



## **XV CONGRESO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL**

### **AIDIS - CHILE**

**Concepción, Octubre de 2003**

#### **SANEAMIENTO DE LOS RIOS ACONCAGUA Y LA LIGUA**

*George Seal C., Gabriela Simpson L., Alicia Martínez G., Verónica Bilbao V.*

ESVAL S.A.

Cochrane 751, Valparaíso, Chile

e-mail: [gsimpson@esval.cl](mailto:gsimpson@esval.cl)

Fono (32)209000, Fax (32)209508

#### **RESUMEN**

Se realiza una evaluación y seguimiento de la calidad de los ríos Aconcagua y La Ligua, cuyos cauces fueron saneados en el último año después de permanecer por largo tiempo altamente contaminados, fundamentalmente por la puesta en operación durante el año 2002 de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, El Molino en Quillota, Almendral en San Felipe, Cordillera en Los Andes y Los Maitenes en La Ligua.

El río Aconcagua recibía hasta antes del año 2002, la contaminación por aguas servidas domésticas crudas de las ciudades de Los Andes, San Felipe, La Calera, Quillota, La Cruz y Limache, manteniendo en su trayectoria de cordillera a mar, valores muy elevados de coliformes fecales. En tanto el río La Ligua recibía las descargas domésticas crudas de la ciudad de La Ligua, con un impacto similar al que existía en el río Aconcagua.

Con las obras señaladas, los efluentes de las plantas de tratamiento cumplen con la norma DS SEGPRES 90, logrando que los ríos mantengan en su curso valores muy por debajo de 1000 NMP/100 ml de coliformes fecales.

## **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo describe la evolución de calidad bacteriológica de los ríos Aconcagua y La Ligua luego de la puesta en operación de cuatro plantas de tratamiento de aguas servidas del tipo lodos activados, en las localidades de Quillota, San Felipe, Los Andes y La Ligua, durante el año 2002.

La formación de los ríos Aconcagua y La Ligua, tiene su inicio en la Cordillera de Los Andes, producto del aporte de numerosos esteros y ríos, en el caso del Aconcagua los principales ríos afluentes son Juncal, Blanco, Colorado y Putaendo; y para el río La Ligua, los esteros Alicahue y Los Angeles.

El saneamiento de ambas cuencas se materializó durante el 2002. Para la localidad de La Ligua, en el mes de mayo, con la puesta en operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Los Maitenes. Mientras que durante el segundo semestre del 2002, en forma paulatina se fueron poniendo en operación las plantas El Molino de Quillota, El Almendral de San Felipe y Cordillera de Los Andes, con lo que se concluyó una de las etapas más importantes del saneamiento de la V Región.

La evaluación de un año de funcionamiento de los sistemas señalados, considerando los antecedentes anteriores a la puesta en operación y los resultados de monitoreos bacteriológicos a ambos cursos, permite indicar que se logró el objetivo del saneamiento de ambas cuencas y que se cumple la normativa chilena aplicable, obteniendo de esta forma la descontaminación de los cuerpos receptores.

## **DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO**

### **Río Aconcagua**

Los recursos hídricos del valle nacen en el vértice occidental de la Cordillera de los Andes y escurren hacia el poniente, recogiendo las aguas de una extensa hoya hidrográfica, hasta desembocar en el mar a la altura de Concón. Sus afluentes principales son los ríos Juncal, Blanco y Colorado, que en conjunto con numerosos esteros y el río Putaendo, aguas debajo de San Felipe, forman el curso superior del río. Un estudio realizado en todo el valle indicó la existencia de una zona de infiltración en el sector comprendido entre Chacabuquito y la ciudad de Los Andes, donde es recargada la napa subterránea por el caudal superficial.

La hoya del río medida hasta la localidad de Chacabuquito, se calcula en 2.050 Km<sup>2</sup>, de los cuales el 78% representa la hoya glacial. Teniendo un comportamiento similar a los ríos cordilleranos de la zona central presenta altos caudales en diciembre y enero, producto de los deshielos y los mínimos entre abril y mayo.

Aguas abajo de Curimón, el río recibe las aguas del estero Pocuro, por su margen izquierdo y aguas abajo de San Felipe por su margen derecho, son recibidos los aportes del río Putaendo y el estero Quilpué, este último se forma por la unión de los esteros San Francisco, Del Barro, Lo Calvo y Jahuel.

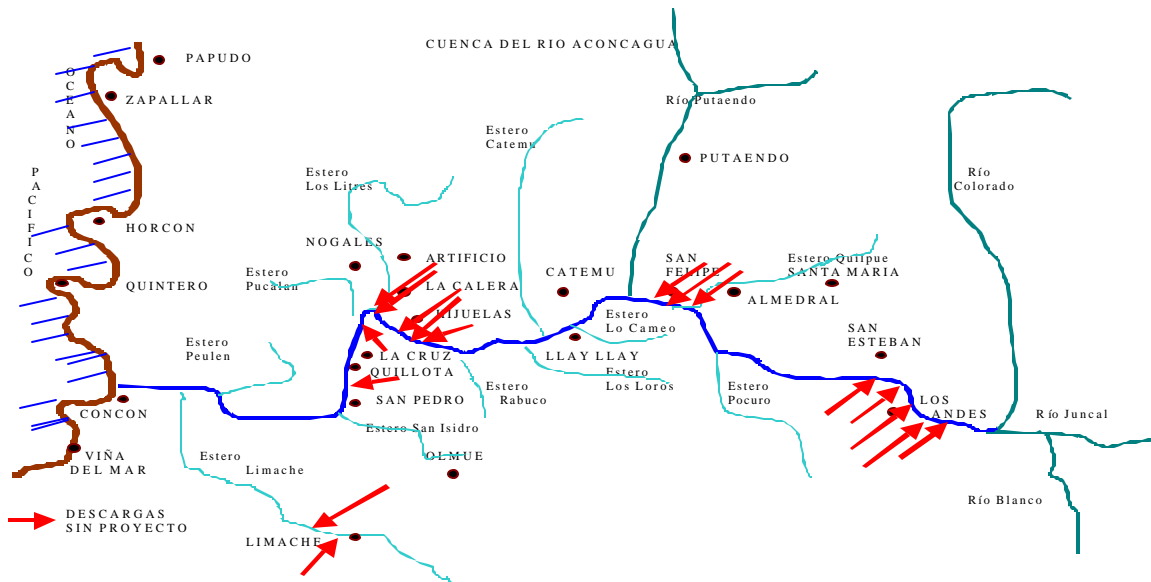
Entre San Felipe y Puntilla Romeral, desembocan por la ribera izquierda, cerca de la localidad de Panquehue, el estero Lo Campo y el estero Catemu, por el margen izquierdo, inmediatamente aguas abajo de Chagres. Al final de la Puntilla Romeral, por su margen izquierdo desemboca el estero Los Loros y su afluente el Vichiculén, este último recoge las aguas del valle de Llay Llay.

La tercera sección del río esta comprendida entre Puntilla Romeral y Quillota, aquí los afluentes más importantes se ubican, el primero a la altura de Ocoa, donde recibe por su margen izquierdo las aguas del estero Rabuco. En La Calera y por su margen derecho; se incorporan al río, el estero Los Litres que recoge las aguas de los esteros Cobre, Melón y Pucalán.

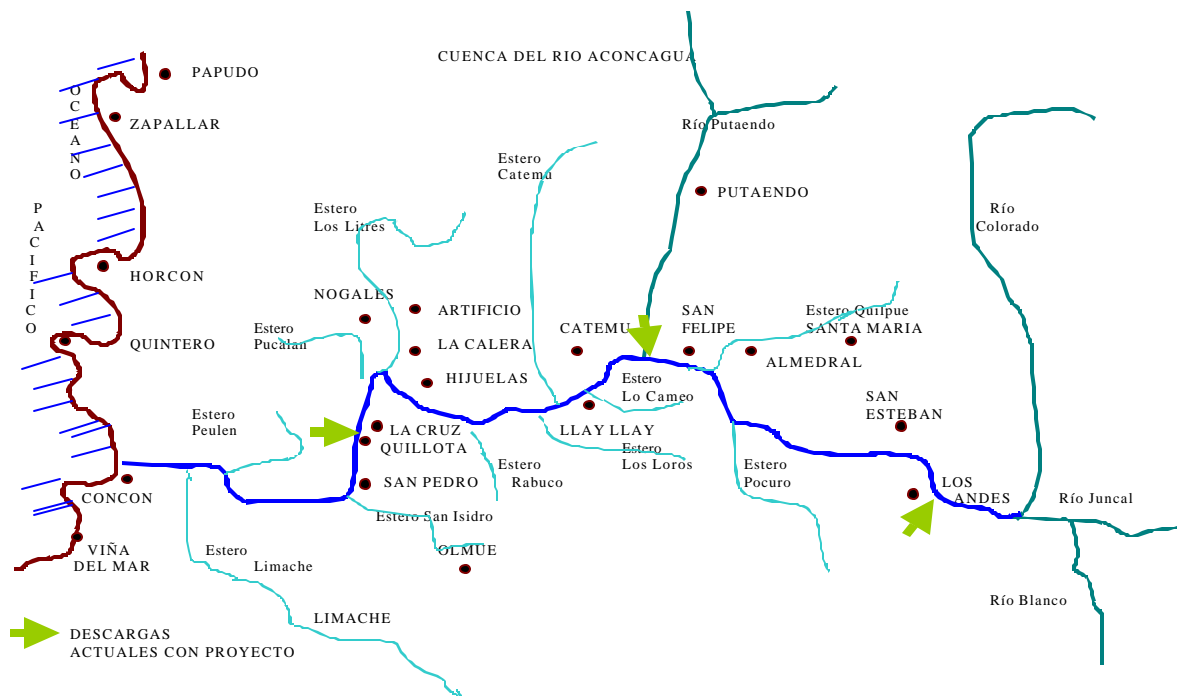
En el sector que va desde la ciudad de Quillota hasta Concón, se incorporan al río, por su vertiente izquierda, dos afluentes de mucha importancia como son los esteros El Cajón de San Pedro y Limache, el que recoge las aguas provenientes de los esteros de Olmue, Granizo, Pelumpén y Lliu Lliu.

En el diagrama que se adjunta se aprecian los vertidos de aguas servidas domésticas que presentaba el río antes de poner en operación las plantas depuradoras de aguas servidas domésticas de Quillota, San Felipe y Los Andes. En este documento no se hace una evaluación particular al estero Limache, que es afluente al río Aconcagua, pero al observar el esquema de las descargas, antes y después de las obras de saneamiento, se aprecia que también recibió los beneficios de este proyecto. Siendo la zona de Limache famosa por sus tomates, la descontaminación de la única fuente de agua confiable que recorre la ciudad, hace que esta localidad pueda mantener sin problemas esta clase de cultivo y por consiguiente ser un beneficio para todos los habitantes de la zona.

## Esquema de las descargas antes de la puesta en operación de las Plantas



## Esquema de las descargas después de la puesta en operación de las Plantas



## Río La Ligua

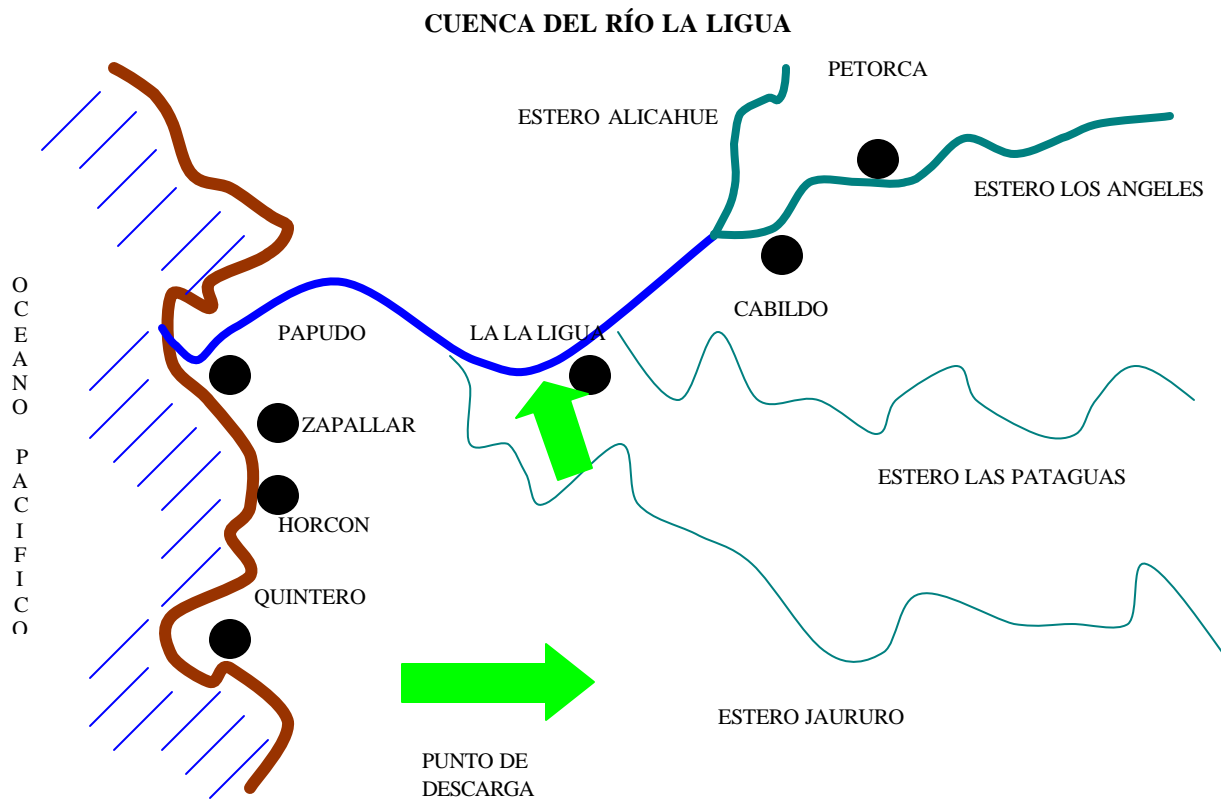
Los recursos del valle del La Ligua provienen del río que nace en la alta cordillera, con el nombre de estero Alicahue, escurriendo hacia el poniente, hasta desembocar en el mar por las Salinas de Pullalli.

Su afluente principal el estero Los Angeles, que confluye 4 kilómetros aguas arriba de la ciudad de Cabildo.

La superficie de su hoya hidrográfica puede estimarse en 2.000 Km<sup>2</sup>, siendo su longitud total de 110 Km.

En los cerros de la vertiente norte y a 3.000 m.s.n.m., existe una laguna que se conoce con el nombre de Chepical, cuyas aguas se utilizan para reforzar el río en los meses de verano.

La descarga en el río La Ligua, antes y después del proyecto se encontraba en el mismo punto, según se muestra a continuación:



## **SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS CONSTRUIDOS POR ESVAL S.A.**

Los sistemas construidos por ESVAL para el saneamiento de las localidades de Los Andes, San Felipe, Quillota y La Ligua, han permitido no solo mejorar la calidad de las aguas vertidas a los cursos, que dan origen a los valles del Aconcagua y La Ligua, siendo estos el pilar fundamental de estas ciudades; sino además que su población se proyecte, en cuanto a calidad de vida y futuro económico, sobre la base de la actividad que desarrollan sus habitantes.

Con la necesidad de buscar la mejor solución para cada una de las ciudades, se realizó una licitación considerando las mejores alternativas externas para las localidades mencionadas; el resultado fue, dos plantas del tipo lodo activado, modalidad zanja de oxidación, ubicadas en Los Andes y San Felipe. En Quillota una planta de lodo activado del tipo convencional y en La Ligua modalidad aireación extendida, todas con año de previsión al 2020. En la siguiente tabla se indican las características básicas de estas.

<b>Planta</b>	<b>Número de habitantes Servidos</b>	<b>Localidades</b>	<b>Tipo de Tratamiento</b>
El Molino de Quillota	193.000	Quillota-La Cruz-La Calera-Artificio-Nogales-Hijuelas-Limache	Lodos Activos Convencional con Remoción de Nitrógeno y Fósforo
El Almendral de San Felipe	74.000	San Felipe-El Almedral	Zanja de Oxidación Remoción de Nitrógeno y Fósforo
Cordillera de Los Andes	75.000	Los Andes-Calle Larga-Real Curimon-Rinconada	Zanja de Oxidación Remoción de Nitrógeno y Fósforo
Los Maitenes de La Ligua	27.000	La Ligua	Aireación Extendida Remoción de Nitrógeno y Fósforo

Todos los sistemas de depuración de las aguas servidas construidos, corresponden a tecnologías ya probadas y cuya eficiencia es reconocida para esta clase de tratamiento, lo anterior permite entregar la seguridad a los usuarios que sus residuos están siendo tratados por sistemas expertos, basados en la acción de los microorganismos, los cuales son extraídos desde su propio medio natural, facilitándoles las condiciones y logrando un acelerado efecto de depuración sobre la materia orgánica.

Estos sistemas están básicamente compuestos por dos líneas de tratamiento, la de agua que dispone de un reactor biológico, un sedimentador secundario y un sistema de eliminación de microorganismos de origen fecal, basándose en gas cloro; para la línea de lodos se dispone de sistemas de extracción de lodos desde las purgas, luego son espesados y deshidratados, por medio de un centrifugado, este equipo es apoyado con producto químico para hacer más eficiente el proceso. Los lodos con bajo porcentaje de humedad, bajo un 70%, son llevados hasta su destino final de disposición.

## **FISCALIZACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS ACONCAGUA Y LA LIGUA**

### **Cuenca Río Aconcagua**

Las actividades económicas conectadas al sistema de recolección de aguas servidas, en su gran mayoría son del tipo alimenticio y en una identificación discreta del tipo metalúrgico y del tipo extracción de minerales no metálicos, de tamaño mediano y pequeño.

En lo que respecta al tipo de contaminación identificada y valorizada, se puede indicar que es del tipo orgánico, no obstante su bajo impacto, a raíz de los bajos volúmenes de descarga, exceptuando un caso particular existente en la localidad de San Felipe.

### **Cuenca Río La Ligua**

La fiscalización a los establecimientos ubicados en la localidad de La Ligua y que tributan a la planta de tratamiento de aguas servidas Los Maitenes de dicha ciudad, comenzó en el año 1998, determinando la existencia de dos tipos de industrias en la zona; establecimientos semiartesanales dedicados a la confección de prendas de vestir, específicamente chalecos y prensas de lana, y establecimientos semiartesanales dedicados a la fabricación y comercialización de dulces y pasteles.

Los establecimientos textiles se dedican exclusivamente al tejido de prendas de vestir a partir de lana ya procesada. De esta forma, no existen procesos de teñidos, por lo que no generan residuos industriales líquidos.

Las dulcerías, no obstante de ser semiartesanales y consumir bajos volúmenes de agua, poseen descargas líquidas con alta concentración de DBO, dado por las labores de limpieza y lavado de utensilios.

### **Resultados de la Fiscalización**

ESVAL a comienzos del año 2002, concentró todos sus esfuerzos de fiscalización, en aquellas localidades en donde se emplazaban las plantas de tratamiento de aguas servidas de tipo secundario, considerando la siguiente metodología de trabajo:

1. Revisión y verificación con personal de las oficinas locales de ESVAL del listado maestro de actividades económicas obtenido a partir de información de la SISS, INE y catastro interno, considerando los consumos de agua potable de cada uno de ellos y la existencia de alcantarillado en sus direcciones.
2. Visita e inspección de establecimientos definidos en el paso anterior.
3. Programación de Control Directo a descargas de Riles.

De la labor anterior, resultó la siguiente situación de actividades económicas:

<b>SITUACIÓN</b>	<b>LOCALIDAD</b>			
	<b>Los Andes</b>	<b>San Felipe</b>	<b>Quillota</b>	<b>La Ligua</b>
Establecimientos industriales	5	2	5	7
Simple actividad económica	0	9	5	3
No genera riles	3	9	10	29
No descarga riles alcantarillado	1	3	4	1
Sin alcantarillado	0	14	11	0
Establecimientos comerciales	15	18	24	3
Establecimientos cerrados	3	4	6	3
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>59</b>	<b>65</b>	<b>46</b>



En lo que respecta al aporte de carga orgánica de los establecimientos industriales y del tipo de contaminación generada se tiene lo siguiente:

#### Aporte de DBO de los E.I. a las PTAS

Identificación	Carga Orgánica			
	Los Andes	San Felipe	Quillota	La Ligua
E.I.(Kg DBO/día)	1.628	841	1.001	38
Carga diseño PTAS (Kg DBO/día)	7.076	6.550	11.232	1.740
% Aporte E.I.	23	13	9	2

#### Tipo de Contaminación Industrial

Rubro	Número	Parámetros Contaminantes
Fabrica de dulces	6	DBO, SST, SD, PE, AyG
Conservas	4	DBO, SST, SD, pH
Fabrica de cecinas	3	DBO, P, NH4+
Faenadora de Animales	2	DBO, SST, PE
Automotora	1	AyG, HC, Zn, P
Metalúrgica	1	DBO, pH
Extracción de minerales no metálicos	1	AyG, SST, SD
Fabrica de bebidas	1	DBO, SST

## **EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

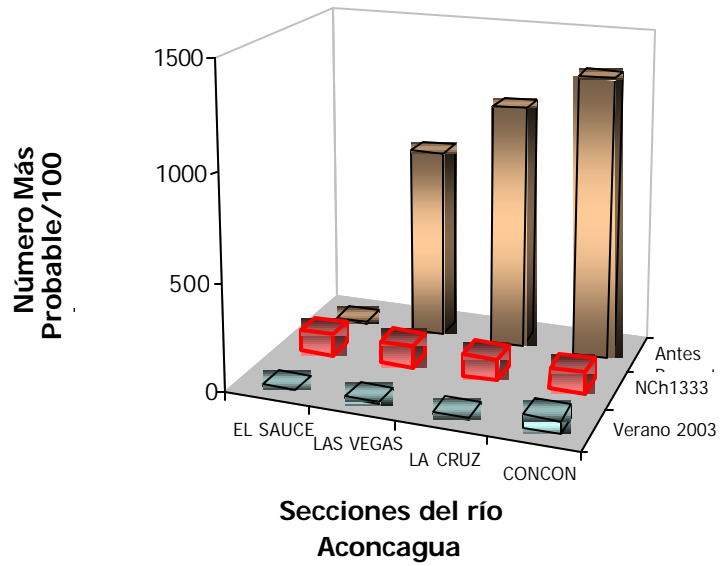
Los resultados en los cauces de los ríos antes y después de las plantas de tratamiento son evidentes, disminuyendo drásticamente la contaminación de origen orgánica, sin que deje efectos residuales sobre los cursos de aguas superficiales, las napas o los terrenos adyacentes.

Las campañas de monitoreo que se efectuaron sobre los cursos, se basan principalmente en la medición de los coliformes fecales, por su relevancia en la transmisión de enfermedades, además que en su concentración en las aguas servidas es de tal su magnitud, que son fácilmente pesquisables.

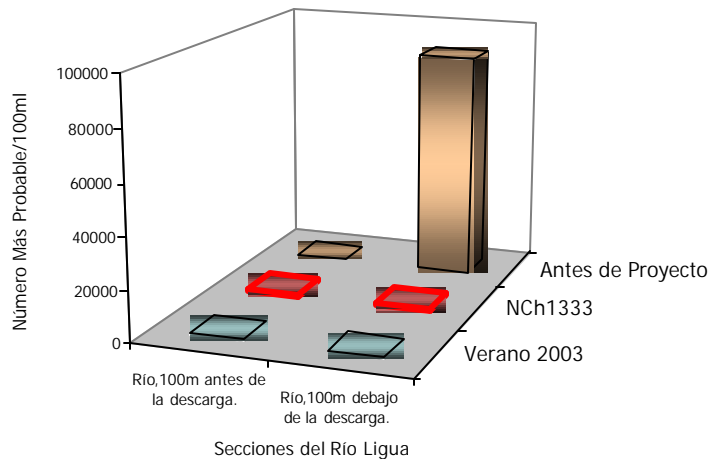
Para evaluar los resultados de la puesta en operación de las plantas del río Aconcagua se utilizaron los valores de coliformes obtenidos del control que se lleva a cabo sobre las fuentes superficiales de agua potable. Los valores considerados posterior al proyecto resultan ser los del programa de seguimiento de las plantas. Siguiendo las recomendaciones de la literatura especializada en microbiología, se usaron los promedios geométricos y no aritméticos, Esto con la finalidad de hacer más uniforme los valores estudiados, atenuando la influencia de los valores peak.

## Coliformes Fecales en Río Aconcagua

Monitoreo antes vs después de proyecto



## Coliformes Fecales en Río La Ligua Campaña Monitoreo antes de proyecto versus Campaña Monitoreo Verano 2003



## CONCLUSIONES

1. En la actualidad ambos ríos cumplen la normativa vigente, lo que permite mantener riego irrestricto, para la zona donde la principal actividad económica es la hortofrutícola esta afirmación es una garantía para el desarrollo de nuestras exportaciones.
2. La calidad de las aguas servidas que ESVAL recibe, poseen un carácter doméstico con aporte de Riles, en especial en periodos estival a raíz de la operación de las plantas del agro, en especial en las localidades de San Felipe y Quillota.
3. La contaminación orgánica de los ríos estudiados, se elimina en el corto plazo cuando la fuente de polución desaparece y los puntos considerados para realizar la evaluación del comportamiento de los sistemas fueron adecuados para el parámetro analizado.
4. Para lograr asegurar un decaimiento bacteriano es necesario aplicar un tratamiento químico, en este caso se utilizó gas cloro para el abatimiento de microorganismos.
5. A la luz de los resultados, el tratamiento físico, biológico y químico; que fue la configuración elegida para cada una de las localidades, es acertado, tanto para los requisitos impuestos en el D.S. 90, como para la NCh 1.333.