0.02)	1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((<0.01))	<1
Estero Lampa a/i Mapocho	(<0.01)	<1	(0.01)	<1	((0.02))	1	((<0.01))	<1
Río Olivares antes junta Río Colorado	(<0.01)	<1	(<0.01)	<1	((<0.01))	<1	((0.02))	1

La información adicional que aporta el estudio realizado por MOP-CADE se concentra en los siguientes parámetros: DBO<sub>5</sub>, Sólidos Suspendidos, Nitritos, Coliformes Fecales y Coliformes Totales, como a continuación se presenta en la tabla 4.23.

**Tabla 4.23: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información Estudio MOP-CADE invierno 1995**

ESTACIÓN DE MUESTREO	DBO5 (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Mapocho en Los Almendros	((2.6))	1	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Puente Bulnes	((11.1))	3	-	-	-	-	-	-
Estero Lampa en confluencia con río Mapocho	((15.4))	3	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	((78.3))	4	-	-	-	-	-	-
Zanión de la Aquada en confluencia con río Mapocho	((187.3))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en El Manzano	((3.1))	1	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Puente Longuén	((8.8))	2	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Cabimbao	((6.5))	2	-	-	-	-	-	-
Río Angostura en Valdivia de Paine	((10.1))	3	-	-	-	-	-	-
Estero Puanque en confluencia con río Maipo	((15.7))	3	-	-	-	-	-	-

**Tabla 4.23 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo Información Estudio MOP-CADE invierno 1995**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sólidos Suspendedos (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Mapocho en Los Almendros	((139,6))	4	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Puente Bulnes	((141,6))	4	-	-	-	-	-	-
Estero Lampa en confluencia con río Mapocho	((62,7))	4	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	((131,5))	4	-	-	-	-	-	-
Zanjón de la Aguada en confluencia con río Mapocho	((170,3))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en El Manzano	((99,5))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Puente Lonquén	((132,8))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Cabimbao	((59,8))	4	-	-	-	-	-	-
Río Angostura en Valdivia de Paine	((106,8))	4	-	-	-	-	-	-
Estero Puanque en confluencia con río Maipo	((136,8))	4	-	-	-	-	-	-

ESTACIÓN DE MUESTREO	Nitritos (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Mapocho en Los Almendros	((<0,02))	0	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Puente Bulnes	((<0,02))	0	-	-	-	-	-	-
Estero Lampa en confluencia con río Mapocho	((0,048))	0	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	((<0,02))	0	-	-	-	-	-	-
Zanjón de la Aguada en confluencia con río Mapocho	((1,31))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en El Manzano	((<0,02))	0	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Puente Lonquén	((<0,02))	0	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Cabimbao	((0,15))	4	-	-	-	-	-	-
Río Angostura en Valdivia de Paine	((0,04))	0	-	-	-	-	-	-
Estero Puanque en confluencia con río Maipo	((0,17))	4	-	-	-	-	-	-

ESTACIÓN DE MUESTREO	Coliformes Fecales (NMP/100ml)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Mapocho en Los Almendros	<2	0	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Puente Bulnes	((49580,0))	4	-	-	-	-	-	-
Estero Lampa en confluencia con río Mapocho	((2435,2))	3	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	((2,90E+06))	4	-	-	-	-	-	-
Zanjón de la Aguada en confluencia con río Mapocho	((8,50E+06))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en El Manzano	((327,0))	1	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Puente Lonquén	((4,6))	0	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Cabimbao	((4588,0))	3	-	-	-	-	-	-
Río Angostura en Valdivia de Paine	((629,0))	1	-	-	-	-	-	-
Estero Puanque en confluencia con río Maipo	((3,3))	0	-	-	-	-	-	-

ESTACIÓN DE MUESTREO	Coliformes Totales (NMP/100ml)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Mapocho en Los Almendros	((6,6))	0	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Puente Bulnes	((3,00E+05))	4	-	-	-	-	-	-
Estero Lampa en confluencia con río Mapocho	((1,80E+05))	4	-	-	-	-	-	-
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	((1,60E+07))	4	-	-	-	-	-	-
Zanjón de la Aguada en confluencia con río Mapocho	((2,70E+07))	4	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en El Manzano	((1500,0))	1	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Puente Lonquén	((3,5))	0	-	-	-	-	-	-
Río Maipo en Cabimbao	((9,40E+04))	4	-	-	-	-	-	-
Río Angostura en Valdivia de Paine	((7,00E+03))	3	-	-	-	-	-	-
Estero Puanque en confluencia con río Maipo	((5,6))	0	-	-	-	-	-	-

Respecto a la información proporcionada por Aguas Andinas en la Planta San Enrique, ésta corresponde a los siguientes parámetros: cobre, hierro y manganeso. Además, Aguas Andinas realiza mediciones en las estaciones río Maipo en El Manzano y río Mapocho en Los Almendros, de los parámetros pH y conductividad eléctrica. No se incluyen estos registros porque corresponden a parámetros medidos por la DGA.

En cuanto a la información proveniente de Aguas Andinas de la Planta La Farfana, en la tabla 4.24 se presenta la información adicional que entrega este monitoreo respecto a los parámetros: DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

**Tabla 4.24: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca del Maipo  
Información Aguas Andinas otoño 2003**

ESTACIÓN DE MUESTREO	DBO5 (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Aguas abajo futura descarga de la Farfana	-		((29,8))	4	-		-	
Zanjón de la Aguada en confluencia con Mapocho	-		((71,5))	4	-		-	

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sólidos Suspendedos (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Aguas abajo futura descarga de la Farfana	-		((202,6))	4	-		-	
Zanjón de la Aguada en confluencia con Mapocho	-		((200,3))	4	-		-	

ESTACIÓN DE MUESTREO	Coliformes Fecales (NMP/100ml)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Aguas abajo futura descarga de la Farfana	-		((3,90E+06))	4	-		-	
Zanjón de la Aguada en confluencia con Mapocho	-		((1,46E+07))	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 Maipo.

**Tabla 4.25: Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	<5	<1
Río Maipo en Puente Naltahua	<1.5	0
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	4.9	1
Río Maipo en Cabimbao	2.9	1
Río Mapocho en Pte.San Enrique	<5	<1
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	41	4
Estero Lampa a/j río Mapocho	42	4
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	11	3
Río Mapocho aguas abajo El Monte	14	3
Río Colorado a/j río Maipo	<5	<1
Estero Puangue en Ruta 78	8.6	2
Río Angostura a/j río Maipo	4.1	1

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	10	0
Río Maipo en Puente Naltahua	10	0
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	10	0
Río Maipo en Cabimbao	20	1
Río Mapocho en Pte.San Enrique	10	0
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	5	0
Estero Lampa a/j río Mapocho	15	0
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	15	0
Río Mapocho aguas abajo El Monte	15	0
Río Colorado a/j río Maipo	10	0
Estero Puangue en Ruta 78	30	2
Río Angostura a/j río Maipo	10	0

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	504	2
Río Maipo en Puente Naltahua	729	2
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	791	2
Río Maipo en Cabimbao	830	2
Río Mapocho en Pte.San Enrique	178	0
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	441	1
Estero Lampa a/j río Mapocho	601	2
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	755	2
Río Mapocho aguas abajo El Monte	861	2
Río Colorado a/j río Maipo	566	2
Estero Puangue en Ruta 78	944	2
Río Angostura a/j río Maipo	638	2

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	150	4
Río Maipo en Puente Naltahua	144	4
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	71	3
Río Maipo en Cabimbao	80	3
Río Mapocho en Pte.San Enrique	42	2
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	358	4
Estero Lampa a/j río Mapocho	283	4
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	173	4
Río Mapocho aguas abajo El Monte	19	0
Río Colorado a/j río Maipo	218	4
Estero Puangue en Ruta 78	90	4
Río Angostura a/j río Maipo	185	4

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	0.04	0
Río Maipo en Puente Naltahua	0.14	0
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	0.32	0
Río Maipo en Cabimbao	0.14	0
Río Mapocho en Pte.San Enrique	0.02	0
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	1.29	2
Estero Lampa a/j río Mapocho	6.32	4
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	10.7	4
Río Mapocho aguas abajo El Monte	3.47	4
Río Colorado a/j río Maipo	0.04	0
Estero Puangue en Ruta 78	0.97	1
Río Angostura a/j río Maipo	-	-

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	<5	-
Río Maipo en Puente Naltahua	41	3
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	43	3
Río Maipo en Cabimbao	8	2
Río Mapocho en Pte.San Enrique	<5	-
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	<5	-
Estero Lampa a/j río Mapocho	71	4
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	<3	0
Río Mapocho aguas abajo El Monte	5	1
Río Colorado a/j río Maipo	<5	-
Estero Puangue en Ruta 78	<3	0
Río Angostura a/j río Maipo	27	3

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	0.2	0
Río Maipo en Puente Naltahua	0.1	0
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	0.1	0
Río Maipo en Cabimbao	0.2	0
Río Mapocho en Pte.San Enrique	<0.1	0
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	<0.1	0
Estero Lampa a/j río Mapocho	0.3	0
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	0.3	0
Río Mapocho aguas abajo El Monte	0.2	0
Río Colorado a/j río Maipo	<0.1	0
Estero Puangue en Ruta 78	0.2	0
Río Angostura a/j río Maipo	0.1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	<0.01	0
Río Maipo en Puente Naltahua	0.05	1
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	0.28	2
Río Maipo en Cabimbao	0.19	2
Río Mapocho en Pte.San Enrique	<0.01	0
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	0.02	0
Estero Lampa a/j río Mapocho	0.05	1
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	1.36	2
Río Mapocho aguas abajo El Monte	1.22	2
Río Colorado a/j río Maipo	<0.01	0
Estero Puangue en Ruta 78	0.52	2
Río Angostura a/j río Maipo	0.02	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	<0.01	0
Río Maipo en Puente Naltahua	<0.01	0
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	<0.01	0
Río Maipo en Cabimbao	<0.01	0
Río Mapocho en Pte.San Enrique	<0.01	0
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	<0.01	0
Estero Lampa a/j río Mapocho	<0.01	0
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	<0.01	0
Río Mapocho aguas abajo El Monte	<0.01	0
Río Colorado a/j río Maipo	<0.01	0
Estero Puangue en Ruta 78	<0.01	0
Río Angostura a/j río Maipo	<0.01	0

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	<200	-
Río Maipo en Puente Naltahua	<10	-
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	<10	-
Río Maipo en Cabimbao	<300	-
Río Mapocho en Pte.San Enrique	<200	-
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	<200	-
Estero Lampa a/j río Mapocho	<10	-
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	<10	-
Río Mapocho aguas abajo El Monte	20	2
Río Colorado a/j río Maipo	<200	-
Estero Puangue en Ruta 78	80	4
Río Angostura a/j río Maipo	720	4

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	79	1
Río Maipo en Puente Naltahua	3.5e4	4
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	1300	2
Río Maipo en Cabimbao	1400	2
Río Mapocho en Pte.San Enrique	220	1
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	1.6e4	4
Estero Lampa a/j río Mapocho	9.2e6	4
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	1100	2
Río Mapocho aguas abajo El Monte	3.5e5	4
Río Colorado a/j río Maipo	28	1
Estero Puangue en Ruta 78	3300	3
Río Angostura a/j río Maipo	3300	3

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Maipo en El Manzano	460	1
Río Maipo en Puente Naltahua	3.5e4	4
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	1.3e4	4
Río Maipo en Cabimbao	7000	3
Río Mapocho en Pte.San Enrique	220	1
Río Mapocho en Pte.Manuel Rodríguez	1.6e4	4
Estero Lampa a/j río Mapocho	1.6e7	4
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	2.4e4	4
Río Mapocho aguas abajo El Monte	9.2e5	4
Río Colorado a/j río Maipo	79	0
Estero Puangue en Ruta 78	5.4e4	4
Río Angostura a/j río Maipo	9.2e4	4

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Parámetro	Río Maipo en Puente Naltahua	
	Valor	Clase
Aceites y Grasas (mg/L)	4	1
Compuestos Fenólicos (µg/L)	<2	<1
Detergentes SAAM (mg/L)	0.2	1
Hidrocarburos Arom.Policíclicos (µg/L)	<0.1	0
Hidrocarburos (mg/L)	<2	
Tetracloroetano (mg/L)	<0.005	0
Tolueno (mg/L)	<0.005	0

Parámetro	Río Maipo en Cabimbao	
	Valor	Clase
Aceites y Grasas (mg/L)	<2	0
Compuestos Fenólicos (µg/L)	4	3
Detergentes SAAM (mg/L)	<0.06	0
Hidrocarburos Arom.Policíclicos (µg/L)	<0.1	0
Hidrocarburos (mg/L)	<2	
Tetracloroetano (mg/L)	<0.005	0
Tolueno (mg/L)	<0.005	0
2,4 D (µg/L)	<1	0
Aldicarb (µg/L)	<0.8	0
Atrazina + N-dealkyl metabolitos (µg/L)	<0.5	0
Captan (µg/L)	<1	0
Carbofurano (µg/L)	<1	0
Clorotalonil (µg/L)	<0.1	0
Cyanazina (µg/L)	<0.2	0
Demetón (µg/L)	<0.08	0
Diclofop-metil (µg/L)	<0.1	0
Dimetoato (µg/L)	<1	0
Paration (µg/L)	<1	0
Pentaclorofenol (µg/L)	<0.2	0
Simazina (mg/L)	<0.001	0
Trifluralina (µg/L)	<0.08	0

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Parámetro	Estero Puangue en Ruta 78	
	Valor	Clase
2,4 D (µg/L)	<1	0
Aldicarb (µg/L)	<0.8	0
Atrazina + N-dealkyl metabolitos (µg/L)	<0.5	0
Captan (µg/L)	<1	0
Carbofurano (µg/L)	<1	0
Clorothalonil (µg/L)	<0.1	0
Cyanazina (µg/L)	<0.2	0
Demetón (µg/L)	<0.08	0
Diclofop-metil (µg/L)	<0.1	0
Dimetoato (µg/L)	<1	0
Paration (µg/L)	<1	0
Pentaclorofenol (µg/L)	<0.2	0
Simazina (mg/L)	<0.001	0
Trifluralina (µg/L)	<0.08	0

Parámetro	Estero Lampa a/j río Mapocho	
	Valor	Clase
Tetracloroetano (mg/L)	<0.005	0
Tolueno (mg/L)	<0.005	0
2,4 D (µg/L)	<1	0
Aldicarb (µg/L)	<0.8	0
Atrazina + N-dealkyl metabolitos (µg/L)	<0.5	0
Captan (µg/L)	<1	0
Carbofurano (µg/L)	<1	0
Clorothalonil (µg/L)	<0.1	0
Cyanazina (µg/L)	<0.2	0
Demetón (µg/L)	<0.08	0
Diclofop-metil (µg/L)	<0.1	0
Dimetoato (µg/L)	<1	0
Paration (µg/L)	<1	0
Pentaclorofenol (µg/L)	<0.2	0
Simazina (mg/L)	<0.001	0
Trifluralina (µg/L)	<0.08	0

**Tabla 4.25 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maipo  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Parámetro	Río Mapocho en Rinconada de Maipú	
	Valor	Clase
Aceites y Grasas (mg/L)	3	0
Compuestos Fenólicos (µg/L)	<1	0
Detergentes SAAM (mg/L)	2.6	4
Hidrocarburos Arom.Policíclicos (µg/L)	0.1	0
Hidrocarburos (mg/L)	<2	
Tetracloroeteno (mg/L)	<0.005	0
Tolueno (mg/L)	<0.005	0

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

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

#### 4.3 Factores Incidentes en la Calidad del Agua

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

La Tabla 4.27 explica los factores incidentes en la cuenca del río Maipo.

**Tabla 4.27: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maipo en las Melosas 0570-MA-20	<p>La disponibilidad de sulfuros - debido al volcanismo y actividades mineras - más agua, es el origen de aguas de drenajes de minas de pH ácidos (<math>\approx</math> pH 2).</p> <p>La litología del área indica la existencia de rocas que favorecen el drenaje ácido.</p> <p>Existe un gran área que queda bajo la isoterma cero, lo que favorece la meteorización de las rocas</p> <p>La cobertura vegetal es escasa, por lo cual da paso a frecuentes escorrentías.</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.</p> <p>La precipitación nival, la meteorización y lixiviación dan origen a la disolución de Cu y Fe</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</p>	<p>Contaminación difusa por ganadería</p> <p>Explotación de yeso que da origen a sulfatos</p>	<p>CE, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Fe, Cu, Al, RAS, Mn, Cr, Pb, Mo, SST</p> <p>Posiblemente: SD, CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas de origen sedimentario volcánicos del período cretácico y jurásico, consistente en coladas, brechas, tobases ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. En la parte más alta se encuentran rocas volcánicas puras del período cuaternario.</li> <li>• Volcanismo: Volcán Maipo</li> <li>• Hidrogeología: Existen afloramientos hidrotermales contiguos al río Maipo llamados "Pozones Puento de Tierra"</li> <li>• Industria: Aguas debajo de Las Melosas se encuentra la central hidroeléctrica "Los Queltehues" que es de generación pasada.</li> <li>• Hidrología: Canalización del río antes de entrada a Central Los Queltehues.</li> <li>• Litología: El área que comprende al segmento es atravesado por la franja metalogénica F11 que corre de norte a Sur desde la minera Los Pelambres (IV región) hasta el Teniente (VI Región)<sup>1</sup></li> <li>• Ganadería: veranadas</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Volcán a/j río Maipo 0570-VO-10	<p>La litología del área del segmento presenta formaciones que dan origen a lixiviación de metales y descenso del pH (rocas andesíticas)</p> <p>Lixiviación del SO<sub>4</sub> de la ladera conocida como “EL Amarillo”</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de las franjas metalogénicas.</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución</p> <p>Aguas termales con alto contenido de inorgánicos y metales en solución</p>	<p>Producto de la actividad minera, ya sea por operaciones unitarias o remoción de calizas, se generan sólidos disueltos, inorgánicos y metales esenciales.</p> <p>Lixiviación de tortas de material de descarte minero</p> <p>Aguas de proceso minero</p> <p>Contaminación difusa por ganadería</p>	<p>CE, Cl, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, Al, Pb, Mo</p> <p>Posiblemente: SD, SST, CF, CT, DBO5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas de origen sedimento volcánicos pertenecientes a los períodos jurásico y cretácico. En la parte más alta se encuentran rocas volcánicas puras del período cuaternario.</li> <li>• Volcanismo: Volcán San José</li> <li>• Minería: Cía Minera de Caliza (cemento Polpaico), descarga un caudal de 4 L/s. Existe una mina abandonada de cobre, adyacente al caserío de “El Volcán”</li> <li>• Hidrogeología: Termas de Colina y Baños Morales. Afloramiento de aguas panimávidas.</li> <li>• Geomorfología: Deslizamiento de una ladera casi completa por sobrehumedad generada por soliflucción, constituida principalmente por materiales con grandes cantidades de azufre, por lo que este fenómeno se conoce como “El Amarillo”.</li> <li>• Vegetación: Laderas con escasa vegetación, con sedimento suelto.</li> <li>• Ganadería: veranadas</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Yeso a/j río Maipo 0570-YE-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de las franjas metalogénicas.</p> <p>Existe un gran área que queda bajo la isoterma cero, lo cual provoca meteorización de rocas y la posterior lixiviación de iones, lo que origina sales en solución</p> <p>La litología indica presencia de rocas andesíticas con sulfuros de hierro.</p> <p>Sedimentación de sólidos en Embalse y Lagunas</p>	<p>Explotación de yeso que da origen a sulfatos</p> <p>Lixiviación de tortas de material de descarte minero</p> <p>Aguas de proceso minero</p> <p>Contaminación difusa por ganadería</p>	<p>CE, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, Al, Pb, Mo.</p> <p>Posiblemente: SD, CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Embalse “El Yeso”, “Laguna Negra” y “Encantada”. Reservorios de la Empresa Aguas Andinas para abastecimiento de Agua Potable de Santiago</li> <li>• Minería: C.M. “El Romeral”, que extrae yeso.</li> <li>• Hidrogeología: En la confluencia del estero Yeguas Muertas y río Yeso se ubican las termas del Plomo</li> <li>• Vegetación: Laderas con escasa vegetación, con sedimento suelto.</li> <li>• Geomorfología: Valle formado por arrastre de material coluvial y morreico.</li> <li>• Ganadería: veranadas</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maipo 0571-M A-30	Quebradas que drenan al río adicionando los efectos litológicos y escorrentías de aluminio silicatos.	Aumento de SST por extracción de áridos Contaminación difusa por Aguas servidas Extracciones de agua	CE, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cr, Cu, RAS, Fe, Mn, Zn, Al, Pb, Mo, SST. Posiblemente: SD, Sn, CT, CF, DBO <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros urbanos: Poblados como: San Gabriel, El Ingenio, San Alfonso, Melocotón, San José de Maipo, Guayacán, El Manzano, El Canelo, Las Vertientes, La Obra, Isla de Maipo y San Luis.</li> <li>• Actividades antrópicas: Turismo - Centro de esquí "Lagunillas"</li> <li>• Descargas: San José de Maipo posee tratamiento de aguas servidas.</li> <li>• Industrias: Explotación de áridos frente a Guayacán</li> <li>• Industria: Bocatomas de agua potable para Planta "Las Vizcachas" y "Vizcachitas".</li> <li>• Extracción de agua: Canales: San Carlos y Eyzaguirre.</li> <li>• Vegetación: Laderas con escasa vegetación, con sedimento suelto.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Olivares a/j río Colorado 0570-OL-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de las franjas metalogénicas.</p> <p>Existe una gran área que queda bajo la isoterma cero, lo que favorece la meteorización de las rocas.</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</p>	Contaminación difusa por ganadería	<p>CE, Cl<sup>-</sup>, Cr, Cu, Fe, Mn, Al, Pb, Mo.</p> <p>Posiblemente: SD, SST, CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas de origen sedimento volcánicos pertenecientes a los períodos jurásico y cretácico. En la sección occidental de la cuenca se encuentran rocas volcánicas puras del período cuaternario.</li> <li>• Litología: Existencia de Franja metalogénica F11</li> <li>• Vegetación: Laderas con escasa vegetación, con sedimento suelto.</li> <li>• Conservación de recursos naturales: Proyecto de Parque Nacional "Parque Olivares".</li> <li>• Vegetación: Laderas con escasa vegetación, con sedimento suelto.</li> <li>• Ganadería: veranadas.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Colorado a/j río Maipo 0570-CO-20	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de las franjas metalogénicas.</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</p> <p>Sulfatos presentes debido al MgSO<sub>4</sub> en las rocas carbonatadas, de este segmento</p> <p>Aporte de metales debido a afloramientos termales.</p>	Contaminación difusa por ganadería	<p>CE, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub>, Cr, Cu, RAS, Fe, Mn, Al, Pb, Mo, SST</p> <p>Posiblemente: SD, Sn, CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas de origen sedimentario volcánico pertenecientes a los períodos jurásico y cretácico. En la sección limítrofe con Argentina se encuentran rocas volcánicas puras del período cuaternario que provienen del volcán Tupungatito. Existencia de rocas sedimentarias carbonatadas que ejercen efecto amortiguador de pH.</li> <li>• Volcanismo: Volcán Tupungatito.</li> <li>• Litología: Materiales de roca sedimentaria de color rojo, que aporta grandes cantidades de sedimentos al cauce, lo que ha contribuido a la formación de una terraza de gran potencial agrícola, con un colchón de cerca de 3 m de alto de material húmico, que se encuentra actualmente explotado comercialmente.</li> <li>• Litología: Franja metalogénica F11</li> <li>• Hidrogeología: Existencia de Manantiales en el Río Museo. Termas “Vega del Zinc”.</li> <li>• Centros Poblados: Caserío de los Maitenes.</li> <li>• Industria: Central Hidroeléctrica “El Alfalfal”</li> <li>• Vegetación: Laderas con escasa vegetación, con sedimento suelto.</li> <li>• Ganadería: veranadas</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maipo 0571-MA-10-20	Recargas del río por aporte de aguas subterráneas en algunos sectores bajos.	<p>Descarga de RILES de empresas agroindustriales, papelera y metalmecánica.</p> <p>Contaminación difusa por aguas servidas</p> <p>Extracción de agua por canales de regadío</p> <p>Aporte de plaguicidas</p> <p>Extracción para Agua Potable</p>	<p>CE, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub>, Cr, Cu, RAS, Fe, Zn, Mn, Al, Pb, Mo, SST, DBO<sub>5</sub>.</p> <p>Posiblemente: SD, CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros poblados: Casas Viejas, Puente Alto, San Bernardo, Nos, Buin y Maipo.</li> <li>• Industrias principales: Viña Concha y Toro, Aceros Chile, Viña Santa Rita, CODIPRA (agrícola), CMPC (papelera)</li> <li>• Industria: Extracción de agua por canales de regadío: San Carlos y Eyzaguirre. Bocatoma de agua potable para “Aguas Andinas” en La Obra.</li> <li>• Hidrogeología: Existencia de acuífero de alta productividad (Pozo DGA : &gt; 10 m<sup>3</sup>/h/m y 8 m de nivel freático)</li> <li>• Agricultura: Intensa y tecnificada</li> <li>• Hidrología: Aporte del río Clarillo</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maipo en pte Naltahua 0571-MA-30	Recargas del río por aporte de aguas subterráneas en algunos sectores bajos.	Los coliformes y DBO <sub>5</sub> se deben a la influencia del segmento anterior Los metales se deben a la influencia del segmento anterior Uso plaguicidas en agricultura. Extracción para agua potable.	CE, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> , Cr, Cu, Fe, Mn, Al, Pb, Mo Posiblemente: Captán, Clorotalonil, SD, CN, NO <sub>2</sub> , Sn, CF, CT, DBO <sub>5</sub> , A y G, Fenoles, detergentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros Poblados: San Vicente de Naltahua y La Villita.</li> <li>• Hidrología: Aporte del río Angostura</li> <li>• Agricultura: Intensa y tecnificada</li> <li>• Hidrogeología: Zona de alta productividad y tranmisividad del acuífero</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Angostura en Valdivia de Paine 0571-AN-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Drenaje subterráneo y superficial desde laguna de Aculeo	Contaminación difusa por Aguas Servidas Adición de plaguicidas	CE, Cl, SO4, Cu, Fe, Mn, Al, Pb • Posiblemente: DBO5, SS, CF, CT, SD, CN, Sn.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas de origen sedimentario volcánicos pertenecientes a los períodos terciario y cretácico. En la zona poniente se observa rocas intrusivas pertenecientes al batolito costero.</li> <li>• Centros Poblados: Paine.</li> <li>• Industrias: Agroindustrias (packings, avícolas)</li> <li>• Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>• Hidrología: Desagüe de Laguna de Aculeo</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maipo en Cabimbao 0574-M A-20	Recarga del río por aguas subterráneas Aporte del estero Puangue	Contaminación difusa por Aguas Servidas Descarga de RILES Adición de plaguicidas	CE, Cl, SO4, Cu, Fe, Cr, Mn, Al, Pb, Mo. Posiblemente: Captán, Clorotalonil, DBO <sub>5</sub> , Color aparente, SD, SST, CN, NO <sub>2</sub> , Sn, CF, CT, fenoles,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros Poblados: Melipilla, Cuncumen, y Codigua</li> <li>• Industrias: Bata</li> <li>• Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>• Hidrología: Aporte del estero Puangue</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Molina a/j río San Francisco 0572-M0-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.</p> <p>Existencia de áreas de acumulación de nieve bajo la isoterma cero</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</p>	<p>Contaminación Difusa por Aguas Servidas.</p>	<p>Cu, Cr, Mn, Al, Pb y Mo.</p> <p>Posiblemente CF, CT, DBO<sub>5</sub>, SS, SD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones volcánicas del período cuaternario consistente en coladas y depósitos piroclásticos riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos.</li> <li>• Centros poblados: Existencia de centros de ski La Parva, Farellones, Valle Nevado a Colorado.</li> <li>• Conservación de los recursos naturales: Santuario de la Naturaleza “Yerba Loca”</li> <li>• Industrias: Empresa particular de agua potable y alcantarillado La Leonera.</li> <li>• Litología: El área que comprende al segmento es atravesado por la franja metalogénica F11 que corre de norte a Sur.</li> <li>• Cobertura vegetal: Escasa cobertura vegetal, permite la existencia de escorrentías.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río San Francisco a/j est. Yerba Loca 0572-SF-10	Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica. Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.	Drenajes de aguas de minas Lixiviación de tortas de material inerte de descarte minero Descargas de aguas de proceso	CE, pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones volcánicas del período cuaternario consistente en coladas y depósitos piroclásticos riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos.</li> <li>• Minería: C. M. Disputada de Las Condes</li> <li>• Conservación de los recursos naturales: Santuario de la Naturaleza “Predio los Nogales”</li> <li>• Litología: El área que comprende al segmento es atravesado por la Franja Metalogénica F11 que corre de norte a Sur.</li> <li>• Clima: Existencia de áreas de acumulación de nieve bajo la isoterma cero</li> <li>• Cobertura vegetal: Escasa cobertura vegetal, permite la existencia de escorrentías.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Yerba Loca a/ río San Francisco 0572-YL-10	Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica. Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución	Actividades turísticas	pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo. Posiblemente CF, CT, DBO <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones volcánicas del período cuaternario consistente en coladas y depósitos piroclásticos riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos.</li> <li>• Centros Poblados: Villa Paulina, centro poblado de menos de 300 habitantes en período estival</li> <li>• Conservación de los recursos naturales: Santuario de la Naturaleza “Yerba Loca”</li> <li>• Litología: El área que comprende al segmento es atravesado por la Franja Metalogénica F11 que corre de</li> <li>• Clima: Existencia de áreas de acumulación de nieve bajo la isoterma cero norte a Sur.</li> <li>• Geomorfología: Glacial la Paloma</li> <li>• Hidrología: Río de origen glacial, rico en compuestos iónicos.</li> <li>• Cobertura vegetal: Escasa cobertura vegetal, permite la existencia de escorrentías.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Mapocho en Los Almendros 0572-MP-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución</p> <p>Características dadas por los tributarios que ejercen efectos de concentración y/o dilución.</p>	<p>Descargas difusas de caseríos.</p>	<p>SO<sub>4</sub>, Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo.</p> <p>Posiblemente: SST, Sn CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de los recursos naturales: Santuario de la Naturaleza “El Arrayán”</li> <li>• Hidrología: Conjunción de ríos San Francisco y Molina</li> <li>• Centros Poblados: Caseríos por los márgenes del río Mapocho</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Arrayán en La Montosa 0572-AR-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.</p> <p>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución</p>	<p>Actividades turísticas</p> <p>Descargas difusas de caseríos</p> <p>Efecto de la cuenca vecina (San Francisco) relave minero.</p>	<p>Cu, Cr, Mn, Al, Pb, Mo.</p> <p>Posiblemente CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Geología: Formaciones volcánicas del período cuaternario consistente en coladas y depósitos piroclásticos riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos, en conjunto con formaciones sedimento volcánicas.</li> <li>• Conservación de los recursos naturales: Santuario de la Naturaleza “Los Nogales”.</li> <li>• Centros Poblados: Barrio “El Arrayán” de la comuna de Lo Barnechea.</li> <li>• Litología: El área que comprende al segmento es atravesado por la franja metalogénica F11 que corre de norte a Sur</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Mapocho en pte Pudahuel 0573-MP-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizado de franja metalogénica</p> <p>Recarga del río Mapocho en su sección baja por el acuífero procedente del estero Lampa</p>	<p>Contaminación Difusa por aguas Servidas</p> <p>Descargas de RILES, con alta carga de materia orgánica y metales pesados.</p> <p>Descargas Mineras</p> <p>Lixiviación de tortas de material de descarte minero</p> <p>Existencia de descargas domiciliarias</p>	<p>CE, OD, Cl, SO<sub>4</sub>, Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo, SST</p> <p>Posiblemente: DBO<sub>5</sub>, SD, NH<sub>4</sub>, Sn, CF, CT, Carbofurano y Clorotalonil</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Aporte del Canal San Carlos</li> <li>• Industrias: Industrias y actividades de servicios de origen muy heterogéneo</li> <li>• Centro Poblados: Ciudad de Santiago (comunas: Lo Barnechea, Las Condes, Providencia, Santiago, Recoleta, Independencia, Renca, Quinta Normal, Pudahuel y Colina)</li> <li>• Vertederos: Cerros de Renca</li> <li>• Aeropuerto Pudahuel</li> <li>• Minería: C.M. Pudahuel</li> <li>• Hidrogeología: Contaminación difusa de acuífero por industrias y empresas de servicios. Acuífero procedente desde la cuenca del estero Lampa.</li> <li>• Agricultura: intensiva y tecnificada</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Colina en Compuerta Vargas 0573-EC-10	<p>Origen subterráneo de las aguas superficiales de estero Colina</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizado de formaciones geológicas</p>	<p>Descarga de RILes</p> <p>Cultivos agrícolas</p> <p>Contaminación difusa por aguas servidas</p>	<p>Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo</p> <p>Posiblemente CF, CT, DBO<sub>5</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de recursos naturales: Santuario de la Naturaleza “Humedal de Batuco”</li> <li>• Hidrogeología. Surgencia de aguas</li> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Colina</li> <li>• Minería: Yacimientos de Caolín (aluminosilicato) y relave minero</li> <li>• Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>• Hidrología: Río pierde continuidad en período estival. Extracción para riego.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Lampa a/j río Mapocho 0573-LA-20	Recarga de esteros por afloramiento de napas subterráneas	<p>Reuso de aguas de riego.</p> <p>Existencia de descargas industriales.</p> <p>Contaminación difusión por aguas servidas</p> <p>Aplicación de Plaguicidas</p> <p>Existencia de empresa minera</p> <p>Agricultura y aplicación de pesticidas</p> <p>Existencia de pequeña minería de cobre</p>	<p>CE, OD, Cl, SO<sub>4</sub>, Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo, SST</p> <p>Posiblemente: SD, NH<sub>4</sub>, CN, NO<sub>2</sub>, Sn, CT, CF, DBO<sub>5</sub></p> <p>Carbofurano*, clorotalonil*.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrogeología. Surgencia de aguas</li> <li>• Aguas Servidas: Empresa Sanitaria Servicomunal S.A. (abastece Colina y Lampa)</li> <li>• Agricultura: Intensa y tecnificada. Existencia de 44000 ha aprox de cultivos</li> <li>• Relleno Sanitario Lomas Los Colorados (KDM)</li> <li>• Santuario de la Naturaleza “Humedal de Batuco”</li> <li>• Centros poblados: Lampa, Polpaico, Rungue, Montenegro y Til-Til</li> <li>• Industrias: Cerámicas Cordillera, Cementos Polpaico</li> <li>• Minería: Relaves Mineros, Cementos Polpaico. Pequeña minería.</li> <li>• Hidrología: Extracción para riego</li> <li>• Vertederos: Existencia de vertederos clandestinos de residuos peligrosos y escombros de construcción</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Mapocho en Rinconada de Maipú 0573-MP-20	Recarga del río Mapocho por afloramiento de napas subterráneas	Contaminación difusa por aguas servidas Descarga de RILES Aplicación de plaguicidas Extracciones de áridos	CE, OD, Cl, SO <sub>4</sub> , Fe, Cu, RAS, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo, SST Posiblemente CF, CT, DBO <sub>5</sub> Carbofurano*, clorotalonil*,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Aportes del estero Zanjón de la Aguada</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero procedente desde el sector de Lampa, Colina.</li> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Santiago, comunas de Pudahuel y Maipú (empresa de sanitaria de aguas SMAPA con cobertura del 100%).</li> <li>• Agricultura: Áreas Agrícolas de extensión importante.</li> <li>• Industrias: Varias de origen heterogénea, Extracción de áridos</li> <li>• Tratamiento de aguas: Planta de tratamiento de aguas servidas de Zanjón de la Aguada: "La Farfana" de Aguas Andinas.</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Mapocho en El Monte 0573-MP-30	Recarga del río Mapocho por afloramiento de napas subterráneas.	Descarga de RILES de avícolas, agrícola y lechera, ind químicas Aplicación de plaguicidas Contaminación Difusa por aguas servidas	CE, OD, Cl, SO <sub>4</sub> , Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo, SST Posiblemente CT, CF, DBO <sub>5</sub> Carbofurano*, clorotalonil*,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrogeología: Acuífero procedente desde el sector de Lampa, Colina.</li> <li>• Tratamiento de aguas: Planta de tratamiento de aguas servidas “El Trebal” de Aguas Andinas en Padre Hurtado</li> <li>• Centros Poblados: Padre Hurtado, Peñaflores, Talagante y el Monte; todos sin planta de tratamiento.</li> <li>• Agricultura: Intensiva y tecnificada</li> <li>• Industrias: La más importantes son: Ind. Agrícola y Lechera Santiago, Pollos King, Envases del Pacífico, Agrícola Los Quillayes, Química Kimitsu</li> </ul>

**Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maipo**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Puangue en ruta 78 0574-PU-20	<p>Origen subterráneo de las aguas superficiales de estero Puangue</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizado de formaciones geológicas</p> <p>Recarga del estero Puangue por afloramiento de napas subterráneas</p>	<p>Contaminación difusa por aguas servidas</p> <p>Descarga del Canal Las Mercedes</p> <p>Reuso de agua de regadío</p> <p>Aplicación de plaguicidas.</p> <p>Descarga de RILES de industria láctea y confites</p> <p>Presencia de aluminosilicatos (Arcillas)</p> <p>Lixiviación de tortas de material de descarte minero y plantas de beneficio</p>	<p>CE, Cl, SO<sub>4</sub>, Cu, Fe, Cr, Mn, Al, Pb, Mo</p> <p>Posiblemente: DBO<sub>5</sub>, Color aparente, SD, SS, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, Sn, CF y CT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Origen del estero Puangue se debe a alimentación desde aguas subterráneas</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero (Pozo DGA de 1 – 10 m<sup>3</sup>/m/h de productividad con nivel freático de 2 m)</li> <li>• Agricultura: Existencia de extensas áreas de cultivos agrícolas 38500 há. De frutales y hortalizas mayoritariamente.</li> <li>• Centros Poblados: Curacaví (sin Pta. De tratamiento), Mallarauco, María Pinto, Pahuilmo.</li> <li>• Industrias: Láctea de Pahuilmo, Extracción de Arcilla en Pomaire.</li> <li>• Minería: Sector de Colliguay</li> <li>• Litología: Cordón mineralizado de riesgo intermedio comprendido entre la IV y VI región. Franja metalogénica F5 y F4.</li> </ul>

Nota: 1) En Anexo 4.3 se encuentra el Mapa de potencial de generación ácida (Ministerio de Minería)

(\*) Estos valores son estimados, no proceden de mediciones.

#### 4.3.1 Conclusiones

Las conclusiones que se exponen a continuación son producto de la consolidación de la información expuesta anteriormente y representa a los factores más relevantes que se dan en esta cuenca, con el objeto de dar una idea global de las causas que originan un cambio en la calidad del agua.

Existen algunas particularidades en la cuenca desde el punto de vista de la calidad, como son la gran presencia de sulfatos a lo largo de todo el río. El factor incidente más importante es la presencia de la franja metalogénica ubicada en la Cordillera Central, así como minerales de yeso ( $\text{CaSO}_4$ ).

En la depresión intermedia, la influencia de la ciudad de Santiago y ciudades satélites implican valores elevados de  $\text{DBO}_5$  y coliformes fecales. La  $\text{DBO}_5$  proviene principalmente de las industrias de producción de alimentos y de aguas servidas, los coliformes fecales son debido a las aguas servidas y descarga de RILES. También se registran valores elevados de metales esenciales y no esenciales, los cuales provienen de las industrias manufactureras de metales ferrosos y no ferrosos. Aguas abajo de Angostura, comienza la aparición de pesticidas por fuentes difusas, destacando el carbofurano. El factor incidente más relevante es la aplicación de insecticidas y fungicidas a los cultivos de frutales y viñedos, los que se aplican principalmente en otoño y primavera.

El río Mapocho y sus tributarios destacan por su bajo pH en la parte alta de la cuenca debido principalmente a las explotaciones mineras. Más abajo, se tiene el sector de Rinconada de Maipú como el de peor calidad, en el cual los coliformes fecales alcanzan valores superiores a los 2.0000.000 de NMP/100 ml. No se dispone de información que refleja el efecto de la puesta en funcionamiento de La Farfana.

El estero Pangué está contaminado principalmente por los aportes de aguas servidas de Curacaví y de una veintena de poblados ubicados en sus proximidades.

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

### 5.1 Análisis Espacio Temporal en Cauce Principal

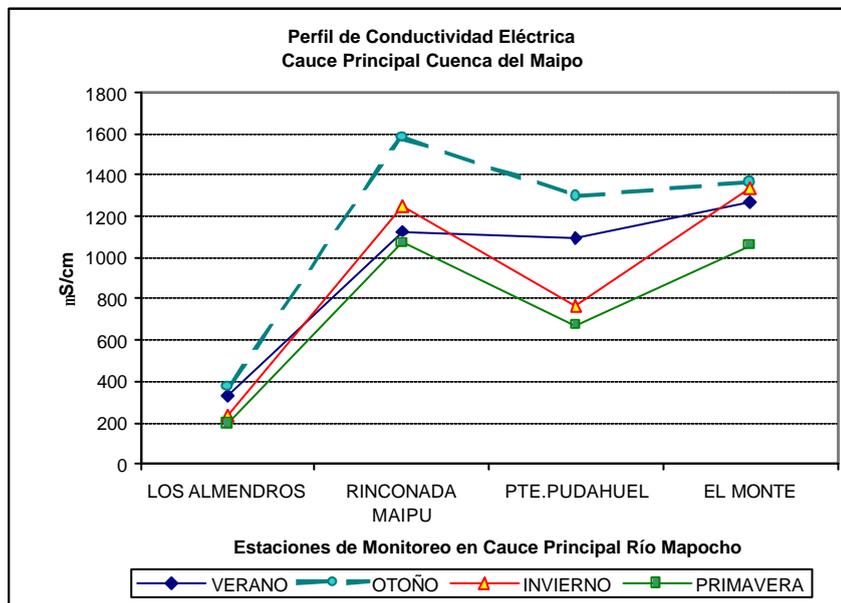
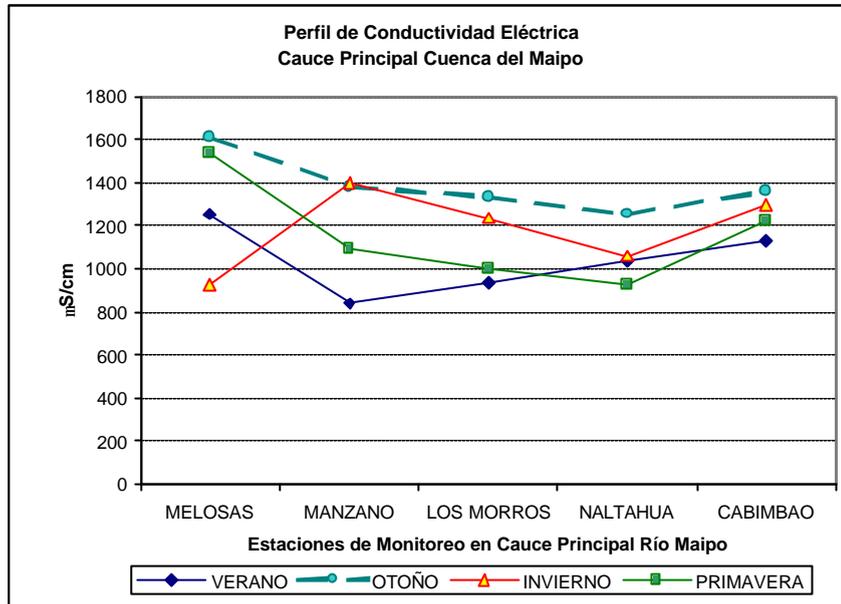
En esta cuenca, se analizaron los dos cauces principales río Mapocho y río Maipo. Las estaciones utilizadas para el análisis son:

- Río Mapocho
  - Los Almendros
  - Rinconada de Maipú
  - Puente Pudahuel
  - El Monte
  
- Río Maipo
  - Las Melosas
  - El Manzano
  - Los Morros
  - Naltahua
  - Cabimbao

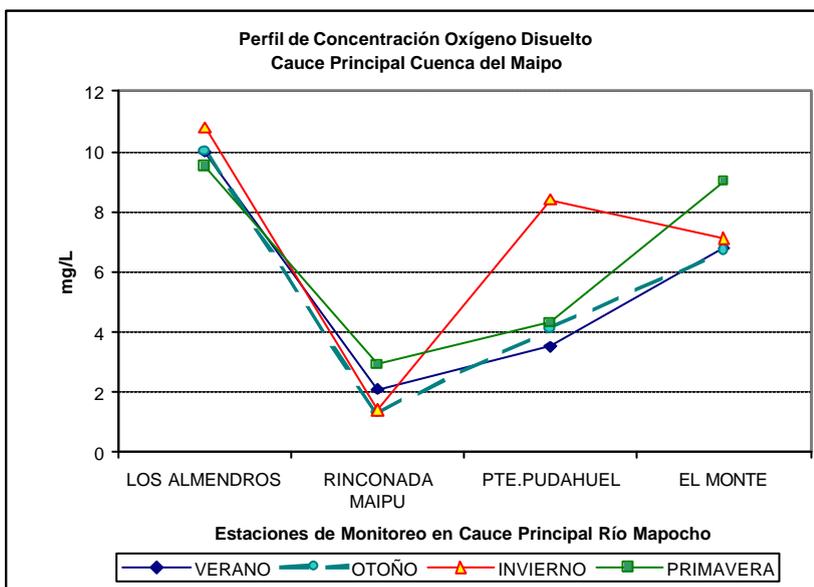
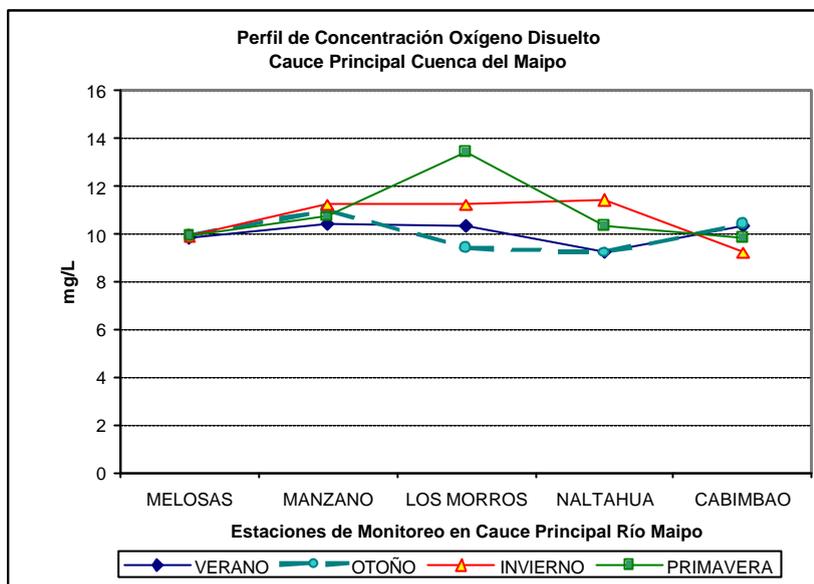
En la Figura 5.1 se incluye el perfil longitudinal, para los ríos Maipo y Mapocho, sólo de aquellos parámetros seleccionados que exceden la Clase 0 en esta cuenca, para los 4 períodos estacionales. Dichos parámetros son los siguientes:

- Río Maipo: Conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, RAS, cloruro, sulfato, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, aluminio, arsénico y plomo.
  
- Río Mapocho: Conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, RAS, cloruro, sulfato, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, aluminio, arsénico y plomo.

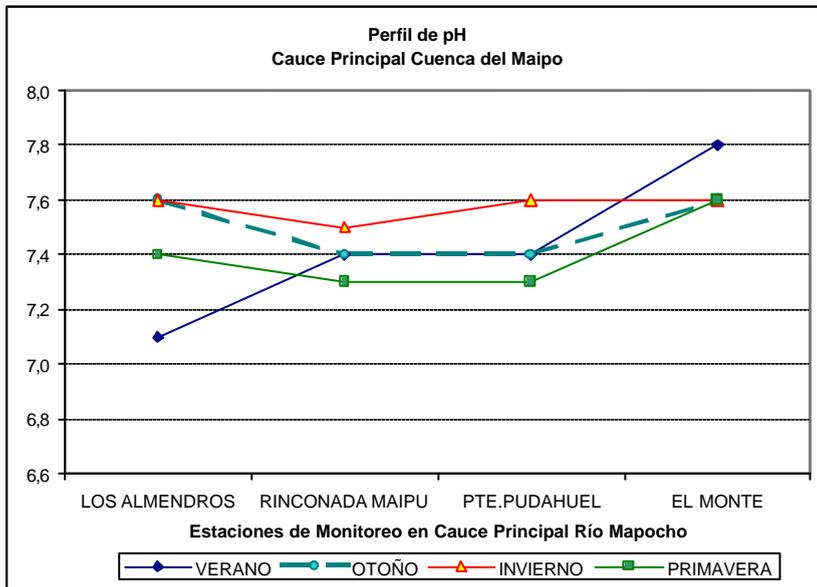
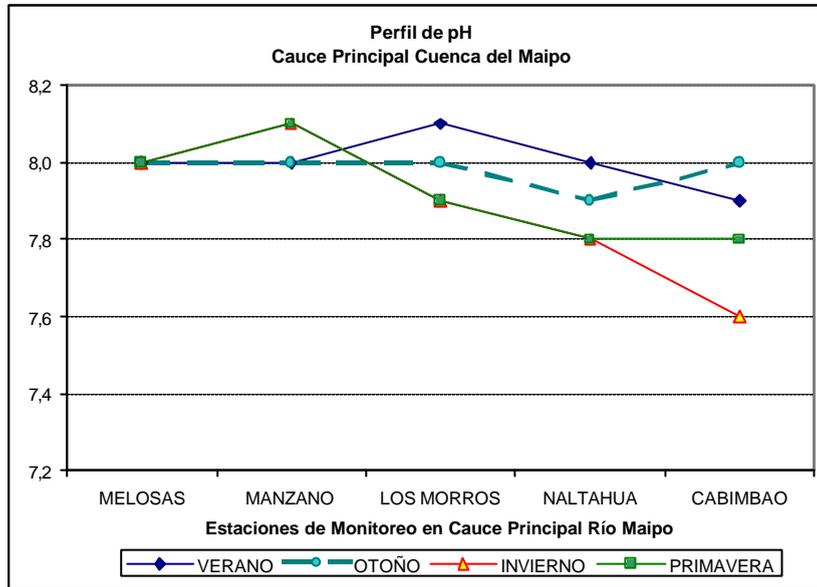
No se presentan las representaciones gráficas del cromo tanto en el río Maipo como Mapocho, por encontrarse bastantes puntos en el límite de detección.



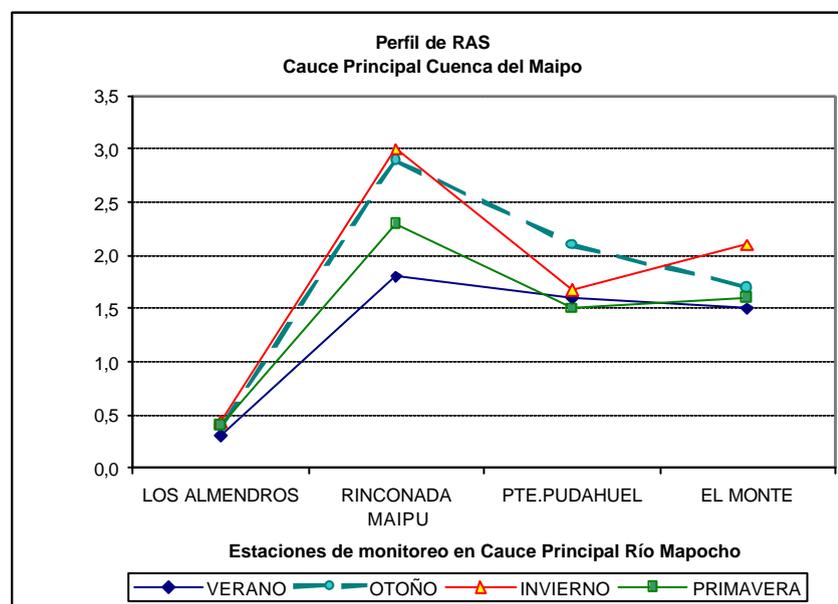
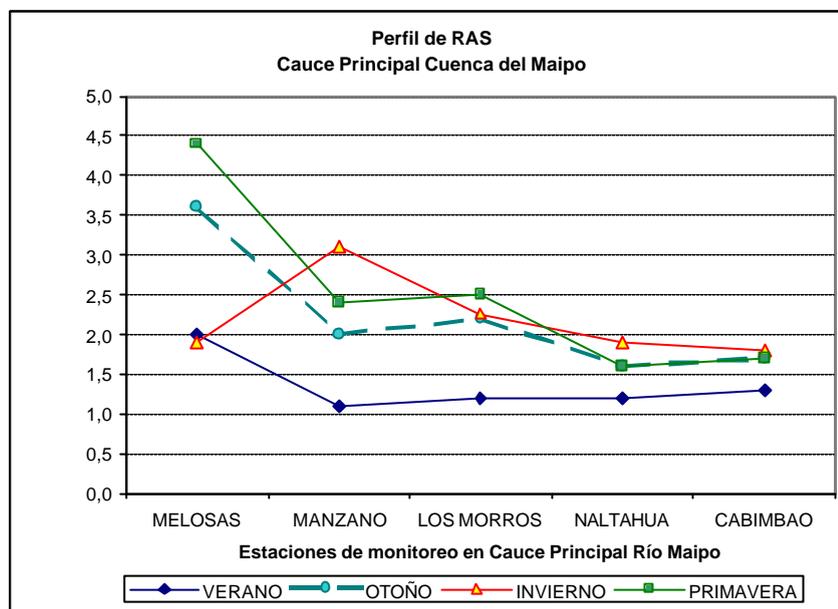
**Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Maipo**



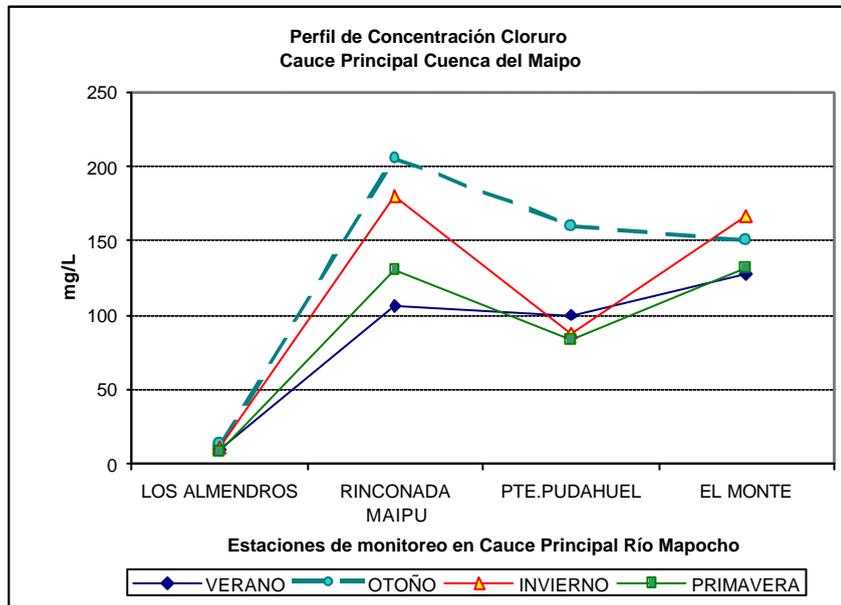
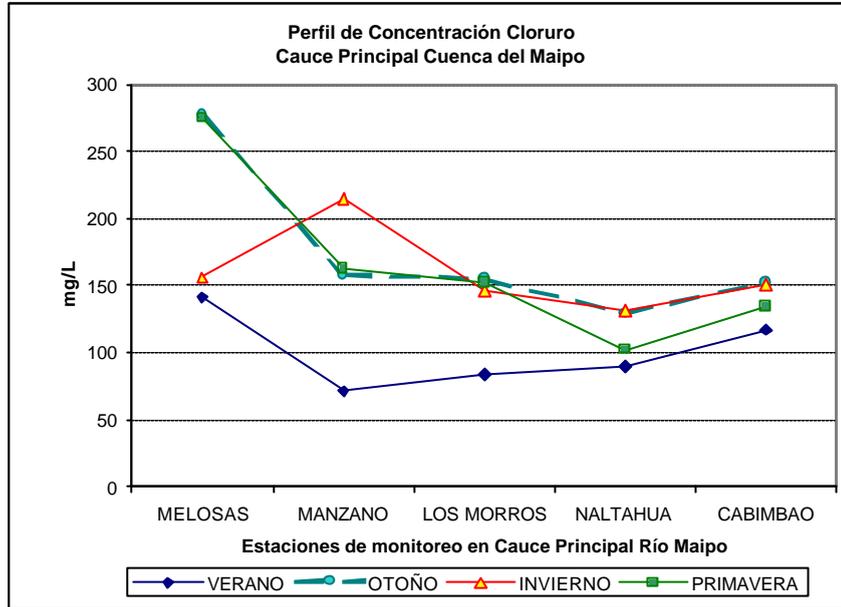
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Maipo**



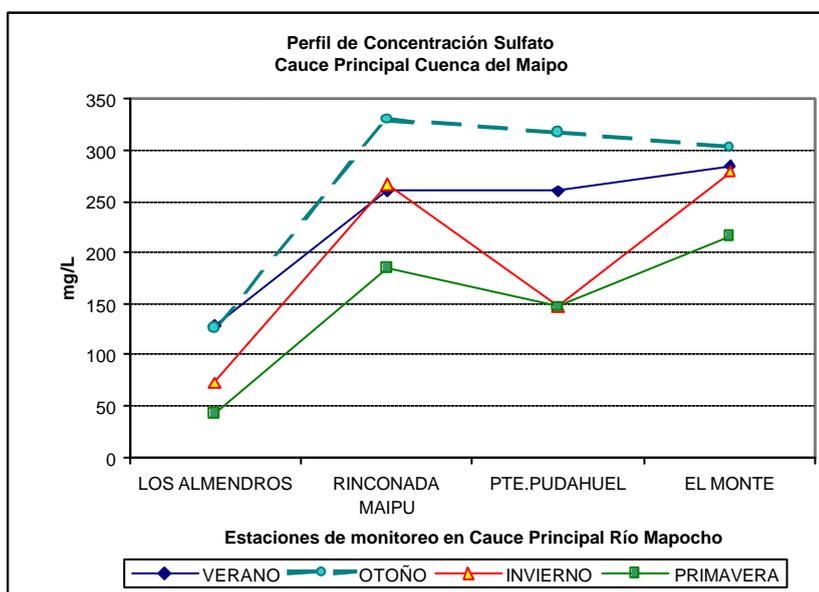
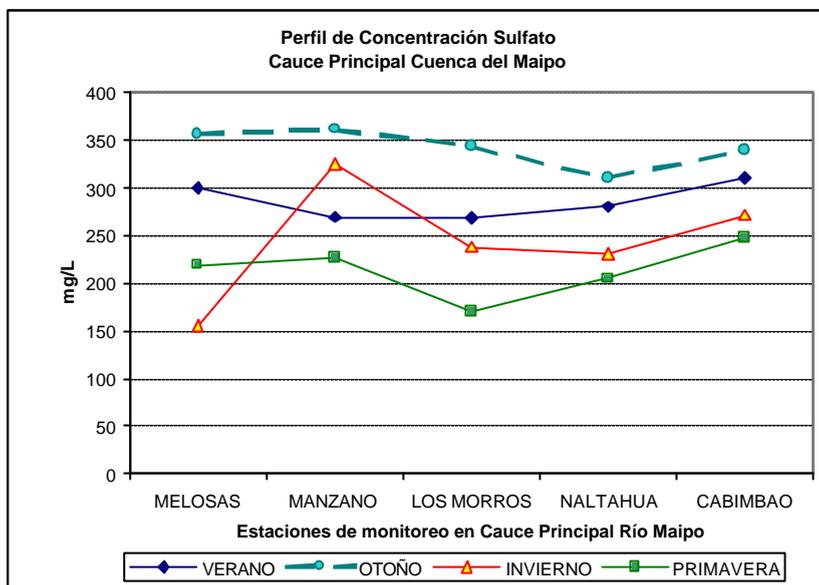
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Maipo**



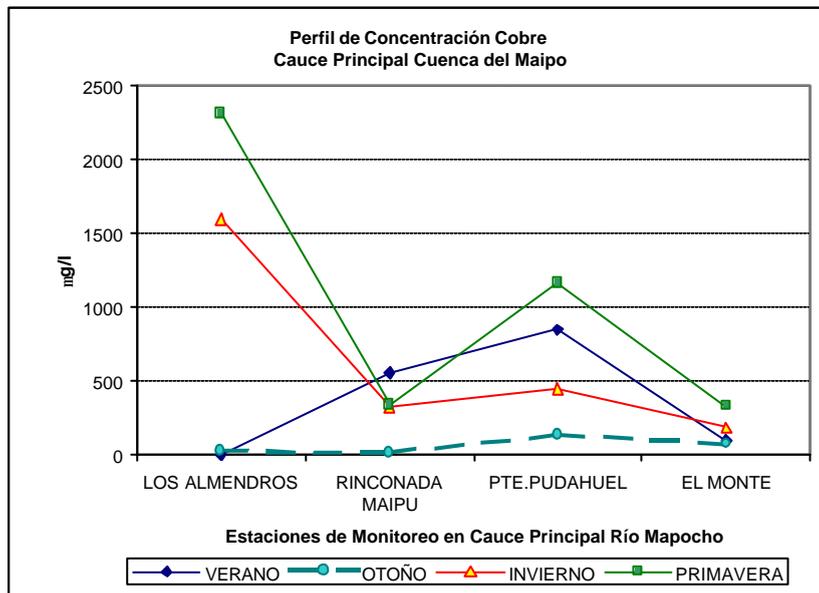
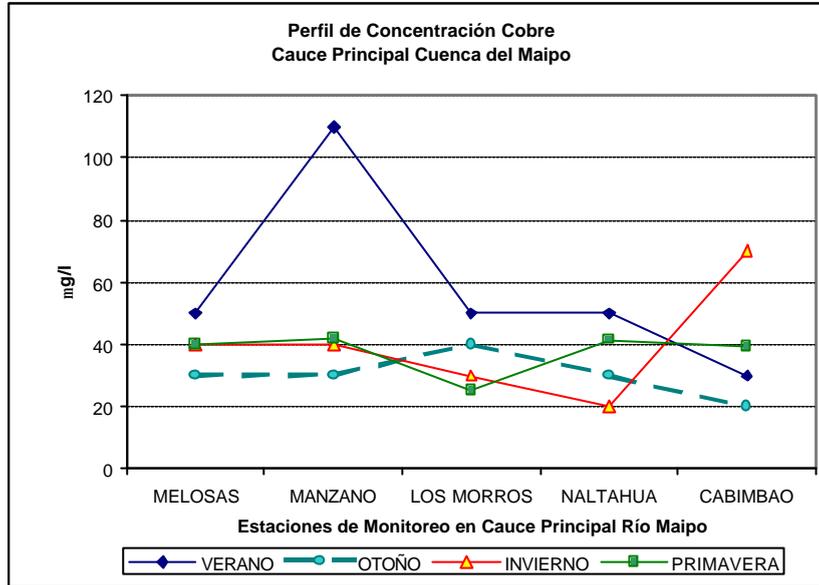
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



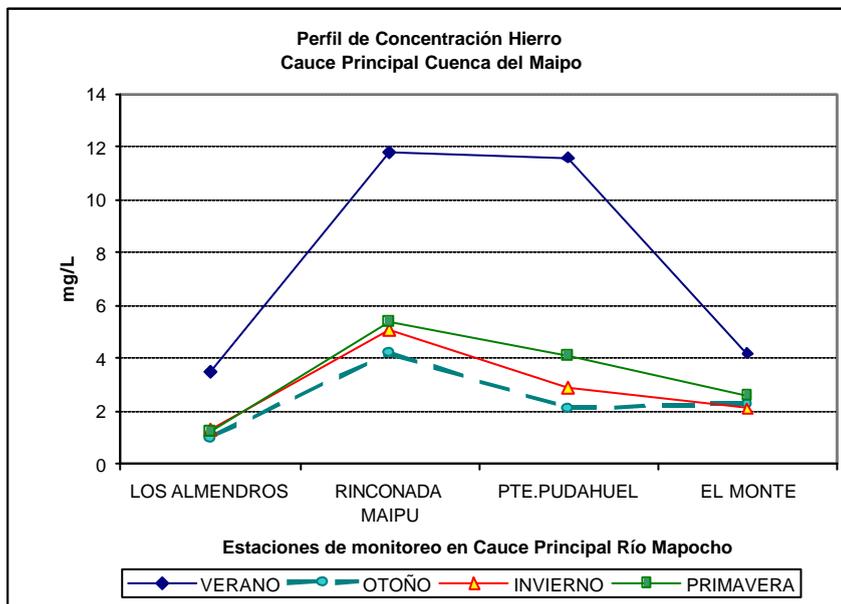
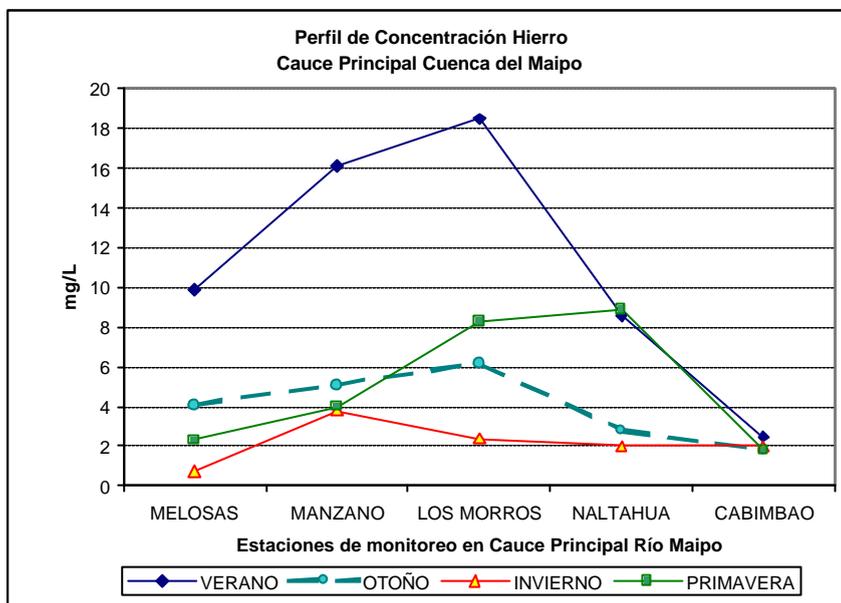
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



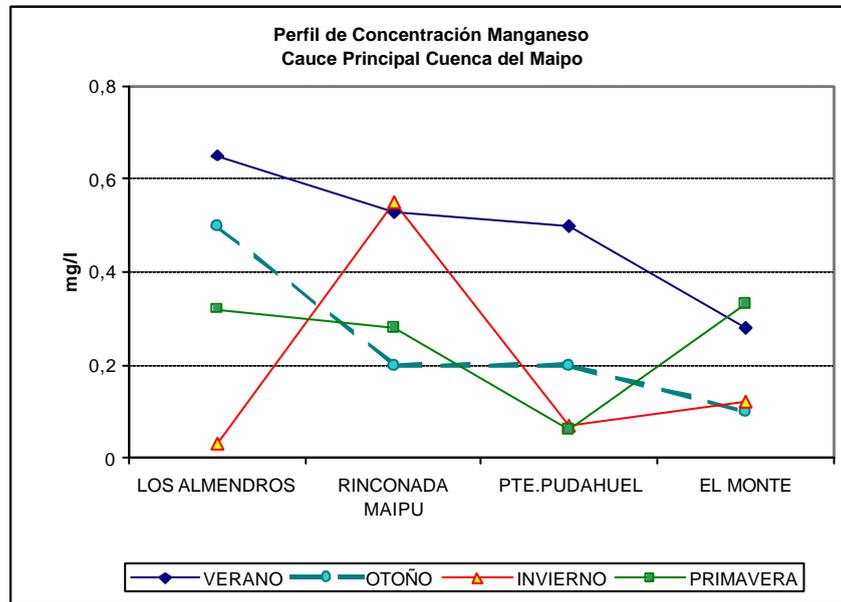
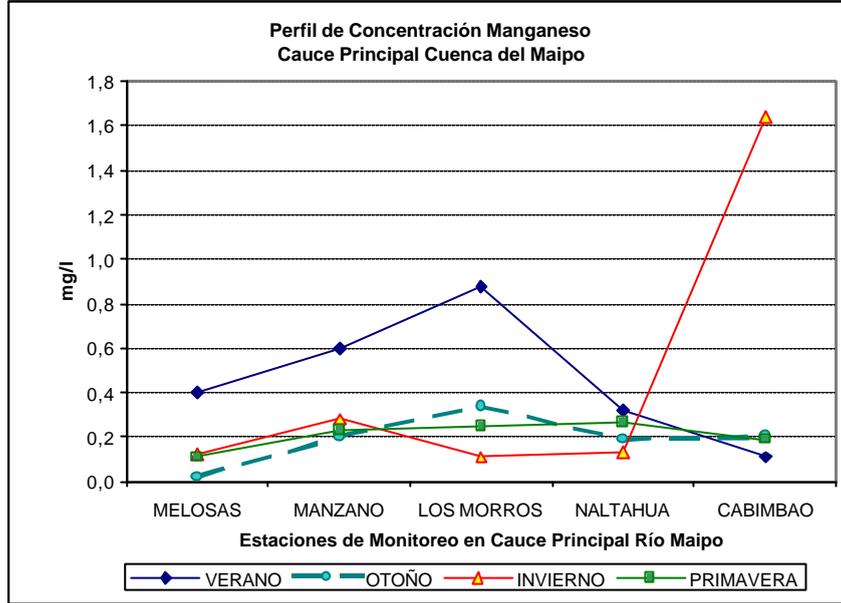
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



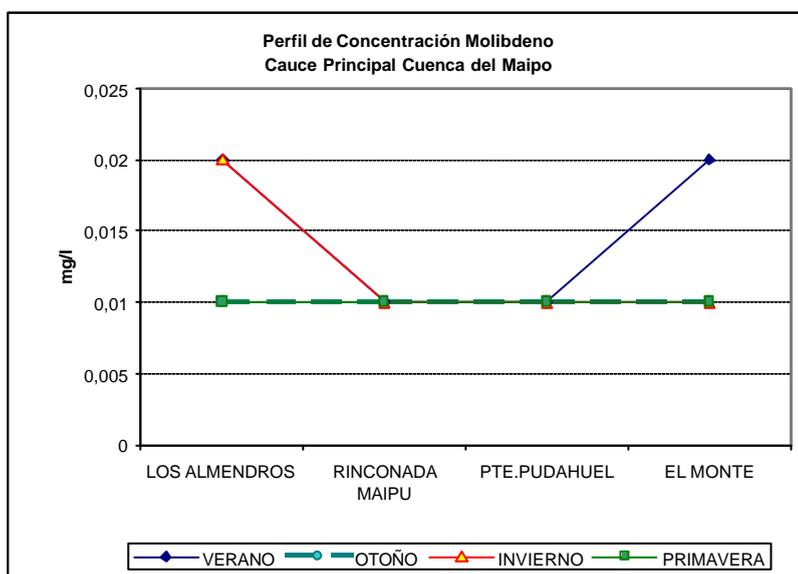
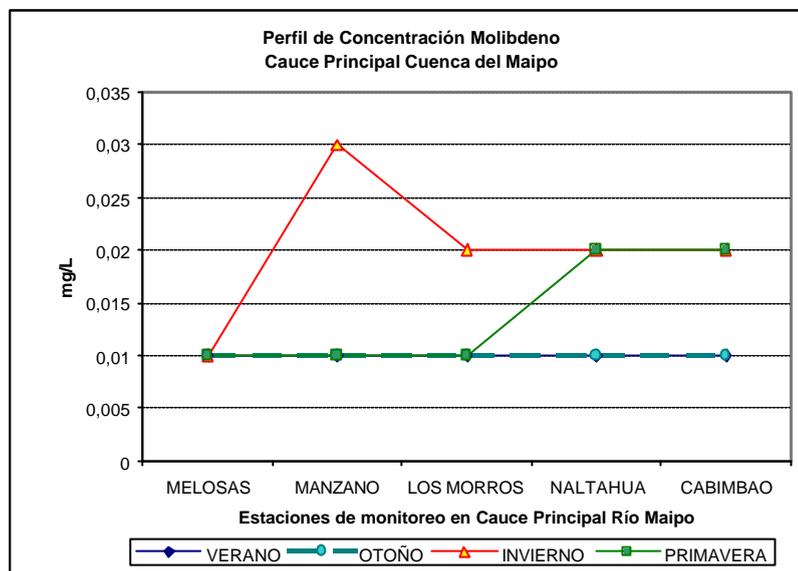
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



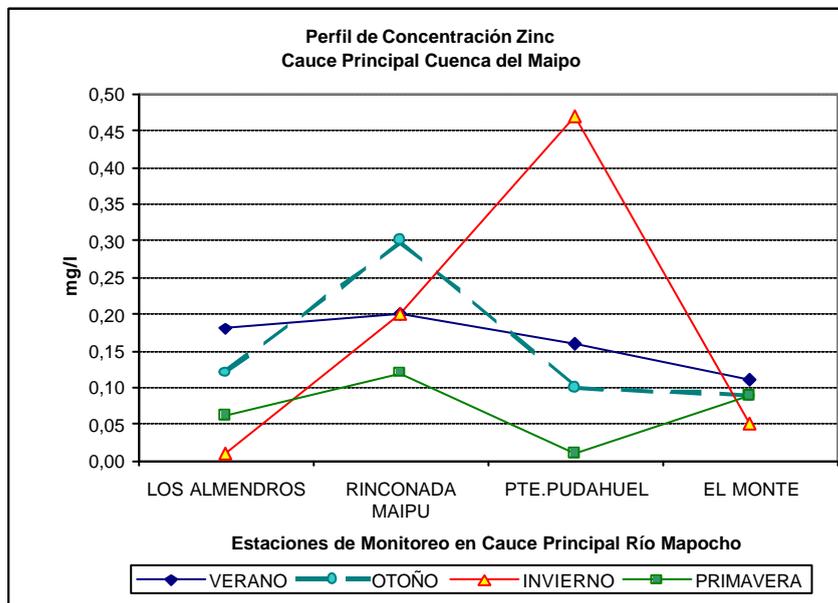
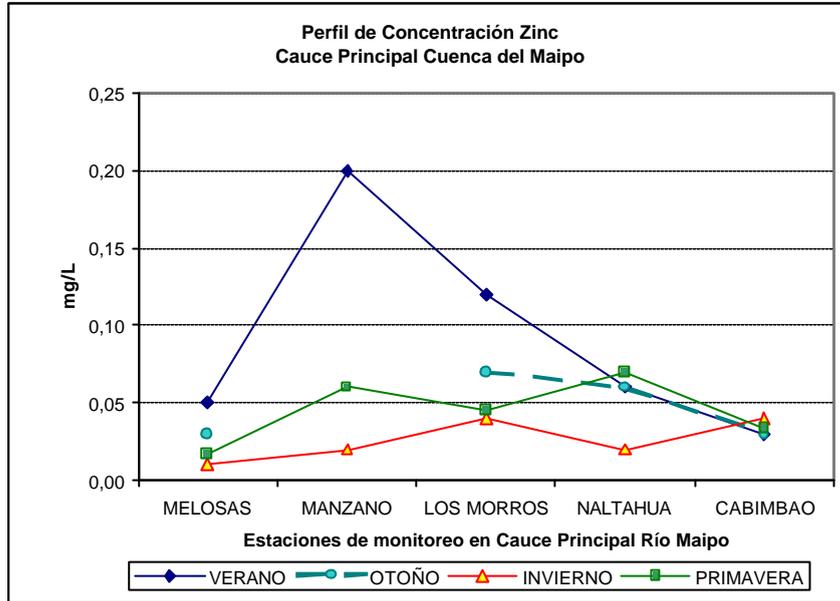
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



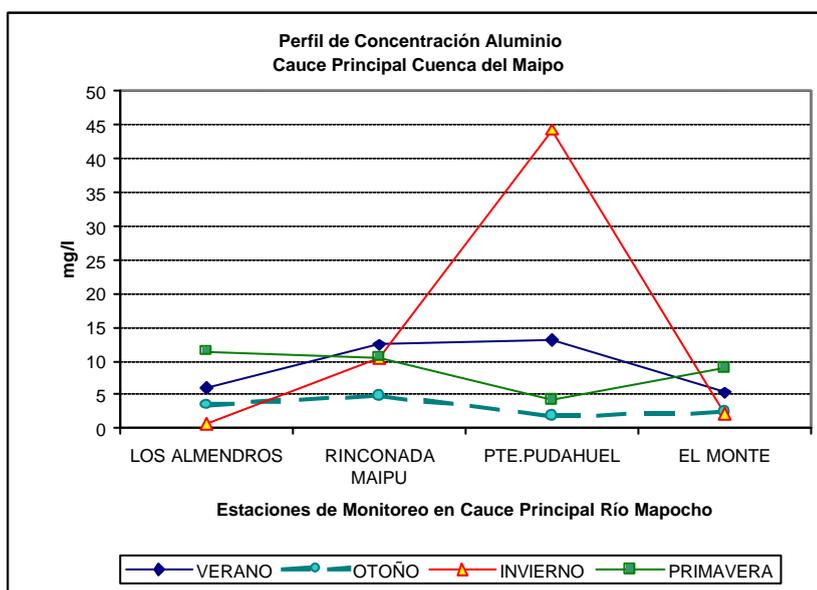
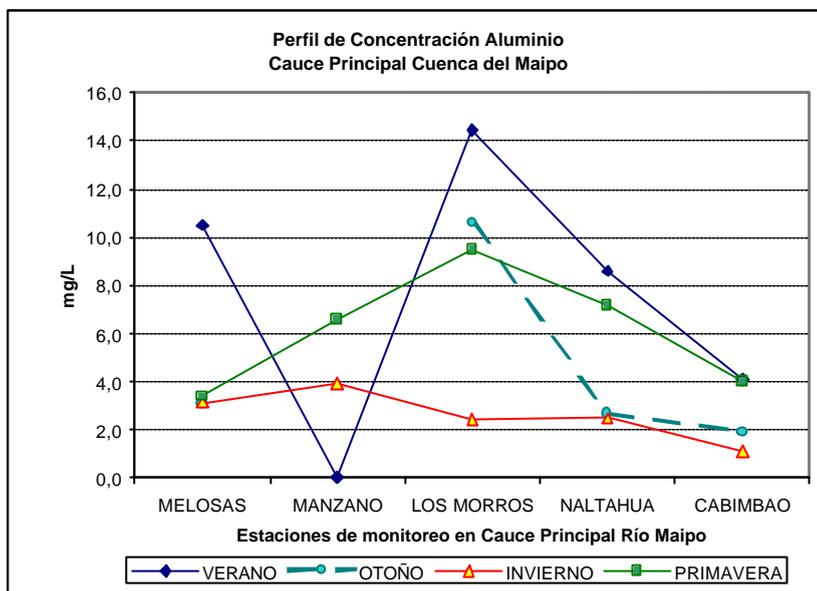
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



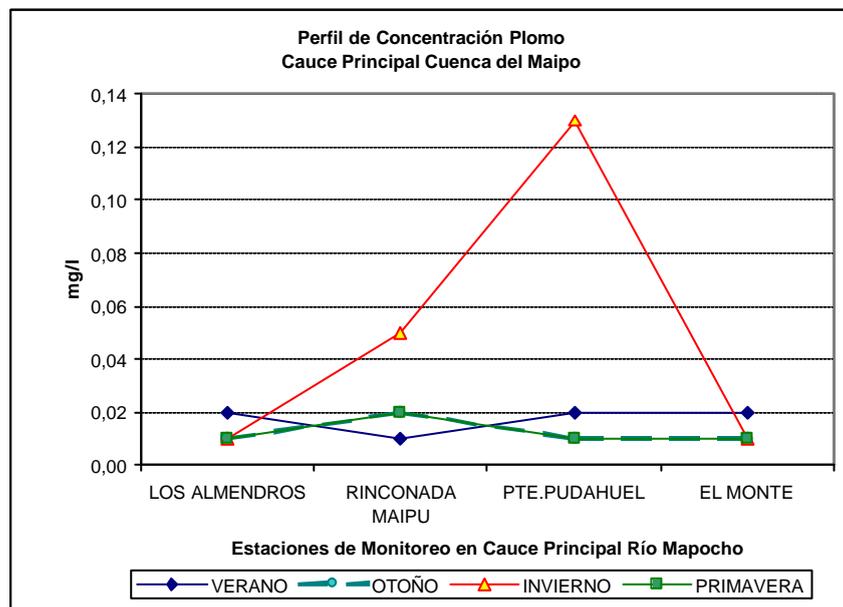
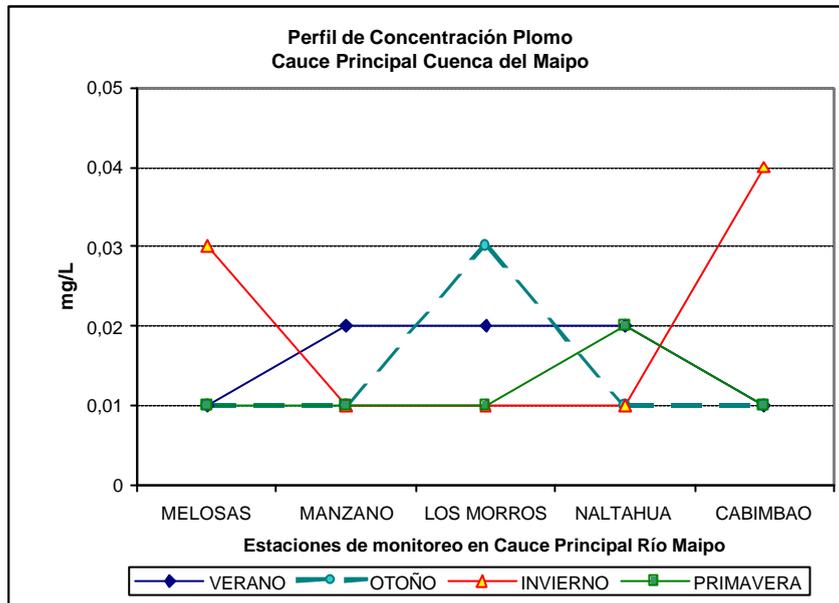
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



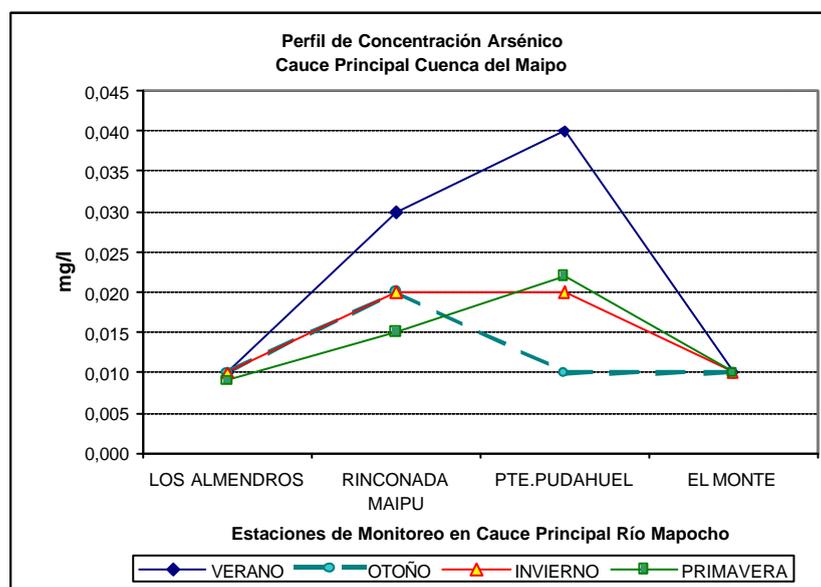
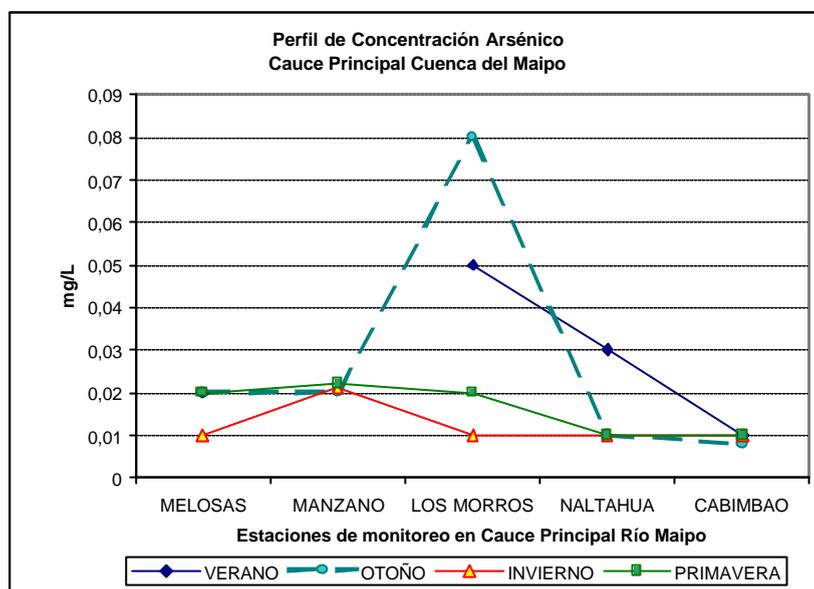
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**



**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del río Maipo**

Respecto de cada parámetro y considerando los perfiles mostrados en las figuras 5.1, se desprende lo siguiente:

- CE: La conductividad eléctrica del río Maipo presenta variaciones relativamente menores tanto entre los períodos estacionales como a lo largo de su perfil longitudinal, con valores que pertenecen a la Clase 2 y 3. Distinto ocurre en el río Mapocho, donde la conductividad se incrementa desde la cabecera con Clase 0 o cercana, hasta la confluencia con el río Maipo, donde alcanza la Clase 2. La razón de este comportamiento distinto es que en el Maipo prevalecen las condiciones naturales, mientras que en el Mapocho, la CE se incrementa por efecto de las descargas de aguas servidas. Respecto de los períodos estacionales, cabe señalar que en ambos ríos la envolvente superior corresponde al otoño.
- OD: El oxígeno disuelto debe ser evaluado considerando el efecto de temperatura. En la cuenca del Maipo, la saturación es cercana al 100%, situación que en el río Mapocho se ve fuertemente afectada por las descargas de aguas servidas que dan porcentajes de saturación inferiores al 30%, pasando de Clase 0 a Clase 4. Esta situación no se repite en el Maipo por las mismas razones explicadas para el efecto de la conductividad eléctrica (CE).
- pH: No es un parámetro crítico, con valores en ambos ríos en Clase 0, con valores en el rango básico, típico de los ríos de la zona Central de Chile.
- RAS: Las envolventes superiores en ambos ríos alcanzan valores que clasifican esta agua en Clase 1, sin embargo en la cabecera están en Clase 0.
- Cl-: en el río Maipo, se observa que la concentración de este parámetro decrece desde cordillera al mar pasando, la envolvente superior, que se produce en invierno y primavera, de la Clase 4 en la parte alta, a la Clase 3 en la parte central y terminando en clase 2 en la zona baja de la cuenca. En contraste, la envolvente inferior siempre corresponde a la Clase 2. Por su parte, el Mapocho muestra una situación distinta ya que aumenta la concentración aguas abajo, con Clase 3.

- $\text{SO}_4^{2-}$  : En ambos ríos, los valores corresponden todos a la Clase 2, con una envolvente superior en otoño e inferior en primavera, siendo característica de esta cuenca la alta presencia de sulfatos en niveles bastante uniformes.
- Cu: El comportamiento es bastante similar al hierro en el río Maipo, con valores que se ubican en la Clase 2, con envolventes superior e inferior en verano y otoño, excepto en la estación Los Morros en que ocurre en primavera. En el río Mapocho se incrementa progresivamente los valores desde la cabecera hasta la unión con el río Maipo, con una envolvente superior en primavera, con Clase 3.
- Fe: En el río Maipo, la envolvente superior se presenta en verano con valores en Clase 4, sin embargo el resto del año se ubica como Clase 2, con una envolvente inferior en invierno. La envolvente superior tiende a disminuir fuertemente de cordillera a mar, comportamiento común con otros cationes metálicos, no así los aniones, lo que puede atribuirse a los efectos de mantos mineros en la cuenca superior. En particular se puede observar que el río Mapocho presenta una situación distinta ya que en la parte alta es Clase 2 y termina en Clase 4 al confluir con el Maipo, especialmente en verano.
- Mn: En ambos ríos, la envolvente superior se presenta en verano, con una Clase 4, muy similar al caso del hierro, sin embargo el resto del año se le asigna Clase 2, con una envolvente inferior en otoño-invierno. La envolvente superior tiende a disminuir fuertemente de cordillera a mar, comportamiento común de cationes metálicos.
- Mo: En el río Maipo, la envolvente superior se presenta en invierno con valores en Clase 1. Como se ha señalado para otros casos, la envolvente superior tiende a disminuir fuertemente de cordillera a mar. El análisis para el Mapocho es bastante restringido ya que parte de los valores están en el límite de detección.
- Zn: En el río Maipo se observa un aumento en la concentración entre la estación Las Melosas y El Manzano, para luego comenzar a disminuir de cordillera a mar, la envolvente superior prácticamente se presenta en verano (Clase 2), con excepción de la estación en Naltahua. En el río Mapocho la

concentración de zinc en la envolvente superior es bastante mayor a aquella observada en el río Maipo, pero menos definida en lo que respecta a estar claramente asociada a una estación climática. En el caso del río Mapocho, la envolvente superior comienza en verano, sigue en otoño (Rinconada de Maipú), continua en invierno en la estación en Pte.Pudahuel y termina en verano.

- Al: en ambos ríos (Maipo y Mapocho) los valores son muy altos, (Clase 4), siendo constante a lo largo de los ríos e incluyendo todos los cauces seleccionados. En el río Maipo, la envolvente superior se presenta en verano, con excepción de la estación en el Manzano. En general este parámetro es alto pero decrece hacia el mar. En el caso del río Mapocho, la envolvente superior no está claramente definida, partiendo en primavera, siguiendo en Pte. Pudahuel en invierno y terminando nuevamente en primavera, a lo largo de este cauce se observan concentraciones más elevadas de elemento que aquellas del río Maipú.
- As: En el río Maipo la concentración de arsénico en general tiende en cada estación climática a disminuir a lo largo del cauce, a excepción del punto observado en invierno en la estación de Los Morros. La clase de calidad es igual o inferior a 2. Con respecto al río Mapocho, es posible acotar que claramente la envolvente superior se presenta en verano con clase de calidad igual o inferior a 1, aumentando desde la estación Los Almendros hasta Pte. Pudahuel, para luego disminuir hacia la estación El Monte.
- Pb: Los valores están en límites de detección de tal modo que el análisis sólo es general. La Clase de calidad es igual o inferior a 2, aumentando los valores del parámetro en invierno-primavera.

## 5.2 Análisis de los Parámetros de Calidad a nivel de Cuenca

A continuación se comentan las características principales de la calidad actual del río Maipo y del río Mapocho en relación a los grupos de parámetros que contiene el Instructivo. Este análisis está basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

Tabla 5.1: Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

RIO MAIPO
<b>Parámetros físico- Químicos: Conductividad Eléctrica; DBO<sub>5</sub>, color, OD, pH, RAS, SD, SST</b>
<p><b>CE:</b> En el río Maipo todos los valores están clasificados en clase 2 no se observa variación estacional ni espacial, excepto en las Melosas se observa el valor más alto en los períodos de otoño-primavera en clase 3. En el río Mapocho se observa un aumento a lo largo del río desde clase 0 a clase 3. Los ríos Volcán, Colorado, Angostura y Yeso en clase 2 sin variación estacional y el río Olivares en clase 2 con variación estacional. El río San Francisco en clase 1. Los esteros Arrayán, Colina y Yerba Loca, y el río Molina en clase 0. Los esteros Puangue y Lampa en clase 3.</p> <p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> El dato del muestreo puntual en primavera 2003, está clasificado en clase 0 en los ríos Colorado y Mapocho en San Enrique y El Manzano. En clase 1 para el río Maipo excepto en Naltahua en clase 0, río Angostura es clase 1 y los esteros Puangue y Lampa clase 2 y 4 respectivamente.</p> <p><b>Color Aparente:</b> Los datos del muestreo puntual en primavera 2003, están clasificados en clase 0 en el estero Lampa y los ríos, Colorado, Angostura, Mapocho y Maipo excepto en Cabimbao en clase 1 y clase 2 en el estero Puangue.</p> <p><b>OD:</b> En el río Maipo todos los valores están clasificados en clase 0. El río Mapocho en clase 0 en Los Almendros, en Pudahuel no se observa variación entre los períodos estacionales otoño-primavera con valores en clase 4, en Rinconada de Maipú no se presenta variación estacional en clase 4 y en El Monte no hay variación estacional entre los períodos de otoño-invierno con valores en clase 2 en verano en clase 4. En el Zanjón de La Aguada en clase 4 sin variación estacional. Los ríos Colorado, Volcán, San Francisco, Molina, Yeso, Angostura y Olivares; esteros Yerba Loca, Arrayán, Puangue, Colina, y Lampa, y canal San Carlos con todos los valores en clase 0, excepto estero Lampa en otoño y primavera en clase 4 y 2 respectivamente.</p> <p><b>pH:</b> En los ríos Maipo, Mapocho, Colorado, Volcán, Yeso, Molina, Angostura y Olivares, esteros Arrayán Puangue, Colina y Lampa, Zanjón de la Aguada y canal San Carlos todos los valores clasificados en clase 0 sin variación estacional. En el río San Francisco y estero Yerba Loca no se observa variación estacional entre los períodos estacionales de verano-otoño y primavera-invierno con valores en clase 4 y clase 0 respectivamente.</p> <p><b>RAS:</b> En el río Maipo en Las Melosas no presenta variación estacional entre los períodos de verano-invierno y otoño-primavera con valores en clase 0 y 2 respectivamente. Maipo en El Manzano sin variación entre el período de verano-otoño con valores en clase 0, en invierno en clase 2. Maipo en Los Morros, Puente Naltahua y Cabimbao todos los valores en clase 0, excepto Los Morros en primavera en clase 1. El río Mapocho en Los Almendros, Puente Pudahuel y El Monte todos los valores en clase 0, En Rinconada de Maipú no se observa variación estacional entre verano-primavera y otoño-invierno con valores en clase 0 y clase 1 respectivamente. Los ríos Colorado, Volcán, Yeso, San Francisco, Molina y Angostura, esteros Yerba Loca, Arrayán, Puangue, Colina y Canal San Carlos, todos los valores en clase 0 sin variación estacional. En Zanjón de La Aguada no se observa variación entre otoño-invierno-primavera con valores en clase 2. En el estero Lampa no hay variación entre verano-otoño en clase 1, en invierno en clase 2. El río Olivares presenta variación estacional con valores en clase 2.</p>

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

<b>RIO MAIPO</b>
<p><b>SD:</b> En clase 4 en otoño en río Mapocho aguas abajo de la descarga La Farfana y en Zanjón de La Aguada. En el río Maipo en el Manzano, Los Morros y Puente Naltahua valores en clase 4, excepto en El Manzano en otoño en clase 3. Los datos del muestreo puntual en primavera 2003, están clasificados en clase 0 en el río Mapocho estero Lampa y los ríos, Colorado, Angostura, Mapocho, y Maipo, excepto en Cabimbao en clase 1, y en clase 2 en el estero Puangue.</p>
<p><b>SST:</b> Los datos del muestreo puntual en primavera 2003, están clasificados en clase 0 en el río Mapocho aguas abajo de El Monte, en clase 2 en el río Mapocho en Puente San Enrique, en clase 3 en el Maipo en Puente Ingeniero Marambio y en Cabimbao y en clase 4 en el río Maipo en El Manzano y Puente Naltahua, en el río Mapocho en Puente Manuel Rodríguez y en Rinconada de Maipú, en los esteros Lampa y Puangue y en los ríos Colorado y Angostura.</p>
<p><b>Inorgánicos: <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{CN}^-</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{F}^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>, <math>\text{S}^{2-}</math></b></p>
<p><b><math>\text{NH}_4^+</math>:</b> El dato del muestreo puntual en primavera esta clasificado en clase 4 en el estero Lampa y el río Mapocho excepto en Puente San Enrique en clase 0 y en Puente Manuel Rodríguez en clase 2. En el río Colorado en clase 0 y estero Puangue en clase 0.</p>
<p><b><math>\text{CN}^-</math>:</b> Los datos del muestreo puntual en primavera están clasificado en clase 0 para el río Mapocho en Rinconada de Maipú y el estero Puangue, en clase 1 en el río Mapocho aguas abajo de El Monte, en clase 2 en el río Maipo en Cabimbao, en clase 3 en los río Angostura y Maipo en Puente Naltahua y en Puente Ingeniero Marambio.</p>
<p><b><math>\text{Cl}^-</math>:</b> El río Maipo presenta variación estacional con valores en clase 4 en Las Melosas y El Manzano, en clase 3 en Los Morros y Cabimbao y Clase 2 en Puente Naltahua. El río Mapocho, sin variación estacional, en Los Almendros en clase 0, en Puente Pudahuel con valores en clase 3 en otoño, se observa variación estacional en Rinconada de Maipú en clase 4 en otoño y en El Monte en clase 3 en otoño-invierno. En Zanjón de la Aguada se observa variación estacional entre otoño e invierno en clase 4. En los ríos Yeso, San Francisco, Molina, y esteros Yerba Loca, Arrayán y Colina con valores en clase 0 excepto río Yeso en primavera en clase 1. El río Colorado en clase 0 sin variación estacional entre verano-otoño, en clase 2 en invierno. El río Volcán en clase 2 sin variación estacional, excepto en verano en clase 0. El estero Puangue y el río Angostura en clase 3 y clase 2 sin variación estacional. Estero Lampa en clase 4 en otoño con variación estacional, río Clarillo en clase 3 en otoño, el río Olivares en clase 3 en invierno, el canal San Carlos en clase 3 en otoño.</p>
<p><b>E:</b> El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en los ríos Maipo, Mapocho, Colorado y Angostura y en los esteros Lampa y Puangue.</p>
<p><b><math>\text{NO}_2^-</math>:</b> El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para los ríos Maipo en El Manzano, Mapocho en Puente San Enrique y Puente Manuel Rodríguez, Colorado y Angostura. En clase 1 en el río Maipo en Puente Naltahua y estero Lampa y en clase 2 en los ríos Maipo en Ing. Marambio y Cabimbao, Mapocho en Rinconada de Maipú y aguas abajo de El Monte y el estero Puangue.</p>
<p><b><math>\text{SO}_4^{2-}</math>:</b> En clase 2 sin variación estacional los ríos Maipo, Colorado, Volcán, Yeso, San Francisco, Angostura, Clarillo y Mapocho en Rinconada de Maipú y El Monte, y Esteros Lampa y Puangue, Zanjón de La Aguada y Canal San Carlos. El río Mapocho en Los Almendros en clase 1 y Puente Pudahuel en clase 2 sin variación estacional entre verano-otoño e invierno-primavera. El estero Yerba loca en clase 2 sin variación estacional entre verano-otoño. Los ríos Olivares y Molina, y esteros Arrayán, Colina en clase 0 sin variación estacional.</p>

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

<b>RIO MAIPO</b>
<p><b>S<sub>t</sub></b>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta clasificado en clase 0 para los ríos Maipo, Mapocho, Colorado y Angostura y en los esteros Lampa y Puangue.</p>
<p><b>Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno</b></p>
<p><u>Aceites y grasas</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está en clase 0 en los ríos Maipo en Cabimbao y Mapocho en Rinconada de Maipú. En clase 1 en río Maipo en Puente Naltahua.</p> <p><u>PCBs</u>: sin información</p> <p><u>SAAM</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está en clase 0 en el río Maipo en Cabimbao y clase 1 en puente Naltahua y en clase 4 en el río Mapocho en Rinconada de Maipú</p> <p><u>Índice de fenol</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está clasificado en clase 0 en el río Mapocho en Rinconada de Maipú y en clase 3 en río Maipo en Cabimbao.</p> <p><u>HCAP</u>: El dato del muestreo puntual en primavera esta clasificado en clase 0 en los ríos Maipo en Puente Naltahua y Cabimbao, y en el Mapocho en Rinconada de Maipú.</p> <p><u>HC</u>: Sin información</p> <p><u>Tetracloroetano</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está clasificado en clase 0 en los ríos Maipo en Puente Naltahua y Cabimbao, en el Mapocho en Rinconada de Maipú y en el estero Lampa antes junta río Mapocho.</p> <p><u>Tolueno</u>: El dato del muestreo puntual en primavera esta clasificado en clase 0 en los ríos Maipo en Puente Naltahua y Cabimbao y en el Mapocho en Rinconada de Maipú.</p>
<p><b>Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, penta clorofenol, simazina, trifluralina.</b></p>
<p><u>Ácido 2,4-D</u>: El dato del muestreo puntual en primavera esta clasificado en clase 0 en el estero Lampa.</p> <p>Sin información</p> <p>Aldicarb, atrazina, captán, carbofurano, clorotalonil, cyanazina, demetón, diclofop-metil, dimetoato, paratión, pentaclorofenol, simazina, trifluralina: El dato del muestreo puntual en primavera esta clasificado en clase 0 en el río Maipo en Cabimbao, esteros Puangue y Lampa.</p> <p><u>Aldrín, Clordano, DDT, dieldrín, heptaclor, lindano</u>: Sin información.</p>
<p><b>Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr<sub>total</sub>, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn</b></p>
<p><u>B</u>: Los registros existentes no permiten clasificarlo por corresponder a valores en límite de detección analítico superior a la clase 0.</p>

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

<b>RIO MAIPO</b>
<p><b>Cu:</b> En clase 2, sin variación estacional en los ríos Maipo, Colorado, Volcán, Yeso, Molina, Angostura, Clarillo y Olivares y en los esteros Arrayán, Puangue, Colina, Lampa y canal San Carlos. En clase 4 en estero Yerba Loca y ríos San Francisco, Mapocho en primavera e invierno en Los Almendros, en primavera en Puente Pudahuel y. en clase 3, sin variación estacional, en Rinconada de Maipú, excepto en otoño en clase 2, en El Monte en clase 2 excepto en primavera clase 3. El Zanjón de El agua da en clase 3 sin variación estacional.</p> <p><b>Cr<sub>total</sub>:</b> En clase 2 en el río Maipo, sin variación estacional, y los ríos Mapocho, Colorado, Volcán, San Francisco, Molina, esteros Yerba Loca, Arrayán, Puangue, Colina, Lampa y canal San Carlos. En clase 4 en el Zanjón de La Aguada.</p> <p><b>Fe:</b> En clase 4 con variación estacional en el río Maipo, excepto en Cabimbao en clase 2 sin variación estacional. En el río Mapocho con valores desde clase 4 a clase 2. Los ríos Colorado, Volcán, Angostura, Olivares, canal San Carlos, con variación estacional, en clase 4. En Zanjón de La Aguada y estero Puangue sin variación estacional en clase 2. El río San Francisco y esteros Yerba Loca y Lampa en clase 2 sin variación estacional. Los ríos Yeso y Molina y el estero Arrayán en clase 0, excepto en primavera en clase 1.</p> <p><b>Mn:</b> En el río Maipo en clase 4 no se observa variación a lo largo del río en verano y primavera y en los períodos estacionales de verano y primavera. En los ríos Mapocho, Volcán, Molina, Angostura, Olivares y Clarillo, y en los esteros Colina, Lampa y Canal San Carlos y Zanjón de La Aguada todos los valores en clase 4 con variación estacional y sin variación estacional en el río San Francisco, esteros Yerba Loca, y Puangue. En clase 2 el río Yeso con variación estacional y el estero Arrayán sin variación estacional.</p> <p><b>Mo:</b> En el río Maipo con todos los valores clasificados en clase 2 en invierno y primavera. En el río Mapocho en Los Almendros y El Monte en clase 2 en verano e invierno, en los ríos Yeso en otoño-invierno, y Molina en invierno y estero Puangue en primavera. Los demás registros corresponden a límites de detección analítico lo que no permite clasificarlos según el IP.</p> <p><b>Ni, Se:</b> Los registros permiten clasificarlos siempre en clase 0.</p> <p><b>Zn:</b> En el río Maipo en clase 0, excepto en El Manzano en clase 2 y en Los Morros en clase 1. En el río Mapocho clasificado desde clase 2 a clase 1 con variación estacional. El Zanjón de la Aguada y río San Francisco en clase 2 sin variación estacional. El río Volcán en clase 2 en primavera, estero Yerba Loca en verano y otoño y Canal San Carlos en invierno y verano. En clase 0 sin variación estacional los ríos Colorado, Yeso, Molina, Angostura y Olivares y los esteros Arrayán, Puangue, Colina y Lampa.</p>
<p><b>Metales no Esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</b></p> <p><b>Al:</b> En el río Maipo valores en clase 4 sin variación a lo largo del río en invierno (en clase 3). El río Mapocho sin variación a lo largo del río en verano y otoño en clases 4 y 3 respectivamente. El Zanjón de la Aguada y el estero Puangue en clase 3 sin variación estacional. Los ríos Volcán, Yeso, San Francisco, y los esteros Arrayán y Lampa en clase 3 con variación a lo largo del año. Los ríos Colorado, Molina, Angostura, Olivares, los esteros Yerba Loca y Colina, y el Canal San Carlos en clase 4 con variación estacional.</p> <p><b>As:</b> Valores en clase 0 sin variación estacional en los ríos Maipo, Mapocho, Colorado, Volcán, Yeso, San Francisco, Molina, Angostura y Olivares, los esteros Yerba Loca, Arrayán, Puangue, Colina y Lampa, el Zanjón de la Aguada y el canal San Carlos.</p> <p><b>Cd, Hg:</b> Los registros existentes no permiten clasificarlos por corresponder a valores en límite de detección analítico superior a la clase 0.</p>

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

<b>RIO MAIPO</b>
<p><b><u>Sn</u></b>: Los datos del muestreo puntual en primavera 2003 están clasificados en clase 2 en el río Mapocho aguas abajo de El Monte y en clase 4 en el río Angostura y estero Puangue.</p> <p><b><u>Pb</u></b>: En el río Maipo con valores en clase 2 en invierno en Las Melosas y en Cambimbao y en otoño en Los Morros. En el Mazano y en Puente Naltahua con valores en clase 1. El río Mapocho presenta valores en clase 1 en Los Almendros y en El Monte y en clase 2 en Puente Pudahuel y en Rinconada de Maipú. En el Zanjón de la Aguada, los ríos Colorado, Volcán, San Francisco, Molina, canal San Carlos y en el estero Colina con los valores clasificados en clase 2. Los ríos Yeso, Angostura y Olivares y los esteros Yerba Loca, Puangue y Lampa valores en clase 1.</p>
<p><b>Indicadores Microbiológicos (IM): CF, CT</b></p> <p><b><u>CE</u></b>: Los datos del muestreo puntual en primavera 2003 están clasificados en clase 1 en el río Mapocho en Puente San Enrique y río Colorado, en clase 2 en el río Maipo en El Manzano, en Puente Ingeniero Marambio y en Cabimbao y en el río Mapocho en Rinconada de Maipú, en clase 3 en el estero Puangue y en el río Angostura, y en clase 4 en el río Maipo en Puente Naltahua, río Mapocho en Puente Manuel Rodríguez y aguas abajo de El Monte y en el estero Lampa.</p> <p><b><u>CT</u></b>: Los datos del muestreo puntual en primavera están clasificados en clase 0 en el río Colorado, en clase 1 en los ríos Maipo en El Manzano y Mapocho en Pte. San Enrique, en clase 3 en el río Maipo en Cambimbao y en clase 4 en los esteros Lampa y Puangue y en los ríos Maipo en Pte. Naltahua y en Pte. Ing. Marambio, Mapocho en Pte. Manuel Rodríguez, en Rinconada de Maipú y aguas abajo de El Monte, y Angostura.</p>

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

El análisis realizado en los acápites permite elaborar la tabla 5.2 en la cual se clasifican los distintos parámetros según la clase a la que pertenece en un segmento específico.

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.
- 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 Maipo, estos parámetros son: DBO<sub>5</sub>, color, SD, SST, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Sn, CF, CT, algunos orgánicos y plaguicidas.
- En el caso de los parámetros DBO<sub>5</sub>, 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).

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

**Tabla 5.2a: Cauce Principal - Río Maipo**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Maipo en Las Melosas	0570-MA-10	OD, pH, Zn, As, Se, Ni		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cu, Pb, RAS, Cr	CE	Cl, Fe, Mn, Al	Hg, Mo	Color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.
Río Maipo en El Manzano	0571-MA -10	OD, pH, As, Se, Ni, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>	Pb, CF, CT, DBO <sub>5</sub>	CE, Mo, RAS, Cr, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Zn, SD	Cu	Mn, Cl <sup>-</sup> , Fe, Al, SST	CN <sup>-</sup>	Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información MOP-CADE nivel 3 para: SST, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CF, DBO <sub>5</sub> , CT. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera CADE-IDEPE 2003 para Color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , DBO <sub>5</sub> , SST y CF. Muestreo CADE-IDEPE corrobora: SST, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CT y difiere en asignación de: DBO <sub>5</sub> (clase 2) y CF (clase 2).

Maipo

148.

**Tabla 5.2a (Continuación): Cauce Principal - Río Maipo**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Maipo en Los Morros	0571-MA-10	OD, pH, Se, Ni	RAS, Zn, As	CE, $SO_4^{-2}$ , Cr, Cu, Mo, Pb	Cl	Al, Fe, Mn		Color, SD, $NH_4^+$ , $CN^-$ , $NO_2^-$ , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Maipo: Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, RAS, Sólidos Disueltos, Cloruro, Nitrito, Sulfato, SAAM, Cobre, Cromo total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Arsénico, Plomo, Coliformes Totales, Color aparente, Amonio, Cianuro, Estaño, Aceites y grasas, fenol.

**Tabla 5.2a (Continuación): Cauce Principal - Río Maipo**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Maipo en Pte. Naltahua	0571-MA-30	DBO <sub>5</sub> , OD, pH, RAS, Zn, Se, Ni, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , HAP, Tetracloro-eteno, Tolueno	Pb, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Aceites y Grasas, SAAM	CE, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cu, Mo, Cr, SD, As, Cl	CN <sup>-</sup>	Fe, Mn, Al, CF, SST, CT	Fenol		Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , SST, CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CT, Aceites y grasas, fenol, SAAM, HAP, tetracloroetano, tolueno.
Río Maipo en Puente Ing. Marambio	0574-MA-10	Color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>	DBO <sub>5</sub>	SD, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CF	SST, CN <sup>-</sup>	CT		Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , Color, SST, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF y CT.

Maipo

150.

**Tabla 5.2a (Continuación): Cauce Principal - Río Maipo**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo				Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación	
		0	1	2	3				4
Río Maipo en Cabimbao	0574-MA-20	OD, pH, RAS, Zn, As, Se, Ni, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Aceites y Grasas, SAAM, HAP, Tetracloro-eteno, Tolueno, plaguicidas *	Color aparente	CE, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cu, Fe, Cr, Pb, Mo, SD, CN <sup>-</sup> , DBO <sub>5</sub>	Al, Cl, CF, fenol	Mn, SST, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CT			<p>Información DGA niveles 1 y 2.</p> <p>Información MOP-CADE nivel 3 para: DBO<sub>5</sub>, SST, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CF, CT.</p> <p>Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para Color, SD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>, Aceites y Grasas, Fenol, SAAM, HAP, Tetracloroeteno, Tolueno, plaguicidas.</p> <p>Muestreo puntual CADE-IDEPE difiere en la asignación de clase: DBO<sub>5</sub> (clase 1), NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (clase 2), CF (clase 2), SST (clase 3), CT (clase 3).</p>

\*Plaguicidas: 2,4 D., Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

**Tabla 5.2b: Cauce Secundarios – Río Mapocho**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Mapocho en Los Almendros	0572-MP-10	CE, pH, OD, Cl, As, RAS, CF, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CT, Se, Ni	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Pb, DBO <sub>5</sub>	Mo, Fe, Zn, Cr			SST, Cu, Mn, Al	Color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información MOP – CADE nivel 3 para DBO <sub>5</sub> , SST, CF, CT, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .
Río Mapocho en Puente San Enrique	0573-MP-10	Color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>	CF, CT	SST			DBO <sub>5</sub> , CN <sup>-</sup>	Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , Color, SS, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF y CT.

**Tabla 5.2b (Continuación): Cauce Secundarios – Río Mapocho**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Mapocho en Pte. Pudahuel (desde Canal S. Carlos)	0573-MP-10	pH, RAS, Se, Ni	As	CE, $SO_4^{-2}$ , Zn, Pb, Cr	Cl	OD, Fe, Mn, Cu, Al, CF	Mo	Color, SD, $NH_4^+$ , $CN^-$ , $NO_2^-$ , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información Aguas Andinas nivel 3 para CF
Río Mapocho en Puente Manuel Rodríguez	0573-MP-10	Color, F <sup>-</sup> , $NO_2^-$ , $S^{2-}$	SD	$NH_4^+$		DBO <sub>5</sub> , SST, CF, CT	$CN^-$	Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , Color, SST, SD, $NH_4^+$ , $CN^-$ , F <sup>-</sup> , $NO_2^-$ , $S^{2-}$ , Sn, CF y CT.

**Tabla 5.2b (Continuación): Cauce Secundarios – Río Mapocho**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Mapocho en Rinconada de Maipú	0573-MP-20	pH, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , As, Se, Ni, color, CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Aceites y Grasas, fenol, HAP, HC, Tetracloro-eteno, Tolueno	RAS	Zn, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Pb, Cr, SD	CE, Cu	OD, Cl, Fe, Mn, Al, DBO <sub>5</sub> , CF, CT, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , SAAM	Mo		<p>Información DGA niveles 1 y 2.</p> <p>Información Aguas Andinas nivel 3 para DBO<sub>5</sub>, SST y CF.</p> <p>Información MOP-CADE nivel 3 para: NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CT. Además corrobora asignación de clase para: DBO<sub>5</sub>, SST, CF de Aguas Andinas</p> <p>Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para Color, SD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>, Sn, Aceites y Grasas, fenol, HAP, HC, Tetracloro-eteno, Tolueno. Muestreo puntual CADE-IDEPE difiere de asignación en: DBO<sub>5</sub> (clase 3), NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (clase 2), CF (clase 2).</p>

Maipo

154.

**Tabla 5.2b (Continuación): Cauce Secundarios – Río Mapocho**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Mapocho en El Monte	0573-MP-30	pH, As, RAS, Se, Ni, color, SST, F, S <sup>2-</sup>	Zn, Pb, CN <sup>-</sup>	CE, OD, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cr, Fe, Mo, SD, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn	Cl, Cu, DBO <sub>5</sub>	OD, Mn, Al, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CF, CT		Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , Color, SST, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF y CT.

**Tabla 5.2c: Cauce Secundarios – Río Colorado**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Colorado a/j río Maipo	0570-CO-20	OD, RAS, pH, Zn, As, Se, Ni, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CT	CF	CE, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cu, Cr, SD, Pb		Al, Fe, Mn, SST	Mo, DBO <sub>5</sub> , CN <sup>-</sup>	Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , color, SST, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF y CT

**Tabla 5.2d: Cauce Secundarios – Río Volcán**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Volcán a/j río Maipo	0570-VO-10	OD, RAS, pH, Se, Ni		CE, Cl, Cu, As, Cr, Pb, Zn, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Al	Mn, Fe	Mo	SST, DBO <sub>5</sub> , CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

**Tabla 5.2e: Cauce Secundarios – Río Yeso**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Yeso a/j río Maipo	0570-YE-10	OD, RAS, pH, Zn, As, Se, Ni	Pb, Cl, Fe	CE, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cu, Mn, Mo	Al	Fe	Cr	SST, DBO <sub>5</sub> , CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

**Tabla 5.2f: Cauce Secundarios – Río San Francisco**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río San Francisco antes Estero Yerba Loca	0572-SF-10	OD, RAS, Cl, As, Se, Ni	CE	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Fe, Zn, Cr, Pb	Al	Mn, pH, Cu	Mo	SST, DBO <sub>5</sub> , CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.
Erío san Francisco después Estero Yerba Loca	0572-SF-20	CE, OD, RAS, Cl, As		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>		pH, Cu, Fe		DBO <sub>5</sub> , SST, CF, SD, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SAAM, Mn, Mo, Zn, Al, CT, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , Sn, A yG, Fend	Información DGA niveles 1, 2 y 3.

**Tabla 5.2g: Cauce Secundarios – Estero Yerba Loca**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Estero Yerba Loca antes junta río San Francisco	0572-YL-10	CE, OD, RAS, Cl, As, Se, Ni	Pb	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Zn, Fe, Cr		pH, Mn, Cu, Al	Mo	SST, DBO <sub>5</sub> , CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

**Tabla 5.2h: Cauce Secundarios – Río Molina**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Molina antes río San Francisco	0572-MO-10	CE, OD, RAS, Cl, pH, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Fe, Zn, As, Se, Ni		Cu, Cr, Mo, Pb			Mn, Al	DBO <sub>5</sub> , SST, As, CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

**Tabla 5.2i: Cauce Secundarios – Estero Arrayán**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Esteros Arrayán en la Montosa	0572-AR-10	CE, OD, RAS, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Fe, Zn, Se, Ni, As	B	Cu, Mn, Cr	Al		Mo, Pb	DBO <sub>5</sub> , SST, CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

Maipo

158.

**Tabla 5.2j: Cauce Secundarios – Estero Puangue**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Estero Puangue en ruta 78	0574-PU-20	OD, RAS, pH, Zn, As, Se, Ni, CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , plaguicidas	Pb, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cu, Cr, Fe, DBO <sub>5</sub> , color, SD, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Mo	CE, Al, Cl, CF	Mn, SST, Sn, CT		Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO <sub>5</sub> , color, SST, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> Sn, CF, CT, plaguicidas

Plaguicidas: 2,4 D., Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

**Tabla 5.2k: Cauce Secundarios – Estero Colina**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Estero Colina en compuerta Vargas	0573-EC-10	CE, OD, RAS, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Fe, As, Zn, Se, Ni		Cu, Cr, Pb			Mn, Al	Mo	DBO <sub>5</sub> , SST, CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

**Tabla 5.2l: Cauce Secundarios – Río Angostura**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Angostura en Valdivia de Paine (o río Angostura a/j río Maipo)	0571-AN-10	OD, RAS, pH, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Zn, As, Se, Ni, color, F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>	Pb, CF	CE, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cu, Cr, SD, DBO <sub>5</sub>	CN <sup>-</sup> , CT	Mn, Al, Fe, SST, Sn	Mo, Cr	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información MOP-CADE nivel 3 para: DBO <sub>5</sub> , SST, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CF, CT. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para Color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn. Muestreo puntual CADE-IDEPE difiere en asignación de: DBO <sub>5</sub> (clase 1), CF (Clase 3), CT (clase 4). Corroboración asignación de: NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SST

**Tabla 5.2m: Cauce Secundarios – Estero Lampa**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Estero Lampa antes del Río Mapocho.	0573-LA-20	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , pH, Fe, Zn, Se, Ni, color, F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , As, Tetracloro-eteno, Tolueno, plaguicidas*	Pb	RAS, Cu, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Fe, SD, Cr	CE, Al, DBO <sub>5</sub> , CF	OD, Cl, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , Mn, CT	Mo	Sn, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	<p>Información DGA niveles 1 y 2. Información MOP – CADE nivel 3 para DBO<sub>5</sub>, SST, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CF y CT.</p> <p>Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 CADE-IDEPE para: color aparente, SD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>, tetracloroeleno, tolueno, plaguicidas.</p> <p>Muestreo puntual CADE corrobora asignación de: SST y CT. Difiere en: DBO<sub>5</sub> (clase 4), NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (clase 1), CF (Clase 4)</p>

\*Plaguicidas: 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

**Tabla 5.2ñ: Cauce Secundarios – Río Olivares**

Estaciones de calidad DGA	Código segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Olivares antes junta río Colorado	0570-OL-10	OD, pH, As, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Zn, Se, Ni	Pb	CE, RAS, Cu	Cl	Al, Mn, Fe	Mo	DBO <sub>5</sub> , SST, CF, color, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.

Cauces seleccionados sin información:

- Estero Polpaico

#### 5.4 Calidad Natural Y Factores Incidenciales

La calidad del agua del Maipo se ve alterada de la clase de excepción debido al alto contenido de compuestos existentes en la litología y los suelos, los cuales se incorporan al agua por los siguientes mecanismos:

- Acidificación del agua meteórica por CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> atmosférico.
- Meteorización de las formaciones rocosas por intemperización, lo que lleva a un aumento de la superficie específica y por tanto mayor intensidad de la reacción de lixiviación.
- Lixiviación superficial de rocas meteorizadas por escorrentía o derretimiento de nieve ácida.
- Lixiviación subterránea de formaciones rocosas por contacto roca – agua infiltrada ácida.
- Soliflución – deslizamiento de laderas por sobrehumedad y posterior lixiviación y dilución del material deslizado.
- Solubilización de compuestos presentes en los suelos.
- Solubilización de depósitos de evaporitas
- Concentración de solutos por evaporación de agua
- Arrastre de sólidos por escorrentías y pérdida de cobertura vegetal.

Los siguientes mecanismos si bien no son naturales, pueden llegar a ser reversibles en el largo plazo si las industrias asociadas modifican sus procesos productivos y de manejo de sus residuos:

- Lixiviación difusa de depósitos de estériles mineros por precipitaciones pluviales y nivales.
- Drenaje de aguas de minas producto de las actividades de excavaciones mineras. Aguas que se acidifican por la reacción piritita – agua –aire.
- Drenajes difusos de aguas de relaves.

En la Tabla 5.3 siguiente se identifican los parámetros que exceden la clase de excepción en los diferentes cursos de agua de la cuenca del río Maipo, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.22.

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

Estación	Segmento	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	pH	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu ( $\mu\text{g/L}$ )	RAS	Cr ( $\mu\text{g/L}$ )	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	SST (mg/L)
Río Maipo en Las Melosas	0570MA10	1608,3		276,5	355,8	9,9	50	4,4	40	9,9	(<0,01)		(10,5)		((0,03))	•
Río Maipo en El Manzano	0571MA10	1394,5		215,1	361,2	16,1	740	3,1	40	16,1	((0,03))	(0,20)	((6,61)		(0,02)	•
Río Maipo en Los Morros	0571MA10	((1333,2))		155,2	(343,0)	((18,5))	((50))	(2,5)	(40)	((0,88)	((0,02))	((0,12))	((14,5)		(0,03)	•
Río Maipo en Naltahua	0571MA30	1252,9		131,0	309,9	(8,9)	(50)		30	(8,6)	((0,02))		((8,6)	(0,08)	(0,02)	•
Río Maipo en Cabimbao	0574MA20	1359,8		151,6	339,4	2,5	70		70	2,51	((0,02))		((4,1))		((0,04))	•
Río Mapocho en Los Almendros	0572MP10				129,3	3,5	23,0		(20)	(0,65)	(0,02)	(0,18)	((11,5))		(0,02)	s/i
Río Mapocho en Puente Pudahuel	0573MP10	(1297,2)		(160,3)	(317,6)	(11,8)	1164		((50))	((0,32))	((<0,01))	((0,47)	((44,3)	(0,04)	((0,13))	s/i
Río Mapocho Rinconada de Maipú	0573MP20	(1582,7)		205,7	330,1	11,6	560	3,0	(70)	((0,55))	(<0,01)	(0,20)	(12,5)		((0,05))	s/i
Río Mapocho en El Monte	0573MP30	1365,6		165,7	302,5	4,2	336		(20)	((0,33))	0,02	(0,11)	((9,0))		(0,02)	s/i
Río Volcán río Maipo	0570VO10	(1044,9)		((136,7))	((276,7))	(5,3)	((54))		((13))	((0,23))	(<0,01)	((0,29))	(4,9)	(0,08)	(0,03)	s/i
Río Yeso a/j río Maipo	0570YE10	958,8		51,5	347,4	1,0	30		((<10))	((0,09))	(0,02)		(1,6)		((0,02))	s/i
Río Olivares a/j río Colorado	0570OL10	((981,7))		((193,9))		(8,0)	(60)	((3,2))	((<10))	(0,50)	(<0,01)		(12,4)		((0,02))	s/i
Río Colorado a/j río Maipo	0570CO10	(1147,2)		104,5	(360,5)	(13,8)	(110)		((20))	((1,01))	(<0,01)		((19,8))		(0,13)	•
Río Angostura en Valdivia de Paine	0571AN10	1271,5		132,4	313,1	6,8	49		(<10)	(0,23)	(<0,01)		((6,5))		(0,02)	s/i
Río Molina Conf. San Francisco	0572MO10						((90))		((13))	((0,21))	((0,02))		((5,6))		(0,03)	s/i

Maipo

164.

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

Estación	Segmento	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	pH	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu ( $\mu\text{g/L}$ )	RAS	Cr ( $\mu\text{g/L}$ )	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	SST (mg/L)
Río San Francisco a/j estero Y. Loca	0572SF10	655,4	7,0		339,9	2,6	6700		((20))	(0,58)	(<0,01)	(0,30)	((1,6))		((0,14))	s/i
Río San Francisco desp. Estero Yerba Loca	0572SF20		4,9		(220,7)	(6,9)	6496									s/i
Estero Yerba Loca confl. Sn Francisco	0572YL10		6,9		194,7	(2,9)	2040		(20)	(0,78)	(<0,01)	(0,25)	((6,1))		(0,02)	s/i
Estero Arrayán en La Montosa	0572AR10						30		(20)	((0,11))	(<0,01)		((2,6))		(<0,01)	s/i
Estero Colina en compuerta Vargas	0573EC10						((90))		((20))	((1,06))	(<0,01)		((39,1))		((0,07))	s/i
E. Lampa a/j. Río Mapocho	3573LA20	1691,7		205,2	424,3	(2,3)	(50)	3,1	(30)	((0,58))	(<0,01)		(2,3)		((0,02))	s/i
E. Puangue en Ruta 78	0574PU20	1626,4		183,9	349,4	2,9	150		(30)	((0,35))	((0,02))		((5,0))		(0,02)	s/i

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

s/i: sin información

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

- El Cobre, aluminio, cromo, plomo y molibdeno son parámetros que sobrepasan la clase de excepción en todos los cauces de la cuenca.
- Los sulfatos, hierro, cloruros y la conductividad eléctrica se encuentran ampliamente distribuido en la Cuenca del Maipo.
- Los ríos Molina y los esteros Arrayán y Colina de la subcuenca del Mapocho son los que presentan mejor calidad natural.
- Los ríos con calidad más desmedrada son: el Maipo, San Francisco y Yerba Loca.

A continuación, se analizan cada uno de los parámetros de calidad natural del agua, considerando en su análisis el porcentaje de excedencia y los factores incidentes que originan que se sobrepase la clase de excepción.

#### 5.4.1 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 23µg/l (Est. DGA en Mapocho en Los Almendros) a 6.700 µg/L (Est. DGA Río San Francisco - invierno).

La presencia de cobre en el agua superficial es atribuible esencialmente a la existencia de la franja metalogénica F11<sup>3</sup> (Ver Mapa de Potencial de Generación Acida en Anexo 4.3), la cual por procesos de lixiviación de los filones mineralizados y derretimiento de nieves ácidas adicionan cobre a los cursos de agua cordilleranos.

Adicionalmente existe contaminación antropogénica de cursos de agua de carácter irreversible procedente de depósitos de material de descarte procedentes de la minería del cobre, tranques de relave Sector Las Tórtolas y drenajes de aguas de minas especialmente en el río San Francisco.

---

<sup>3</sup> Extensión mineralizada en sentido norte sur ubicada entre las latitudes 30° 13' y 37° 07' y longitudes 70° 50' a 71° 06', constituida por pórfidos cupríferos asociados a formaciones rocosas sedimentario volcánicas, formada por coladas y depósitos piroclásticos reolíticos, dacíticos andesíticos, basálticos, brechas, tobas e ignimbritas con intercambio de lutitas, calizas y areniscas.

#### 5.4.2 Aluminio

El aluminio detectado presenta valores comprendidos entre 1,6 (Est. DGA Yeso) a 39,1 mg/l (Est. DGA Estero Colina en compuerta Vargas).

La aparición del aluminio disuelto en el agua superficial se debe a la interacción de dos factores: las escorrentías de sedimentos compuestos principalmente de aluminico silicatos (arcillas) y el pH (4,5 a 10,1), los cuales forman naturalmente complejos de aluminio en solución.

En el sector de Montenegro a 65 km al norte de Santiago, se encuentran yacimientos de bauxita (El Yal, La Paloma, Andacollo, Tricolor y El Guindo) cuyas actividades mineras y depósitos de materiales de descarte son fuentes de aporte de compuestos de aluminio que drenan hacia el estero Polpaico y el estero Colina cuando ocurren precipitaciones.

Por otra parte existe una gran cantidad de arcillas ricas en aluminio silicatos que se encuentran como depósitos constitutivos de los suelos, en que, cambios muy pequeños en las condiciones del suelo (lluvias levemente ácidas o derretimiento de nieves ácidas) pueden llevar a incrementos relativamente grandes de concentración de aluminio en las aguas naturales.

#### 5.4.3 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 1,0 (Est. DGA Yeso) a 18,5 mg/L (Est. DGA Maipo en El Manzano) sin dejar lo del agua riego.

La aparición de hierro se debería esencialmente a la presencia en la litología de las formaciones rocosas de la cordillera de los Andes las cuales por procesos de lixiviación de los minerales piritita principalmente adicionan hierro a las corrientes de agua. Esta lixiviación se manifiesta tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales, lo cual queda ratificado por la existencia de hierro disuelto en todos los tributarios y curso principal.

El contenido de hierro en las aguas subterráneas es mayor que las superficiales, debido al mayor tiempo de residencia y superficie específica de contacto, por lo cual, este

comienza a manifestarse con mayor presencia a partir de las recargas del Maipo y Mapocho por aguas subterráneas.

Adicionalmente los depósitos de material de descarte procedentes de la minería constituyen fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales, las cuales toman su mayor relevancia cuando ocurren precipitaciones. Por otra parte los drenajes de aguas de minas y el depósito de los materiales de descarte son fuentes de generación de hierro irreversibles debido a que en su mayor parte no cuentan con el diseño de un sistema de disposición que permita la contención o tratamiento de la escorrentía de estos.

El hierro es un metal ampliamente usado en la industria metal mecánica motivo por el cual aparece notoriamente aguas abajo de los centros industriales de la ciudad de Santiago, pero que *no pertenecen* al contenido base natural de este.

#### 5.4.4 Cromo

Los valores de cromo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 10 a 70 mg/l (Est. DGA Mapocho en Rinconada de Maipú), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 775 %, que sin embargo no constituyen ningún obstáculo para ser utilizado para riego. La aparición de cromo se debería esencialmente a su presencia en la litología de las formaciones rocosas, las cuales por procesos de lixiviación de los minerales adicionan cromo a las corrientes de agua. Esta lixiviación se manifiesta tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales, lo cual queda ratificado por la existencia de cromo disuelto en todos los tributarios y curso principal.

El cromo es un metal ampliamente usado en la industria metal mecánica motivo por el cual aparece notoriamente aguas abajo de los centros industriales de la ciudad de Santiago, pero que no pertenecen al contenido base natural de este, que sólo aparece debido a las lixiviaciones de formaciones rocosas por las cuales escurren las aguas subterráneas.

#### 5.4.5 Molibdeno

Los valores de molibdeno procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA están comprendidos entre los 0,01 y 0,03 mg/l (estación DGA Maipo en El Manzano).

La aparición de molibdeno en los cursos de agua es atribuible esencialmente a la existencia de molibdeno asociado al cobre en la franja metalogénica F11 (Ver Anexo 4.3) que le adiciona molibdeno a las corrientes de agua. Esta lixiviación se manifiesta tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales, lo cual queda ratificado por la existencia de molibdeno disuelto en todos los tributarios y curso principal.

Adicionalmente los depósitos de material de descarte procedentes de la minería constituyen fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales, las cuales toman su mayor relevancia cuando ocurren precipitaciones. La minería asociada a la cuenca presenta fuentes de contaminación irreversible hasta la fecha, dadas por los drenajes de aguas de minas y el depósito de los materiales de descarte los cuales en su mayor parte no cuentan con el diseño de un sistema de disposición que permita la contención o tratamiento de la escorrentía de estos.

En el ambiente acuático predominan las especies de molibdeno tetravalente (Molibdenita  $\text{MoS}_2$ ) y hexavalente ( $\text{MoO}_4$ ). A pH mayores a 5 en aguas naturales, el molibdeno se presenta esencialmente disuelto debido a que el proceso de adsorción en la matriz de la roca decrece. La molibdenita es un mineral que se encuentra asociado a los yacimientos de pórfidos cupríferos.

#### 5.4.6 Manganeseo

El manganeso detectado presenta valores comprendidos entre 0,11 (est. DGA Colina - verano) y 16,1 mg/l (Estación DGA Maipo en El Manzano). La aparición del manganeso se debe a tres fenómenos independientes: la lixiviación de las rocas sedimento – volcánicas de la alta cordillera, las actividades mineras desarrolladas en la subcuenca del río Maipo y el afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Maipo, Mapocho y Estero Puangue, en las que los acuíferos asociados a las subcuencas recargan los cursos superficiales.

La presencia de rocas de origen sedimento – volcánicas mixtas del período Jurásico adicionan el contenido de manganeso existente en la litología de las formaciones rocosas, las cuales por procesos de lixiviación superficial y percolación de las aguas subterráneas adicionan manganeso a las aguas superficiales, especialmente en el río Maipo.

El manganeso presente naturalmente en los suelos, (suelos oscuros) y en rocas sedimentarias es lixiviado por las aguas subterráneas hasta que emergen desde el sector de Melipilla en el Maipo y Rinconada de Maipú en el Mapocho.

#### 5.4.7 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica detectada presenta valores comprendidos entre 655  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Est. DGA Río San Francisco) y 1.692  $\text{uS}/\text{cm}$  (est. DGA Est. Lampa). Estos valores sin embargo no presentan problemas para que las aguas sean utilizadas en riego.

La aparición de iones se debe al afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Maipo y Mapocho, en la cual el acuífero recarga el curso superficial. Las sales presentes en los suelos y rocas son lixiviadas por las aguas subterráneas las que afloran desde Rinconada de Maipú en el Mapocho y Melipilla en el Maipo.

La conductividad eléctrica en el Maipo desde su nacimiento es muy alta, debido a que en la litología de la zona existen rocas sedimentación – volcánicas mixtas del período jurásico, las cuales durante el período de formación constituían un fondo marino, con abundancia de sales que por efecto evaporativo quedaron formando parte de la litología de estas formaciones.

#### 5.4.8 Relación de absorción de sodio (RAS)

El RAS detectado presenta valores comprendidos entre 2,5 (Est. DGA est. Maipo en Los Morros) y 4,4 (est. DGA Est. Maipo en Las Melosas). Estos valores sin embargo no presentan problemas para que el agua sea utilizada para riego. La aparición de magnesio, calcio y sodio se debe al afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Maipo y Mapocho, en la cual el acuífero recarga el curso superficial.

El RAS en el Maipo desde su nacimiento es muy alta, debido a que en la litología de la zona existen rocas sedimentación – volcánicas mixtas del período jurásico, las cuales durante el período de formación constituían un fondo marino.

#### 5.4.9 Sulfatos

Los valores de sulfatos procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 129 (Est. DGA Mapocho en Los Almendros) y 424 mg/l (Est. Dga Estero Lampa a/j Mapocho).

Los sulfatos presentes en los tributarios y cursos principales es atribuible a los procesos mineros de extracción de yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en las subcuencas del Maipo, los que por escorrentías e infiltraciones recargan el río aguas abajo.

Un factor incidente importante en la aparición de sulfatos en forma natural lo constituye la soliflujión que acurrió en el sector de Lo Valdés, conocido como “El Amarillo”, un deslizamiento de una ladera de un cerro de enormes proporciones desde el cual drenan vertientes contaminantes con arcillas y sulfatos hacia el río Volcán.

#### 5.4.10 Zinc

Los valores de zinc procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,05 y 0,47 mg/l (Est. DGA Río Mapocho –Pte. Pudahuel). Sin embargo no constituyen ningún obstáculo para que el agua sea utilizado para riego.

El alto valor de zinc en el río San Francisco es aportado por las actividades mineras irreversibles de la mina Disputada de Las Condes, tanto en las descargas de aguas de proceso y en la lixiviación de las pilas de materiales inertes los que irreversiblemente adicionan zinc a los cursos de agua superficiales y subterráneos.

La existencia de zinc en el río Mapocho en Pudahuel, sólo puede ser explicado por factores antrópicos, puesto que este no es detectado en la estación Los Almendros ubicada inmediatamente aguas arriba.

#### 5.4.11 Arsénico

Los valores de arsénico procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,01 a 0,08 mg/l (Est. DGA Río Volcán y Est. DGA Río Maipo en Naltahua).

El arsénico se encuentra excediendo la clase de excepción sólo en el río Volcán debido principalmente por el fenómeno natural de soliflucción conocido en la zona como “El Amarillo”.

#### 5.4.12 Cloruros

Los valores de cloruros procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 51,5 y 277 mg/l (Est. DGA río Maipo en Las Melosas - otoño).

Los cloruros en el Maipo desde su nacimiento son muy altos, debido a que en la litología de la zona existen rocas sedimentación – volcánicas mixtas del período jurásico, las cuales durante el período de formación constituían un fondo marino.

#### 5.4.13 Plomo

Los valores de plomo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,01 a 0,14 mg/l (Est. DGA Río San Francisco).

Si bien el plomo es un elemento omnipresente en toda la cuenca del Maipo, se puede inferir que en el río San Francisco el plomo es aportado por los acopios mineros, tanto en las descargas de aguas de proceso y en la lixiviación de las pilas de materiales inertes los que irreversiblemente adicionan plomo a los cursos de agua superficiales y subterráneos.

El plomo se encuentra principalmente en minerales de galena (PbS) y esta en sulfuros como la pirita, calcopirita, bournitita y pirrotita, que se encuentran asociadas a formaciones rocosas de Andesitas (franja metalogénica F11) ampliamente distribuidas en la cuenca del río Maipo.

#### 5.4.14 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del Maipo 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 y los Servicios

de Salud, los que se deben complementar con los que posea o tenga actualmente proyectados las compañías Mineras existentes en la cuenca.

El muestreo puntual realizado por CADE-IDEPE (Noviembre 2003), demostró que el estaño se encuentra presente en los doce cursos muestreados. Para poder valorar su presencia en todos los cursos se deberá agregar en el programa de monitoreo futuro.

Lo más probable es que los sólidos disueltos se encuentren sobrepasando la norma en todos los cursos donde la conductividad eléctrica también es excedida, así como en la parte baja de los ríos Maipo y Mapocho y en los Esteros Puangue y Lampa.

Por otra parte, no se disponen de datos de monitoreo de sólidos suspendidos totales (SS), pero se sabe que el río Maipo es el río con sólidos en suspensión más elevada de las cuencas de Chile (2.448 t/mes<sup>4</sup>).

El origen de los SS se debe a las rocas sedimentarias existentes en la parte alta de la cuenca que corresponden al período Jurásico y Cretácico. El río Colorado por ejemplo es reconocido como un gran generador de sólidos en suspensión los cuales deben su origen a rocas sedimentarias de color rojo que aportan gran cantidad de sedimentos al cauce lo que ha contribuido a la formación de una terraza con un colchón de cerca de 3 metros de alto de material húmico el cual es explotado comercialmente por su valor agrícola. Esta terraza es la gran responsable de la cantidad de sólidos en suspensión, disueltos y sedimentables que existen en el río Maipo.

#### 5.4.15 Conclusiones

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

- La presencia del mineral de la Disputada de Las Condes en la subcuenca del río Mapocho, es el gran factor incidente de la cuenca del Maipo que adiciona una gran cantidad de metales pesados en solución que irreversiblemente seguirán afectando la cuenca del Maipo.

---

<sup>4</sup> “Estado de las aguas continentales y marinas de Chile” – CONAMA, 1995 en Perfil Ambiental de Chile.

- La calidad natural se caracteriza por encontrarse cobre, aluminio, cromo, plomo y molibdeno en todos sus cursos de agua. Los sulfatos y conductividad eléctrica también se encuentra ampliamente difundida.
- El cauce principal tiene cualidades alcalinas (pH: 7,6 – 8,1).
- El río Mapocho, el más importante tributario del Maipo presenta cualidades más neutras (pH:7,1 a 7,8).
- La Cuenca del Mapocho se caracteriza por presentar muchos afloramientos de acuíferos aguas abajo de Rinconada de Maipú, los que recargan las aguas superficiales a ciertos intervalos de distancia el río, por lo cual la calidad de las aguas en la parte alta de la cuenca - que está dominada por fenómenos superficiales -, no tiene una relación directa con la calidad del río desde Rinconada hasta la confluencia con el Maipo que está dominada por la calidad de las aguas subterráneas.
- En la cuenca del Maipo a partir de Melipilla hacia el poniente, predominan las características hidrogeológicas por sobre las superficiales en la calidad del agua, observándose un incremento de la concentración de sulfatos y manganeso que provienen de la recarga de las aguas subterráneas.
- El río Maipo es el río con mayor cantidad de sólidos en suspensión existente de las cuencas chilenas. Si bien no existe un monitoreo consistente en el tiempo, es un parámetro que debiera constituirse en importante a monitorearse, debido a su gran importancia en los usos agrícolas, bebida e industrial.
- Es muy probable que el estaño se encuentre presente en todos los cursos de la cuenca del Maipo superando la clase de excepción.

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

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

**Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del Maipo**

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Río Maipo	0570-MA-10	MA-TR-10	De: Naciente río Maipo Hasta: Confluencia río Volcán
	0570-MA-20	MA-TR-20	De: Confluencia río Volcán Hasta: Confluencia río Colorado
	0570-MA-30		
	0571-MA-10	MA-TR-30	De: Confluencia río Colorado Hasta: Confluencia río Angostura
	0571-MA-20		
	0571-MA-30	MA-TR-40	De: Confluencia río Angostura Hasta: Confluencia río Mapocho
	0571-MA-40		
	0574-MA-10	MA-TR-50	De: Confluencia río San Francisco Hasta: Confluencia estero Puangue
	0574-MA-20	MA-TR-60	De: Confluencia estero Puangue Hasta: Desembocadura
0574-MA-30			
Río Volcán	0570-VO-10	VO-TR-10	De: Naciente río Volcán Hasta: Confluencia río Maipo
Río Yeso	0570-YE-10	YE-TR-10	De: Salida Embalse El Yeso Hasta: Confluencia río Maipo
Río Colorado	0570-CO-10	CL-TR-10	De: Naciente río Colorado Hasta: Confluencia río Maipo
	0570-CO-20		
Río Olivares	0570-OL-10	OL-TR-10	De: Naciente río Olivares Hasta: Confluencia río Colorado
Río Angostura	0571-AN-10	AN-TR-10	De: Naciente río Angostura Hasta: Confluencia río Maipo

**Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del Maipo**

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Est. Yerba Loca	0572-YL-10	YL-TR-10	De: Naciente estero Yerba Loca Hasta: Confluencia río San Francisco
Río San Francisco	0572-SF-10	SF-TR-10	De: Naciente río San Francisco Hasta: Confluencia río Molina
	0572-SF-20		
Río Molina	0572-MO-10	MO-TR-10	De: Naciente río Molina Hasta: Confluencia río San Francisco
Est. Arrayán	0572-AR-10	AR-TR-10	De: Naciente estero Arrayán Hasta: Confluencia río Mapocho
Río Mapocho	0572-MP-10	MP-TR-10	De: Confluencia río San Francisco Hasta: Confluencia estero Arrayán
	0573-MP-10	MP-TR-20	De: Confluencia estero Arrayán Hasta: Confluencia estero Lampa
	0573-MP-20	MP-TR-30	De: Confluencia estero Lampa Hasta: Confluencia río Maipo
	0573-MP-30		
Estero Colina	0573-EC-10	EC-TR-10	De: Naciente estero Colina Hasta: Confluencia Estero Lampa
	0573-EC-20		
Estero Polpaico	0573-PO-10	PO-TR-10	De: Naciente estero Polpaico Hasta: Estero Chacabuco
Estero Lampa	0573-LA-10	LA-TR-10	De: Confluencia estero Polpaico y estero Chacabuco Hasta: Confluencia río Mapocho
	0573-LA-20		
Estero Puangue	0574-PU-10	PU-TR-10	De: Naciente estero Puangue Hasta: Confluencia río Maipo
	0574-PU-20		
	0574-PU-30		

## 6.2 Requerimientos de Calidad según Usos del Agua

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

- *Usos del agua:* se reservan tres columnas para indicar los usos del 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 Maipo**

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 Maipo	MA-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	OD, pH, Zn, As, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados	
								1	---		
								3	CE		
								4	Cl, Fe, Mn, Al		
	MA-TR-20	--	(*)	Clase 1 a 3	s/i	2	2 (ver nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados	
	MA-TR-30	--	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, OD, pH, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sub>2</sub> , S <sup>2-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
									1	RAS, Zn, Pb, As	
									3	Cu	
									4	SST, Fe, Mn, Al, Cl	

Nota: Se le asigna la clase objetivo del tramo ubicado aguas arriba (MA-TR-10), ya que no se cuenta con información.

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

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Maipo: Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, RAS, Sólidos Disueltos, Cloruro, Nitrito, Sulfato, SAAM, Cobre, Cromo total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Arsénico, Plomo, Coniformes Totales, Color aparente, Amonio, Cianuro, Nitrito, Estaño, Aceites y grasas, fenol, tetracloroeteno, tolueno, plaguicidas.

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

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 Maipo (continuación)	MA-TR-40	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	OD, pH, RAS, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , HAP, tetracloroetenotlueno	Otros parámetros seleccionados
								1	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , A y G, SAAM, Pb	
								3	CN <sup>-</sup>	
								4	SST, Fe, Mn, Al	
	MA-TR-50	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	Color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Otros parámetros seleccionados
								1	---	
								3	SST, CN <sup>-</sup>	
								4	----	
	MA-TR-60	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, OD, pH, RAS, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , A y G, SAAM, HAP, tetracloroetano, tolueno, plaguicidas*	Otros parámetros seleccionados
								1	Color	
								3	Cl, Fenol, Al	
								4	Mn, SST, NO <sub>2</sub>	

\*Plaguicidas: 2,4 D., Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cianazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

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

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 Volcán	VO-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	OD, RAS, pH, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								1	---	
								3	Al	
								4	Mn, Fe	
Río Yeso	YE-TR-10	Clase 2	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	OD, pH, RAS, As, Zn, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								1	Cl, Fe, Pb	
								3	Al	
								4	Fe	
Río Colorado	CO-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, color, OD, pH, RAS, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Zn, As, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								1	--	
								3	---	
								4	SST, Fe, Mn, Al	

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

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 Olivares	OL-TR-10	--	--	--	2	No hay	2	0	OD, pH, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , As, Zn, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								1	Pb	
								3	Cl	
								4	Fe, Mn, Al	
Río Angostura	AN-TR-10	..	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	OD, RAS, pH, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , DBO <sub>5</sub> , CF, CT, Zn, As, Se, Ni, color, F, S <sup>2-</sup>	Otros parámetros seleccionados
								1	Pb	
								3	CN <sup>-</sup>	
								4	SST, Mn, Al, Sn	
Estero Yerba Loca	YL-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	CE, OD, RAS, Cl, As, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								1	Pb	
								3	----	
								4	pH, Mn, Cu, Al	

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

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 San Fco.	SF-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	OD, RAS, Cl, As, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								1	CE	
								3	Al	
								4	pH, Cu, Mn, Fe	
Río Molina	MO-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	1	1	1	0	CE, OD, RAS, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Fe, Zn, As, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Mo, Pb	
								3	---	
								4	Mn, Al	
Estero Arrayán	AR-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	1	1	1	0	CE, OD, RAS, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Fe, Zn, Se, Ni, As	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Mn, Cr	
								3	Al	
								4	----	

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

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

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 Mapocho	MP-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, CE, OD, RAS, pH, Cl, As, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Se, Ni	Otros parámetros seleccionados	
								1	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Zn, Pb		
								3	----		
								4	SST, Cu, Mn, Al		
	MP-TR-20	--	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, pH, RAS, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
									1	SD, As	
									3	Cl	
									4	OD, SST, Cu, Fe, Mn, Al	
									0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , pH, OD, Cl, SST, F-SAAM, color, S <sup>2-</sup> , As, Se, Ni, A y G, Fenol, HAP, HC, tritacloeteno	
									1	CN, RAS	
	MP-TR-30	--	--	--	Clase 1 a 3	3	2	2	3	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cr, Mo, SD, Sn, Zn, Pb	Otros parámetros seleccionados
									4	Fe, Mn, Al	

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

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	
Estero Colina	EC-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	1	1	1	0	CE, OD, RAS, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Fe, As, Zn, Se, Ni	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Pb	
								3	---	
								4	Mn	
Estero Polpaico	PO-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1	Otras Clases	Todos los parámetros seleccionados	
Estero Lampa	LA-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , pH, Fe, Zn, Se, Ni, color, F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , tetracloro-eteno, tolueno, As	Otros parámetros seleccionados
								1	Pb	
								3	CE, Al	
								4	OD, Cl, SST, CN <sup>-</sup> , Mn	

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

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	
Estero Puangue	PU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , OD, RAS, pH, Zn, As, Se, Ni, CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , plaguicidas*	Otros parámetros seleccionados
								1	Pb	
								3	CE, Cl, Al	
								4	SST, Mn, Sn	

\*Plaguicidas: 2,4 D., Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

### 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 este punto, para la cuenca del río Maipo 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 Maipo, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 13 parámetros que han sido seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros relevantes son:

- RAS
- Cloruro
- Sulfato
- Cobre
- Cromo total
- Hierro
- Manganeso
- Molibdeno
- Zinc
- Aluminio
- Arsénico
- Plomo
- Coliformes Totales

7.1.2 Estimación del ICAS

Los resultados que se muestran en la tabla adjunta, son una estimación basada en la información de calidad de agua que se presenta en éste documento. Para aquellos parámetros obligatorios de los cuales no se dispone de información se utiliza para ciertas

estaciones críticas de la cuenca información nivel 4 (muestreo descrito en el punto 4.2.3) y para las restantes, información nivel 5 (estimaciones realizadas por el consultor)

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Maipo en las Melosas	89
Río Maipo en el Manzano	81
Río Maipo en los Morros	67
Río Maipo en pte Naltahua	76
Río Maipo en Cabimbao	78
Río Mapocho en los Almendros	86
Río Mapocho en pte Pudahuel	55
Río Mapocho en Rinconada Maipú	60
Río Mapocho en El Monte	75
Río Colorado a/j Maipú	87
Río Volcán a/j Maipú	94
Río Yeso a/j Maipú	95
Río Sn Francisco a/j Yerba Loca	81
Estero Yerba Loca a/j San Francisco	86
Río Molina a/j San Francisco	97
Estero Arrayán en la Montosa	97
Estero Puangue en R-78	68
Estero Colina en compuerta Vargas	95
Río Angostura en Valdivia de Paine	73
Estero Lampa a/j Mapocho	61
Río Olivares a/j Maipú	97

De los resultados de esta tabla, se puede observar que el agua del río Maipo presenta variaciones en su calidad, pudiendo estimar de modo preliminar, que la calidad de las aguas del río Maipo decrece a lo largo del cauce del río, siendo en las partes altas de Calidad Muy Buena a Buena y en las en las partes medias a bajas de Calidad Buena a Regular. 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 Maipo en las Melosas	2
Río Maipo en el Manzano	2
Río Maipo en los Morros	2
Río Maipo en pte Naltahua	2
Río Maipo en Cabimbao	2
Río Mapocho en los Almendros	2
Río Mapocho en pte Pudahuel	2
Río Mapocho en Rinconada Maipú	2
Río Mapocho en El Monte	2
Río Colorado a/j Maipo	2
Río Volcán a/j Maipo	2
Río Yeso a/j Maipo	2
Río Sn Francisco a/j Yerba Loca	2
Estero Yerba Loca a/j San Francisco	2
Río Molina a/j San Francisco	1
Estero Arrayán en la Montosa	1
Estero Puangue en R-78	2
Estero Colina en compuerta Vargas	1
Río Angostura en Valdivia de Paine	2
Estero Lampa a/j Mapocho	2
Río Olivares a/j Maipo	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
Maipo en los Morros	74
Maipo en pte Naltahua	77
Maipo en Cabimbao	81
Mapocho en pte Pudahuel	66
Mapocho en Rinconada	66
Mapocho en El Monte	82
Estero Puangue en R-78	73
Angostura en Valdivia de Paine	77
Estero Lampa a/j Mapocho	69

Sólo se realizaron las estimaciones correspondientes a las estaciones de muestreo en que será necesario implementar una estrategia de cumplimiento. Las memorias 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 s 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 períodos estacionales: Verano, Otoño, Invierno y Primavera.

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

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

- Parámetros Obligatorios: Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Color Aparente, RAS, Sólidos Disueltos, Amonio, Cianuro, Cloruro, Nitrito, Sulfato, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Arsénico, Estaño, Plomo, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Boro, Mercurio

- 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)

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

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

Tabla 7.4: Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Río Maipo en Las Móbass	Río Maipo en El Menzano	Río Maipo en Los Moros	Río Maipo antes de Argosura	Río Maipo en Peñahua	Río Maipo en Peñamayo	Río Maipo en Cabintao	Río Maipo en Desamb	Río Maipo en Los Almendros	Río Maipo en el Paso Canal San Carlos	Río Maipo en Peñamuel Rodríguez
	CCD_SEG	0570MA10	0571MA10	0571MA10	0571MA20	0571MA30	0574MA10	0574MA20	0574MA30	0572MP10	0573MP10	0573MP10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
<b>INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS</b>												
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Color Aparente	PCU	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
PAS		FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Sólidos totales	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Sólidos suspendidos	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<b>INORGANICOS</b>												
Amonio	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Cálcio	µg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Cromo	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Fluoruro	mg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Nitrato	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Sulfato	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Sulfuro	mg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>METALES ESENCIALES</b>												
Boro	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Cobre	µg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Cadmio	µg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Hierro	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Manganeso	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Plomo	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Níquel	µg/l											
Selenio	µg/l											
Zinc	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
<b>METALES NO ESENCIALES</b>												
Aluminio	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Arsénico	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Cadmio	µg/l											
Estaño	µg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
Mercurio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>												
CFazidas (NMP)	gármes/100ml	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CTóxicos (NMP)	gármes/100ml	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL	FRL

Parámetro	Símbolo
Obligatorio	O
Principal	FRL
Si información	SI
En límite de detección	LD

Tabla 7.4 (Continuación): Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Estero Yerba Loca a/ j río San Francisco	Río San Francisco antes Estero Yerba Loca	Estero Arrayán en la Monisca	Estero Lampa a/ j estero Colina	Estero Colina en compuerta Vargas	Estero Lampa a/ j antes del Río Mapocho	Estero Puangue en ruta 78	Estero Puangue en Curacaví	Río Volcán a/ j río Maipo	Río Olivares antes junta río Colorado	Río Colorado a/ j río Maipo
	COD_SEG	0572YL10	0572SF10	0572AR10	0573LA10	0573EC10	0573LA20	0574PU20	0574PU10	0570VO10	0570OL10	0570CC20
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
<b>INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS</b>												
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
PAS		PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Sól disueltos	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Sól Suspendidos	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<b>INORGÁNICOS</b>												
Amonio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cianuro	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cloruro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Fluoruro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrito	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Sulfato	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<b>METALES ESCENCIALES</b>												
Boro	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
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
Níquel	µg/l											
Selenio	µg/l											
Zinc	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
<b>METALES NO ESCENCIALES</b>												
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cadmio	µg/l											
Estaño	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Mercurio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>												
C Fecales (NMP)	gármes/100	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gármes/100	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-MAI-01: Usos del suelo
- 1940-MAI-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-MAI-03: Calidad objetivo

### 7.4 Referencia Bibliográficas

Referencia	Título del Informe
2.1	MOP, Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile. 1987.
2.2	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.3	VOLCANES Activos de Chile <a href="http://povi.org/chile.htm">http://povi.org/chile.htm</a>
2.4	MOP, Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.5	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile, Tomo II: Geomorfología. 1983.
2.6	CNR, Comisión Nacional de Riego. Series de Suelo Región Metropolitana.
2.7	R y Q INGENIERÍA LTDA. Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana, Informe Final. Dirección General de Aguas, Departamento de Conservación y portección de Recursos Hídricos, Ministerio de Obras Públicas, Tomo 4. Agosto 1993.
2.8	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. <a href="http://www.censo2002.cl">http://www.censo2002.cl</a>
2.9	MIDEPLAN, Ministerio de Planificación y Cooperación. <a href="http://www.mideplan.cl">http://www.mideplan.cl</a>
2.10	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. VI Censo Nacional Agropecuario. 1997.
2.11	CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente. <a href="http://www.conama.cl">http://www.conama.cl</a>
3.1	IPLA Ltda. Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile, 1996.
3.2	DOH, Dirección de Obras Hidráulicas. Plan Maestro de Evacuación y Drenajes de Aguas Lluvias del Gran Santiago, 2001.
3.3	AGUAS ANDINAS 2004 <a href="http://www.aguasandinas.cl">www.aguasandinas.cl</a>
3.4	RICARDO EDWARDS-INGENIEROS LTDA. Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios e Agua e Infraestructura de Aprovechamiento. Octubre 1991