

UNIVERSIDAD DEL BÍO- BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

**EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL
AGUA SUPERFICIAL REGISTRADA EN EL
RÍO BÍOBÍO**

**Proyecto de título en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero
Civil**

MARTA ALEJANDRA PARRA ORÓSTICA

Concepción, Septiembre de 2015

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia en su conjunto...

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los profesores que han participado en mi desarrollo académico, destacando a algunos. Primero a mi profesor guía Sr. Álvaro Suazo Schwencke, por ser amable y metódico, que presta atención a los detalles y que entrega en sus explicaciones, su vasta experiencia académica. Segundo, quiero destacar al profesor Sr. Pedro Cisterna Osorio, por ser alguien que brinda afecto solo con su presencia. Lo considero destacable, siendo de aquellos seres que marcan con su manera de ser el camino propio. Agradezco haber compartido clases maratónicas, ayudantía y tardes en las que contó detalles de su vida, mostrando con sus palabras y actos, la riqueza que tiene su alma. Por último, destaco al profesor Sr. Ricardo Riveros, por su empatía y ayuda prestada, considerando que no participa directamente de mi proyecto de título y que aun así, otorgó apoyo y consejos.

Agradezco a todos quiénes me han apoyado, académicos, personal administrativo, compañeros y amigos.

Por último destaco a mi familia completa, a mi abuela, mis padres y hermanos, por la paciencia, la espera y el completo apoyo en la decisión de estudiar, en la elección de carrera y en el espacio de tiempo, que simplemente quise renunciar pero que ellos, con su continuo afecto, me obligaron cariñosamente a volver. Gracias por todo.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición de niveles críticos.....	6
Tabla 2. Detalle estaciones ubicadas en la zona de estudio.....	7
Tabla 3. Niveles de calidad ambiental por tramos de vigilancia cuenca del río Biobío.....	9
Tabla 4. Resumen límites a utilizar.....	9
Tabla 5. Niveles medios registrados.....	13
Tabla 6. Niveles fuera de norma, en número y porcentaje.....	15
Tabla 7. Zonas críticas.....	15
Tabla 8. Niveles críticos, en número y porcentaje.....	18
Tabla 9. Estaciones del año críticas.....	18
Tabla 10. Resultados prueba estadística.....	19

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Mapa ubicación estaciones red hidrométrica y tramos de vigilancia.....	8
Fig. 2. Distribución estaciones del año.....	12
Fig. 3. Variación DQO estación río Biobío en Rucalhue.....	14
Fig. 4. Esquema análisis estacional.....	16
Fig. 5. Variación DQO estación antes planta La Mochita.....	16
Fig. 6. Variación nitrato estación Rucalhue.....	17

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	HIPÓTESIS	5
1.2	OBJETIVOS	6
1.2.1	OBJETIVO GENERAL	6
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2	METODOLOGÍA	6
2.1	RED HIDROMÉTRICA DGA.	7
2.2	SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE ESTUDIO.	7
2.3	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO.	11
2.4	ANÁLISIS ESTACIONAL PARÁMETROS QUÍMICOS CRÍTICOS.	11
2.5	PRUEBA DE COMPARACIÓN ESTADÍSTICA	12
3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	13
3.1.	SELECCIÓN PARÁMETROS CRÍTICOS	13
3.2	CUMPLIMIENTO NORMATIVA	14
3.2.1	MÉTODO GRÁFICO	14
3.2.2	MÉTODO ANALÍTICO	15
3.3	ANÁLISIS ESTACIONAL	16
3.4	PRUEBA ESTADÍSTICA	19
3.5	ANÁLISIS FINAL	20
4	CONCLUSIONES	21
5	REFERENCIAS	22
6	ANEXOS	23

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL REGISTRADA EN EL RÍO BÍOBÍO

Marta Parra Oróstica

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Biobío

maaparra@alumnos.ubiobio.cl

Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Biobío

asuazo@ubiobio.cl

RESUMEN

Para analizar la evolución de la calidad química del agua es primordial la elección de los parámetros químicos que influyan en la condición del recurso. El estudio se centra en la calidad del agua superficial del río Biobío, dada la importancia que tiene, primero como recurso natural, segundo como fuente para potabilizar y tercero, como eje central en el desarrollo de la economía regional e incluso nacional. Clave es la utilización de normativas que regulen la presencia de estas sustancias. Fundamental será identificar los parámetros y evaluar su comportamiento, considerando las regulaciones necesarias. Tras comparar, gráfica y analíticamente, las mediciones obtenidas en los reportes de calidad de aguas versus las reglamentaciones, se puede evaluar el cumplimiento de cada parámetro químico. Se muestra el desarrollo de cada estación de medición para cada parámetro estudiado, y se obtienen los llamados críticos, que superan con creces (sobre el 50%) los límites máximos fijados en el proyecto de norma secundaria (Chile, 2013) pero cumpliendo NCh 1333. A estos se les realiza análisis estacional, que arroja la estación del año con los mejores niveles (invierno) y la que presenta el peor comportamiento (primavera). Se analiza, mediante pruebas estadísticas, el desarrollo de los parámetros químicos críticos. Finalmente se reafirma que todos los parámetros químicos analizados, a pesar de presentar una mejor estación en cuanto a calidad del agua, no presentan diferencias relevantes entre las estaciones del año comparadas, invierno y primavera.

Palabras claves: Calidad del agua; Parámetros químicos; Normativas; Comportamiento crítico.

Nº palabras = 8494 + 21 Figuras/Tablas*250 + 1 Figura/Tabla* 500 = 14244

EVOLUTION OF CHEMICAL QUALITY OF SURFACE WATER REGISTERED IN THE RIVER BIOBIO

Marta Parra Oróstica

Department of Civil and Environmental Engineering, University of Biobío
maaparra@alumnos.ubiobio.cl

Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Department of Civil and Environmental Engineering, University of Biobío
asuazo@ubiobio.cl

ABSTRACT

To analyze the evolution of the chemical quality of the water is very important to choose the chemical parameters that influence the condition of the resource. The study focuses on the quality of the surface water of the Biobío River, due to its importance, first, as a natural resource; second, as a source to make drinkable water, and third, as the focal point in the development of the regional, and even, national economy. An important element is the use of the regulations that control the presence of these substances. It will be fundamental to identify these parameters and evaluate the way they work, considering the necessary regulations. After comparing the results, graphically and according to their figures, stated in the reports about the quality of the waters and the regulations, the compliance of each chemical parameter can be assessed. The development of each measuring station is shown for each parameter studied, and the so-called critical parameters are obtained, that far exceed (over 50%) the maximum limits stated in the project of secondary regulation (Chile, 2013) but complying “NCh 1333”. A seasonal analysis is given to these parameters that show the best levels (winter time) and the worst level (spring time). Are analyzed using statistical evidence the development of chemical parameters critical. Finally, it is confirmed that all chemical parameters analyzed, despite presenting a better result regarding the quality of water, doesn't show any relevant difference among the seasons of the year compared, winter and spring.

Key words: Quality of water, chemical Parameter, Regulations, critical behavior.

1 INTRODUCCIÓN

Es necesario comprender la importancia histórica y económica que representa el río Biobío no tan sólo para esta región sino para el país; además, de representar la fuente principal de agua dulce para la comuna de Concepción. Cabe hacer notar que, históricamente, tuvo una influencia notable durante el período de conquista española, representando una frontera natural entre ambas fuerzas, española e indígena. Económicamente, representa la columna vertebral que genera un centro de desarrollo, ligado a diversos sectores productivos del área forestal, agropecuario, hidroeléctrico, industrial, considerando dentro de éste a los sectores: metalúrgico, químico, refinerías de petróleo, textiles, celulosa, entre otros.

Este estudio evaluará los cambios en la calidad química que ha experimentado el agua superficial influenciada, directa o indirectamente, por las descargas humanas e industriales que ha recibido durante décadas. Evaluar la calidad del afluente es primordial ya que constituye la primera fuente de agua dulce, equivale al 100% del total del recurso (ESSBIO, 2008) que se utiliza para potabilizar y así hacerla apta para consumo humano.

Al evaluar el río Biobío se hará como un todo, es decir, como parte de un ecosistema dónde participan diversos organismos vegetales y animales, entre ellos el hombre; al hacerlo de esta manera, se puede analizar la relación causa- efecto, considerando que toda acción que realice el ser humano, en forma individual o industrial, repercute en la calidad del recurso. Para hacerlo, se define primeramente cuenca hidrográfica, como “toda área de la superficie terrestre que puede estar ocupada por especies vegetales y animales (incluyendo al hombre), que interactúan con componentes no vivos como el agua, suelo y aire” (Valdovinos y Parra, 2006). Este territorio contiene un área de drenaje que está delimitada por límites físicos, definidos o no, que reciben el nombre de líneas divisorias de aguas. Luego el término hidrografía, representa la ciencia o rama de las ciencias de la tierra, que trata del estudio y descripción de los cuerpos de agua especialmente relacionado a los recursos hídricos continentales (Wikipedia, 2015). En este caso, el tipo de cuerpo de agua a estudiar será el de río, que se define como todo curso natural permanente, con lecho formado, que se vierte en otro cuerpo de agua ya sea lago, río o mar (Valdovinos y Parra, 2006).

Es importante mencionar que existen dos tipos de ríos: el primero, llamados ríos de montaña, que se caracterizan por sus rápidas corrientes en fondos estrechos, de fuertes pendientes lo

que genera aguas turbulentas de elevada velocidad, con baja temperatura, transparentes (dado su origen montañoso) y ricas en oxígeno disuelto; el segundo tipo, corresponde a ríos de llanura o áreas planas, que se caracterizan por presentar corrientes de baja velocidad, con anchos lechos y escasa pendiente lo que produce flujos laminares de baja velocidad, con mayor temperatura, pobres en oxígeno disuelto y en general más turbias, dado el arrastre de sedimentos que produce. Técnicamente, los ríos de montaña son llamados ritrones y los de llanuras o áreas planas, potamones (Valdovinos y Parra, 2006). Luego, un mismo río puede presentar sectores dónde se comporta como de montaña y otros, de llanura. En este caso, el río Biobío como curso principal, presenta ambos escenarios incluido uno de transición.

Es importante destacar la disponibilidad de recursos hídricos que posee la región del Biobío; entre ellos, la existencia de dos grandes cuencas u hoyas andinas, Biobío e Itata, y algunas cuencas costeras, que adquieren importancia en el área litoral. Además, posee recursos hídricos lacustres, entre los que destacan los lagos Icalma y Galletué (lagos que originan el río Biobío) y el Laja, llamado también Laguna del Laja.

Según DGA (2010), la cuenca del Biobío es la tercera más grande del país, tras la de los ríos Loa y Baker. Está comprendida entre los paralelos $36^{\circ}42'$ - $38^{\circ}49'$ Latitud Sur y los meridianos 71° - $73^{\circ}20'$ Longitud Oeste. Cuenta con una superficie de 24.264 km², distribuidos un 72% en la Región del Biobío y un 28% en la Región de la Araucanía. Desde su nacimiento, en los lagos Galletué e Icalma (Región de la Araucanía), recorre un curso de 380 km, con dirección SE- NO, desembocando en el lado norte del Golfo de Arauco. La cuenca contiene 15 subcuencas, que influencia la variabilidad de su comportamiento, dado los cambios ambientales y geográficos que plantea su largo recorrido. Las principales de ellas, corresponden a las de Alto Biobío y a la de los ríos: Duqueco, Bureo, Vergara y Laja. Aun así, en la parte alta de la cuenca es posible identificar los tres cuerpos de agua, que dan origen al sistema del río Biobío, como ya se mencionó, éstos son los Lagos: Galletué, Icalma y Laja, que da origen al río del mismo nombre y que corresponde al principal afluente.

El río en estudio posee tramos donde se comporta como ritrón, otros como potamon y un último, cómo transición. En la parte superior (siendo límite la comuna de Santa Bárbara), presenta el régimen ritrón; desde Nacimiento hasta su desembocadura, presenta el tipo potamon y, entre Santa Bárbara y Nacimiento, se considera de transición (EULA, 2006).

¿Por qué es importante analizar esto? Porque el tema de estudio tiene relación con la evolución en la calidad química que ha experimentado el curso de agua, lo que se relaciona directamente con la capacidad de dilución que genera cada tipo de régimen.

En relación a esto, el régimen de tipo ritrón al presentar flujos turbulentos con alta velocidad de escurrimiento, favorece la capacidad de dilución. Por lo tanto, todo elemento que sea descargado al río, se mezcla favorablemente, lo que disminuye su concentración; en cambio, en el régimen de tipo potamon, al producir un tipo de flujo laminar con bajas velocidades, disminuye considerablemente la capacidad de mezcla, lo que conlleva que toda sustancia incorporada al curso, se concentre y por lo tanto afecte de mayor manera al ecosistema.

Será importante verificar que en las zonas donde efectivamente se perciban descargas de empresas industriales, llamados residuos industriales líquidos, aumente considerablemente la concentración de diferentes sustancias. Relacionado a esto, en la comuna de Laja se encuentra instalada y operando una empresa de celulosa, que descarga efluentes al río Laja y que luego llegan al curso principal del río Biobío. Por lo tanto, se podrá analizar si existen diferencias significativas en las concentraciones.

1.1 HIPÓTESIS

Al analizar la evolución de la calidad química del agua superficial, se podrá analizar:

- ✓ grado de pureza
- ✓ existencia de elementos nocivos y en qué proporción
- ✓ de existir, cuáles afectan realmente la salud de las personas

En el fondo, conocer su composición real.

Al incorporar el análisis de las variaciones estacionales, se podrá determinar en cuál período del año, las aguas del río son de mejor o peor calidad.

Además, se podrá visualizar la tendencia que sigue su calidad, otorgando patrones base para futuras consideraciones en su tratamiento.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la evolución de la calidad química del agua superficial del cauce principal del Río Biobío, registrada en estaciones de la Dirección General de Aguas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los parámetros que afecten la calidad química del agua superficial del cauce principal del río Biobío.
- Elaborar un análisis comparativo de las mediciones, en base a la normativa.
- Analizar las diferencias que presentan los niveles de calidad del agua a lo largo del río.
- Verificar si existe variación estacional, informando además cual es la tendencia de su calidad.

2 METODOLOGÍA

El análisis contempla la descarga de los reportes de calidad de aguas, desde la página de la DGA, considerando un período de 10 años. Se evalúan los parámetros químicos, considerando NCh 1333 y el proyecto de norma secundaria (Chile, 2013). Se comparan los límites máximos y/o mínimos fijados versus los reportes, se aplica tabla 1 a cada lectura que no cumpla normativa y se obtiene un total crítico. Se establecen los parámetros que se comportan como críticos, y se evalúa estacionalmente el desarrollo. Finalmente se aplican pruebas estadísticas que permitan evaluar si el parámetro muestra diferencias significativas, considerando dos estaciones del año.

Tabla 1. Definición de niveles críticos.

% no cumplimiento	valor crítico
0 - 25 %	1
> 25 - 50 %	2
> 50 - 75 %	3
> 75 - 100 %	4

2.1 RED HIDROMÉTRICA DGA.

La DGA es el organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas, que brinda en línea los parámetros físico- químicos que se utilizan en el análisis. La tabla 2 indica nombre y código otorgado por el organismo, junto con otras características. Todas ellas pertenecen a la cuenca río Biobío.

Tabla 2. Detalle estaciones ubicadas en la zona de estudio.

<i>Código BNA</i>	<i>Nombre estación</i>	<i>Inicio</i>	<i>Estado</i>	<i>Comuna</i>
08394003-4	Rio Biobío en desembocadura (Boca Norte)	31-01-1984	vigente	Hualpén
08394004-2	Rio Biobío en desembocadura (Boca Sur)	31-01-1984	vigente	San Pedro de la Paz
08394005-0	Rio Biobío antes planta La Mochita (CA)	30-11-1996	vigente	Concepción
08391001-1	Rio Biobío en Santa Juana (CA)	31-01-1984	vigente	Santa Juana
08363001-9	Rio Biobío bajo junta Rio Vergara (CA)	31-01-1984	suspendida (28.01.2003)	Los Ángeles
08334001-0	Rio Biobío en Coihue	28-02-1978	vigente	Negrete
08317001-8	Rio Biobío en Rucalhue	31-10-1969	vigente	Santa Bárbara

Fuente: DGA (2015).

Los datos descargados se ordenan utilizando el programa excel (2015), se considera la fecha de cada lectura y las unidades, para cada estación de medición.

2.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE ESTUDIO.

Cabe mencionar que para determinar la calidad del agua, existen diversos parámetros disponibles. Algunos de ellos se utilizan en el control de proceso de tratamientos, realizando mediciones en forma continua o discreta. Estos parámetros se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: físicos, químicos, biológicos y radiológicos. En este caso, el estudio se restringe a los parámetros químicos lo que significa que, del reporte disponible en cada estación, se discriminará cuáles efectivamente se utilizarán.

Se considera como fuente de reglamentación la NCh 1333 Of 78, que determina los requisitos de calidad del agua para diferentes usos. En este caso el uso seleccionado será el de vida acuática. También se incluye la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Biobío (Chile, 2013). Reglamentación que aplica cabalmente a la zona de influencia y que por lo tanto otorga una base comparativa sumamente válida.

La figura 1 muestra la zona de estudio indicando la ubicación de las estaciones de medición y de los tramos de vigilancia. El objetivo general plantea analizar la evolución de la calidad

química del río Biobío, por ello los tramos de vigilancia que establece la norma secundaria, se delimita a este cauce.

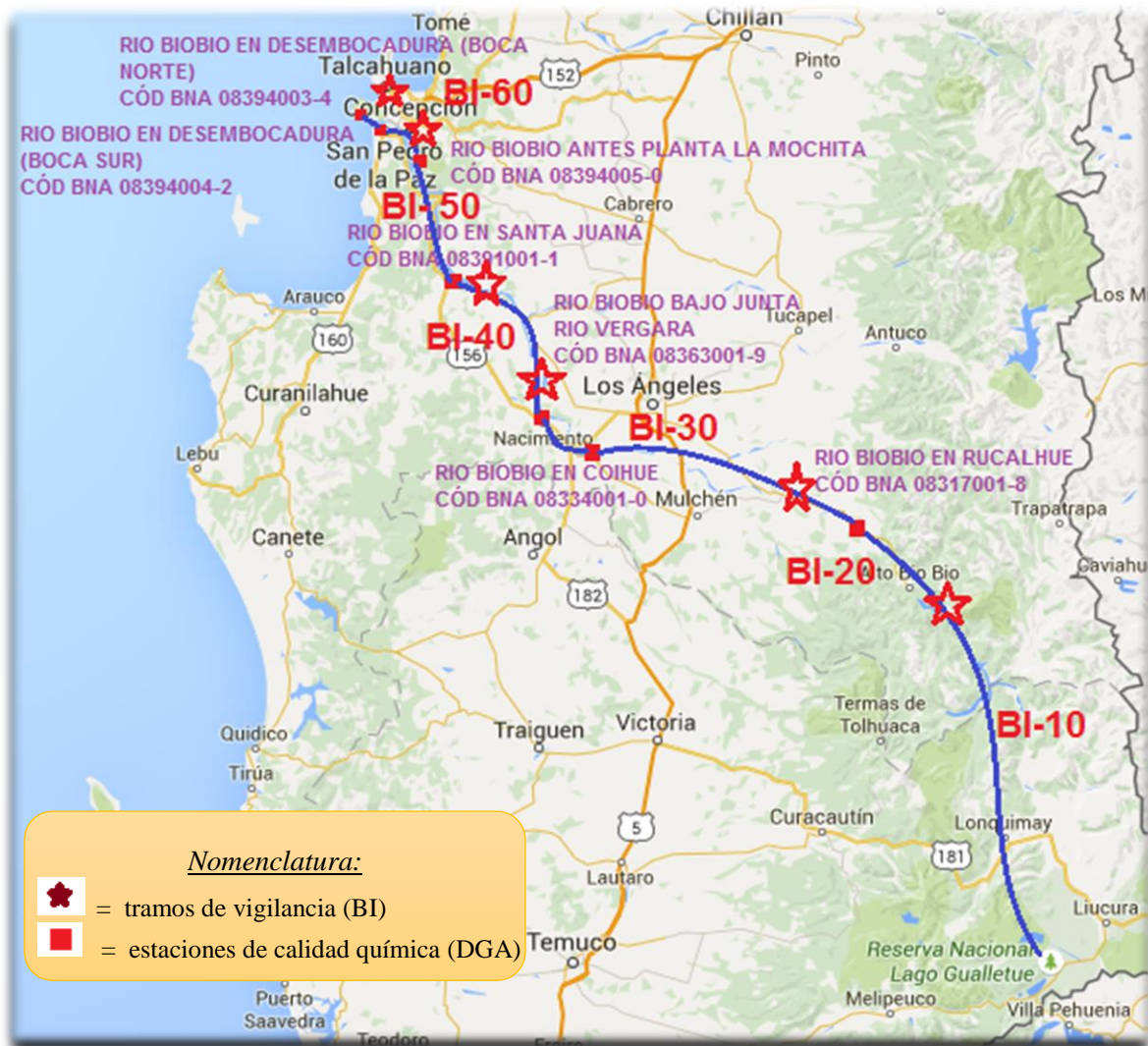


Fig. 1. Mapa ubicación estaciones red hidrométrica y tramos de vigilancia.

Fuente: DGA (2015), estaciones red hidrométrica.

La norma secundaria (Chile, 2013) establece niveles de calidad ambiental que brindan los límites máximos permitidos para cada parámetro. En este punto es necesario seleccionar aquellos que sí tengan punto de comparación, entre la reglamentación utilizada y los reportes de calidad de aguas, obtenidos de la DGA. Se descarta a aquellos que tengan lectura pero que no figuren con límites establecidos y viceversa.

La tabla 3 indica los tramos de vigilancia (BI) y los parámetros que tienen base comparativa.

Tabla 3. Niveles de calidad ambiental por tramos de vigilancia en la cuenca del río Biobío.

N°	Parámetro	Unidad	BI-10	BI-20	BI-30	BI-40	BI-50	BI-60
1	Amonio	mg/l N-NH ₄ -	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	-
2	Cloruro	mg/l	5,5	8	8	8	8	-
3	Compuestos orgánicos halogenad.	mg/l	0,006	0,006	0,03	0,03	0,03	-
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	90	125	125	160	160	-
5	Demanda biológica de oxígeno	mg/l	2	2	2	2	2	3
6	Demanda química de oxígeno	mg/l	10	10	10	10	10	10
7	Índice Fenol	mg/l	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006
8	Fósforo total	mg/l	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15	0,25
9	Nitrato	mg/l N-NO ₃ -	0,05	0,05	0,2	0,2	0,2	-
10	Nitrógeno total	mg/l	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
11	Ortofosfato	mg/l P-PO ₄ -	0,025	0,025	0,06	0,06	0,06	-
12	Oxígeno disuelto	mg/l	8	8	8	8	8	7
13	pH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
14	Sólidos suspendidos totales	mg/l	15	15	35	35	35	-
15	Sulfato	mg/l	6	11	11	11	11	-

Fuente: Chile (2013).

Luego se requiere ensamblar: normativas, tramos de vigilancia y parámetros químicos. Así se genera la tabla 4 que muestra en resumen los límites para cada parámetro.

Tabla 4. Resumen límites a utilizar.

Normativa	Cód BNA	Nombre estación	Tramos de	Parámetros (mg/l)							
			vigilancia	Oxíg dis	pH	Cloruro	DQO	Nitrato	Ortofosfato	Sulfato	
NCh 1333 Of 78		Todas	---	5 mínimo	6,0 - 9,0						
Chile (2013)											
	08394003-4	Desembocadura (Boca Norte)	BI-60	7 mínimo	6,5 - 8,5	-	10	-	-	-	-
	08394004-2	Río Biobío en desembocadura (Boca Sur)	BI-60	7 mínimo	6,5 - 8,5	-	10	-	-	-	-
	08394005-0	Río Biobío antes planta La Mochita (CA)	BI-50	8 mínimo	6,5 - 8,5	8	10	0,2	0,06	11	
	08391001-1	Río Biobío en Santa Juana (CA)	BI-50	8 mínimo	6,5 - 8,5	8	10	0,2	0,06	11	
	08363001-9	Río Biobío bajo junta Río Vergara (CA)	BI-30	8 mínimo	6,5 - 8,5	8	10	0,2	0,06	11	
	08334001-0	Río Biobío en Coihue	BI-30	8 mínimo	6,5 - 8,5	8	10	0,2	0,06	11	
	08317001-8	Río Biobío en Rucalhue	BI-20	8 mínimo	6,5 - 8,5	8	10	0,05	0,025	11	

Fuente: Normativa indicada.

Como condición de excedencia, el proyecto de norma secundaria (Chile, 2013) establece que: “se considerarán sobrepasadas las concentraciones, cuando el percentil 95 de los valores de

las muestras analizadas para un parámetro, en un período de tres años calendarios consecutivos, supere los límites establecidos”. Luego se busca delimitar, el análisis más exhaustivo, a aquellos parámetros que excedan significativamente los límites. Para ello se elabora la tabla 5, que muestra los valores medios que presenta cada parámetro en cada estación de medición, y considera que, si la media supera el límite máximo o se encuentra bajo el mínimo establecido (caso oxígeno disuelto), con mayor razón lo hace el percentil 95.

De esta manera se delimita el estudio a aquellos parámetros que sobrepasen las normativas (Chile, 2013 y NCh 1333 Of 78), considerando la tabla niveles medios. Lo siguiente describe los parámetros empleados.

DQO

La demanda química de oxígeno, es un parámetro que determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar, toda materia susceptible de ser oxidada (llamada materia orgánica) a CO_2 y agua. Esto se hace por medios químicos, que se encuentran disueltas o en suspensión en una muestra líquida.

Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en ($\text{mg O}_2/\text{l}$). Aunque pretende medir la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas como sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.

Se aplica en aguas continentales (ríos, lagos), aguas negras, aguas pluviales u otras; que tengan una cantidad apreciable de materia orgánica.

Nitrato

Compuesto inorgánico que tiene un átomo de nitrógeno y tres de oxígeno. El símbolo químico es NO_3 . No se considera normalmente peligroso para la salud de las personas, a menos que sea reducido a nitrito (NO_2).

Se trata de una sustancia incolora, inodora y altamente oxidante. Mezclado con sustancias orgánicas puede provocar explosiones.

Ortofosfato

Los fosfatos son las sales o los ésteres (compuestos orgánicos derivados de petróleo o inorgánicos oxigenados) del ácido fosfórico.

Los fosfatos más avanzados son los ortofosfatos (prefijo “orto” suele representar a los ácidos más hidratados). Contienen el anión PO_4^{3-} .

Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, sobre todo en forma de apatita y forman parte esencial de dientes y huesos. Son indispensables en la formulación de abonos minerales. Un aporte suficiente de fósforo, en forma de fosfato, es esencial para el buen funcionamiento del cuerpo humano ya que interviene en los procesos bioquímicos más elementales (Wikipedia, 2015).

2.3 ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO.

Para analizar el cumplimiento de cada parámetro químico crítico se utilizan dos métodos: el primero, gráfico y el segundo, mediante elaboración de una tabla resumen.

Para desarrollar el primer método, se incorpora el desarrollo gráfico de cada parámetro crítico en cada estación de medición, obtenido tras tabla valores medios registrados. En el capítulo resultado se adjunta como modelo, el comportamiento de la DQO en la estación río Biobío en Rucalhue, con el fin de comprender la metodología general aplicada.

Importante es destacar que todos los gráficos incorporan en la leyenda los límites máximos y/o mínimos establecidos por norma, señalando si es secundaria (Chile, 2013) o NCh; de tal manera de comparar visualmente, el desarrollo del parámetro versus la reglamentación.

Luego, el segundo método se refiere a la elaboración de una tabla que indica la cantidad total de lecturas, y las que sobrepasan los máximos normados, con su respectiva equivalencia en porcentaje. A cada porcentaje se le otorga un valor crítico, se suma horizontalmente y se obtiene un total crítico para cada estación de medición.

Las estaciones de medición que se comportan como críticas, serán a las que se realiza el siguiente análisis estacional.

2.4 ANÁLISIS ESTACIONAL PARÁMETROS QUÍMICOS CRÍTICOS.

Para seleccionar los parámetros a graficar, el estudio siguiente se enfoca en aquellos asignados con valores críticos 2,3 y 4; lo que representa que más del 25% de las mediciones superan el límite máximo fijado. Se incorpora además el desarrollo gráfico de cada parámetro crítico, considerando cada estación del año.

La figura 2 muestra la distribución estacional por fecha, aplicada a las mediciones.

Otoño	21-mar	20-jun
Invierno	21-jun	20-sep
Primavera	21-sep	20-dic
Verano	21-dic	20-mar

Fig. 2. Distribución estaciones del año.

Cada lectura se ordena considerando la distribución de la figura 2. Luego se genera una base de datos, con fecha y medición, para cada estación de medición. El gráfico incorpora todo el desarrollo del parámetro, y concentra las estaciones de invierno, primavera y verano.

Finalmente se suma horizontalmente y se obtiene un total para invierno, primavera y verano para cada estación crítica de medición.

2.5 PRUEBA DE COMPARACIÓN ESTADÍSTICA

Para justificar si la diferencia entre las estaciones del año es o no significativa se utiliza la prueba sobre la media de observaciones pareadas, cuya finalidad es determinar si las variaciones en las concentraciones de cada parámetro crítico, en cada estación de medición, son o no relevantes estadísticamente.

La prueba estadística requiere lo siguiente:

- Términos pareados = elección de datos. En este caso serán dos estaciones, primavera e invierno ya que son las estaciones que presentan los peores y mejores niveles en las concentraciones respectivamente.
- Pares homogéneos: Considerando mediciones del mismo año.
- Hipótesis nula (H_0)
- Hipótesis alternativa (H_1)
- Elección de un grado de confianza representado por alfa, siendo $\alpha = 99\%$

La hipótesis nula plantea que: “Las concentraciones de los parámetros críticos analizados, en primavera e invierno, no presentan una diferencia significativa”. En cambio, la alternativa dice que: “Las concentraciones en primavera, sí superan significativamente, a las de invierno”.

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Incluye el desarrollo gráfico y analítico de la evaluación del cumplimiento normativo de los parámetros químicos.

La selección de parámetros críticos se hace de forma analítica, considerando el nivel de cumplimiento de las mediciones de cada parámetro, en cada estación hidrométrica y considera los valores medios registrados.

El cumplimiento de normativa se hace a través del método gráfico y analítico para cada parámetro químico crítico. Luego el análisis estacional evalúa los parámetros críticos de las estaciones de medición críticas y se obtiene el comportamiento para cada estación del año.

Por último la prueba estadística, se realiza para evaluar las diferencias que existen, entre dos estaciones del año, para cada parámetro químico crítico de las estaciones de medición críticas.


3.1. SELECCIÓN PARÁMETROS CRÍTICOS


La tabla 5 demarca los parámetros que exceden los máximos fijados en la norma secundaria siendo estos los que se comportan como críticos. Ningún parámetro sobrepasa la NCh 1333, de tal manera que solo se analizan los parámetros que arroja el proyecto de norma secundaria (Chile, 2013).

Tabla 5. Niveles medios registrados.

Código BNA	Nombre estación	Parámetros						
		Oxíg dis.	pH	Cloruro	DQO	Nitrato	Ortofosfato	Sulfato
08394003-4	Río Biobío en desembocadura (Boca Norte)	7,61	7,67	947,21	23,67	0,50	0,20	215,84
08394004-2	Río Biobío en desembocadura (Boca Sur)	7,90	7,54	14,31	17,87	0,58	0,38	15,11
08394005-0	Río Biobío antes planta La Mochita (CA)	8,75	7,87	5,39	21,19	0,28	0,31	10,53
08391001-1	Río Biobío en Santa Juana (CA)	8,76	7,47	5,62	12,40	0,61	0,31	10,27
08363001-9	Río Biobío bajo junta Río Vergara (CA)	8,63	6,56	4,3	---	0,47	---	5,3
08334001-0	Río Biobío en Coihue	10,24	7,84	5,71	12,01	0,72	0,36	8,59
08317001-8	Río Biobío en Rucalhue	10,41	7,67	5,01	11,99	0,63	0,38	6,57

Considerando:

NCh 1333 Of. 78  si no cumple:

Chile (2013) 

3.2 CUMPLIMIENTO NORMATIVA

Se realiza a través de método gráfico y analítico. El primero, compara cada lectura con el límite máximo establecido y el segundo, evalúa las mediciones totales versus las que exceden normativa, otorgando valor crítico a cada porcentaje de no cumplimiento. Así se logra obtener el comportamiento de cada estación de medición. Nacen aquí, las llamadas críticas.

3.2.1 MÉTODO GRÁFICO

La Fig. 3 muestra el desarrollo de la DQO en la estación río Biobío en Rucalhue, desde 01.03.2005 al 18.11.2014. Incorpora una línea horizontal que aparece en la leyenda, y que establece el límite máximo (10 mg/l) fijado en norma secundaria (Chile, 2013). Visualmente denota que varias mediciones exceden el máximo normado, especialmente entre los años 2006 y 2008.

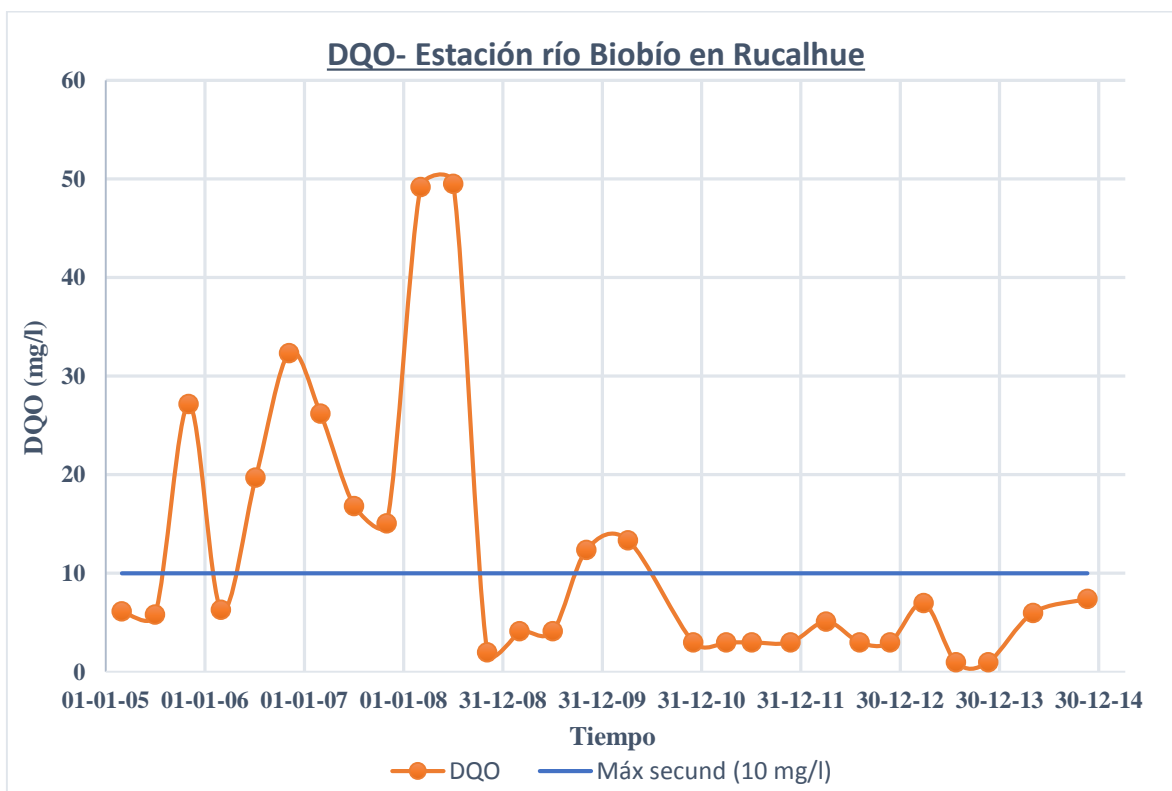


Fig. 3. Variación DQO estación río Biobío en Rucalhue.

3.2.2 MÉTODO ANALÍTICO

La tabla 6 detalla las mediciones totales versus las que sobrepasan los límites máximos fijados en las normativas (Chile, 2013 y NCh). Otorgando a cada lectura que excede un porcentaje de no cumplimiento; luego se aplica valor crítico a cada parámetro. Se realiza una suma horizontal y se obtiene el total para estación de medición.

Tabla 6. Niveles fuera de norma, en número y porcentaje.

<i>Nombre estación</i>	<i>total</i>		<i>DQO</i>	<i>total</i>		<i>Nitrato</i>	<i>total</i>		<i>Ortofosfato</i>
Río Biobío en desembocadura (Boca Norte)	26	15	57,7%						
Río Biobío en desembocadura (Boca Sur)	27	17	63%						
Río Biobío antes planta La Mochita (CA)	27	16	59,3%	21	8	38,1%	21	4	19%
Río Biobío en Santa Juana (CA)	27	11	40,7%	21	5	23,8%	21	6	28,6%
Río Biobío bajo junta Río Vergara (CA)				4	3	75%			
Río Biobío en Coihue	27	11	40,7%	21	3	14,3%	20	2	10%
Río Biobío en Rucalhue	28	10	35,7%	22	13	59,1%	20	2	10%

La tabla 7 indica el total para cada estación de medición, mostrando que dos de ellas, antes planta La Mochita y Rucalhue, presentan el peor comportamiento, ambas con 6 puntos; les sigue la estación río Biobío en Santa Juana, con 5 puntos. Por lo tanto serán tres las estaciones a analizar y serán llamadas críticas.

Se descarta el análisis para las otras cuatro (Desembocadura Boca Norte, Boca Sur, bajo junta río Vergara y Coihue), ya que presentan los menores niveles. Las primeras tres estaciones tienen el mismo total, con 3 puntos; las supera la estación de Coihue, con 4 puntos asignados.

Tabla 7. Zonas críticas.

<i>Nombre estación</i>	<i>DQO</i>	<i>Nitrato</i>	<i>Ortofosfato</i>	<i>total crít</i>
Río Biobío en desembocadura (Boca Norte)	3			3
Río Biobío en desembocadura (Boca Sur)	3			3
Río Biobío antes planta La Mochita (CA)	3	2	1	6
Río Biobío en Santa Juana (CA)	2	1	2	5
Río Biobío bajo junta Río Vergara (CA)		3		3
Río Biobío en Coihue	2	1	1	4
Río Biobío en Rucalhue	2	3	1	6

De las estaciones críticas seleccionadas, se descarta evaluar los parámetros designados con valor 1 (menos del 25% de los datos no cumple norma). Luego el análisis estacional se delimita a aquellos asignados con valores críticos 2,3 y 4. Considerar que ningún parámetro,

de las tres estaciones críticas, tiene asignado el valor crítico 4. Por lo tanto, el análisis estacional contempla realmente los valores críticos 2 y 3. La figura 4 detalla las estaciones y parámetros críticos que se analizan estacionalmente.

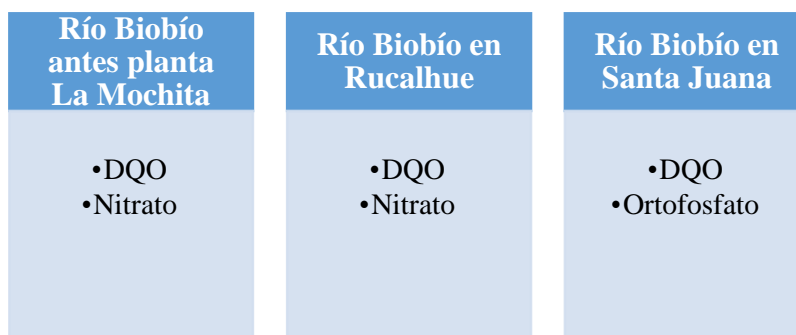


Fig. 4. Esquema análisis estacional.

3.3 ANÁLISIS ESTACIONAL

Se realiza para las estaciones de medición críticas, con el fin de mostrar el comportamiento de cada estación del año.

La Fig. 5 muestra el desarrollo que presenta la DQO en la estación río Biobío antes planta La Mochita. Incorpora la variabilidad de cada estación del año. Muestra que la estación de verano es la que presenta las mayores concentraciones acumuladas; en cambio primavera lo hace con los menores niveles.

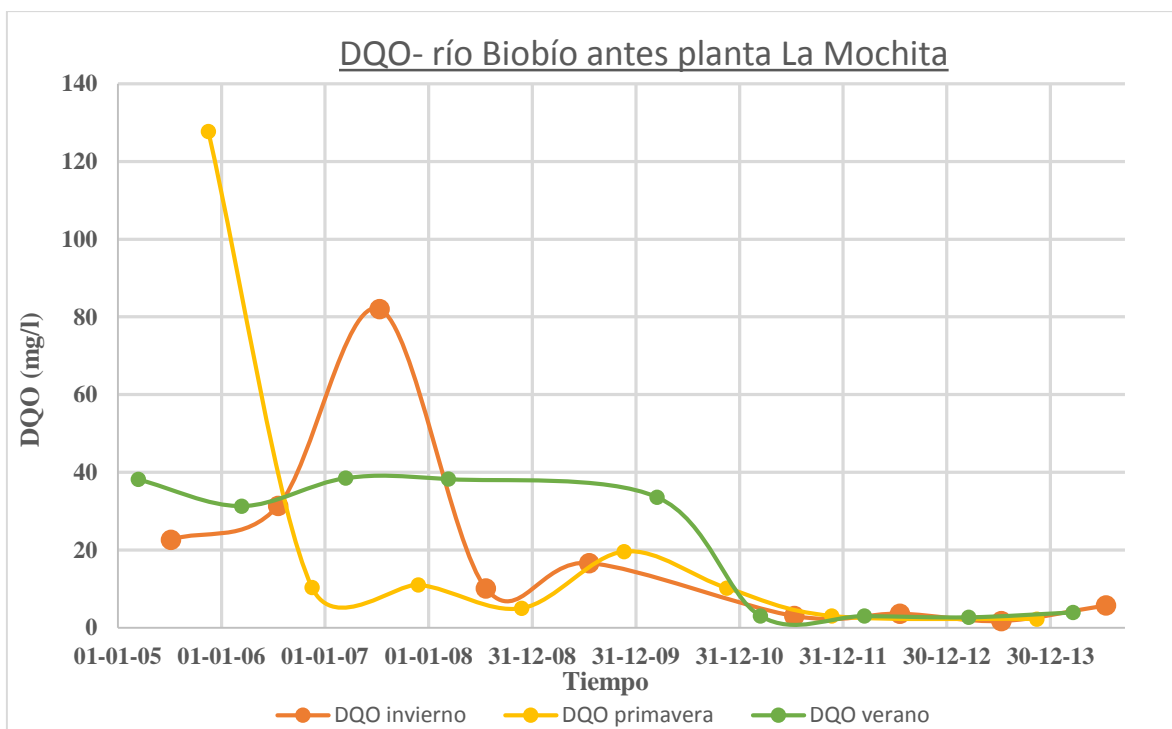


Fig. 5. Variación DQO estación antes planta La Mochita.

La Fig. 6 muestra el desarrollo del nitrato en la estación río Biobío en Rucalhue. Incorpora la variabilidad de cada estación del año. Muestra que la estación de verano es la que presenta las mayores concentraciones acumuladas; en cambio invierno lo hace con concentraciones significativamente menores.

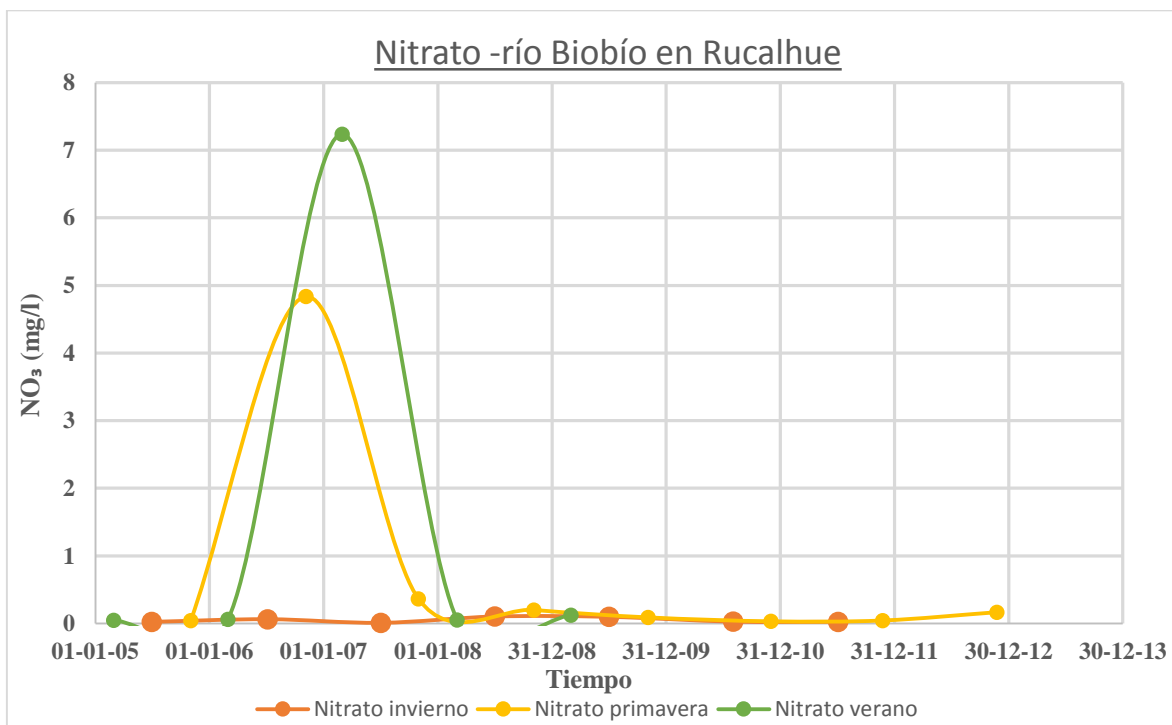


Fig. 6. Variación nitrato estación Rucalhue.

La metodología gráfica utilizada, para la DQO de la estación antes planta La Mochita y nitrato de la estación Rucalhue, se repite para cada parámetro crítico. Es importante mencionar que visualizar gráficamente el comportamiento real de un parámetro no representa algo muy evidente. Algunas estaciones del año pueden presentar altos niveles en las concentraciones pero a su vez niveles muy bajos, que quizás se equiparen. Para evitar o disminuir el efecto distractor se adjunta la tabla 8 que resume la cantidad total de mediciones y las que sobrepasan el máximo fijado, para cada parámetro crítico con su porcentaje respectivo.

Tabla 8. Niveles críticos, en número y porcentaje.

<i>Nombre estación</i>	<i>total</i>		<i>DQO</i>	<i>total</i>		<i>Nitrato</i>	<i>total</i>		<i>Ortofosfato</i>
Río Biobío antes planta La Mochita (CA)									
<i>invierno</i>	9	5	55,6%	7	1	14,3%			
<i>primavera</i>	8	5	62,5%	7	4	57,1%			
<i>verano</i>	9	5	55,6%	6	3	50%			
Río Biobío en Rucalhue									
<i>invierno</i>	8	3	37,5%	7	3	42,9%			
<i>otoño</i>	5	1	20%						
<i>primavera</i>	10	4	40%	8	5	62,5%			
<i>verano</i>	5	2	40%	5	4	80%			
Río Biobío en Santa Juana									
<i>invierno</i>	9	4	44,4%				7	0	0%
<i>primavera</i>	8	3	37,5%				7	4	57,1%
<i>verano</i>	9	3	33,3%				6	1	16,7%

Se otorga a cada porcentaje un valor crítico, que da origen a la tabla 9. Esta indica el comportamiento de cada estación crítica de medición para cada estación del año, en el caso de los parámetros críticos estudiados.

Tabla 9. Estaciones del año críticas.

<i>Nombre estación</i>	<i>DQO</i>	<i>Nitrato</i>	<i>Ortofosfato</i>	<i>total</i>
Río Biobío antes planta La Mochita				
<i>invierno</i>	3	1		4
<i>primavera</i>	3	3		6
<i>verano</i>	3	2		5
Río Biobío en Rucalhue				
<i>invierno</i>	2	2		4
<i>otoño</i>	1			1
<i>primavera</i>	2	3		5
<i>verano</i>	2	4		6
Río Biobío en Santa Juana				
<i>invierno</i>	2		1	3
<i>primavera</i>	2		3	5
<i>verano</i>	2		1	3
			invierno	11
			otoño	1
			primavera	16
			verano	14

El análisis demuestra que es la estación de primavera la que presenta los mayores niveles en las concentraciones, le sigue verano y luego invierno; sin embargo, la diferencia con respecto a las otras estaciones se debe verificar, para ello se realiza una prueba estadística. La evaluación en otoño se realiza solo para la DQO en la estación Rucalhue ya que el resto de los parámetros tiene solo dos mediciones.

Si primavera presenta la peor calidad química del agua, se puede asegurar que ¿la diferencia con respecto a las otras estaciones del año es significativa? y si ¿se presenta en todos los parámetros y estaciones de medición estudiadas?

3.4 PRUEBA ESTADÍSTICA

Con el propósito de evaluar si existen diferencias, estadísticamente, relevantes en los parámetros químicos críticos evaluados, se aplica la llamada prueba de media de observaciones pareadas.

La tabla 10 muestra los resultados tras aplicar la prueba, considerando cada estación y parámetro crítico.

Tabla 10. Resultados prueba estadística.

Nombre estación	Parámetro	t calculado	t tabulado	Zona	Conclusión
Estación antes planta La Mochita					
	DQO	-0,082	+ - 3,142	de aceptación	Se acepta H ₀
	nitrate	-1,679	+ - 3,142	de aceptación	Se acepta H ₀
Estación río Biobío en Rucalhue					
	DQO	0,121	+ - 2,997	de aceptación	Se acepta H ₀
	nitrate	-1,118	+ - 3,142	de aceptación	Se acepta H ₀
Estación río Biobío en Santa Juana					
	DQO	1,047	+ - 3,142	de aceptación	Se acepta H ₀
	ortofosfato	-1,324	+ - 3,142	de aceptación	Se acepta H ₀

La tabla 10 muestra que todos los parámetros se encuentran en la zona de aceptación, luego se acepta la hipótesis nula planteada. Por lo tanto, para todos los parámetros críticos analizados, no existe diferencia estadísticamente relevante, entre primavera e invierno.

3.5 ANÁLISIS FINAL

Si se considera la ubicación de las estaciones críticas (zonas con escasa y/o nula pendiente “msnm”), se nota que dos de ellas (estación antes planta La Mochita y Santa Juana), se encuentran en la zona de régimen potamon (parte baja del río), que se relaciona con una menor capacidad de dilución del cuerpo de agua, lo que produce que las concentraciones de cualquier sustancia o elemento aumenten. Difiere de la regla, el comportamiento de la DQO y nitrato en la estación Rucalhue, que se encuentra en la zona de régimen rítrón. Esta estación de medición ubicada en la comuna de Santa Bárbara (parte alta del río Biobío) muestra altas concentraciones de nitrato, entre los años 2006 y 2008. El nitrato, compuesto altamente soluble, se encuentra naturalmente en el suelo y agua a bajas concentraciones (4 mg/l); sin embargo dada la solubilidad se transporta fácilmente cuando fuentes contaminantes entran en contacto con el agua, algunas fuentes de contaminación por nitrato incluyen: sistemas sépticos, basureros, fertilizantes, estiércol y material vegetal en descomposición. La precipitación hace percolar nitrato de estas fuentes, lo que genera que el agua se infiltre en la tierra y corra en la superficie siendo llevado a las aguas subterráneas y/o aguas superficiales contaminándolas. Santa Bárbara se considera una comuna rural que da uso principalmente agrícola al suelo y que utiliza el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, desde el año 2008 en adelante (ESSBIO, 2012) pero no en su 100%, lo que significa que en los años anteriores hizo uso intensivo del sistema de fosas sépticas e incluso hoy en día, existen sectores alejados del centro urbano que lo siguen utilizando.

La norma secundaria (Chile, 2013) no establece límites para los parámetros: cloruro, nitrato, ortofosfato y sulfato, en el área de vigilancia BI-60 (desde puente mecano hasta Desembocadura Boca Norte) dada la influencia que genera la intrusión salina, que produce que el agua salada, más densa que el agua dulce, se introduzca desde el mar hacia los acuíferos costeros. Esto se genera en dos casos: cuándo se reduce el nivel freático de agua dulce o cuándo se eleva el nivel medio del mar. En ambos casos, el agua salada se eleva y se mueve penetrando sobre el agua dulce, lo que se relaciona con los altos niveles presentes de cloruro y sulfato especialmente.

4 CONCLUSIONES

Todos los parámetros químicos analizados cumplen NCh 1333 para vida acuática, pero tres de las siete estaciones de medición, presentan niveles críticos en alguno (s) de los parámetros estudiados, sobrepasando los límites fijados en el proyecto de norma secundaria (Chile, 2013). Es así como:

- Estación río Biobío antes planta La Mochita, lo hace en dos (DQO y nitrato).
- Estación río Biobío en Rucalhue, evidencia que dos exceden (DQO y nitrato).
- Estación río Biobío en Santa Juana, también en dos parámetros (DQO y ortofosfato).

Una de ellas, estación río Biobío antes planta La Mochita, se ubica antes del punto de obtención de agua por parte de la empresa sanitaria encargada de potabilizarla. El análisis muestra que la DQO excede la norma (59,3%, es decir, 16 de 27), al igual que el nitrato. A pesar de ello, se demuestra que la calidad del agua se puede considerar aceptable ya que el resto de parámetros cumple.

El análisis estacional muestra que es la temporada de primavera la que presenta el peor comportamiento, seguido por verano y luego invierno. Además, se verifica estadísticamente que ningún parámetro crítico presenta diferencias significativas entre primavera e invierno.

5 REFERENCIAS

DGA (2015). *Red hidrométrica cuenca río Biobío.*

Norma Chilena Oficial 1333 Of 78 (1987). *Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Segunda edición.*

Parra (2006). *Programa de monitoreo sistema río Biobío. Concepción, Chile.*

Proyecto de ley del Senado Chile (2013). *Norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Biobío.*

Valdovinos y Parra (2006). *La Cuenca del Río Biobío: Historia Natural de un Ecosistema de uso Múltiple. Publicaciones Centro Eula, 2. Recuperado el 17 de julio de 2015, de <http://www.eula.cl/images/stories/documentos/3.pdf>.*

Wikipedia (2015). *Hidrografía. Recuperado el 19 de septiembre 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Fosfato>.*

Wikipedia (2015). *Hidrografía. Recuperado el 22 de junio 2015, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrografía>.*

6 ANEXOS

Valores Individuales Microbiológicos												PERIODO: 01/01/2005-31/12/2014					
Primavera Verano Otoño Invierno																	
Estación:	RIO BIO BIO EN DESEMBOCADURA (BOCA NORTE)																
Código BNA:	08394003-4	Latitud S: 36°50' 00"						UTM Norte: 5921835 mts									
Altitud:	2 msnm	Longitud 73°05' 00"						UTM Este: 670925 mts									
Cuenca:	RIO BIO-BIO	SubCuen Rio Bio -Bio Bajo (Entre Rio Laja y Desembocac						Area de Dre 242210 Km2									
Aluminio Total												Arsenico Total		Bicarbonato		Boro	
Espectrofotor												Manchas de bron		Titulacion		Curcumin - Colorimetria	
FECHA :	HORA :	PROF.	Mg/L Al	I	mg/l	I	mg/l As	I	mg/l	I	mg/l B	I					
14-03-2005	11:20	0	0,5				0,001		51,699		1 <						
18-07-2005	11:20	0	0,2				0,001				1 <						
14-11-2005	15:00	0	0,1				0,001				1 <						
14-03-2006	16:00	0	0,2				0,001		51,61		1 <						
20-07-2006	11:25	0	2				0,001 <				1 <						
16-03-2007	12:30	0	0,4				0,001				1 <						
13-07-2007	11:30	0	0,7				0,001				1 <						
27-11-2007	11:35	0	0,3 <				0,001				1 <						
12-03-2008	12:15	0	0,3 <				0,001				3						
22-07-2008	12:50	0	0,3 <				0,001				1 <						
25-11-2008	12:05	0	0,01 <				0,001 <				0,086						
24-03-2009	12:00	0	0,021				0,001 <				0,141						
21-07-2009	12:15	0	0,9				0,001				1 <						
21-11-2009	11:30	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
18-03-2010	14:15	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
30-07-2010	11:30	0	1,3				0,001 <				1 <						
18-11-2010	14:40	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
15-03-2011	11:20	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
22-07-2011	10:40	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
22-11-2011	10:30	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
19-03-2012	15:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <						
19-07-2012	11:45	0					0,001 <				1 <						
18-03-2013	15:45	0	0,5 <				0,001 <				1 <						
10-07-2013	11:15	0	0,5 <				0,001 <				1 <						
13-11-2013	11:37	0				0,2 <	0,001 <				1 <						
20-03-2014	12:37	0				0,2 <	0,001 <				1 <						
15-07-2014	11:30	0	0,5 <				0,001 <				1 <						
05-11-2014	10:57	0	0,5 <				0,001 <				1 <						

FECHA :	HORA :	PROF.	Cloruro		Cadmio Total		Cadmio Total ICF		Calcio Total		Calcio disuelto	
			Potenciometría	Espectrofotometría	mg/l	l	mg/l	l	mg/l	Ca	l	mg/l
14-03-2005	11:20	0	891,185		0,01	<					23,749	
18-07-2005	11:20	0			0,01	<						
14-11-2005	15:00	0			0,01	<						
14-03-2006	16:00	0	463,51		0,01	<					17,962	
20-07-2006	11:25	0			0,01	<						
16-03-2007	12:30	0	207,686		0,01	<					14,968	
13-07-2007	11:30	0	28,212		0,01	<					6,519	
27-11-2007	11:35	0	755,776		0,01	<					32,3	
12-03-2008	12:15	0	12974,7		0,01	<					424,4	
22-07-2008	12:50	0	58,145		0,01	<					8,243	
25-11-2008	12:05	0	121		0,001	<					6,7	
24-03-2009	12:00	0	844		0,001	<					413	
21-07-2009	12:15	0	10,1		0,01	<					5,2	
21-11-2009	11:30	0	12,204		0,01	<					3,2	
18-03-2010	14:15	0	274,356		0,01	<					6,78	
30-07-2010	11:30	0	30,286		0,01	<			8,396			
18-11-2010	14:40	0	134,246		0,01	<			8,523			
15-03-2011	11:20	0	583,649		0,01	<			17,164			
22-07-2011	10:40	0	36,967		0,01	<			9,197			
22-11-2011	10:30	0	14,709		0,01	<			7,168			
19-03-2012	15:00	0	285,167		0,01	<			13,295			
19-07-2012	11:45	0	12,282		0,01	<			7,088			
18-03-2013	15:45	0	3323,37		0,01	<			113,455			
10-07-2013	11:15	0	20,6		0,01	<			7,6			
13-11-2013	11:37	0	111				0,004	<	6,7			
20-03-2014	12:37	0	2533,21				0,004	<	60,471			
15-07-2014	11:30	0	37,843		0,01	<			6,896			
05-11-2014	10:57	0	15,98		0,01	<			21,675			

FECHA :	HORA :	PROF.	Carbonato		Cobalto Total		Cobre Total		Conductividad E		Cromo Hexavalente Total	
			Titulación	mg/l	l	mg/l	l	mg/l	Cu	l	mhos/cm	l
14-03-2005	11:20	0	0		0,01	<	0,01		2850		0,01	<
18-07-2005	11:20	0			0,01	<	0,01	<	168		0,01	<
14-11-2005	15:00	0			0,01	<	0,01	<	350		0,01	<
14-03-2006	16:00	0	0		0,01	<	0,01		1732		0,01	<
20-07-2006	11:25	0			0,01	<	0,02		140		0,01	<
16-03-2007	12:30	0			0,01	<	0,01		920		0,01	<
13-07-2007	11:30	0			0,01	<	0,01	<	171		0,01	<
27-11-2007	11:35	0			0,01	<	0,01	<	232		0,01	<
12-03-2008	12:15	0			0,01	<	0,01		45		0,02	
22-07-2008	12:50	0			0,01	<	0,02		293		0,01	<
25-11-2008	12:05	0			0,005	<	0,005	<	561		0,012	
24-03-2009	12:00	0			0,005	<	0,005	<	4440		0,005	<
21-07-2009	12:15	0			0,01	<	0,01	<	106		0,01	<
21-11-2009	11:30	0			0,01	<	0,01	<	113		0,01	<
18-03-2010	14:15	0			0,01	<	0,01	<	1123		0,01	<
30-07-2010	11:30	0			0,01	<	0,01	<	10			
18-11-2010	14:40	0			0,01	<	0,02	<	574			
15-03-2011	11:20	0			0,01	<	0,02	<	2310			
22-07-2011	10:40	0			0,01	<	0,02	<	256			
22-11-2011	10:30	0			0,01	<	0,02	<	193			
19-03-2012	15:00	0			0,01	<	0,02	<	908			
19-07-2012	11:45	0			0,01	<	0,02	<	165			
18-03-2013	15:45	0			0,01	<	0,02	<	506			
10-07-2013	11:15	0			0,01	<	0,02	<	79			
13-11-2013	11:37	0			0,01	<	0,02	<	139			
20-03-2014	12:37	0			0,01	<	0,02	<	8310			
15-07-2014	11:30	0			0,04	<	0,02	<	204			
05-11-2014	10:57	0			0,04	<	0,02	<	145			

FECHA :	HORA :	PROF	Cromo Total		Cromo Total		Demanda Química		Fierro Total		Fósforo de Ortofosfato	
			Colorimetria	Colorimetria	Reflujo Dicromat	Espectrofotometría	Espectrofotometría	Kjeldahl - Colorimetria				
			mg/l Cr	l	mg/l Cr	l	mg/l O2	l	mg/l Fe	l	mg/l PO4	l
14-03-2005	11:20	0					44,948		0,22		0,196	
18-07-2005	11:20	0					27,61		0,42		0,059	
14-11-2005	15:00	0					18,106		0,07		0,197	
14-03-2006	16:00	0					11,425		0,04		0,148	
20-07-2006	11:25	0					8,809		1,66		0,053	
16-03-2007	12:30	0					31,053		0,17		0,155	
13-07-2007	11:30	0					78,29		0,4		0,111	
27-11-2007	11:35	0					11,01		0,11		0,144	
12-03-2008	12:15	0					150 >		0,05		0,141	
22-07-2008	12:50	0					14,77		0,3		0,073	
25-11-2008	12:05	0					6		0,026		1 <	
24-03-2009	12:00	0					15		0,031		1 <	
21-07-2009	12:15	0					36,044		0,59		0,066	
21-11-2009	11:30	0					36,302		0,262		0,109	
18-03-2010	14:15	0					60,431		0,03 <		0,073	
30-07-2010	11:30	0	0,01 <						1,044		0,069	
18-11-2010	14:40	0	0,01 <				10,201		0,232		0,137	
15-03-2011	11:20	0	0,01 <				3 <		0,207		0,167	
22-07-2011	10:40	0					5,687		0,494		0,076	
22-11-2011	10:30	0	0,03 <				3 <		0,265		0,106	
19-03-2012	15:00	0	0,03 <				3 <		0,185			
19-07-2012	11:45	0					3,589		0,291			
18-03-2013	15:45	0					9,936		0,198			
10-07-2013	11:15	0					2		0,31			
13-11-2013	11:37	0			0,009 <		6		0,17			
20-03-2014	12:37	0			0,009 <		11,606		6,966			
15-07-2014	11:30	0	0,05 <				7,989		0,476			
05-11-2014	10:57	0	0,05 <						0,155			

FECHA :	HORA :	PROF	Magnesio Total		Magnesio dis		Manganeso Total		Mercurio Total		Molibdeno Total	
			Espectrofotometría	Gravimetrico	Colorimetria - Pe	Espectrofotometría	Espectrofotometría	Espectrofotometría de at				
			mg/l Mg	l	mg/l Mg	l	mg/l Mn	l	mg/l Hg	l	mg/l Mo	l
14-03-2005	11:20	0			62,889		0,05		0,002		0,01 <	
18-07-2005	11:20	0					0,07		0,001 <		0,01 <	
14-11-2005	15:00	0					0,05		0,001 <		0,01 <	
14-03-2006	16:00	0			36,075		0,01		0,001		0,01 <	
20-07-2006	11:25	0					0,11		0,001		0,05 <	
16-03-2007	12:30	0			19,167		0,04		0,001 <		0,05 <	
13-07-2007	11:30	0			5,702		0,02		0,001 <		0,05 <	
27-11-2007	11:35	0			101,955		0,05		0,001 <		0,05 <	
12-03-2008	12:15	0			831		0,01		0,001 <		0,05 <	
22-07-2008	12:50	0			6,69		0,04		0,001 <		0,05 <	
25-11-2008	12:05	0			7,78		0,042		0,001 <		0,005 <	
24-03-2009	12:00	0			83		0,011		0,001 <		0,005 <	
21-07-2009	12:15	0			3,3		0,03		0,001 <		0,05 <	
21-11-2009	11:30	0			2,6		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
18-03-2010	14:15	0			23,67		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
30-07-2010	11:30	0	4,7				0,042		0,001 <		0,05 <	
18-11-2010	14:40	0	10,194				0,034		0,001 <		0,05 <	
15-03-2011	11:20	0	36,582				0,125		0,001 <		0,05 <	
22-07-2011	10:40	0	6,147				0,095		0,001 <		0,05 <	
22-11-2011	10:30	0	3,427				0,03		0,001 <			
19-03-2012	15:00	0	19,909				0,121		0,001 <		0,05 <	
19-07-2012	11:45	0	3,192				0,023		0,001 <		0,05 <	
18-03-2013	15:45	0	197,922				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
10-07-2013	11:15	0	3,9				0,03				0,05 <	
13-11-2013	11:37	0	3,1				0,02 <		0,002 <			
20-03-2014	12:37	0	191,718				0,02 <		0,002 <			
15-07-2014	11:30	0	5,675				0,037		0,002 <		0,05 <	
05-11-2014	10:57	0	4,446				0,03		0,002 <		0,05 <	

FECHA :	HORA :	PROF.	Níquel Total		Nitrógeno de Nitr		Níquel Total		Oxígeno Disuelto (% Saturación)	
			mg/l	l	mg/l NO ₃	l	mg/l Ni	l	mg/l O ₂	l
14-03-2005	11:20	0			0,433		0,01 <			
18-07-2005	11:20	0			0,997		0,01 <			
14-11-2005	15:00	0			0,366		0,01 <			
14-03-2006	16:00	0			0,521		0,01 <			
20-07-2006	11:25	0			0,302					
16-03-2007	12:30	0			0,86		0,02 <			
13-07-2007	11:30	0			0,486		0,02 <			
27-11-2007	11:35	0			0,681		0,02 <			
12-03-2008	12:15	0			0,353		0,02 <			
22-07-2008	12:50	0			0,421		0,02 <			
25-11-2008	12:05	0			0,56		0,005 <			
24-03-2009	12:00	0			0,42		0,005 <			
21-07-2009	12:15	0			0,433		0,02 <			
21-11-2009	11:30	0			0,518		0,02 <			
18-03-2010	14:15	0			0,327		0,02 <			
30-07-2010	11:30	0			0,585		0,02 <			
18-11-2010	14:40	0			0,097		0,02 <			
15-03-2011	11:20	0				0,241	0,02 <			
22-07-2011	10:40	0				0,29	0,02 <			
22-11-2011	10:30	0				1,098	0,02 <			
19-03-2012	15:00	0					0,02 <			
19-07-2012	11:45	0								
18-03-2013	15:45	0					0,05 <		64,5	
10-07-2013	11:15	0					0,05 <		82	
13-11-2013	11:37	0	0,02 <							
20-03-2014	12:37	0	0,02 <							
15-07-2014	11:30	0					0,05 <		64,8	
05-11-2014	10:57	0					0,05 <		64,2	

FECHA :	HORA :	PROF.	Oxígeno Disuelto Ph		Plata Total		Plomo Total		Plomo Total ICP-OES		
			mg/l O ₂	l	unid. ph	l	mg/l Ag	l	mg/l Pb	l	mg/l
14-03-2005	11:20	0	4,2		7,86		0,01 <		0,01 <		
18-07-2005	11:20	0	2,37		6,87		0,01 <		0,01 <		
14-11-2005	15:00	0	3,43		7,78		0,01 <		0,01 <		
14-03-2006	16:00	0	1,87		7,4		0,01		0,01 <		
20-07-2006	11:25	0	8,04		7,25		0,01 <		0,05 <		
16-03-2007	12:30	0	8,6		8,04		0,01 <		0,05 <		
13-07-2007	11:30	0	11,5		7,5		0,01 <		0,05 <		
27-11-2007	11:35	0	8,82		7,55		0,01 <		0,05 <		
12-03-2008	12:15	0	8,15		7,86		0,01 <		0,05 <		
22-07-2008	12:50	0	8,42		7,2		0,01 <		0,05 <		
25-11-2008	12:05	0	5,77		7,23		0,002 <		0,01 <		
24-03-2009	12:00	0	7,87		8,77		0,002 <		0,01 <		
21-07-2009	12:15	0	11,83		7,42		0,01 <		0,05 <		
21-11-2009	11:30	0	7,5		7,25		0,01 <		0,05 <		
18-03-2010	14:15	0	7,52		7,5		0,01 <		0,05 <		
30-07-2010	11:30	0	9,55		7,12		0,01 <		0,05 <		
18-11-2010	14:40	0	7,62		7,07		0,01 <		0,05 <		
15-03-2011	11:20	0	9,35		7,52		0,01 <		0,05 <		
22-07-2011	10:40	0	9,15		7,08		0,01 <		0,05 <		
22-11-2011	10:30	0	7,33		7,14		0,01 <		0,05 <		
19-03-2012	15:00	0	8,59		8,3		0,01 <		0,05 <		
19-07-2012	11:45	0	12,42		9,85		0,01 <				
18-03-2013	15:45	0	5,74				0,01 <		0,07 <		
10-07-2013	11:15	0	9,02		8,01		0,01 <		0,07 <		
13-11-2013	11:37	0	9,01		7,68		0,01 <			0,06 <	
20-03-2014	12:37	0	6,49		8,88		0,01 <			0,06 <	
15-07-2014	11:30	0	7,05		7,32		0,01 <		0,07 <		
05-11-2014	10:57	0	5,97		7,73		0,01 <		0,07 <		

FECHA :	HORA :	PROF.	Potasio Total		Potasio disu		Razon de Absorc	Selenio disuelto		Sodio Total	
			Espectrofotor	Fotometria d	Fotometria d	Diaminobencidit		Espectrofotometria de at			
			mg/l K	l	mg/l K	l	l	mg/l Se	l	mg/l Na	l
14-03-2005	11:20	0			21,207		11,198	0,001	<		
18-07-2005	11:20	0						0,001	<		
14-11-2005	15:00	0						0,001	<		
14-03-2006	16:00	0			11,809		7,587	0,001	<		
20-07-2006	11:25	0						0,001	<		
16-03-2007	12:30	0			7,144		6,711	0,001	<		
13-07-2007	11:30	0			1,523		0,932	0,001	<		
27-11-2007	11:35	0			17,421		3,421	0,001	<		
12-03-2008	12:15	0			246,105		56,238	0,001	<		
22-07-2008	12:50	0			2,099		2,262	0,001	<		
25-11-2008	12:05	0			5,55		4,767	0,005	<		
24-03-2009	12:00	0			27,6		15,492	0,005	<		
21-07-2009	12:15	0			1,2		0,844	0,001	<		
21-11-2009	11:30	0			1,1		1,155	0,001	<		
18-03-2010	14:15	0			7,34		6,354	0,001	<		
30-07-2010	11:30	0	1,989					0,001	<	24,602	
18-11-2010	14:40	0	4,897					0,001	<	82,167	
15-03-2011	11:20	0	16,404					0,001	<	361,651	
22-07-2011	10:40	0	19,803					0,001	<	34,314	
22-11-2011	10:30	0	1,518					0,001	<	15,585	
19-03-2012	15:00	0	8,01					0,001	<	179,105	
19-07-2012	11:45	0	1,374					0,001	<	11,184	
18-03-2013	15:45	0	0,686					0,001	<	353,652	
10-07-2013	11:15	0	1,5					0,001	<	15,6	
13-11-2013	11:37	0	2,2					0,001	<	15	
20-03-2014	12:37	0	68,929					0,001	<	1880,02	
15-07-2014	11:30	0	2,099					0,001	<	20,281	
05-11-2014	10:57	0	1,696					0,001	<	13,293	

FECHA :	HORA :	PROF.	Sodio disuelto		Sulfato		Temperatura		Zinc Total	
			mg/l	l	mg/l	l	Grad. C	l	mg/l Zn	l
14-03-2005	11:20	0	459,135		16,631		20		0,01	
18-07-2005	11:20	0					12,06		0,01	
14-11-2005	15:00	0					25,02		0,01 <	
14-03-2006	16:00	0	242,482		75,845		23,39		0,01	
20-07-2006	11:25	0					13,56		0,02	
16-03-2007	12:30	0	166,327		49		21,59		0,03	
13-07-2007	11:30	0	13,504		9		8,4		0,02	
27-11-2007	11:35	0	175,896		120		21,65		0,01	
12-03-2008	12:15	0	8652,54		1950		16,45		0,01	
22-07-2008	12:50	0	36,073		17		12,46		0,04	
25-11-2008	12:05	0	76,5		25		21,15		0,002 <	
24-03-2009	12:00	0	751		142		19,37		0,002 <	
21-07-2009	12:15	0	10		7,4		10,93		0,01	
21-11-2009	11:30	0	11,473		5		17,76		0,01 <	
18-03-2010	14:15	0	156,2		39,6		20,46		0,01 <	
30-07-2010	11:30	0			9,549		13,51		0,01 <	
18-11-2010	14:40	0			26,375		22,3		0,01 <	
15-03-2011	11:20	0			78,683		16,4		0,01 <	
22-07-2011	10:40	0					11,34		0,01 <	
22-11-2011	10:30	0					17,86		0,01 <	
19-03-2012	15:00	0					21,89		0,01 <	
19-07-2012	11:45	0					10,14		0,01 <	
18-03-2013	15:45	0			425,601		20,05		0,01 <	
10-07-2013	11:15	0			8,9		11,61		0,01 <	
13-11-2013	11:37	0			11,1		20,39			
20-03-2014	12:37	0			1390,88		20,61			
15-07-2014	11:30	0			14,194		11,24		0,01 <	
05-11-2014	10:57	0			10,809		18,44		0,02	
INDICADOR: < : Medida Menor a la Sensibilidad										
> : Medida mayor que la sensibilidad										
D : Medida dudosa										
E : Medida errónea										

Fig. 1. Reporte calidad de aguas estación Desembocadura (Boca Norte).

Fuente: DGA (2015).

		Valores Individuales Microbiológicos				PERIODO: 01/01/2005-31/12/2014						
		Primavera Verano Otoño Invierno										
Estación:	RIO BIOBIO RN DESEMBOCADURA (BOCA SUR)											
Código BNA:	08394004-2	Latitud S: 36°51'00"				UTM Norte: 5919986 mts						
Altitud:	2 msnm	Longitud 73°05'00"				UTM Este: 670888 mts						
Cuenca:	RIO BIO-BIO	SubCuen Rio Bio-Bio Bajo (Entre Rio Laja y Desembocac				Area de Dre 242210 Km2						
		Aluminio Total		Aluminio Tot		Arsenico Total		Bicarbonato		Boro		
		Espectrofotor				Manchas de bron		Titulacion		Curcumin - Colorimetria		
FECHA :	HORA	PROF.	Mg/L Al	I	mg/l	I	mg/l As	I	mg/l	I	mg/l B	I
14-03-2005	12:30	0	0,3				0,002		57,71		1	<
18-07-2005	12:30	0	0,3				0,001	<			1	<
14-11-2005	16:15	0	0,1				0,001				1	<
14-03-2006	13:10	0	0,4				0,001	<	48,628		1	<
20-07-2006	12:10	0	1,8				0,001				1	<
17-11-2006	13:40	0	0,6				0,001	<			1	<
16-03-2007	13:20	0	0,7				0,001				1	<
13-07-2007	12:15	0	0,8				0,001				1	<
27-11-2007	12:20	0	0,3				0,001				1	<
12-03-2008	13:10	0	0,3				0,001				1	<
22-07-2008	13:45	0	1,4				0,001				1	<
25-11-2008	13:00	0	0,01	<			0,001	<			0,125	
24-03-2009	13:00	0	0,026				0,001	<			0,002	<
21-07-2009	13:10	0	0,4				0,001				1	<
21-11-2009	12:30	0	0,3	<			0,001	<			1	<
16-03-2010	15:40	0	0,3	<			0,001	<			1	<
30-07-2010	12:50	0	0,3	<			0,001	<			1	<
18-11-2010	15:40	0	0,3	<			0,001	<			1	<
15-03-2011	12:10	0	0,3	<			0,001	<			1	<
22-07-2011	11:30	0	0,3	<			0,001	<			1	<
21-11-2011	17:00	0	0,3	<			0,001	<			1	<
15-03-2012	17:30	0	0,3	<			0,001	<			1	<
19-07-2012	12:45	0					0,001	<			1	<
19-03-2013	15:45	0	0,5	<			0,001	<			1	<
10-07-2013	16:00	0	0,5	<			0,001	<			1	<
12-11-2013	18:00	0			0,33		0,001	<			1	<
19-03-2014	16:30	0			0,2	<	0,001	<			1	<
14-07-2014	16:35	0	0,5	<			0,001	<			1	<
04-11-2014	15:15	0	0,629				0,001	<			1	<

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cloruro		Cadmio Total		Cadmio Total ICF		Calcio Total		Calcio disuelto	
			mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l
14-03-2005	12:30	0	59,528		0,01	<					10,925	
18-07-2005	12:30	0			0,01	<						
14-11-2005	16:15	0			0,01	<						
14-03-2006	13:10	0	7,125		0,01	<					8,738	
20-07-2006	12:10	0			0,01	<						
17-11-2006	13:40	0			0,01	<						
16-03-2007	13:20	0	9,548		0,01	<					7,973	
13-07-2007	12:15	0	10,314		0,01	<					6,434	
27-11-2007	12:20	0	6,487		0,01	<					7,453	
12-03-2008	13:10	0	31,099		0,01	<					9,6	
22-07-2008	13:45	0	6,36		0,01	<					4,605	
25-11-2008	13:00	0	9,48		0,001	<					3,27	
24-03-2009	13:00	0	17		0,001	<					15,7	
21-07-2009	13:10	0	14,7		0,01	<					7,4	
21-11-2009	12:30	0	3,749		0,01	<					4,297	
16-03-2010	15:40	0	6,43		0,01	<					5,3	
30-07-2010	12:50	0	11,14		0,01	<			17,59			
18-11-2010	15:40	0	3,993		0,01	<			6,152			
15-03-2011	12:10	0	8,616		0,01	<			9,761			
22-07-2011	11:30	0	7,393		0,01	<			6,486			
21-11-2011	17:00	0	3,209		0,01	<			7,021			
15-03-2012	17:30	0	8,346		0,01	<			9,425			
19-07-2012	12:45	0	4,335		0,01	<			6,785			
19-03-2013	15:45	0	73,692		0,01	<			10,754			
10-07-2013	16:00	0	6,6		0,01	<			7,9			
12-11-2013	18:00	0	4,7				0,004	<	7,7			
19-03-2014	16:30	0	32,19				0,004	<	12,175			
14-07-2014	16:35	0	7,043		0,01	<			6,728			
04-11-2014	15:15	0	4,585		0,01	<			10,487			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Carbonato		Cobalto Total		Cobre Total		Inductividad Específica		Hexavalente Total	
			mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l	mhos/cm	l	mg/l	l
14-03-2005	12:30	0	0		0,01	<	0,01		342		0,01	<
18-07-2005	12:30	0			0,01	<	0,01		187		0,01	<
14-11-2005	16:15	0			0,01	<	0,01	<	199		0,01	<
14-03-2006	13:10	0	0		0,01	<	0,01		126		0,01	<
20-07-2006	12:10	0			0,01	<	0,02		126			
17-11-2006	13:40	0			0,01	<	0,01		90		0,01	<
16-03-2007	13:20	0			0,01	<	0,01		145		0,01	<
13-07-2007	12:15	0			0,01	<	0,01		114		0,01	<
27-11-2007	12:20	0			0,01	<	0,01	<	123		0,01	<
12-03-2008	13:10	0			0,01	<	0,02		241		0,02	<
22-07-2008	13:45	0			0,01	<	0,02		80		0,01	<
25-11-2008	13:00	0			0,005	<	0,005	<	142		0,012	<
24-03-2009	13:00	0			0,005	<	0,005	<	184		0,005	<
21-07-2009	13:10	0			0,01	<	0,01	<	158		0,01	<
21-11-2009	12:30	0			0,01	<	0,01	<	82		0,01	<
16-03-2010	15:40	0			0,01	<	0,02	<	129		0,01	<
30-07-2010	12:50	0			0,01	<	0,01	<	147			
18-11-2010	15:40	0			0,01	<	0,01	<	98			
15-03-2011	12:10	0			0,01	<	0,02	<	154			
22-07-2011	11:30	0			0,01	<	0,02	<	97			
21-11-2011	17:00	0			0,01	<	0,02	<	92			
15-03-2012	17:30	0			0,01	<	0,02	<	62			
19-07-2012	12:45	0			0,01	<	0,02	<	112			
19-03-2013	15:45	0			0,01	<	0,02	<	155			
10-07-2013	16:00	0			0,01	<	0,02	<	39			
12-11-2013	18:00	0			0,01	<	0,02	<	101			
19-03-2014	16:30	0			0,01	<	0,02	<	220			
14-07-2014	16:35	0			0,04	<	0,02	<	107			
04-11-2014	15:15	0			0,04	<	0,02	<	103			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cromo Total		Cromo Total IC		Demanda Química de Fierro Total		Fósforo de Ortofosfato			
			Colorimetría		Colorimetría		Reflujo Dicromato de Espectrofotometría		Kjeldahl - Colorimetría			
			mg/l Cr	l	mg/l Cr	l	mg/l O2	l	mg/l Fe	l	mg/l PO4	l
14-03-2005	12:30	0					52,709		0,22		0,267	
18-07-2005	12:30	0					19,076		0,35		0,08	
14-11-2005	16:15	0					14,549		0,08		0,212	
14-03-2006	13:10	0					22,326		0,71		0,084	
20-07-2006	12:10	0					21,563		1,63		0,091	
17-11-2006	13:40	0					12,306		0,3		4,235	
16-03-2007	13:20	0					26,851		0,35		0,043	
13-07-2007	12:15	0					54,19		0,65		0,042	
27-11-2007	12:20	0					14,14		0,19		0,172	
12-03-2008	13:10	0					34,17		0,11		0,092	
22-07-2008	13:45	0					29,16		1,47		0,12	
25-11-2008	13:00	0					6		0,023		1 <	
24-03-2009	13:00	0					15		0,037		1 <	
21-07-2009	13:10	0					30,412		0,35		0,12	
21-11-2009	12:30	0					26,141		0,432		0,109	
16-03-2010	15:40	0					20,466		0,3		0,11	
30-07-2010	12:50	0	0,01 <						0,429		0,124	
18-11-2010	15:40	0	0,01 <				11,445		0,303		0,043	
15-03-2011	12:10	0	0,01 <				3 <		0,184		0,034	
22-07-2011	11:30	0					6,777		0,366		0,03	
21-11-2011	17:00	0	0,03 <				3 <		0,311		0,038	
15-03-2012	17:30	0	0,03 <				3 <		0,374			
19-07-2012	12:45	0					3,589		0,203			
19-03-2013	15:45	0					8,016		0,213			
10-07-2013	16:00	0					4,9		0,42			
12-11-2013	18:00	0			0,009 <		3,8		0,37			
19-03-2014	16:30	0			0,009 <		9,771		0,133			
14-07-2014	16:35	0	0,05 <				26,133		0,666			
04-11-2014	15:15	0	0,05 <						0,361			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio Total		Magnesio disu		Manganeso Total		Mercurio Total		Molibdeno Total	
			Espectrofotomet		Gravimetrico		Colorimetría - Persul		Espectrofotometría		Espectrofotometría de absorci	
			mg/l Mg	l	mg/l Mg	l	mg/l Mn	l	mg/l Hg	l	mg/l Mo	l
14-03-2005	12:30	0			8,313		0,23		0,002		0,01 <	
18-07-2005	12:30	0					0,03		0,001 <		0,01 <	
14-11-2005	16:15	0					0,07		0,001 <		0,01 <	
14-03-2006	13:10	0			3,579		0,09		0,001		0,01 <	
20-07-2006	12:10	0					0,09		0,001		0,05 <	
17-11-2006	13:40	0					0,05		0,001 <		0,05 <	
16-03-2007	13:20	0			4,317		0,09		0,001 <		0,05 <	
13-07-2007	12:15	0			4,662		0,03		0,001 <		0,05 <	
27-11-2007	12:20	0			3,471		0,04		0,001 <		0,05 <	
12-03-2008	13:10	0			5,8		0,04		0,001 <		0,05 <	
22-07-2008	13:45	0			2,885		0,09		0,001 <		0,05 <	
25-11-2008	13:00	0			3,22		0,041		0,001 <		0,005 <	
24-03-2009	13:00	0			5,94		0,001 <		0,001 <		0,005 <	
21-07-2009	13:10	0			5,9		0,01		0,001 <		0,05 <	
21-11-2009	12:30	0			0,9		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
16-03-2010	15:40	0			4,54		0,03		0,001 <		0,05 <	
30-07-2010	12:50	0	4,885				0,39		0,001 <		0,05 <	
18-11-2010	15:40	0	2,619				0,03		0,001 <		0,05 <	
15-03-2011	12:10	0	4,523				0,024		0,001 <		0,05 <	
22-07-2011	11:30	0	3,257				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
21-11-2011	17:00	0	2,67				0,024		0,001 <			
15-03-2012	17:30	0	3,543				0,033		0,001 <		0,05 <	
19-07-2012	12:45	0	2,493				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
19-03-2013	15:45	0	4,584				0,024		0,001 <		0,05 <	
10-07-2013	16:00	0	2,8				0,02 <				0,05 <	
12-11-2013	18:00	0	2,6				0,02 <		0,002 <			
19-03-2014	16:30	0	5,909				3,182		0,002 <			
14-07-2014	16:35	0	3,365				0,068		0,002 <		0,05 <	
04-11-2014	15:15	0	3,31				0,04		0,002 <		0,05 <	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Níquel Total ICP-		Nitrógeno de Ni		Nitrógeno de Nitrito		Níquel Total		Oxígeno Disuelto (% Saturación)	
			mg/l	l	mg/l NO3	l	mg/l	l	mg/l Ni	l	mg/l O2	l
14-03-2005	12:30	0			1,183				0,01 <			
18-07-2005	12:30	0			0,721				0,01 <			
14-11-2005	16:15	0			3,449				0,01 <			
14-03-2006	13:10	0			0,476				0,01 <			
20-07-2006	12:10	0			0,677							
17-11-2006	13:40	0			0,2				0,02 <			
16-03-2007	13:20	0			0,186				0,02 <			
13-07-2007	12:15	0			0,247				0,02 <			
27-11-2007	12:20	0			0,979				0,02 <			
12-03-2008	13:10	0			0,099				0,02 <			
22-07-2008	13:45	0			0,565				0,02 <			
25-11-2008	13:00	0			0,2 <				0,005 <			
24-03-2009	13:00	0			0,21				0,005 <			
21-07-2009	13:10	0			0,536				0,02 <			
21-11-2009	12:30	0			0,461				0,02 <			
16-03-2010	15:40	0			0,572				0,02 <			
30-07-2010	12:50	0			0,298				0,02 <			
18-11-2010	15:40	0			0,026				0,02 <			
15-03-2011	12:10	0					0,341		0,02 <			
22-07-2011	11:30	0					0,275		0,02 <			
21-11-2011	17:00	0					0,443		0,02 <			
15-03-2012	17:30	0							0,02 <			
19-07-2012	12:45	0										
19-03-2013	15:45	0							0,05 <	65,8		
10-07-2013	16:00	0							0,05 <	89,8		
12-11-2013	18:00	0	0,02 <									
19-03-2014	16:30	0	0,02 <									
14-07-2014	16:35	0							0,05 <	65,5		
04-11-2014	15:15	0							0,05 <	79,7		

FECHA :	HORA :	PROF. :	Oxígeno Disuelto Ph		Plata Total		Plomo Total		Plomo Total ICP-OES		
			mg/l O2	l	mg/l Ag	l	mg/l Pb	l	mg/l	l	
14-03-2005	12:30	0	3,9	7,62	0,01 <		0,01 <				
18-07-2005	12:30	0	2,75	6,78	0,01 <		0,01 <				
14-11-2005	16:15	0	3,57	8,08	0,01 <		0,01 <				
14-03-2006	13:10	0	2,07	7,83	0,01 <		0,01 <				
20-07-2006	12:10	0	6,94	6,79	0,01 <						
17-11-2006	13:40	0	7,94		0,01 <		0,05 <				
16-03-2007	13:20	0	8,05	7,85	0,01 <		0,05 <				
13-07-2007	12:15	0	11,59	7,33	0,01 <		0,05 <				
27-11-2007	12:20	0	8,4	7,38	0,01 <		0,05 <				
12-03-2008	13:10	0	8,7	8,06	0,01 <		0,05 <				
22-07-2008	13:45	0	9,72	7,34	0,01 <		0,05 <				
25-11-2008	13:00	0	6,61	7,31	0,002 <		0,01 <				
24-03-2009	13:00	0	8,25	8,72	0,002 <		0,01 <				
21-07-2009	13:10	0	9,57	7,07	0,01 <		0,05 <				
21-11-2009	12:30	0	9,7	7,25	0,01 <		0,05 <				
16-03-2010	15:40	0	8,46	7,53	0,01 <		0,05 <				
30-07-2010	12:50	0	7,17	6,77	0,01 <		0,05 <				
18-11-2010	15:40	0	9,3	7,03	0,01 <		0,05 <				
15-03-2011	12:10	0	10	7,17	0,01 <		0,05 <				
22-07-2011	11:30	0	10,88	6,81	0,01 <		0,05 <				
21-11-2011	17:00	0	8,92	7,03	0,01 <		0,05 <				
15-03-2012	17:30	0	6,81	7,01	0,01 <		0,05 <				
19-07-2012	12:45	0	13,74	8,48	0,01 <						
19-03-2013	15:45	0	5,94		0,01 <		0,07 <				
10-07-2013	16:00	0	9,81	8,62	0,01 <		0,07 <				
12-11-2013	18:00	0	9,24	7,89	0,01 <					0,06 <	
19-03-2014	16:30	0	6,8	9,43	0,01 <					0,06 <	
14-07-2014	16:35	0	7,05	7,12	0,01 <		0,07 <				
04-11-2014	15:15	0	7,31	7,25	0,01 <		0,07 <				

FECHA :	HORA :	PROF. :	Potasio Total		Potasio disuelto		Razon de Absorción	Selenio disuelto		Sodio Total				
			Espectrofotomet	mg/l K	l	Fotometria de ll	mg/l K	l	Diaminobencidina	mg/l Se	l	Espectrofotometria de absorci	mg/l Na	l
14-03-2005	12:30	0				3,808			2,228		0,001 <			
18-07-2005	12:30	0									0,001 <			
14-11-2005	16:15	0									0,001 <			
14-03-2006	13:10	0				1,531			0,667		0,001 <			
20-07-2006	12:10	0									0,001 <			
17-11-2006	13:40	0									0,001 <			
16-03-2007	13:20	0				1,636			1,104		0,001 <			
13-07-2007	12:15	0				126			0,572		0,001 <			
27-11-2007	12:20	0				149			0,793		0,001 <			
12-03-2008	13:10	0				2,445			1,752		0,001 <			
22-07-2008	13:45	0				1,322			0,48		0,001 <			
25-11-2008	13:00	0				2,72			1,062		0,005 <			
24-03-2009	13:00	0				2,11			1,232		0,005 <			
21-07-2009	13:10	0				1,6			0,739		0,001 <			
21-11-2009	12:30	0				0,8			1,609		0,001 <			
16-03-2010	15:40	0				1,73			0,671		0,001 <			
30-07-2010	12:50	0	2,6								0,001 <	13,478		
18-11-2010	15:40	0	1,383								0,001 <	7,174		
15-03-2011	12:10	0	2,03								0,001 <	13,752		
22-07-2011	11:30	0	2,244								0,001 <	7,365		
21-11-2011	17:00	0	1,092								0,001 <	7,343		
15-03-2012	17:30	0	1,684								0,001 <	12,317		
19-07-2012	12:45	0	1,016								0,001 <	6,059		
19-03-2013	15:45	0	2,34								0,001 <	14,877		
10-07-2013	16:00	0	1,2								0,001 <	8,9		
12-11-2013	18:00	0	1,6								0,001 <	8,6		
19-03-2014	16:30	0	3,32								0,001 <	31,382		
14-07-2014	16:35	0	1,445								0,001 <	8,54		
04-11-2014	15:15	0	1,459								0,001 <	9,326		

FECHA :	HORA :	PROF. :	Sodio disuelto		Sulfato		Temperatura		Zinc Total	
			mg/l	l	mg/l	l	Termometro	Grad. C	mg/l Zn	l
14-03-2005	12:30	0	40,151		17,002		21,42		0,03	
18-07-2005	12:30	0					9,72		0,03	
14-11-2005	16:15	0					25,3		0,01 <	
14-03-2006	13:10	0	9,272		8,985		20,2		0,01 <	
20-07-2006	12:10	0					12,22		0,01	
17-11-2006	13:40	0					18,11		0,01	
16-03-2007	13:20	0	15,58		20		21,54		0,02	
13-07-2007	12:15	0	7,8		8		6,89		0,04	
27-11-2007	12:20	0	10,449		15		19,7		0,02	
12-03-2008	13:10	0	27,847		27		18,55		0,01	
22-07-2008	13:45	0	5,339		3		10,39		0,06	
25-11-2008	13:00	0	11,3		8,7		21,7		0,002 <	
24-03-2009	13:00	0	22,6		15,5		19,38		0,002 <	
21-07-2009	13:10	0	11,1		11,9		9,97		0,01	
21-11-2009	12:30	0	14,051		3,1		14,9		0,01 <	
16-03-2010	15:40	0	8,71		8,4		17,18		0,01 <	
30-07-2010	12:50	0			12,237		10,01		0,01 <	
18-11-2010	15:40	0			9,203		20,45		0,01 <	
15-03-2011	12:10	0			15,945		16,69		0,01 <	
22-07-2011	11:30	0					9,21		0,01 <	
21-11-2011	0,7083	0					21,94		0,01 <	
15-03-2012	0,7292	0					22,97		0,01 <	
19-07-2012	0,5313	0					9,23		0,01 <	
19-03-2013	0,6563	0			26,753		20,04		0,01 <	
10-07-2013	0,6667	0			8,6		11,12		0,01 <	
12-11-2013	0,75	0			8,9		22,77			
19-03-2014	0,6875	0			65,227		20,53			
14-07-2014	0,691	0			13,991		11,46		0,01 <	
04-11-2014	0,6354	0			9,896		19,23		0,03	
INDICADOR: < : Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento										
> : Medida mayor que la sensibilidad del instrumento										
D : Medida dudosa										
E : Medida errónea										

Fig. 2. Reporte calidad de aguas estación Desembocadura (Boca Sur).

Fuente: DGA (2015).

		Valores Individuales Microbiológicos				PERIODO: 01/01/2005-31/12/2014						
		Primavera Verano Otoño Invierno										
Estación:	RIO BIO-BIO ANTES PLANTA LA MOCHITA (CA)											
Código BNA:	08394005-0	Latitud S: 36°50' 00"				UTM Norte: 5921775 mts						
Altitud:	0 msnm	Longitud 73°03' 00"				UTM Este: 673898 mts						
Cuenca:	RIO BIO-BIO	SubCuen Rio Bio-Bio Bajo (Entre Rio Laja y Desembocac				Area de Dre 0.0 Km2						
		Aluminio Total		Aluminio Tot		Arsenico Total		Bicarbonato		Boro		
		Espectrofotor				Manchas de bron		Titulacion		Curcumin - Colorimetria		
FECHA :	HORA	PROF.	Mg/L Al	I	mg/l	I	mg/l As	I	mg/l	I	mg/l B	I
14-03-2005	15:45	0	0,6				0,001		48,693		1	<
07-07-2005	14:20	0	1,1				0,001				1	<
16-11-2005	12:30	0	0,1				0,001				1	<
13-03-2006	16:30	0	0,8				0,001		44,576		1	<
20-07-2006	12:45	0	3,6				0,001				1	<
16-11-2006	17:20	0	1,1				0,001				1	<
15-03-2007	13:10	0	0,8				0,001				1	<
12-07-2007	13:10	0	0,8				0,001				1	<
26-11-2007	16:00	0	0,6				0,001				1	<
11-03-2008	16:15	0	0,6				0,002				1	<
21-07-2008	16:20	0	0,8				0,001 <				1	<
24-11-2008	16:30	0	0,01 <				0,001 <			0,074		
23-03-2009	16:30	0	0,034				0,001 <			0,002 <		
20-07-2009	12:50	0	0,9				0,001				1	<
20-11-2009	18:20	0	0,3 <				0,001 <				1	<
16-03-2010	16:15	0	0,3 <				0,001 <				1	<
30-07-2010	10:00	0	0,7				0,001 <				1	<
16-11-2010	13:20	0	0,3 <				0,001 <				1	<
15-03-2011	14:35	0	0,3 <				0,001 <				1	<
12-07-2011	16:25	0	0,898				0,001 <				1	<
21-11-2011	14:00	0	1,257				0,001				1	<
15-03-2012	12:15	0	0,3 <				0,001 <				1	<
18-07-2012	13:00	0					0,001 <				1	<
18-03-2013	13:15	0	0,579				0,001 <				1	<
10-07-2013	11:23	0	1,02				0,001 <				1	<
13-11-2013	12:05	0			0,59		0,001 <				1	<
20-03-2014	13:21	0			0,201		0,001 <				1	<
14-07-2014	12:00	0	0,5 <				0,001 <				1	<
05-11-2014	11:25	0	0,811				0,001 <				1	<

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cloruro		Cadmio Total		Cadmio Total ICF		Calcio Total		Calcio disuelto	
			mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l
14-03-2005	15:45	0	9,747		0,01	<					9,338	
07-07-2005	14:20	0			0,01	<						
16-11-2005	12:30	0			0,01	<						
13-03-2006	16:30	0	4,987		0,01						8,357	
20-07-2006	12:45	0			0,01	<						
16-11-2006	17:20	0			0,01	<						
15-03-2007	13:10	0	7,161		0,01	<					7,402	
12-07-2007	13:10	0	6,686		0,01	<					5,582	
26-11-2007	16:00	0	5,832		0,01	<					5,497	
11-03-2008	16:15	0	9,963		0,01	<					9,19	
21-07-2008	16:20	0	3,697		0,01	<					4,605	
24-11-2008	16:30	0	4,86		0,002						2,58	
23-03-2009	16:30	0	7,3		0,001	<					17,2	
20-07-2009	12:50	0	4,1		0,01	<					5,3	
20-11-2009	18:20	0	3,2		0,01	<					3,3	
16-03-2010	16:15	0	5,504		0,01	<					5,03	
30-07-2010	10:00	0	4,874		0,01	<			7,887			
16-11-2010	13:20	0	2,891		0,01	<			6,25			
15-03-2011	14:35	0	7,504		0,01	<			9,31			
12-07-2011	16:25	0	4,705		0,01	<			7,514			
21-11-2011	14:00	0	2,407		0,01	<			7,131			
15-03-2012	12:15	0	7,651		0,01	<			8,774			
18-07-2012	13:00	0	2,601		0,01	<			7,291			
18-03-2013	13:15	0	7,947		0,01	<			10,703			
10-07-2013	11:23	0	3,7		0,01	<			8,1			
13-11-2013	12:05	0	3,2				0,004	<	7			
20-03-2014	13:21	0	8,397				0,004	<	9,794			
14-07-2014	12:00	0	3,314		0,01	<			6,728			
05-11-2014	11:25	0	2,5	<	0,01	<			7,923			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Carbonato		Cobalto Total		Cobre Total		Conductividad Específica		Hexavalente Total	
			mg/l	l	mg/l	l	mg/l	l	mhos/cm	l	mg/l	l
14-03-2005	15:45	0	0		0,01	<	0,01		127		0,01	<
07-07-2005	14:20	0			0,01	<	0,01		74		0,01	<
16-11-2005	12:30	0			0,01	<	0,01	<	87		0,01	
13-03-2006	16:30	0	0		0,01	<	0,01		112		0,01	<
20-07-2006	12:45	0			0,01	<	0,02		67		0,01	
16-11-2006	17:20	0			0,01	<	0,02		69		0,01	<
15-03-2007	13:10	0			0,01	<	0,01		107		0,01	<
12-07-2007	13:10	0			0,01	<	0,01		90		0,01	<
26-11-2007	16:00	0			0,01	<	0,01	<	87		0,01	<
11-03-2008	16:15	0			0,01	<	0,01		150		0,01	
21-07-2008	16:20	0			0,01	<	0,02		87		0,01	<
24-11-2008	16:30	0			0,005	<	0,005	<	101		0,005	<
23-03-2009	16:30	0			0,005	<	0,005	<	148		0,005	<
20-07-2009	12:50	0			0,01	<	0,01		83		0,01	<
20-11-2009	18:20	0			0,01	<	0,01	<	71		0,01	<
16-03-2010	16:15	0			0,01	<	0,01	<	118		0,01	<
30-07-2010	10:00	0			0,01	<	0,01	<	96			
16-11-2010	13:20	0			0,01	<	0,02	<	83			
15-03-2011	14:35	0			0,01	<	0,02	<	132			
12-07-2011	16:25	0			0,01	<	0,02	<	94			
21-11-2011	14:00	0			0,01	<	0,02	<	82			
15-03-2012	12:15	0			0,01	<	0,02	<				
18-07-2012	13:00	0			0,01	<	0,02	<	102			
18-03-2013	13:15	0			0,01	<	0,02	<	138			
10-07-2013	11:23	0			0,01	<	0,02	<	43			
13-11-2013	12:05	0			0,01	<	0,02	<	87			
20-03-2014	13:21	0			0,01	<	0,02	<	118			
14-07-2014	12:00	0			0,04	<	0,02	<	87			
05-11-2014	11:25	0			0,04	<	0,02	<	92			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cromo Total		Cromo Total IC		Demanda Química de Fierro Total		Fósforo de Ortofosfato			
			Colorimetría		Colorimetría		Reflujo Dicromato de Espectrofotometría		Kjeldahl - Colorimetría			
			mg/l Cr	l	mg/l Cr	l	mg/l O2	l	mg/l Fe	l	mg/l PO4	l
14-03-2005	15:45	0					38,157		0,24		0,037	
07-07-2005	14:20	0					22,634		1,19		0,028	
16-11-2005	12:30	0					127,737		0,12		0,031	
13-03-2006	16:30	0					31303		0,67		0,053	
20-07-2006	12:45	0					31,373		3,11		0,028	
16-11-2006	17:20	0					10,367		0,55		3,908	
15-03-2007	13:10	0					38,488		0,42		0,033	
12-07-2007	13:10	0					82,04		0,64		0,031	
26-11-2007	16:00	0					11,01		0,36		0,046	
11-03-2008	16:15	0					38,24		0,43		0,052	
21-07-2008	16:20	0					10,07		0,69		0,026	
24-11-2008	16:30	0					5		0,035		1 <	
23-03-2009	16:30	0					14		0,04		1 <	
20-07-2009	12:50	0					16,643		0,7		0,027	
20-11-2009	18:20	0					19,586		0,37		0,047	
16-03-2010	16:15	0					33,569		0,155		0,076	
30-07-2010	10:00	0	0,01 <						0,549		0,026	
16-11-2010	13:20	0	0,01 <				10,201		0,368		0,033	
15-03-2011	14:35	0	0,01 <				3 <		0,425		0,024	
12-07-2011	16:25	0					3 <		1,592		0,021	
21-11-2011	14:00	0	0,03 <				3 <		1,138		0,023	
15-03-2012	12:15	0	0,03 <				3 <		0,389			
18-07-2012	13:00	0					3,589		0,555			
18-03-2013	13:15	0					2,701		0,242			
10-07-2013	11:23	0					1,7		1,04			
13-11-2013	12:05	0			0,009 <		2,2		0,91			
20-03-2014	13:21	0			0,009 <		3,953		0,212			
14-07-2014	12:00	0	0,06				5,703		0,65			
05-11-2014	11:25	0	0,05 <						0,559			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio Total		Magnesio disu		Manganeso Total		Mercurio Total		Molibdeno Total	
			Espectrofotomet		Gravimetrico		Colorimetría - Persul		Espectrofotometría		Espectrofotometría de absorci	
			mg/l Mg	l	mg/l Mg	l	mg/l Mn	l	mg/l Hg	l	mg/l Mo	l
14-03-2005	15:45	0			3,976		0,02		0,001		0,01 <	
07-07-2005	14:20	0					0,04		0,001 <		0,01 <	
16-11-2005	12:30	0					0,04		0,001 <		0,01 <	
13-03-2006	16:30	0			3,323		0,03		0,001		0,01 <	
20-07-2006	12:45	0					0,1		0,001		0,05 <	
16-11-2006	17:20	0					0,02		0,001 <		0,05 <	
15-03-2007	13:10	0			3,233		0,02		0,001 <		0,05 <	
12-07-2007	13:10	0			4,037		0,02		0,001 <		0,05 <	
26-11-2007	16:00	0			2,354		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
11-03-2008	16:15	0			4,4		0,03		0,001 <		0,05 <	
21-07-2008	16:20	0			3,576		0,03		0,001 <		0,05 <	
24-11-2008	16:30	0			1,13		0,042		0,001 <		0,005 <	
23-03-2009	16:30	0			5,3		0,011 <		0,001 <		0,005 <	
20-07-2009	12:50	0			3,2		0,03		0,001 <		0,05 <	
20-11-2009	18:20	0			2		0,01 <		0,001		0,05 <	
16-03-2010	16:15	0			4,22		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
30-07-2010	10:00	0	3,303				0,013		0,001 <		0,05 <	
16-11-2010	13:20	0	2,304				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
15-03-2011	14:35	0	3,881				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
12-07-2011	16:25	0	3,503				0,065		0,001 <		0,05 <	
21-11-2011	14:00	0	2,803				0,024		0,001 <			
15-03-2012	12:15	0	3,449				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
18-07-2012	13:00	0	2,746				0,027		0,001 <		0,05 <	
18-03-2013	13:15	0	4,303				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
10-07-2013	11:23	0	3,6				0,05				0,05 <	
13-11-2013	12:05	0	2,6				0,02 <		0,002 <			
20-03-2014	13:21	0	3,796				0,02 <		0,002 <			
14-07-2014	12:00	0	3,779				0,03		0,002 <		0,05 <	
05-11-2014	11:25	0	3,218				0,03		0,002 <		0,05 <	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Níquel Total ICP-		Nitrógeno de Ni		Nitrógeno de Nitrito		Níquel Total		Oxígeno Disuelto (% Saturación)	
			mg/l	l	mg/l NO3	l	mg/l	l	mg/l Ni	l	mg/l O2	l
14-03-2005	15:45	0			0,117				0,01	<		
07-07-2005	14:20	0			0,175				0,01	<		
16-11-2005	12:30	0			0,045				0,01	<		
13-03-2006	16:30	0			0,121				0,01	<		
20-07-2006	12:45	0			0,145				0,02			
16-11-2006	17:20	0			0,968				0,02			
15-03-2007	13:10	0			0,221				0,02	<		
12-07-2007	13:10	0			0,17				0,02	<		
26-11-2007	16:00	0			0,565				0,02	<		
11-03-2008	16:15	0			0,065				0,02	<		
21-07-2008	16:20	0			0,168				0,02	<		
24-11-2008	16:30	0			0,2	<			0,005	<		
23-03-2009	16:30	0			0,2	<			0,005	<		
20-07-2009	12:50	0			0,155				0,02	<		
20-11-2009	18:20	0			0,202				0,02	<		
16-03-2010	16:15	0			0,493				0,02	<		
30-07-2010	10:00	0			0,185				0,02	<		
16-11-2010	13:20	0			0,056				0,02	<		
15-03-2011	14:35	0					0,251		0,02	<		
12-07-2011	16:25	0					0,216		0,02	<		
21-11-2011	14:00	0					1,093		0,02	<		
15-03-2012	12:15	0							0,02	<		
18-07-2012	13:00	0										
18-03-2013	13:15	0							0,05	<	58,5	
10-07-2013	11:23	0							0,05	<	91	
13-11-2013	12:05	0	0,02	<								
20-03-2014	13:21	0	0,02	<								
14-07-2014	12:00	0							0,05	<	1116	
05-11-2014	11:25	0							0,05	<	74,5	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Oxígeno Disuelto Ph		Plata Total		Plomo Total		Plomo Total ICP-OES			
			mg/l O2	l	Yodometrico (Az	Potenciometrico	mg/l Ag	l	mg/l Pb	l	mg/l	l
14-03-2005	15:45	0	4,25		7,65		0,01	<	0,01	<		
07-07-2005	14:20	0	3,23		7,2		0,01	<	0,01	<		
16-11-2005	12:30	0	2,8		7,78		0,01	<	0,01	<		
13-03-2006	16:30	0	2,65		7,79		0,01	<	0,01	<		
20-07-2006	12:45	0	10,37		7,14		0,01	<	0,05	<		
16-11-2006	17:20	0	8,86		10		0,01	<	0,05	<		
15-03-2007	13:10	0	9,16		8,11		0,01	<	0,05	<		
12-07-2007	13:10	0	12,87		7,68		0,01	<	0,05	<		
26-11-2007	16:00	0	8,3		7,59		0,01	<	0,05	<		
11-03-2008	16:15	0	9,44		8,19		0,01	<	0,05	<		
21-07-2008	16:20	0	10,31		7,3		0,01	<	0,05	<		
24-11-2008	16:30	0	7,74		7,62		0,002	<	0,01	<		
23-03-2009	16:30	0	8,53		9,19		0,002	<	0,01	<		
20-07-2009	12:50	0	13,8		7,47		0,01	<	0,05	<		
20-11-2009	18:20	0	10,25		7,42		0,01	<	0,05	<		
16-03-2010	16:15	0	8,22		7,56		0,01	<	0,05	<		
30-07-2010	10:00	0	10,59		6,83		0,01	<	0,05	<		
16-11-2010	13:20	0	9,15		7,23		0,01	<	0,05	<		
15-03-2011	14:35	0	10,73		7,25		0,01	<	0,05	<		
12-07-2011	16:25	0	10,57		6,6		0,01	<	0,05	<		
21-11-2011	14:00	0	8,97		6,9		0,01	<	0,05	<		
15-03-2012	12:15	0	8,27		8,21		0,01	<	0,05	<		
18-07-2012	13:00	0	13,48		9,85		0,01	<				
18-03-2013	13:15	0	5,23				0,01	<	0,07	<		
10-07-2013	11:23	0	10,18		8,35		0,01	<	0,07	<		
13-11-2013	12:05	0	10,37		8,07		0,01	<			0,06	<
20-03-2014	13:21	0	7,95		9,67		0,01	<			0,06	<
14-07-2014	12:00	0	10,37		8,07		0,01	<	0,07	<		
05-11-2014	11:25	0	7,18		7,67		0,01	<	0,07	<		

FECHA :	HORA :	PROF. :	Potasio Total		Potasio disuelto		Razon de Absorción	Selenio disuelto		Sodio Total	
			Espectrofotomet	mg/l K	l	Fotometria de ll		mg/l K	l	Diaminobencidina	mg/l Se
14-03-2005	15:45	0			1475		0,594		0,001	<	
07-07-2005	14:20	0							0,001	<	
16-11-2005	12:30	0							0,001	<	
13-03-2006	16:30	0			1369		0,547		0,001	<	
20-07-2006	12:45	0							0,001	<	
16-11-2006	17:20	0							0,001	<	
15-03-2007	13:10	0			1287		0,628		0,001	<	
12-07-2007	13:10	0			0,93		0,474		0,001	<	
26-11-2007	16:00	0			1076		0,563		0,001	<	
11-03-2008	16:15	0			2,106		1,064		0,001	<	
21-07-2008	16:20	0			1,139		0,414		0,001	<	
24-11-2008	16:30	0			2,48		1,023		0,005	<	
23-03-2009	16:30	0			19		0,952		0,005	<	
20-07-2009	12:50	0			1		0,389		0,001	<	
20-11-2009	18:20	0			0,8		0,52		0,001	<	
16-03-2010	16:15	0			159		0,592		0,001	<	
30-07-2010	10:00	0	1,347						0,001	<	6,638
16-11-2010	13:20	0	1,245						0,001	<	5,749
15-03-2011	14:35	0	1,818						0,001	<	12,254
12-07-2011	16:25	0	1,5						0,001	<	6,949
21-11-2011	14:00	0	1,239						0,001	<	5,828
15-03-2012	12:15	0	1,784						0,001	<	11,642
18-07-2012	13:00	0	1,053						0,001	<	4,798
18-03-2013	13:15	0	1,946						0,001	<	12,634
10-07-2013	11:23	0	1,4						0,001	<	7,9
13-11-2013	12:05	0	1,5						0,001	<	7
20-03-2014	13:21	0	2,323						0,001	<	15,302
14-07-2014	12:00	0	1,351						0,001	<	6,713
05-11-2014	11:25	0	1,208						0,001	<	8,134

FECHA :	HORA :	PROF. :	Sodio disuelto		Sulfato		Temperatura	Zinc Total	
			mg/l	l	mg/l	l	Termometro	Espectrofotometria de absorcion atomica	
			Espectrofotomet		Turbidimetrico		Grad. C	mg/l Zn	l
14-03-2005	15:45	0	8,606		8,894		22,5	0,03	
07-07-2005	14:20	0					9,03	0,01	
16-11-2005	12:30	0					19,5	0,01 <	
13-03-2006	16:30	0	7,389		6,349		22,7	0,01 <	
20-07-2006	12:45	0					10,58	0,02	
16-11-2006	17:20	0					18,44	0,01	
15-03-2007	13:10	0	8,144		10		19,65	0,01	
12-07-2007	13:10	0	6,016		7		6,75	0,02	
26-11-2007	16:00	0	6,263		8		18,15	0,01	
11-03-2008	16:15	0	15,675		21		22,88	0,01	
21-07-2008	16:20	0	4,872		7		9,03	0,04	
24-11-2008	16:30	0	7,83		7,9		24,7	0,002 <	
23-03-2009	16:30	0	17,6		15,3		24,55	0,002 <	
20-07-2009	12:50	0	4,6		4,6		9,1	0,01 <	
20-11-2009	18:20	0	4,851		3,5		15,52	0,01 <	
16-03-2010	16:15	0	7,44		8,4		17,51	0,01 <	
30-07-2010	10:00	0			5,444		7,77	0,01 <	
16-11-2010	13:20	0			7,226		21,52	0,01 <	
15-03-2011	14:35	0			13,964		18,58	0,01 <	
12-07-2011	16:25	0					11,26	0,01 <	
21-11-2011	14:00	0					18,23	0,01 <	
15-03-2012	12:15	0					20,21	0,015	
18-07-2012	13:00	0					8,53	0,01 <	
18-03-2013	13:15	0			15,069		20,48	0,01 <	
10-07-2013	11:23	0			6,8		10,66	0,01 <	
13-11-2013	12:05	0			6,2		18,2		
20-03-2014	13:21	0			39,558		21,93		
14-07-2014	12:00	0			9,594		18,2	0,01 <	
05-11-2014	11:25	0			9,308		16,82	0,02	
INDICADOR: < : Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento									
> : Medida mayor que la sensibilidad del instrumento									
D : Medida dudosa									
E : Medida errónea									

Fig. 3. Reporte calidad de aguas estación río Biobío antes planta La Mochita.

Fuente: DGA (2015).

		Valores Individuales Microbiológicos				PERIODO: 01/01/2005-31/12/2014						
		Primavera Verano Otoño Invierno										
Estación:	RIO BIO BIO EN SANTA JUANA (CA)											
Código BNA:	08391001-1	Latitud S: 37°10' 00"				UTM Norte: 5884571mts						
Altitud:	35 msnm	Longitud 72°56' 00"				UTM Este: 683500 mts						
Cuenca:	RIO BIO-BIO	SubCuen Rio Bio-Bio Bajo (Entre Rio Laja y Desembocac				Area de Dre 23346.0 Km2						
		Aluminio Total		Aluminio Tot		Arsenico Total		Bicarbonato		Boro		
		Espectrofotor		Manchas de bron		Titulacion		Curcumin - Colorimetria				
FECHA :	HORA	PROF.	M g/L Al	I	mg/l	I	mg/l As	I	mg/l	I	mg/l B	I
10-03-2005	11:20	0	0,7				0,001		39,074		1 <	
18-07-2005	15:10	0	0,4				0,001 <				1 <	
15-11-2005	15:30	0	0,1				0,001				1 <	
13-03-2006	15:00	0	0,2				0,001		45,589		1 <	
20-07-2006	15:40	0	2,9				0,001 <				1 <	
16-11-2006	14:50	0	0,8				0,001				1 <	
15-03-2007	12:00	0	0,4				0,001				1 <	
12-07-2007	12:00	0	0,6				0,001 <				1 <	
26-11-2007	12:00	0	0,3				0,001				1 <	
11-03-2008	13:00	0	0,3				0,001				1 <	
21-07-2008	13:45	0	0,4				0,001 <				1 <	
24-11-2008	15:10	0	0,01 <				0,001 <				0,129	
23-03-2009	12:20	0	0,022				0,001 <				0,002 <	
20-07-2009	15:00	0	0,4				0,001				1 <	
20-11-2009	17:20	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
16-03-2010	13:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
30-07-2010	17:00	0	1,3				0,001 <				1 <	
16-11-2010	12:05	0	3,979				0,001 <				1 <	
14-03-2011	12:15	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
12-07-2011	15:00	0	0,678				0,001 <				1 <	
21-11-2011	15:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
15-03-2012	14:25	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
18-07-2012	12:00	0					0,001 <				1 <	
18-03-2013	12:00	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
10-07-2013	14:08	0	0,93				0,001 <				1 <	
12-11-2013	16:23	0			0,44		0,001 <				1 <	
19-03-2014	15:15	0			0,2 <		0,001 <				1 <	
14-07-2014	13:05	0	1,089				0,001				1 <	
04-11-2014	13:43	0	0,538				0,001 <				1 <	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cloruro		Cadmio Total		Cadmio Total ICF		Calcio Total		Calcio disuelto	
			mg/l Cl	l	mg/l Cd	l	mg/l	l	mg/l Ca	l	mg/l Ca	l
10-03-2005	11:20	0	9,051		0,01	<					8,027	
18-07-2005	15:10	0			0,01	<						
15-11-2005	15:30	0			0,01	<						
13-03-2006	15:00	0	5,7		0,01	<					8,946	
20-07-2006	15:40	0			0,01	<						
16-11-2006	14:50	0			0,01	<						
15-03-2007	12:00	0	7,502		0,01	<					6,18	
12-07-2007	12:00	0	7,362		0,01	<					5,04	
26-11-2007	12:00	0	4,216		0,01	<					5,737	
11-03-2008	13:00	0	11,212		0,01	<					8,753	
21-07-2008	13:45	0	4,033		0,01	<					3,158	
24-11-2008	15:10	0	4,38		0,001	<					3,35	
23-03-2009	12:20	0	7,1		0,001	<					12,1	
20-07-2009	15:00	0	4		0,01	<					4,4	
20-11-2009	17:20	0	2,6		0,01	<					2,8	
16-03-2010	13:00	0	5,499		0,01	<					5,24	
30-07-2010	17:00	0	9,051		0,01	<			5,937			
16-11-2010	12:05	0	3,167		0,01	<			6,666			
14-03-2011	12:15	0	7,226		0,01	<			8,89			
12-07-2011	15:00	0	4,705		0,01	<			6,726			
21-11-2011	15:00	0	2,407		0,01	<			6,801			
15-03-2012	14:25	0	8,346		0,01	<			8,611			
18-07-2012	12:00	0	3,034		0,01	<			5,684			
18-03-2013	12:00	0	7,947		0,01	<			10,359			
10-07-2013	14:08	0	4,4		0,01	<			5,6			
12-11-2013	16:23	0	2,9				0,004	<	6,6			
19-03-2014	15:15	0	8,397				0,004	<	9,382			
14-07-2014	13:05	0	3,867		0,01	<			5,586			
04-11-2014	13:43	0	2,5	<	0,01	<			7,458			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Carbonato		Cobalto Total		Cobre Total		Inductividad Específica		Cromio Hexavalente Total	
			mg/l	l	mg/l	l	mg/l Cu	l	mhos/cm	l	mg/l Cr	l
10-03-2005	11:20	0	0		0,01	<	0,01		114		0,01	<
18-07-2005	15:10	0			0,01	<	0,01		68		0,01	<
15-11-2005	15:30	0			0,01	<	0,01		84		0,01	<
13-03-2006	15:00	0	0		0,01	<	0,01		119		0,01	<
20-07-2006	15:40	0			0,01	<	0,01		56		0,01	<
16-11-2006	14:50	0			0,01	<	0,04		65		0,01	<
15-03-2007	12:00	0			0,01	<	0,01		110		0,01	<
12-07-2007	12:00	0			0,01	<	0,01		85		0,01	<
26-11-2007	12:00	0			0,01	<	0,01		86		0,01	<
11-03-2008	13:00	0			0,01	<	0,01		170		0,01	<
21-07-2008	13:45	0			0,01	<	0,01		56		0,01	<
24-11-2008	15:10	0			0,005	<	0,005		102		0,012	<
23-03-2009	12:20	0			0,005	<	0,005		186		0,005	<
20-07-2009	15:00	0			0,01	<	0,01		67		0,01	<
20-11-2009	17:20	0			0,01	<	0,01		57		0,01	<
16-03-2010	13:00	0			0,01	<	0,01		117		0,01	<
30-07-2010	17:00	0			0,01	<	0,01		76			
16-11-2010	12:05	0			0,01	<	0,02		80			
14-03-2011	12:15	0			0,01	<	0,02		132			
12-07-2011	15:00	0			0,01	<	0,02		77			
21-11-2011	15:00	0			0,01	<	0,02		78			
15-03-2012	14:25	0			0,01	<	0,02					
18-07-2012	12:00	0			0,01	<	0,02		87			
18-03-2013	12:00	0			0,01	<	0,02		152			
10-07-2013	14:08	0			0,01	<	0,02		26			
12-11-2013	16:23	0			0,01	<	0,02		82			
19-03-2014	15:15	0			0,01	<	0,02		93			
14-07-2014	13:05	0			0,04	<	0,02		62			
04-11-2014	13:43	0			0,04	<	0,02		88			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cromo Total		Cromo Total IC		Demanda Química de Fierro Total		Fósforo de Ortofosfato			
			Colorimetria		Colorimetria		Reflujo Dicromato de Espectrofotometria		Kjeldahl - Colorimetria			
			mg/l Cr	l	mg/l Cr	l	mg/l O2	l	mg/l Fe	l	mg/l PO4	l
10-03-2005	11:20	0					34,599		0,31		0,034	
18-07-2005	15:10	0					10,668		0,6		0,014	
15-11-2005	15:30	0					15,519		0,03		0,073	
13-03-2006	15:00	0					4,371		0,19		0,31	
20-07-2006	15:40	0					36,932		1,8		0,021	
16-11-2006	14:50	0					11,983		0,33		3,799	
15-03-2007	12:00	0					0,347		0,24		0,023	
12-07-2007	12:00	0					59,2		0,32		0,018	
26-11-2007	12:00	0					9,13		0,09		0,072	
11-03-2008	13:00	0					36,67		0,22		0,055	
21-07-2008	13:45	0					13,2		0,42		0,015	
24-11-2008	15:10	0					5		0,053		1 <	
23-03-2009	12:20	0					14		0,047		1 <	
20-07-2009	15:00	0					1 <		0,35		0,018	
20-11-2009	17:20	0					17,292		0,54		0,029	
16-03-2010	13:00	0					12,604		0,877		0,003	
30-07-2010	17:00	0	0,01 <						0,841		0,008	
16-11-2010	12:05	0	0,01 <				9,269		4,596		0,028	
14-03-2011	12:15	0	0,01 <				3 <		0,324		0,032	
12-07-2011	15:00	0					3 <		1,266		0,01	
21-11-2011	15:00	0	0,03 <				3 <		0,404		0,016	
15-03-2012	14:25	0	0,03 <				3 <		0,389			
18-07-2012	12:00	0					3,589		0,32			
18-03-2013	12:00	0					6,343		0,191			
10-07-2013	14:08	0					3,7		0,75			
12-11-2013	16:23	0			0,009 <		4,4		0,54			
19-03-2014	15:15	0			0,009 <		4,53		0,212			
14-07-2014	13:05	0	0,05 <				8,417		1,167			
04-11-2014	13:43	0	0,05 <						0,354			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio Total		Magnesio disu		Manganeso Total		Mercurio Total		Molibdeno Total	
			Espectrofotomet		Gravimetrico		Colorimetria - Persul		Espectrofotometria		Espectrofotometria de absorci	
			mg/l Mg	l	mg/l Mg	l	mg/l Mn	l	mg/l Hg	l	mg/l Mo	l
10-03-2005	11:20	0			3,502		0,03		0,001		0,01 <	
18-07-2005	15:10	0					0,03		0,001 <		0,01 <	
15-11-2005	15:30	0					0,01		0,001 <		0,01 <	
13-03-2006	15:00	0			3,323		0,02		0,001		0,01 <	
20-07-2006	15:40	0					0,08		0,002		0,05 <	
16-11-2006	14:50	0					0,05		0,001 <		0,05 <	
15-03-2007	12:00	0			3,016		0,02		0,001 <		0,05 <	
12-07-2007	12:00	0			3,194		0,02		0,001 <		0,05 <	
26-11-2007	12:00	0			2,156		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
11-03-2008	13:00	0			4,4		0,04		0,001 <		0,05 <	
21-07-2008	13:45	0			1,794		0,03		0,001 <		0,05 <	
24-11-2008	15:10	0			1,45		0,053		0,001 <		0,005 <	
23-03-2009	12:20	0			4,24		0,011 <		0,001 <		0,005 <	
20-07-2009	15:00	0			1,9		0,02		0,001 <		0,05 <	
20-11-2009	17:20	0			1,6		0,01		0,001 <		0,05 <	
16-03-2010	13:00	0			4,41		0,04		0,001 <		0,05 <	
30-07-2010	17:00	0	2,383				0,038		0,001 <		0,05 <	
16-11-2010	12:05	0	5,118				0,149		0,001 <		0,05 <	
14-03-2011	12:15	0	3,793				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
12-07-2011	15:00	0	2,347				0,069		0,001 <		0,05 <	
21-11-2011	15:00	0	2,281				0,02 <		0,001 <			
15-03-2012	14:25	0	3,15				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
18-07-2012	12:00	0	2,132				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
18-03-2013	12:00	0	3,999				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
10-07-2013	14:08	0	1,9				0,04				0,05 <	
12-11-2013	16:23	0	2,1				0,02		0,002 <			
19-03-2014	15:15	0	3,395				0,02 <		0,002 <			
14-07-2014	13:05	0	1,993				0,07		0,002 <		0,05 <	
04-11-2014	13:43	0	2,762				0,03		0,002 <		0,05 <	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Níquel Total ICP-		Nitrógeno de Ni		Nitrógeno de Nitrito		Níquel Total		Oxígeno Disuelto (% Saturación)	
			mg/l	l	mg/l NO3	l	mg/l	l	mg/l Ni	l	mg/l O2	l
10-03-2005	11:20	0			0,149				0,01 <			
18-07-2005	15:10	0			0,175				0,01 <			
15-11-2005	15:30	0			0,089				0,01 <			
13-03-2006	15:00	0			0,121				0,01 <			
20-07-2006	15:40	0			0,125							
16-11-2006	14:50	0			8,491				0,02 <			
15-03-2007	12:00	0			0,192				0,02 <			
12-07-2007	12:00	0			0,176				0,02 <			
26-11-2007	12:00	0			0,01 <				0,02 <			
11-03-2008	13:00	0			0,13				0,02 <			
21-07-2008	13:45	0			0,237				0,02 <			
24-11-2008	15:10	0			0,2 <				0,005 <			
23-03-2009	12:20	0			0,2 <				0,005 <			
20-07-2009	15:00	0			0,21				0,02 <			
20-11-2009	17:20	0			0,182				0,02 <			
16-03-2010	13:00	0			0,113				0,02 <			
30-07-2010	17:00	0			0,096				0,02 <			
16-11-2010	12:05	0			0,056				0,02 <			
14-03-2011	12:15	0					0,408		0,02 <			
12-07-2011	15:00	0					0,181		0,02 <			
21-11-2011	15:00	0					1,184		0,02 <			
15-03-2012	14:25	0							0,02 <			
18-07-2012	12:00	0										
18-03-2013	12:00	0							0,05 <		59	
10-07-2013	14:08	0							0,05 <		87,1	
12-11-2013	16:23	0	0,02 <									
19-03-2014	15:15	0	0,02 <									
14-07-2014	13:05	0							0,05 <		68,6	
04-11-2014	13:43	0							0,05 <		81,9	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Oxígeno Disuelto Ph		Plata Total		Plomo Total		Plomo Total ICP-OES			
			mg/l O2	l	Yodometrico (Az	Potenciometrico	mg/l Ag	l	mg/l Pb	l	mg/l	l
10-03-2005	11:20	0	5,09	7,4	0,01 <		0,01 <					
18-07-2005	15:10	0	2,92	7,03	0,01 <		0,01 <					
15-11-2005	15:30	0	3,61	7,57	0,01 <		0,01 <					
13-03-2006	15:00	0	2,09	7,78	0,01 <		0,01 <					
20-07-2006	15:40	0	10,41	7,06	0,01 <							
16-11-2006	14:50	0	9,19	6,99	0,01 <		0,05 <					
15-03-2007	12:00	0	8,69	7,86	0,01 <		0,05 <					
12-07-2007	12:00	0	12,71	7,33	0,01 <		0,05 <					
26-11-2007	12:00	0	8,69	7,42	0,01 <		0,05 <					
11-03-2008	13:00	0	9,8	8,26	0,01 <		0,05 <					
21-07-2008	13:45	0	9,54	6,89	0,01 <		0,05 <					
24-11-2008	15:10	0	7,77	7,48	0,002 <		0,01 <					
23-03-2009	12:20	0	10,03	8,42	0,002 <		0,01 <					
20-07-2009	15:00	0	13,79	7,45	0,01 <		0,05 <					
20-11-2009	17:20	0	10,32	7,39	0,01 <		0,05 <					
16-03-2010	13:00	0	9,58	7,51	0,01 <		0,05 <					
30-07-2010	17:00	0	9,99	6,93	0,01 <		0,05 <					
16-11-2010	12:05	0	8,74	7	0,01 <		0,05 <					
14-03-2011	12:15	0	10,56	7,28	0,01 <		0,05 <					
12-07-2011	15:00	0	11,25	6,55	0,01 <		0,05 <					
21-11-2011	15:00	0	8,27	6,88	0,01 <		0,05 <					
15-03-2012	14:25	0	8,71	7,93	0,01 <		0,05 <					
18-07-2012	12:00	0	12,77	8,96	0,01 <							
18-03-2013	12:00	0	5,29		0,01 <		0,07 <					
10-07-2013	14:08	0	9,75	8,2	0,01 <		0,07 <					
12-11-2013	16:23	0	9,76	7,93	0,01 <					0,06 <		
19-03-2014	15:15	0	9,36	7,01	0,01 <					0,06 <		
14-07-2014	13:05	0	7,65	7,28	0,01 <		0,07 <					
04-11-2014	13:43	0	7,73	7,39	0,01 <		0,07 <					

FECHA :	HORA :	PROF. :	Potasio Total		Potasio disuelto		Razon de Absorción	Selenio disuelto		Sodio Total		
			Espectrofotomet	mg/l K	l	Fotometria de ll	mg/l K	l	Diaminobencidina	mg/l Se	l	Espectrofotometria de absorci
10-03-2005	11:20	0			1,302		0,56		0,001	<		
18-07-2005	15:10	0							0,001	<		
15-11-2005	15:30	0							0,001	<		
13-03-2006	15:00	0			1,396		0,586		0,001	<		
20-07-2006	15:40	0							0,001	<		
16-11-2006	14:50	0							0,001	<		
15-03-2007	12:00	0			1,345		0,698		0,001	<		
12-07-2007	12:00	0			0,733		0,523		0,001	<		
26-11-2007	12:00	0			0,979		0,58		0,001	<		
11-03-2008	13:00	0			2,146		1,199		0,001	<		
21-07-2008	13:45	0			0,751		0,398		0,001	<		
24-11-2008	15:10	0			2,41		1,104		0,005	<		
23-03-2009	12:20	0			1,72		0,996		0,005	<		
20-07-2009	15:00	0			0,7		0,411		0,001	<		
20-11-2009	17:20	0			0,7		0,472		0,001	<		
16-03-2010	13:00	0			1,34		0,608		0,001	<		
30-07-2010	17:00	0	0,962						0,001	<	5,689	
16-11-2010	12:05	0	1,267						0,001	<	6,305	
14-03-2011	12:15	0	1,98						0,001	<	13,211	
12-07-2011	15:00	0	4,786						0,001	<	6,218	
21-11-2011	15:00	0	0,842						0,001	<	5,289	
15-03-2012	14:25	0	1,523						0,001	<	12,366	
18-07-2012	12:00	0	0,757						0,001	<	5,404	
18-03-2013	12:00	0	2,186						0,001	<	14,855	
10-07-2013	14:08	0	0,9						0,001	<	6,1	
12-11-2013	16:23	0	1,3						0,001	<	5,9	
19-03-2014	15:15	0	2,167						0,001	<	14,566	
14-07-2014	13:05	0	1,04						0,001	<	4,257	
04-11-2014	13:43	0	1,075						0,001	<	7,937	

Valores Individuales Microbiológicos										PERIODO: 01/01/1989-31/12/1998		
Primavera Verano Otoño Invierno												
Estación: RIO BIOBIO BAJO JUNTA RIO VERGARA (CA)												
Código BNA: 083630019		Latitud S: 37°29' 00"						UTM Norte: 5848882 mts				
Altitud: 0 msnm		Longitud 72°40' 00"						UTM Este: 706313 mts				
Cuenca: RIO BIO-BIO		SubCuen Rio Bio-Bio entre Rio Vergara y Rio Laja						Area de Drenaje: 15676.0 Km2				
Arsenico Total Bicarbonato Boro CLoruro Calcio disuelto Manchas de bioturbacion Titulacion Curcumin - Color Potenciometrico Permanganato de Potasio												
FECHA :	HORA :	PROF. :	mg/l As	l	mg/l	l	mg/l B	l	mg/l Cl	l	mg/l Ca	l
07-02-1989	13:05	0	0,006		33,6		0,02		5,3		7,7	
20-04-1989	17:00	0	0,005		56,1		0,02		5,1		10	
10-07-1989	16:00	0	0,005		26,8		0,02		3,1		4,2	
27-12-1989	18:00	0	0,005		30,3		0,17		3,7		5,6	
Carbonato Cobre Total Conductividad Espec Fierro Total Magnesio disuelto Titulacion Espectrofotom Conductivimetro Espectrofotometria Gravimetrico												
FECHA :	HORA :	PROF. :	mg/l	l	mg/l Cu	l	mhos/cm	l	mg/l Fe	l	mg/l Mg	l
07-02-1989	13:05	0	0		0,01		86		0,37		2,6	
20-04-1989	17:00	0	0		0,01		122		2,5		4,5	
10-07-1989	16:00	0	0		0,01		56		0,47		1,9	
27-12-1989	18:00	0	0		0,02		63		3,4		2,2	
Nitrógeno de Nitr Oxigeno Disuelt Ph Potasio disuelto Sodio disuelto Espectrofotomet Electrodo de M Potenciometrico Fotometria de llama Espectrofotometria de absorci												
FECHA :	HORA :	PROF. :	mg/l NO3	l	mg/l O2	l	unid. ph	l	mg/l K	l	mg/l	l
07-02-1989	13:05	0	0,923		6,1		6,65		1,8		5,5	
20-04-1989	17:00	0	0,105		9,6		6,3		1,3		7,8	
10-07-1989	16:00	0	0,514		10,2		6,25		0,6		3,4	
27-12-1989	18:00	0	0,323		8,6		7,05		1,2		4,4	
Sulfato Temperatura Turbidimetrico Termometro												
FECHA :	HORA :	PROF. :	mg/l	l	Grad. C	l						
07-02-1989	13:05	0	8,2		23							
20-04-1989	17:00	0	7,7		18							
10-07-1989	16:00	0	1,5		9							
27-12-1989	18:00	0	3,8		22							
INDICADOR: < : Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento > : Medida mayor que la sensibilidad del instrumento D : Medida dudosa E : Medida errónea												

Fig. 5. Reporte calidad de aguas estación río Biobío bajo junta río Vergara.

Fuente: DGA (2015).

		Valores Individuales Microbiológicos				PERIODO: 01/01/2005-31/12/2014						
		Primavera Verano Otoño Invierno										
Estación:	RIO BIOBIO EN COIHUE											
Código BNA:	083340010	Latitud S: 37°33' 01"				UTM Norte: 584282 mts						
Altitud:	60 msnm	Longitud 72°35' 25"				UTM Este: 712878 mts						
Cuenca:	RIO BIO-BIO	SubCuen Rio Bio-Bio entre Rio Duqueco y Rio Vergara				Area de Dre 0.0 Km2						
		Aluminio Total		Aluminio Tot		Arsenico Total		Bicarbonato		Boro		
		Espectrofotor		Manchas de bron		Titulacion		Curcumin - Colorimetria				
FECHA :	HORA	PROF.	Mg/L Al	I	mg/l	I	mg/l As	I	mg/l	I	mg/l B	I
03-03-2005	11:35	0	0,2				0,003		39,074		1 <	
05-07-2005	13:00	0	0,8				0,001 <				1 <	
08-11-2005	12:15	0	0,2				0,001				1 <	
08-03-2006	12:50	0	0,2				0,001 <		36,978		1 <	
05-07-2006	12:50	0	0,3				0,001				1 <	
09-11-2006	12:30	0	0,3				0,001 <				1 <	
06-03-2007	11:45	0	0,8				0,001				1 <	
10-07-2007	13:02	0	0,4				0,001 <				1 <	
07-11-2007	12:10	0	0,3				0,001				1 <	
11-03-2008	12:35	0	0,6				0,001				1 <	
15-07-2008	17:00	0	0,4				0,001 <				1 <	
07-11-2008	15:30	0	0,01 <				0,001 <				0,007	
05-03-2009	18:00	0	0,3 <									
07-07-2009	17:35	0	1,1				0,001 <				1 <	
16-11-2009	14:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
16-04-2010	16:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
17-08-2010	16:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
04-12-2010	8:30	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
26-07-2011	15:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
28-11-2011	10:40	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
22-03-2012	14:10	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
31-07-2012	10:00	0					0,001 <				1 <	
26-11-2012	15:00	0					0,001 <					
26-03-2013	19:20	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
23-07-2013	14:40	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
20-11-2013	14:10	0			0,2 <		0,001 <				1 <	
29-04-2014	13:30	0			0,2 <		0,001 <				1 <	
22-07-2014	10:30	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
17-11-2014	15:00	0	0,5 <				0,001 <					

		Cloruro		Cadmio Total		Cadmio Total ICF		Calcio Total		Calcio disuelto		
Potenciométrico - Argentometría de absorción		Titulación		Espectrofotometría de absorción		Espectrofotometría de absorción		Espectrofotometría de absorción		Titulación		
FECHA :	HORA :	PROF. :	mg/l Cl	l	mg/l Cd	l	mg/l	l	mg/l Ca	l	mg/l Ca	l
03-03-2005	11:35	0	8,007		0,01 <						8,2	
05-07-2005	13:00	0			0,01 <							
08-11-2005	12:15	0			0,01 <							
08-03-2006	12:50	0	7,481		0,01 <						8,184	
05-07-2006	12:50	0			0,01 <							
09-11-2006	12:30	0			0,01 <							
06-03-2007	11:45	0	8,866		0,01 <						6,506	
10-07-2007	13:02	0	11,253		0,01 <						6,609	
07-11-2007	12:10	0	4,86		0,01 <						4,684	
11-03-2008	12:35	0	9,211		0,01 <						8,001	
15-07-2008	17:00	0	4,7		0,01 <						4,4	
07-11-2008	15:30	0	10,2		0,001 <						2,53	
05-03-2009	18:00	0	7,814		0,01 <						6,301	
07-07-2009	17:35	0	2,577		0,01 <						3,14	
16-11-2009	14:00	0	3,075		0,01 <						3,063	
16-04-2010	16:00	0	7,831		0,01 <				5,064			
17-08-2010	16:00	0	4,177		0,01 <						2,899	
04-12-2010	8:30	0	4,73		0,01 <				6,282			
26-07-2011	15:00	0	4,705		0,01 <				6,169			
28-11-2011	10:40	0	2,643		0,01 <				5,865			
22-03-2012	14:10	0	6,608		0,01 <				8,735			
31-07-2012	10:00	0	2,312		0,01 <				6,493			
26-11-2012	15:00	0			0,01 <				7,842			
26-03-2013	19:20	0	8,67		0,01 <				10,013			
23-07-2013	14:40	0	2,7		0,01 <				8			
20-11-2013	14:10	0	2,7				0,004 <		6,4			
29-04-2014	13:30	0	6,577				0,004 <		9,716			
22-07-2014	10:30	0	2,762		0,01 <				5,855			
17-11-2014	15:00	0	2,5 <		0,01 <				6,566			

		Carbonato		Cobalto Total		Cobre Total		Inductividad Específica		Hexavalente Total		
Titulación		Espectrofotometría de absorción		Espectrofotometría de absorción		Espectrofotometría de absorción		Espectrofotometría de absorción		Espectrofotometría de absorción		
FECHA :	HORA :	PROF. :	mg/l	l	mg/l	l	mg/l Cu	l	mhos/cm	l	mg/l Cr	l
03-03-2005	11:35	0	0		0,01 <		0,01		114		0,01 <	
05-07-2005	13:00	0			0,01 <		0,01		54		0,01 <	
08-11-2005	12:15	0			0,01 <		0,01		66		0,02	
08-03-2006	12:50	0	0		0,01 <		0,01		108		0,01	
05-07-2006	12:50	0			0,01		0,01		61		0,01 <	
09-11-2006	12:30	0			0,01 <		0,01		63		0,01 <	
06-03-2007	11:45	0			0,02		0,01		88		0,01 <	
10-07-2007	13:02	0			0,01 <		0,01		81		0,01 <	
07-11-2007	12:10	0			0,01 <		0,01 <		67		0,01	
11-03-2008	12:35	0			0,01 <		0,01		132		0,01	
15-07-2008	17:00	0			0,01 <		0,01		66		0,01 <	
07-11-2008	15:30	0			0,005 <		0,005 <		67		0,005 <	
05-03-2009	18:00	0			0,01 <		0,01		120		0,01 <	
07-07-2009	17:35	0			0,01 <		0,01		41		0,01 <	
16-11-2009	14:00	0			0,01 <		0,01 <		61		0,01 <	
16-04-2010	16:00	0			0,01 <		0,01 <		125			
17-08-2010	16:00	0			0,01 <		0,01 <		68		0,01 <	
04-12-2010	8:30	0			0,01 <		0,02 <		68			
26-07-2011	15:00	0			0,01 <		0,02 <		87			
28-11-2011	10:40	0			0,01 <		0,02 <		57			
22-03-2012	14:10	0			0,01 <		0,02 <		93			
31-07-2012	10:00	0			0,01 <		0,02 <		52			
26-11-2012	15:00	0			0,01 <		0,02 <		88			
26-03-2013	19:20	0			0,01 <		0,02 <		104			
23-07-2013	14:40	0			0,01 <		0,02 <		36			
20-11-2013	14:10	0			0,01 <		0,02 <		39			
29-04-2014	13:30	0			0,01 <		0,02 <		106			
22-07-2014	10:30	0			0,04 <		0,02 <					
17-11-2014	15:00	0			0,04 <		0,02 <					

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cromo Total		Cromo Total IC		Demanda Química de Fierro Total		Fósforo de Ortofosfato			
			Colorimetria		Colorimetria		Reflujo Dicromato de Espectrofotometria		Kjeldahl - Colorimetria			
			mg/l Cr	l	mg/l Cr	l	mg/l O2	l	mg/l Fe	l	mg/l PO4	l
03-03-2005	11:35	0					32,982		0,24		0,022	
05-07-2005	13:00	0					26,514		0,67		0,01	
08-11-2005	12:15	0					10,668		0,12		0,014	
08-03-2006	12:50	0					23,929		0,09		0,042	
05-07-2006	12:50	0					20,05		0,21		0,012	
09-11-2006	12:30	0					10,444		0,16		0,011	
06-03-2007	11:45	0					48,831		0,15		5,939	
10-07-2007	13:02	0					1 <		0,14		0,01	
07-11-2007	12:10	0					7,88		0,06		0,029	
11-03-2008	12:35	0					26,66		0,35		0,018	
15-07-2008	17:00	0					27,6		0,29		0,017	
07-11-2008	15:30	0					2		0,005		1 <	
05-03-2009	18:00	0					4,127		0,07		0,035	
07-07-2009	17:35	0					12,263		0,65		0,01	
16-11-2009	14:00	0					8,77		0,2		0,04	
16-04-2010	16:00	0	0,01 <				15,222		0,03 <		0,012	
17-08-2010	16:00	0							0,1		0,003 <	
04-12-2010	8:30	0	0,01 <				3 <		0,083		0,006	
26-07-2011	15:00	0					3 <		0,277		0,005	
28-11-2011	10:40	0	0,03 <				3 <		0,185		0,01	
22-03-2012	14:10	0	0,03 <				7,88		0,253			
31-07-2012	10:00	0					3 <		0,144			
26-11-2012	15:00	0					3 <		0,101			
26-03-2013	19:20	0					5,457		0,272			
23-07-2013	14:40	0					1 <		0,05			
20-11-2013	14:10	0			0,009 <		1 <		0,13			
29-04-2014	13:30	0			0,009 <		8,184		0,194			
22-07-2014	10:30	0	0,05 <						0,296			
17-11-2014	15:00	0	0,05 <				6,932		0,116			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio Total		Magnesio disue		Manganeso Total		Mercurio Total		Molibdeno Total	
			Espectrofotomet		Gravimetrico		Colorimetria - Persul		Espectrofotometria		Espectrofotometria de absorci	
			mg/l Mg	l	mg/l Mg	l	mg/l Mn	l	mg/l Hg	l	mg/l Mo	l
03-03-2005	11:35	0			2,992		0,03		0,001		0,02	
05-07-2005	13:00	0					0,03		0,001 <		0,01 <	
08-11-2005	12:15	0					0,01		0,001 <		0,01 <	
08-03-2006	12:50	0			2,584		0,01		0,001		0,01 <	
05-07-2006	12:50	0					0,01		0,002		0,05 <	
09-11-2006	12:30	0					0,01		0,001 <		0,05 <	
06-03-2007	11:45	0			2,397		0,02		0,001 <		0,05 <	
10-07-2007	13:02	0			2,063		0,01		0,001 <		0,05 <	
07-11-2007	12:10	0			1,499		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
11-03-2008	12:35	0			3,2		0,05		0,001 <		0,05 <	
15-07-2008	17:00	0			1,7		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
07-11-2008	15:30	0			1,04		0,001 <		0,001 <		0,005 <	
05-03-2009	18:00	0			2,959		0,01				0,05 <	
07-07-2009	17:35	0			1,204		0,02		0,001 <		0,05 <	
16-11-2009	14:00	0			1,251		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
16-04-2010	16:00	0	3,626				0,01 <		0,001 <		0,05 <	
17-08-2010	16:00	0			0,657		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
04-12-2010	8:30	0	1,947				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
26-07-2011	15:00	0	2,293				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
28-11-2011	10:40	0	1,758				0,02 <		0,001 <			
22-03-2012	14:10	0	2,405				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
31-07-2012	10:00	0	1,755				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
26-11-2012	15:00	0	2,686				0,024		0,001 <		0,077	
26-03-2013	19:20	0	3,444				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
23-07-2013	14:40	0	1,8				0,02 <				0,05 <	
20-11-2013	14:10	0	1,8				0,02 <		0,002 <			
29-04-2014	13:30	0	3,155				0,02 <		0,002 <			
22-07-2014	10:30	0	2,166				0,02 <		0,002 <		0,05 <	
17-11-2014	15:00	0	2,079				0,02 <		0,002 <		0,05 <	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Níquel Total ICP-		Nitrógeno de Ni		Nitrógeno de Nitrito		Níquel Total		Oxígeno Disuelto (% Saturación)	
			mg/l	l	mg/l NO3	l	mg/l	l	mg/l Ni	l	mg/l O2	l
03-03-2005	11:35	0			0,096				0,01 <			
05-07-2005	13:00	0			0,153				0,01 <			
08-11-2005	12:15	0			0,054				0,01 <			
08-03-2006	12:50	0			0,073				0,01 <			
05-07-2006	12:50	0			0,126				0,02 <			
09-11-2006	12:30	0			3,626				0,02 <			
06-03-2007	11:45	0			8,476				0,02 <			
10-07-2007	13:02	0			0,055				0,02 <			
07-11-2007	12:10	0			0,648				0,06			
11-03-2008	12:35	0			0,154				0,02 <			
15-07-2008	17:00	0			0,182				0,02 <			
07-11-2008	15:30	0			0,2 <				0,005 <			
05-03-2009	18:00	0			0,188				0,02 <			
07-07-2009	17:35	0			0,153				0,02 <			
16-11-2009	14:00	0			0,172				0,02 <			
16-04-2010	16:00	0			0,118				0,02 <			
17-08-2010	16:00	0			0,126				0,02 <			
04-12-2010	8:30	0					0,052		0,02 <			
26-07-2011	15:00	0					0,178		0,02 <			
28-11-2011	10:40	0					0,072		0,02 <			
22-03-2012	14:10	0							0,02 <			
31-07-2012	10:00	0							0,02 <			
26-11-2012	15:00	0					0,167		0,05 <			
26-03-2013	19:20	0							0,05 <			
23-07-2013	14:40	0							0,05 <		112,3	
20-11-2013	14:10	0	0,02 <									
29-04-2014	13:30	0	0,02 <								1019	
22-07-2014	10:30	0							0,05 <		78	
17-11-2014	15:00	0							0,05 <			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Oxígeno Disuelto Ph		Plata Total		Plomo Total		Plomo Total ICP-OES		
			mg/l O2	l	mg/l Ag	l	mg/l Pb	l	mg/l	l	
03-03-2005	11:35	0	9,77	7,52	0,01 <		0,01 <				
05-07-2005	13:00	0	10,83	6,77	0,01 <		0,01 <				
08-11-2005	12:15	0	9,61	7,9	0,01 <		0,01 <				
08-03-2006	12:50	0	10,96	7,54	0,01 <		0,01 <				
05-07-2006	12:50	0	11,43	7,81	0,01 <		0,05 <				
09-11-2006	12:30	0	11,69	7,98	0,01 <		0,05 <				
06-03-2007	11:45	0	9,34	7,91	0,01 <		0,05 <				
10-07-2007	13:02	0	12,73	7,52	0,01 <		0,05 <				
07-11-2007	12:10	0	11,24	7,46	0,01 <		0,05 <				
11-03-2008	12:35	0	9,05	7,74	0,01 <		0,05 <				
15-07-2008	17:00	0	10,36	7,1	0,01 <		0,05 <				
07-11-2008	15:30	0	11,14	7,95	0,002 <		0,01 <				
05-03-2009	18:00	0	11,32	8,76	0,01 <		0,05 <				
07-07-2009	17:35	0	10,57	6,93	0,01 <		0,05 <				
16-11-2009	14:00	0	10,1	7,62	0,01 <		0,05 <				
16-04-2010	16:00	0	10,8	8,5	0,01 <		0,05 <				
17-08-2010	16:00	0	1,39	7	0,01 <		0,05 <				
04-12-2010	8:30	0	9,3	6,87	0,01 <		0,05 <				
26-07-2011	15:00	0	11,17	8,51	0,01 <		0,05 <				
28-11-2011	10:40	0	9,19	7,58	0,01 <		0,05 <				
22-03-2012	14:10	0	8,98	8,74	0,01 <		0,05 <				
31-07-2012	10:00	0	14,3	8,54	0,01 <						
26-11-2012	15:00	0	7,25	8,61	0,01 <						
26-03-2013	19:20	0		8,4	0,01 <		0,07 <				
23-07-2013	14:40	0	13,82	8,35	0,01 <		0,07 <				
20-11-2013	14:10	0		8,23	0,01 <					0,06 <	
29-04-2014	13:30	0	10,38	8,72	0,01 <					0,06 <	
22-07-2014	10:30	0	9,42	7,68	0,01 <		0,07 <				
17-11-2014	15:00	0		7,11	0,01 <		0,07 <				

FECHA :	HORA :	PROF. :	Potasio Total		Potasio disuelto		Razon de Absorción	Selenio disuelto		Sodio Total				
			Espectrofotomet	mg/l K	l	Fotometria de l	mg/l K	l	Diaminobencidina	mg/l Se	l	Espectrofotometria de absorci	mg/l Na	l
03-03-2005	11:35	0				1227		0,595		0,001	<			
05-07-2005	13:00	0								0,001	<			
08-11-2005	12:15	0								0,001	<			
08-03-2006	12:50	0				1207		0,595		0,001	<			
05-07-2006	12:50	0								0,001	<			
09-11-2006	12:30	0								0,001	<			
06-03-2007	11:45	0				1024		0,489		0,001	<			
10-07-2007	13:02	0				0,743		0,483		0,001	<			
07-11-2007	12:10	0				0,639		0,412		0,001	<			
11-03-2008	12:35	0				1495		0,764		0,001	<			
15-07-2008	17:00	0				0,6		0,39		0,001	<			
07-11-2008	15:30	0				0,2	<	0,517		0,005	<			
05-03-2009	18:00	0				1433		0,792						
07-07-2009	17:35	0				0,639		0,298		0,001	<			
16-11-2009	14:00	0				0,62		0,419		0,001	<			
16-04-2010	16:00	0	1,529							0,001	<	4,595		
17-08-2010	16:00	0				0,218		0,272		0,001	<			
04-12-2010	8:30	0	0,904							0,001	<	5,591		
26-07-2011	15:00	0	0,9							0,001	<	4,52		
28-11-2011	10:40	0	0,85							0,001	<	4,131		
22-03-2012	14:10	0	1,33							0,001	<	6,971		
31-07-2012	10:00	0	0,879							0,001	<	5,123		
26-11-2012	15:00	0	1,165									7,108		
26-03-2013	19:20	0	1,566							0,001	<	11,537		
23-07-2013	14:40	0	0,7							0,001	<	4		
20-11-2013	14:10	0	1							0,001	<	4,6		
29-04-2014	13:30	0	1,536							0,001	<	9,429		
22-07-2014	10:30	0	0,995							0,001	<	4,136		
17-11-2014	15:00	0	0,976							0,001	<	5,897		

FECHA :	HORA :	PROF. :	Sodio disuelto		Sulfato		Temperatura		Zinc Total	
			mg/l	l	mg/l	l	Termometro	Grad. C	mg/l Zn	l
03-03-2005	11:35	0	7,827		10,198		19,89		0,01	
05-07-2005	13:00	0					7,53		0,01	
08-11-2005	12:15	0					12,77		0,01	
08-03-2006	12:50	0	7,628		8,77		17,26		0,01 <	
05-07-2006	12:50	0					8,08		0,01	
09-11-2006	12:30	0					12,81		0,01	
06-03-2007	11:45	0	5,748		10		15,57		0,01	
10-07-2007	13:02	0	5,551		7		4,88		0,01	
07-11-2007	12:10	0	4,007		5		12,2		0,01	
11-03-2008	12:35	0	10,112		17		19,42		0,02	
15-07-2008	17:00	0	3,8		3		9,42		0,04	
07-11-2008	15:30	0	3,87		13,5		16,52		0,002 <	
05-03-2009	18:00	0	9,618		12,692		21,69		0,01	
07-07-2009	17:35	0	2,45		2 <		8,89		0,01	
16-11-2009	14:00	0	3,449		2,342		11,1		0,01	
16-04-2010	16:00	0			11,365		20,5		0,01 <	
17-08-2010	16:00	0	1,968		5,218		7,64		0,01 <	
04-12-2010	8:30	0			5,692		12,93		0,01 <	
26-07-2011	15:00	0					8,48		0,01 <	
28-11-2011	10:40	0					14,38		0,01 <	
22-03-2012	14:10	0					20,73		0,01 <	
31-07-2012	10:00	0					7,38		0,01 <	
26-11-2012	15:00	0					17,75		0,01 <	
26-03-2013	19:20	0			16,859		16,77		0,01 <	
23-07-2013	14:40	0			5,9		6,62		0,01 <	
20-11-2013	14:10	0			5,3		15,86			
29-04-2014	13:30	0			12,468		14,05			
22-07-2014	10:30	0					7,62		0,01 <	
17-11-2014	15:00	0			8,97		18,78		0,01 <	
INDICADOR: < : Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento										
> : Medida mayor que la sensibilidad del instrumento										
D : Medida dudosa										
E : Medida errónea										

Fig. 6. Reporte calidad de aguas estación río Biobío en Coihue.

Fuente: DGA (2015).

		Valores Individuales Microbiológicos				PERIODO: 01/01/2005-31/12/2014						
		Primavera Verano Otoño Invierno										
Estación:	RIO BIOBIO EN RUCALHUE											
Código BNA:	083170018					Latitud S:	37°42' 38"		UTM Norte:	5822265 mts		
Altitud:	261msnm					Longitud:	7°54' 06"		UTM Este:	244204 mts		
Cuenca:	RIO BIO-BIO					SubCuen	Rio Bio-Bio entre Rio Ranquil y Rio Duqueco		Area de Dre	7044.0 Km2		
		Aluminio Total		Aluminio Tot		Arsenico Total		Bicarbonato		Boro		
		Espectrofotor		Manchas de bron		Titulacion		Curcumin - Colorimetria				
FECHA :	HORA	PROF.	Mg/L Al	I	mg/l	I	mg/l As	I	mg/l	I	mg/l B	I
01-03-2005	13:05	0	0,4				0,001		30,658		1 <	
01-07-2005	14:00	0	1,9				0,001 <				1 <	
02-11-2005	15:05	0	0,3				0,001 <				1 <	
01-03-2006	15:00	0	0,2				0,001 <		30,392		1 <	
06-07-2006	13:30	0	0,3 <				0,001				1 <	
06-11-2006	10:28	0	0,4				0,001				1 <	
01-03-2007	15:10	0	0,7				0,001				1 <	
03-07-2007	14:45	0	0,9				0,001 <				1 <	
31-10-2007	14:55	0	0,3				0,001				1 <	
03-03-2008	14:50	0	4,9				0,002				1 <	
01-07-2008	13:20	0	0,3				0,001				1 <	
03-11-2008	12:15	0	0,01 <				0,02				0,004	
02-03-2009	17:20	0	0,3 <									
02-07-2009	15:45	0	0,6				0,001				1 <	
03-11-2009	15:00	0	1,2				0,001 <				1 <	
05-04-2010	14:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
03-08-2010	11:00	0	4,529				0,001 <				1 <	
01-12-2010	10:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
01-04-2011	11:40	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
04-07-2011	11:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
23-11-2011	12:30	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
02-04-2012	12:00	0	0,3 <				0,001 <				1 <	
03-08-2012	12:00	0					0,001 <				1 <	
23-11-2012	16:00	0					0,001 <					
26-03-2013	14:34	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
23-07-2013	11:24	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
19-11-2013	12:40	0			0,2		0,001 <				1 <	
02-05-2014	13:20	0			1,392		0,001 <				1 <	
21-07-2014	15:00	0	0,5 <				0,001 <				1 <	
18-11-2014	12:00	0	0,512				0,001 <					

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cloruro		Cadmio Total		Cadmio Total ICP-OES		Calcio Total		Calcio disuelto	
			Potenciometrico	Espectrofotom	Potenciometrico	Espectrofotom	Potenciometrico	Espectrofotom	Potenciometrico	Espectrofotom		
			mg/l Cl	l	mg/l Cd	l	mg/l	l	mg/l Ca	l	mg/l Ca	l
01-03-2005	13:05	0	8,703		0,01	<					8,165	
01-07-2005	14:00	0			0,01	<						
02-11-2005	15:05	0			0,01	<						
01-03-2006	15:00	0	5,7		0,01	<					7,665	
06-07-2006	13:30	0			0,01	<						
06-11-2006	10:28	0			0,01	<						
01-03-2007	15:10	0	5,911		0,01	<					6,098	
03-07-2007	14:45	0	8,866		0,01	<					4,467	
31-10-2007	14:55	0	4,216		0,01	<					4,925	
03-03-2008	14:50	0	7,839		0,01	<					8,68	
01-07-2008	13:20	0	4,7		0,01	<					5,7	
03-11-2008	12:15	0	11,1		0,001	<					2,33	
02-03-2009	17:20	0	6,177		0,01	<					6,55	
02-07-2009	15:45	0	3,1		0,01	<					4,4	
03-11-2009	15:00	0	2,869		0,01	<					3,579	
05-04-2010	14:00	0	8,133		0,01	<			4,889			
03-08-2010	11:00	0	3,412		0,01	<					12,066	
01-12-2010	10:00	0	2,432		0,01	<			6,073			
01-04-2011	11:40	0	6,636		0,01	<			8,958			
04-07-2011	11:00	0	4,033		0,01	<			7,04			
23-11-2011	12:30	0	2,226		0,01	<			6,398			
02-04-2012	12:00	0	5,564		0,01	<			8,238			
03-08-2012	12:00	0	2,312		0,01	<			6,706			
23-11-2012	16:00	0			0,01	<			9,126			
26-03-2013	14:34	0	6,502		0,01	<			5,673			
23-07-2013	11:24	0	2,5		0,01	<			7,9			
19-11-2013	12:40	0	2,9				0,004	<	6,8			
02-05-2014	13:20	0	4,478				0,004	<	9,939			
21-07-2014	15:00	0	2,5	<	0,01	<			5,922			
18-11-2014	12:00	0	2,5	<	0,01	<			6,502			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Carbonato		Cobalto Total		Cobre Total		Conductividad Espec		Cromo Hexavalente Total	
			Titulacion		mg/l	l	mg/l Cu	l	Conductivimetro	Espectrofotometria de absorci		
			mg/l	l	mg/l	l	mg/l Cu	l	mhos/cm	l	mg/l Cr	l
01-03-2005	13:05	0	0		0,01		0,01		99		0,01	<
01-07-2005	14:00	0			0,01	<	0,01		39		0,01	<
02-11-2005	15:05	0			0,01	<	0,01		64		0,01	
01-03-2006	15:00	0	0		0,01	<	0,01		88		0,01	<
06-07-2006	13:30	0			0,01		0,01		60		0,01	<
06-11-2006	10:28	0			0,01	<	0,01		60		0,01	
01-03-2007	15:10	0			0,01		0,01	<	80		0,01	<
03-07-2007	14:45	0			0,01	<	0,01		53		0,01	<
31-10-2007	14:55	0			0,01	<	0,01	<	63		0,01	
03-03-2008	14:50	0			0,01	<	0,02		93		0,01	
01-07-2008	13:20	0			0,01	<	0,01		74		0,01	
03-11-2008	12:15	0			0,005	<	0,005	<	64		0,005	<
02-03-2009	17:20	0			0,01	<	0,01		98		0,01	<
02-07-2009	15:45	0			0,01	<	0,01	<	59		0,01	<
03-11-2009	15:00	0			0,01	<	0,01	<	58		0,01	<
05-04-2010	14:00	0			0,01	<	0,01	<	95			
03-08-2010	11:00	0			0,01	<	0,01	<	74		0,01	<
01-12-2010	10:00	0			0,01	<	0,02	<	58			
01-04-2011	11:40	0			0,01	<	0,02	<	65			
04-07-2011	11:00	0			0,01	<	0,02	<	82			
23-11-2011	12:30	0			0,01	<	0,02	<	54			
02-04-2012	12:00	0			0,01	<	0,02	<	87			
03-08-2012	12:00	0			0,01	<	0,02	<	50			
23-11-2012	16:00	0			0,01	<	0,02	<	77			
26-03-2013	14:34	0			0,01	<	0,021		91			
23-07-2013	11:24	0			0,01	<	0,02	<	34			
19-11-2013	12:40	0			0,01	<	0,02	<	45			
02-05-2014	13:20	0			0,01	<	0,02	<	129			
21-07-2014	15:00	0			0,04	<	0,02	<				
18-11-2014	12:00	0			0,04	<	0,02	<				

FECHA :	HORA :	PROF. :	Cromo Total		Cromo Total IC		Demanda Química de Fierro Total		Fósforo de Ortofosfato			
			Colorimetría		Colorimetría		Reflujo Dicromato de Espectrofotometría		Kjeldahl - Colorimetría			
			mg/l Cr	l	mg/l Cr	l	mg/l O2	l	mg/l Fe	l	mg/l PO4	l
01-03-2005	13:05	0					6,441		0,1		0,013	
01-07-2005	14:00	0					5,817		1,65		0,003 <	
02-11-2005	15:05	0					27,161		0,07		0,011	
01-03-2006	15:00	0					6,295		0,06		0,015	
06-07-2006	13:30	0					19,72		0,17		0,011	
06-11-2006	10:28	0					32,353		0,07		0,014	
01-03-2007	15:10	0					26,205		0,08		6,487	
03-07-2007	14:45	0					16,83		0,47		0,006	
31-10-2007	14:55	0					15,08		0,03 <		0,012	
03-03-2008	14:50	0					49,19		3,8		0,02	
01-07-2008	13:20	0					49,5		0,29		0,016	
03-11-2008	12:15	0					2		0,002 <		1 <	
02-03-2009	17:20	0					4,127		0,03		0,007	
02-07-2009	15:45	0					4,127		0,42		0,019	
03-11-2009	15:00	0					12,375		0,97		0,017	
05-04-2010	14:00	0	0,01 <				13,338		0,03 <		0,003 <	
03-08-2010	11:00	0							6		0,003 <	
01-12-2010	10:00	0	0,01 <				3 <		0,364		0,003 <	
01-04-2011	11:40	0					3 <		0,202		0,003 <	
04-07-2011	11:00	0					3 <		0,172		0,003 <	
23-11-2011	12:30	0	0,03 <				3 <		0,413			
02-04-2012	12:00	0	0,03 <				5,101		0,101			
03-08-2012	12:00	0					3 <		0,394			
23-11-2012	16:00	0					3 <		0,086			
26-03-2013	14:34	0					6,983		0,302			
23-07-2013	11:24	0					1 <		0,03			
19-11-2013	12:40	0			0,009 <		1 <		0,39			
02-05-2014	13:20	0			0,009 <		5,977		1,382			
21-07-2014	15:00	0	0,05 <						0,431			
18-11-2014	12:00	0	0,05 <				7,419		0,516			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Magnesio Total		Magnesio disu		Manganeso Total		Mercurio Total		Molibdeno Total	
			Espectrofotomet		Gravimetrico		Colorimetría - Persul		Espectrofotometría		Espectrofotometría de absorci	
			mg/l Mg	l	mg/l Mg	l	mg/l Mn	l	mg/l Hg	l	mg/l Mo	l
01-03-2005	13:05	0			2,7		0,01		0,001		0,03	
01-07-2005	14:00	0					0,05		0,001 <		0,01 <	
02-11-2005	15:05	0					0,01 <		0,001 <		0,01 <	
01-03-2006	15:00	0			2,186		0,01		0,001 <		0,01 <	
06-07-2006	13:30	0					0,01		0,002		0,05 <	
06-11-2006	10:28	0					0,01		0,001 <		0,05 <	
01-03-2007	15:10	0			2,025		0,01		0,001 <		0,05 <	
03-07-2007	14:45	0			1,412		0,03		0,001 <		0,05 <	
31-10-2007	14:55	0			1,39		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
03-03-2008	14:50	0			4		0,17		0,001 <		0,05 <	
01-07-2008	13:20	0			2		0,01 <		0,001 <		0,05 <	
03-11-2008	12:15	0			1,21		0,001 <		0,001 <		0,005 <	
02-03-2009	17:20	0			2,529		0,01 <				0,05	
02-07-2009	15:45	0			1,4		0,02		0,001 <		0,05 <	
03-11-2009	15:00	0			1,651		0,01		0,001 <		0,05 <	
05-04-2010	14:00	0	3,032				0,01 <		0,001 <		0,05 <	
03-08-2010	11:00	0			12,164		0,2		0,001 <		0,05 <	
01-12-2010	10:00	0	1,488				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
01-04-2011	11:40	0	2,81				0,02 <				0,05 <	
04-07-2011	11:00	0	1,961				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
23-11-2011	12:30	0	1,741				0,02 <		0,001 <			
02-04-2012	12:00	0	2,383				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
03-08-2012	12:00	0	1,638				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
23-11-2012	16:00	0	2,373				0,02 <		0,001 <		0,077	
26-03-2013	14:34	0	2,767				0,02 <		0,001 <		0,05 <	
23-07-2013	11:24	0	1,8				0,02 <				0,05 <	
19-11-2013	12:40	0	1,8				0,02		0,002 <			
02-05-2014	13:20	0	2,877				0,503		0,002 <			
21-07-2014	15:00	0	1,789				0,02		0,002 <		0,05 <	
18-11-2014	12:00	0	1,912				0,025		0,002 <		0,05 <	

FECHA :	HORA :	PROF. :	Níquel Total ICP-		Nitrógeno de Ni		Nitrógeno de Nitrito		Níquel Total		Oxígeno Disuelto (% Saturación)	
			mg/l	l	mg/l NO3	l	mg/l	l	mg/l Ni	l	mg/l O2	l
01-03-2005	13:05	0			0,045				0,01 <			
01-07-2005	14:00	0			0,024				0,01 <			
02-11-2005	15:05	0			0,043				0,01 <			
01-03-2006	15:00	0			0,06				0,01 <			
06-07-2006	13:30	0			0,063				0,02 <			
06-11-2006	10:28	0			4,835				0,02 <			
01-03-2007	15:10	0			7,236				0,02 <			
03-07-2007	14:45	0			0,01 <				0,02 <			
31-10-2007	14:55	0			0,365				0,02 <			
03-03-2008	14:50	0			0,051				0,02 <			
01-07-2008	13:20	0			0,103				0,02 <			
03-11-2008	12:15	0			0,2 <				0,005 <			
02-03-2009	17:20	0			0,121				0,02 <			
02-07-2009	15:45	0			0,098				0,02 <			
03-11-2009	15:00	0			0,09				0,02 <			
05-04-2010	14:00	0			0,07				0,02 <			
03-08-2010	11:00	0			0,027				0,02 <			
01-12-2010	10:00	0					0,032		0,02 <			
01-04-2011	11:40	0					0,05		0,02 <			
04-07-2011	11:00	0					0,025		0,02 <			
23-11-2011	12:30	0					0,044		0,02 <			
02-04-2012	12:00	0							0,02 <			
03-08-2012	12:00	0							0,02 <			
23-11-2012	16:00	0					0,167		0,05 <			
26-03-2013	14:34	0							0,05 <			
23-07-2013	11:24	0							0,05 <	105,2		
19-11-2013	12:40	0	0,02 <									
02-05-2014	13:20	0	0,02 <							82,1		
21-07-2014	15:00	0							0,05 <	77,2		
18-11-2014	12:00	0							0,05 <			

FECHA :	HORA :	PROF. :	Oxígeno Disuelto Ph			Plata Total		Plomo Total		Plomo Total ICP-OES		
			mg/l O2	l	unid. ph	mg/l Ag	l	mg/l Pb	l	mg/l	l	
01-03-2005	13:05	0	10,17		7,35	0,01 <		0,01 <				
01-07-2005	14:00	0	11,44		6,93	0,01 <		0,01				
02-11-2005	15:05	0	9,36		7,89	0,01 <		0,01				
01-03-2006	15:00	0	7,88		7,58	0,01 <		0,01 <				
06-07-2006	13:30	0	11,34		7,72	0,01 <		0,05 <				
06-11-2006	10:28	0	11,68		7,59	0,01 <		0,05 <				
01-03-2007	15:10	0	10,25		8,08	0,01 <		0,05 <				
03-07-2007	14:45	0	13,1		7,44	0,01 <		0,05 <				
31-10-2007	14:55	0	12,03		7,62	0,01 <		0,05 <				
03-03-2008	14:50	0	9,04		7,45	0,01 <		0,05 <				
01-07-2008	13:20	0	11,73		7,28	0,01 <		0,05 <				
03-11-2008	12:15	0	11,39		7,43	0,002 <		0,01 <				
02-03-2009	17:20	0	9,83		8,1	0,01 <		0,05 <				
02-07-2009	15:45	0	9,9		7,54	0,01 <		0,05 <				
03-11-2009	15:00	0	10,68		7,5	0,01 <		0,05 <				
05-04-2010	14:00	0	10,02		8	0,01 <		0,05 <				
03-08-2010	11:00	0	3,99		5,9	0,01 <		0,05 <				
01-12-2010	10:00	0	10,4		6,29	0,01 <		0,05 <				
01-04-2011	11:40	0	8,79		8,43	0,01 <		0,05 <				
04-07-2011	11:00	0	11,61		7,83	0,01 <		0,05 <				
23-11-2011	12:30	0	8,67		7,59	0,01 <		0,05 <				
02-04-2012	12:00	0	8,01		8,21	0,01 <		0,05 <				
03-08-2012	12:00	0	13,1		8,09	0,01 <						
23-11-2012	16:00	0	16,02		8,41	0,01 <						
26-03-2013	14:34	0			8,31	0,01 <		0,07 <				
23-07-2013	11:24	0	13,09		8,73	0,01 <		0,07 <				
19-11-2013	12:40	0			7,81	0,01 <				0,06 <		
02-05-2014	13:20	0	8,34		7,78	0,01 <				0,06 <		
21-07-2014	15:00	0	9,23		7,93	0,01 <		0,07 <				
18-11-2014	12:00	0			7,24	0,01 <		0,07 <				

FECHA :	HORA :	PROF. :	Potasio Total		Potasio disuelto		Razon de Absorción	Selenio disuelto		Sodio Total				
			Espectrofotomet	mg/l K	l	Fotometria de ll	mg/l K	l	Diaminobencidina	mg/l Se	l	Espectrofotometria de absorci	mg/l Na	l
01-03-2005	13:05	0				1,004		0,418		0,001	<			
01-07-2005	14:00	0								0,001	<			
02-11-2005	15:05	0								0,001	<			
01-03-2006	15:00	0				0,936		0,393		0,001	<			
06-07-2006	13:30	0								0,001	<			
06-11-2006	10:28	0								0,001	<			
01-03-2007	15:10	0				0,937		0,427		0,001	<			
03-07-2007	14:45	0				0,444		0,314		0,001	<			
31-10-2007	14:55	0				0,493		0,322		0,001	<			
03-03-2008	14:50	0				1,672		0,361		0,001	<			
01-07-2008	13:20	0				0,7		0,34		0,001	<			
03-11-2008	12:15	0				0,2	<	0,474		0,005	<			
02-03-2009	17:20	0				1,112		0,504						
02-07-2009	15:45	0				0,5		0,308		0,001	<			
03-11-2009	15:00	0				0,703		0,326		0,001	<			
05-04-2010	14:00	0	1,282							0,001	<	7,076		
03-08-2010	11:00	0				2,458		0,4		0,001	<			
01-12-2010	10:00	0	0,802							0,001	<	4,127		
01-04-2011	11:40	0	1,275							0,001	<	6,253		
04-07-2011	11:00	0	0,727							0,001	<	4,185		
23-11-2011	12:30	0	0,842									3,613		
02-04-2012	12:00	0	1,084							0,001	<	5,055		
03-08-2012	12:00	0	0,709							0,001	<	3,688		
23-11-2012	16:00	0	0,919									4,961		
26-03-2013	14:34	0	1,136							0,001	<	5,259		
23-07-2013	11:24	0	0,7							0,001	<	4,3		
19-11-2013	12:40	0	0,9							0,001	<	3,8		
02-05-2014	13:20	0	1,251							0,001	<	5,69		
21-07-2014	15:00	0	0,678							0,001	<	5,481		
18-11-2014	12:00	0	0,86							0,001	<	3,605		

FECHA :	HORA :	PROF. :	Sodio disuelto		Sulfato		Temperatura		Zinc Total	
			mg/l	l	mg/l	l	Termometro	Grad. C	mg/l Zn	l
01-03-2005	13:05	0	5,387		8,328		18,01		0,01	<
01-07-2005	14:00	0					6,91		0,01	
02-11-2005	15:05	0					10,64		0,01	
01-03-2006	15:00	0	4,789		5,811		17,22		0,01	<
06-07-2006	13:30	0					7,58		0,01	
06-11-2006	10:28	0					9,5		0,01	<
01-03-2007	15:10	0	4,769		8		15,91		0,01	
03-07-2007	14:45	0	2,97		7		6,74		0,01	
31-10-2007	14:55	0	3,137		3		10,07		0,01	
03-03-2008	14:50	0	5,12		1		20		0,04	
01-07-2008	13:20	0	3,7		8		7,5		0,02	
03-11-2008	12:15	0	3,58		14,4		11,74		0,002	<
02-03-2009	17:20	0	5,992		8,777		18,27		0,01	
02-07-2009	15:45	0	2,9		3,8		6,9		0,01	
03-11-2009	15:00	0	2,97		2	<	9,28		0,01	
05-04-2010	14:00	0			8,094		19,5		0,01	<
03-08-2010	11:00	0	8,229		6,741		5,34		0,01	<
01-12-2010	10:00	0			4,421		11,87		0,026	
01-04-2011	11:40	0					16,47		0,01	<
04-07-2011	11:00	0					5,85		0,01	<
23-11-2011	12:30	0					11,06		0,01	<
02-04-2012	12:00	0					16,74		0,01	<
03-08-2012	12:00	0					7,15		0,01	<
23-11-2012	16:00	0					14,4		0,01	<
26-03-2013	14:34	0			10,617		16,72		0,01	<
23-07-2013	11:24	0			6		5,31		0,01	<
19-11-2013	12:40	0			6,2		13,46			
02-05-2014	13:20	0			4,228		13,07			
21-07-2014	15:00	0					6,6		0,01	<
18-11-2014	12:00	0			8,386		12,47		0,01	<
INDICADOR:	< : Medida Menor a la Sensibilidad del Instrumento									
	> : Medida mayor que la sensibilidad del instrumento									
	D : Medida dudosa									
	E : Medida errónea									

Fig. 7. Reporte calidad de aguas estación río Biobío en Rucalhue.

Fuente: DGA (2015).

<i>Cauce</i>	<i>Nomenclatura Área Vigilancia</i>	<i>Límites Áreas de Vigilancia</i>
Biobío	BI-10	Desde naciente río Biobío Hasta antes río Llanquén (Ralco)
	BI-20	Desde antes río Llanquén (Ralco) Hasta río Biobío en Rucalhue
	BI-30	Desde río Biobío en Rucalhue Hasta río Biobío aguas arriba confluencia río Vergara
	BI-40	Desde río Biobío aguas arriba confluencia río Vergara Hasta río Biobío confluencia río Gomero
	BI-50	Desde río Biobío confluencia río Gomero Hasta puente Mecano
	BI-60	Desde puente Mecano Hasta Desembocadura boca norte

Tabla 1. Áreas de vigilancia cauce Biobío.

COMPORTAMIENTO GRÁFICO PARÁMETROS CRÍTICOS EN CADA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA.

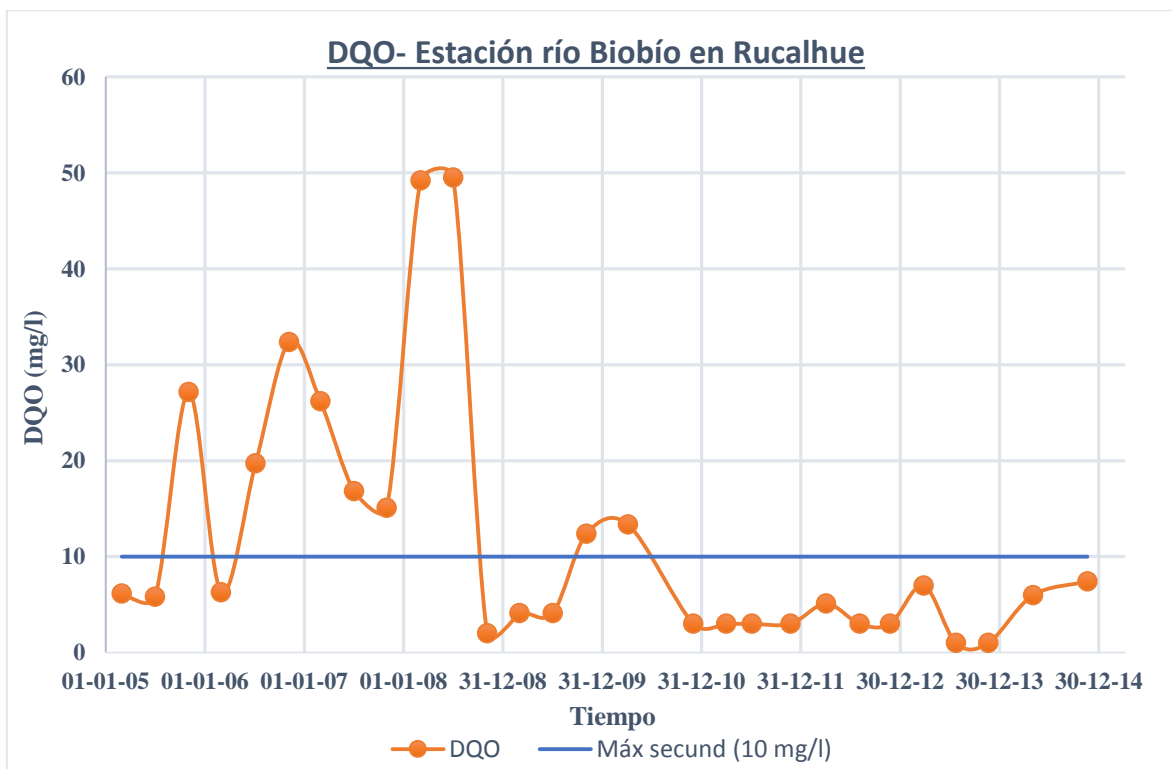


Fig. 8. Variación DQO estación río Biobío en Rucalhue.

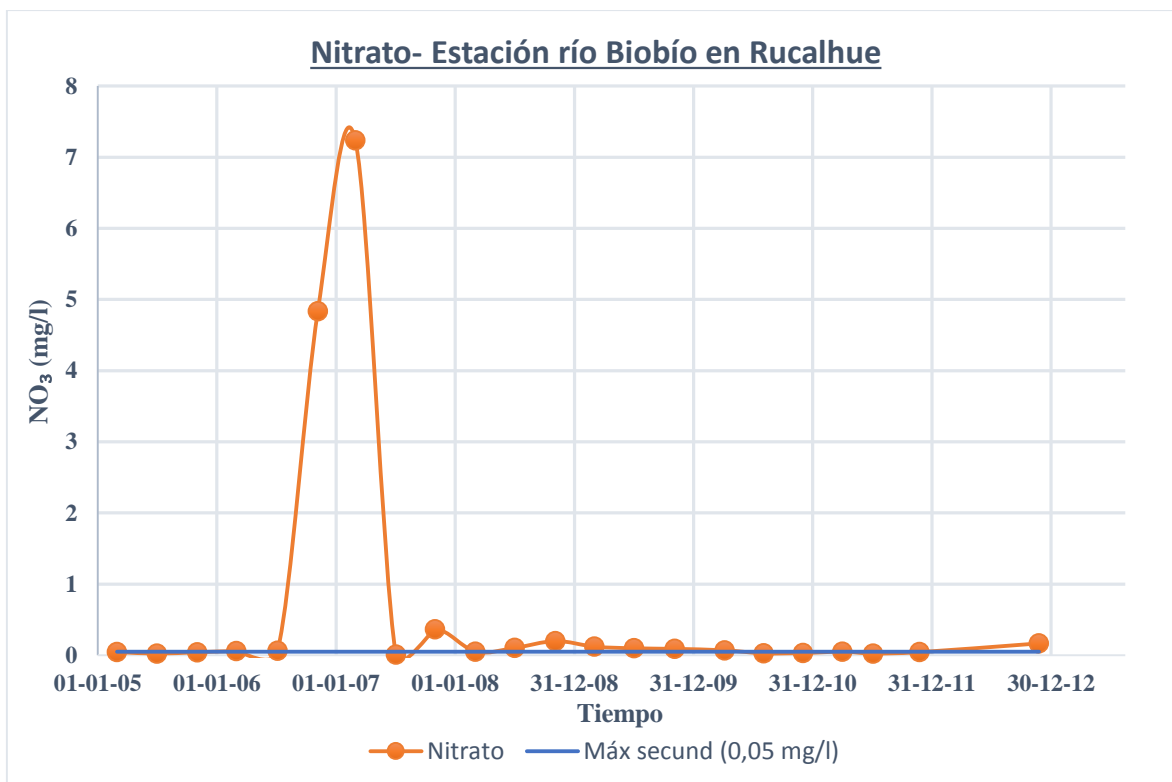


Fig. 9. Variación nitrato estación río Biobío en Rucalhue.

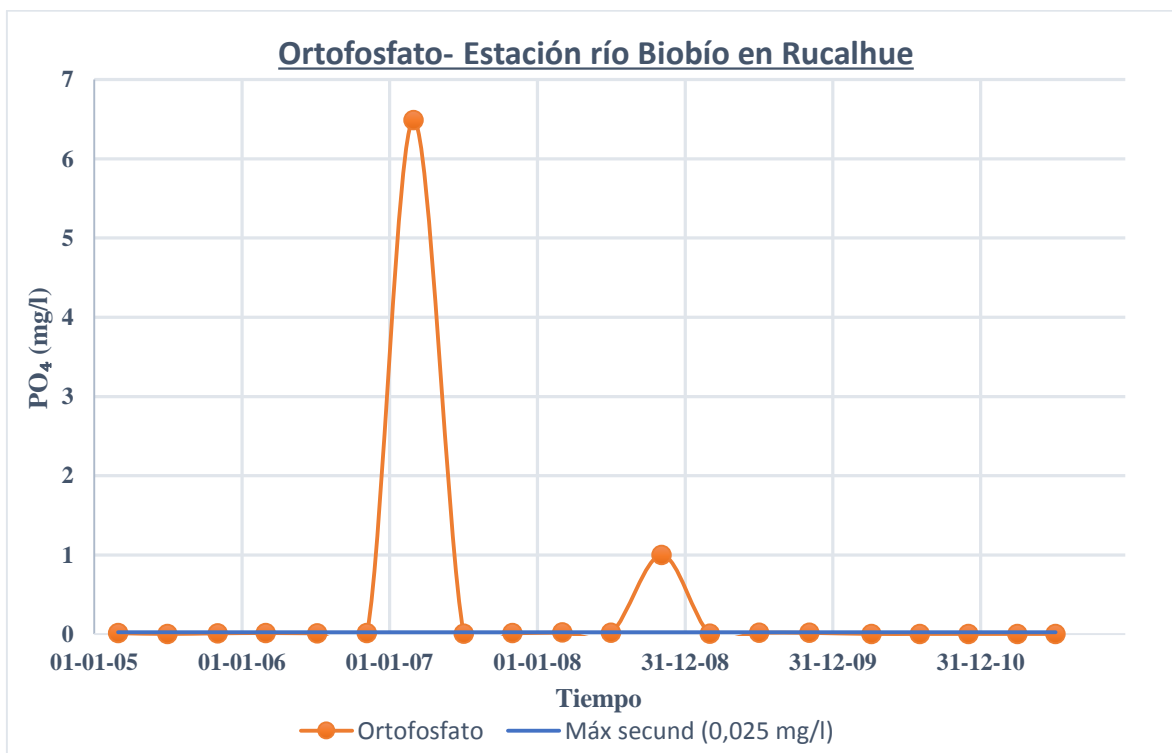


Fig. 10. Variación ortofosfato estación río Biobío en Rucalhue.

Río Biobío en Coihue

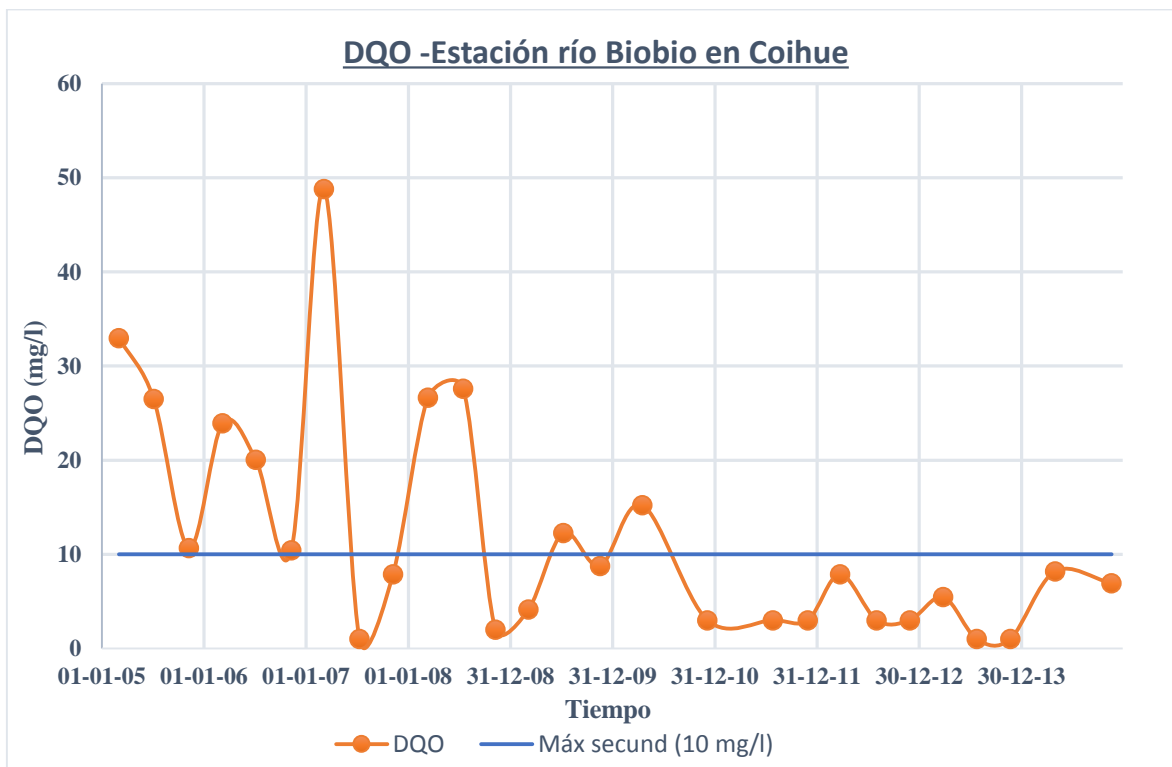


Fig. 11. Variación DQO estación río Biobío en Coihue.

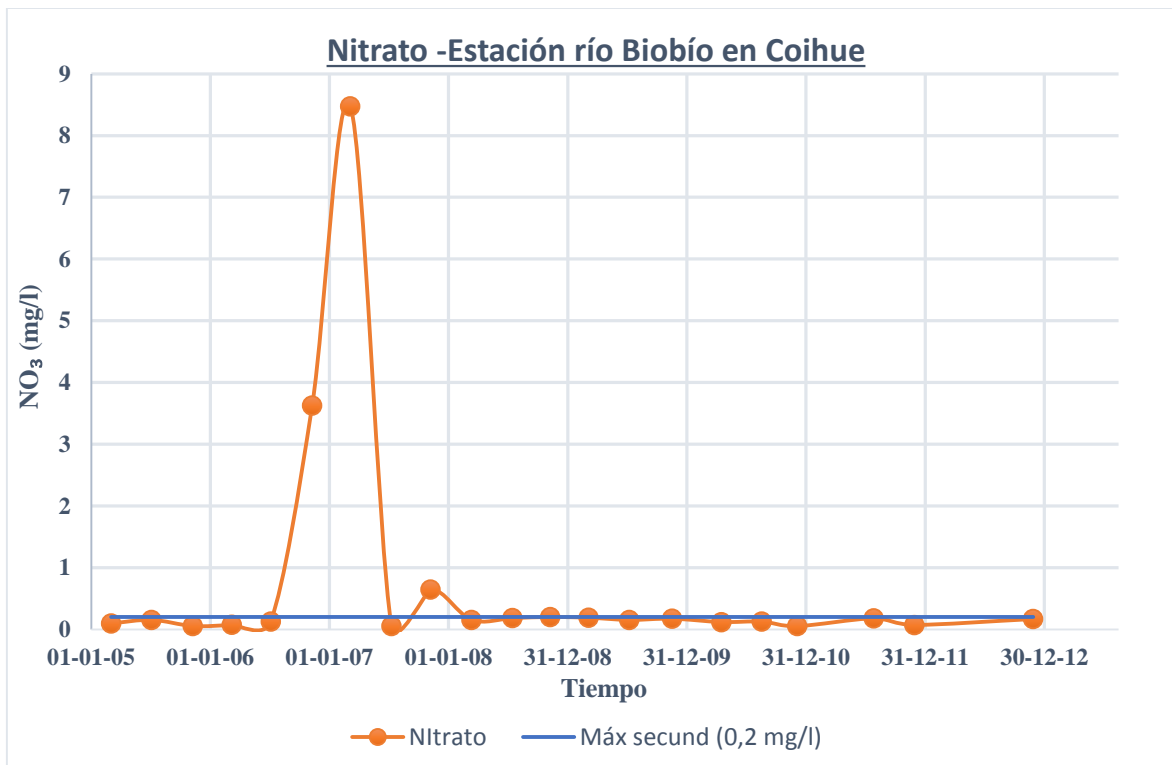


Fig. 12. Variación nitrato estación río Biobío en Coihue.

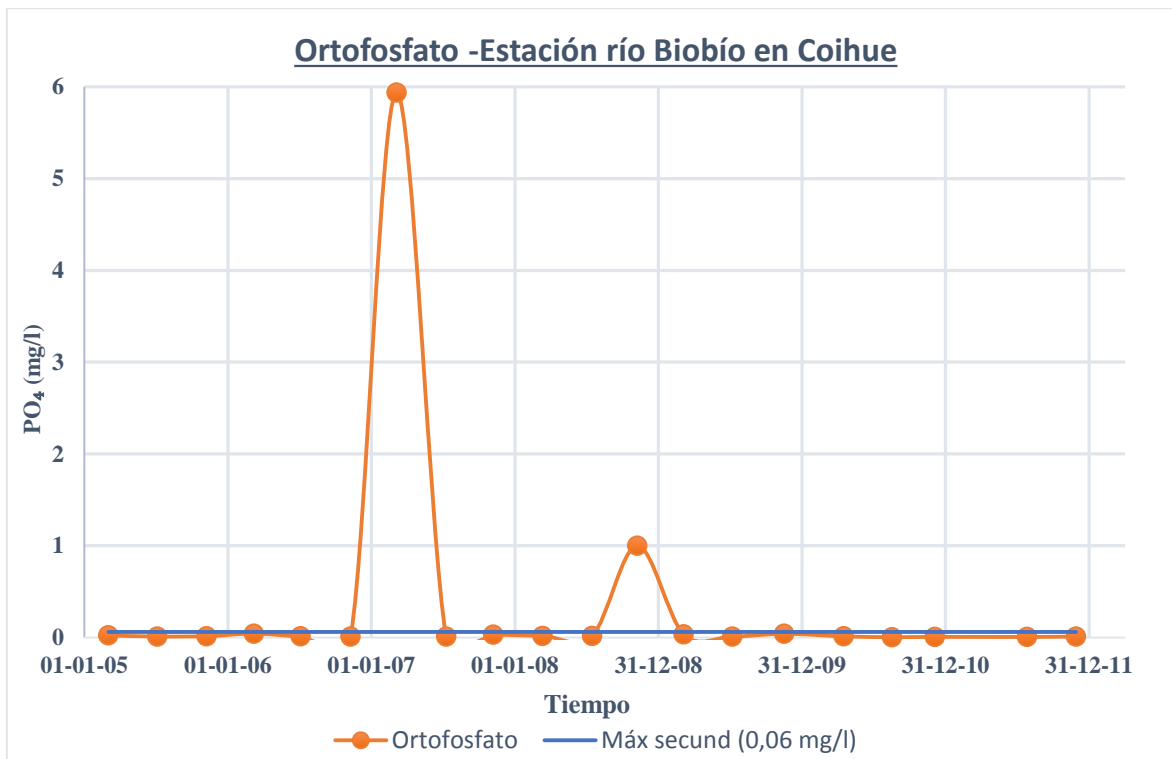


Fig. 13. Variación ortofosfato estación río Biobío en Coihue.

Río Biobío bajo junta río Vergara

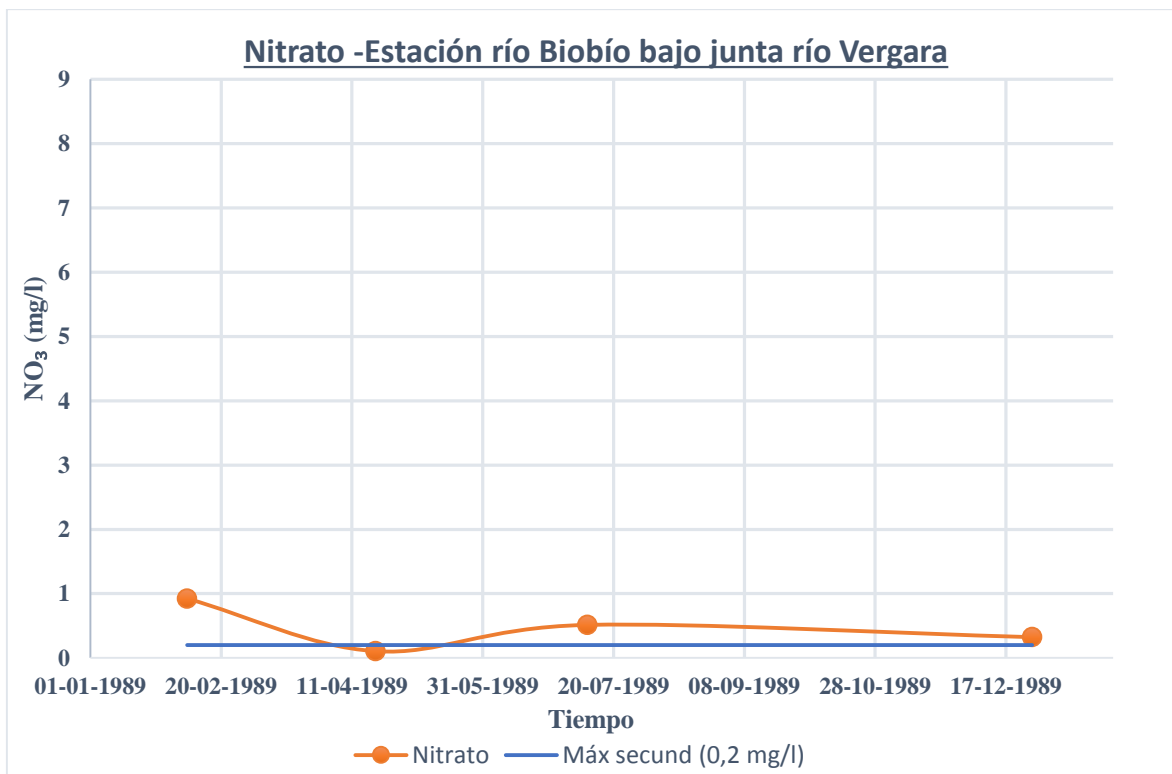


Fig. 14. Variación nitrato estación río Biobío bajo junta río Vergara.

Río Biobío en Santa Juana

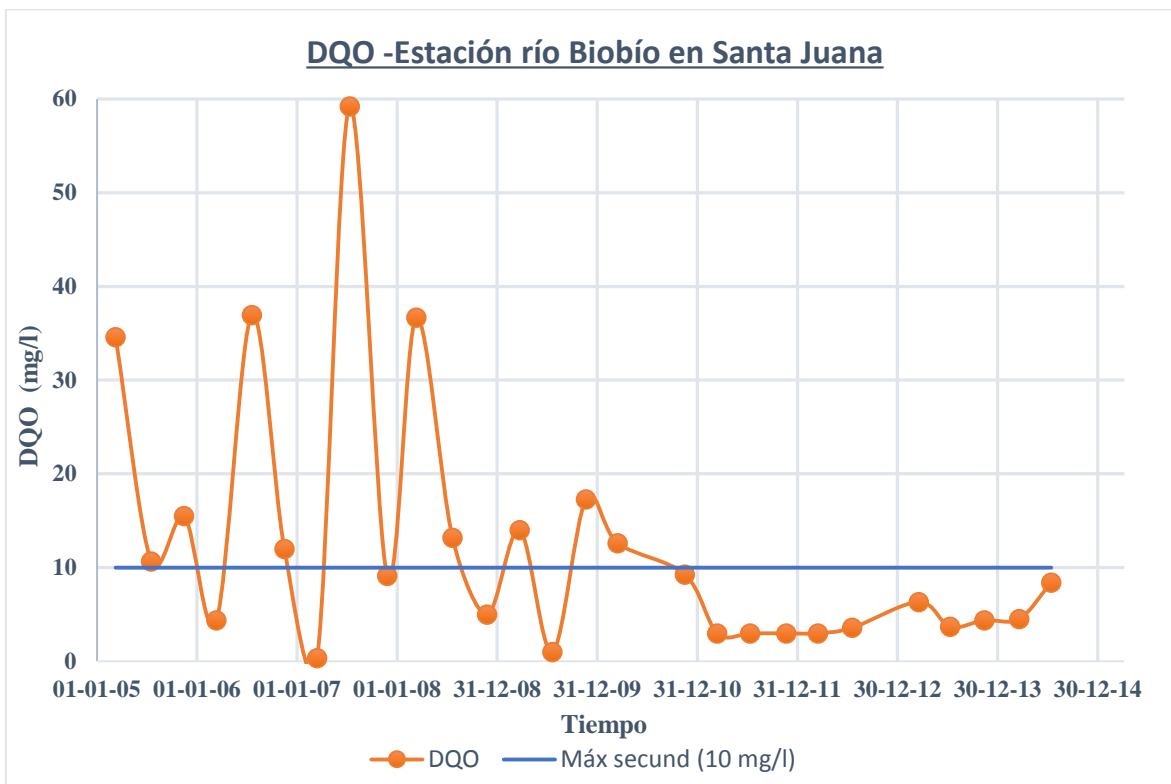


Fig. 15. Variación DQO estación río Biobío en Santa Juana.

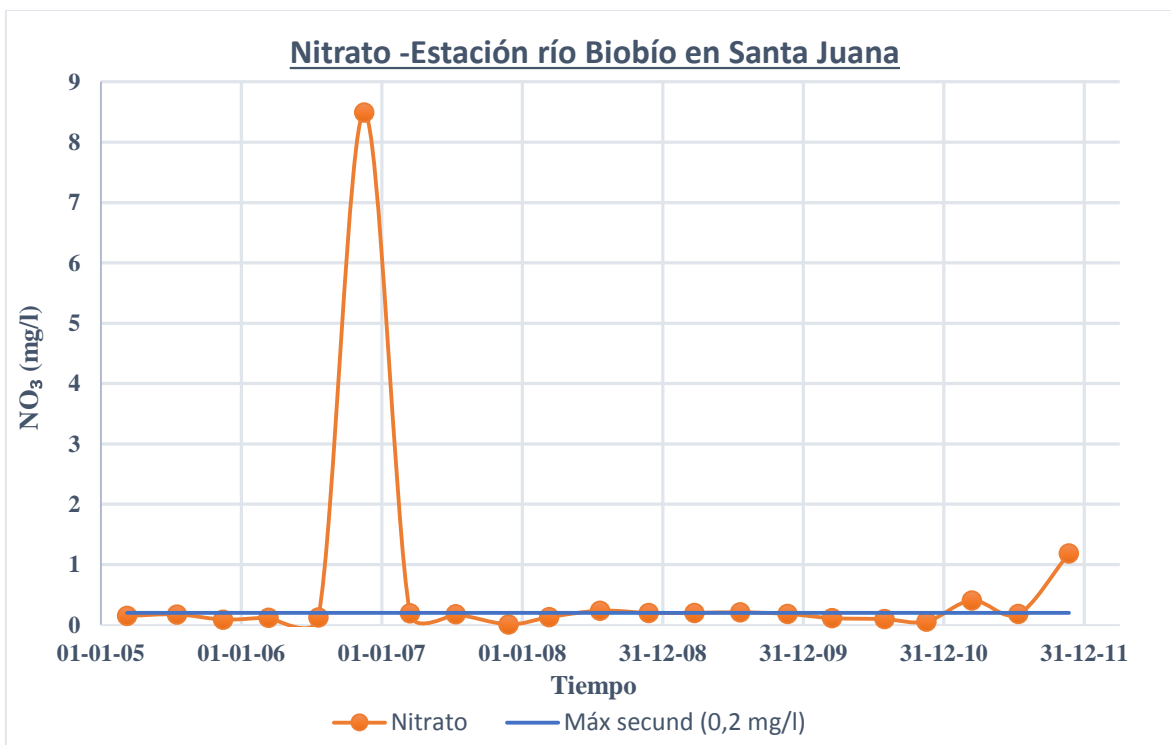


Fig. 16. Variación nitrato estación río Biobío en Santa Juana.

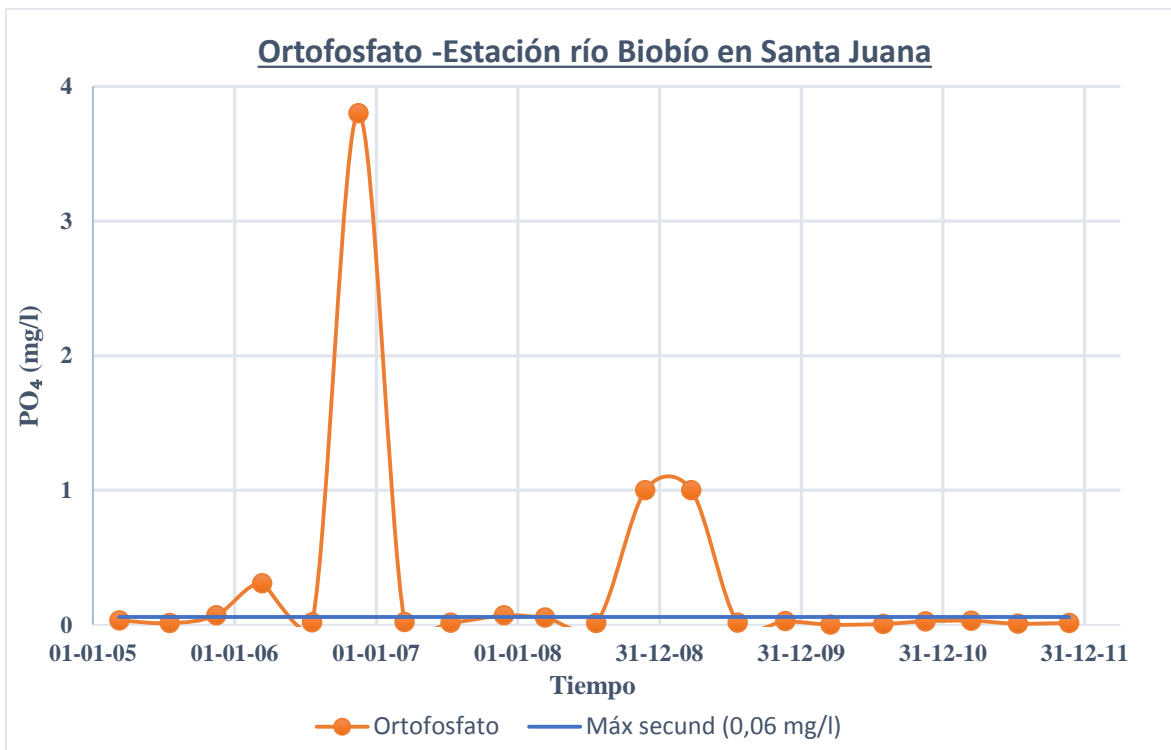


Fig. 17. Variación ortofosfato estación río Biobío en Santa Juana.

Río Biobío antes planta La Mochita

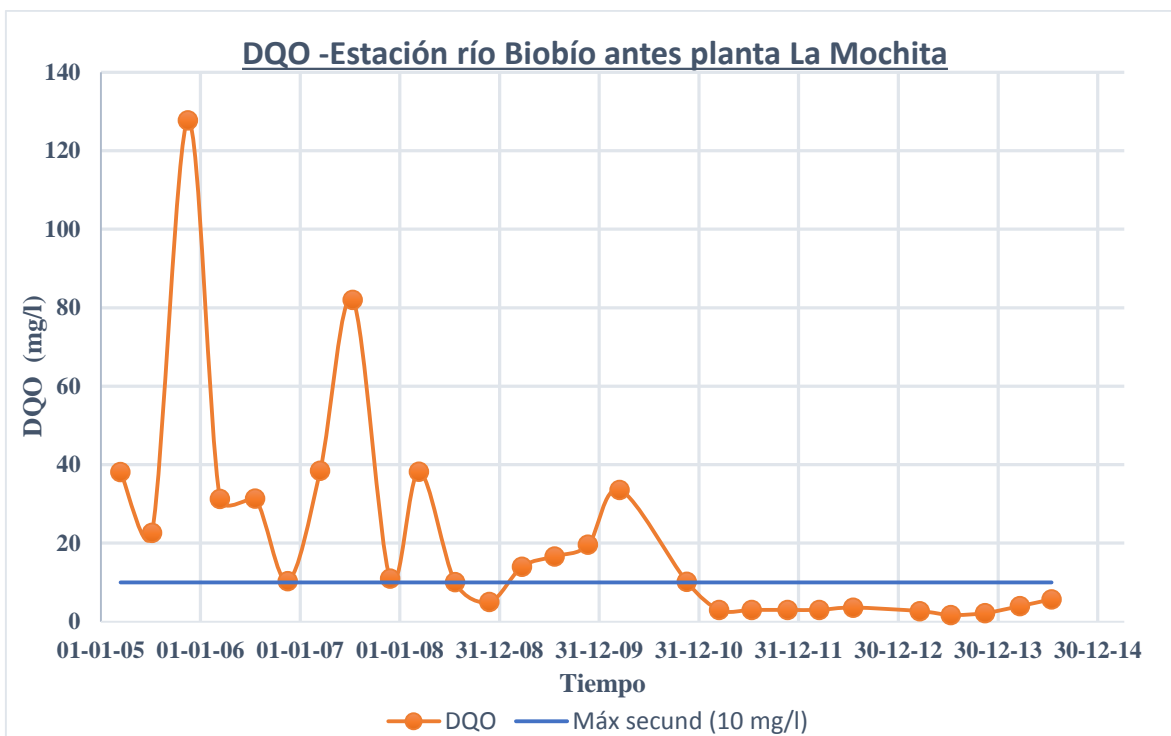


Fig. 18. Variación DQO estación río Biobío antes planta La Mochita.

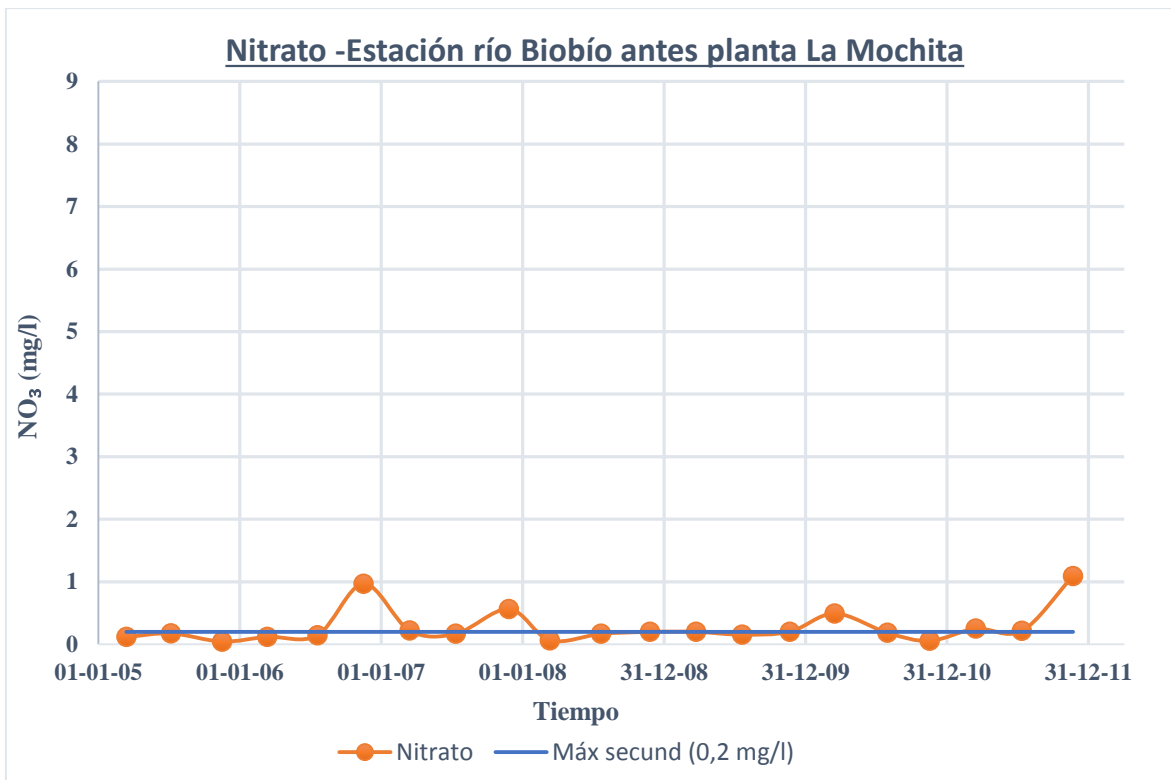


Fig. 19. Variación nitrato estación río Biobío antes planta La Mochita.

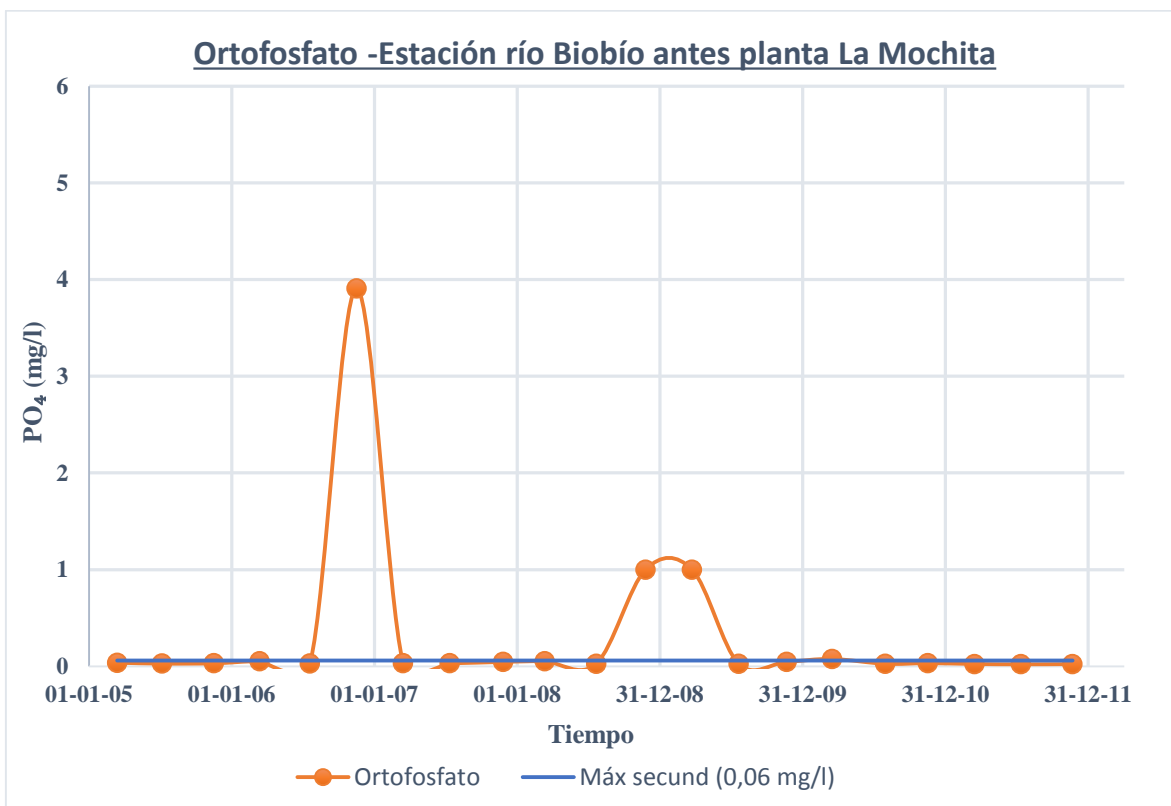


Fig. 20. Variación ortofosfato estación río Biobío antes planta La Mochita.

Río Biobío en Desembocadura (Boca Sur)

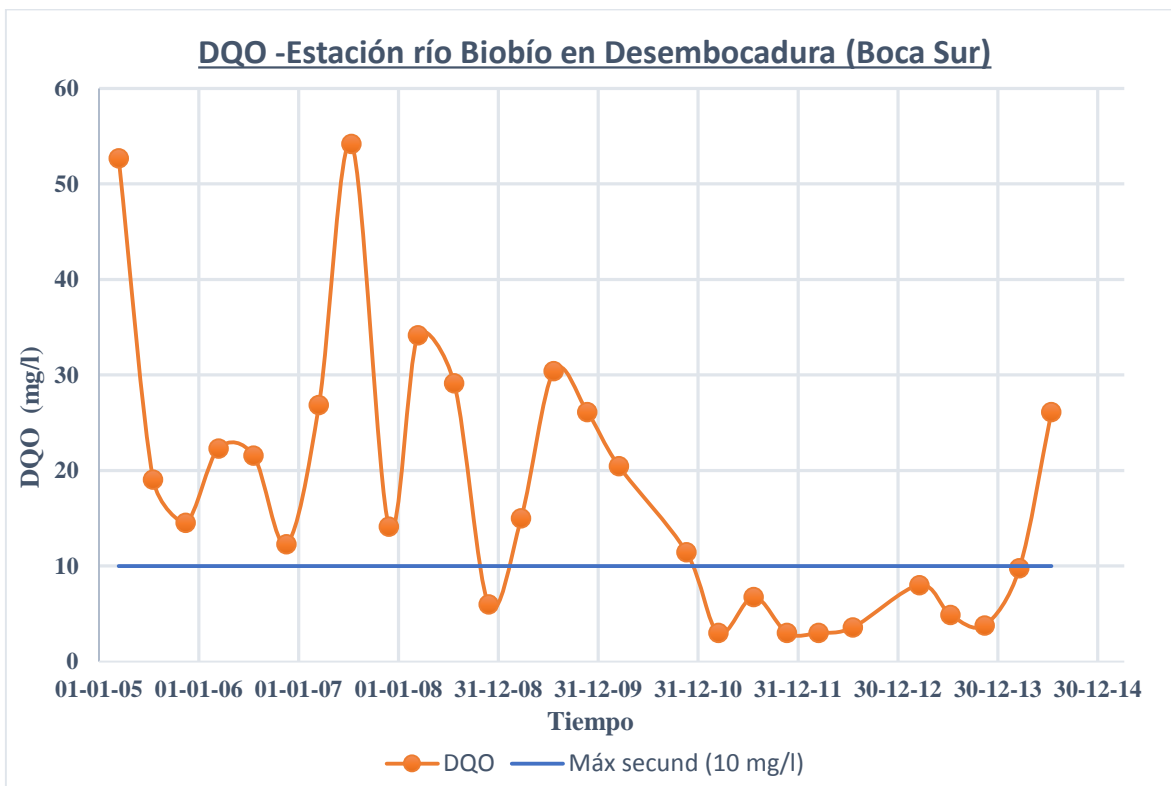


Fig. 21. Variación DQO estación río Biobío en Desembocadura (Boca Sur).

Río Biobío en Desembocadura (Boca Norte)

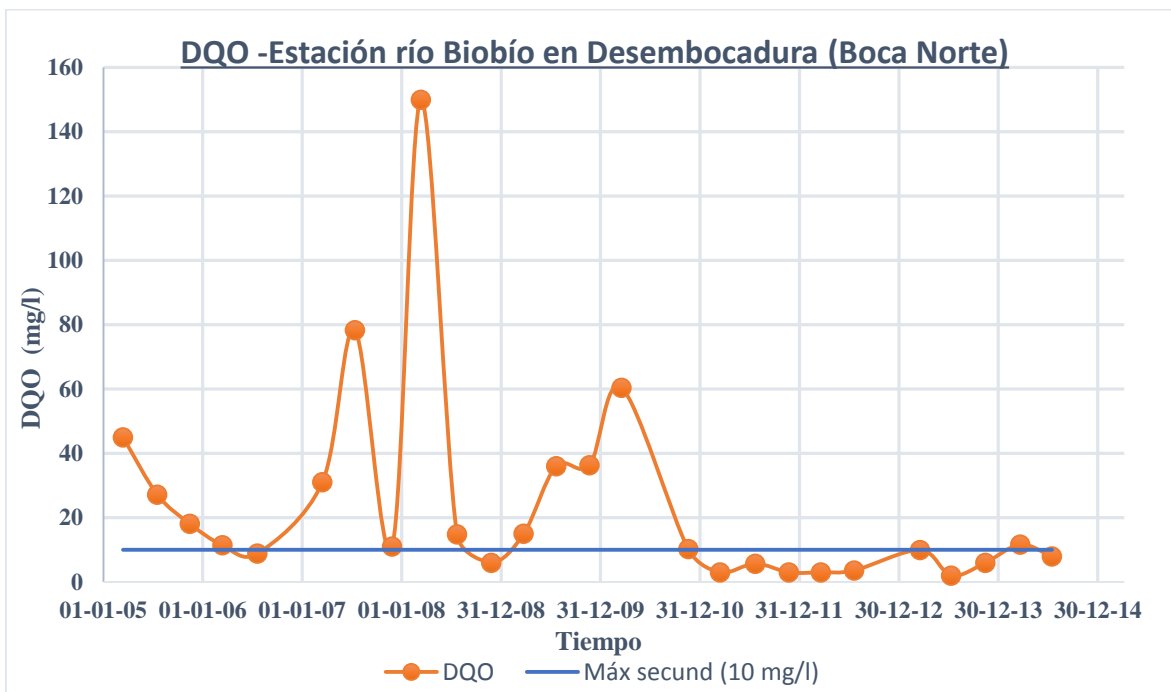


Fig. 22. Variación DQO estación río Biobío en Desembocadura (Boca Norte).

COMPORTAMIENTO GRÁFICO ANÁLISIS ESTACIONAL

Río Biobío antes planta La Mochita

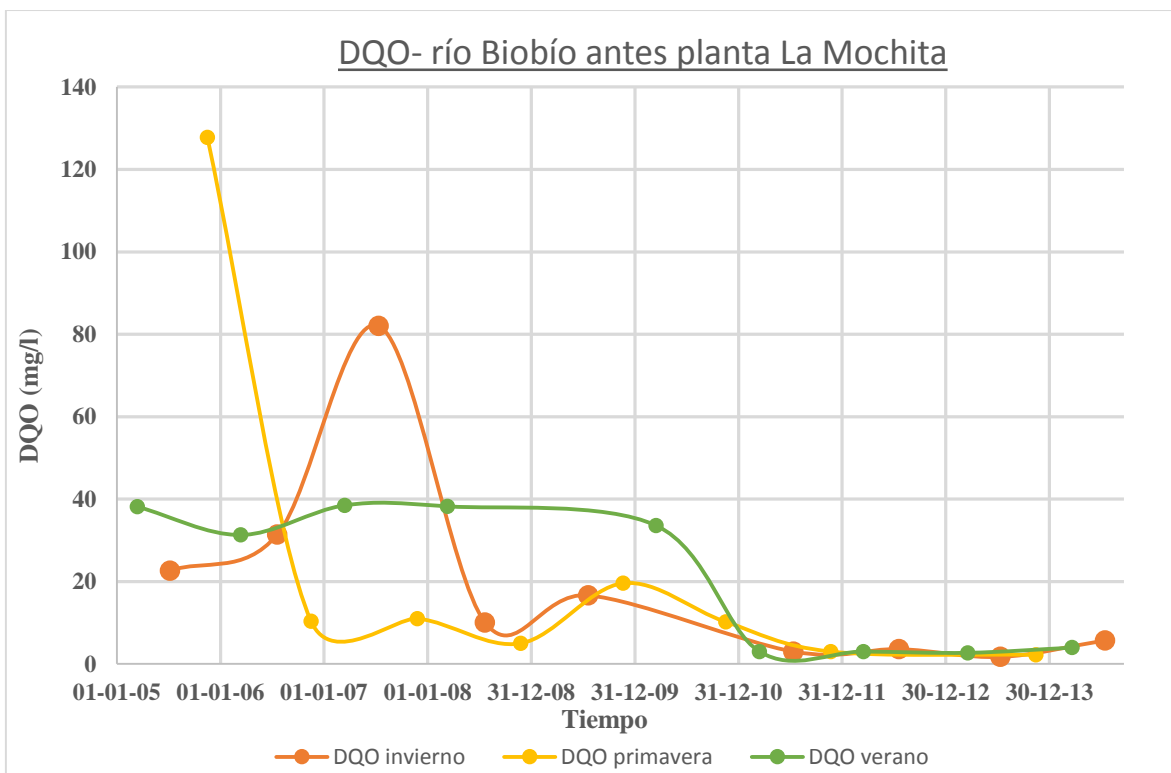


Fig. 23. Variación DQO estación antes planta La Mochita.

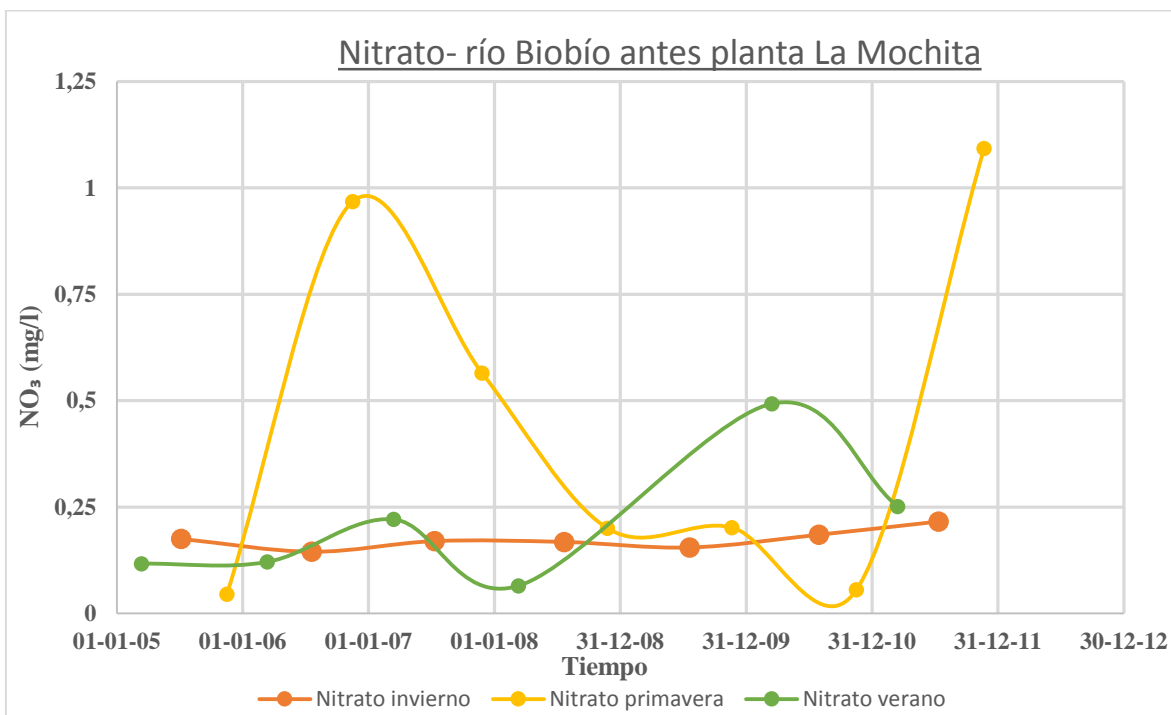


Fig. 24. Variación nitrato estación antes planta La Mochita.

Río Biobío en Rucalhue

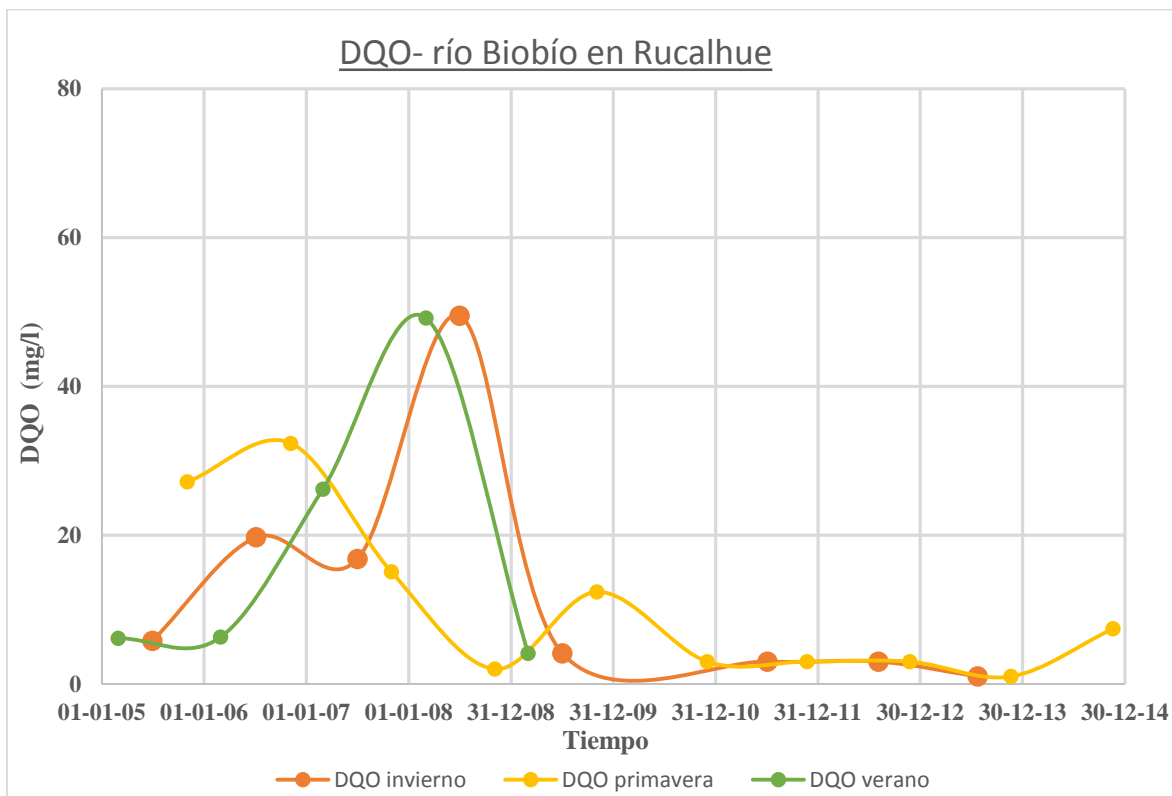


Fig. 25. Variación DQO estación Rucalhue.

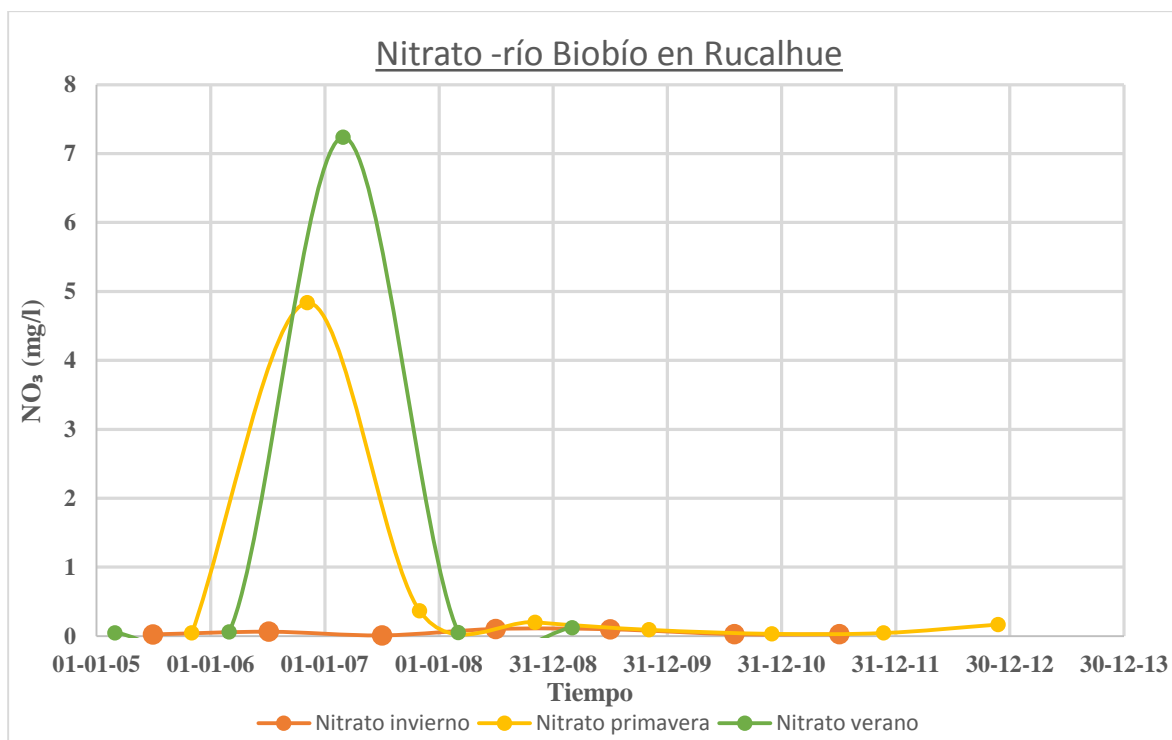


Fig. 26. Variación nitrato estación Rucalhue.

Río Biobío en Santa Juana

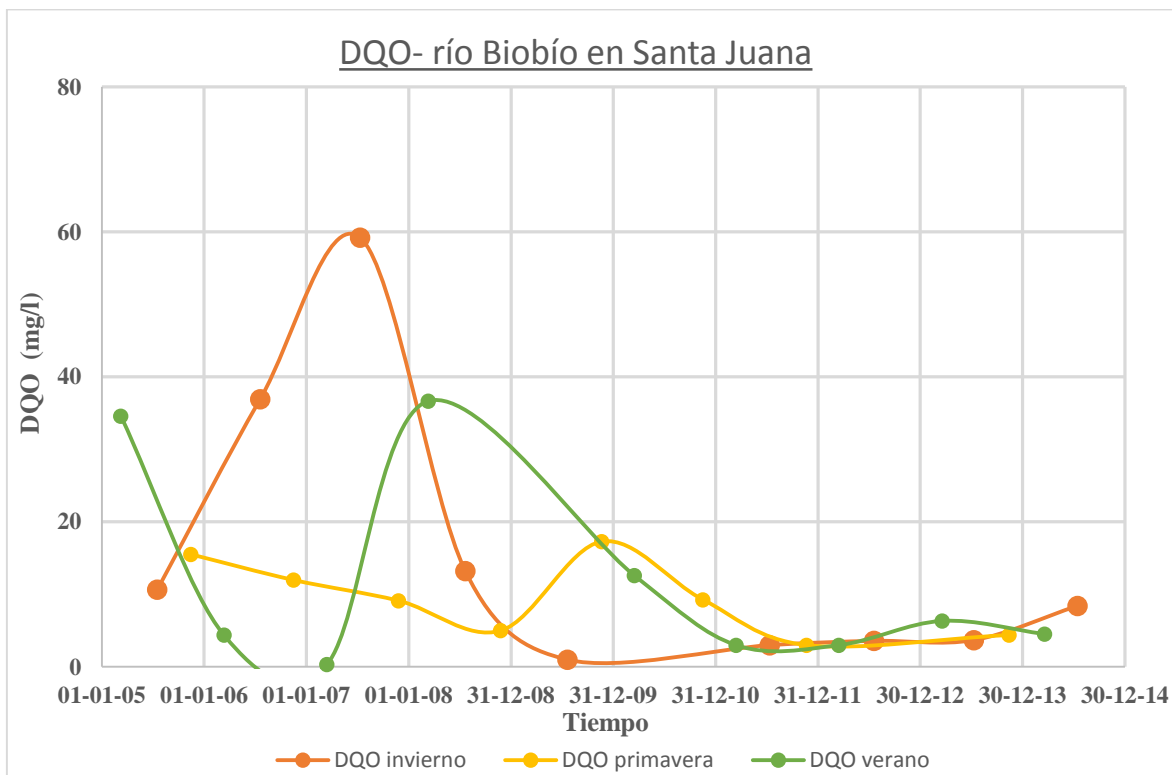


Fig. 27. Variación DQO estación Santa Juana.

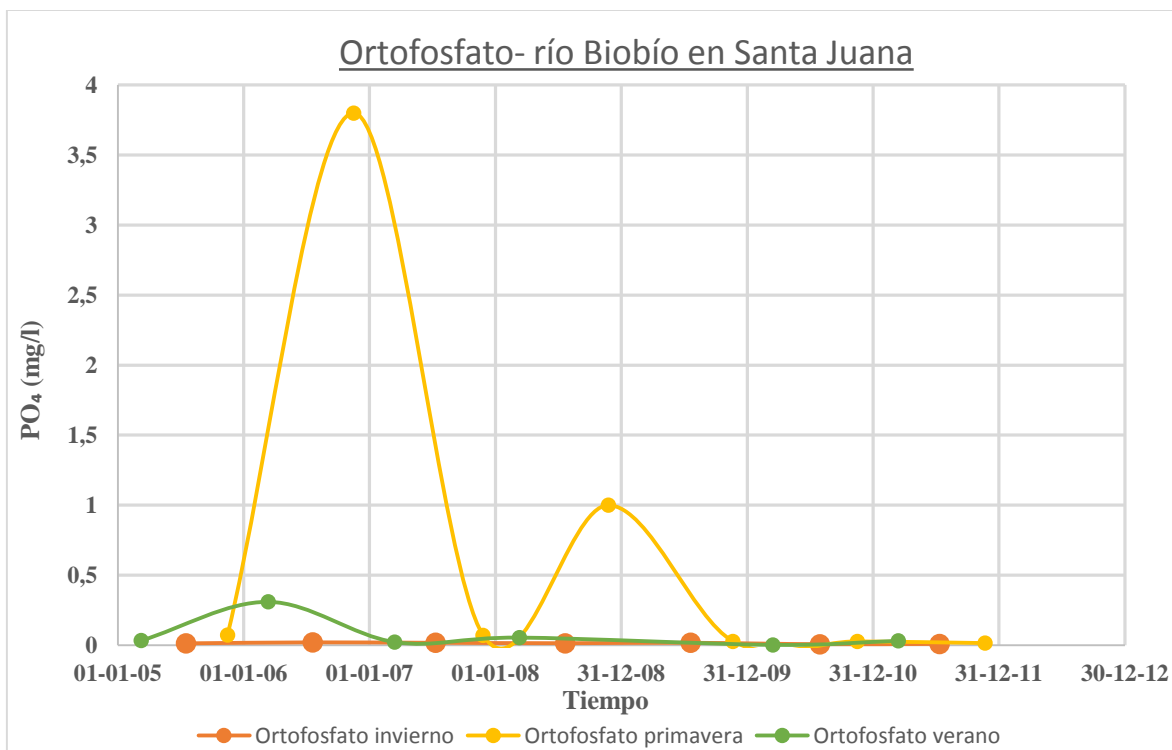


Fig. 28. Variación ortofosfato estación Santa Juana.

BASE TEÓRICA PRUEBA DE HIPÓTESIS CON RESPECTO A LAS MEDIAS t DE STUDENT

Hasta el momento, se han examinado las variaciones estacionales de los parámetros críticos, visualizando el comportamiento gráfico y comparando las lecturas, con los límites que establecen las normativas. Esto tiene una parte positiva y otra no tanto. Lo positivo es que se pueden distinguir las oscilaciones en las concentraciones; lo malo y conflictivo, es que visualizar representa una forma rudimentaria y casi subjetiva de analizar siendo muy difícil analizar cada punto en profundidad.

Para disminuir el efecto negativo, se usarán herramientas de estadística y probabilidad, que otorgarán el grado de confianza que merece. Para ello, se utilizará la llamada prueba de hipótesis con respecto a la media t de Student, que permitirá decidir, si la información propuesta como hipótesis, se encuentra apoyada por evidencia experimental.

Lo primero será considerar una hipótesis estadística como “una afirmación con respecto a alguna característica desconocida de una muestra de interés” (Canavos, 2006).

La prueba mencionada establece los siguientes requisitos:

- Fijar una hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_1)
- Elección de un par de datos, tan homogéneos como sea posible.

En este caso, la muestra se simplifica a dos estaciones del año, primavera e invierno. La hipótesis nula plantea que: “Las concentraciones de los parámetros críticos analizados, en primavera e invierno, no presentan una diferencia significativa”, tal que $\mu_D = \delta_0 = 0$ y la alternativa establece que: “Las concentraciones en primavera, sí superan significativamente a las de invierno”.

Tras ello, se debe determinar la diferencia entre cada par de datos elegido. Calcular el promedio y la desviación estándar. Aplicando la siguiente expresión:

$$t = \frac{(\text{promedio} - H_0)}{\frac{\text{desvesta}}{(\sqrt{N^\circ \text{ datos}})}}$$

Luego de obtener t se usa la siguiente tabla, que brinda las condiciones de rechazo. Considerando que el valor calculado se puede ubicar en dos zonas, de aceptación o de rechazo. En el primero se acepta la hipótesis nula; en cambio, en el otro, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

<i>Hipótesis nula</i>	<i>Valor de la estadística de prueba bajo H_0</i>
$H_0: \mu_D \cong \delta_0$	$t = \frac{\bar{d} - \delta_0}{s_d/\sqrt{n}}$
<i>Hipótesis alternativa</i>	<i>Criterios de rechazo</i>
$H_1: \mu_D \neq \delta_0$	Rechazar H_0 cuando $t \leq t_{\alpha/2, n-1}$ o cuando $t \geq t_{1-\alpha/2, n-1}$
$H_1: \mu_D > \delta_0$	Rechazar H_0 cuando $t \geq t_{1-\alpha, n-1}$
$H_1: \mu_D < \delta_0$	Rechazar H_0 cuando $t \leq t_{\alpha, n-1}$

Fig. 29. Criterios de rechazo para la prueba de hipótesis con respecto a las medias cuándo las observaciones están pareadas.

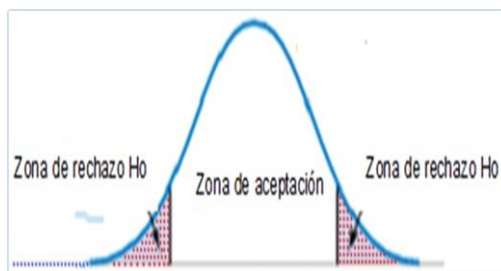


Fig. 30. Zonas prueba estadística t de Student.

PROCEDIMIENTO PRUEBA DE HIPÓTESIS.

Ejemplo de aplicación.

Estación: Río Biobío antes planta La Mochita

Parámetro: DQO (mg/l)

Requisitos:

- Lecturas invierno y primavera
- Seleccionar mediciones homogéneas (mismo año= 7 coincidencias)
- Tabla percentiles distribución t de Student: Grado de confianza (99%)
n = (coincidencias - 1)

2005	invierno	22,634	2005	primavera	127,737
2006	invierno	31,373	2006	primavera	10,367
2007	invierno	82,04	2007	primavera	11,01
2008	invierno	10,07	2008	primavera	5
2009	invierno	16,643	2009	primavera	19,586
2011	invierno	3	2010	primavera	10,201
2012	invierno	3,589	2011	primavera	3
2013	invierno	1,7	2013	primavera	2,2
2014	invierno	5,703			

Fig. 31. Tablas valores mediciones parámetro DQO estación antes planta La Mochita.

$n \backslash p$	0.75	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000000	3.07768	6.31375	12.7062	31.8205	63.6567
2	0.816497	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484
3	0.764892	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091
4	0.740697	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409
5	0.726687	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214
6	0.717558	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743
7	0.711142	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948
8	0.706387	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539
9	0.702722	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984
10	0.699812	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927
11	0.697445	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581
12	0.695483	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454
13	0.693829	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228
14	0.692417	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684
15	0.691197	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671
16	0.690132	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078
17	0.689195	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823
18	0.688364	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844
19	0.687621	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093
20	0.686954	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534
21	0.686352	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136
22	0.685805	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876
23	0.685306	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734
24	0.684850	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694
25	0.684430	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744

Fig. 32. Tabla valores percentiles de distribución t Student

RIO BIO BIO ANTES PLANTA LA MOCHITA				
Parámetro: DQO				
año	n datos	invierno mg/l	primavera mg/l	diferencia (inv-prim)
2005	1	22,634	127,737	-105,103
2006	2	31,373	10,367	21,006
2007	3	82,04	11,01	71,03
2008	4	10,07	5	5,07
2009	5	16,643	19,586	-2,943
2011	6	3	3	0
2013	7	1,7	2,2	-0,5
				-1,634285714 promedio
				52,5183674 desvesta
hipót nula				0
t Student				-0,082331454
>0		t tabulado	3,14267	0,99
<0		t tabulado	-3,14267	0,01

Fig. 33. Cuadro resultados cálculo t parámetro DQO.

Luego t calculada se encuentra en la zona de aceptación, lo que significa que es válida la hipótesis nula. Por lo tanto, “Las concentraciones de DQO en la estación antes planta La Mochita, en primavera e invierno, no presentan una diferencia significativa”.

RESULTADOS APLICACIÓN PRUEBA DE HIPÓTESIS t DE STUDENT

RIO BIO BIO ANTES PLANTA LA MOCHITA					
Parámetro: nitrato					
año	n datos	invierno mg/l	primavera mg/l	diferencia (inv-prim)	
2005	1	0,175	0,045	0,13	
2006	2	0,145	0,968	-0,823	
2007	3	0,17	0,565	-0,395	
2008	4	0,168	0,2	-0,032	
2009	5	0,155	0,202	-0,047	
2010	6	0,185	0,056	0,129	
2011	7	0,216	1,093	-0,877	
				-	
				0,273571429 promedio	
				0,43115498 desvesta	
hipót nula				0	
t Student				-1,678751249	
		>0	t tabulado	3,14267	0,99
		<0	t tabulado	-3,14267	0,01

Fig. 34. Cuadro resultados prueba de hipótesis parámetro nitrato estación antes planta La Mochita.

RIO BIO BIO EN RUCALHUE				
Parámetro: DQO				
año	n datos	invierno mg/l	primavera mg/l	diferencia (inv-prim)
2005	1	5,817	27,161	-21,344
2006	2	19,72	32,353	-12,633
2007	3	16,83	15,08	1,75
2008	4	49,5	2	47,5
2009	5	4,127	12,375	-8,248
2011	6	3	3	0
2012	7	3	3	0
2013	8	1	1	0
				0,878125 promedio
				20,481114 desvesta
hipót nula				0
t Student				0,121268432
>0	t tabulado	2,99795	0,99	
<0	t tabulado	-2,99795	0,01	

Fig. 35. Cuadro resultados prueba de hipótesis parámetro DQO estación Rucalhue.

RIO BIO BIO EN RUCALHUE				
Parámetro: nitrato				
año	n datos	invierno mg/l	primavera mg/l	diferencia (inv-prim)
2005	1	0,024	0,043	-0,019
2006	2	0,063	4,835	-4,772
2007	3	0,01	0,365	-0,355
2008	4	0,103	0,2	-0,097
2009	5	0,098	0,09	0,008
2010	6	0,027	0,032	-0,005
2011	7	0,025	0,044	-0,019
				-
				0,751285714 promedio
				1,77750844 desvesta
hipót nula				0
t Student				-1,118259201
>0	t tabulado	3,14267	0,99	
<0	t tabulado	-3,14267	0,01	

Fig. 36. Cuadro resultados prueba de hipótesis parámetro nitrato estación Rucalhue.

RIO BIO BIO EN SANTA JUANA				
Parámetro: DQO				
año	n datos	invierno mg/l	primavera mg/l	diferencia (inv-prim)
2005	1	10,668	15,519	-4,851
2006	2	36,932	11,983	24,949
2007	3	59,2	9,13	50,07
2008	4	13,2	5	8,2
2009	5	1	17,292	-16,292
2011	6	3	3	0
2013	7	3,7	4,4	-0,7
				8,768 promedio
				22,1660559 desvesta
hipót nula				0
t Student				1,046552784
>0		t tabulado	3,14267	0,99
<0		t tabulado	-3,14267	0,01

Fig. 37. Cuadro resultados prueba de hipótesis parámetro DQO estación en Santa Juana.

RIO BIO BIO EN SANTA JUANA				
Parámetro: ortofosfato				
año	n datos	invierno mg/l	primavera mg/l	diferencia (inv-prim)
2005	1	0,014	0,073	-0,059
2006	2	0,021	3,799	-3,778
2007	3	0,018	0,072	-0,054
2008	4	0,015	1	-0,985
2009	5	0,018	0,029	-0,011
2010	6	0,008	0,028	-0,02
2011	7	0,01	0,016	-0,006
				0,701857143 promedio
				1,40251196 desvesta
hipót nula				0
t Student				-1,324009708
>0		t tabulado	3,14267	0,99
<0		t tabulado	-3,14267	0,01

Fig. 38. Cuadro resultados prueba de hipótesis parámetro ortofosfato estación en Santa Juana.