INFORME FINAL Nº 1

HID 031-16

"RED DE OBSERVACIÓN PARA LA NORMA SECUNDARIA

DE CALIDAD AMBIENTAL

DEL RÍO MAIPO-2016"

Preparado por:

Algoritmos

Para:

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

DICIEMBRE, 2016

Seminario 180, Providencia, Santiago de Chile • Fono 56-2-23616600
http://www.asesoriasalgoritmos.com

INFORME FINAL Nº 1

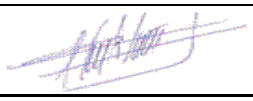
HID 031-16

RED DE OBSERVACIÓN PARA LA NORMA SECUNDARIA

DE CALIDAD AMBIENTAL

DEL RÍO MAIPO-2016

Preparado para:

Versión del Documento				**2**	
Responsable Elaboración		***Responsable Revisión***		***Responsable Aprobación***	
Nombre	Claudio Santibáñez V.	Nombre	Macarena Mukarker	Nombre	Ruby Utrera
Cargo:	Ingeniero de Proyectos	Cargo:	Jefe Unidad Aguas y Suelos	Cargo	Gerente de Laboratorio
Fecha:	23-12-2016	Fecha:	23-12-2016	Fecha:	23-12-2016
Firma:		Firma:		Firma:	

Diciembre, 2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1..... INTRODUCCIÓN 1
2..... OBJETIVOS 4
2.1 Objetivo general 4
2.2 Objetivos específicos 4
3..... METODOLOGÍA 5
3.1 Puntos de muestreo y parámetros 6
3.2 Equipamiento 17
4..... MUESTREO 18
4.1 Parámetros medidos In Situ 18
4.2 Parámetros analizados en Laboratorio 18
4.3 Ensayos Ecotoxicologicos 21
4.4 Macroinvertebrados Bentonicos (Bioindicadores) 21
4.5 Fauna Íctica 27
5..... RESULTADOS 28
5.1 Parámetros tomados In Situ 28
5.2 Parámetros In Situ, Red de observación en puntos donde existen Estaciones DGA 34
5.3 Parámetros In Situ, Red de observación en puntos donde No existen Estaciones DGA. 38
5.4 Resultados análisis de parámetros en Laboratorio 43
5.5 Ensayos Ecotoxicológicos 99
5.6 Macroinvertebrados Bentónicos (bioindicadores) 104
5.7 Fauna íctica 114
6..... CONCLUSIONES 122
6.1 Parámetros In Situ 122
6.2 Parámetros analizados en Laboratorio. 123
6.3 Ensayos Ecotoxicológicos 125
6.4 Macroinvertebrados Bentonicos 125
6.5 Peces 126
6.6 Recomendaciones Generales 126
7..... REFERENCIAS 127

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico Nº 1 pH. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control 30
Gráfico Nº 2 Temperatura. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control 31
Gráfico Nº 3 Conductividad. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control 32
Gráfico Nº 4 Oxígeno Disuelto. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control 33
Gráfico Nº 5 pH. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA 35
Gráfico Nº 6 Temperatura. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA 36
Gráfico Nº 7 Conductividad. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA 36
Gráfico Nº 8 Oxígeno disuelto. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA 37
Gráfico Nº 9 pH. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA 39
Gráfico Nº 10 Temperatura. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA 40
Gráfico Nº 11 Conductividad. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA 41
Gráfico Nº 12 Oxígeno disuelto. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA 42
Gráfico Nº 13 Concentración de Nitrógeno Amoniacal 47
Gráfico Nº 14 Concentración de Nitrato 49
Gráfico Nº 15 Concentración de Nitrito 51
Gráfico Nº 16 Concentración de Nitrógeno Total Kjeldahl 53
Gráfico Nº 17 Concentración de Nitrógeno Total 55
Gráfico Nº 18 Concentración de Coliformes fecales 57
Gráfico Nº 19 Concentración de Arsénico disuelto 59
Gráfico Nº 20 Concentración de Cobre disuelto 61
Gráfico Nº 21 Concentración de Hierro disuelto 62
Gráfico Nº 22 Concentración de Alcalinidad 64
Gráfico Nº 23 Concentración de sólidos disueltos 66
Gráfico Nº 24 Concentración de Sólidos Suspendidos 68
Gráfico Nº 25 Concentración de Turbiedad 70
Gráfico Nº 26 Concentración de DBO_5 73
Gráfico Nº 27 Concentración de Sólidos Suspendidos Totales 74
Gráfico Nº 28 Concentración de Detergentes 75
Gráfico Nº 29 Concentración de Coliformes fecales 75
Gráfico Nº 30 Concentración de Alcalinidad 76
Gráfico Nº 31 Concentración de Nitrógeno Total 77
Gráfico Nº 32 Concentración de Nitrógeno Kjeldahl 77

Gráfico Nº 33 Concentración de Nitrato 78
Gráfico Nº 34 Concentración de Níquel disuelto 79
Gráfico Nº 35 Concentración de Cinc disuelto 80
Gráfico Nº 36 Concentración de Cloruro 83
Gráfico Nº 37 Concentración de Sulfato 84
Gráfico Nº 38 Concentración de Fósforo Total 85
Gráfico Nº 39 Concentración de Sodio 85
Gráfico Nº 40 Concentración de Calcio 86
Gráfico Nº 41 Concentración de Magnesio 87
Gráfico Nº 42 Concentración de Potasio 87
Gráfico Nº 43 Concentración de Arsénico disuelto 88
Gráfico Nº 44 Concentración de Hierro Total 89
Gráfico Nº 45 Concentración de DBO_5 91
Gráfico Nº 46 Concentración de Sólidos Suspendidos Totales 92
Gráfico Nº 47 Concentración de Sólidos Disueltos Totales 92
Gráfico Nº 48 Concentración de Turbidez 93
Gráfico Nº 49 Concentración de Detergentes Anionicos 94
Gráfico Nº 50 Concentración de Coliformes fecales 94
Gráfico Nº 51 Concentración de Alcalinidad 95
Gráfico Nº 52 Concentración de Nitrógeno Total 96
Gráfico Nº 53 Concentración de Nitrato 96
Gráfico Nº 54 Concentración de Nitrito 97
Gráfico Nº 55 Concentración de Nitrógeno Kjeldahl 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1 Metodología de Muestreo 5
Tabla Nº 2 Puntos de Muestreo en sector de estudio 7
Tabla Nº 3 Cantidad de muestreos y análisis por tramos con estaciones DGA en puntos coincidentes con la red de control 8
Tabla Nº 4 Cantidad de muestreos y análisis por tramos en estaciones DGA 9
Tabla Nº 5 Cantidad de muestreos, fecha y análisis por tramos sin estaciones DGA 10
Tabla Nº 6 Cantidad de muestreos y análisis por tramos sin estaciones DGA 11
Tabla Nº 7 Parámetros analizados In Situ y especificaciones del equipo 18
Tabla Nº 8 Parámetros físico químicos analizados en Laboratorio 19
Tabla Nº 9 Parámetros físico químicos analizados en Laboratorio DGA 20
Tabla Nº 10 Parámetros y condiciones controladas en Laboratorio 21
Tabla Nº 11 Transformación a cinco clases de calidad para Índice BMWP e Índice Biótico de Familias 23

Tabla Nº 12 Valores de tolerancia propuestas para cálculo de índices ChBMWP y ChSIGNAL2 24
Tabla Nº 13 Valores de tolerancia propuestas para cálculo de ChIBF 25
Tabla Nº 14 Tabla de pesos por abundancias del índice SIGNAL-2. Fuente: (Chessman, 2001). 26
Tabla Nº 15 Resultados de Análisis de In Situ. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control 29
Tabla Nº 16 Resultados de Análisis de In Situ. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA 34
Tabla Nº 17 Resultados de Análisis de In Situ. Sin estaciones DGA 38
Tabla Nº 18 Resultados de análisis químico en agua 44
Tabla Nº 19 Resultados de análisis químico en agua (Continuación) 45
Tabla Nº 20 Resultados de Análisis en Laboratorio 72
Tabla Nº 21 Resultados de Análisis en Laboratorio DGA 82
Tabla Nº 22 Resultados de Análisis en Laboratorio Hidrolab 90
Tabla Nº 23 Resultados de ensayos Ecotoxicologicos 99
Tabla Nº 24 Resultados de ensayos Ecotoxicologicos 100
Tabla Nº 25 Resultados de ensayos Ecotoxicologicos 101
Tabla Nº 26 Resultados de ensayos Ecotoxicologicos 102
Tabla Nº 27 Índices de Biodiversidad en las 10 estaciones en la Cuenca del Maipo 105
Tabla Nº 28 Abundancia total de taxa de macroinvertebrados en las distintas estaciones 106
Tabla Nº 29 Densidad (individuos por metro cuadrado) de taxa de macroinvertebrados en el sector de estudio 108
Tabla Nº 30 Resultados índices ChBMWP y ChSIGNAL2 110
Tabla Nº 31 Comparación entre valores del índice ChBMWP periodo 2015 y 2016 113
Tabla Nº 32 Fauna íctica potencial, Cuenca del Maipo 115
Tabla Nº 33 Variables Físico-Químicas registradas In Situ 118
Tabla Nº 34 Fauna Ictica en Cuenca del Maipo 119
Tabla Nº 35 Datos Morfométricos 120
Tabla Nº 36 Resultados históricos de análisis químico en agua 215
Tabla Nº 37 Resultados históricos de análisis químico en agua (continuación) 216
Tabla Nº 38 Resultados históricos de análisis químico en agua (continuación) 217
Tabla Nº 39 Listado de trabajos realizados en la cuenca del Maipo 233
Tabla Nº 40 Presencia/ausencia de familias y/o clases de macroinvertebrados encontrados en los trabajos revisados. Cada estudio incluye la fecha en que fueron colectados los macroinvertebrados, la que no siempre concuerda con la fecha de publicación 235
Tabla Nº 41 Diversidad de taxa en la cuenca del Maipo 239
Tabla Nº 42 Ubicación geográfica, descripción y fecha de muestreo de los sitios en los cuales se han monitoreado macroinvertebrados 242

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1 Plano de ubicación general de los puntos de muestreo 13
Figura Nº 2 Plano de ubicación de puntos de muestreo. Red de observación en puntos coincidentes con estaciones DGA y Red de Control..... 14
Figura Nº 3 Plano de ubicación. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA 15
Figura Nº 4 Plano de ubicación. Red de observación en puntos donde NO existen estaciones DGA 16
Figura Nº 5 Diagrama que representa los 4 cuadrantes para la interpretación del índice SIGNAL-2 (modificado de Chessman, 2001) 26
Figura Nº 6 Análisis de componentes Principales en la Cuenca del Maipo 109
Figura Nº 7 Resultados del índice ChSIGNAL2 111
Figura Nº 8 Comparación de abundancias totales y riqueza total de taxa entre el 2015 y 2016.....112

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía Nº 1 Medidor de parámetros In Situ 17
Fotografía Nº 2 GPS 17
Fotografía Nº 3 Estación MA-1 116
Fotografía Nº 4 Estación MA-4 117
Fotografía Nº 5 Estación MA-5 117
Fotografía Nº 6 Fauna íctica en la campaña de muestreo.....121
Fotografía Nº 7 Estación MA-1 131
Fotografía Nº 8 Estación MA-2 131
Fotografía Nº 9 Estación MA-3 132
Fotografía Nº 10 Estación MA-4.....132
Fotografía Nº 11 Estación MA-5.....133
Fotografía Nº 12 Estación AN-1 133
Fotografía Nº 13 Estación MP-1 134
Fotografía Nº 14 Estación MP-2 134
Fotografía Nº 15 Estación LA-1 135
Fotografía Nº 16 Estación PU-2 135
Fotografía Nº 17 Estación MA-3 OBS.....136
Fotografía Nº 18 Estación MA-5 OBS.....136
Fotografía Nº 19 Estación AN-1 OBS 137
Fotografía Nº 20 Estación MP-2.2 OBS 137
Fotografía Nº 21 Estación MP-2.3 OBS 138
Fotografía Nº 22 Estación PU-1 OBS 138
Fotografía Nº 23 Filtración en terreno 139

Fotografía Nº 24 Muestreo Bioindicadores en terreno 139

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº 1 SET FOTOGRÁFICO.....130
ANEXO Nº 2 CERTIFICADOS DE LABORATORIO.....140
ANEXO Nº 3 DATOS HISTORICOS 214
ANEXO Nº 4 INFORMES ENSAYOS ECOTOXICOLOGICOS 218
ANEXO Nº 5 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA MACROINVERTEBRADOS 230

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido en el artículo 70 literal n) de la Ley 19.300 modificada por la Ley 20417 del MINSEGPRES, le corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente "Coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención y/o descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento"; por otra parte D.S. N° 38/2012 del Ministerio del Medio Ambiente que Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, en su artículo 3 indica que "Las normas secundarias se dictarán mediante decreto supremo del Ministerio y serán suscritas por el Ministro y el o los ministros sectoriales competentes que corresponda, en su caso, y se publicarán en el Diario Oficial". Es en este contexto que se crea el D.S. N°53/2013 del Ministerio de Medio Ambiente "Norma de Secundaria de Calidad Ambiental del Maipo" cuyo objetivo es proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas (Ministerio del Medio Ambiente 2016).

En nuestro país el desarrollo de las Normas Secundarias de Calidad de Agua ha dado el impulso para generar y aplicar nuevas herramientas de evaluación ambiental. Este nuevo conocimiento se ha centrado en la aplicación de biocriterios o evaluación del estado ambiental utilizando la información ecológica y sensibilidad ambiental de las comunidades biológicas que se encuentran en un determinado ecosistema acuático. En términos generales, cualquier cambio en las condiciones del hábitat ya sea físico o químico, producirá una respuesta en la estructura o funcionamiento de las comunidades acuáticas. Estas respuestas pueden ser evaluadas tanto a nivel comunitario (índices comunitarios) como a nivel individual (índices bióticos en base a la tolerancia y/o sensibilidad ambiental) y permiten el análisis comparativo del estado ecológico en sitios, tramos o regiones de interés (Segnini, 2003). Dentro de la amplia gama de organismos que pueden ser considerados indicadores ecológicos, el grupo más ampliamente utilizado en la evaluación ambiental de sistemas lóticos (ríos y arroyos) son los macroinvertebrados acuáticos (moluscos, gusanos, estados juveniles de insectos y otros artrópodos). Estos organismos son considerados el grupo más importante por las instituciones ambientales internacionales para evaluar la integridad ecológica de los sistemas acuáticos. Esto debido a que entregan una respuesta precisa y cuantificable a la perturbación ambiental, su monitoreo es relativamente fácil (colecta y análisis a nivel de familias) y su análisis es de bajo costo, lo que los convierten en eficientes herramientas para el monitoreo biológico (Bonada et al. 2006). Por lo anteriormente planteado, el uso de macroinvertebrados acuáticos en estudios de calidad biológica del agua permite obtener una aproximación certera a las condiciones del medio físico-químico de un determinado cuerpo de agua.

Por otra parte, los peces nativos chilenos, son grupos taxonómicos sobre los cuales se han establecido categorías de conservación en el marco de los listados oficiales establecidos por Decretos, según el procedimiento señalado en el DS N°

75, del 2004, del MINSEGPRES que aprueba el Reglamento para clasificación de especies silvestres, modificado y remplazado por el actual reglamento que está publicado en el Decreto Supremo N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente (Diario Oficial del 27 de abril de 2012).

Los peces son constituyentes claves de los ecosistemas fluviales, son considerados como herramientas para monitorear, caracterizar y definir la calidad del agua en ríos y lagos (Aguilar, 2005).

En Chile se han descrito 44 especies, correspondientes a 8 órdenes entre Agnatha y Gnathostomata (Vila *et al.* 2006). En la cuenca del río Maipo se han descrito 14 especies nativas, de acuerdo a diversas fuentes bibliográficas, entre otros: Vila y Pardo, 2008, Vila *et al.* 2006 y los distintos procesos de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente

Entre los objetivos contemplados en este estudio, se encuentran realizar muestreos y análisis físico-químicos, microbiológicos, ensayos ecotoxicologicos y análisis de bioindicadores de acuerdo a las condiciones de frecuencia de monitoreo y sistematizar y analizar la información de los resultados obtenidos en el marco de esta licitación, considerando los antecedentes levantados durante el año 2015.

En este contexto, en el presente informe final, se exhiben los resultados de muestreos y análisis realizados en las distintas matrices y puntos en la cuenca del Maipo, en el marco del proyecto adjudicado por Algoritmos SpA, denominado "Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del Río Maipo-2016".

Características geográficas de la Cuenca del Maipo

La cuenca hidrográfica del Río Maipo abarca prácticamente la totalidad del territorio de la Región Metropolitana, parte de la V y VI regiones extendiéndose entre los paralelos 32º55'-34º15' latitud sur y meridianos 69º55'-71º33' longitud oeste. Drena una superficie de 15.304 Km2. La superficie de la cuenca, cubre prácticamente el 100% de la Región Metropolitana y una mínima superficie de las Regiones de Valparaíso (Provincia de San Antonio y Valparaíso) y del Libertador Bernardo O'Higgins (Provincia de Cachapoal). El Río Maipo tiene una longitud de 250 Km y es la principal fuente de agua de la Región Metropolitana. Atiende alrededor del 70% de la demanda actual de agua potable y cerca de un 90% de las demandas de regadío. Otro aprovechamiento intensivo es el hidroeléctrico. Esta cuenca, posee una alta concentración de habitantes e industrias (Cade-Idepe, 2004).

El río Maipo, nace en las laderas del volcán Maipo a 5.623 m.s.n.m. con las características de una quebrada cordillerana. La altura considerable que presenta la cordillera de Los Andes en esta zona permite una glaciación importante y una

nivación estacional considerable que contribuye a fijar las características hidrológicas del río.

En las inmediaciones de San Gabriel (1.240 m.s.n.m.) ya tiene las características de un río importante luego de haber recibido los aportes de los ríos Volcán y Yeso. Al nor – poniente del poblado de San José de Maipo recibe los aportes de su afluente más importante del sector cordillerano, el río Colorado, cuyo caudal en el sector de confluencia tiene un promedio anual de 26 m^3/s.

Entra al valle central en el sector de La Obra, corriendo en dirección oeste por un cauce profundo, presentando un caudal medio anual de 100 m^3/s. Luego, y cerca de la Cordillera de la Costa recibe desde el sur los aportes provenientes del estero Angostura, los que a su vez provienen en parte importante de sus tributarios los ríos Peuco y San Francisco. Al iniciar su recorrido a través de la Cordillera de Costa, recibe por su ribera derecha, los aportes del río Mapocho. Este es su principal afluente tanto por la cuantía de sus aportes como por la superficie agrícola que beneficia, así como por ser el principal receptor de las descargas de aguas servidas de la ciudad de Santiago. El sector comprendido entre La Obra y la confluencia con el río Mapocho, es también denominado Maipo Central, en donde el río se desliza por un cauce cada vez más ancho, presentado hasta tres corrientes separadas, las que producto de la alta pendiente que posee el cauce del río no producen meandros de importancia. Entre La Obra y la confluencia del río Clarillo, el río está limitado por riberas bastante profundas, al sur de las cuales se encuentra el área de riego de la zona de Pirque. Es en este sector donde se producen las extracciones más importantes de las aguas del río. En el curso inferior, luego de recibir los aportes del Mapocho, su principal tributario corresponde al estero Puangue, recibiendo escasos aportes de los esteros Popeta, El Sauce y San Juan. El estero Puangue se abastece de recursos propios provenientes de precipitaciones ocurridas en la cuenca, así como también recibe retornos de riego de las áreas servidas por los canales Las Mercedes (7.732 hectáreas) y Mallarauco (6.275 hectáreas), ambos servidos con recursos del río Mapocho. Finalmente, desemboca al Océano Pacífico, en Llolleo, inmediatamente al sur del Puerto de San Antonio, Quinta Región (DGA, 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Levantar para la "Red de Observación" identificada en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), la continuidad de toma de muestras y análisis, según corresponda, de parámetros físico-químicos, bacteriológicos, ensayos ecotoxicológicos y bioindicadores, con el fin de incorporar una herramienta de seguimiento que apoye la toma de decisiones, para una futura revisión de la Norma.

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos, son los siguientes:

- Realizar toma muestras y análisis de ensayos ecotoxicológicos de acuerdo a los parámetros y/o indicadores y frecuencia de monitoreo contenidos en la "Red de Observación", utilizando para tales efectos los puntos coincidentes con la Red de Control.

- Realizar análisis de bioindicadores de acuerdo a las condiciones y frecuencia de monitoreo contenidos en la "Red de Observación", utilizando para tales efectos los puntos coincidentes con la Red de Control.

- Realizar muestreo y/o análisis, según corresponda, de parámetros físico-químicos y bacteriológicos, en la Red de Observación.

- Sistematizar y analizar la información de los resultados históricos, obtenidos, considerando los antecedentes levantados durante el año 2015 e información histórica de las bases de datos de la DGA.

- Realizar muestreos de fauna íctica con el fin de levantar información relevante de peces y su importancia como bioindicadores.

3 METODOLOGÍA

Para el presente informe final del Proyecto, se han realizado muestreos y análisis físico-químicos de agua, muestreo, ensayos ecotoxicológicos, de macroinvertebrados y peces.

La metodología de referencia para las distintas matrices, se detallan a continuación en la Tabla Nº 1:

Tabla Nº 1
Metodología de Muestreo

Matriz	Metodología
Aguas crudas	➢ NCh 411/1. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo. ➢ NCh 411/2. Muestreo. Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. ➢ NCh 411/3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. ➢ NCh 411/6. Muestreo - Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua. Instituto Nacional de Normalización – INN. ➢ NCh ISO 5667/6. Calidad del agua –Muestreo- Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.
Ensayos Ecotoxicológicos	➢ Metodología basada en NCh 2706 Of. 2002. Calidad del Agua-Bioensayo de Inhibición del crecimiento dealgas en agua dulce con *Selenastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapita*)
Macroinvertebrados como bioindicadores	➢ CENMA 2010
Peces	➢ Pesca Eléctrica. Referencia "Protocolo de muestreo y análisis para Ictiofauna". Confederación Hidrográfica de Ebro.

Fuente: Elaboración Propia

Dichos documentos establecen las medidas necesarias para la toma de muestras y las condiciones para el traslado al laboratorio.

3.1 Puntos de muestreo y parámetros

En la Tabla Nº 2, se presenta la ubicación geográfica (coordenadas UTM en Datum WGS-84) y las actividades correspondientes en cada uno de los puntos. A continuación, se detalla los monitoreos realizados:

- Muestreo y análisis para la red de observación en puntos coincidentes con estaciones DGA y red de control (2 campañas).
- Toma de muestras y análisis de macroinvertebrados y ensayos Ecotoxicológicos en esos puntos.
- Muestreo y análisis para la red de observación en puntos donde existen estaciones DGA (1 campaña).
- Muestreo en los puntos de la red de observación donde No existen estaciones DGA (parámetros analizados en el Laboratorio DGA). 1 Campaña.
- Toma de muestras y análisis para la red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA (parámetros analizados en el Laboratorio Hidrolab).
- Muestreo de fauna íctica en 3 puntos de la cuenca del Maipo. 1 campaña.

En la Tabla Nº 2, se indican las actividades que se desarrollaron en el marco del proyecto:

Tabla Nº 2
Puntos de Muestreo en sector de estudio

Cauce	Código Área	Coordenadas UTM		MFQ Lab HIDROLAB	MFQ Lab DGA	MBIO	MEB	FI
		Norte	Este					
Estaciones DGA en puntos coincidentes con la red de control								
Río Maipo	MA - 1	6.253.669	389.123	X		X	X	X
	MA - 2	6.277.844	374.482	X		X	X	
	MA - 3	6.276.367	349.200	X		X	X	
	MA - 4	6.266.233	322.141	X		X	X	X
	MA - 5	6.260.741	265.660	X		X	X	X
Río Angostura	AN - 1	6.257.192	325.666	X		X	X	
Río Mapocho	MP - 1	6.306.676	365034	X		X	X	
	MP - 2	6.271.315	316.634	X		X	X	
Estero Lampa	LA - 1	6.298.707	330.082	X		X	X	
Estero Puangue	PU - 1[a]	6.300.926	299.689	X		X	X	
	PU - 2	6.272.919	283.311	X		X	X	
Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA								
Río Volcán	VOL – OBS	6.258.315	387.987	X				
Río Yeso	YESO – OBS	6.260.844	386.146	X				
Río Olivares	OL – OBS[b]	6.294.856	394.602	X				
Río Clarillo	CLAR – OBS	6.267.114	363.459	X				
Estero Arrayán	EA-OBS	6.311.257	364.173	X				
Estero Yerba	EYL-OBS	6.309.670	373.071	X				
Río San Francisco	FRA – OBS	6.310.343	372.977	X				
Río Molina	MOL-OBS	6.306.402	369.950	X				
Estero Colina	ECO-OBS	6.327.363	347.582	X				
Río Colorado	COL1-OBS[c]	6.293.579	394.843	X				
Red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA								
Río Maipo	MA-3 OBS	6.281.734	361.823	X	X			
Río Maipo	MA-5 OBS	6.265.497	289.204	X	X			
Río Angostura	AN-1 OBS	6.252.445	336.636	X	X			
Río Mapocho	MP–2.2 OBS	6.297.609	330.571	X	X			
Río Mapocho	MP-2.3 OBS	6.286.259	328.280	X	X			
Estero Puangue	PU-1 OBS	6.318.119	299.624	X	X			
Río Colorado	COL- OBS	6.287.182	380.542	X	X			

Fuente: Elaboración Propia. MFQ: Muestreo Físico-Químico. BIO:Muestreo Bioindicadores. MEB:Muestreo Ensayos Ecotoxicológicos. FI: Fauna Íctica

[a] Punto de muestreo sin agua.
[b] Coordenadas modificadas respecto a la ubicación anterior
[c] Nuevo punto de muestreo

A continuación, en la Tabla Nº 3 hasta la Tabla Nº 6, se muestra en detalle la totalidad de los diferentes parámetros y matrices en el marco del Proyecto.

En la Tabla Nº 3, se aprecia la cantidad de muestreos y parámetros solicitados en la red de observación en puntos coincidentes con Estaciones Dirección General de Aguas (DGA) y Red de Control, en el marco de la presente Licitación, sin embargo, el equipo consultor realizó muestreo y análisis en Laboratorio a la totalidad de los parámetros en todos los puntos de muestreo.

Tabla Nº 3
Cantidad de muestreos y análisis por tramos con estaciones DGA en puntos coincidentes con la red de control

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo Primera Campaña	Fecha de Muestreo Segunda Campaña	Parámetros												
			Solidos Suspendidos Totales	Solidos Disueltos Totales	Turbidez	Aceites y Grasas	Detergentes	C. Fecales	Alcalinidad	Nitrógeno Amoniacal	Sulfuro	Temperatura	Arsénico disuelto	Cobre disuelto	Hierro disuelto
MA-1	22/08/2016	25-10-2016	2						2				2	2	2
MA-2	22/08/2016	25-10-2016	2						2				2	2	2
MA-3	22/08/2016	15-11-2016	2	2	2				2		2		2	2	2
MA-4	24/08/2016	26-10-2016	2			2	2	2	2	2	2		2	2	2
MA-5	25/08/2016	27-10-2016	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2
AN-1	24/08/2016	15-11-2016	2			2	2	2	2	2	2		2	2	2
MP-1	23/08/2016	15-11-2016	2					2	2	2			2	2	2
MP-2	24/08/2016	26-10-2016	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2
LA-1	23/08/2016	24-10-2016	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PU-1[d]	-	-	2			2	2	2	2	2	2		2	2	2
PU-2	25/08/2016	26-10-2016	2			2	2	2	2	2	2		2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

[d] Punto de muestreo sin agua. No se realizó muestreo

Tabla Nº 4
Cantidad de muestreos y análisis por tramos en estaciones DGA

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	DBO5	Fosfato (PO4)	Solidos Suspendidos Totales	Aceites y Grasas	Detergentes	C. Fecales	Alcalinidad	Nitrógeno Total	Sulfuro	Temperatura	pH	Conductividad Eléctrica	Plomo Disuelto	Níquel Disuelto	Zinc Disuelto
VOL-OBS	21/11/2016	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
YESO-OBS	21/11/2016	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1
OL-OBS	24/11/2016	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
CLAR-OBS	21/11/2016	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
EA-OBS	25/11/2016	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
EYL-OBS	22/11/2016	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1
FRA-OBS	22/11/2016	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
MOL-OBS	22/11/2016	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
ECO-OBS	25/11/2016	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 5
Cantidad de muestreos, fecha y análisis por tramos sin estaciones DGA

Parámetro	Puntos de Muestreo/Fecha de Muestreo						
	MA– 3 Obs/ 12-09-2016	MA -5 Obs/ 13-09-2016	AN - 1 Obs/ 24-08-2016	MP- 2.2 Obs/ 14-09-2016	MP– 2.3 Obs/ 13-09-2016	PU - 1 Obs/ 22-09-2016	COL – Obs/ 12-09-2016
OXÍGENO DISUELTO	1	1	1	1	1	1	1
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1	1	1	1	1	1	1
CLORURO	1	1	1	1	1	1	1
SULFATO	1	1	1	1	1	1	1
FÓSFORO TOTAL	1	1	1	1	1	1	1
SODIO	1	1	1	1	1	1	1
CALCIO	1	1	1	1	1	1	1
MAGNESIO	1	1	1	1	1	1	1
POTASIO	1	1	1	1	1	1	1
ALUMINIO (d)	1	1	1	1	1	1	1
ARSENICO (d)	1	1	1	1	1	1	1
CADMIO (d)	1	1	1	1	1	1	1
CROMO (d)	1	1	1	1	1	1	1
COBRE (d)	1	1	1	1	1	1	1
HIERRO (d)	1	1	1	1	1	1	1
PLOMO (d)	1	1	1	1	1	1	1
NIQUEL (d)	1	1	1	1	1	1	1
ZINC (d)	1	1	1	1	1	1	1
ALUMINIO (t)	1	1	1	1	1	1	1
ARSÉNICO (t)	1	1	1	1	1	1	1
CADMIO (t)	1	1	1	1	1	1	1
CROMO (t)	1	1	1	1	1	1	1
COBRE (t)	1	1	1	1	1	1	1
HIERRO (t)	1	1	1	1	1	1	1
PLOMO (t)	1	1	1	1	1	1	1
NIQUEL (t)	1	1	1	1	1	1	1
ZINC (t)	1	1	1	1	1	1	1

(d): disuelto, (t): Total. Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 6
Cantidad de muestreos y análisis por tramos sin estaciones DGA

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	Parámetros												
		DBO5	Nitrato	Ortofosfato	pH	Temperatura	Sólidos Suspendidos Totales	Sólidos Disueltos Totales	Turbidez	Aceites y Grasas	Detergentes	Coliformes Fecales	Alcalinidad	Nitrógeno Total
MA-3 OBS	17/11/2016	1	1	1	1	1	1	1	1				1	
MA-5 OBS	12/12/2016	1	1	1	1	1	1					1	1	
AN-1 OBS	17/11/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
MP-2.2 OBS	18/11/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MP-2.3 OBS	18/11/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
PU-1 OBS	18/11/2016	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
COL-OBS	17/11/2016	1	1	1	1	1	1						1	1

Fuente: Elaboración Propia

La Figura Nº 1, Figura Nº 2, Figura Nº 3 y Figura Nº 4 muestran un planos referenciales con la ubicación de los puntos muestreados en el marco del proyecto.

Figura Nº 1
Plano de ubicación general de los puntos de muestreo

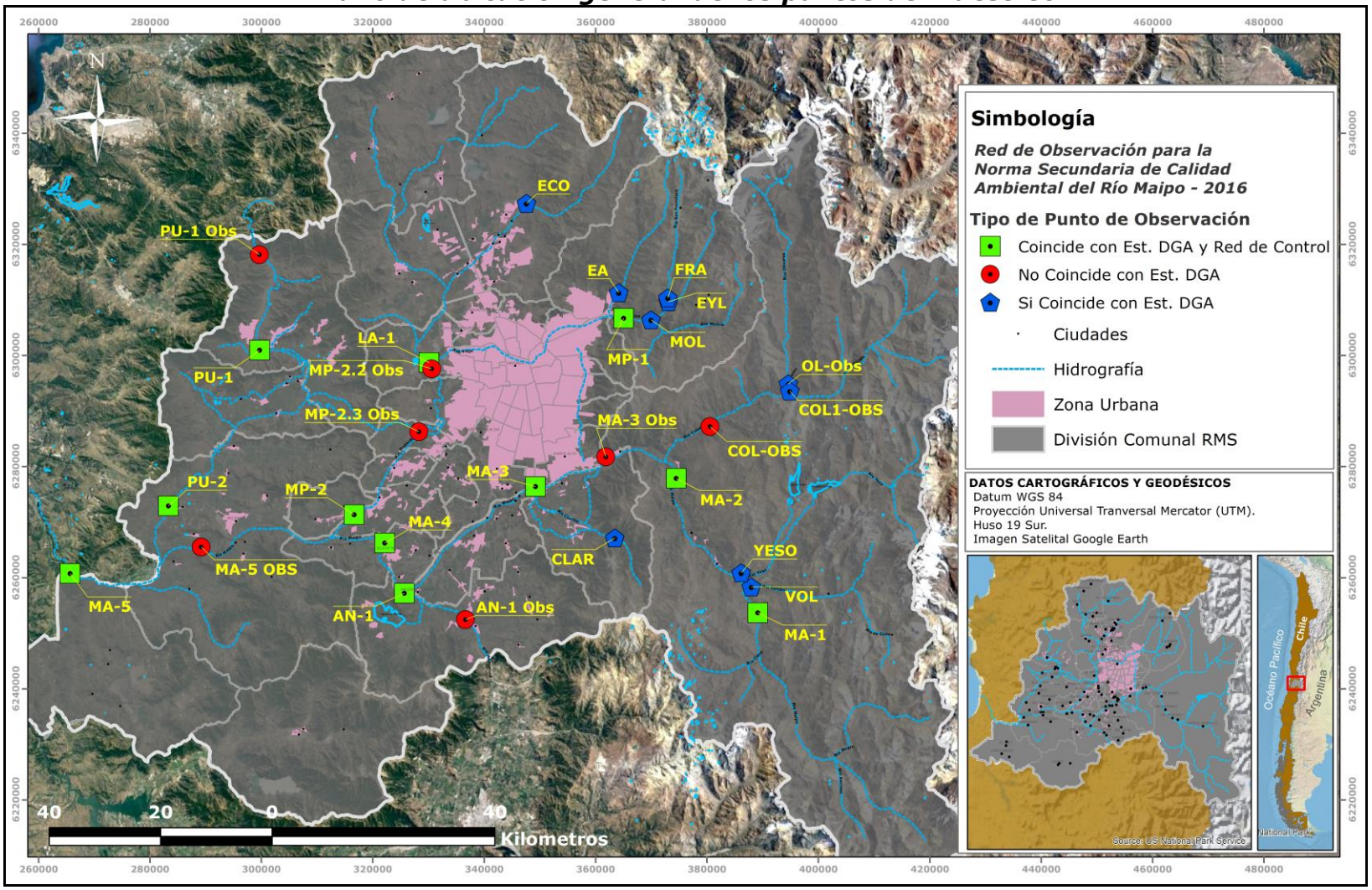


Figura Nº 2
Plano de ubicación de puntos de muestreo. Red de observación en puntos coincidentes con estaciones DGA y Red de Control

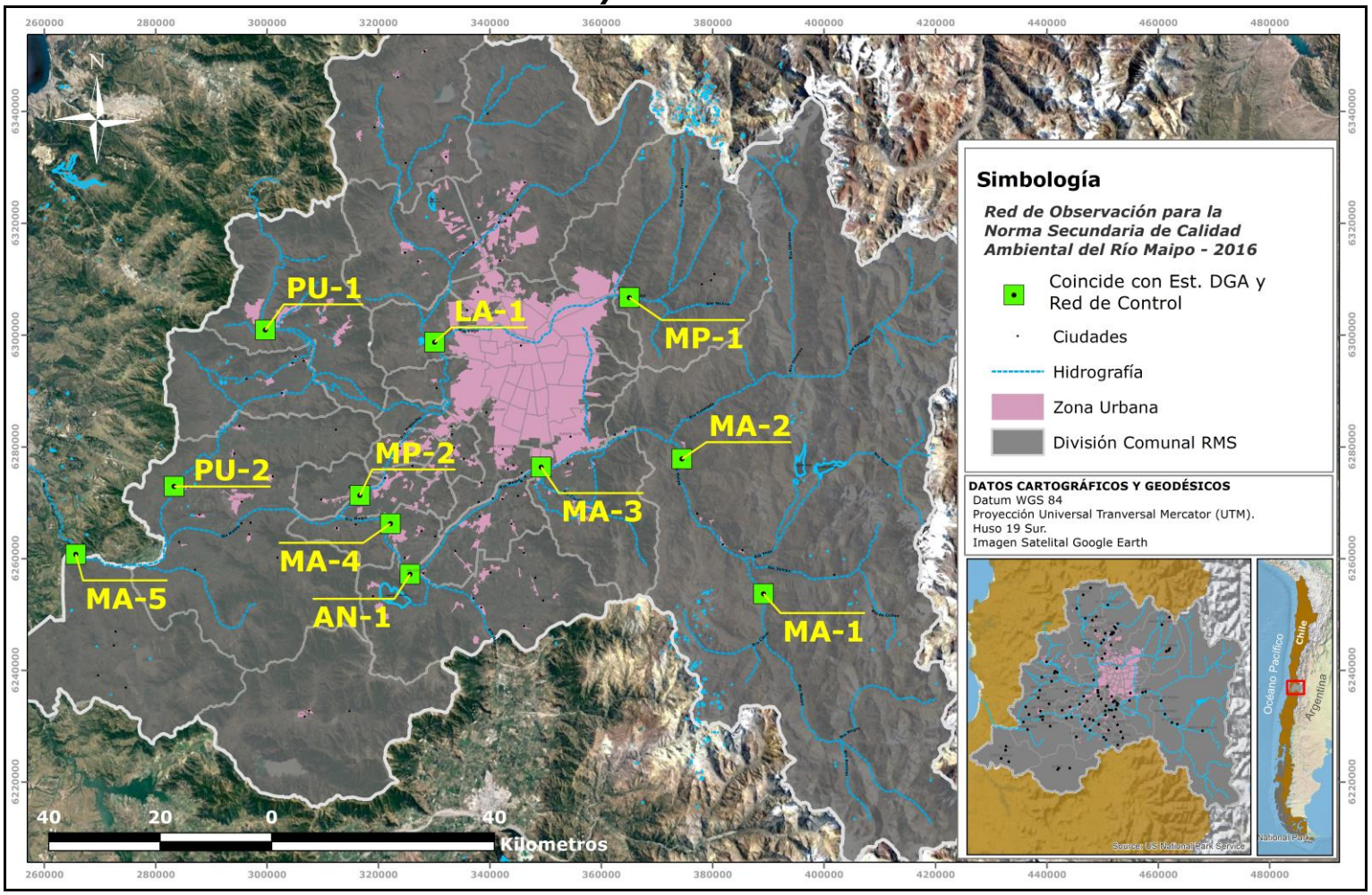


Figura Nº 3
Plano de ubicación. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA

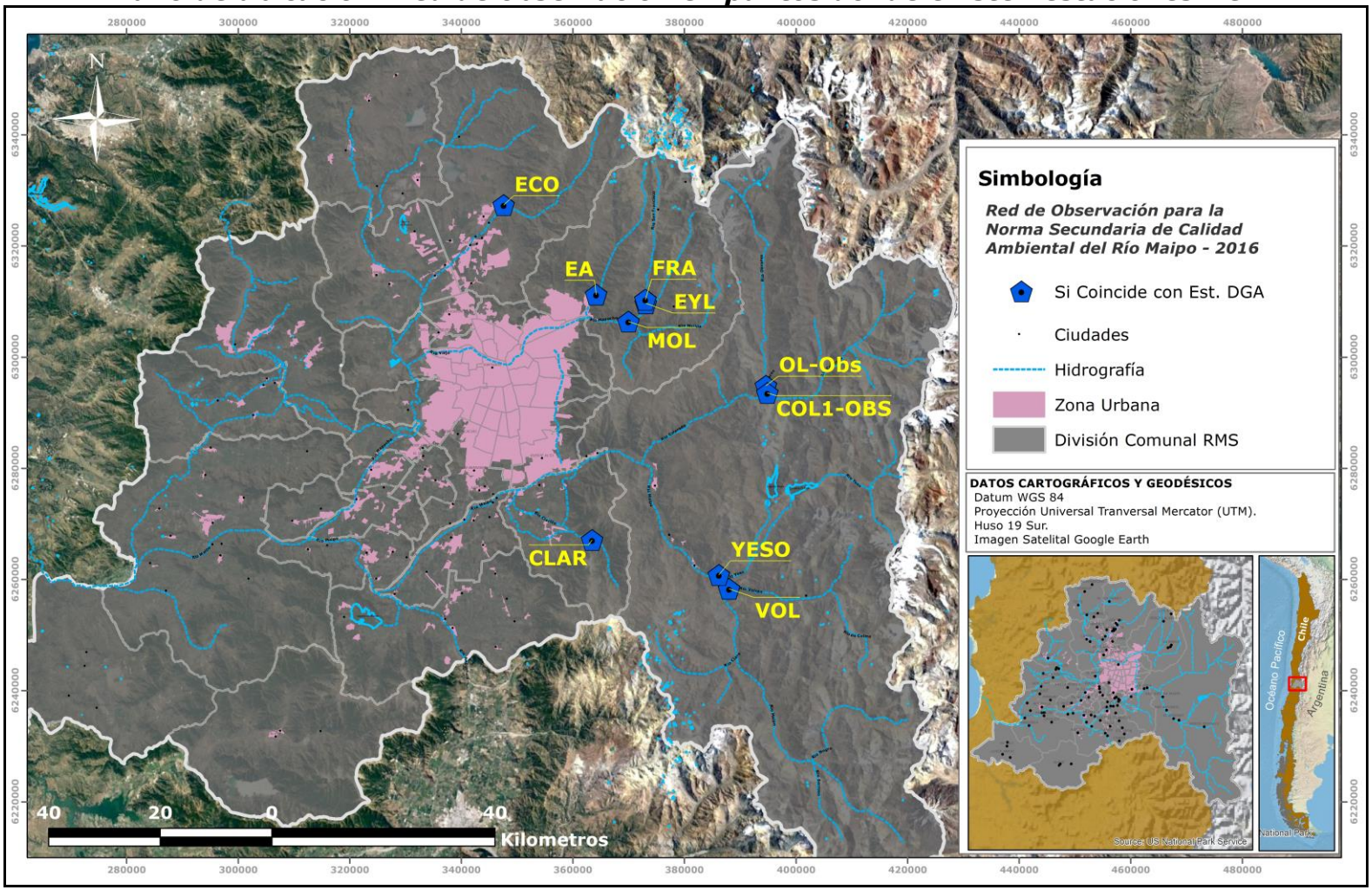
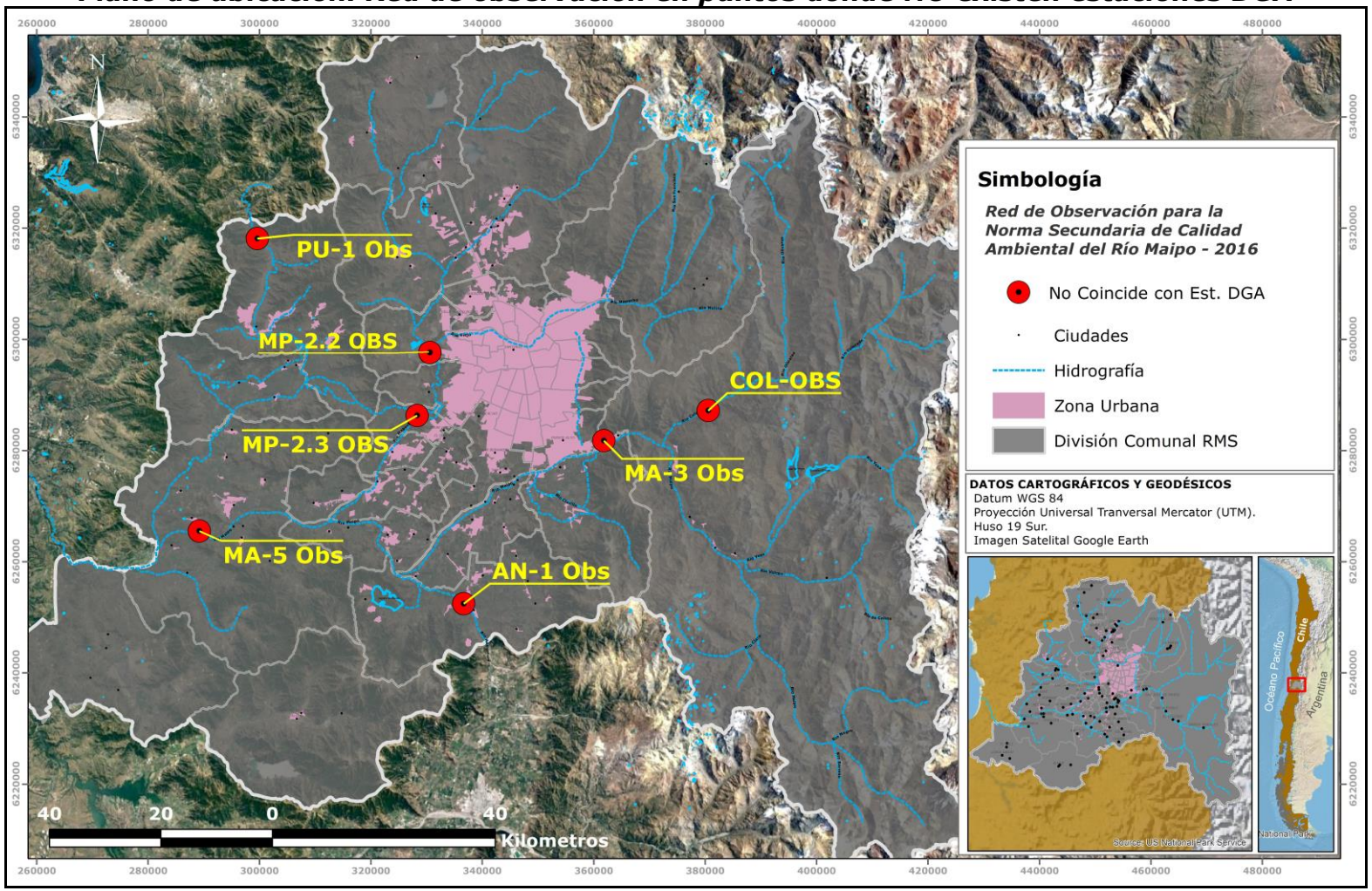


Figura Nº 4
Plano de ubicación. Red de observación en puntos donde NO existen estaciones DGA



3.2 Equipamiento

Dentro del equipamiento utilizado en las campañas, se encuentra lo detallado a continuación:

- Oxígeno disuelto, Salinidad, Temperatura y pH se midieron con equipo YSI modelo *Professional Plus* (Fotografía Nº 1).

Fotografía Nº 1
Medidor de parámetros In Situ

- Posicionamiento de los puntos de muestreo: El posicionamiento de los puntos de muestreo se realizó con un equipo GPS (Fotografía Nº 2).

Fotografía Nº 2
GPS

4 MUESTREO

El trabajo en terreno se realizó desde Agosto a Diciembre de 2016. En todos los puntos solicitados, la fecha de cada muestreo se muestra en la Tabla Nº 3 a Tabla Nº 6.

En ANEXO Nº 1, se presentan fotografías referenciales de los puntos muestreados.

4.1 Parámetros medidos *In Situ*

Los parámetros, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y pH fueron medidos mediante un equipo multiparámetro portátil marca YSI modelo *Professional Plus* (Fotografía Nº 1), en la Tabla Nº 7, se muestran las especificaciones del equipo.

Tabla Nº 7
Parámetros analizados In Situ y especificaciones del equipo

Parámetro	Método Analítico	Especificaciones equipo	Unidad
Temperatura	Sensor 5560	Rango -5 °C a 70 °C. Resolución 0,1 ° C. Exactitud ± 0,2 °C.	ºC
Oxígeno disuelto	Sensor Polarográfico	Rango: 0 a 50 mg/L Resolución ± 0,01 mg/L. Exactitud ± 0,2 mg/L	mg/L
Conductividad	Sensor de Conductividad 5560	Rango: 0 a 70 ppt Resolución ± 0,01 ppt. Exactitud ± 0,1 ppt	PSU
pH	Sensor de pH 605101	Rango: 0 a 14. Resolución 0,01. Exactitud ± 0,2.	-

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Parámetros analizados en Laboratorio

La Tabla Nº 8, indica los parámetros que fueron analizados en Laboratorio acreditado HIDROLAB, a partir de las muestras obtenidas en los ríos prospectados. Además, se muestran las técnicas analíticas, el límite de detección proporcionado por el laboratorio y las unidades utilizadas en la determinación de las concentraciones.

Por su parte, en la Tabla Nº 9 se muestran los parámetros analizados en Laboratorio de La Dirección General de Aguas (DGA).

Tabla Nº 8
Parámetros físico químicos analizados en Laboratorio

Nº	Parámetro	Método Analítico	Límite de Detección	Unidad
1	Sólidos Suspendidos Totales	SM2540 D	5	mg/L
2	Sólidos Disueltos Totales	SM2540 D	3	mg/L
3	Turbidez	SM2130B	0,2	UNT
4	Aceites y Grasas	SM5520 D	5	mg/L
5	Detergentes	SM5540C	0,1	mg/L
6	Coliformes Fecales	SM9221E	1,8	mg/L
7	Alcalinidad	SM2320 B	1	mg/L
8	Nitrógeno Amoniacal	SM45NH4D	0,1	mg/L
9	Nitrógeno Total	SM4500NA	0,2	mg/L
10	Sulfuro	SM450S2G	0,1	mg/L
11	Arsénico Disuelto	SM3114C	0,001	mg/L
12	Cobre Disuelto	SM3120 B	0,005	mg/L
13	Hierro Disuelto	SM3120 B	0,002	mg/L
14	Plomo Disuelto	SM3120 B	0,01	mg/L
15	Níquel Disuelto	SM3120 B	0,005	mg/L
16	Zinc Disuelto	SM3120 B	0,002	mg/L
17	DBO_5	SM5210 B	2	mg/L
18	Fosfato (PO_4)	SM4500PC	0,2	mg/L
19	Nitrato (NO_3)	SM4110 B	0,2	mg/L

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 9
Parámetros físico químicos analizados en Laboratorio DGA

Nº	Parámetro	Método Analítico	Límite de Detección	Unidad
1	**Cloruro**	SM 4500 Cl	0,4	mg/L
2	**Sulfato**	SM 4500 SO4	1,1	mg/L
3	**Fósforo Total**	SM 4500 Pj	0,003	UNT
4	**Sodio**	SM 3111 B	0,1	mg/L
5	**Calcio**	SM 3111 B	0,1	mg/L
6	**Magnesio**	SM 3111 B	0,01	mg/L
7	**Potasio**	SM 3111 B	0,2	mg/L
8	**Aluminio (d)***			mg/L
9	**Arsénico (d)**	SM 3114 B	0,001	mg/L
10	**Cadmio (d)**	SM 3111 B	0,001	mg/L
11	**Cromo (d)***			mg/L
12	**Cobre (d)**	SM 3111 B	0,01	mg/L
13	**Hierro (d)**	SM 3111 B	0,02	mg/L
14	**Plomo (d)**	SM 3111 B	0,02	mg/L
15	**Níquel (d)**	SM 3111 B	0,05	mg/L
16	**Zinc (d)**	SM 3111 B	0,01	mg/L
17	**Aluminio (t)***			mg/L
18	**Arsénico (t)**	SM 3114 B	0,001	mg/L
19	**Cadmio (t)**	SM 3111 B	0,01	mg/L
20	**Cromo (t)**	SM 4500	0,4	mg/L
21	**Cobre (t)**	SM 3111 B	0,01	mg/L
22	**Hierro (t)**	SM 3111 B	0,02	mg/L
23	**Plomo (t)**	SM 3111 B	0,02	mg/L
24	**Níquel (t)**	SM 3111 B	0,05	mg/L
25	**Zinc (t)**	SM 3111 B	0,01	mg/L

Fuente: Elaboración Propia. * Resultados de Análisis No Informado por Laboratorio.

4.3 Ensayos Ecotoxicologicos

El protocolo utilizado en los bioensayos se basa en la Norma Chilena Oficial NCh2706. Of2002: Calidad de agua – Bioensayo de inhibición del crecimiento de algas en agua dulce con *Selenastrum capricrnutum* (*Raphidocelis subcapitata*). El Laboratorio de Bioensayos de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de La Universidad de Concepción fue el encargado de los análisis. En ANEXO Nº 4 los certificados de Laboratorio. A continuación en la Tabla Nº 10 las condiciones experimentales del Bioensayo.

Tabla Nº 10
Parámetros y condiciones controladas en Laboratorio

Parámetros Controlados	Condiciones
Volumen/Unidad Exp.	50 ml
Densidad Celular Inicial	10.000 céls/ml
Tipo de Cultivo	Estático
Densidad de Flujo Fotonico	110 µmol m-2 s-1
Fotoperiodo	Iluminación Continua
Aireación	No agitación manual 2 veces al día
Temperatura Exposición	20 ± 1 ºC
Número Réplicas	3
Parámetro Medido	Densidad celular (céls. ml-1)
Número de Tratamientos	29 (control y 28 muestras de agua al 100 % de concentración)
Agua de Dilución	Medio EPA X 5 en agua dulce

Las fechas de muestreo coinciden con la segunda campaña de muestreo de parámetros físico-químicos, señalados en la Tabla Nº 3.

4.4 Macroinvertebrados Bentonicos (Bioindicadores)

El muestreo se inició identificando un tramo del río con una longitud aproximada de 100 m. Se realizó un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identificaron los diferentes hábitats para los macroinvertebrados. En cada punto de muestreo se obtuvieron 6 muestras cuantitativas con Red Surber (27 X 27 cm^2) y 1 muestreo multihábitat con una Red de mano (D-net), utilizando método de Kicking, y asignando 1 kick (remoción del fondo) por cada 5% de cobertura de un microhábitat (CENMA, 2010). En el muestreo, ambas redes se instalaron en el lecho del río en contra corriente desde donde fueron removidos todos los organismos presentes. El sustrato pedregoso del centro del área de la red Surber se lavó bajo el agua de manera que los organismos arrastrados fueron atrapados en la malla. El material recolectado fue fijado en etanol al 70 % y guardado en frascos de 500 cc. En el laboratorio las muestras fueron tamizadas (tamiz de 250 micras) para separar los individuos del sustrato en que fueron muestreados. La identificación alcanzó al nivel de familia, siendo este nivel adecuado para estudios

de monitoreo. El recuento e identificación, se realizó bajo un Microscopio estereoscópico marca Zeiss y siguió a Fernández & Domínguez (2001), Thorp & Covich (2001) y Tachet *et al*. (2003). Posteriormente los datos fueron analizados en planillas de diversidad para determinar sus patrones espaciales y elaborar los índices de calidad de agua.

Las fechas de muestreo coinciden con la segunda campaña de muestreo de parámetros físico-químicos, señalados en la Tabla Nº 3.

En ANEXO Nº 5, se muestra una revisión bibliográfica de macroinvertebrados.

4.4.1 Análisis de datos comunitarios

Los patrones espaciales en la distribución de las comunidades de invertebrados acuáticos fueron explorados por un Análisis de Componentes Principales en base a una matriz de varianza-covarianza por la cual se calculan los valores propios (eingen values) y el % de varianza acumulada, explicada por cada componente principal. Este análisis fue realizado sobre matrices de abundancia obtenidas para cada estación de monitoreo (ind*m^2) y fueron realizados en el Software PAST versión 2.03 de Hammer & Harper (2010). Posteriormente se calcularon los siguientes índices de diversidad en el mismo programa: Riqueza (S), número de familias presentes en la muestra; abundancia total (N), número de individuos presentes en cada muestra; Índice de diversidad de Shannon (H`): medida de diversidad que considera riqueza y equidad de taxa, e Índice de equidad de Pielou (J`), es una medida de cuan distribuidos están los individuos entre los diferentes taxa (Begon, 2006).

4.4.2 Índices bióticos de calidad del agua

Una vez obtenidos los recuentos de macroinvertebrados para cada sitio de monitoreo, se procedió con el cálculo de índices bióticos para evaluar el estado ambiental de cada sitio. Los índices bióticos aplicados a los sitios en estudio fueron: ChBMWP, ChIBF y ChSIGNAL, todos adaptados por Figueroa et al. (2007) a ríos chilenos. El índice ChBMWP es un índice cualitativo, por lo que este índice será calculado a partir de las muestras cualitativas obtenidas por red de mano (o Dnet) en cada sitio. Por otro lado los índices ChIBF y ChSIGNAL, los cuales son cuantitativos y semicuantitativos respectivamente, serán calculados utilizando los valores de abundancia obtenidos mediante los muestreos cuantitativos realizados con red Surber. Las clases de calidad ambiental asignadas para los rangos de valores de cada índice son mostradas en la Tabla Nº 11. Se muestra la transformación a cinco clases de calidad para Índice BMWP e Índice Biótico de Familias, su relación con las características ambientales y el color para su mejor distinción.

Tabla Nº 11
Transformación a cinco clases de calidad para Índice BMWP e Índice Biótico de Familias

Clase	ChBMWP	ChIBF	Calidad	Características
I	>101	0.00 - 3.75	Muy buena, no perturbado	Aguas muy limpias
II	62-100	3.76 - 4.63	Bueno, moderadamente perturbado	Aguas no alteradas de modo sensible
III	36-61	4.64 - 6.12	Regular, perturbado	Son evidentes algunos efectos de contaminación natural y/o antrópica
IV	16-35	6.13 - 7.25	Malo, muy perturbado	Aguas contaminadas de forma natural y/o antrópica
V	<16	7.26 - 10	Muy malo, fuertemente perturbado	Aguas muy contaminadas de forma natural y/o antrópicas

4.4.2.1 ChBMWP (British Biological Monitoring Working Party)

El índice British Biological Monitoring Working Party score system (BMWP) fue desarrollado por Armitage et al (1983). Este índice fue adaptado a ríos chilenos por Figueroa et al. (2007) y su aplicación consiste en identificar las familias por segmento y asignación de un valor de tolerancia (ChBMWP, Tabla Nº 12), donde luego los valores totales son sumados obteniendo el valor final asociado a la clase de calidad (Tabla Nº 11). En la Tabla Nº 12, se muestran los valores de tolerancia propuestas para cálculo de índices ChBMWP y ChSIGNAL2 designadas para familias de invertebrados acuáticos presentes en la Cuenca del Río Maipo (Fuente: Palma 2013).

Tabla Nº 12
Valores de tolerancia propuestas para cálculo de índices ChBMWP y ChSIGNAL2

Clase/Orden	Familia	Valor de tolerancia
Acari		4
Plecoptera	Gripopterygidae	10
Coleoptera	Elmidae	6
Trichoptera	Hydrobiosidae	7
	Polycentropodidae	4
	Hydropsychidae	5
	Hidroptilidae	6
	Leptoceridae	
Díptera	Athericidae	3
	Tipulidae	5
	Blephariceridae	10
	Chironomidae	2
	Simuliidae	5
	Muscidae	4
	Ceratopogonidae	4
	Limoniidae	6
Ephemeroptera	Baetidae	8
	Leptophlebiidae	5
Annelida	Hirudinea	3
	Oligochaeta	1
Mollusca	Physidae	4
	Chilinidae	4
	Sphaeriidae	4
Nematoda	Rhabditidae	1

4.4.2.2 ChIBF (Índice Biótico de Familias)

El índice biótico de familias fue desarrollado Hilsenhoff (1988) para ríos de climas templados de Norteamérica. Actualmente este índice es uno de los más utilizados por la USEPA y recientemente fue aplicado a ríos chilenos por Figueroa et al. (2007). Para la aplicación de este índice se requieren datos cuantitativos de familias a las cuales se les asigna un determinado valor de tolerancia (Tabla Nº 13). El valor final del índice se obtiene sumando cada abundancia de familia por su respectivo valor de tolerancia, y todo esto multiplicado por la abundancia total. El valor final del índice se asocia a una determinada calidad ambiental la cual es indicada en la Tabla Nº 11. La Tabla Nº 13, muestra valores de tolerancia de invertebrados acuáticos para cálculo del Índice Biótico de Familias (ChIBF) a insectos acuáticos presentes en las estaciones ubicadas en la Cuenca del Río Maipo.

Tabla Nº 13
Valores de tolerancia propuestas para cálculo de ChIBF

Clase/Orden	Familia	Valor de tolerancia
Acari		5
Plecoptera	Gripopterygidae	2
Coleoptera	Elmidae	6
Trichoptera	Hydrobiosidae	6
	Polycentropodidae	6
	Hydropsychidae	5
	Hidroptilidae	4
	Leptoceridae	5
Díptera	Athericidae	6
	Tipulidae	5
	Blephariceridae	4
	Chironomidae	10
	Simuliidae	6
	Muscidae	5
	Ceratopogonidae	8
	Limoniidae	7
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	5
Annelida	Hirudinea	8
	Oligochaeta	10
Mollusca	Physidae	7
	Chilinidae	7
	Sphaeriidae	8
Nematoda	Rhabditidae	10

4.4.2.3 ChSIGNAL2 (Stream Invertebrates Grade Number-Averange Level)

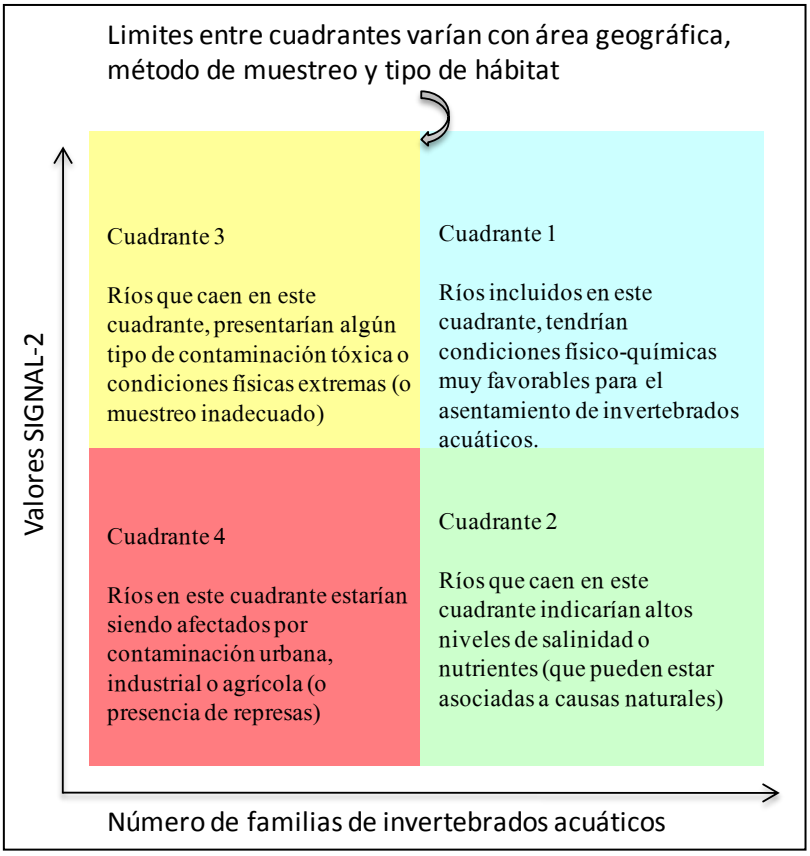
El índice SIGNAL fue adaptado del índice "Average Store Per Taxon" (ASPT), versión del índice BMWP usado en Gran Bretaña que representa el promedio de todos los valores de tolerancia de las taxa presentes en el lugar a evaluar. El Índice SIGNAL-2 es una versión revisada del índice SIGNAL que permite una mayor detección de tipos de contaminación (Chessman, 2001). Se obtiene otorgando un "valor de tolerancia" entre 1 a 10 a los tipos de macroinvertebrados presentes, siguiendo los mismos valores de tolerancia propuestos para el índice ChBMWP (Tabla Nº 12). Un valor bajo indica que el individuo es tolerante a un rango de formas comunes de contaminación en el agua, mientras que un valor alto indica que los macroinvertebrados son sensibles a la mayoría de las formas de contaminación. Donde el factor de peso se calcula en base a la riqueza de individuos presentes en la muestra. El valor final del índice se calcula multiplicando la sumatoria del valor de tolerancia por el factor de peso, y dividiendo por el factor de peso (Tabla Nº 14).

Tabla Nº 14
Tabla de pesos por abundancias del índice SIGNAL-2. Fuente: (Chessman, 2001).

Tabla de Pesos	
Número de individuos	**Factor Peso**
1 – 2	1
3 - 5	2
6 - 10	3
11 - 20	4
> 20	5

Los resultados del índice SIGNAL-2 se presentan formando 4 cuadrantes que representan una determinada condición ambiental.

Figura Nº 5
Diagrama que representa los 4 cuadrantes para la interpretación del índice SIGNAL-2 (modificado de Chessman, 2001)



4.5 Fauna Íctica

La captura inocua de ictiofauna fue ejecutada mediante pesca eléctrica con la ayuda de chinguillos. Se realizó un muestreo cuantitativo, utilizando un esfuerzo de captura no menor a 100 m^2. Esta metodología tiene bajo impacto sobre los ejemplares, permitiendo una rápida recuperación de sus funciones. Adicionalmente, al ser un método no selectivo permitió la captura de la totalidad de los ejemplares de peces presentes en el área, sin distinción de especie ni talla. Durante la pesca, se procedió a barrer el sector bajo una perspectiva multihabitat (Barbour et al. 1999), para lo cual, en primer lugar, se ejecutó una inspección visual del área de muestreo. A cada ejemplar capturado, se le realizaron mediciones morfométricas básicas in situ: peso y longitud total (cabeza-cola).

A partir de la información obtenida se procedió a calcular el índice de condición:

Índice de condición: Los ejemplares capturados fueron identificados a nivel de especie registrándose en cada individuo su longitud total (LT) mediante un ictiómetro de 0,1 cm de precisión y su peso total (PT) mediante una pesa electrónica de 0,1 g de precisión. Para cada uno de los individuos, se estimó el factor de condición K (índice de robustez) de cada ejemplar de acuerdo a lo estipulado por Nash *et al*. (2006).

$$K = (PT/LT^3)*100$$

Dónde: LT = Longitud Total (cm) y PT = Peso Total (g).

La campaña de muestreo se realizó el 14 de diciembre de 2016.

5 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis realizado tanto *in situ*, como Laboratorio (Laboratorio de la Dirección General de Aguas e Hidrolab), para las muestras tomadas en el marco del proyecto.

Por otra parte, en ANEXO Nº 3, se muestran la Tabla Nº 36, Tabla Nº 37 y Tabla Nº 38 con resultados históricos desde el año 2015.

5.1 Parámetros tomados *In Situ*

En la Tabla Nº 15, se indica el resultado de los parámetros medidos *in situ,* en estaciones para Red de Observación en puntos coincidentes con Estaciones DGA y Red de Control (2 campañas). Por su parte, en la Tabla Nº 16 se muestra el resultado de las mediciones *In Situ* para la Red anual de observación en puntos donde existen Estaciones DGA. En la Tabla Nº 17, se aprecian los resultados de los parámetros *in situ* tomados en puntos donde No existen estaciones DGA.

Tabla Nº 15
Resultados de Análisis de In Situ. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control

Estación	Fecha 1ª Campaña	Fecha 2ª campaña	pH Primera Campaña	pH Segunda Campaña	Temperatura ºC Primera Campaña	Temperatura ºC Segunda Campaña	Conductividad µS/cm. Primera Campaña	Conductividad µS/cm. Segunda Campaña	Oxígeno Disuelto mg/L. primera Campaña	Oxígeno Disuelto mg/L. Segunda Campaña	% de Saturación. Primera Campaña	% de Saturación. Segunda Campaña
MA-1	22-08-2016	25-10-2016	8,17	7,88	9,6	7,6	2040	1736	9,7	11,3	86	112,6
MA-2	22-08-2016	25-10-2016	8,27	7,82	9,9	9,8	1589	1369	10,2	11,17	94,6	110
MA-3	22-08-2016	15-11-2016	8,00	8,2	14,2	15,9	1495	1002	9,5	9,0	101	93,0
MA-4	24-08-2016	26-10-2016	8,05	8,05	12,0	21,7	1248	1257	9,70	10,2	93,2	121,2
MA-5	25-08-2016	27-10-2016	8,00	8,7	12,8	20,1	1366	1431	8,5	8,8	80,6	97,6
MP-1	23-08-2016	15-11-2016	8,00	7,74	7,2	10,2	211	257	10,8	9,7	88,6	88,2
MP-2	24-08-2016	24-10-2016	7,6	8,34	14,0	22,8	1547	1414	6,9	12,2	69,0	143
LA-1	23-08-2016	24-10-2016	7,82	7,30	11,6	18,5	1429	1127	8,1	11,0	73,1	122
AN-1	24-08-2016	24-10-2016	7,97	7,01	13,3	16,5	945	1183	9,0	9,73	88,8	103,1
PU-2	25-08-2016	26-10-2016	7,8	7,76	13,3	17,7	1648	1520	7,30	7,62	70,2	81,2

Fuente: Elaboración Propia

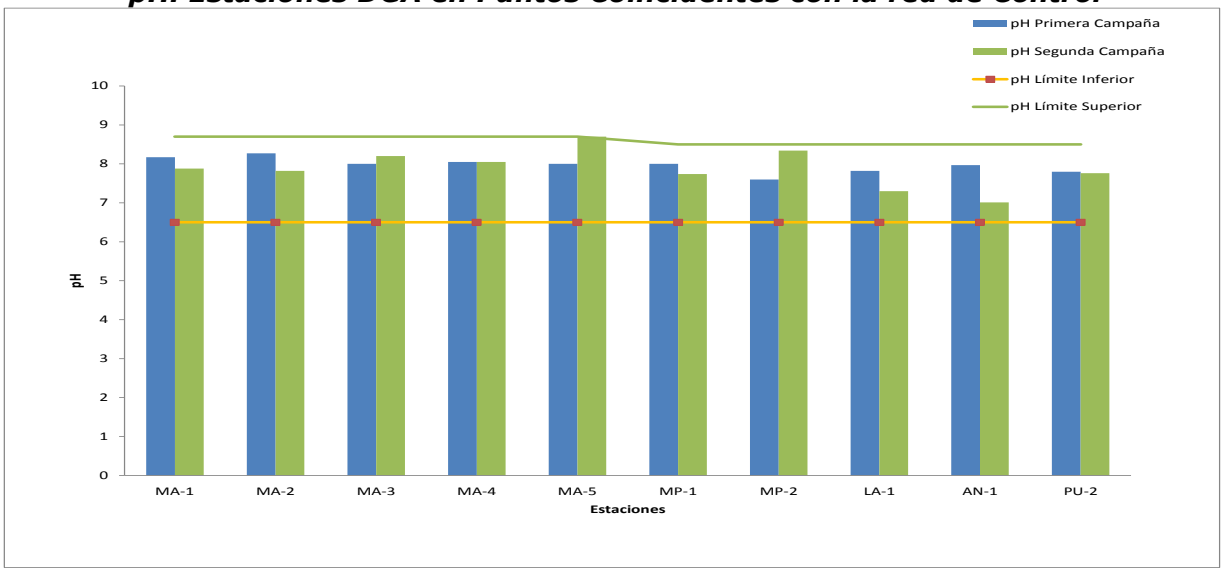
5.1.1 pH

En la Tabla Nº 15 y Gráfico Nº 1, se indica el resultado de pH medidos *in situ,* en estaciones DGA, en puntos coincidentes con la red de control. Se aprecia un rango de variación entre 8,27 máximo registrado en la estación MA-2 y 7,6 mínimo en la estación MP-2. El promedio general es de 7,97 ± 0,19, Primera Campaña.

La segunda Campaña reportó un valor máximo de 8,7 en MA-5, el mínimo fue de 7,01 en AN-1. El valor promedio fue de 7,88 ± 0,49.

Los valores límites regulados, no fueron sobrepasados.

Gráfico Nº 1
pH. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control

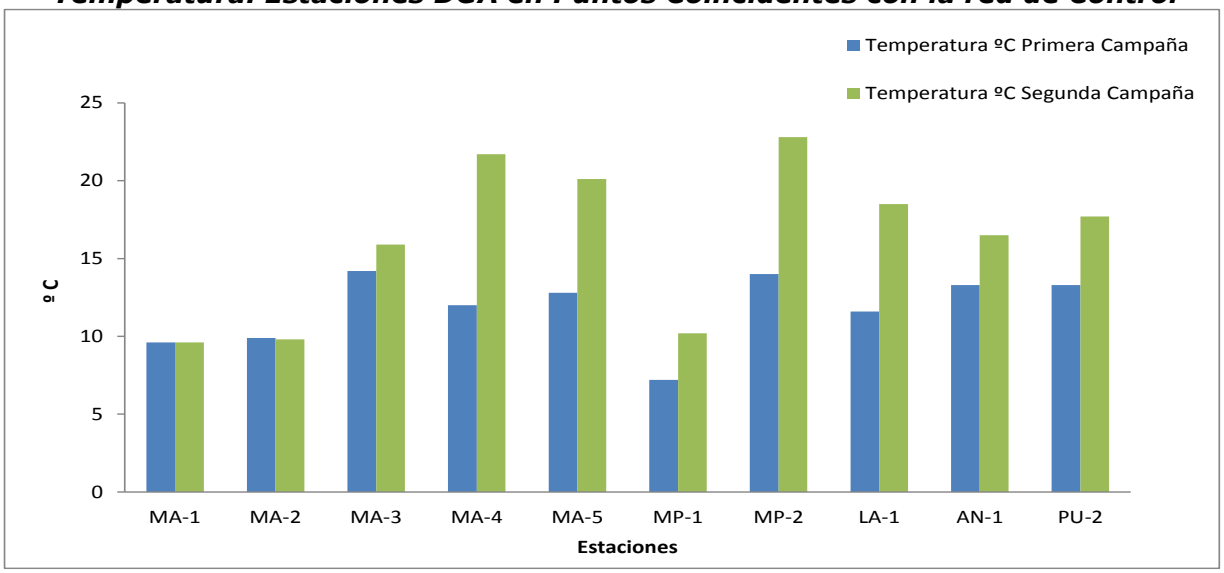


5.1.2 Temperatura

En la Tabla Nº 15 y Gráfico Nº 2, se indica el resultado de la temperatura medida *in Situ*. Se aprecia una variación entre 14,2 ºC reportado en la estación MA-3 y 7,2 ºC en MP-1. El promedio fue de 11,79 ºC ± 2,26, en la primera campaña.

La segunda campaña reporto un valor máximo de 22,8 ºC, el más bajo fue de 9,6 en MA-1. El promedio fue de 16,28 ± 4,91.

Gráfico Nº 2
Temperatura. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control



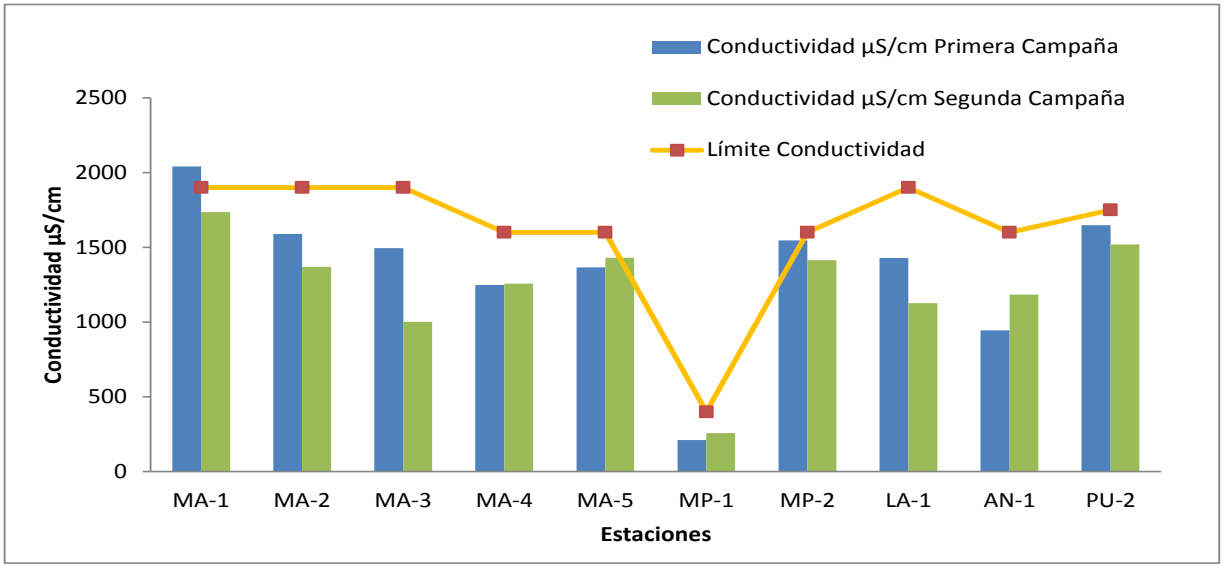
5.1.3 Conductividad

En la Tabla Nº 15 y Gráfico Nº 3, se indica el resultado de la Conductividad medido *in Situ*. Se aprecia un rango de variación entre 2040 µS/cm máximo registrado en la estación MA-1 y 211 µS/cm, registro mínimo en la estación MP-1. El promedio general es de 1352 µS/cm ± 489,9.

Por su parte, la segunda campaña reportó un máximo de 1736 µS/cm en el punto MA-1. El menor registro fue de 257 µS/cm en MP-1. El promedio general de la campaña fue de 1230 µS/cm ± 401.

El límite máximo de conductividad, sólo fue superado en la medición realizada en el punto MA-1 durante la primera campaña.

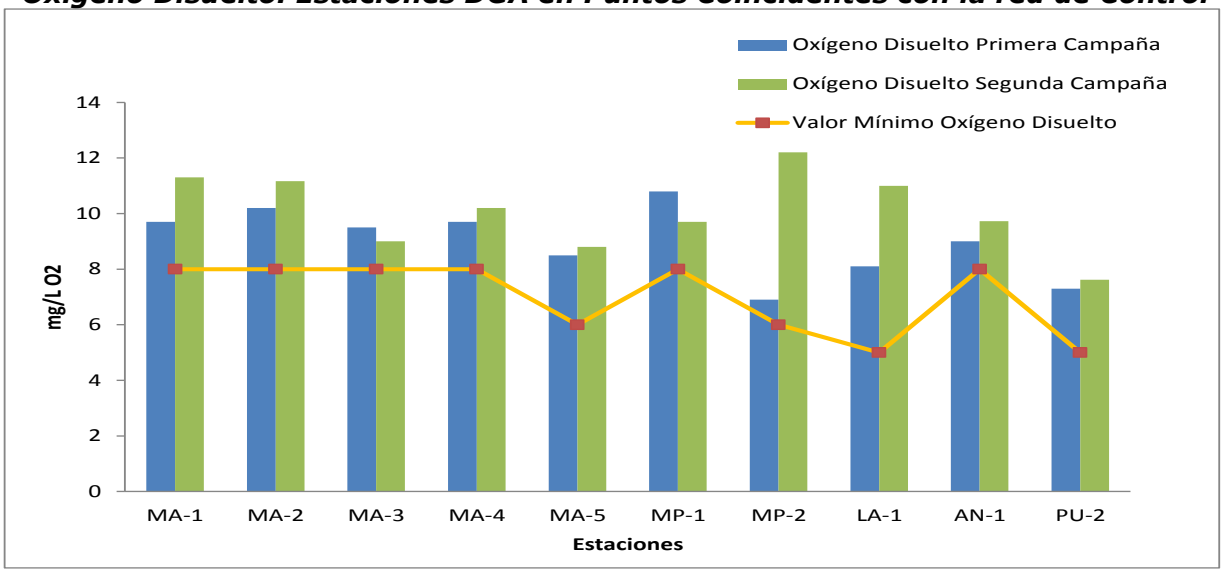
Gráfico Nº 3
Conductividad. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control



5.1.4 Oxígeno Disuelto

En la Tabla Nº 15 y Gráfico Nº 4, se indica el resultado del Oxígeno Disuelto medido *in Situ*. Se aprecia un rango de variación entre 10,8 mg/L máximo registrado en la estación MP-1 y 6,9 mg/L, registro mínimo en la estación MP-2. El promedio general es de 9,0 mg/L ± 1,3 en la primera campaña. La segunda campaña reportó una concentración máxima de 12,2 mg/L en MP-2. El valor mínimo fue de 7,62 mg/L en PU-2, el promedio fue de 10,1 mg/L ± 1,4.

Gráfico Nº 4
Oxígeno Disuelto. Estaciones DGA en Puntos Coincidentes con la red de Control



5.2 Parámetros *In Situ,* Red de observación en puntos donde existen Estaciones DGA

A continuación, en la Tabla Nº 16 se presentan los resultados de los análisis realizados *in situ* en la Red de observación en puntos donde existen Estaciones DGA.

Tabla Nº 16
Resultados de Análisis de In Situ. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA

Estación	Fecha	Hora	pH	Temperatura ºC	Conductividad µS/cm	Oxígeno Disuelto mg/L
VOl-OBS	21-11-2016	12:30	8,5	11,3	993	10,23
YESO-OBS	27-11-2016	13:15	7,9	14,1	359	9,41
OL-OBS	24-11-2016	13:55	7,4	15,3	629	9,02
CLAR-OBS	21-11-2016	13:00	7,52	20,4	180,1	8,57
EA-OBS	25-11-2016	12:35	7,37	12,9	198	10,24
EYL-OBS	22-11-2016	13:10	6,87	11,8	422	10,37
FRA-OBS	22-11-2016	13:50	6,25	14,1	443	9,92
MOL-OBS	22-11-2016	12:30	6,8	12,3	310	10,28
ECO-OBS	25-11-2016	14:15	7,3	22,2	119,2	8,12
COL1-OBS	24-11-2016	14:40	7,64	15,6	944	9,15

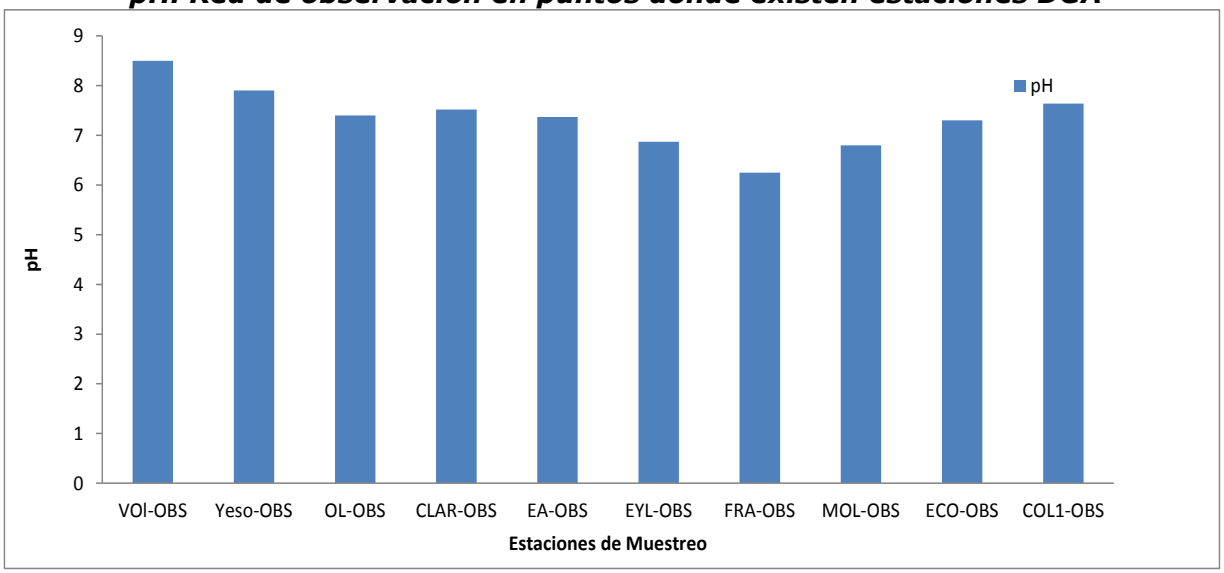
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1 pH

El pH medido *In Situ*, registró una variación entre un rango de 6,25 (mínimo) en el punto FRA-OBS hasta 8,5, valor más alto en VOL-OBS. El promedio general fue de 7,36 ± 0,62.

El Gráfico Nº 5, muestra los valores de pH reportados en las distintas estaciones.

Gráfico Nº 5
pH. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA

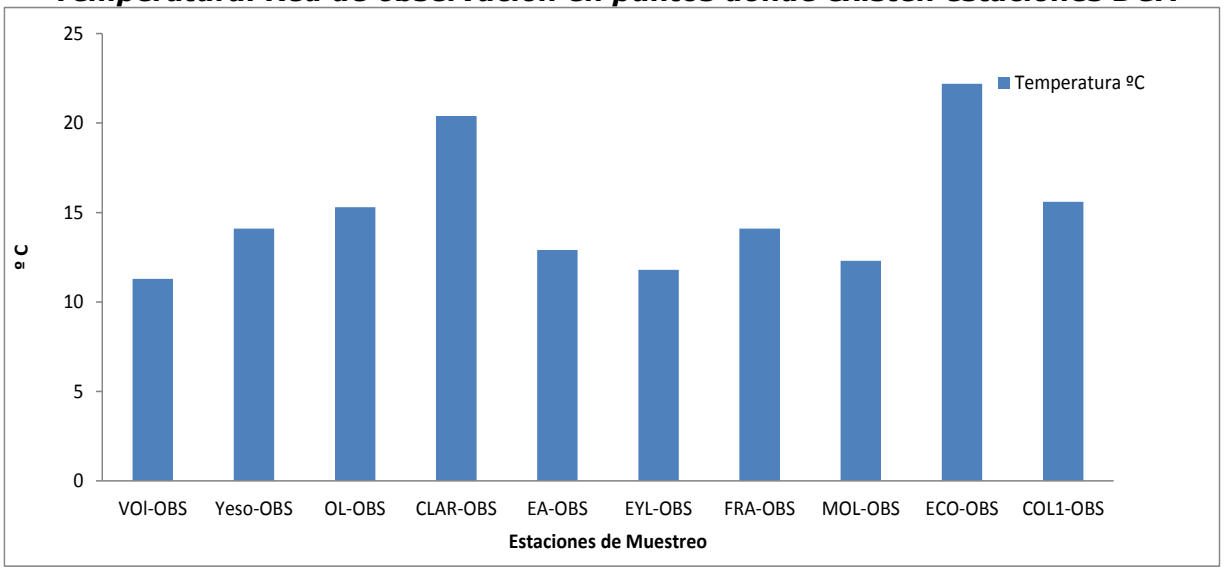


5.2.2 Temperatura

La temperatura medida *In Situ*, registró una variación entre un rango de 11,3 ºC (mínimo) en el punto VOL-OBS hasta 22,2 ºC valor más alto en ECO-OBS. El promedio general fue de 15 ± 3,63.

El Gráfico Nº 6, muestra los valores de temperatura reportados en las distintas estaciones.

Gráfico Nº 6
Temperatura. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA

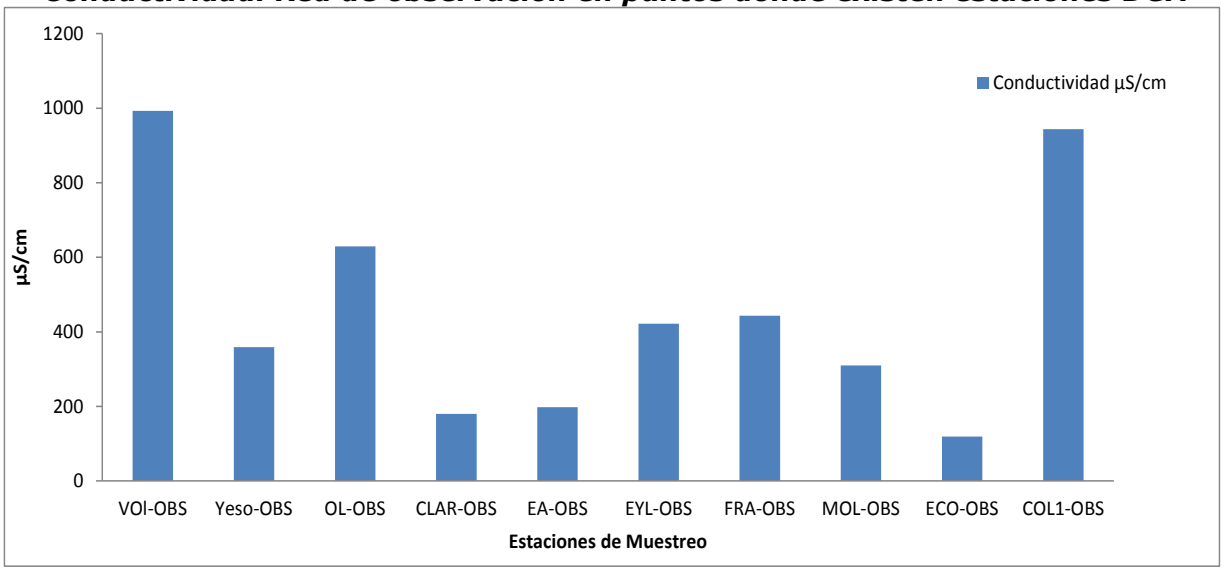


5.2.3 Conductividad

La Conductividad medida *In Situ*, registró una variación entre un rango de 119,2 µS/cm (mínimo) en el punto ECO-OBS hasta 993 µS/cm, valor más alto en VOL-OBS. El promedio general fue de 459,7 ± 306,3.

El Gráfico Nº 7, muestra los valores de Conductividad reportados en las distintas estaciones.

Gráfico Nº 7
Conductividad. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA

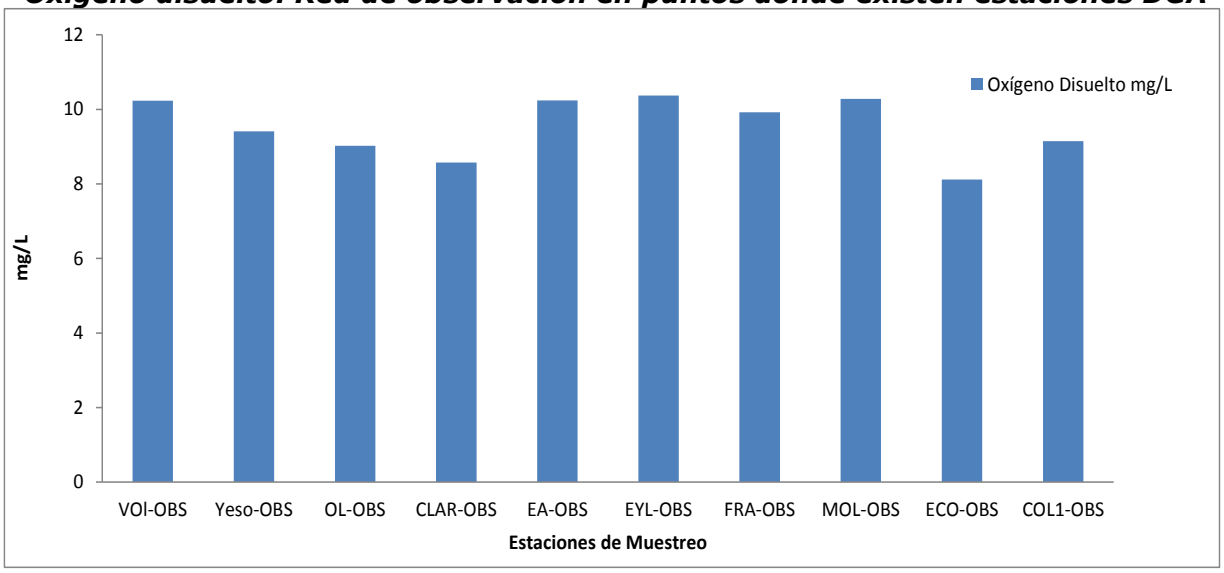


5.2.4 Oxígeno disuelto

El Oxígeno disuelto medido *In Situ*, registró una variación entre un rango de 8,12 mg/L (mínimo) en el punto ECO-OBS hasta 10,37 mg/L, valor más alto en EYL-OBS. El promedio general fue de 9,53 ± 0,80.

El Gráfico Nº 8, muestra los valores de Oxígeno disuelto reportados en las distintas estaciones.

Gráfico Nº 8
Oxígeno disuelto. Red de observación en puntos donde existen estaciones DGA



5.3 Parámetros *In Situ,* Red de observación en puntos donde No existen Estaciones DGA.

En la Tabla Nº 17, se indica el resultado de los parámetros medidos *in situ,* en puntos donde no existen estaciones DGA. Se realizaron 2 compañas de muestreo:

- Primera campaña: Se tomaron parámetros *In Situ* y muestreo de agua para análisis físico-químico en Laboratorio de la Dirección General de Aguas (DGA).

- Segunda campaña: Se tomaron parámetros *In Situ* y muestreo de agua para análisis físico-químico y microbiológico en laboratorio externo (Hidrolab).

Tabla Nº 17
Resultados de Análisis de In Situ. Sin estaciones DGA

Estación	Fecha Primera Campaña	Fecha Segunda Campaña	pH. Primera Campaña	pH. Segunda Campaña	Temperatura ºC. Primera Campaña	Temperatura ºC. Segunda Campaña	Conductividad µS/cm. Primera Campaña	Conductividad µS/cm. Segunda Campaña	Oxígeno Disuelto mg/L. primera Campaña	Oxígeno Disuelto mg/L. Segunda Campaña
MA-3 Obs	12-09-16	17-11-16	8,0	7,04	10,2	11,4	1330	948	9,6	11,3
MA-5 Obs	13-09-16	12-12-16	8,0	7,6	14,0	22,6	1401	1371	9,0	8,0
AN-1 Obs	12-09-16	17-11-16	8,0	7,55	14,1	20,1	476	500	10,0	12,3
MP-2.2 Obs	14-09-16	18-11-16	7,7	7,67	9,5	16,9	1020	804	9,6	9,67
MP-2.3 Obs	13-09-16	18-11-16	7,8	7,22	15,5	18,7	1330	570	7,7	8,61
PU-1 Obs	22-09-16	18-11-16	8,5	7,52	16,0	21,0	235	271	12,2	7,67
COL-Obs	12-09-16	17-11-16	8,0	7,38	9,4	8,9	1013	770	9,8	11,30

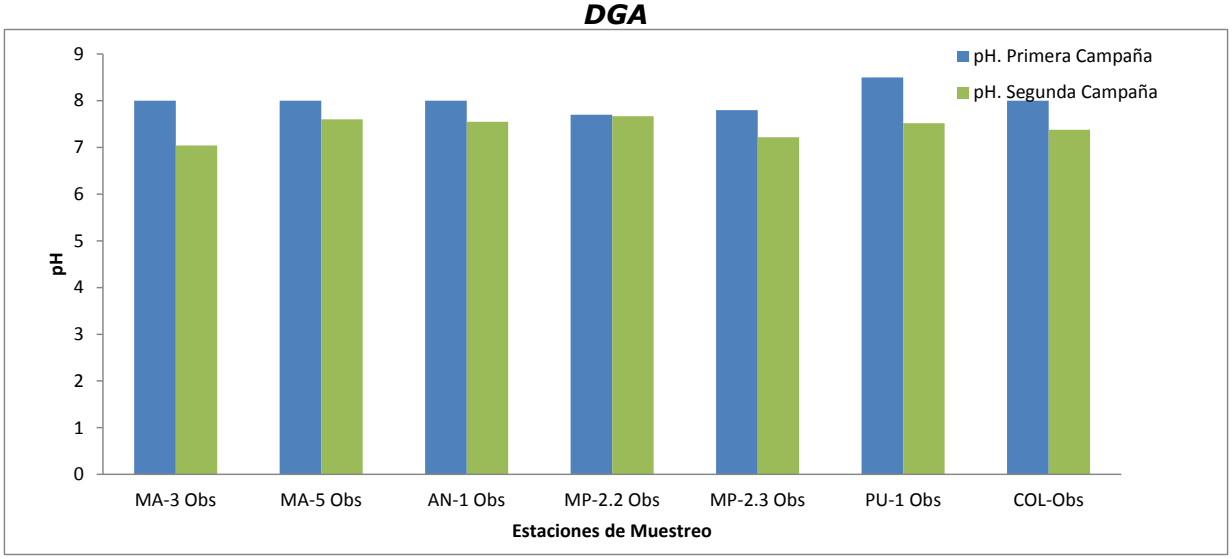
Fuente: Elaboración Propia

5.3.1 pH

En la Gráfico Nº 9, se indica el resultado de pH medidos *in situ,* en red de observación en puntos donde no existen estaciones DGA. En la primera campaña, se aprecia un rango de variación entre 7,7 valor mínimo en la estación MP-2.2 OBS y 8,5 máximo registrado en la estación PU-1 OBS. El promedio general es de 8,00 ± 0,25.

La segunda Campaña reportó un valor máximo de 7,67 en MP- 2.2 OBS, el mínimo fue de 7,04 en MA-3 OBS. El valor promedio fue de 7,43 ± 0,23.

Gráfico Nº 9
pH. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA

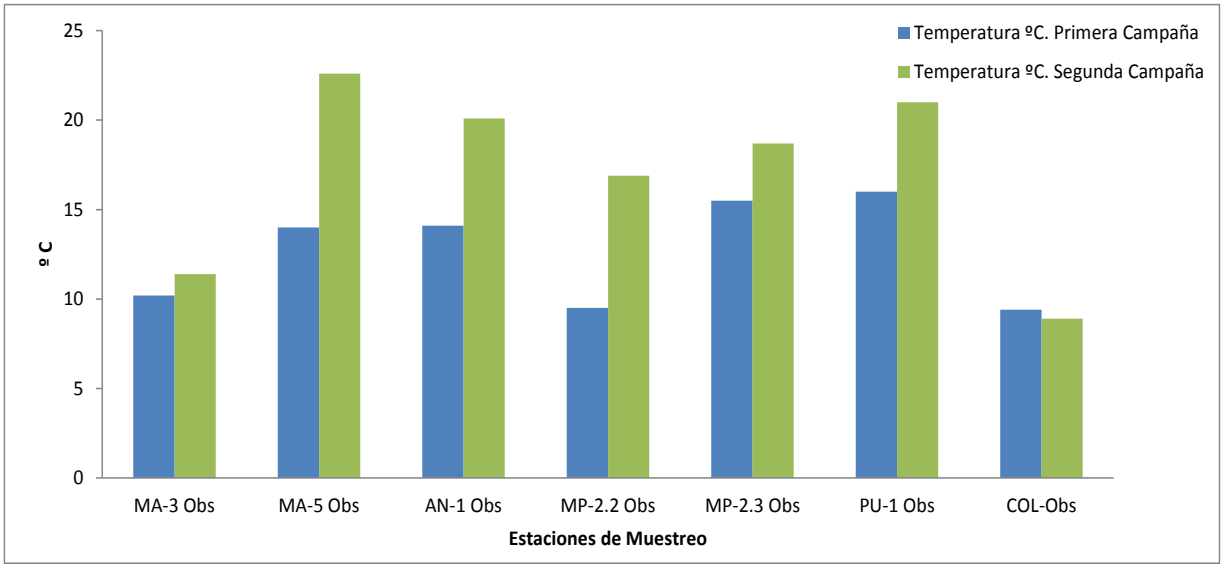


5.3.2 Temperatura

En el Gráfico Nº 10, se indica el resultado de la temperatura medida *in situ,* en red de observación en puntos donde no existen estaciones DGA. En la primera campaña, se aprecia un rango de variación entre 16,0 ºC máximo registrado en la estación PU-1 OBS y 9,4 mínimo en la estación Col- OBS. El promedio general es de 12,67 ºC ± 2,88.

Por su parte en la segunda campaña, la variación registrada fue entre 22,6 º C (valor más alto) en MA-5 OBS hasta 8,9 ºC (valor más bajo) reportado en COL-OBS. El promedio fue de 17,09 ± 5,11.

Gráfico Nº 10
Temperatura. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA

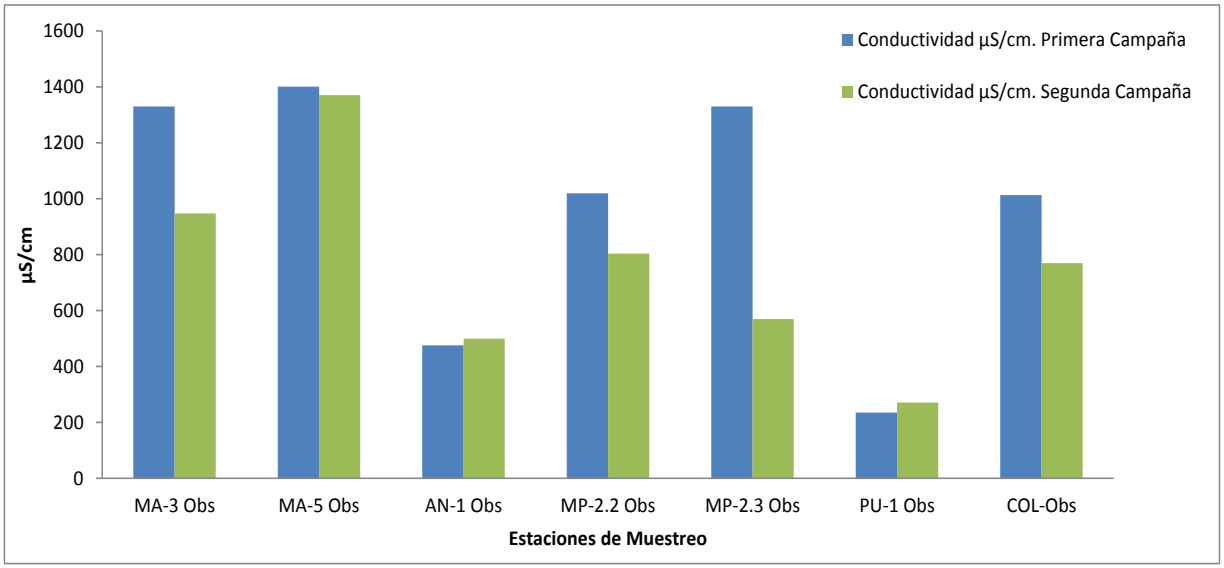


5.3.3 Conductividad

En el Gráfico Nº 11, se indica el resultado de la Conductividad medida *in situ*, en red de observación en puntos donde no existen estaciones DGA. En las mediciones realizadas durante la primera campaña, se aprecia un rango de variación entre 1401 µS/cm máximo registrado en la estación MA-5 OBS y 235 µS/cm mínimo en la estación PU-1 OBS. El promedio general es de 972 µS/cm ± 453.
Los valores reportados durante la segunda campaña. Muestran un rango de variación entre 1371 µS/cm máximo registrado en la estación MA-5 OBS y 271 µS/cm mínimo en la estación PU-1 OBS. El promedio de la campaña fue de 747 µS/cm ± 354.

Se observa que los valores máximos y mínimos se mantienen en las estaciones MA-5 OBS y PU-1 OBS, respectivamente.

Gráfico Nº 11
Conductividad. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA



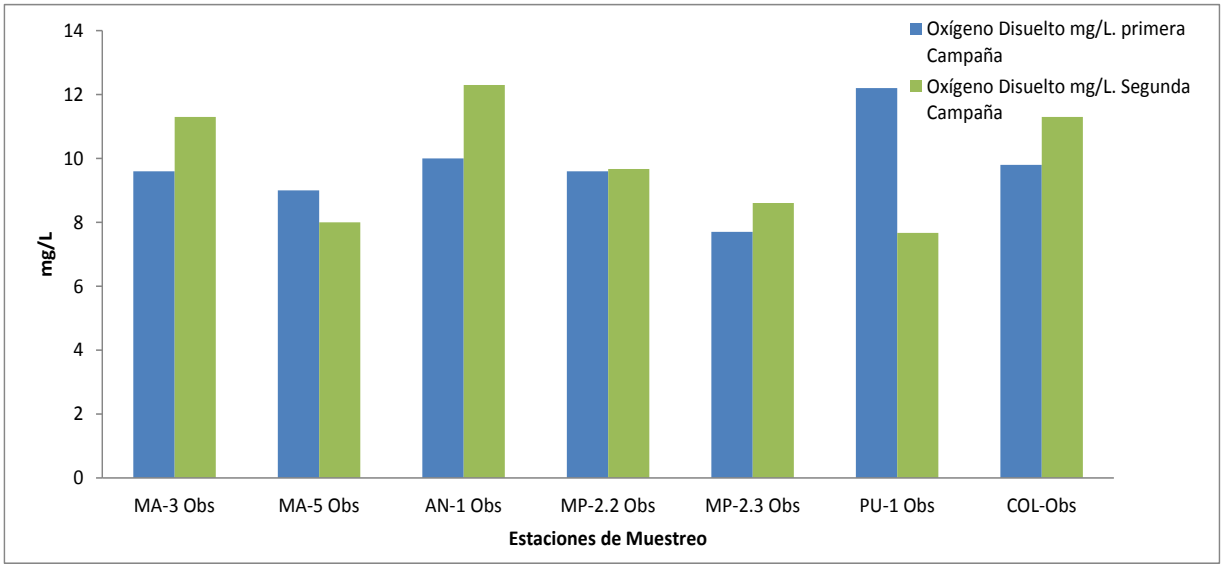
5.3.4 Oxígeno Disuelto

En el Gráfico Nº 12, se indica el resultado del oxígeno disuelto medido *in situ*, en red de observación en puntos donde no existen estaciones DGA. En las mediciones realizadas durante la primera campaña, se aprecia un rango de variación entre 12,2 mg/L máximo registrado en la estación PU-1 OBS y 7,7 mg/L mínimo en la estación MP-2.3 OBS. El promedio general es de 9,7 mg/L ± 1,35.

Por su parte, durante la segunda campaña, se reportaron valores entre 12,3 mg/L (máximo) en AN-1 OBS y 7,67 mg/L mínimo reportado en MP-2.3 OBS. El promedio general de la campaña fue de 9,84 mg/L ± 1,82.

En términos generales se aprecian concentraciones de oxígeno disuelto sobre 7 mg/L en ambas campañas en todos los puntos muestreados.

Gráfico Nº 12
Oxígeno disuelto. Estaciones en red de observación en puntos donde No existen estaciones DGA



5.4 Resultados análisis de parámetros en Laboratorio

5.4.1 Red de Observación puntos coincidentes con Estaciones DGA y Red de Control

En la Tabla Nº 18 y Tabla Nº 19, se presentan los resultados del análisis realizado en Laboratorio para los parámetros establecidos en la Red de Observación en puntos coincidentes con Estaciones Dirección General de Aguas (DGA). 2 campañas de muestreo. La primera campaña fue realizada en compañía de personal de la DGA.

En la Tabla se muestra que los parámetros Sulfuro, Aceites y Grasas y Detergentes aniónicos reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del Laboratorio, en todos los puntos en ambas campañas de muestreo. Los demás parámetros fueron graficados a continuación.

Tabla Nº 18
Resultados de análisis químico en agua

PARÁMETRO	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO									
		MA-1		MA-2		MA-3		MA-4		MA-5	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,14	1,10	0,25	1,49	0,2	0,79	0,2	1,49	0,15	0,71
Nitrato	mg/L	0,24	0,59	0,21	0,76	0,41	0,36	0,5	2,61	9,16	5,07
Nitrito	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	2,14	1,98	2,99	2,50	3,29	2,46	1,88	3,55	2,48	2,72
Nitrógeno Total	mg/L	2,38	2,57	3,2	3,26	3,7	2,82	2,38	6,16	11,6	7,79
Sulfuro	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes fecales	NMP/100	200	<1,8	20	170	230	130	79	3,3x103	79	330
Arsénico disuelto	mg/L	0,008	0,005	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,005	0,004
Cobre disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,107	<0,005	0,067
Hierro disuelto	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergentes aniónicos	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Alcalinidad	mg/L	94,7	97,4	88,9	104	107	84,3	119	152	104	176
Sólidos disueltos	mg/L	1426	1464	1140	1128	1072	784	814	1210	980	1182
Sólidos suspendidos	mg/L	139	38,0	65	129	517	963	181	54,0	110	41,0
Turbiedad	UNT	53,2	8,77	19,9	30,5	382	1134	64,7	7,02	18,6	0,85

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 19
Resultados de análisis químico en agua (Continuación)

PARÁMETRO	UNIDAD	Puntos de Muestreo									
		MP-1		MP-2		LA-1		AN-1		PU-2	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,14	0,81	0,69	4,44	0,15	1,45	0,14	1,11	0,13	3,96
Nitrato	mg/L	1,12	0,53	8,5	4,84	1,66	1,85	3,97	1,41	14,4	9,45
Nitrito	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	0,96	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,56
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	2,2	2,81	6,14	8,63	4,03	2,77	2,2	2,21	5,29	6,17
Nitrógeno Total	mg/L	3,32	3,34	14,6	14,4	5,69	4,62	6,17	3,62	19,7	16,2
Sulfuro	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes fecales	NMP/100	13	2,0	13	49	23	23	33	130	49	$1,1x10^3$
Arsénico disuelto	mg/L	0,002	<0,001	0,005	0,003	0,006	0,006	0,004	0,004	0,004	0,005
Cobre disuelto	mg/L	0,022	<0,005	0,014	0,227	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,318
Hierro disuelto	mg/L	0,131	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergentes aniónicos	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Alcalinidad	mg/L	40	23,5	125	153	128	129	112	132	113	143
Sólidos disueltos	mg/L	150	184	1144	905	918	1110	636	1125	1188	1350
Sólidos suspendidos	mg/L	208	117	87	6,0	108	62,0	92	201	100	99,0
Turbiedad	UNT	54,4	27,2	19,1	0,71	30,2	24,9	30,3	13,3	26,4	26,5

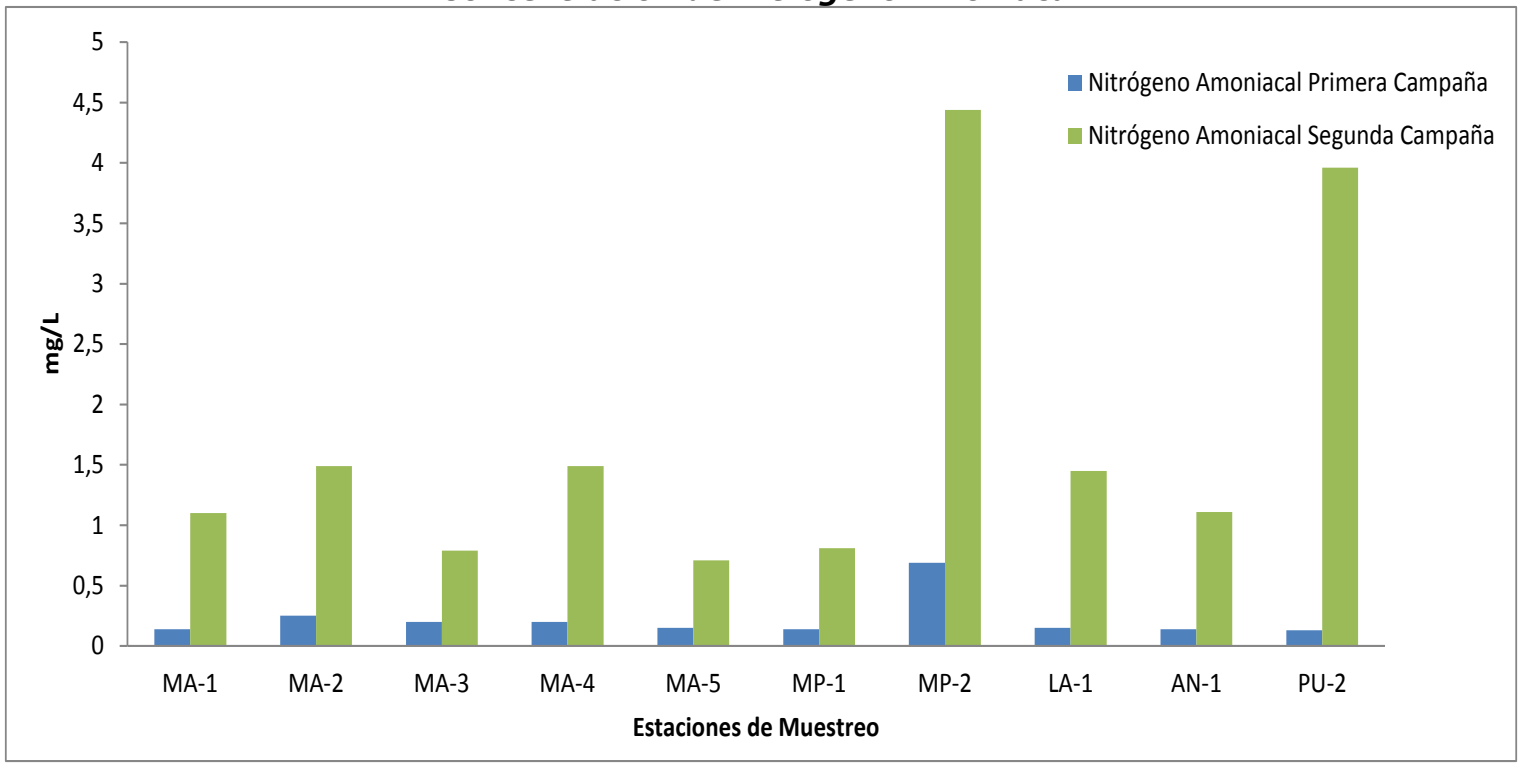
5.4.1.1 Nitrógeno Amoniacal

El Nitrógeno Amoniacal presentó una fluctuación entre un valor 0,13 mg/L en PU-2 hasta un máximo de 0,69 mg/L en MP-2. El valor promedio es de 0,219 mg/L ± 0,170 en la primera campaña.
En la segunda campaña de muestreo se observó una concentración máxima de 4,44 mg/L en MP-2. El menor valor fue de 0,71 mg/L en MA-5. El promedio general fue de 1,735 ± 1,33.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Nitrógeno Amoniacal, se obtuvo en la estación Mapocho en el Monte (MP-2) en la segunda campaña.

En el Gráfico Nº 13 se muestra la concentración de Nitrógeno Amoniacal para las distintas estaciones en las 2 campañas.

Gráfico Nº 13
Concentración de Nitrógeno Amoniacal



5.4.1.2 Nitrato

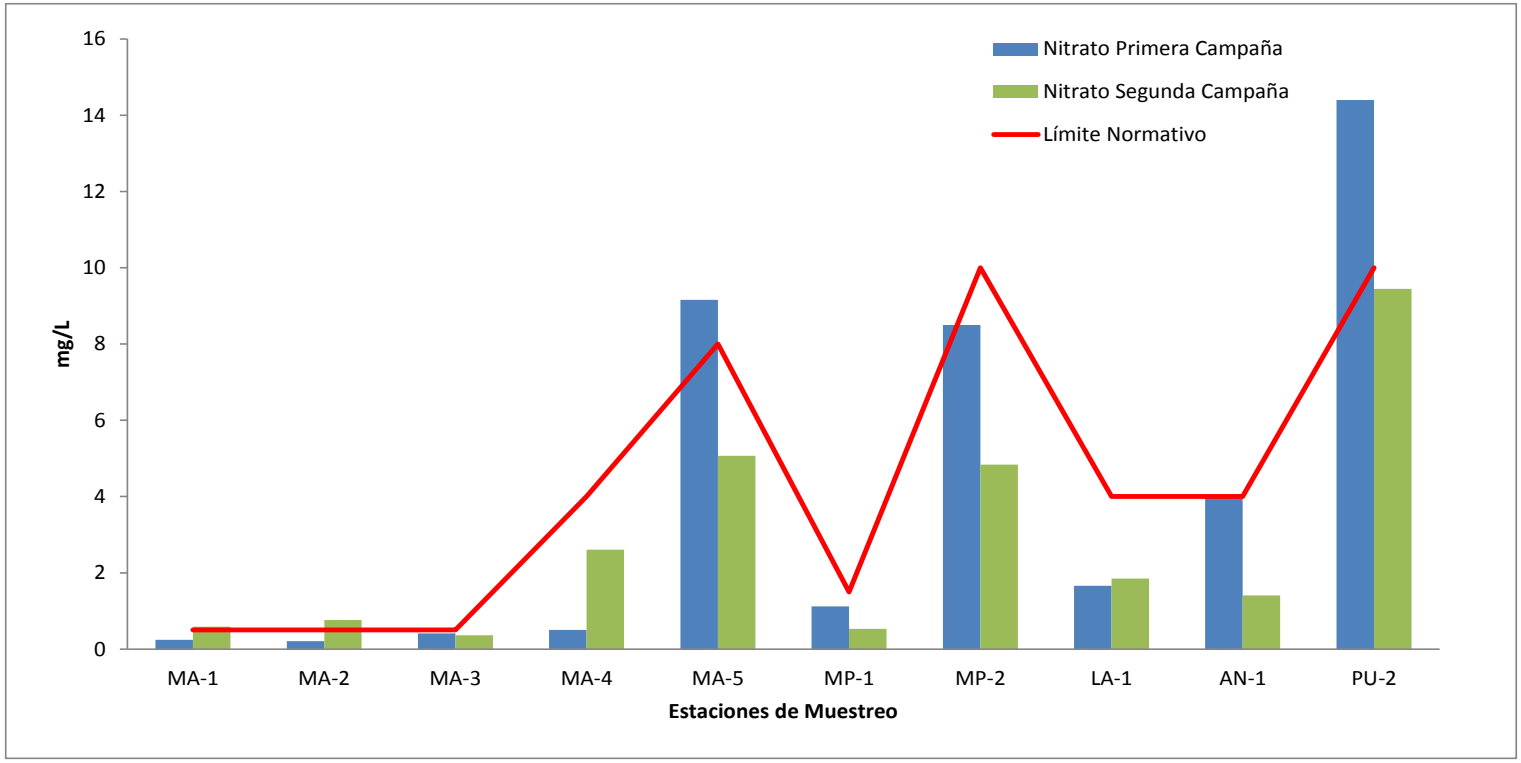
El Nitrato presentó una fluctuación entre 0,21 mg/L en MA-2 hasta un máximo de 14,4 mg/L en PU-2. El valor promedio es de 4,02 mg/L ± 4,97, en la primera campaña.
La concentración máxima en la segunda campaña fue de 9,45 mg/L, por su parte, el valor más bajo fue de 0,36 en MA-3. El promedio fue de 2,75 ± 2,9.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Nitrato, se obtuvo en la estación PU-2 (Estero Puangue 2) en la primera campaña.

Por otra parte, se aprecia superación del límite normativo (D.S 53) en; MA-5 y PU-2 (primera campaña), MA-1 y MA-2 (segunda campaña),

En el Gráfico Nº 14, muestra la concentración de Nitrato para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 14
Concentración de Nitrato



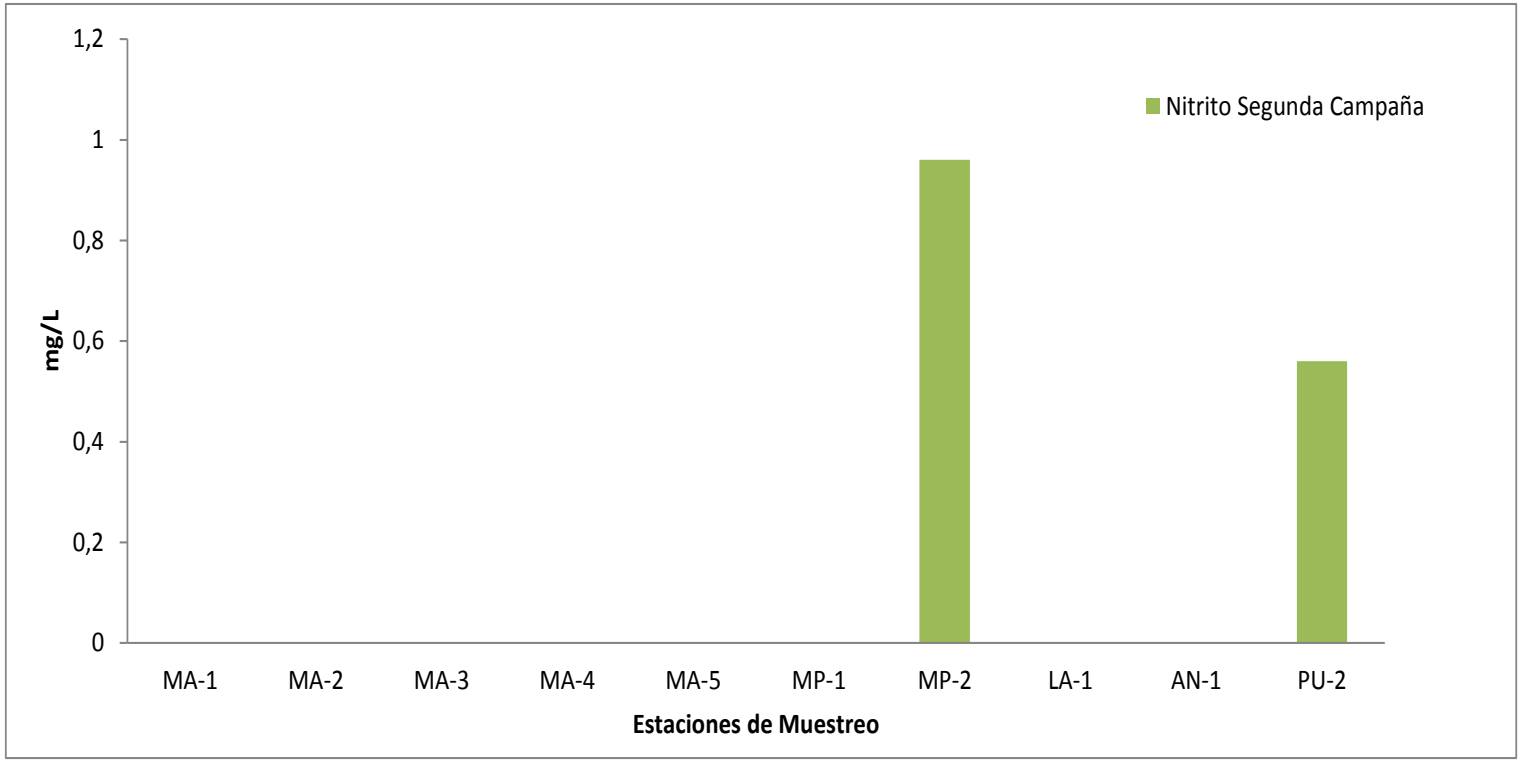
5.4.1.3 Nitrito

El Nitrito, sólo presentó concentraciones sobre el límite de detección del método de análisis en la segunda campaña de muestreo con una fluctuación entre 0,96 mg/L en MP-2 y 0,56 mg/L en PU-2.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración, se obtuvo en la estación Mapocho en el Monte (MP-2).

En el Gráfico Nº 15, muestra la concentración de Nitrito para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 15
Concentración de Nitrito



5.4.1.4 Nitrógeno Total Kjeldahl

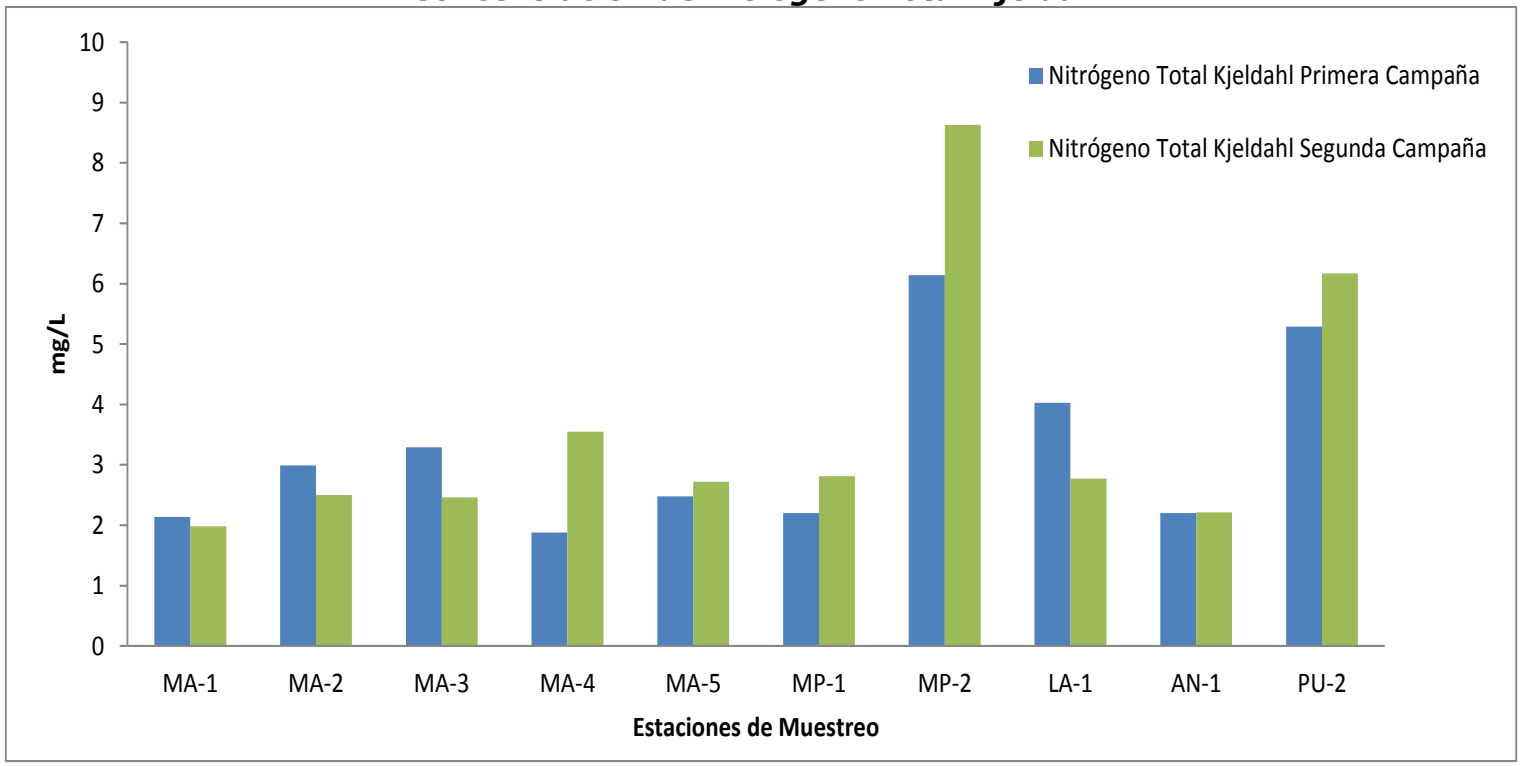
El Nitrógeno Total Kjeldahl, presentó una fluctuación entre 1,88 mg/L en MA-4 hasta un máximo de 6,14 mg/L en MP-2. El valor promedio es de 3,26 mg/L ± 1,46 en la primera campaña.

Durante la segunda campaña la fluctuación fue desde 1,98 mg/L hasta una concentración máxima de 8,63 mg/L. El promeio fue de 3,58 ± 2,14.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración, se obtuvo en la estación Mapocho en el Monte (MP-2) en la primera y segunda campaña de muestreo.

En el Gráfico Nº 16, muestra la concentración de Nitrógeno Total Kjeldahl para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 16
Concentración de Nitrógeno Total Kjeldahl



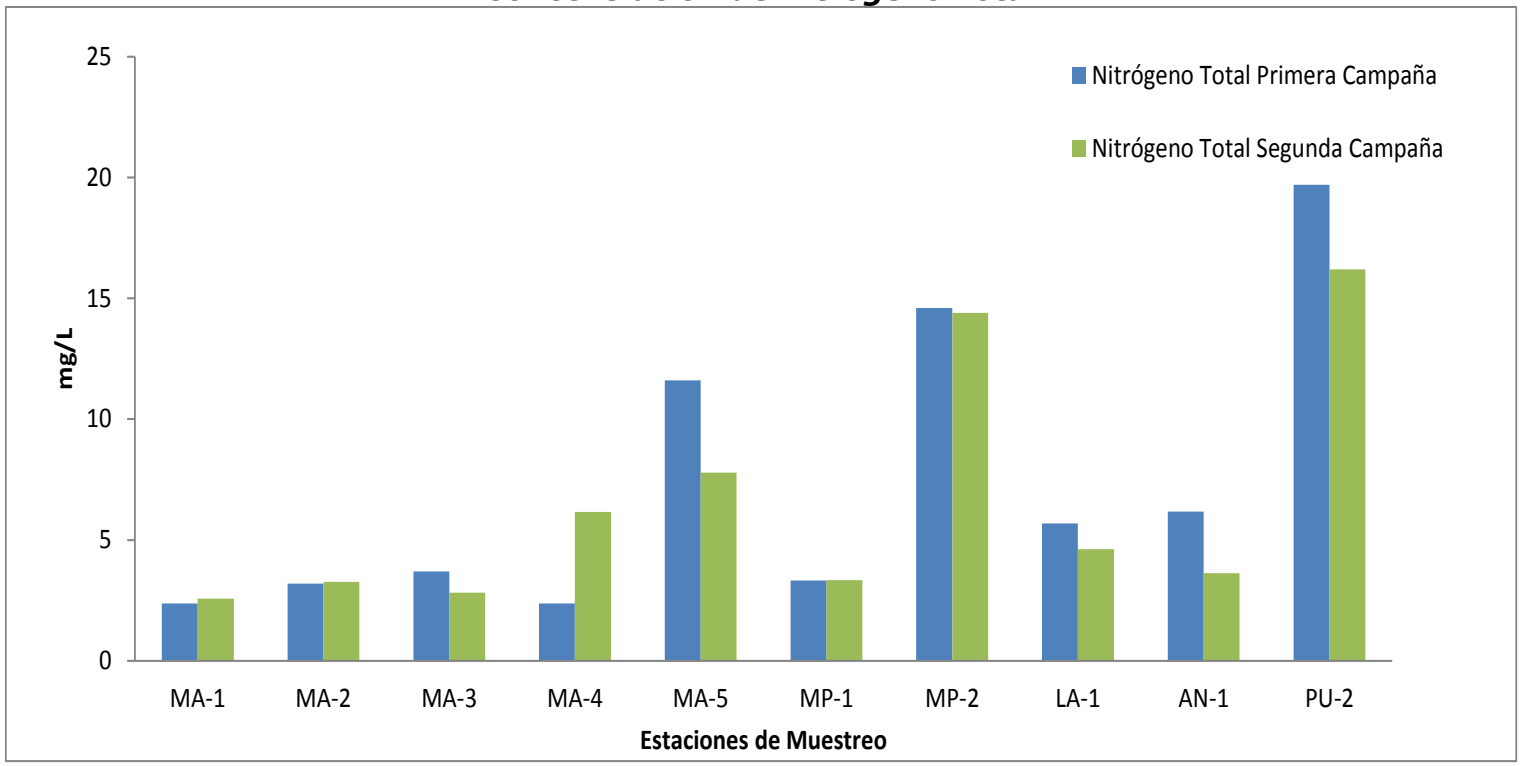
5.4.1.5 Nitrógeno Total

El Nitrógeno Total presentó una fluctuación entre 2,38 mg/L en MA-1 y MA-4 hasta un máximo de 19,7 mg/L en PU-2. El valor promedio es de 7,27 mg/L ± 5,99 (primera campaña)
Durante la segunda campaña de muestreo la concentración más alta fue de 16,2 mg/L, por su parte, el menor valor fue de 2,57 en MA-1. El promedio fue de 6,48 ± 4,94.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Nitrato, se obtuvo en la estación PU-2 (Estero Puangue 2) en la primera y segunda campaña..

En el Gráfico Nº 17, muestra la concentración de Nitrógeno Total para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 17
Concentración de Nitrógeno Total



5.4.1.6 Coliformes fecales

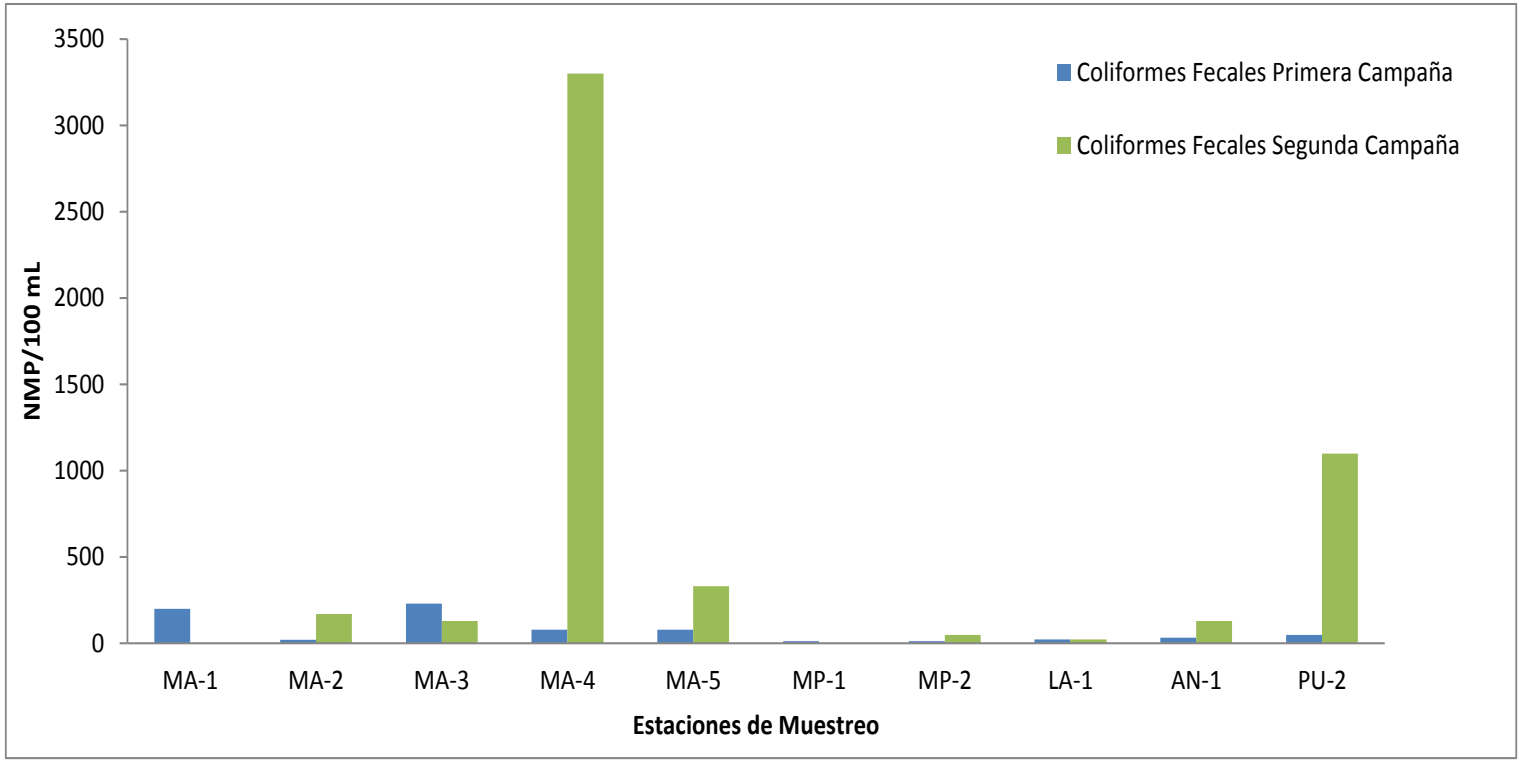
El parámetro Coliformes fecales presentó una fluctuación entre 13 NMP/100 mL en las estaciones MP-1, MP-2 hasta un máximo de 230 NMP/100 mL en MA-3. El valor promedio es de 73,90 NMP/100 mL ± 78,55. Primera campaña.

La concentración de Coliformes Fecales en la segunda campaña presentó un valor máximo de 3300 NMP/100 mL, pr su parte, el mínimo fue de 2 NMP/100 mL. El promedio fue de 581,56 ± 1074.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Coliformes fecales, se obtuvo en la estación MA-4 (río Maipo), segunda campaña.

En el Gráfico Nº 18, muestra la concentración de Coliformes fecales para las distintas estaciones

Gráfico Nº 18
Concentración de Coliformes fecales



5.4.1.7 Arsénico disuelto

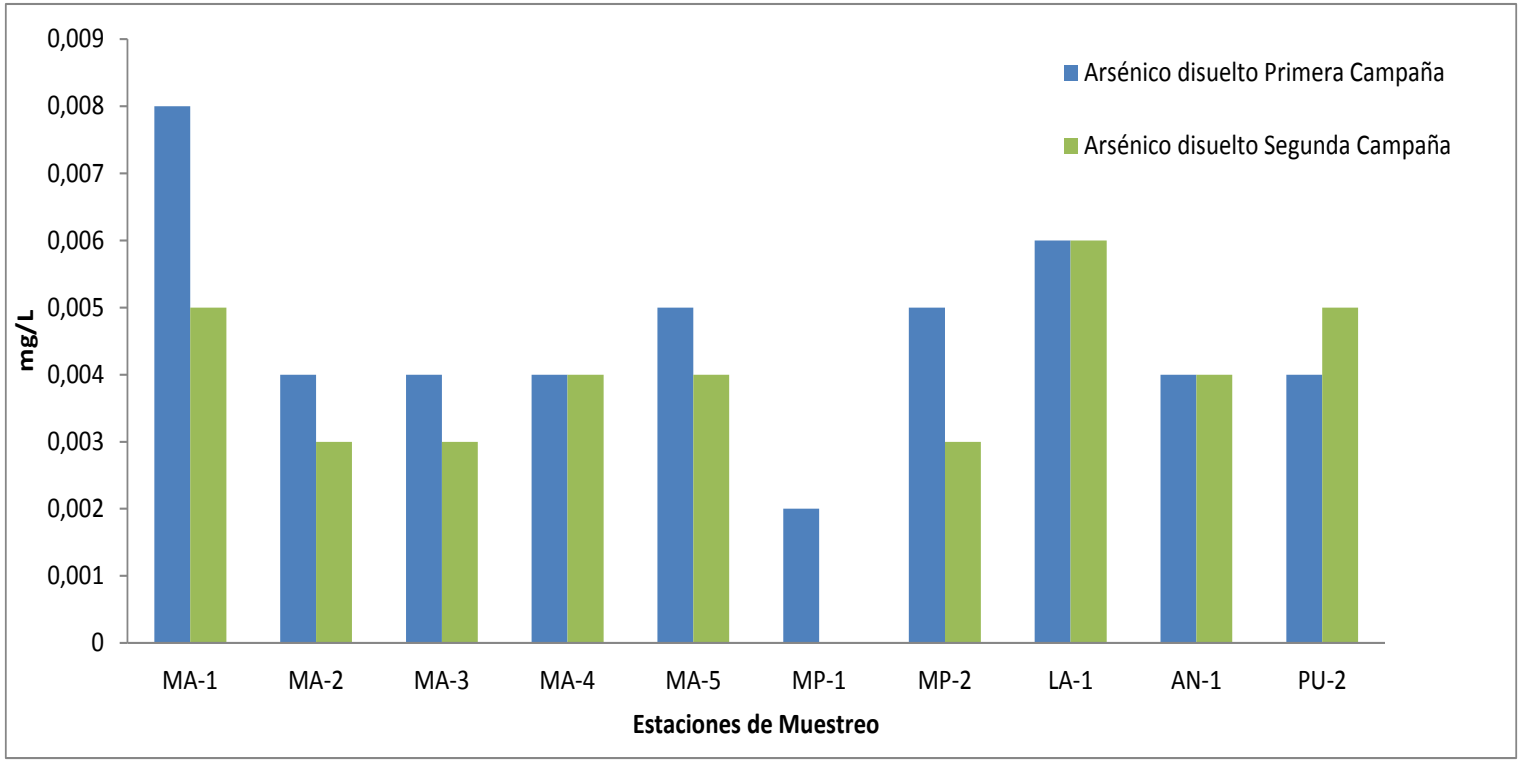
El parámetro Arsénico disuelto presentó una fluctuación entre 0,002 mg/L en MP-1, hasta un máximo de 0,008 mg/L en MA-1. El valor promedio es de 0,005 mg/L ± 0,002, primera campaña.

Durante la segunda campaña, la menor concentración fue de <0,001 mg/L (menor al límite de detección) en MP-1, hasta un máximo de 0,006 mg/L en LA-1.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Arsénico disuelto, se obtuvo en la estación MA-1 (río Maipo), durante la primera campaña de muestreo.

El Gráfico Nº 19, muestra la concentración de Arsénico disuelto para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 19
Concentración de Arsénico disuelto



5.4.1.8 Cobre disuelto

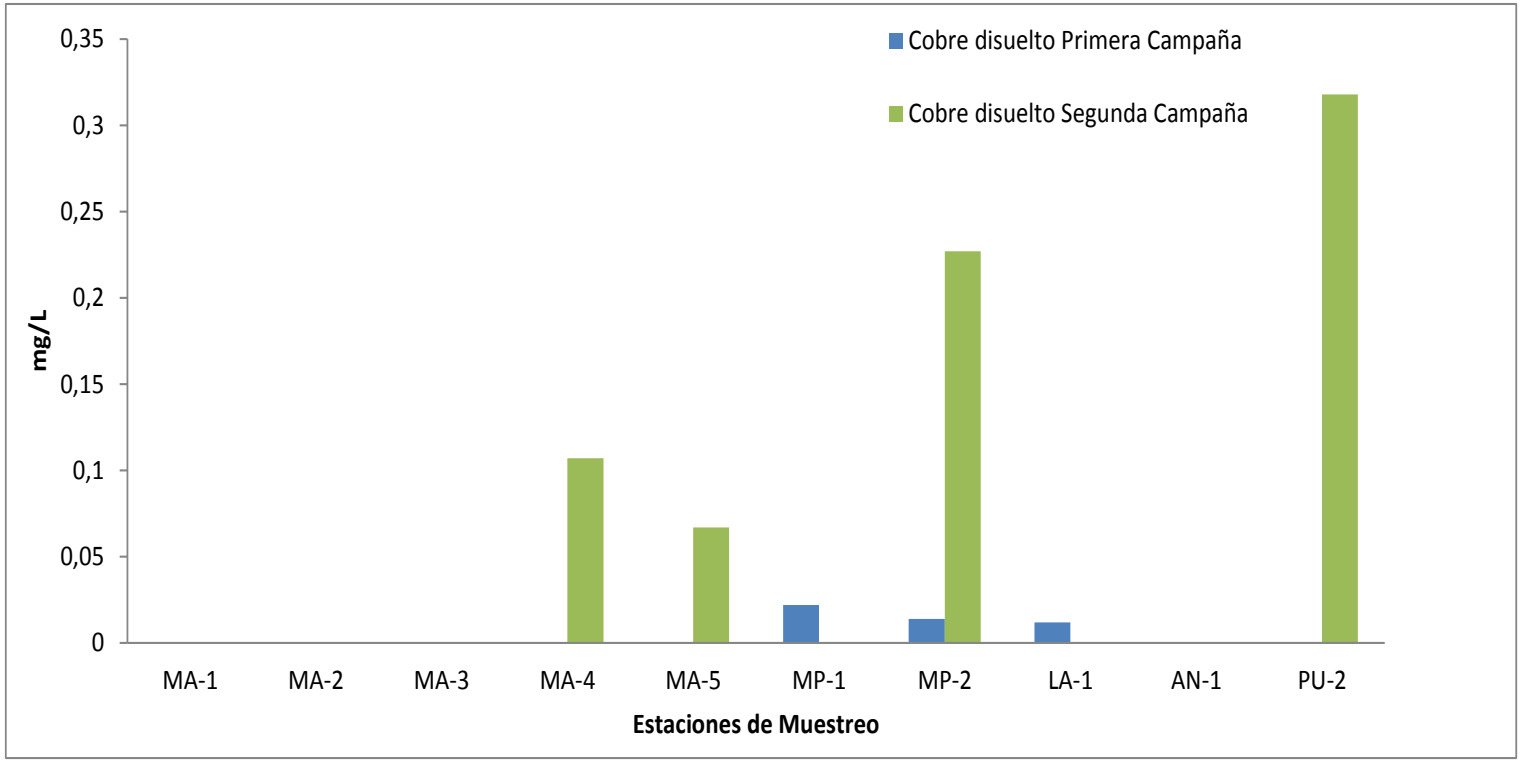
El parámetro Cobre disuelto presentó una fluctuación entre <0,005 mg/L (menor al límite de detección) en MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, AN-1, PU-2 hasta un máximo de 0,022 mg/L en MP-1. El valor promedio es de 0,02 mg/L ± 0,01, primera campaña.

Durante la segunda campaña de muestreo, también se reportaron concentraciones menores al límite de detección del método de análisis (<0,005 mg/L) en MA-1, MA-2, Ma-3, MP-1, LA-1 y AN-1 hasta un máximo de 0,318 mg/L en PU-2. El promedio fue de 0,18 mg/L ± 0,11.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Cobre disuelto, se obtuvo en la estación PU-2 (Puangue) en la segunda campaña de muestreo.

El Gráfico Nº 20, muestra la concentración de Cobre disuelto para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 20
Concentración de Cobre disuelto

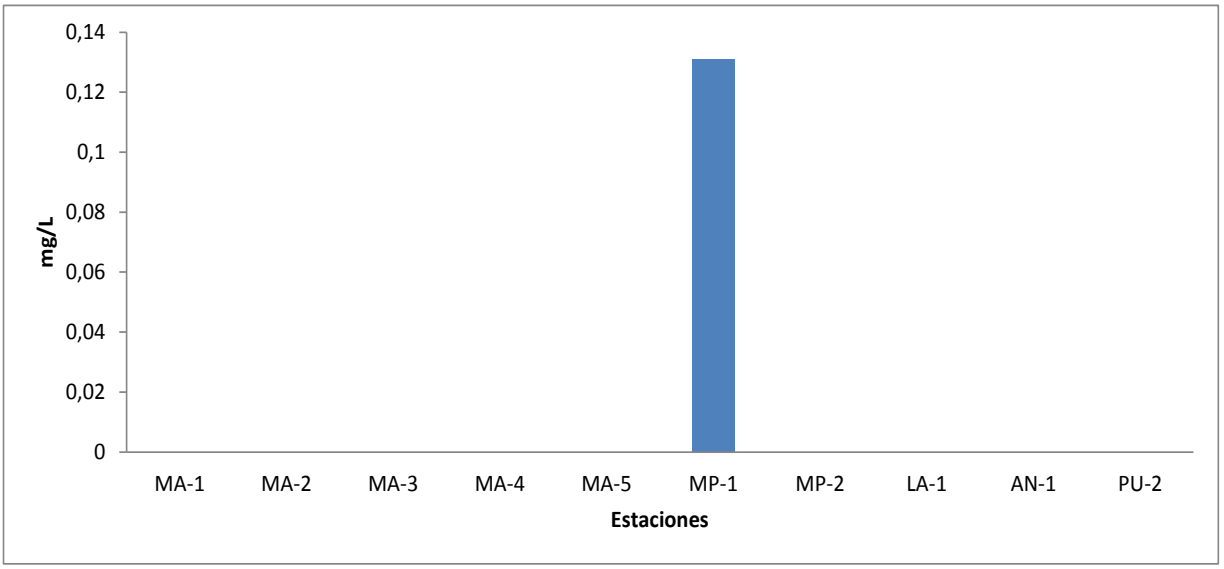


5.4.1.9 Hierro disuelto

El parámetro Hierro disuelto presentó concentración sobre el límite de detección del método de análisis, sólo en la estación MP-1 (Mapocho), con una concentración de 0,131 mg/L en la primera campaña de muestreo. En la segunda campaña, todos los valores fueron menores al límite de detección del método de análisis.

El Gráfico Nº 21, muestra la concentración de Hierro disuelto.

Gráfico Nº 21
Concentración de Hierro disuelto



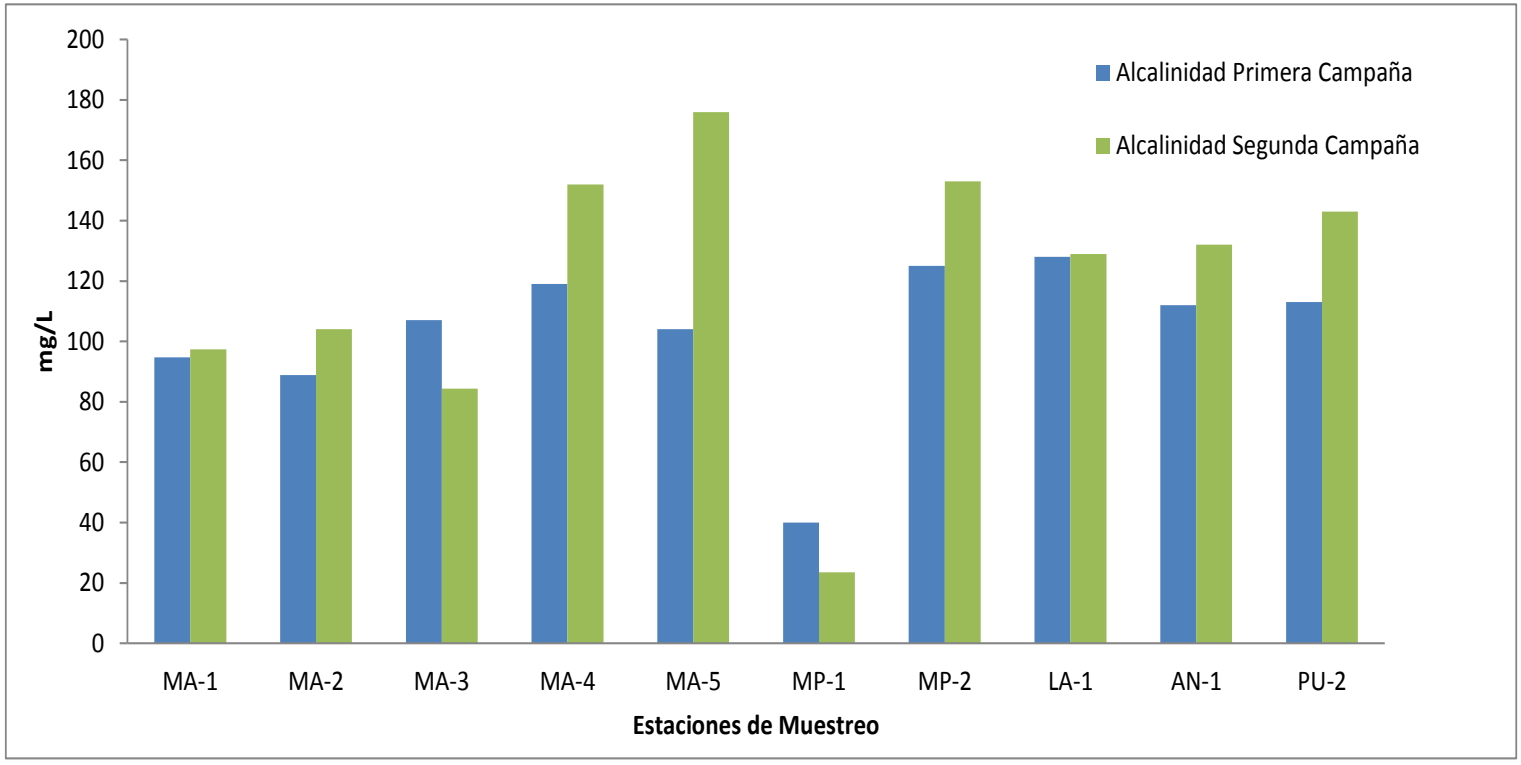
5.4.1.10 Alcalinidad

El parámetro Alcalinidad presentó una fluctuación en la primera campaña entre 40 mg/L en MP-1, hasta un máximo de 128 mg/L en LA-1. El valor promedio es de 103 mg/L ± 25,38.
La segunda campaña, presentó una variación desde 23,5 mg/L en MP-1, hasta un máximo de 176 mg/L en MA-5. El promedio fue de 119,42 mg/L ± 43,9-

Espacialmente, se aprecia que la menor concentración de Alcalinidad, se obtuvo en la estación MP-1 (Mapocho).

El Gráfico Nº 22, muestra la concentración de Alcalinidad para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 22
Concentración de Alcalinidad



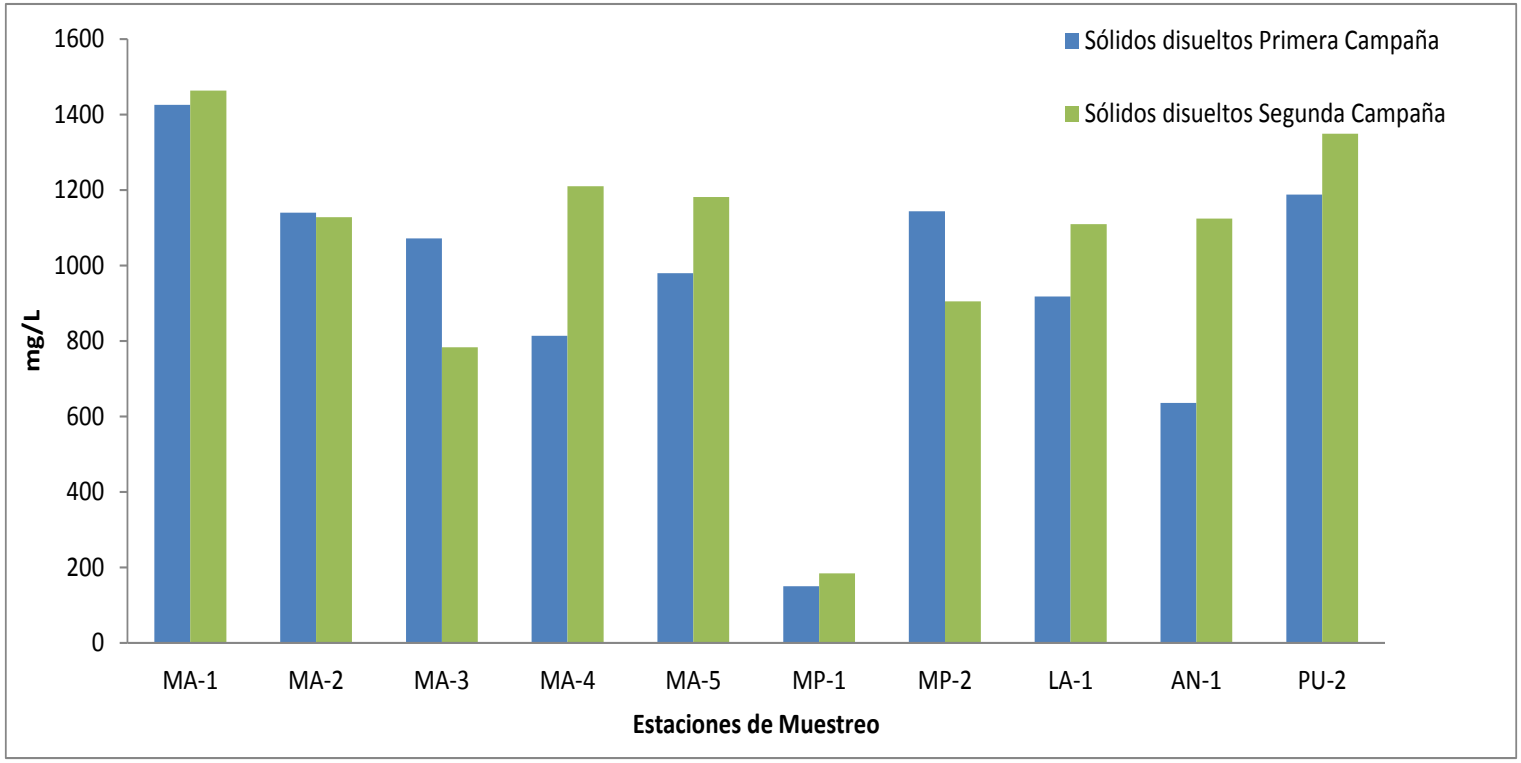
5.4.1.11 Sólidos Disueltos

El parámetro Sólidos disueltos presentó una fluctuación en la primera campaña entre 150 mg/L en MP-1, hasta un máximo de 1426 mg/L en MA-1. El valor promedio es de 947 mg/L ± 354.
Durante la segunda campaña, la variación fue entre 184 mg/L en MP-1, hasta un máximo de 1464 mg/L en MA-1. El promedio fue de 1044 mg/L ± 359.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Sólidos disueltos, se obtuvo en la estación MA-1 (Cabecera del río Maipo).

El Gráfico Nº 23, muestra la concentración de Sólidos disueltos para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 23
Concentración de sólidos disueltos



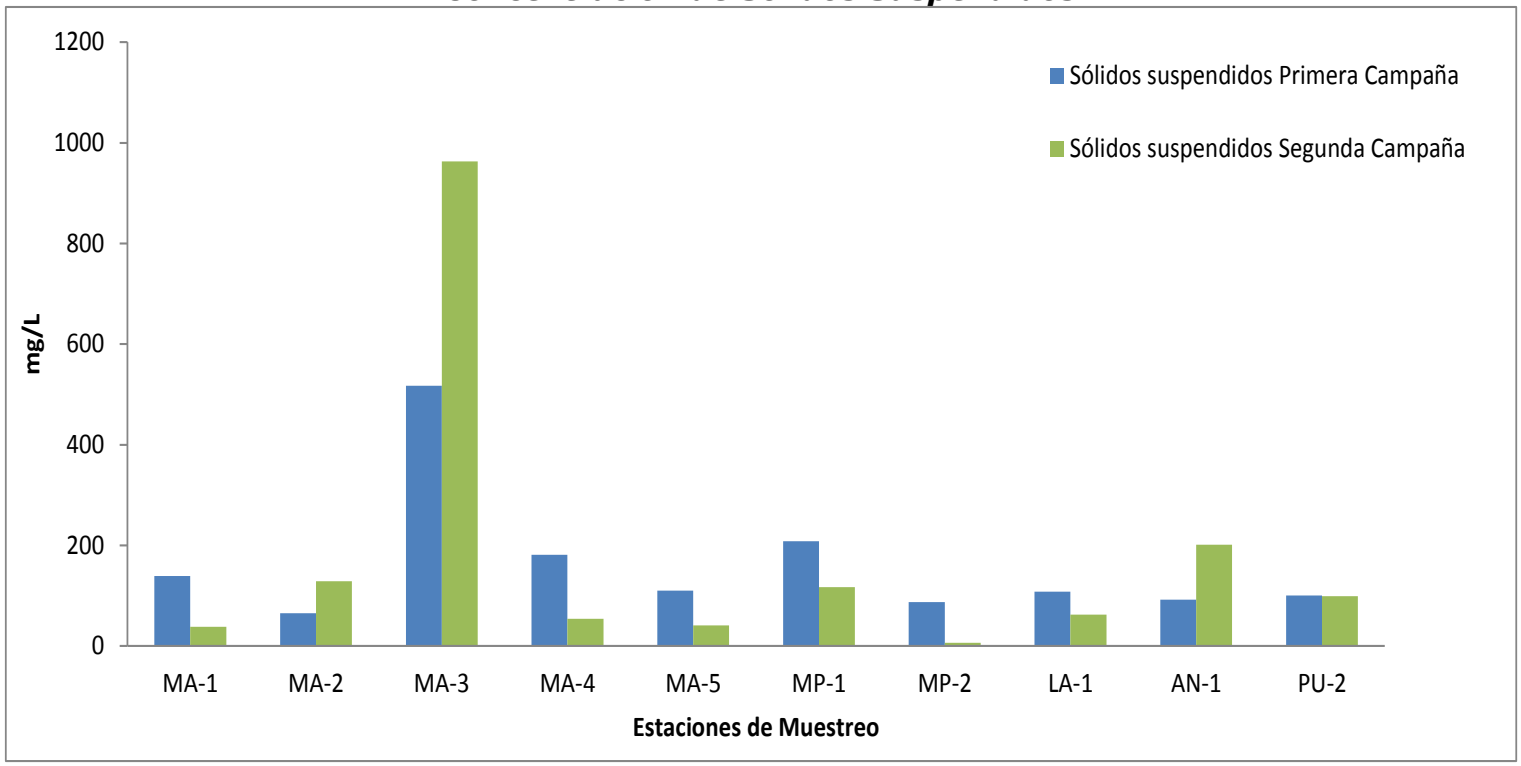
5.4.1.12 Sólidos Suspendidos

En la primera campaña de muestreo, el parámetro Sólidos Suspendidos presentó una fluctuación entre 65 mg/L en MA-2, hasta un máximo de 517 mg/L en MA-3. El valor promedio es de 161 mg/L ± 133.
Durante la segunda campaña, la fluctuación fue desde 6 mg/L en LA-1, hasta un máximo de 963 mg/L en MA-3. El valor promedio de la campaña fue de 171 mg/L ± 283,9.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Sólidos Suspendidos, se obtuvo en la estación MA-3 (río Maipo), segunda campaña.

El Gráfico Nº 24, muestra la concentración de Sólidos Suspendidos para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 24
Concentración de Sólidos Suspendidos



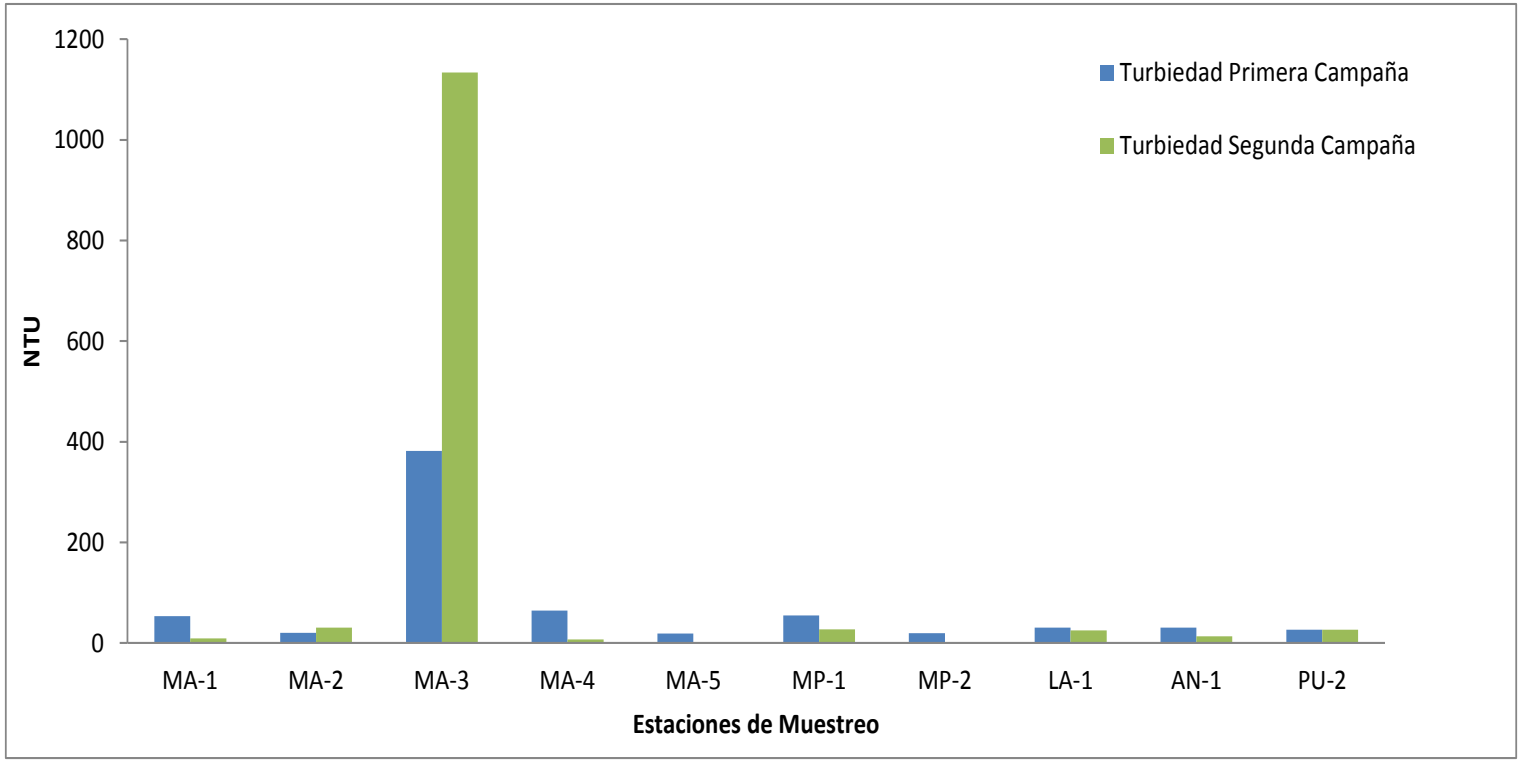
5.4.1.13 Turbiedad

El parámetro Turbiedad, en la primera campaña presentó una fluctuación entre 18,6 NTU en MA-5, hasta un máximo de 382 NTU en MA-3. El valor promedio es de 70 NTU ± 111.
Durante la segunda campaña, la variación fue desde 0,71 NTU en MP-2, hasta un máximo de 1134 NTU en MA-3. El promedio de la campaña fue de 127 NTU ± 354.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de Turbiedad, se obtuvo en la estación MA-3 (río Maipo) durante la primera y segunda campaña de muestreo.

El Gráfico Nº 25, muestra la concentración de Turbiedad para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 25
Concentración de Turbiedad



5.4.2 Red de Observación en puntos donde existen estaciones DGA

En la Tabla Nº 20, se presentan los resultados del análisis realizado en Laboratorio Hidrolab, para los parámetros establecidos en la Red de Observación en puntos donde existen Estaciones Dirección General de Aguas (DGA).

En la Tabla se muestra que los parámetros Ortofosfato (PO_4), Aceites y Grasas, Nitrito, Sulfuro y Plomo Disuelto reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del Laboratorio, en todos los puntos muestreados. Los demás parámetros fueron graficados a continuación.

Tabla Nº 20
Resultados de Análisis en Laboratorio

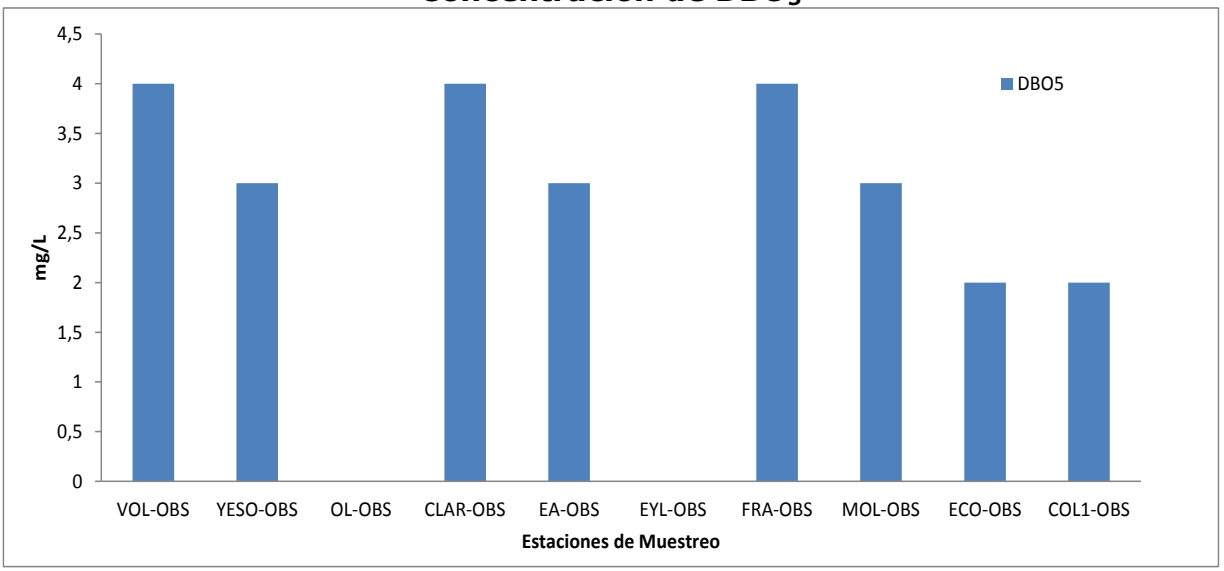
Parámetro	Unidades	VOL-OBS	YESO-OBS	OL-OBS	CLAR-OBS	EA-OBS	EYL-OBS	FRA-OBS	MOL-OBS	ECO-OBS	COL1-OBS
DBO_5	mg/L	4	3	<2	4	3	<2	4	3	2	2
Ortofosfato (PO_4)	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	86	34,0	<5,0	<5,0	57,0	33,0	42,0	31,0	13,0	121
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-
Detergentes	mg/L	0,14	<0,10	-	<1,0	-	<0,10	<0,10	<0,10	0,26	-
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	-	-	-	-	-	-	-	-	33,0	-
Alcalinidad	mg/L	107	81,5	82,9	33,1	245	2,4	14,5	17,4	40,5	67,0
Nitrógeno Total	mg/L	2,0	1,35	1,86	1,5	1,68	2,01	1,83	2,60	2,09	2,70
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,57	1,35	1,34	1,5	1,68	1,58	1,31	1,94	1,72	2,24
Nitrato	mg/L	0,43	<0,20	0,52	<0,20	<0,20	0,43	0,52	0,66	0,37	0,46
Nitrito	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Sulfuro	mg/L	-	<0,10	-	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	-	-
Plomo Disuelto	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Níquel Disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cinc disuelto	mg/L	0,014	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,299	0,174	0,062	<0,002	<0,002

5.4.2.1 DBO_5

El parámetro DBO_5 presentó una fluctuación entre <2 mg/L, registro mínimo en OL-OBS, EYL OBS, hasta un máximo de 517 mg/L en MA-3. El valor promedio es de 161 mg/L ± 133.

El Gráfico Nº 26, muestra la concentración de DBO_5 para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 26
Concentración de DBO_5

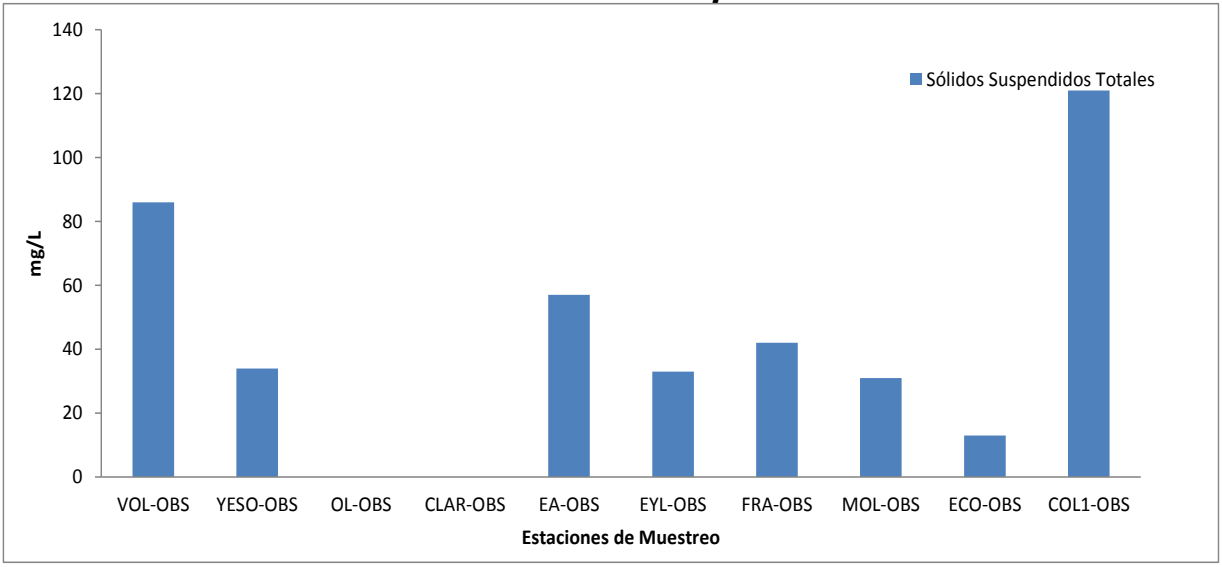


5.4.2.2 Sólidos Suspendidos Totales

El parámetro SST presentó una fluctuación entre <5,0 mg/L, registro mínimo en OL-OBS y CLAR-OBS, hasta un máximo de 121 mg/L en COL1-OBS. El valor promedio es de 52,1 mg/L ± 35,2.

El Gráfico Nº 27, muestra la concentración de Sólidos Suspendidos Totales para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 27
Concentración de Sólidos Suspendidos Totales



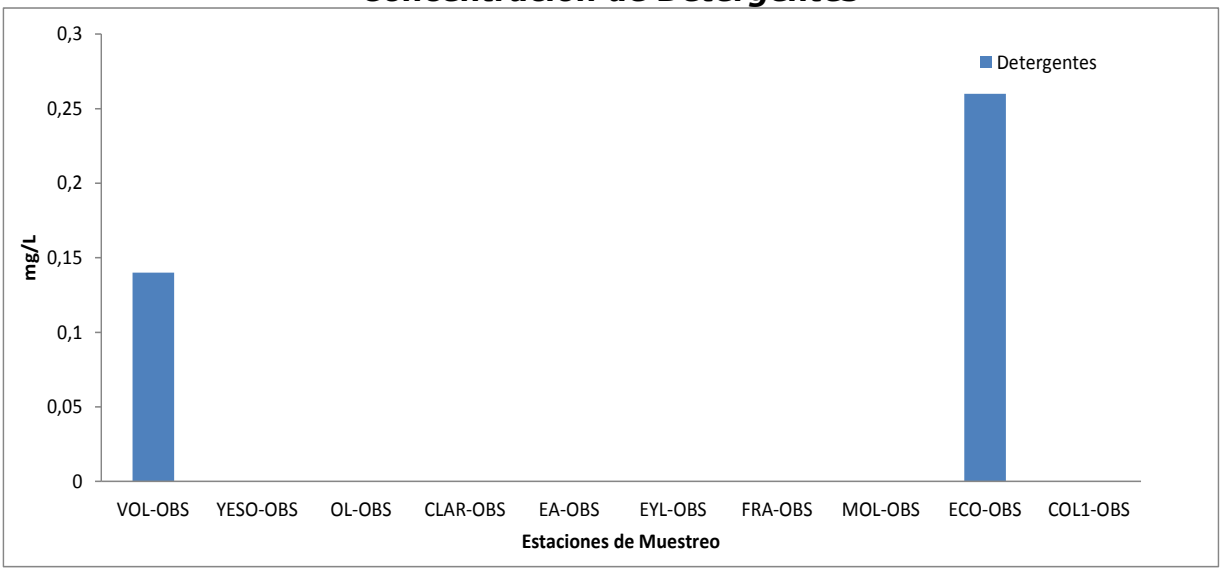
5.4.2.3 Detergentes

El parámetro Detergentes presentó concentraciones de 0,14 mg/L en VOL-OBS y 0,26 mg/L en ECO-OBS. En los puntos OL-OBS, EA-OBS y COL1-OBS, no se muestran resultados debido a que los análisis no fueron solicitados para esos puntos.

Los demás puntos, presentaron valores bajo el límite de detección del método de análisis del Laboratorio.

El Gráfico Nº 28, muestra la concentración de Detergentes para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 28
Concentración de Detergentes

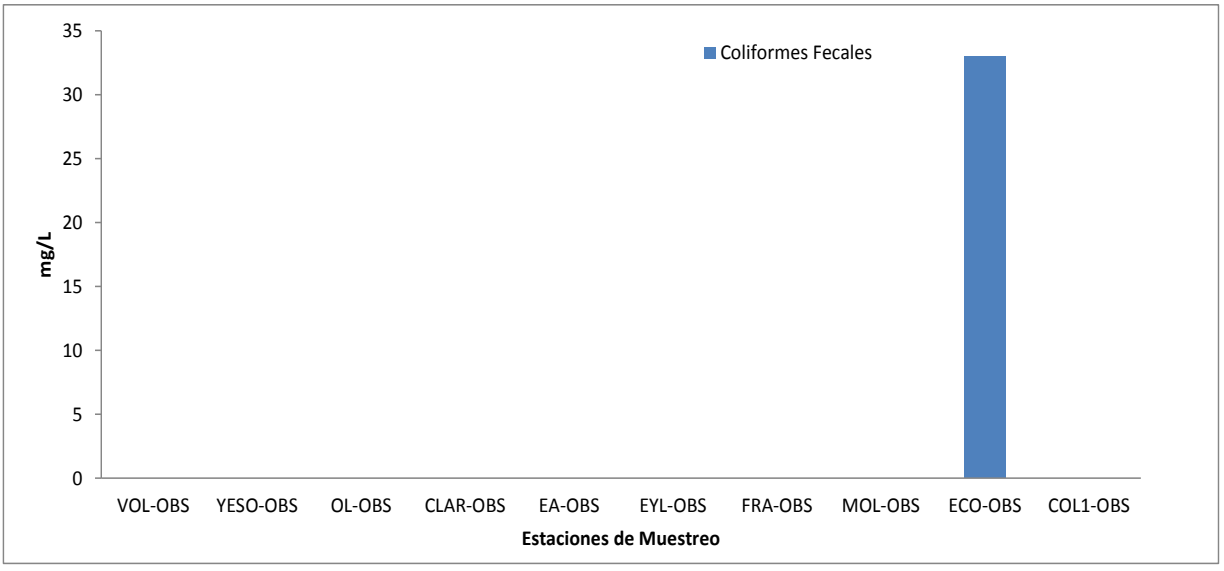


5.4.2.4 Coliformes Fecales

El parámetro Coliformes fecales presentó una concentración de 33 NMP/100mL. Sólo se tomaron muestras del parámetro en el punto ECO-OBS. De acuerdo a los TdR.

El Gráfico Nº 29, muestra la concentración de Coliformes fecales para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 29
Concentración de Coliformes fecales

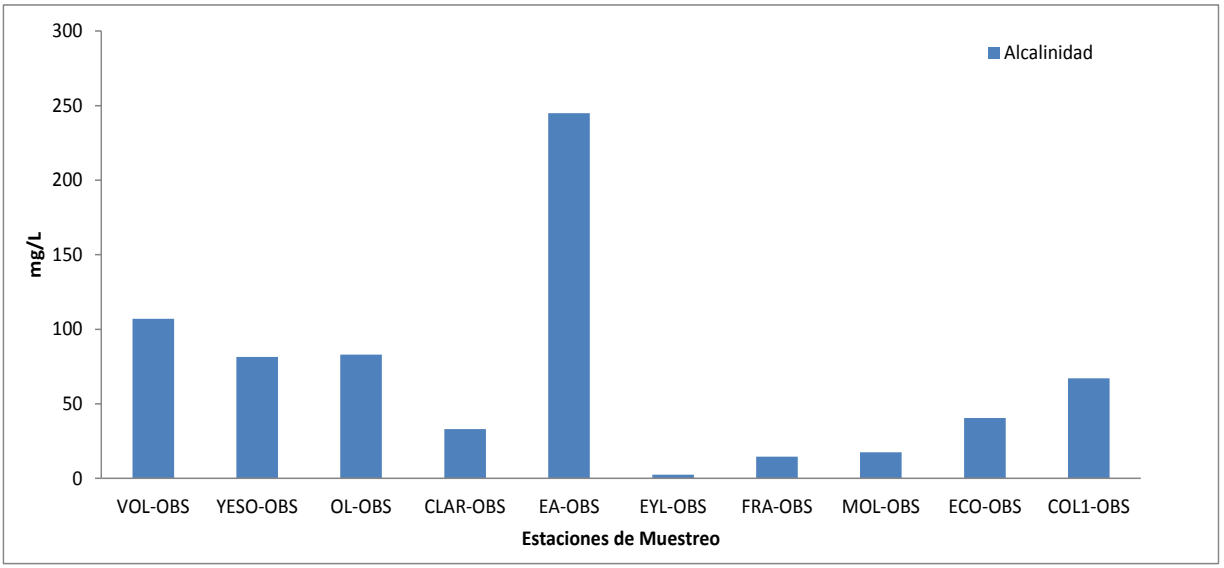


5.4.2.5 Alcalinidad

El parámetro Alcalinidad presentó concentraciones entre 2,4 mg/L en EYL-OBS y 245 mg/L en EA-OBS. El promedio general fue de 69,1 mg/L ± 70,6.

El Gráfico Nº 30, muestra la concentración de Alcalinidad para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 30
Concentración de Alcalinidad

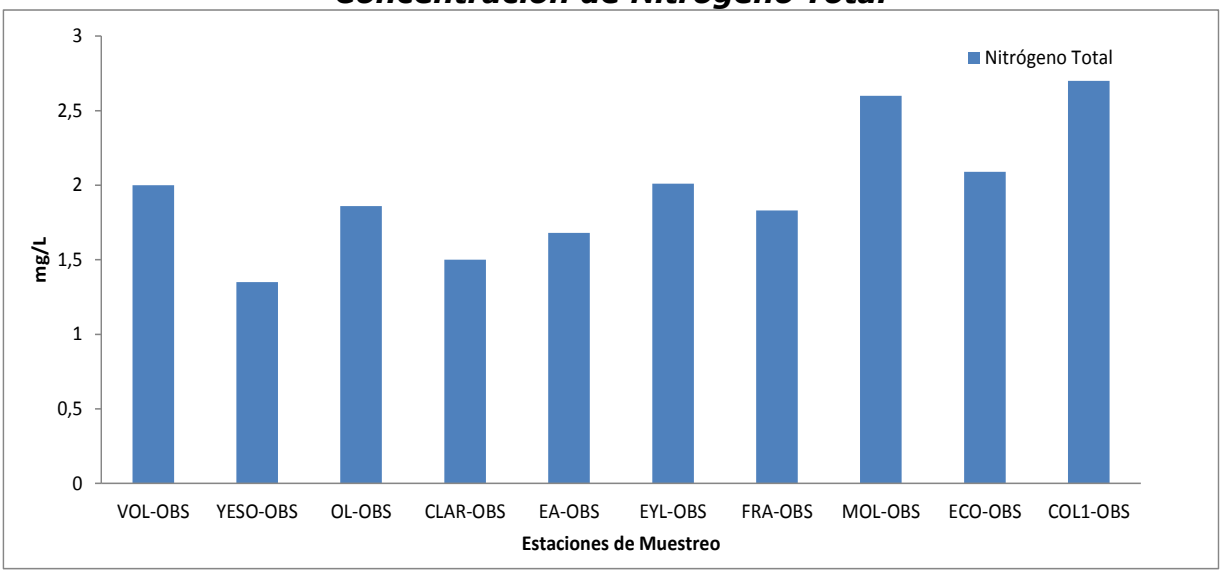


5.4.2.6 Nitrógeno Total

El parámetro Nitrógeno Total presentó concentraciones entre 1,35 mg/L en YESO-OBS y 2,7 mg/L en COL1-OBS. El promedio general fue de 1,96 mg/L ± 0,4.

El Gráfico Nº 31, muestra la concentración de Nitrógeno Total para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 31
Concentración de Nitrógeno Total

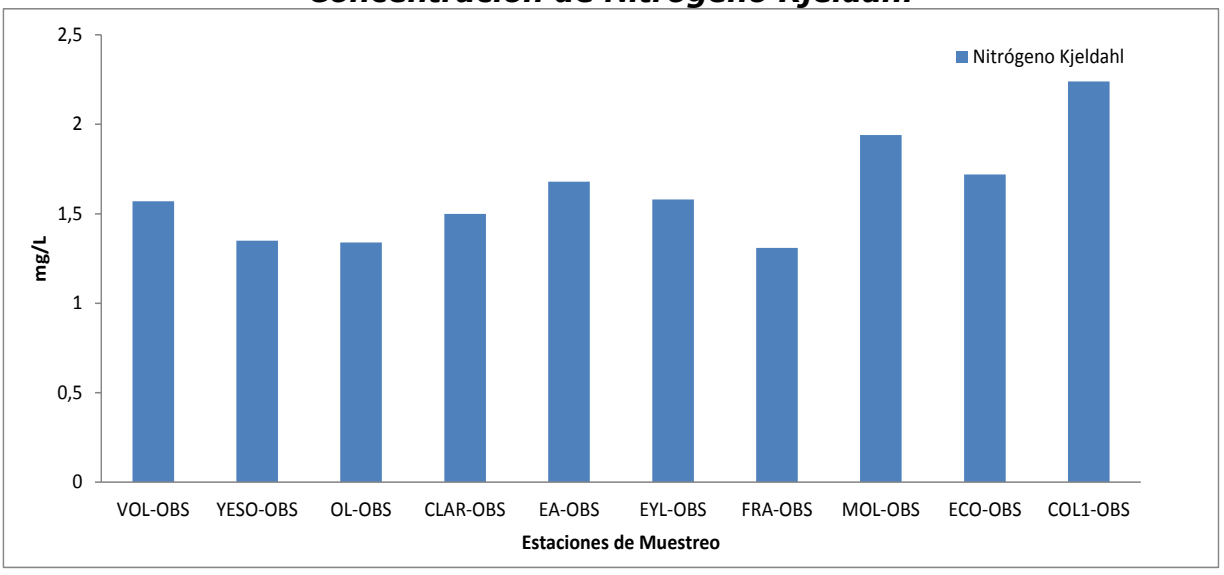


5.4.2.7 Nitrógeno Kjeldahl

El parámetro Nitrógeno Kjeldahl presentó concentraciones entre 1,31 mg/L en FRA-OBS y 2,24 mg/L en COL1-OBS. El promedio general fue de 1,62 mg/L ± 0,29.

El Gráfico Nº 32, muestra la concentración de Nitrógeno Kjeldahl para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 32
Concentración de Nitrógeno Kjeldahl

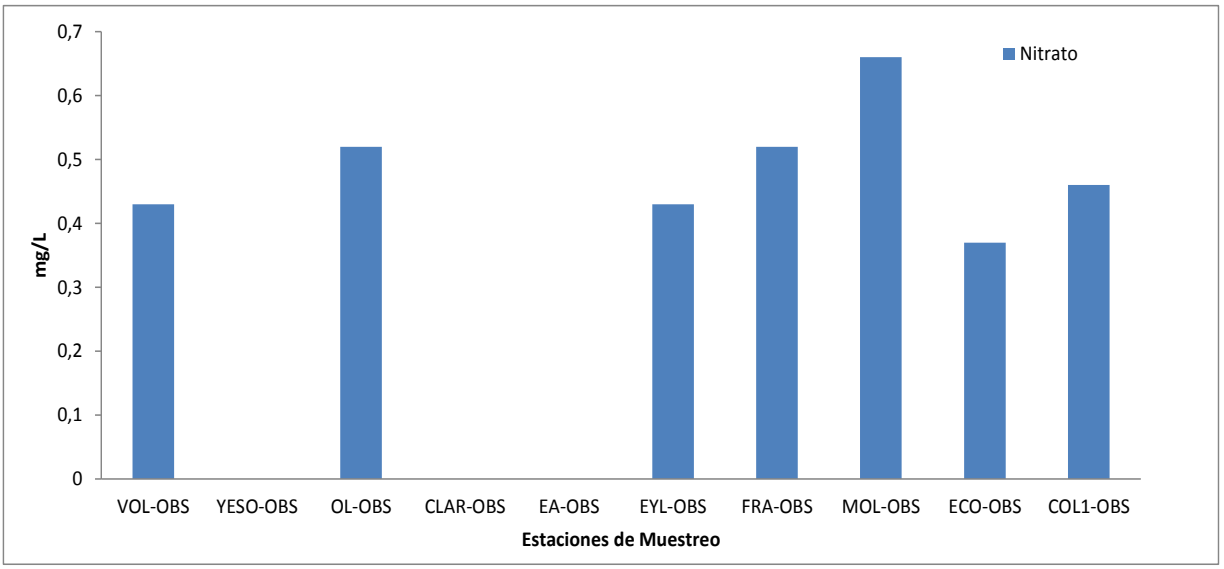


5.4.2.8 Nitrato

El parámetro Nitrato presentó concentraciones entre <0,20 mg/L en YESO-OBS, CLAR-OBS y EA-OBS hasta 0,66 mg/L en MOL-OBS. El promedio general fue de 0,48 mg/L ± 0,09.

El Gráfico Nº 33, muestra la concentración de Nitrato para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 33
Concentración de Nitrato

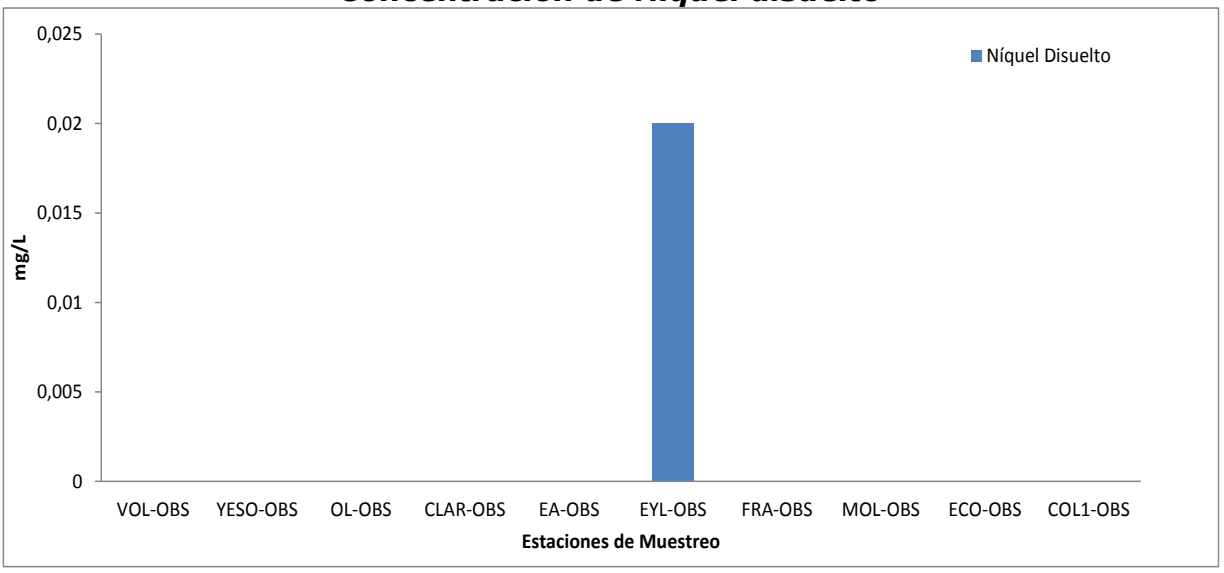


5.4.2.9 Níquel disuelto

El parámetro Níquel disuelto sólo presentó una concentración sobre el límite de detección del método de análisis del laboratorio, en el punto de muestreo EYL-OBS (0,02 mg/L).

El Gráfico Nº 34, muestra la concentración de Níquel disuelto para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 34
Concentración de Níquel disuelto

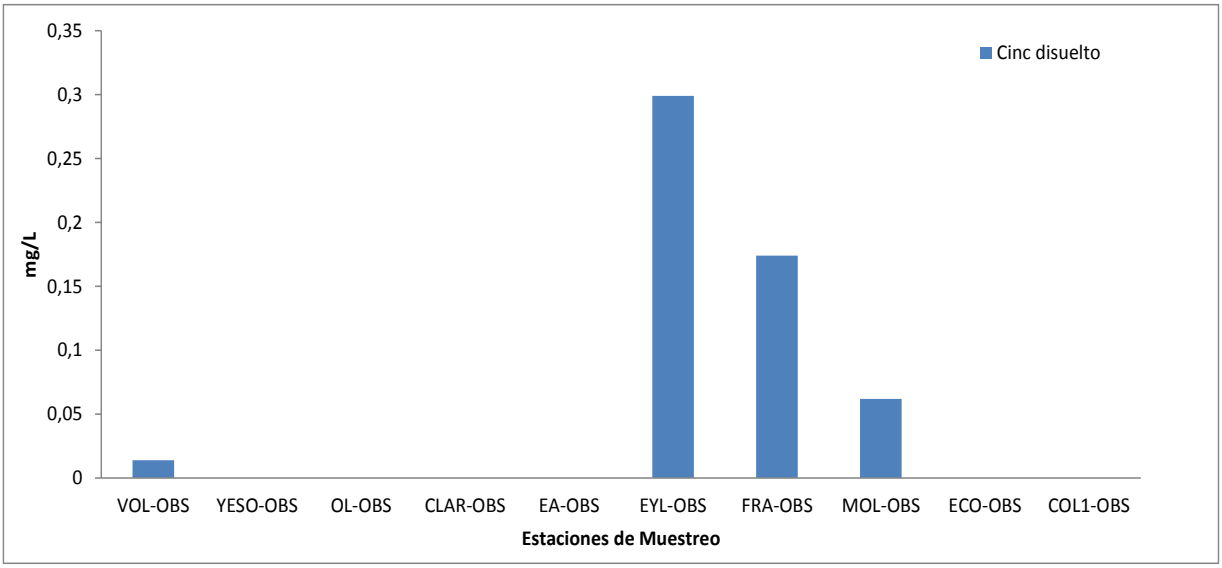


5.4.2.10 Cinc disuelto

El parámetro Cinc disuelto presentó concentraciones entre menor al límite de detección (<0,002 mg/L) en YESO-OBS, OL-OBS, CLAR-OBS, EA-OBS. ECO-OBS y COL1-OBS hasta 0,299 mg/L en EYL-OBS. El promedio general fue de 0,137 mg/L ± 0,127.

El Gráfico Nº 35, muestra la concentración de Cinc disuelto para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 35
Concentración de Cinc disuelto



5.4.3 Red de Observación en puntos donde NO existen estaciones DGA

A continuación en la Tabla Nº 21, se aprecian las concentraciones de los parámetros obtenidos en los puntos denominados "red de observación en puntos donde no existen estaciones DGA". El análisis de los parámetros fue realizado en Laboratorio DGA según TdR.

Los parámetros Cadmio total y disuelto, Cobre disuelto, Hierro disuelto, Plomo total y disuelto y Níquel total y disuelto presentaron resultados de análisis bajo el límite de detección del Laboratorio. Los demás parámetros son graficados a continuación.

Tabla Nº 21
Resultados de Análisis en Laboratorio DGA

Parámetro	Unidad	MA-3 OBS	MA-5 OBS	AN-1 OBS	MP-2.2 OBS	MP-2.3 OBS	PU-1 OBS	COL-OBS
Cloruro	mg/L	186,8	164,7	36,0	137,5	181,7	<0,4	93,4
Sulfato	mg/L	315,1	295,5	90,0	217,0	256,2	25,6	305,3
Fósforo Total	mg/L	0,978	0,293	0,076	0,242	0,877	0,009	0,095
Sodio	mg/L	153,7	97,7	22,3	107,5	143,7	20,7	89,4
Calcio	mg/L	177,9	181,2	57	107,9	135,6	28,8	146,3
Magnesio	mg/L	25,02	22,76	14,10	14,8	16,00	9,15	18,52
Potasio	mg/L	6,4	6,5	2,2	3,2	8,2	0,4	3,4
Aluminio (d)	-	*	*	*	*	*	*	*
Arsénico (d)	mg/L	0,004	0,003	0,002	**	0,004	<0,001	0,008
Cadmio (d)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo (d)	-	*	*	*	*	*	*	*
Cobre (d)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro (d)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (d)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (d)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (d)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	**	0,02		<0,01
Aluminio (t)	-	*	*	*	*	*	*	*
Arsénico (t)	mg/L	0,019	0,004	0,003	**	0,008	<0,001	0,012
Cadmio (t)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo (t)	-	*	*	*	*	*	*	*
Cobre (t)	mg/L	0,04	<0,01	<0,1	0,06	0,01	<0,01	<0,01
Hierro (t)	mg/L	23,83	1,04	0,56	2,63	4,00	0,05	1,56
Plomo (t)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (t)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (t)	-	**	**	**	**	**	**	**

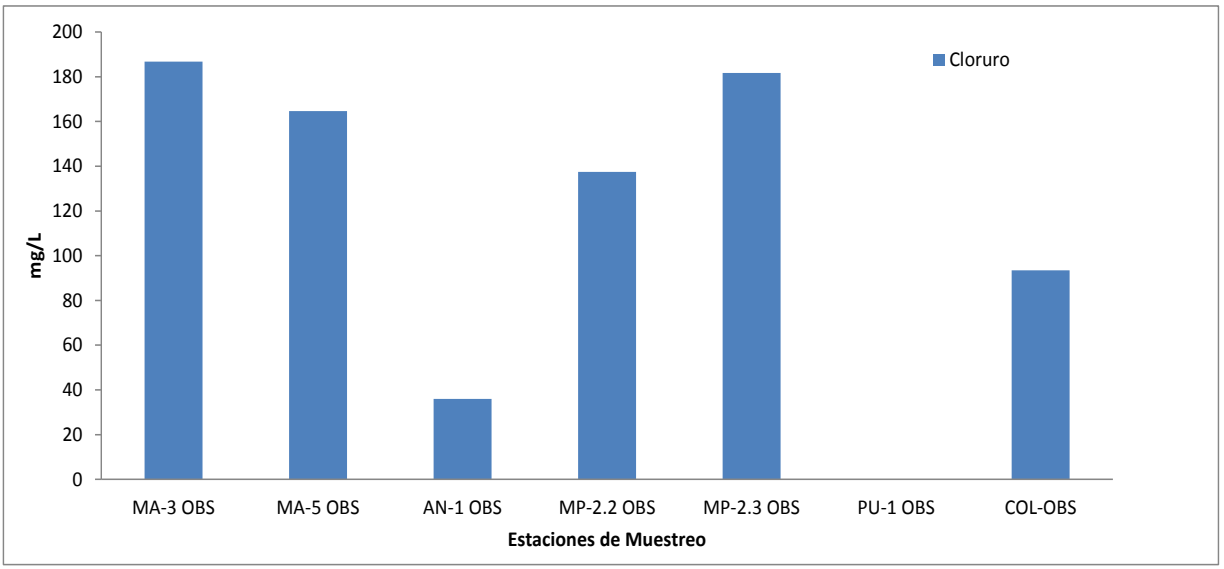
*Resultado no informado por el laboratorio DGA.
**Falla de equipo de medición de Laboratorio DGA.
(t): Total
(d) Disuelto

5.4.3.1 Cloruro

El parámetro Nitrato presentó variación de concentraciones entre <0,4 mg/L en PU-1 OBS hasta 186,8 mg/L en MA-3-OBS. El promedio general fue de 133,4 mg/L ± 58,8.

El Gráfico Nº 36, muestra la concentración de Cloruro para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 36
Concentración de Cloruro

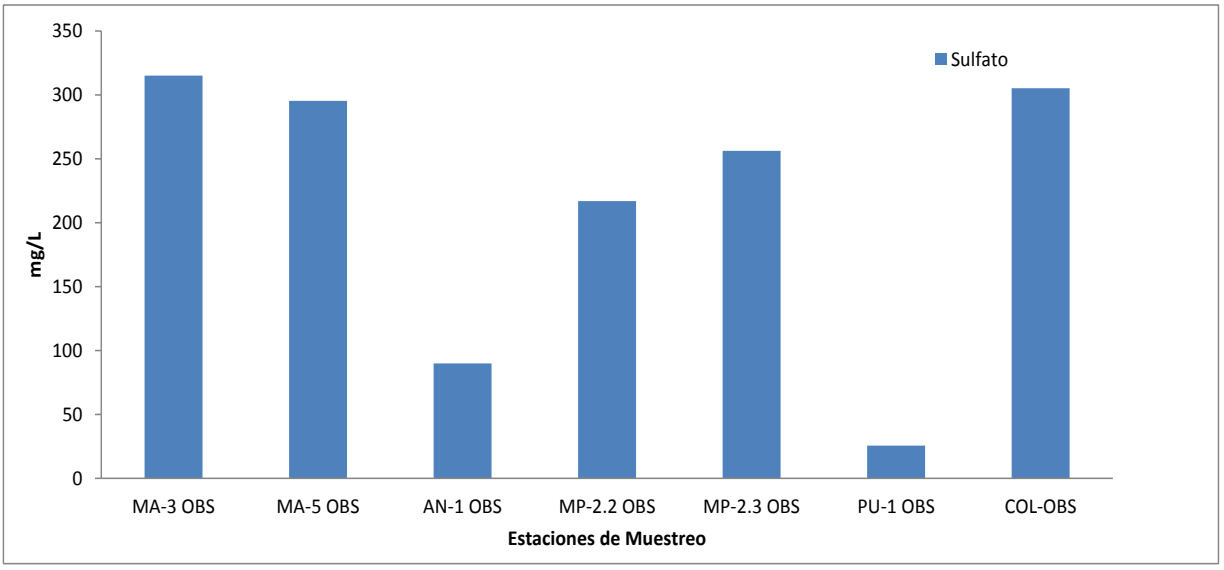


5.4.3.2 Sulfato

El parámetro Sulfato, presentó variaciones de concentraciones entre 25,6 mg/L en PU-1 OBS hasta 315,1 mg/L en MA-3-OBS. El promedio general fue de 215 mg/L ± 113,9.

El Gráfico Nº 37, muestra la concentración de Sulfato para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 37
Concentración de Sulfato

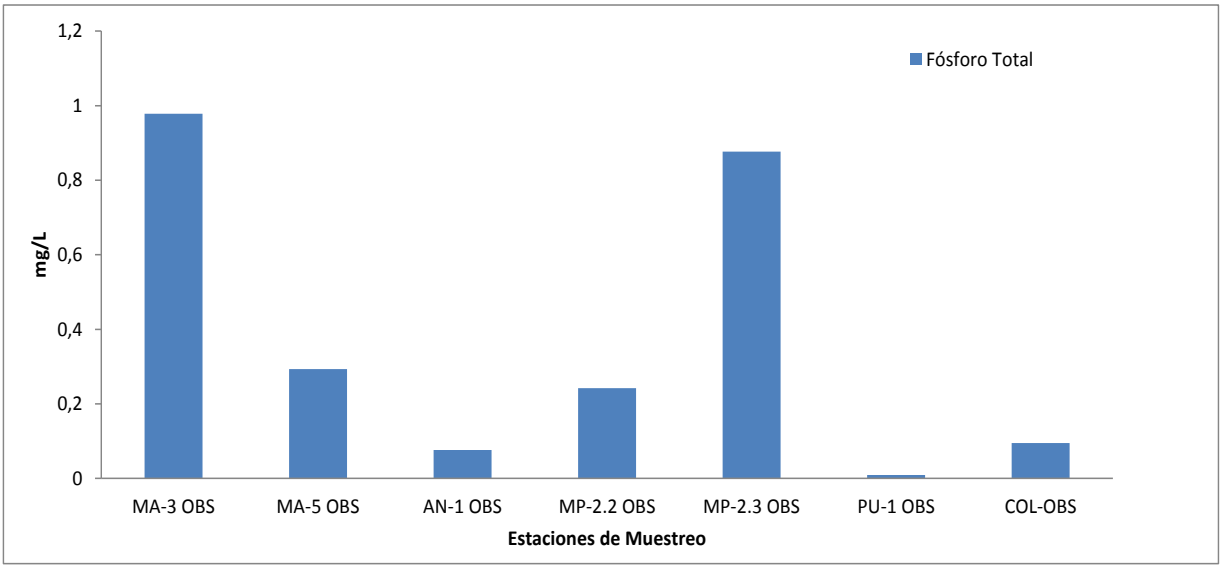


5.4.3.3 Fósforo Total

El parámetro Fósforo Total, presentó variaciones de concentraciones entre 0,009 mg/L en PU-1 OBS hasta 0,978 mg/L en MA-3-OBS. El promedio general fue de 0,4 mg/L ± 0,4.

El Gráfico Nº 38, muestra la concentración de Fósforo Total para las distintas estaciones

Gráfico Nº 38
Concentración de Fósforo Total

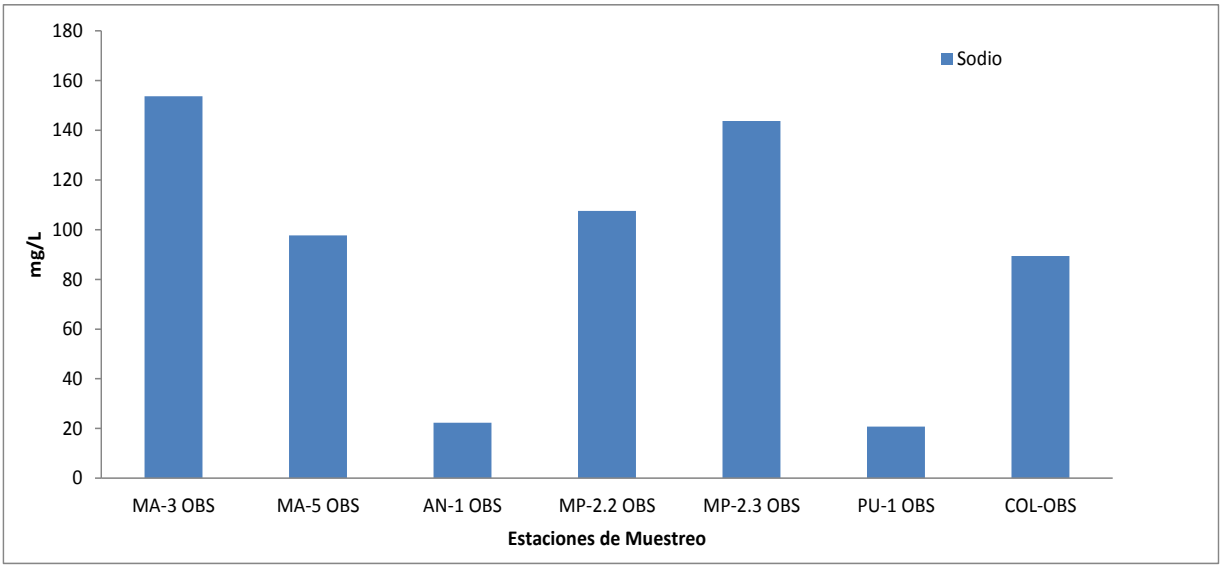


5.4.3.4 Sodio

El parámetro Sodio, presentó variaciones de concentraciones entre 20,7 mg/L en PU-1 OBS hasta 153,7 mg/L en MA-3-OBS. El promedio general fue de 90,7 mg/L ± 52,7.

El Gráfico Nº 39, muestra la concentración de Sodio para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 39
Concentración de Sodio

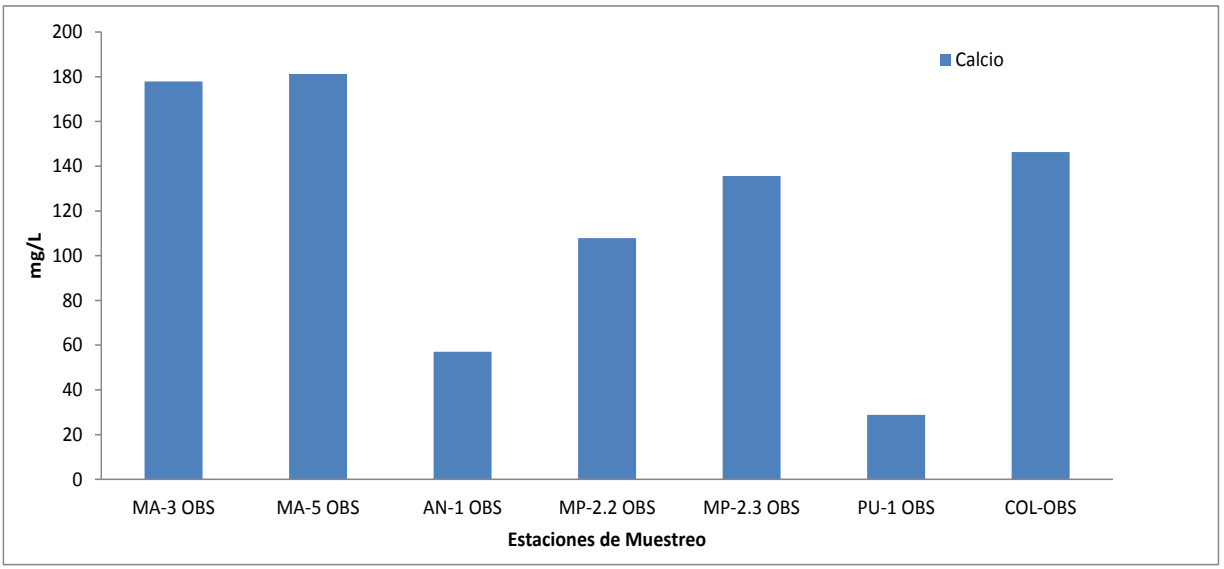


5.4.3.5 Calcio

El parámetro Calcio, presentó variaciones de concentraciones entre 28,8 mg/L en PU-1 OBS hasta 181,2 mg/L en MA-5-OBS. El promedio general fue de 119,2 mg/L ± 58,4.

El Gráfico Nº 40, muestra la concentración de Calcio para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 40
Concentración de Calcio

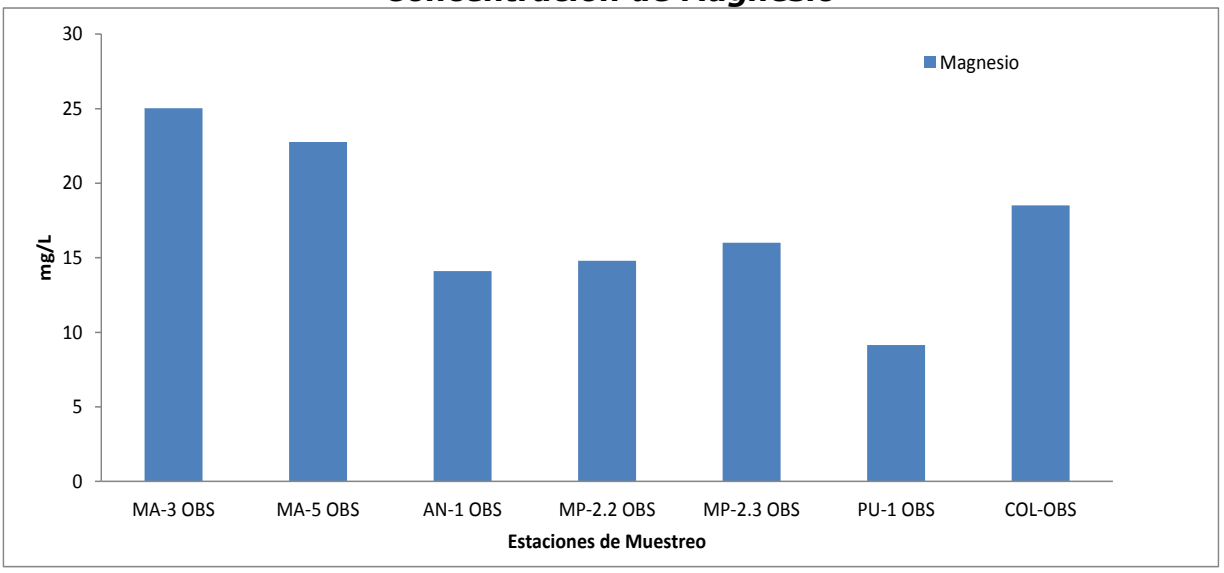


5.4.3.6 Magnesio

El parámetro Magnesio, presentó variaciones de concentraciones entre 9,15 mg/L en PU-1 OBS hasta 25,02 mg/L en MA-3-OBS. El promedio general fue de 17,19 mg/L ± 5,41.

El Gráfico Nº 41 , muestra la concentración de Magnesio para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 41
Concentración de Magnesio

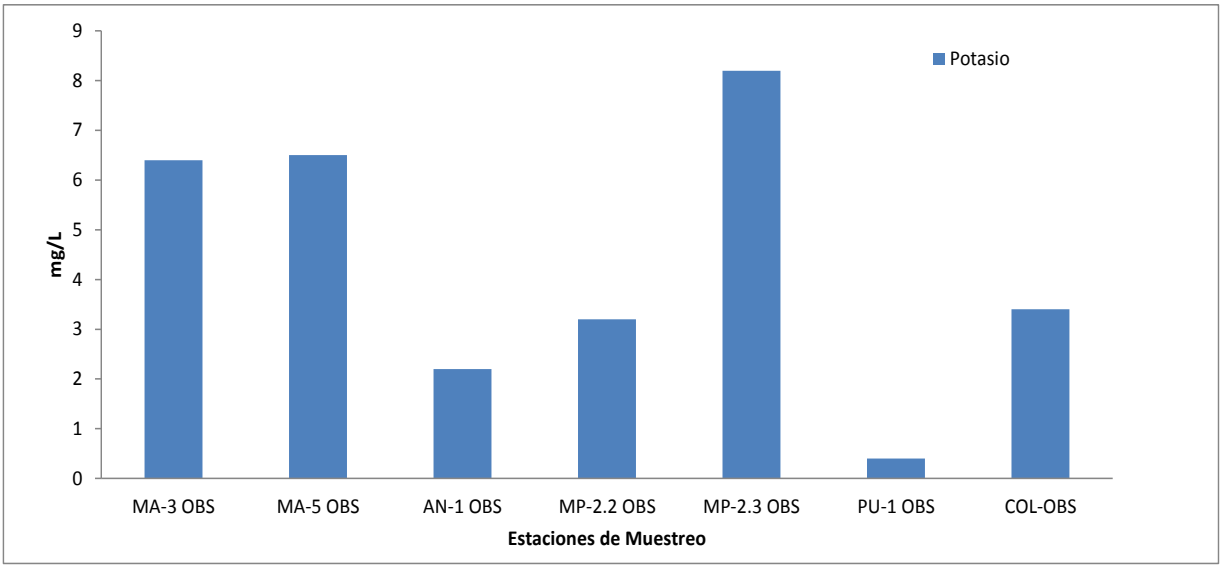


5.4.3.7 Potasio

El parámetro Potasio, presentó variaciones de concentraciones entre 0,4 mg/L en PU-1 OBS hasta 8,3 mg/L en MP-2.3-OBS. El promedio general fue de 4,32 mg/L ± 2,77.

El Gráfico Nº 42, muestra la concentración de potasio para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 42
Concentración de Potasio

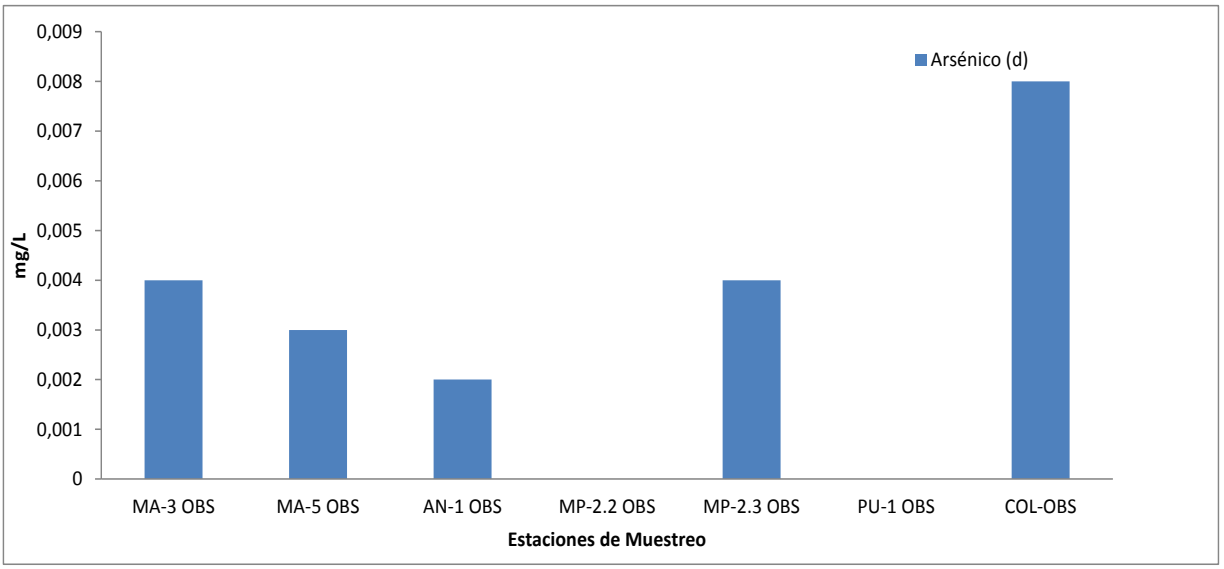


5.4.3.8 Arsénico disuelto

El parámetro Arsénico disuelto, presentó variaciones de concentraciones entre 0,4 mg/L en PU-1 OBS hasta 8,3 mg/L en MP-2.3-OBS. El promedio general fue de 4,32 mg/L ± 2,77.

El Gráfico Nº 43, muestra la concentración de Arsénico disuelto para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 43
Concentración de Arsénico disuelto

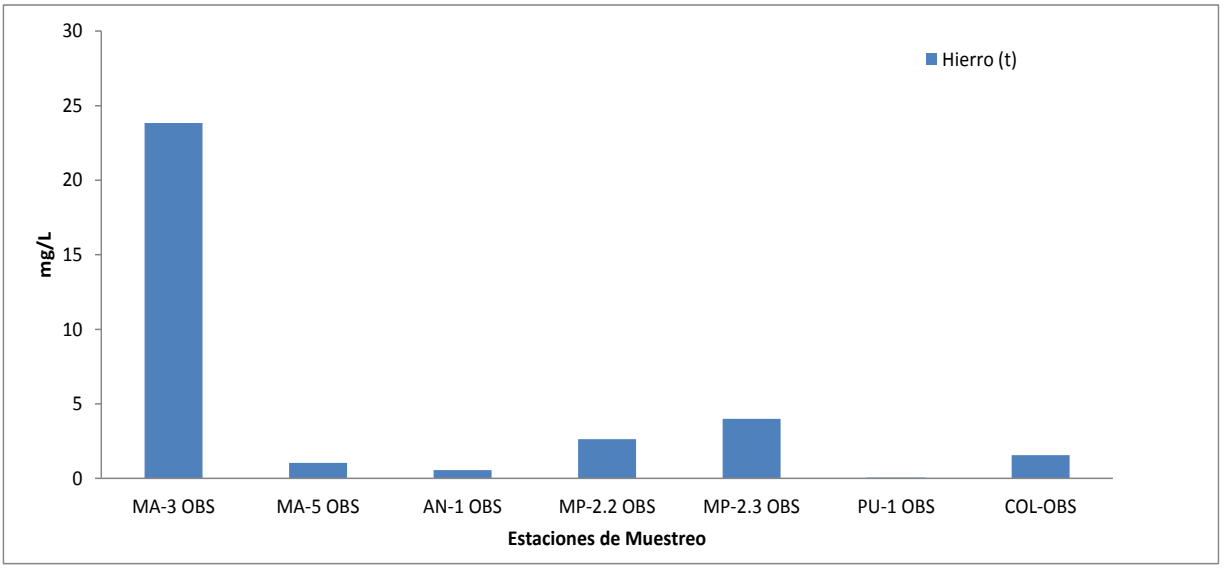


5.4.3.9 Hierro total

El parámetro Hierro total, presentó variaciones de concentraciones entre 0,05 mg/L en PU-1 OBS hasta 23,83 mg/L en MA-3-OBS. El promedio general fue de 4,81 mg/L ± 8,49.

El Gráfico Nº 44, muestra la concentración de Hierro total para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 44
Concentración de Hierro Total



5.4.4 Red de Observación en puntos donde NO existen estaciones DGA

A continuación en la Tabla Nº 22, se aprecian las concentraciones de los parámetros obtenidos en los puntos denominados "red de observación en puntos donde no existen estaciones DGA". El análisis de los parámetros fue realizado en Laboratorio Hidrolab según TdR.

Los parámetros Ortofosfato y Aceites y Grasas presentaron resultados de análisis bajo el límite de detección del Laboratorio. Los demás parámetros son graficados a continuación.

Tabla Nº 22
Resultados de Análisis en Laboratorio Hidrolab

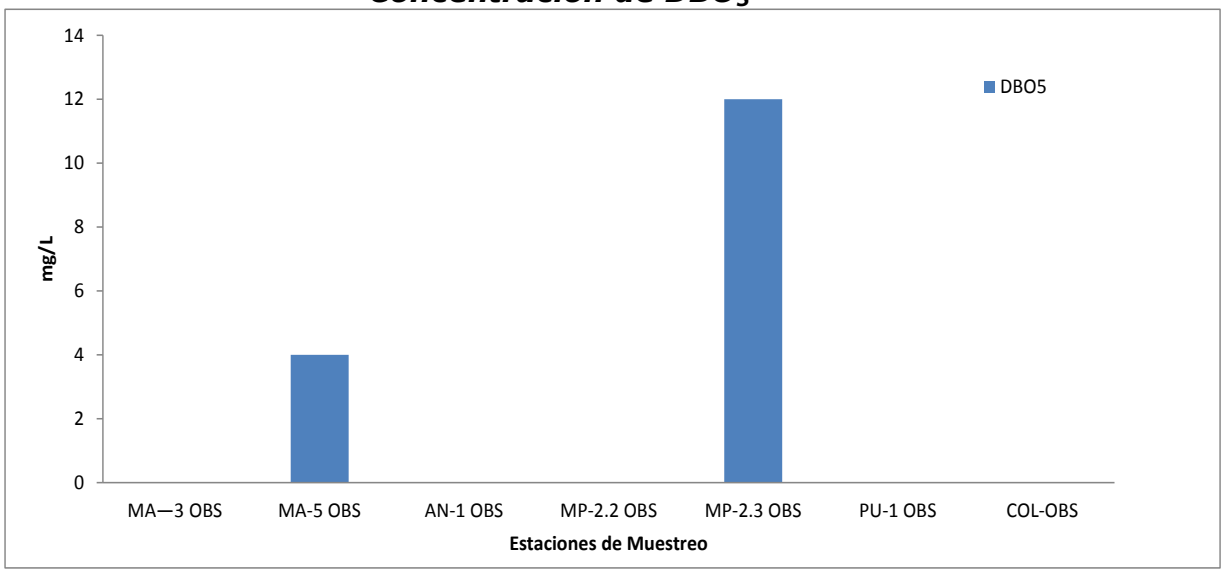
Parámetro	Unidad	MA—3 OBS	MA-5 OBS	AN-1 OBS	MP-2.2 OBS	MP-2.3 OBS	PU-1 OBS	COL-OBS
DBO5	mg/L	<2	4	<2	<2	12	<2	<2
Ortofosfato	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	7,0	169	172	13,0	692	971	819
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	390	1156	616	206	878	636	796
Turbidez	NTU	1,53	56,3	3,91	5,41	220	0,41	431
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergentes	mg/L	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	<0,10
Coliformes fecales	NMP/100 mL	23,0	220	4,5	130	330	17,0	240
Alcalinidad	mg/L	111	188	78,6	108	102	81,6	88,7
Nitrógeno Total	mg/L	1,37	10,0	2,20	1,90	14,7	2,57	2,88
Nitrato	mg/L	<0,20	7,15	0,69	<0,20	1,20	0,44	1,52
Nitrito	mg/L	<0,10	0,20	<0,10	<0,10	1,24	<0,10	<0,10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,37	2,67	1,51	1,90	12,3	2,13	1,36

5.4.4.1 DBO_5

El parámetro DBO_5, presentó variaciones de concentraciones entre <2 mg/L (límite de detección) en MA-3 OBS, AN-1 OBS, MP-2.2 OBS, PU-1 OBS, COL OBS. Sólo los puntos MP-2.3 OBS y MA-5 OBS, presentaron concentraciones sobre el límite de detección, con valores de 12 mg/L y 4 mg/L respectivamente.

El **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, muestra la concentración de DBO_5 para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 45
Concentración de DBO_5

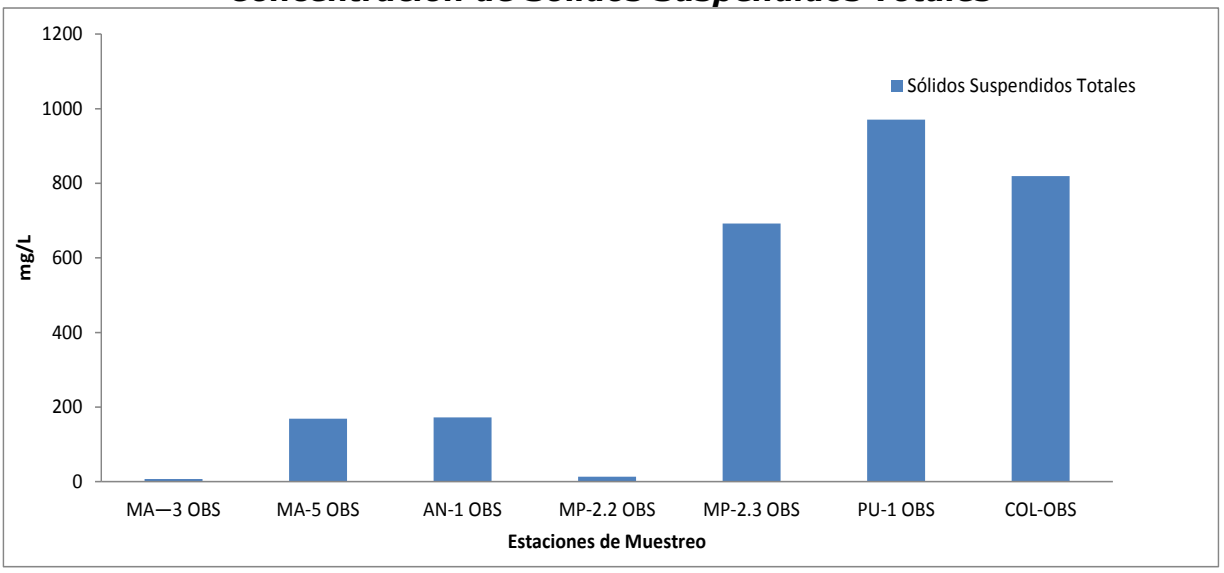


5.4.4.2 Sólidos Suspendidos Totales

El parámetro Sólidos Suspendidos Totales, presentaron variaciones de concentraciones entre 7 mg/L en MA-3 OBS hasta un máximo de 971 mg/L en PU-1-OBS. El promedio general fue de 406,1 mg/L ± 407,5.

El Gráfico Nº 46, muestra la concentración de Sólidos Suspendidos Totales para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 46
Concentración de Sólidos Suspendidos Totales

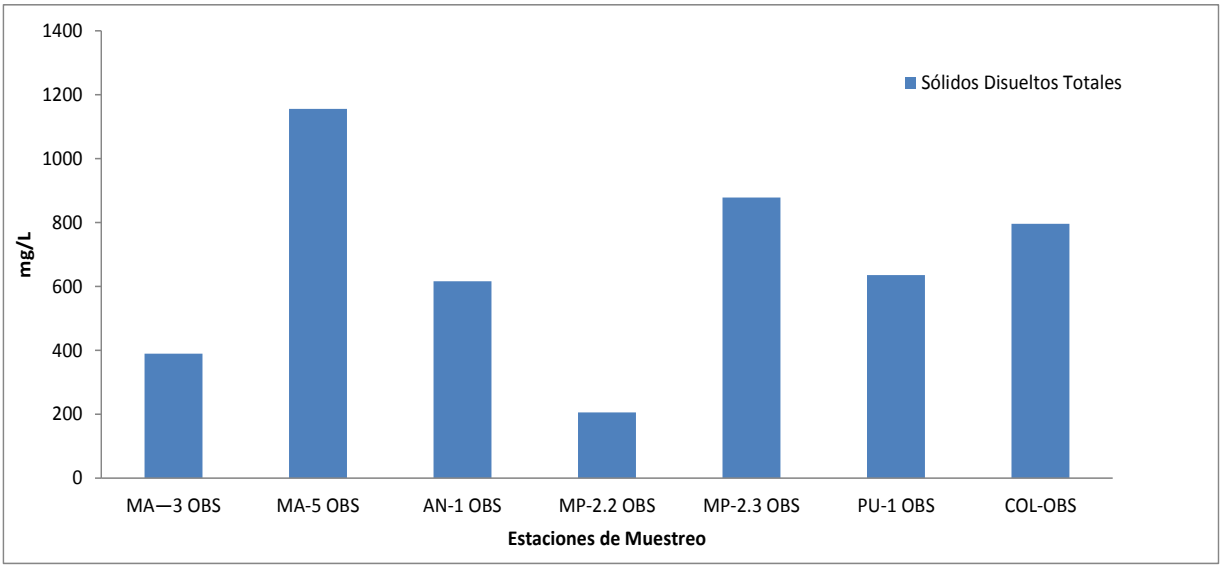


5.4.4.3 Sólidos Disueltos Totales

El parámetro Sólidos Disueltos Totales, presentaron variaciones de concentraciones entre 206 mg/L en MP-2.2 OBS hasta un máximo de 1156 mg/L en MA-5 OBS. El promedio general fue de 668,3 mg/L ± 314,4.

El Gráfico Nº 47, muestra la concentración de Sólidos Disueltos Totales para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 47
Concentración de Sólidos Disueltos Totales

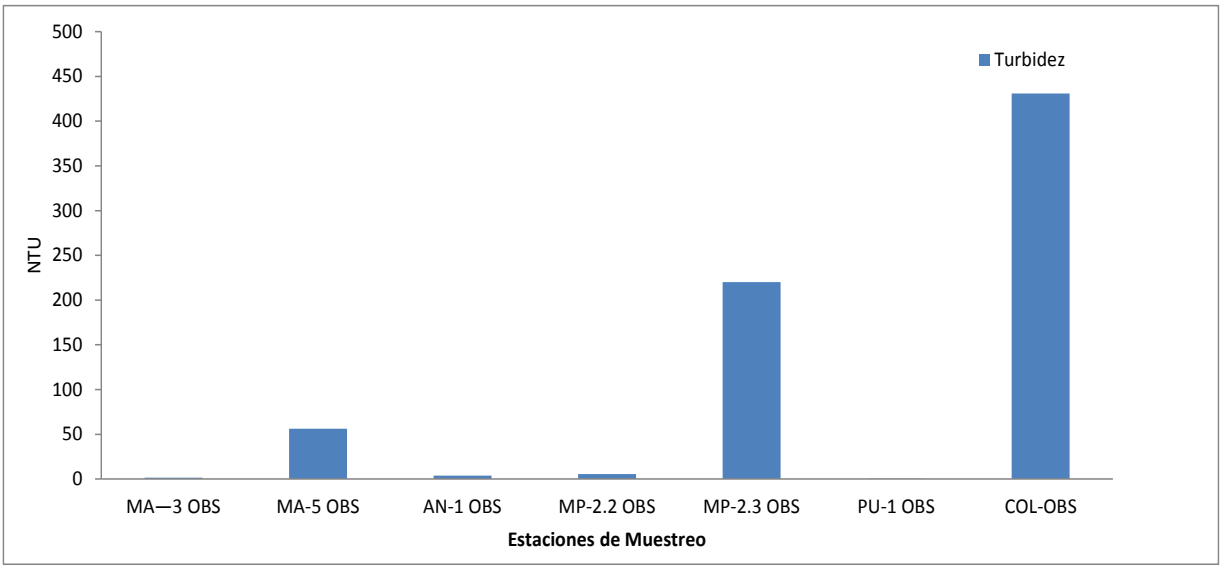


5.4.4.4 Turbidez

El parámetro Turbidez, presentó variación de concentraciones entre 0,41 NTU en PU-1 OBS hasta un máximo de 431 NTU en COL-OBS. El promedio general fue de 102,7 NTU ± 165,1.

El Gráfico Nº 48, muestra la concentración de Turbidez para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 48
Concentración de Turbidez

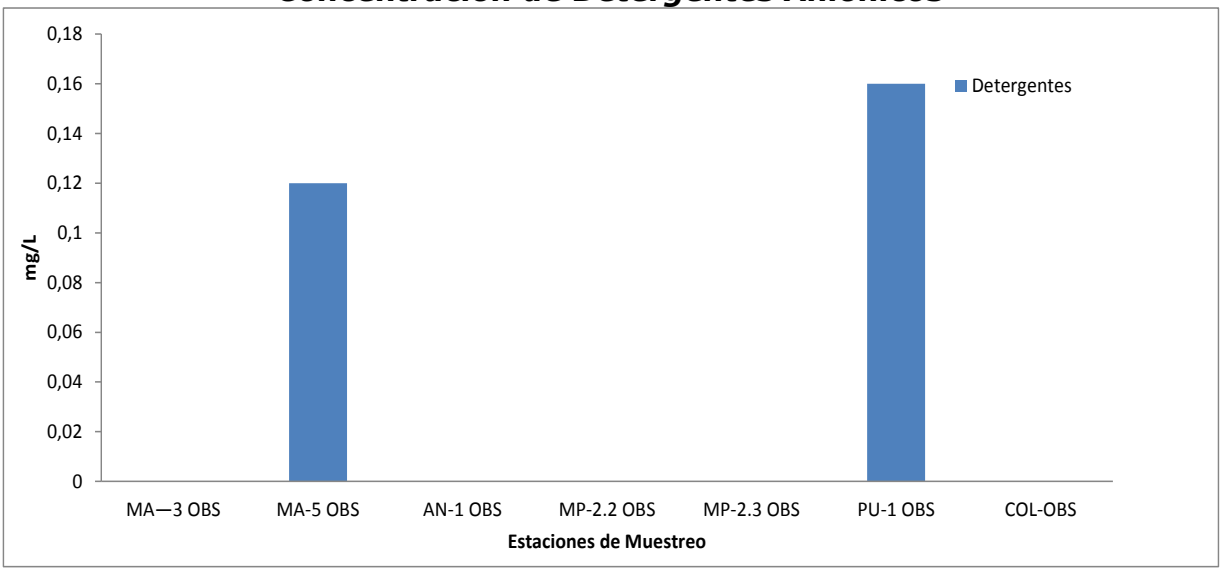


5.4.4.5 Detergentes

El parámetro Detergentes, presentó variaciones de concentraciones entre <0,10 mg/L (límite de detección) en MA-3 OBS, AN-1 OBS, MP-2.2 OBS MP-2.3 OBS, COL OBS. Sólo los puntos PU-1 OBS y MA-5 OBS presentaron concentraciones de 0,16 mg/L y 0,12 mg/L respectivamente.

El Gráfico Nº 49, muestra la concentración de Detergentes para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 49
Concentración de Detergentes Anionicos

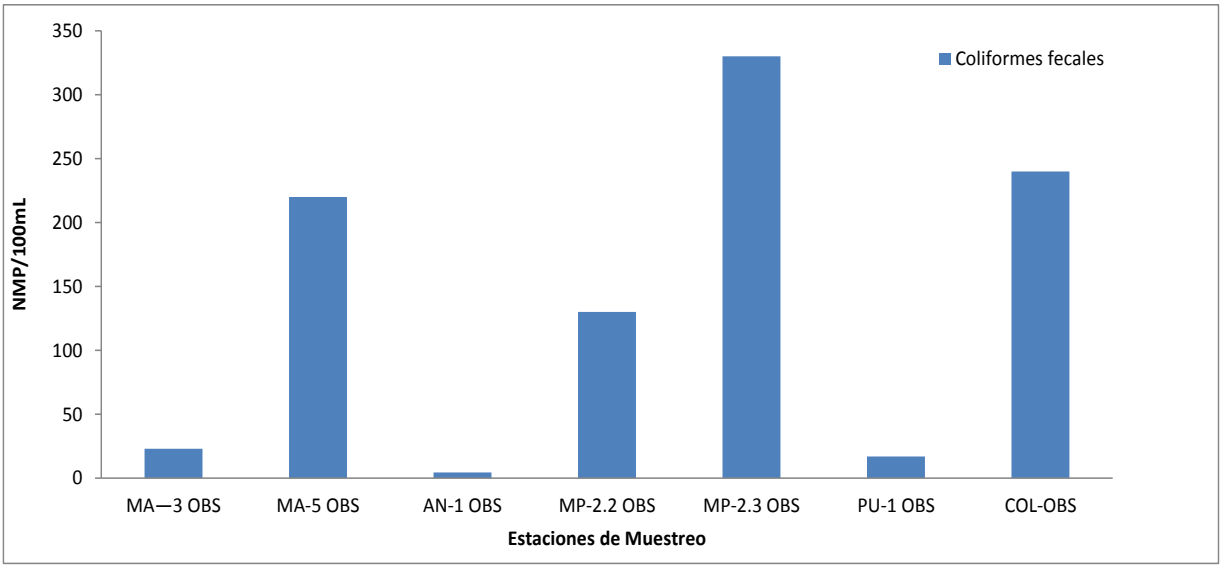


5.4.4.6 Coliformes Fecales

El parámetro Coliformes fecales, presentó variación de concentraciones entre 4,5 NMP/100 mL en AN-1 OBS hasta un máximo de 330 NMP/100 mL en MP 2.3-OBS. El promedio general fue de 137,8 NMP/100 mL ± 128,9.

El Gráfico Nº 50, muestra la concentración de Coliformes fecales para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 50
Concentración de Coliformes fecales

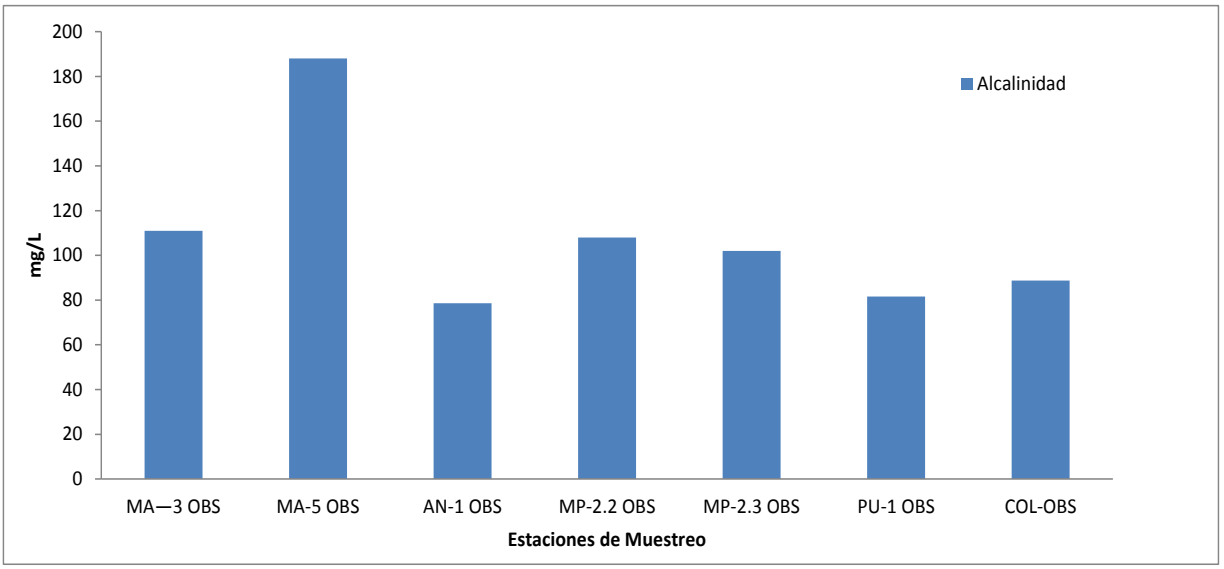


5.4.4.7 Alcalinidad

El parámetro Alcalinidad, presentó variación de concentraciones entre 78 mg/L en AN-1 OBS hasta un máximo de 188 mg/L en MA-5 OBS. El promedio general fue de 108,3 mg/L ± 37,4.

El Gráfico Nº 51, muestra la concentración de Alcalinidad para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 51
Concentración de Alcalinidad

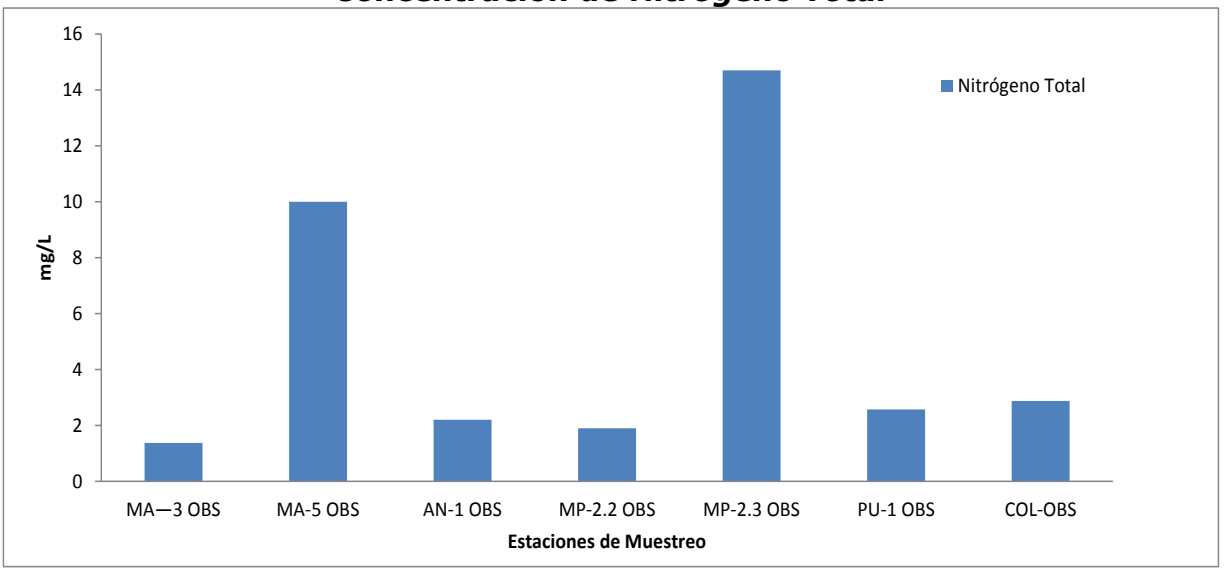


5.4.4.8 Nitrógeno Total

El parámetro Nitrógeno Total, presentó variación de concentraciones entre 1,37 mg/L en MA-3 OBS hasta un máximo de 14,7 mg/L en MP-2.3 OBS. El promedio general fue de 5,1 mg/L ± 5,2.

El Gráfico Nº 52, muestra la concentración de Nitrógeno Total para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 52
Concentración de Nitrógeno Total

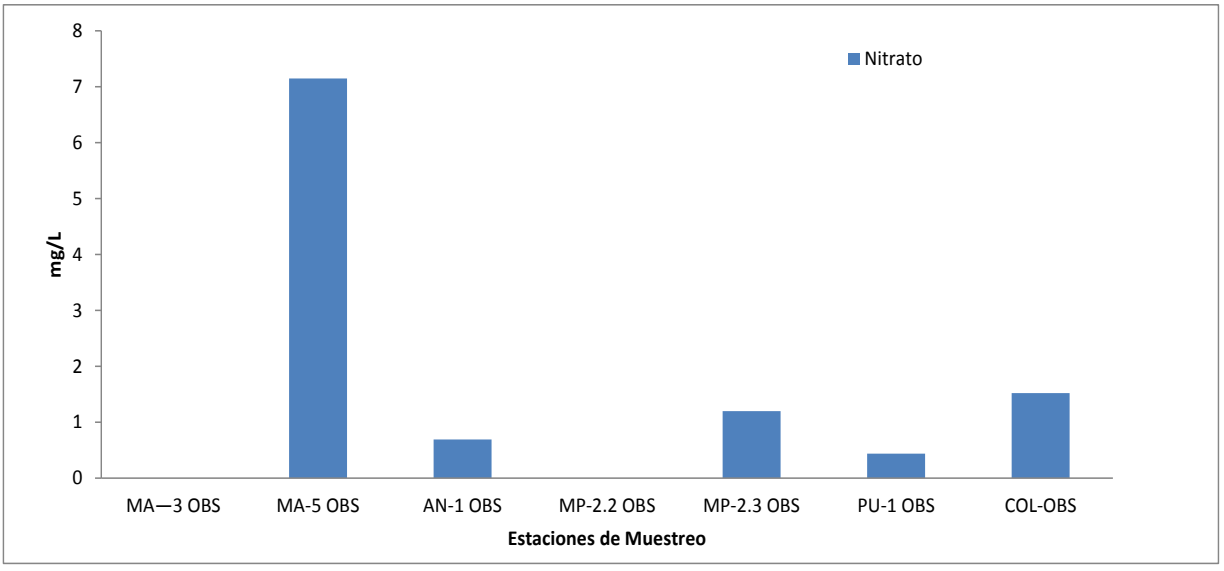


5.4.4.9 Nitrato

El parámetro Nitrato, presentó variación de concentraciones entre <0,20 mg/L (límite de detección) en MA-3 OBS y MP 2.2 OBS hasta un máximo de 7,15 mg/L en MA-5 OBS. El promedio general fue de 2,2 mg/L ± 2,80.

El Gráfico Nº 53, muestra la concentración de Nitrato para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 53
Concentración de Nitrato

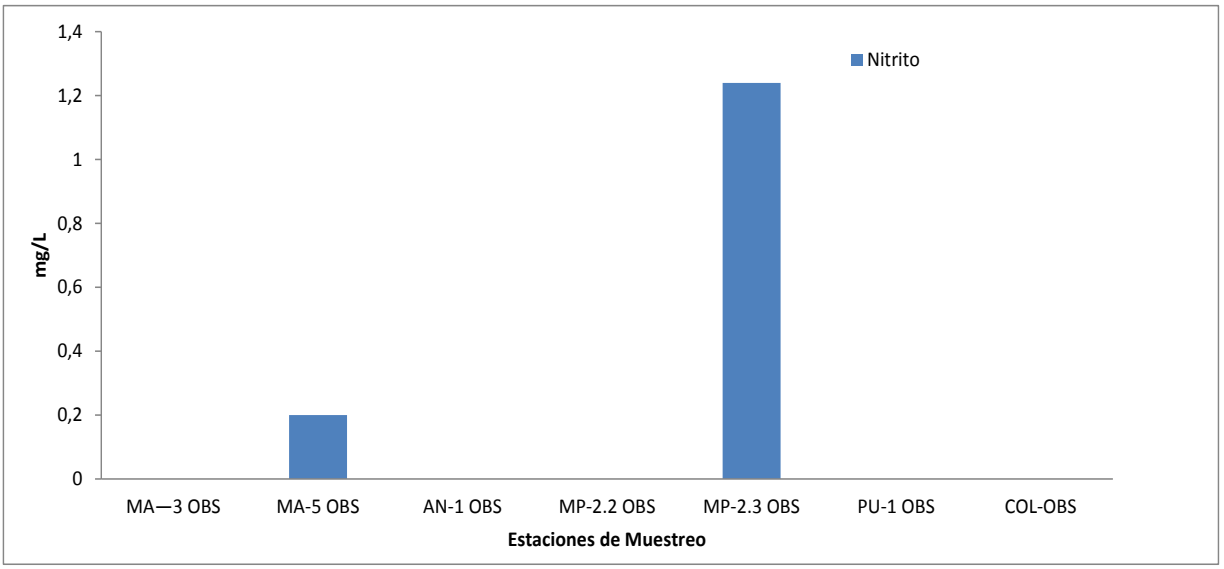


5.4.4.10 Nitrito

El parámetro Nitrito, presentó variaciones de concentraciones entre <0,10 mg/L (límite de detección) en MA-3 OBS, AN-1 OBS, MP-2.2, OBS PU-1 OBS, COL OBS. Sólo los puntos MP-2.3 OBS y MA-5 OBS presentaron concentraciones de 1,24 mg/L y 0,2 mg/L respectivamente.

El Gráfico Nº 54, muestra la concentración de Nitrito para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 54
Concentración de Nitrito

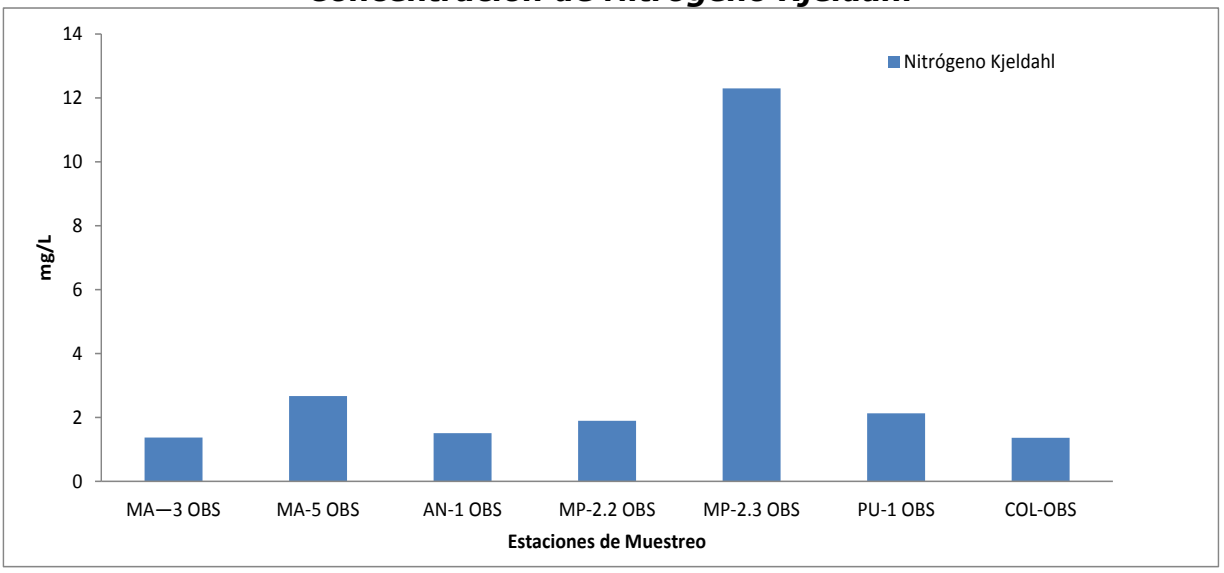


5.4.4.11 Nitrógeno Kjeldahl

El parámetro Nitrógeno Kjeldahl, presentó variación de concentraciones entre 1,36 mg/L en COL-3 OBS hasta un máximo de 12,3 mg/L en MP-2.3 OBS. El promedio general fue de 3,32 mg/L ± 3,99.

El Gráfico Nº 55, muestra la concentración de Nitrógeno Kjeldahl para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 55
Concentración de Nitrógeno Kjeldahl



5.5 Ensayos Ecotoxicológicos

El resultado de los bioensayos de toxicidad crónica con *Selenastrum capricornutum* realizado en los distintos puntos de la cuenca del Maipo, se aprecian a partir de la Tabla Nº 23 hasta la Tabla Nº 26.

De acuerdo a los resultados de análisis, en la Tabla Nº 23 se aprecia una leve inhibición del crecimiento de la microalga. Sólo la muestra LA-1-R2, con una diferencia de 7,4 % en el crecimiento respecto al control, fue estadísticamente distinta

Tabla Nº 23
Resultados de ensayos Ecotoxicologicos

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1} x 10^{-5}	K (div. Día $^{-1}$	%K	% inhibición k	% Activación de k
Control	1	11,67				
	2	13,59				
	3	13,86				
Promedio		**13,04**	1,76	100	-	-
LA-1-R1	1	9,43				
	2	11,16				
	3	8,31				
Promedio		**9,63**	1,65	93,6	6,4	-
LA-1-R2	1	8,71				
	2	8,96				
	3	9,97				
Promedio		**9,21**	1,63	92,6	7,4	
LA-1-R3	1	8,55				
	2	8,78				
	3	11,26				
Promedio		**9,53**	1,64	93,2	6,8	
AN-1-R1	1	12,03				
	2	12,47				
	3	9,33				
Promedio		**11,28**	1,70	96,6	3,4	
AN-1-R2	1	11,19				
	2	13,87				
	3	11,61				
Promedio		**12,22**	1,73	98,5	1,5	
AN-1-R3	1	9,03				
	2	13,74				
	3	11,14				
Promedio		**11,30**	1,71	96,9	3,1	

De acuerdo a los resultados de análisis, en la Tabla Nº 24 se aprecia que 6 de las nueve muestras generaron una leve inhibición del crecimiento de la microalga. Pero, sólo 2 son significativamente diferentes al control; MA-1-R1 y MA1-R2.

Tabla Nº 24
Resultados de ensayos Ecotoxicologicos

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1} x 10^{-5}	K (div. Día $^{-1}$	%K	% inhibición k	% Activación de k
Control	1	9,27				
	2	10,03				
	3	8,92				
Promedio		**9,41**	**1,64**	**100**	**-**	**-**
MA-1-R1	1	6,59				
	2	7,10				
	3	6,66				
Promedio		**6,78**	**1,52**	**92,7**	**7,3**	
MA-1-R2	1	6,43				
	2	6,55				
	3	6,73				
Promedio		**6,57**	**1,51**	**92,0**	**8,0**	
MA-1-R3	1	10,30				
	2	9,24				
	3	10,26				
Promedio		**9,93**	**1,66**	**101,1**	**-**	**1,1**
MA-2-R1	1	9,66				
	2	9,50				
	3	10,16				
Promedio		**9,77**	**1,65**	**100,8**		**0,8**
MA-2-R2	1	9,42				
	2	10,02				
	3	10,26				
Promedio		**9,90**	**1,66**	**101,1**		**1,0**
MA-2-R3	1	8,07				
	2	9,37				
	3	10,44				
Promedio		**9,29**	**1,63**	**99,1**	**0,9**	
MA-3-R1	1	8,15				
	2	9,13				
	3	10,53				
Promedio		**9,27**	**1,63**	**99,6**	**0,4**	
MA-3-R2	1	8,90				
	2	8,63				
	3	9,66				
Promedio		**9,06**	**1,62**	**99,1**	**0,9**	
MA-3-R3	1	9,79				
	2	8,78				
	3	9,29				
Promedio		**9,29**	**1,63**	**99,6**	**0,4**	

De acuerdo a los resultados de bioensayos, en la Tabla Nº 25 se aprecia que 6 presentan una leve inhibición del crecimiento de la microalga *Selenastrum* y de esas, sólo 2 son significativamente diferentes al control; PU-2-R2 y MP-2-R1.

Tabla Nº 25
Resultados de ensayos Ecotoxicologicos

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1} x 10^{-5}	K (div. Día $^{-1}$	%K	% inhibición k	% Activación de k
Control	1	9,41				
	2	10,47				
	3	8,91				
Promedio		**9,60**	**1,65**	**100**	**-**	**-**
MA-4-R1	1	12,43				
	2	13,00				
	3	10,56				
Promedio		**12,00**	**1,73**	**104,6**	**-**	**4,6**
MA-4-R2	1	9,89				
	2	11,21				
	3	9,75				
Promedio		**10,28**	**1,67**	**101,3**		**1,3**
MA-4-R3	1	11,63				
	2	13,00				
	3	12,95				
Promedio		**12,53**	**1,74**	**105,6**		**5,6**
PU-2-R1	1	9,05				
	2	9,28				
	3	10,70				
Promedio		**9,68**	**1,65**	**100**	**0**	**0**
PU-2-R2	1	7,49				
	2	8,60				
	3	7,56				
Promedio		**7,88**	**1,57**	**95,5**	**4,5**	
PU-2-R3	1	7,41				
	2	9,24				
	3	8,69				
Promedio		**8,45**	**1,60**	**97,0**	**3,0**	
MP-2-R1	1	6,43				
	2	6,76				
	3	6,99				
Promedio		**6,73**	**1,52**	**92,0**	**8,0**	
MP-2-R2	1	9,66				
	2	9,93				
	3	8,09				
Promedio		**9,23**	**1,63**	**98,9**	**1,1**	
MP-2-R3	1	8,05				
	2	8,47				
	3	8,36				

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1} x 10^{-5}	K (div. Día $^{-1}$	%K	% inhibición k	% Activación de k
Promedio		**8,29**	**1,59**	**96,6**	**3,4**	
MA-5-R1	1	12,97				
	2	10,96				
	3	13,37				
Promedio		**12,43**	**1,74**	**105,4**		**5,4**
MA-5-R2	1	13,84				
	2	12,49				
	3	12,27				
Promedio		**12,87**	**1,75**	**106,2**		**6,2**
MA-5-R3	1	9,4				
	2	8,65				
	3	7,48				
Promedio		**8,51**	**1,6**	**97,1**	**2,9**	

De acuerdo a los resultados del bioensayo de toxicidad crónica, en la Tabla Nº 26, se aprecia que las 3 réplicas del punto MP-1 presentan una intensa inhibición del crecimiento de la microalga *Selenastrum* con valores de 94,8 %, 67,0 % y 98 % de crecimiento inferior al registrado en el control

Tabla Nº 26
Resultados de ensayos Ecotoxicologicos

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1} x 10^{-5}	K (div. Día $^{-1}$	%K	% inhibición k
Control	1	11,25			
	2	10,41			
	3	10,98			
Promedio		**10,88**	**1,69**	**100**	**-**
MP-1-R1	1	0,091			
	2	0,155			
	3	0,137			
Promedio		**0,128**	**0,09**	**5,2**	**94,8**
MP-1-R2	1	0,593			
	2	0,479			
	3	0,337			
Promedio		**0,469**	**0,56**	**33,0**	**67,0**
MP-1-R3	1	0,127			
	2	0,118			
	3	0,085			
Promedio		**0,110**	**0,03**	**2,0**	**98,0**

En resumen, del total de muestras de la cuenca del río Maipo ensayadas al 100 % de su concentración cinco presentaron un leve efecto inhibidor del crecimiento de *S. capricornutum*, que no alcanzó a un 10% inferior al crecimiento del control, pero estadísticamente significativo. Las muestras restantes manifiestan un crecimiento igual o levemente superior al del control.

El punto MP-1, fue la única muestra de agua ensayada al 100 % de su concentración que tuvo un efecto inhibidor considerable del crecimiento de *S. capricornutum***,** entre un 67% y 98% inferiores a la tasa de crecimiento del control.

5.6 Macroinvertebrados Bentónicos (bioindicadores)

En relación al anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo, se encuentra en desarrollo el presente estudio titulado "Red de observación para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Maipo, 2016". El objetivo general de este proyecto fue: Levantar para la Red de Observación identificada en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), la continuidad de toma de muestra y análisis, según corresponda, de parámetros físico-químicos, bacteriológicos, ensayos ecotoxicológicos y bioindicadores, con el fin de incorporar una herramienta de seguimiento que apoye la toma de decisiones, para una futura revisión de la Norma. Dentro de los objetivos contemplados en este estudio se encuentran el de "Realizar análisis de bioindicadores de acuerdo a las condiciones y frecuencia de monitoreo contenidos en la "Red de Observación", utilizando para tales efectos los puntos coincidentes con la Red de Control". Respecto a los análisis de bioindicadores, se deberá describir la metodología de toma de muestra y análisis. Para el actual informe y análisis fueron calculados los índices ChBMWP, ChIBF y ChSIGNAL, 2 de los cuales ya habían sido contemplados en el informe del año 2015.

5.6.1 Antecedentes

Los invertebrados bentónicos forman parte de numerosos sistemas indicadores y métricas desarrollados especialmente en ríos y, en menor medida, en lagos y humedales. Las principales herramientas de bioindicación incluyen el desarrollo de índices bióticos, los cuales utilizan información ecológica del individuo y estimación de su tolerancia ambiental a las principales variables de calidad de hábitat (Prat et al. 2008). La mayoría de los índices bióticos se han elaborado para ser aplicados en un área geográfica concreta y, posteriormente, se han adaptado a otras zonas adecuando las listas de taxones y los valores de sensibilidad a las condiciones ambientales. Entre los índices bióticos de macroinvertebrados bentónicos más utilizados se encuentran el BMWP (Biological Monitoring Working Party) desarrollado para Gran Bretaña, BMWP' adaptado a la península Ibérica, IBF (Índice Biótico de Familias) utilizado en EEUU y el índice SIGNAL elaborado para protocolos australianos. Las ventajas de la mayoría de estos índices es que para su utilización sólo se necesita conocer a nivel de familia cada uno de los grupos presentes en el sistema acuático, lo que da solución a la falta de especialistas o taxónomos de los estados inmaduros de insectos acuáticos (Bonada et al. 2006). La mayoría de estos índices han sido elaborados para ser usados en un área geográfica concreta y, posteriormente, se han adaptado a otras zonas adecuando las listas de taxones y los valores de sensibilidad; como ha sido realizado en ríos de la parte centro y sur de nuestro país por Figueroa et al. (2007). Sin embargo, el grado de sensibilidad y tolerancia de las distintas especies y/o familias puede variar según los requerimientos del hábitat y las adaptaciones de las especies a áreas geológica y ecológicamente particulares, por

ejemplo, los ríos de la zona norte del país (Alvial et al. 2012). Por otro lado, es de suma importancia determinar las condiciones de referencia de los distintos sistemas a monitorear, ya que los cambios observados en la calidad del agua se interpretarán mediante la comparación de la composición de la comunidad biológica actual con su condición de referencia (Armitage et al. 1983).

5.6.2 Estructura Comunitaria de Macroinvertebrados

Durante los muestreos realizados en Octubre del presente año fueron encontrados un total de 25 taxa de macroinvertebrados bentónicos, siendo el grupo más abundante las larvas de insectos acuáticos del orden Diptera y Trichoptera con 8 y 5 familias respectivamente (Tabla Nº 28). En relación a la diversidad, evaluada por el índice de diversidad de Shannon, se observó que la estación AN-1 ubicado en Río Angostura mostró una más variada diversidad de taxa de macroinvertebrados (Tabla Nº 27). Por su parte, en las estaciones MA-1 y MA-3 se encontró la mayor equidad de individuos.

Las mayores abundancias (y densidades) fueron observadas en las estaciones MA-4 (Río Maipo) y MA-5 (Río Maipo), ubicadas en la parte media de la cuenca del Río Maipo (Tabla Nº 28 y Tabla Nº 29). Mientras que las menores abundancias (y densidades) fueron observadas en las estaciones MA-1, MP-1 y LA-1, ubicadas en la parte alta de la cuenca. Por su parte, las estaciones MA-4 y AN-1 mostraron las mayores riquezas de taxa, a diferencia de las estaciones MA-3 y LA-1 que mostraron los valores más bajos de riqueza.

Tabla Nº 27
Índices de Biodiversidad en las 10 estaciones en la Cuenca del Maipo

Parámetro	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	AN-1	MP-1	MP-2	LA-1	PU-2
Riqueza de taxa	6	8	5	10	8	12	7	7	4	8
Abundancia total	36,7	180,9	93,8	1370,6	2704,7	219,7	48,1	1606,5	39	528,6
Índice de Shannon	1,475	0,886	1,412	1,456	0,7619	2,068	1,607	1,37	1,008	1,195
Equidad	0,7285	0,3032	0,8208	0,429	0,2678	0,6594	0,7124	0,5624	0,6848	0,413

Tabla Nº 28
Abundancia total de taxa de macroinvertebrados en las distintas estaciones

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	AN-1	MP-1	MP-2	LA-1	PU-2
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diptera	Athericidae		0	1	0	0	0	0	5	0	0	0
		Tipulidae		0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
		Blephariceridae		2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Chironomidae		8	60	16	326	152	5	8	337	11	111
		Simuliidae		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
		Muscidae		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Ceratopogonidae		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Limoniidae		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Ephemeroptera	Baetidae		0	11	6	21	0	8	4	0	0	0
		Leptophlebiidae		2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coleoptera	Elmidae		0	0	12	101	48	24	1	14	1	3
		Hydrobiosidae		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hydroptilidae		0	0	0	1	13	0	0	0	0	6
		Hydropsychidae		2	0	0	75	934	20	0	0	0	24
		Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	0	0	0	7	0	1	0	165	0	0
Gastropoda	Bassomatophora	Physidae	*Physa*	0	0	0	23	0	13	0	28	0	0
		Chilinidae	*Chilina*	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1
	Veneroida	Sphaeriidae	*Pisidium*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Secernentea	Rhabditida	*Rhabditidae*	*Caenorhabditis*	0	1	5	30	22	4	0	128	3	83
Hirudinea	Rhynchobdellida	*Glosiphonidae*		0	0	0	7	9	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Haplotaxida			0	0	0	8	3	13	0	21	0	2
Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae	*Dugesia*	0	0	0	0	0	3	0	9	0	1
Abundancia total				**16**	**79**	**41**	**599**	**1182**	**96**	**21**	**702**	**17**	**231**
Riqueza total				**6**	**8**	**5**	**10**	**8**	**12**	**7**	**7**	**4**	**8**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	AN-1	MP-1	MP-2	LA-1	PU-2
Índice de Shannon				**1,475**	**0,886**	**1,412**	**1,456**	**0,7619**	**2,068**	**1,607**	**1,37**	**1,008**	**1,195**
Equidad				**0,728**	**0,302**	**0,821**	**0,429**	**0,268**	**0,659**	**0,712**	**0,562**	**0,685**	**0,413**

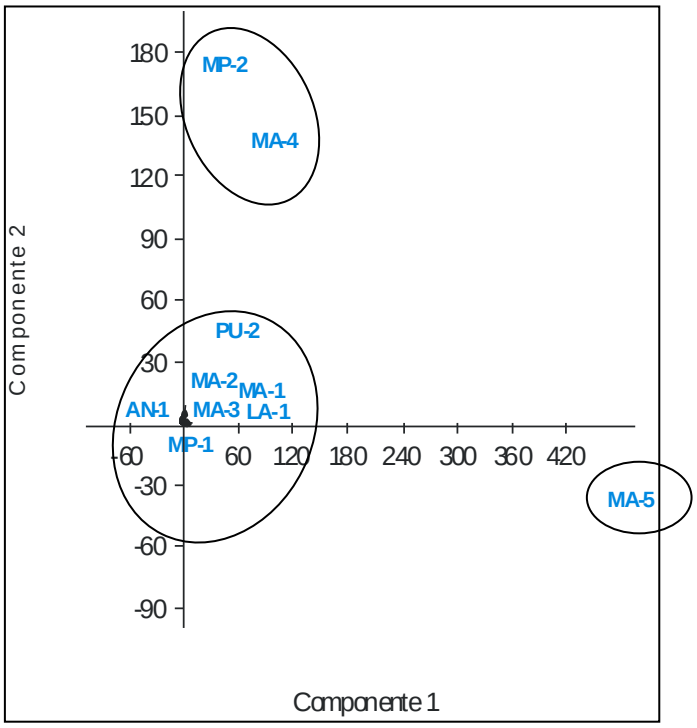
Tabla Nº 29
Densidad (individuos por metro cuadrado) de taxa de macroinvertebrados en el sector de estudio

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	AN-1	MP-1	MP-2	LA-1	PU-2
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Diptera	Athericidae	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0
		Tipulidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	4,6	0,0
		Blephariceridae	4,6	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Chironomidae	18,3	137,3	36,6	746,0	347,8	11,4	18,3	771,2	25,2	254,0
		Simuliidae	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Muscidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
		Ceratopogonidae	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
		Limoniidae	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ephemeroptera	Baetidae	0,0	25,2	13,7	48,1	0,0	18,3	9,2	0,0	0,0	0,0
		Leptophlebiidae	4,6	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coleoptera	Elmidae	0,0	0,0	27,5	231,1	109,8	54,9	2,3	32,0	2,3	6,9
		Hydrobiosidae	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Hydroptilidae	0,0	0,0	0,0	2,3	29,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7
		Hydropsychidae	4,6	0,0	0,0	171,6	2137,3	45,8	0,0	0,0	0,0	54,9
		Leptoceridae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	2,3	0,0	377,6	0,0	0,0
Gastropoda	Bassomatophora	Physidae	0,0	0,0	0,0	52,6	0,0	29,7	0,0	64,1	0,0	0,0
		Chilinidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	2,3
	Veneroida	Sphaeriidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Secernentea	Rhabditida	*Rhabditidae*	0,0	2,3	11,4	68,6	50,3	9,2	0,0	292,9	6,9	189,9
Hirudinea	Rhynchobdellida	*Glosiphonidae*	0,0	0,0	0,0	16,0	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	Haplotaxida	Oligochaeta	0,0	0,0	0,0	18,3	6,9	29,7	0,0	48,1	0,0	4,6
Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	20,6	0,0	2,3

5.6.3 Análisis de ordenación

El análisis de ordenación mostró 3 agrupaciones de sitios en relación a la comunidad de macroinvertebrados presente en cada uno de ellos. De esta manera, se observa 1 grupo que incluye a las estaciones MA-4 (Río Maipo) y MP-2 (Río Mapocho). Otro gran grupo estaría formado por el resto de las estaciones, excluida la estación MA-5, la cual mostraría una composición de organismos bentónicos muy diferente al resto de las estaciones, asociado principalmente a una alta abundancia de la familia Hydropsychidae (Figura Nº 6).

Figura Nº 6
Análisis de componentes Principales en la Cuenca del Maipo



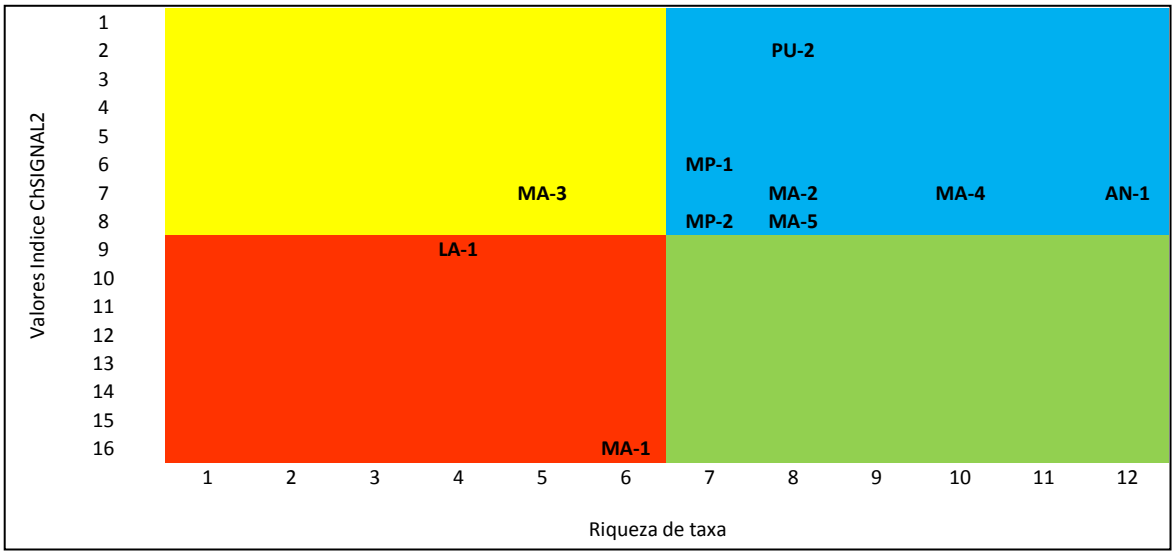
5.6.4 Aplicación de índices bióticos de calidad de agua

En la Tabla Nº 30 se muestra la valoración obtenida con los 3 índices bióticos aplicados (ChBMWP, ChIBF y ChSIGNAL2) más su correspondiente color asignado según el estado de calidad de agua inferida. Se observa que el índice ChBMWP otorga clases de calidad regular con alguna evidencia de contaminación natural o antrópica a los sitios MP-1, AN-1, MA-2, MA-4 Y MA-1; calidad mala a los sitios MP-2, MA-3, MA-5 Y PU-2, y con calidad muy mala o notoriamente afectada por contaminación a la estación LA-1. Por otro lado el índice ChIBF otorga calidad regular a los sitios MP-1, AN-1 Y MA-5 y muy mala calidad de agua o notoriamente degradada al resto de las estaciones. Por el contrario, el índice ChSIGNAL2 otorgó muy buena calidad de agua a las estaciones MP-1, MP-2, AN-1, MA-2, MA-4, MA-5 y PU-2; calidad regular a la estación MA-3 y muy mala calidad a los sitios MA-1 y LA-1 (Figura Nº 7). Claramente los resultados del índice ChSIGNAL2 no estarían reflejando el real estado de calidad de los cauces estudiados en el río Maipo. Considerando los análisis de riqueza y diversidad, el índice que mejor reflejaría las condiciones del estado ecológico actuales para la cuenca del Río Maipo, sería el índice ChBMWP, al igual como fue reportado en el monitoreo del año pasado. Por esta razón para futuros monitoreos y seguimiento de los bioindicadores acuáticos se propone la aplicación del índice ChBMWP, salvo la creación y/o adaptación de un índice propio para la cuenca del Maipo, lo cual sería el escenario ideal para seguimiento de las comunidades de invertebrados acuáticos en la cuenca.

Tabla Nº 30
Resultados índices ChBMWP y ChSIGNAL2

SITIO	ChBMWP	ChIBF	ChSIGNAL2
MA-1	42	7,69	**15,38**
MA-2	46	8,72	**6,56**
MA-3	22	7,75	**7,28**
MA-4	43	8,29	**7,15**
MA-5	20	5,80	**7,40**
AN-1	46	6,75	**6,93**
MP-1	43	7,14	**6,72**
MP-2	24	8,82	**8,12**
LA-1	14	9,17	**8,88**
PU-2	31	9,24	**2,17**

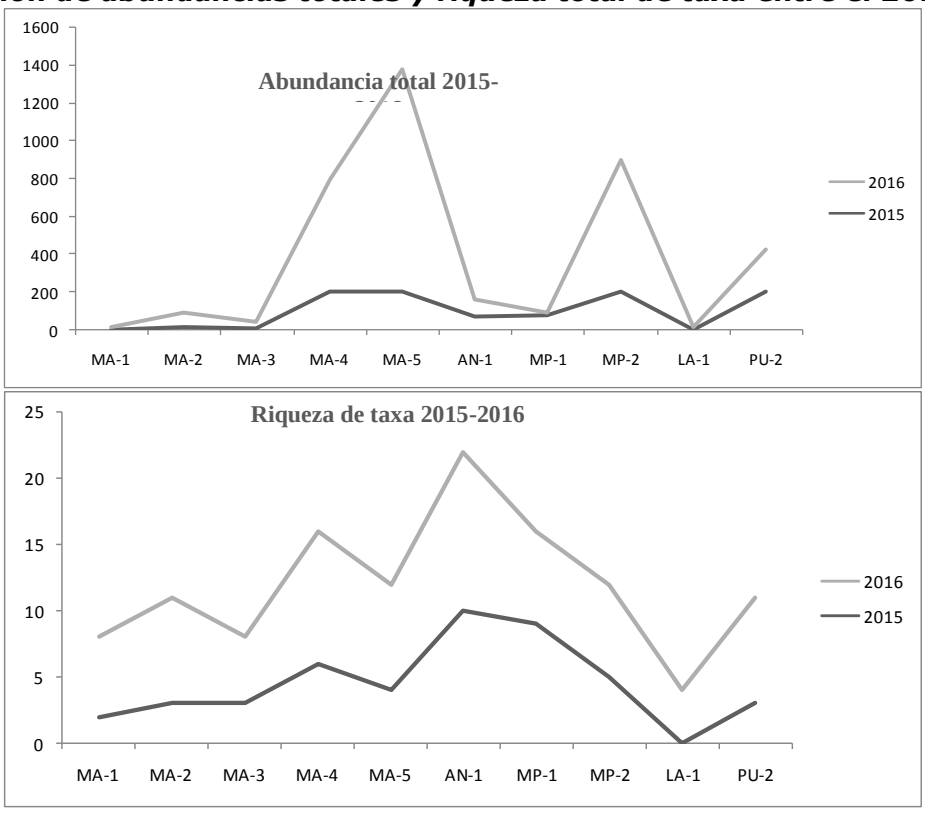
Figura Nº 7
Resultados del índice ChSIGNAL2



5.6.5 Comparación con muestreo anterior

De los anteriores informes de monitoreos de bioindicadores para la cuenca del Maipo, que han sido realizados en los sitios de seguimiento para la Norma Secundaria, hay pocos reportes en los cuales las estaciones han coincididos con el actual monitoreo. Por esta razón, esta comparación se realizó solamente respecto al año 2015. Como primera instancia se comparó la abundancia y riqueza para las 10 estaciones (Figura Nº 8). En general se observó un aumento en la abundancia total y riqueza en la mayoría de las estaciones, pero la tendencia se mantendría para todos los sitios. Así, las estaciones con mayor abundancia serían MA-4, MA-5 y MP-2, y las estaciones con mayor riqueza serían MA-4 Y MA-5 (Figura 4). Considerando que una alta abundancia no siempre refleja una mejor calidad de agua, ya que puede significar el aumento de taxa más tolerantes a la contaminación, la riqueza de taxa estaría mejor reflejando una medida de diversidad, por tanto la estaciones AN-1, MP-1 y MA-4 mostrarían una fauna bentónica más diversa y por tanto estaría indicando una mejor calidad de agua. Por otro lado, el aumento en la abundancia y riqueza observadas en este periodo podría estar relacionado a un muestreo más exhaustivo de los microhábitats presentes en cada sitio. El muestreo del año 2015 fue semicuantitativo y realizado sólo con red de mano (20 kicks de muestreo), mientras que el muestreo actual fue realizado con red de mano (10 kicks de muestreo) y red Surber (6 réplicas por sitio).

Figura Nº 8
Comparación de abundancias totales y riqueza total de taxa entre el 2015 y 2016



En segundo lugar se compararon los valores obtenidos para el índice ChBMWP entre el año 2015 y el periodo actual (Tabla Nº 31). Como resultado de ello, se observó un cambio en la clase de calidad asignada para varias estaciones. Así, se encontró una mejora en la calidad del agua para las estaciones MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, ubicadas en el río Maipo. Por otro lado, se observó un deterioro en la calidad del agua para las estaciones MP-1 y PU-2, mientras que en las estaciones MA-5, MP-2 y PU-2, la calidad del agua se mantendría de un año a otro. Una mejora en las clases de calidad de agua podría estar relacionada a la mayor abundancia y/o riqueza reportada en este monitoreo. Sin embargo un deterioro de la calidad del agua en las estaciones MP-1 y PU-2 debería ser revisado con mayor precisión.

Tabla Nº 31
Comparación entre valores del índice ChBMWP periodo 2015 y 2016

CHBMWP		
SITIO	**2015**	**2016**
MA-1	12	42
MA-2	8	46
MA-3	9	22
MA-4	21	43
MA-5	12	20
AN-1	38	46
MP-1	49	43
MP-2	11	24
LA-1	0	14
PU-2	6	31

5.7 Fauna íctica

Los peces han emergido como indicadores para los programas de monitoreo biológico por muchas razones, entre las que se incluyen:

- Son organismos relativamente fáciles de capturar e identificar.
- Existe una amplia información sobre las historias de vida de muchas especies; las comunidades generalmente comprenden una amplia variedad de especies que representan diferentes niveles tróficos (incluyendo especies que consumen alimentos tanto de origen acuático como terrestre).
- Son los organismos mejor conocidos de estos hábitats, tanto por el público general como por los científicos, y están presentes en los pequeños cuerpos de agua y aun en aquellos ecosistemas con ciertos niveles de contaminación (Velázquez y Vega, 2004, Velásquez *et al*. 2006)

La ictiofauna chilena, presenta varias características únicas, como un alto endemismo, es decir, una alta representación de especies que son propias de esta zona geográfica y que no están en otras partes del mundo. Concordante con el nivel de aislamiento que presentan las cuencas hidrográficas chilenas respecto a las demás dentro de Sudamérica (Habit & Victoriano 2012, Vila *et al*. 2006).

Otro aspecto que caracteriza los peces nativos de Chile, es su tamaño pequeño (Vila *et al*. 1999, Vila *et al*. 2006). Esto implica que poseen menor capacidad de natación que un pez grande y que son susceptibles a ser depredados por organismos de mayor talla como los salmónidos.

En la siguiente tabla un resumen de las especies potenciales para la cuenca del Maipo:

Tabla Nº 32
Fauna íctica potencial, Cuenca del Maipo

Nº	Especie	Nombre Común	Categoría de Conservación[e]
1	***Geotria australis***	Lamprea de bolsa	VU (Vulnerable)
2	***Mordacia lapidacia***	Lamprea de agua dulce	EN (En Peligro)
3	***Cheirodon pisciculus***	Pocha	VU (Vulnerable)
4	***Diplomystes chilensis***	Bagre/Tollo de agua dulce	EN (En Peligro)
5	***Trichomycterus aerolatus***	Bagrecito	VU (Vulnerable)
6	***Nematogenis inermes***	Bagre Grande	EN (En Peligro)
7	***Galaxias maculatus***	Puye	VU (Vulnerable)
8	***Odontesthes mauleanum***	Cauque/Pejerrey	VU (Vulnerable)
9	***Odontesthes brevianalis***	Cauque del Norte	VU (Vulnerable)
10	***Basilichthys australis***	Pejerrey Chileno	VU (Vulnerable)
11	***Basilichthys microlepidotus***[f]	Pejerrey del Norte	VU (Vulnerable)
12	***Percichthys trucha***	Perca Trucha/Trucha criolla	NT (Casi Amenazada)
13	***Percichthys melanops***	Trucha negra/Trucha criolla	VU (Vulnerable)
14	***Percilia gillissi***	Carmelita/coloradita	EN (En Peligro)

Fuente: Elaboración propia

5.7.1 Puntos de muestreo

Los puntos de prospección correspondieron a 3 zonas de la cuenca del Maipo;

- Estación MA-1 (zona alta cordillera)
- Estación MA-4 (zona media)
- Estación MA-5 (zona baja)

5.7.1.1 Estación MA-1

Esta estación está ubicada en zona de alta cordillera. Se apreció flujo constante de agua, escasos pozones en la orilla, con presencia de rápidos. Se observó abundante vegetación en la ribera del tipo arbustiva y arborea, generando un tramo sombreado con ventanas. Se apreciaron restos de ramas y troncos en la orilla.

e http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/
f De acuerdo a Véliz *et al*. 2012

El sustrato del lecho estuvo compuesto principalmente de piedras-grava y en menor cantidad de arena. La columna de agua en la zona de muestreo presentó una profundidad menor a 1 m. Las aguas se apreciaron muy turbias, ver Fotografía Nº 3

Fotografía Nº 3
Estación MA-1

5.7.1.2 Estación MA-4

Esta estación está ubicada en zona media de la cuenca. Se apreció flujo constante de agua, escasos pozones en la orilla, con presencia de rápidos. Se observó escasa vegetación en la ribera principalmente del tipo arbustiva, generando un tramo totalmente expuesto. Se apreció extracción de áridos cercano y restos de basura.

El sustrato del lecho estuvo compuesto principalmente de grava y arena. La columna de agua en la zona de muestreo presentó una profundidad menor a 1 m. Las aguas se apreciaron muy turbias, ver Fotografía Nº 4

Fotografía Nº 4
Estación MA-4

5.7.1.3 Estación MA-5

Esta estación está ubicada en zona baja de la cuenca. Se apreció flujo constante de agua, con pozones en la orilla, sin presencia de rápidos. Se observó abundante vegetación en la ribera principalmente del tipo arbustiva, generando un tramo totalmente expuesto.

El sustrato del lecho estuvo compuesto principalmente de arena y limo-arcilla. La columna de agua en la zona de muestreo presentó una profundidad menor a 1 m. Las aguas se apreciaron muy turbias, ver Fotografía Nº 5.

Fotografía Nº 5
Estación MA-5

5.7.2 Variables Físico-Químicas medidas *in situ*

En la Tabla Nº 33, se exhiben las variables físicas y químicas de calidad del agua registradas *in situ*, durante la campaña de muestreo. El pH presentó una variación entre los distintos puntos con un valor de 8,19 en la parte superior de la cuenca, hasta 7,97 en la parte baja. La conductividad eléctrica registró un valor mínimo de 1077 µS/cm en el sector alto, hasta un valor máximo de 1233 µS/cm en la parte baja de la Cuenca. El oxígeno disuelto, por su parte, mostró concentraciones sobre 7 mg/l, con un máximo de 10,5 mg/l en el sector alto de la Cuenca

La temperatura registró valores entre 15,0 °C en la parte alta de la Cuenca y 22,1 °C en la parte baja de la Cuenca del Maipo.

Tabla Nº 33
Variables Físico-Químicas registradas In Situ

Estaciones	pH	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	Oxígeno (% sat.)	T (°C)
Sector Alto de la Cuenca MA-1	8,19	1077	10,5	105	15,0
Sector Medio de la Cuenca MA-4	8,05	1039	8,05	92,8	21,0
Sector bajo de la Cuenca MA-5	7,97	1233	7,12	83,6	22,1

5.7.3 Fauna Íctica

A continuación se detalla la información para ictiofauna reportada en los sectores muestreados.

Riqueza: En el área de estudio se registró la presencia de 3 especies:

- *Percichthys trucha* (Perca Trucha)
- *Basilichthys* sp (Pejerey)
- *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito)

Abundancia: En el sector de estudio la especie *Percichthys trucha* fue más abundante con un total de 9 individuos, seguido de *Trichomycterus areolatus y Basilichthys* sp con 1 individuo respectivamente (Tabla Nº 34).

Tabla Nº 34
Fauna Ictica en Cuenca del Maipo

Estación	*Tricomycterus areolatus*	*Percichthys trucha*	*Basilichthys* sp
Sector Alto de la Cuenca (MA-1)	**-**	**-**	**-**
Sector Medio de la Cuenca (MA-4)	**1**	**2**	**-**
Sector bajo de la Cuenca (MA-5)	**-**	**7**	**1**

Estado de conservación y endemismo: Las especies *Trichomycterus aerolatus* y *Basilichthys* sp se encuentran clasificadas como "Vulnerable". Por su parte, *Percichthys trucha* se encuentra categorizada como "Casi Amenazada". Todas consideradas como especies nativas de acuerdo a los procesos de clasificación del Ministerio del Medio Ambiente.

Morfometría: *Trichomycterus areolatus* sólo fue registrado en las estaciones MA-4 (sector medio), reportando una talla de 2,5 cm y peso de 0,1 g. El índice de condición fue de 0,640 gr/cm^3 (Tabla Nº 37).

Percichthys trucha fue registrado en las estación MA-4 (sector medio) y MA-5 (sector bajo) reportando una talla entre 2,1 cm a 12,5 cm y peso máximo de 23,8 g. El índice de condición fue entre 1,219 gr/cm3 y 4,100 gr/cm3 (Tabla Nº 35)

Basilichthys sp sólo fue registrado en las estaciones MA-5 (sector bajo), reportando una talla de 7,7 cm y peso de 5,9 g. El índice de condición fue de 1,292 gr/cm3 (Tabla Nº 37).

Tabla Nº 35
Datos Morfométricos

Punto de muestreo	LT (cm)	Peso (gr)	IC (gr/cm^3)*100
	Trichomycterus areolatus		
MA-4 Sector Medio	2,5	0,1	0,640
	Percichthys trucha		
	12,5	23,8	1,219
	3,9	0,8	1,349
MA-5 Sector Bajo	***Percichthys trucha***		
	3,6	1,0	2,143
	2,8	0,9	4,100
	4,4	1,3	1,526
	4,0	1,0	1,563
	2,9	0,4	1,640
	2,1	0,3	3,239
	4,1	0,9	1,306
	***Basilichthys* sp**		
	7,7	5,9	1,292

Hábitat y Datos Biológicos:

Percichthys trucha está definida como predador tope, no es migratoria, pero realiza movimientos locales. Presenta poblaciones diferenciadas en lagos y ríos dentro de una misma cuenca. Individuos pequeños 2-8 cm se alimentan de larvas de Quironómidos, Copepódos y Anfípodos. Los de tamaño intermedio, entre 7 y 20 cm se alimentan de Cladóceros y peces (Arismendi & Penaluna, 2009).

Trichomycterus areolatus, es una especie de aguas continentales y hábitos bentónicos. Los juveniles se encuentran a lo largo de la ribera de los ríos, entre la vegetación y pequeñas rocas. Los adultos se esconden entre las piedras en ríos y arroyos de corriente rápida. La reproducción ocurre en primavera o verano, con hembras que ponen huevos sobre pequeñas rocas o vegetación acuática. Se alimenta de larvas de Quironómidos, Efemerópteros y Plecópteros (Arismendi & Penaluna, 2009).

***Basilichthys* sp** de aguas continentales con hábitos pelágicos, con movimientos locales, sin migraciones. Las hembras ponen huevos en la vegetación litoral en pozas durante la primavera. Se alimentan de larvas de Quironómidos y Tricópteros (Arismendi & Penaluna, 2009).

Registro Fotográfico de Fauna íctica

Fotografía Nº 6
Fauna íctica en la campaña de muestreo

***Basilichthys* sp**

Percichthys trucha

Trichomycterus areolatus

6 CONCLUSIONES

6.1 Parámetros *In Situ*

Respecto a los parámetros monitoreados in situ en red de Observación en Puntos coincidentes con estaciones de la DGA y la red de Control:

- El pH presentó valores entre 6,5 a 8,5 - 9,5 en todos los puntos. De acuerdo al D.S 53 del Ministerio del Medio Ambiente "Establece Normas secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo", establece un rango entre 6,5 a 8,5 – 9,5. Por lo tanto, todos los registros se ubican en el rango, Gráfico Nº 1.

- Respecto al registro de temperatura en las distintas estaciones el promedio registrada fue de 11,79 ºC en la primera campaña y 16,28 ºC en la segunda campaña.

- La conductividad, superó el límite máximo permitido sólo en la estación MA-1 (primera campaña de muestreo). De acuerdo al D.S 53 del Ministerio del Medio Ambiente "Establece Normas secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo", establece un rango entre 400 µS/cm a 1600 – 1750 -1900 µS/cm, Gráfico Nº 3.

- Por su parte, el oxígeno disuelto presentó concentraciones sobre el mínimo de 5 mg/L establecido en el D.S 53, en todos los puntos. De acuerdo al D.S 53 del Ministerio del Medio Ambiente "Establece Normas secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo", establece una concentración mínima de 5 mg/L. En este sentido, todos los registros se ubican sobre el límite estipulado en el D.S 53, Gráfico Nº 4.

Respecto a los parámetros monitoreados in situ en red de Observación en Puntos donde existen estaciones DGA:

- El rango de variación de pH fue desde 6,25 en FRA-OBS hasta 8,5 en Vol-OBS.
- La temperatura presentó una variación entre 11,3ºC en VOL-OBS hasta 22,2 ºC en ECO-OBS.
- La conductividad presentó variación entre los puntos muestreados, desde 119,2 µS/cm en ECO-OBS hasta 993 µS/cm en VOL-OBS.
- El parámetro Oxígeno disuelto presentó concentraciones sobre 8 mg/L en todas las estaciones muestreadas.

Parámetros medidos *In Situ* para Red de observación en puntos donde **No** existen estaciones DGA.

- El rango de variación entre ambas campañas fue de 7,04 mínimo en MA-3 OBS (segunda campaña) hasta 8,5 más alto en PU-1 OBS (primera campaña).
- La temperatura fue más alta en la segunda campaña, por la fecha del muestreo (noviembre), con un rango desde 8,9 ºC en COL-OBS hasta 22,6 en MA-5 OBS.
- La conductividad mantiene los valores máximos y mínimos en los puntos MA-5 OBS y PU-1 OBS, respectivamente en ambas campañas.
- El oxígeno disuelto presentó concentraciones sobre 7 mg/L en todos los puntos, en ambas campañas de muestreo.

6.2 Parámetros analizados en Laboratorio.

Muestras tomadas en la red de Observación en Puntos coincidentes con estaciones de la DGA y la red de Control:

- Los parámetros; Sulfuro, Aceites y Grasas y Detergentes Anionicos presentaron concentraciones bajo el límite de detección del método de análisis del Laboratorio en ambas campañas de muestreo.

- La estación MP-2 (río Mapocho), registró mayores concentraciones de Nitrógeno Amoniacal, Nitrito y Nitrógeno Total Kjeldahl.

- La estación en estero Puangue (PU-2) reportó los máximos valores de los parámetros Nitrato, Nitrógeno Total y Cobre disuelto (segunda campaña).

- Todos los puntos reportaron Coliformes fecales, siendo MA-4 el que reporta las máximas concentraciones durante la segunda campaña de muestreo.

- La estación MA-1 (río Maipo) registró maximas concentraciones de los parámetros Arsénico disuelto (primera campaña) y sólidos disueltos totales.

- Por su parte, la estación ubicada en el río Mapocho (MP-1) registró alta concentración de Hierro disuelto (primera campaña).

- La estación MA-3 (río Maipo) reportó las máximas concentraciones de Sólidos Suspendidos y Turbiedad.

- Las concentraciones máximas de Nitrato establecidas en el D.S 53 "Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo". fueron sobrepasadas

en los puntos PU-2 y MA-5 (primera campaña) y MA-1 y MA-2 (segunda campaña)

Muestras tomadas en los puntos de la red de observación donde existen staciones DGA:

- Los parámetros Ortofosfato (PO4), Aceites y Grasas, Nitrito, Sulfuro y Plomo Disuelto reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del Laboratorio en todos los puntos.
- Los Puntos: VOL-OBS, CLAR-OBS y FRA-BS presentaron las concentraciones más altas de DBO_5 (4 mg/L).
- El Punto COL1-OBS presentó las mayores concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales, Nitrógeno Total y Nitrógeno Kjeldahl.
- El Punto ECO-OBS mostró la mayor concentración de detergentes y Coliformes fecales.
- El Punto MOL-OBS presentó la máxima concentración de Nitrato.
- El Punto EYL-OBS fue el único que presentó concentración de Níquel disuelto y la mayor concentración de Cinc disuelto.

Muestreo en los puntos de la red de observación donde No existen estaciones DGA (parámetros analizados en Laboratorio DGA):

- El Punto MA-3 OBS presentó la concentración más alta de Cloruro, Sulfato, Fósforo Total, Sodio, Magnesio y Hierro Total.
- El Punto MA-5 OBS registró la concentración más alta de Calcio
- El Punto MP-2.3 reportó la concentración más alta de Potasio.
- El Punto COL-OBS registró la mayor concentración de Arsénico disuelto.

Muestreo en los puntos de la red de observación donde No existen estaciones DGA (parámetros analizados en Laboratorio Hidrolab):

- Los parámetros Ortofosfato y Aceites y Grasas presentaron resultados de análisis bajo el límite de detección del Laboratorio en todos los puntos.

- El Punto MP-2.3, reportó la concentración más alta de; DBO_5, Coliformes fecales, Nitrógeno total, Nitrito y Nitrógeno Kjeldahl.

- El Punto MA-5 OBS presentó altas concentraciones de; Sólidos disuelto Totales y Nitrato.

- El Punto PU-1 OBS, registró el valor más alto de Sólidos Suspendidos Totales y Detergentes.

- El Punto COL-OBS presentó el valor más alto de Turbiedad.

6.3 Ensayos Ecotoxicológicos

El punto MP-1, fue la única muestra de agua ensayada al 100 % de su concentración que tuvo un efecto inhibidor considerable del crecimiento de *S. capricornutum***,** entre un 67% y 98% inferiores a la tasa de crecimiento del control.

6.4 Macroinvertebrados Bentonicos

Si bien la estación MA-5 (Río Maipo en Puente Lo Gallardo) mostró la mayor abundancia de taxa, la estación AN-1 (Río Angostura) mostró la mayor riqueza y por ende la mayor diversidad de taxa de macroinvertebrados, constituyendo de esta forma el sitio con mejor calidad ecológica.

Se observó un aumento en la abundancia y riqueza total respecto al periodo anterior (22 a 25 taxa), lo cual podría estar relacionado al método de muestreo utilizado (cuantitativo con Red Surber y cualitativo con Red D Net) que abarcó una mayor proporción de microhábitats. Esto mismo puede haber influido en las mejoras en las clases de calidad biológica comparadas entre ambos años.

A pesar de la mayor abundancia y riqueza reportada para este periodo en comparación al anterior (2015), se observó un deterioro en la calidad del agua para los sitios MP-1 y PU-2, los cuales necesitarían una mayor revisión.

Por último, si bien un plan de restauración de la Cuenca sería el mejor escenario para la protección de este importante curso de agua, un seguimiento temporal y estandarizado así como una mejor fiscalización de las descargas al río, permitiría un seguimiento de la calidad biológica del agua con miras a la aplicación y/o dictación de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental para el río Maipo

6.5 Peces

Se reportó fauna íctica en 2 de los 3 sectores prospectados registrando presencia de 3 especies:

- *Percichthys trucha* (Perca Trucha)
- *Basilichthys* sp (Pejerey)
- *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito)

Las especies *Trichomycterus aerolatus* y *Basilichthys* sp se encuentran clasificadas como "Vulnerable". Por su parte, *Percichthys trucha* se encuentra categorizada como "Casi Amenazada". Todas consideradas como especies nativas de acuerdo a los procesos de clasificación del Ministerio del Medio Ambiente.

6.6 Recomendaciones Generales

Se recomienda mantener los monitoreos físico-químicos, microbiológicos, ecotoxicologicos y biológicos en la cuenca del Maipo con el objetivo de mantener el seguimiento ambiental a la calidad del agua.

De acuerdo a observaciones realizadas en terreno, es necesario ampliar la cantidad de muestreos a distintas épocas del año, debido al cambio en la calidad del agua producto de lluvias, deshielos y fenómenos climáticos en general. Con el objeto de monitorear y detectar la época y condiciones más "favorables" y "desfavorables" que afectan la calidad del agua de la Cuenca del Maipo.

Mantener los límites de detección de los distintos parámetros, facilitará los futuros análisis estadísticos y de tendencia.

En el trabajo en terreno, se detectaron puntos de muestreo que acumulan gran cantidad de desechos (bolsas de basura y plásticos en general), por lo tanto se hace necesario, reforzar en las comunidades aledañas el cuidado y protección del agua y medio ambiente. Por ejemplo, acercar este tipo de estudios a los colegios con el fin de dar a conocer la fauna ictica, macroinvertebrados y parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cursos de agua de la cuenca del Maipo.

7 REFERENCIAS

- Aguilar, A. 2005. Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua. Revista digital Universitaria. Vol 6 Número 8. ISSN; 1067-6079.

- Alvial I, K Orth, B Durán, E Alvarez & F Squeo (2013). Importance of geochemical factors in determining distribution patterns of aquatic invertebrates in mountain streams south of the Atacama Desert, Chile. Hydrobiologia 709: 11-25.

- Armitage, P., Moss, J., Wright & M. Furse (1983). The performance of a new biological a water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Research 17: 333-347.

- Begon, M., C. Towsend & J Harper (2006). Ecology, from individuals to ecosystems, Fourth edition, Blackwell Publishing.

- Bonada N, N Prat, V Resh & B Statzner (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. Annual Review of Entomology 51: 495–523.

- CADE-IDEPE. 2004. Diagnóstico y Clasificación de cursos y cuerpos de agua según Objetivos de Calidad: Informe Cuenca del río Maipo.

- CENMA, 2016. Informe Final "Red norma secundaria calidad ambiental río Maipo". Ministerio del Medio Ambiente

- CENMA, 2010. Informe Final "Propuesta de utilización de biocriterios para la implementación y monitoreo de la norma secundaria de calidad ambiental". Criterios y Metodologías. Dirección General de Aguas, Dpto. de Conservación y protección de Recursos Hídricos.

- Confederación Hidrográfica del Ebro. 2005. "Protocolo para el muestreo y análisis de Ictiofauna. Ministerio del medio Ambiente, España.

- Chessman B (2001). SIGNAL 2.iv - A Scoring System for Macroinvertebrates ('Water Bugs') in Australian Rivers, User manual. Australia, 32 pp.

- DGA. (2003). Evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Maipo. Informe Técnico S.D.T Nº 145.

- Fernández H & E Domínguez (2001). Guía para la determinación de artrópodos bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. 282 pp.
- Figueroa R, A Palma, V Ruiz & X Niell (2007). Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80: 225-242.

- Habit, E & Victopriano, P. 2012. Composición, origen y valor de conservación de la Ictiofauna del Río san Pedro (Cuenca del río Valdivia, Chile). Gayana Especial 75(2): 10-23.

- Hammer Ø, D Harper & P Ryan (2010). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4: 9.

- Hinselhoff W (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of the North American Benthological Society 7: 65-68.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh 411/1 Of.96.Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de Programas de Muestreo.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh 411/2 Of.96.Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre Técnicas de Muestreo.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh 411/3 Of.96.Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh 411/6 Of.96. Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh ISO 5667/6. (2015). Calidad del agua –Muestreo-Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh 2706. (2002). Calidad del agua – Bioensayo de inhibición de crecimiento de algas en agua dulce con *Selenastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapitata*).

- Ministerio del Medio Ambiente (2011). Clasificación de las especies según su estado de conservación (URL; http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/).

- Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Bases técnicas "Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo. Documento Bases Técnicas Licitación 2016.

- Palma A, J Gonzalez-Barrientos, C Reyes & R Ramos-Jiliberto (2013). Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 1-14.

- Prat, N (2008) Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. En: Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. E. Domínguez y H.R. Fernández (Eds). Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina.
- Tachet H, P Richouxm, M Bournard & P Usseglio (2003). Invertébrés d'eau douce: Systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 587 pp.

- Thorp J & A Covich (2001). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Second Edition. J Thorp & A Covich Edi. Academic Press, USA. 1073 pp.

- Vásquez, G Castro, G González, I Pérez, R y Castro, T (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. ContactoS, 60, 41-48.

- Velázquez, E y Vega, M.E (2004). Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. CONABIO. Biodiversitas 57:12-15.

- Veliz, D Catalán, L Pardo, R Acuña, P Diaz, A Poulin, E & Vila, I. 2012. El género *Basilichthys* (Teleostei: Atherinopsidae) analizado a lo largo de su distribución en Chile (21º a 40º S), utilizando rasgos morfológicos y variabilidad del ADN mitocondrial.

- Vila, I Fuentes, L & Contreras, M. 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 48: 61-75.

- Vila I, R Pardo, B Dyer & E Habit (2006). Peces límnicos: diversidad, origen y estado de conservación. En: Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. 187 pp.

- Vila I, y Pardo R. EN: CONAMA, 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos. Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 pp.

ANEXO Nº 1
SET FOTOGRÁFICO

ESTACIONES DGA EN PUNTOS COINCIDENTES CON LA RED DE CONTROL

Fotografía Nº 7
Estación MA-1

Fotografía Nº 8
Estación MA-2

Fotografía Nº 9
Estación MA-3

Fotografía Nº 10
Estación MA-4

Fotografía Nº 11
Estación MA-5

Fotografía Nº 12
Estación AN-1

Fotografía Nº 13
Estación MP-1

Fotografía Nº 14
Estación MP-2

Fotografía Nº 15
Estación LA-1

Fotografía Nº 16
Estación PU-2

ESTACIONES EN PUNTOS DONDE NO EXISTEN ESTACIONES DGA

Fotografía Nº 17
Estación MA-3 OBS

Fotografía Nº 18
Estación MA-5 OBS

Fotografía Nº 19
Estación AN-1 OBS

Fotografía Nº 20
Estación MP-2.2 OBS

Fotografía Nº 21
Estación MP-2.3 OBS

Fotografía Nº 22
Estación PU-1 OBS

FILTRACIÓN DE METALES DISUELTOS EN TERRENO

Fotografía Nº 23
Filtración en terreno

MUESTREO BIOLOGICO

Fotografía Nº 24
Muestreo Bioindicadores en terreno

ANEXO Nº 2
CERTIFICADOS DE LABORATORIO

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336404-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-1
Lugar de Muestreo: Cajón del Maipo
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-1
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 22/08/2016 12:40:00
Recepción Laboratorio 22/08/2016 17:10:22
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,14	22/08/16 17:39	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,24	22/08/16 18:27	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/08/16 18:36	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,14	25/08/16 14:34	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,38	30/08/16 09:43	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,88(18,7°C)	23/08/16 18:15	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	200	22/08/16 17:30	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,008	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	25/08/16 11:29	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	23/08/16 11:10	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	94,7	23/08/16 10:05	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1426	25/08/16 15:50	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	139	22/08/16 17:18	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	53,2	22/08/16 17:25	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.

Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,8°C

El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:49 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 30/08/2016

336404308AS130735X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336404-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336402-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-2
Lugar de Muestreo: Cajón del Maipo
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-2
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 22/08/2016 13:45:00
Recepción Laboratorio 22/08/2016 17:10:21
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,25	22/08/16 17:39	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,21	22/08/16 18:27	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/08/16 18:36	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,99	25/08/16 14:34	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	3,20	30/08/16 09:43	SM-4500NA(7)
pH	unidad	8,05(18,9°C)	23/08/16 18:15	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	20,0	22/08/16 17:30	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	25/08/16 11:29	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	23/08/16 11:10	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	88,9	23/08/16 10:05	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1140	25/08/16 15:50	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	65,0	22/08/16 17:18	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	19,9	22/08/16 17:25	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,8°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 3:45 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 30/08/2016

336402308AS130726X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336402-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336403-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-3
Lugar de Muestreo: Cajón del Maipo
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-3
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 22/08/2016 15:10:00
Recepción Laboratorio 22/08/2016 17:10:21
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,20	22/08/16 17:39	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,41	23/08/16 14:19	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/08/16 18:36	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	3,29	25/08/16 14:34	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	3,70	30/08/16 09:43	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,99(18,8°C)	23/08/16 18:15	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	230	22/08/16 17:30	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	25/08/16 11:29	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	23/08/16 11:10	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	107	23/08/16 10:05	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1072	25/08/16 15:50	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	517	22/08/16 17:18	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	382	22/08/16 17:25	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,8°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 2:19 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 30/08/2016

336403308AS130731X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336403-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336866-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-4
Lugar de Muestreo: Isla de Maipo
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-4
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 24/08/2016 11:20:00
Recepción Laboratorio 24/08/2016 16:09:35
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,20	24/08/16 17:55	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,50	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,88	29/08/16 15:13	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,38	31/08/16 18:09	SM-4500NA(7)
pH	unidad	8,08(18,9°C)	25/08/16 16:05	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	79,0	24/08/16 16:55	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	29/08/16 10:32	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	25/08/16 16:33	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	119	25/08/16 10:25	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	814	29/08/16 12:38	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	181	24/08/16 17:10	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	64,7	24/08/16 16:25	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 5,6°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 5:35 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 31/08/2016

336866318AS183447X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336866-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 337140-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-5
Lugar de Muestreo: Rinconada San Juan
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-5
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 25/08/2016 10:50:00
Recepción Laboratorio 25/08/2016 15:00:00
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,15	26/08/16 10:16	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	9,16	25/08/16 16:34	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/08/16 15:37	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,48	31/08/16 16:06	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	11,6	02/09/16 16:06	SM-4500NA(7)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	30/08/16 15:36	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	79,0	25/08/16 15:50	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,005	31/08/16 11:15	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	31/08/16 17:27	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	01/09/16 10:49	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	30/08/16 10:16	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	26/08/16 17:33	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	104	26/08/16 10:37	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	980	29/08/16 12:39	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	110	25/08/16 17:39	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	18,6	25/08/16 15:15	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.

Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,5°C

El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:59 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

337140-01 1 / 2

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 02/09/2016

33714029AS184616X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

337140-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336867-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: AN-1
Lugar de Muestreo: Paine
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: AN-1
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 24/08/2016 12:20:00
Recepción Laboratorio 24/08/2016 16:09:36
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,14	24/08/16 17:55	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	3,97	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,20	29/08/16 15:13	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	6,17	31/08/16 18:09	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,96(18,8°C)	25/08/16 16:05	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	33,0	24/08/16 16:55	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	29/08/16 10:32	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	25/08/16 16:33	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	112	25/08/16 10:25	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	636	29/08/16 12:38	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	92,0	24/08/16 17:10	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	30,3	24/08/16 16:25	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 5,6°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:34 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 31/08/2016

336867318As18345 1X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336867-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336564-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-1
Lugar de Muestreo: Los Almendros
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-1
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 23/08/2016 11:20:00
Recepción Laboratorio 23/08/2016 14:03:50
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,14	23/08/16 16:14	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	1,12	23/08/16 14:19	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,20	25/08/16 14:34	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	3,32	30/08/16 09:43	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,75(18,7°C)	24/08/16 14:10	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	13,0	23/08/16 15:00	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,002	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,022	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	0,131	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	26/08/16 10:35	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	24/08/16 15:30	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	40,0	24/08/16 09:50	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	150	25/08/16 15:51	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	208	23/08/16 16:15	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	54,4	23/08/16 14:15	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,5°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 3:40 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336564-01 1 / 2

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 30/08/2016

336564308AS164649X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336564-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 336865-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-2
Lugar de Muestreo: El Monte
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-2
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 24/08/2016 10:30:00
Recepción Laboratorio 24/08/2016 16:09:35
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,69	24/08/16 17:55	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	8,50	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	6,14	29/08/16 15:13	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	14,6	31/08/16 18:09	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,39(18,7°C)	25/08/16 16:05	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	13,0	24/08/16 16:55	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,005	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,014	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	29/08/16 10:32	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	25/08/16 16:33	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	125	25/08/16 10:25	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1144	29/08/16 12:38	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	87,0	24/08/16 17:10	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	19,1	24/08/16 16:25	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 6:24 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 31/08/2016

336865318As183441X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 336565-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: LA-1
Lugar de Muestreo: Lampa
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: LA-1
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 23/08/2016 10:00:00
Recepción Laboratorio 23/08/2016 14:03:50
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,15	23/08/16 16:14	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	1,66	23/08/16 14:19	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	24/08/16 16:10	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	4,03	25/08/16 14:34	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	5,69	30/08/16 09:43	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,85(18,8°C)	24/08/16 14:10	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	24/08/16 17:02	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	23,0	23/08/16 15:00	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,006	26/08/16 14:34	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,012	29/08/16 14:52	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	29/08/16 16:14	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	26/08/16 10:35	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	24/08/16 15:30	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	128	24/08/16 09:50	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	918	25/08/16 15:51	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	108	23/08/16 16:15	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	30,2	23/08/16 14:15	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,5°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 5:00 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 30/08/2016

336565308AS164653X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

336565-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 337141-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: PU-2
Lugar de Muestreo: Puangue
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: PU-2
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 25/08/2016 12:10:00
Recepción Laboratorio 25/08/2016 15:00:00
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,13	26/08/16 10:16	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	14,4	25/08/16 16:34	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/08/16 15:37	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	5,29	31/08/16 16:06	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	19,7	02/09/16 16:06	SM-4500NA(7)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	30/08/16 15:36	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	49,0	25/08/16 15:50	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	31/08/16 11:15	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	31/08/16 17:27	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	01/09/16 10:49	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	30/08/16 10:16	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	26/08/16 17:33	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	113	26/08/16 10:37	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1188	29/08/16 12:39	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	100	25/08/16 17:39	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	26,4	25/08/16 15:15	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,5°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 3:39 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 02/09/2016

33714129AS18462 1X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

337141-01 2 / 2

SEGUNDA CAMPAÑA

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 347262-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-1
Lugar de Muestreo: Las Melosas - Maipo
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Isla de Maipo,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-1
Matriz: Aguas de río — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 25/10/2016 11:10:00 — **Recepción Laboratorio** 25/10/2016 17:16:01
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1,10	28/10/16 14:52	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,59	25/10/16 17:20	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/10/16 18:50	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,98	28/10/16 14:49	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,57	04/11/16 18:16	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,96(18,9°C)	04/11/16 18:22	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,8	25/10/16 17:45	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,005	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	27/10/16 11:05	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	26/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	97,4	26/10/16 11:09	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1464	27/10/16 16:16	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	38,0	25/10/16 17:19	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	8,77	25/10/16 17:30	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 6:34 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

347262811AS122806X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347262-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 347263-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-2
Lugar de Muestreo: Maipo (San José de Maipo)
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Isla de Maipo,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-2
Matriz: Aguas de río — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 25/10/2016 13:10:00 — **Recepción Laboratorio** 25/10/2016 17:16:02
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1,49	28/10/16 14:52	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,76	25/10/16 17:20	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/10/16 18:50	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,50	28/10/16 14:49	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	3,26	04/11/16 18:16	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,89(18,7°C)	04/11/16 18:22	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	170	25/10/16 17:45	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,003	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	27/10/16 11:05	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	26/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	104	26/10/16 11:09	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1128	27/10/16 16:16	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	129	25/10/16 17:19	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	30,5	25/10/16 17:30	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:35 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

347263811AS122812X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347263-01 2 / 2

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

* 3 4 7 2 6 3 8 1 1 A S 1 2 2 8 1 2 X *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347263-01 2 / 2

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 23/11/2016

350657231 1VV191209X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

350657-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 347650-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-4
Lugar de Muestreo: Isla de Maipo
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Isla de Maipo,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-4
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 26/10/2016 15:10:00
Recepción Laboratorio 26/10/2016 18:15:39
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1,49	02/11/16 10:06	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	2,61	26/10/16 18:30	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	27/10/16 09:05	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	3,55	27/10/16 17:22	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	6,16	07/11/16 19:13	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,92(18,8°C)	27/10/16 10:35	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	3,3E+3	26/10/16 18:45	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,107	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	28/10/16 11:22	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	27/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	152	26/10/16 18:28	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1210	27/10/16 16:16	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	54,0	26/10/16 18:18	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	7,02	26/10/16 18:30	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,3°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 3:34 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347650-01 1 / 2

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

347650811AS124151X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347650-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 347907-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-5
Lugar de Muestreo: Isla de Maipo
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Isla de Maipo,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-5
Matríz: Aguas de río — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 27/10/2016 11:40:00 — **Recepción Laboratorio** 27/10/2016 14:53:06
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,71	28/10/16 14:23	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	5,07	27/10/16 15:42	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	27/10/16 14:55	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,72	28/10/16 12:28	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	7,79	09/11/16 09:42	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,78(18,6°C)	28/10/16 15:35	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	02/11/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	330	27/10/16 15:25	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	02/11/16 10:44	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,067	07/11/16 18:06	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	07/11/16 11:44	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	02/11/16 10:23	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	28/10/16 13:09	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	176	28/10/16 10:29	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1182	07/11/16 10:04	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	41,0	27/10/16 15:10	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	0,85	27/10/16 15:00	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 3:45 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 10/11/2016

347907101 1A S162535X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347907-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 346923-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: AN-1
Lugar de Muestreo: Paine
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Paine,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: AN-1
Matriz: Aguas de río — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 24/10/2016 14:20:00 — **Recepción Laboratorio** 24/10/2016 16:38:47
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1,11	26/10/16 17:39	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	1,41	25/10/16 09:29	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/10/16 09:05	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,21	26/10/16 17:37	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	3,62	02/11/16 16:36	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,87(18,9°C)	25/10/16 17:00	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	130	24/10/16 17:10	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,004	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	27/10/16 11:05	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	26/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	132	25/10/16 11:39	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1125	27/10/16 16:15	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	201	24/10/16 17:01	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	13,3	24/10/16 16:45	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,9°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 2:50 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

* 3 4 6 9 2 3 8 1 1 A S 1 2 2 5 2 6 X *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

346923-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

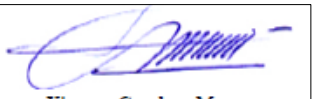
N° Informe 350656-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-1
Lugar de Muestreo: Río Mapocho, Camino a Darellones
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-1
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 15/11/2016 11:10:00
Recepción Laboratorio 15/11/2016 16:43:56
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Amonio	mg NH3/L	0,81	15/11/16 17:57	4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,53	15/11/16 17:04	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	16/11/16 09:56	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,81	18/11/16 10:25	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	3,34	22/11/16 18:14	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,07(18,1°C)	15/11/16 17:44	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	16/11/16 09:04	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2,0	15/11/16 17:15	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	<0,001	18/11/16 18:18	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	22/11/16 14:33	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	21/11/16 12:53	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	17/11/16 11:08	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	16/11/16 18:01	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	23,5	15/11/16 18:27	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	184	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	117	15/11/16 18:27	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	27,2	15/11/16 17:00	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 8,0°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 6:04 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 23/11/2016

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

350656-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 347649-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-2
Lugar de Muestreo: El Monte
Dirección: s/i
Ciudad / Región: El Monte,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-2
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 26/10/2016 14:10:00
Recepción Laboratorio 26/10/2016 18:15:39
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	4,44	02/11/16 10:06	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	4,84	26/10/16 18:30	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	0,96	27/10/16 09:05	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	8,63	27/10/16 17:22	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	14,4	07/11/16 19:13	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,41(18,6°C)	27/10/16 10:35	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	49,0	26/10/16 18:45	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,003	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,227	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	28/10/16 11:22	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	27/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	153	26/10/16 18:28	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	905	27/10/16 16:16	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	6,0	26/10/16 18:18	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	0,71	26/10/16 18:30	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.

Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,3°C

El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:34 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

347649811AS124147X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347649-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 346924-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: LA-1
Lugar de Muestreo: Camino a Farellones
Dirección: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: LA-1
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 24/10/2016 11:40:00
Recepción Laboratorio 24/10/2016 16:38:49
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1,45	26/10/16 17:39	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	1,85	25/10/16 09:29	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/10/16 09:05	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,77	26/10/16 17:37	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	4,62	02/11/16 16:36	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,86(18,8°C)	25/10/16 17:00	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	23,0	24/10/16 17:10	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,006	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	<0,005	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	27/10/16 11:05	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	26/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	129	25/10/16 11:39	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1110	27/10/16 16:15	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	62,0	24/10/16 17:01	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	24,9	24/10/16 16:45	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,9°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 5:30 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

* 3 4 6 9 2 4 8 1 1 A S 1 2 2 5 3 1 X *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

346924-01 2 / 2

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 347648-01

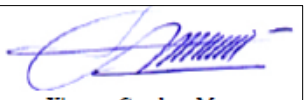
Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: PV-2
Lugar de Muestreo: Puangue
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: PV-2
Matriz: Aguas de rio — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 26/10/2016 11:10:00 — **Recepción Laboratorio** 26/10/2016 18:15:38
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	3,96	02/11/16 10:06	SM 4500-NH3D(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	9,45	26/10/16 18:30	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	0,56	27/10/16 09:05	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	6,17	27/10/16 17:22	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	16,2	07/11/16 19:13	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,50(18,7°C)	27/10/16 10:35	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	27/10/16 13:54	SM-450S2G(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,1E+3	26/10/16 18:45	SM-9221E(2)
Arsénico disuelto	mg As/L	0,005	28/10/16 14:47	SM-3114 C(2)
Cobre disuelto	mg Cu/L	0,318	02/11/16 12:07	SM-3120 B(2)
Hierro disuelto	mg Fe/L	<0,002	02/11/16 12:50	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	28/10/16 11:22	SM-5520 D(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	27/10/16 10:50	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	143	26/10/16 18:28	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1350	27/10/16 16:16	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	99,0	26/10/16 18:18	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	26,5	26/10/16 18:30	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,3°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 7:34 horas, para Coliformes Fecales

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 08/11/2016

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

347648-01 2 / 2

RED DE OBSERVACIÓN EM PUNTOS DONDE EXISTEN ESTACIONES DGA

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 351893-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: VOL-OBS
Lugar de Muestreo: VOL-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: VOL-OBS
Matriz: Aguas de río — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 21/11/2016 12:30:00 — **Recepción Laboratorio** 22/11/2016 15:23:04
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	22/11/2016 18:23:1	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,43	22/11/2016 17:02:5	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 17:03:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,57	25/11/2016 17:56:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,00	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	8,02(19,3°C)	22/11/2016 16:27:0	SM-4500HB(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	0,014	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	4	22/11/2016 15:40:1	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	0,14	22/11/2016 17:46:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	107	22/11/2016 12:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	86,0	22/11/2016 10:28:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 27:10 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

351893112AS132930X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl
351893-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351894-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: YESO-OBS
Lugar de Muestreo: YESO-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: YESO-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 21/11/2016 13:15:00
Recepción Laboratorio 22/11/2016 15:23:04
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	22/11/2016 18:23:1	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	22/11/2016 17:02:5	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 17:03:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,35	25/11/2016 17:56:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,35	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	8,26(19,2°C)	22/11/2016 16:27:0	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	25/11/2016 11:05:0	SM-450S2G(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	<0,002	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	3	22/11/2016 15:40:1	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	22/11/2016 17:46:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	81,5	22/11/2016 12:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	34,0	22/11/2016 10:28:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 26:25 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

351894112VV155125X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351894-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 351894-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: YESO-OBS
Lugar de Muestreo: YESO-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: YESO-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 21/11/2016 13:15:00
Recepción Laboratorio 22/11/2016 15:23:04
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	22/11/2016 18:23:1	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	22/11/2016 17:02:5	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 17:03:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,35	25/11/2016 17:56:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,35	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	8,26(19,2°C)	22/11/2016 16:27:0	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	25/11/2016 11:05:0	SM-450S2G(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	<0,002	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	3	22/11/2016 15:40:1	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	22/11/2016 17:46:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	81,5	22/11/2016 12:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	34,0	22/11/2016 10:28:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 26:25 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

351894112VV155125X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351894-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 351895-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: CLAR-OBS
Lugar de Muestreo: CLAR-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: CLAR-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 21/11/2016 15:40:00
Recepción Laboratorio 22/11/2016 15:23:04
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	22/11/2016 18:23:1	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	22/11/2016 17:02:5	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 17:03:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,50	25/11/2016 17:56:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,50	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,87(19,6°C)	22/11/2016 16:27:0	SM-4500HB(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	<0,002	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	4	22/11/2016 15:40:1	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	22/11/2016 17:46:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	33,1	22/11/2016 12:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	22/11/2016 10:28:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 24:00 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

351895112AS132934X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl
351895-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 352958-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: EA-OBS
Lugar de Muestreo: EA-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: EA-OBS
Matríz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 25/11/2016 12:35:00
Recepción Laboratorio 25/11/2016 17:49:29
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	26/11/2016 09:07:4	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	25/11/2016 18:44:3	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	26/11/2016 09:00:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,68	28/11/2016 18:10:1	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,68	12/12/2016 17:19:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,90(20,0°C)	25/11/2016 18:19:1	SM-4500HB(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	02/12/2016 16:25:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	02/12/2016 13:14:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	<0,002	02/12/2016 15:16:0	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	3	25/11/2016 18:20:0	SM-5210 B(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	245	25/11/2016 18:10:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	57,0	25/11/2016 17:52:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 5:45 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 12/12/2016

* 3 5 2 9 5 8 1 2 1 2 A S 1 8 2 6 3 6 X *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

352958-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351968-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales - Macro Zona Sur.
Identificación Cliente: EYL-OBS
Lugar de Muestreo: EYL-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: EYL-OBS
Matriz: Aguas de río — **Tipo de Muestreo:** Puntual
Término de Muestreo 22/11/2016 13:10:00 — **Recepción Laboratorio** 22/11/2016 17:47:38
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	23/11/2016 11:43:4	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,43	23/11/2016 09:07:1	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 18:19:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,58	25/11/2016 17:57:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,01	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	4,68(20,6°C)	22/11/2016 17:59:0	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	25/11/2016 11:05:0	SM-450S2G(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	0,020	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	0,299	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	22/11/2016 18:02:0	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	23/11/2016 16:29:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	2,4	23/11/2016 09:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	33,0	22/11/2016 17:58:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 4:52 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

* 3 5 1 9 6 8 1 1 2 V V 1 5 5 2 1 0 X *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351968-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351969-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales - Macro Zona Sur.
Identificación Cliente: FRA-OBS
Lugar de Muestreo: FRA-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: FRA-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 22/11/2016 13:50:00
Recepción Laboratorio 22/11/2016 17:47:38
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	23/11/2016 11:43:4	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,52	23/11/2016 09:07:1	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 18:19:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,31	25/11/2016 17:57:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,83	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,18(20,5°C)	22/11/2016 17:59:0	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	25/11/2016 11:05:0	SM-450S2G(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	0,174	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	4	22/11/2016 18:02:0	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	23/11/2016 16:29:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	14,5	23/11/2016 09:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	42,0	22/11/2016 17:58:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 4:12 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

351969112VV15521X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351969-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351967-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales - Macro Zona Sur.
Identificación Cliente: MOL-OBS
Lugar de Muestreo: MOL-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MOL-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 22/11/2016 12:30:00
Recepción Laboratorio 22/11/2016 17:47:37
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	23/11/2016 11:43:4	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,66	23/11/2016 09:07:1	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	22/11/2016 18:19:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,94	25/11/2016 17:57:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,60	30/11/2016 16:38:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,06(20,9°C)	22/11/2016 17:59:0	SM-4500HB(2)
Sulfuro	mg S=/L	<0,10	25/11/2016 11:05:0	SM-450S2G(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	29/11/2016 12:35:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	29/11/2016 12:41:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	0,062	30/11/2016 21:02:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	24/11/2016 10:34:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	3	22/11/2016 18:02:0	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	23/11/2016 16:29:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	17,4	23/11/2016 09:29:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	31,0	22/11/2016 17:58:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 5:32 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 01/12/2016

351967112VV155138X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351967-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 352959-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: ECO-OBS
Lugar de Muestreo: ECO-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: ECO-OBS
Matríz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 25/11/2016 14:15:00
Recepción Laboratorio 25/11/2016 17:49:29
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	26/11/2016 09:07:4	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,37	25/11/2016 18:44:3	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	26/11/2016 09:00:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,72	28/11/2016 18:10:1	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,09	12/12/2016 17:19:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	7,72(20,1°C)	25/11/2016 18:19:1	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	33,0	25/11/2016 18:15:0	SM-9221E(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	02/12/2016 16:25:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	02/12/2016 13:14:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	<0,002	02/12/2016 15:16:0	SM-3120 B(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	29/11/2016 09:50:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	2	25/11/2016 18:20:0	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	0,26	26/11/2016 10:52:1	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	40,5	25/11/2016 18:10:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	13,0	25/11/2016 17:52:2	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 3:59 horas, para Coliformes Fecales
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 4:05 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 12/12/2016

352959121 2AS18264 1X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

352959-01 1 / 1

RED DE OBSERVACIÓN EM PUNTOS DONDE NO EXISTEN ESTACIONES DGA

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso:	187/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP.
Fecha ingreso muestras:	13/09/2016
Fecha emisión del informe:	21/11/2016

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno					Cl^-	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}
				Temp.	pH	Conduct	Oxígeno Disuelto		Método SM 4500-Cl C	Método 4500-SO_4^{-2} E	Método SM 3111B	Método SM 3111B
				°C	25°C	µS/cm a 25°C	mg/l	% Sat	L.D: 0,4 mg/L	L.D: 1,1 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
1	AN1 - OBS	12/09/2016	11:00	14,10	8,00	476,0	10,10	101,2	36,0	90,0	57,0	14,10
2	MA3 - OBS	12/09/2016	13:00	10,20	8,00	1330,0	9,60	93,6	186,8	315,1	177,9	25,02
3	COL - OBS	12/09/2016	14:20	9,40	8,00	101,3	9,80	97,0	93,4	305,3	146,3	18,52
F.Análisis									06/10/2016	05/10/2016	14/11/2016	09/11/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 343 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO 224483862

PAG 1 de 5

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	187/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	13/09/2016
Fecha emisión del informe:	21/11/2016

N°	K^+	Na^+	Ag	As	As (Dis)	Cd	Cd (Dis)	Co	Cu	Cu (Dis)
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3114B	Método SM 3114B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	LD: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,04 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
1	2,2	22,3	*	0,003	0,002	< 0,01	< 0,01	*	< 0,01	< 0,01
2	6,4	153,7	*	0,019	0,004	< 0,01	< 0,01	*	0,04	< 0,01
3	3,4	89,4	*	0,012	0,008	< 0,01	< 0,01	*	< 0,01	< 0,01
F. Análisis	09/11/2016	11/11/2016		18/11/2016	18/11/2016	09/11/2016	13/10/2016		08/11/2016	07/10/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493962

PAG 2 de 5

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

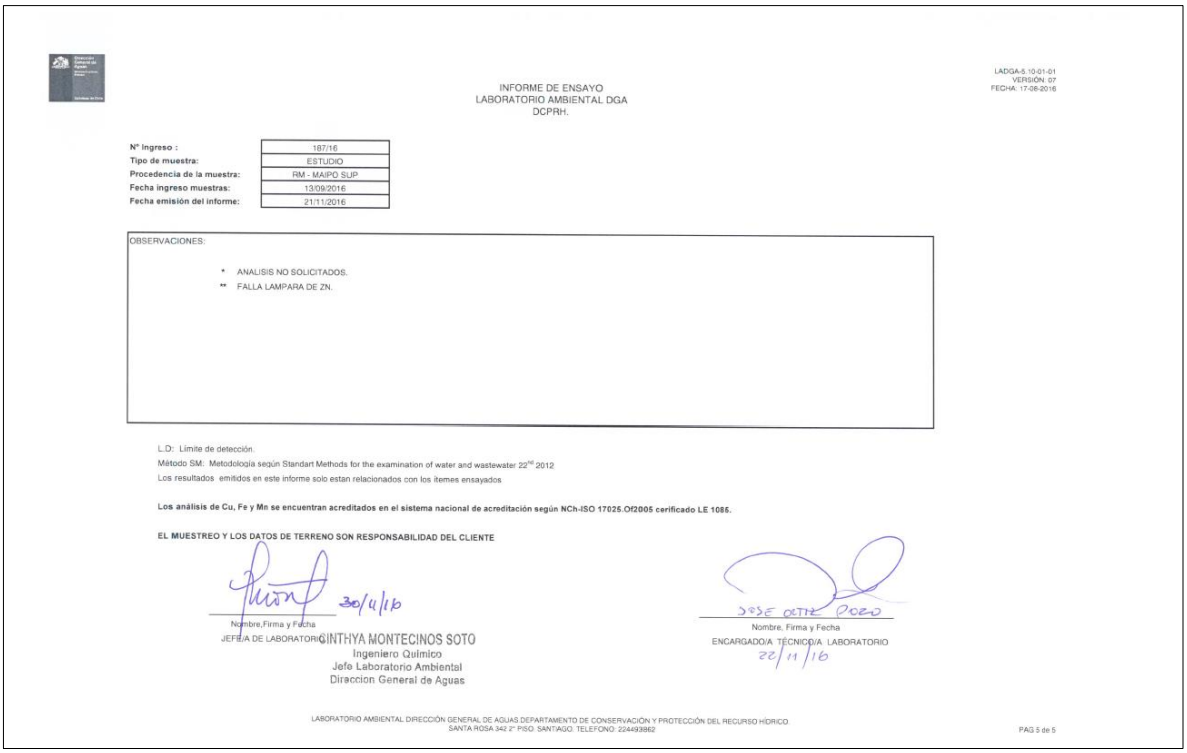
LADGA-5.10-01-01
VERSION: 07
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	187/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP.
Fecha ingreso muestras:	13/09/2016
Fecha emisión del informe:	21/11/2016

N°	Fe	Fe (Dis)	Ni	Ni (Dis)	Pb	Pb (Dis)	Se	Zn	Zn (Dis)	FOSFORO TOTAL
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3114B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	SM 4500-P J.
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	0,003 mg/L
1	0,56	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	**	< 0,01	0,076
2	23,83	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	**	< 0,01	0,978
3	1,56	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	**	< 0,01	0,095
F.Análisis	08/11/2016	17/10/2016	14/11/2016	13/10/2016	14/11/2016	17/10/2016			04/10/2016	22/09/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 3 de 5



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-06-2016

N° Ingreso :	187/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP.
Fecha ingreso muestras:	13/09/2016
Fecha emisión del informe:	21/11/2016

OBSERVACIONES:

* ANALISIS NO SOLICITADOS.
** FALLA LAMPARA DE ZN.

L.D: Límite de detección.
Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22ND 2012
Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados.

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 cerificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

30/11/16
Nombre,Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO CINTHYA MONTECINOS SOTO
Ingeniero Químico
Jefe Laboratorio Ambiental
Diraccion General de Aguas

JOSE OTTE PORO
Nombre, Firma y Fecha
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO
22/11/16

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 2244938962

PAG 5 de 5

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso:	189/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	14/09/2016
Fecha emisión del informe:	22/11/2016

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno					Cl⁻	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}
				Temp.	pH	Conduct	Oxigeno Disuelto		Método SM 4500-Cl C	Método 4500-SO_4^{-2} E	Método SM 3111B	Método SM 3111B
				°C	25°C	µS/cm a 25°C	mg/l	% Sat	L.D: 0,4 mg/L	L.D: 1,1 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
4	MA5 - OBS	13/09/2016	12:30	14,00	8,00	1401,0	9,00	88,8	164,7	295,5	181,2	22,76
5	MP2,3 - OBS	13/09/2016	14:50	215,50	7,80	1330,0	7,70	80,0	181,7	256,2	135,6	16,00
F.Análisis									06/10/2016	05/10/2016	14/11/2016	09/11/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELÉFONO: 224493962

PAG 1 de 4

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	189/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	14/09/2016
Fecha emisión del informe:	22/11/2016

N°	K^+	Na^+	As	As (disuelto)	Cd	Cd (disuelto)	Cu	Cu (disuelto)
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3114B	Método SM 3114B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	LD: 0,1 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
4	6,5	97,7	0,004	0,003	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
5	8,2	143,7	0,008	0,004	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
F. Análisis	09/11/2016	11/11/2016	18/11/2016	18/11/2016	13/10/2016	13/10/2016	07/10/2016	07/10/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS.DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 2 de 4

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

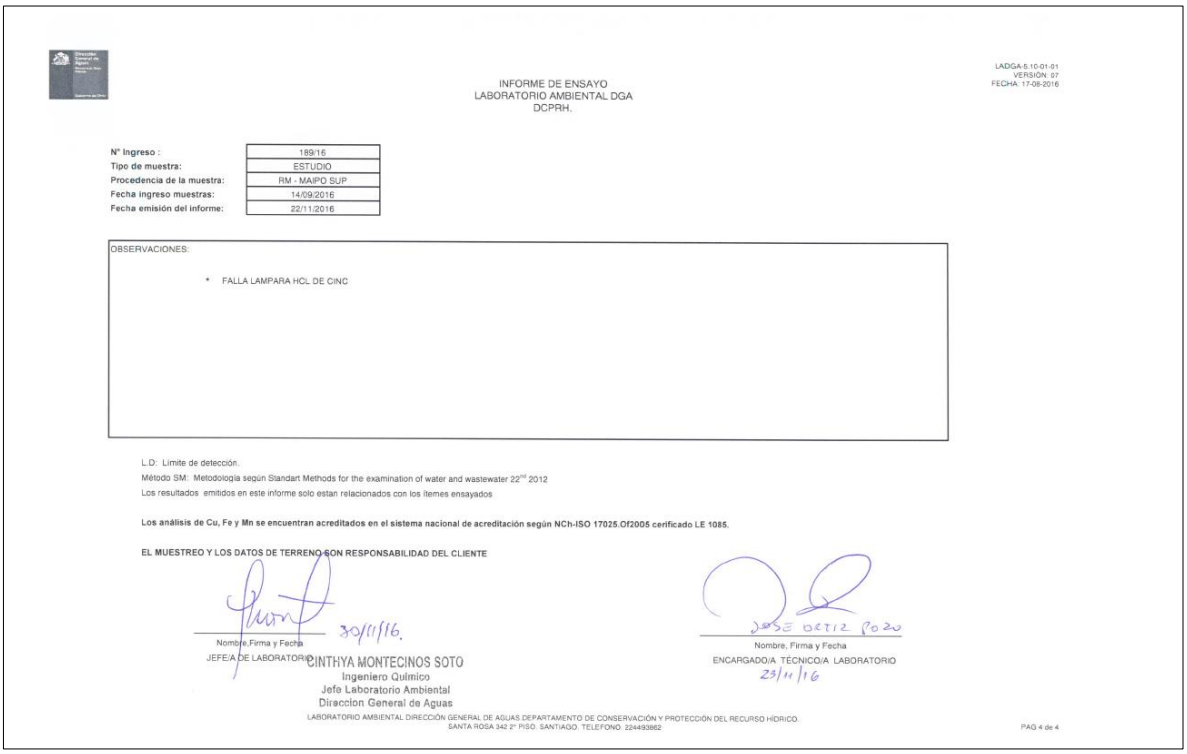
INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	189/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	14/09/2016
Fecha emisión del informe:	22/11/2016

N°	Fe	Fe (disuelto)	Ni	Ni (disuelto)	Pb	Pb (disuelto)	Zn	Zn Disuelto	FOSFORO TOTAL
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	SM 4500-P J.
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	0,003 mg/L
4	1,04	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	< 0,01	0,293
5	4,00	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	0,02	0,877
F.Análisis	17/10/2016	17/10/2016	13/10/2016	13/10/2016	17/10/2016	17/10/2016		04/10/2016	22/09/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 3 de 4



LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	189/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP.
Fecha ingreso muestras:	14/09/2016
Fecha emisión del informe:	22/11/2016

OBSERVACIONES:

* FALLA LAMPARA HCL DE CINC

L.D: Límite de detección.
Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22nd 2012
Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 cerificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

30/11/16.

Nombre,Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO

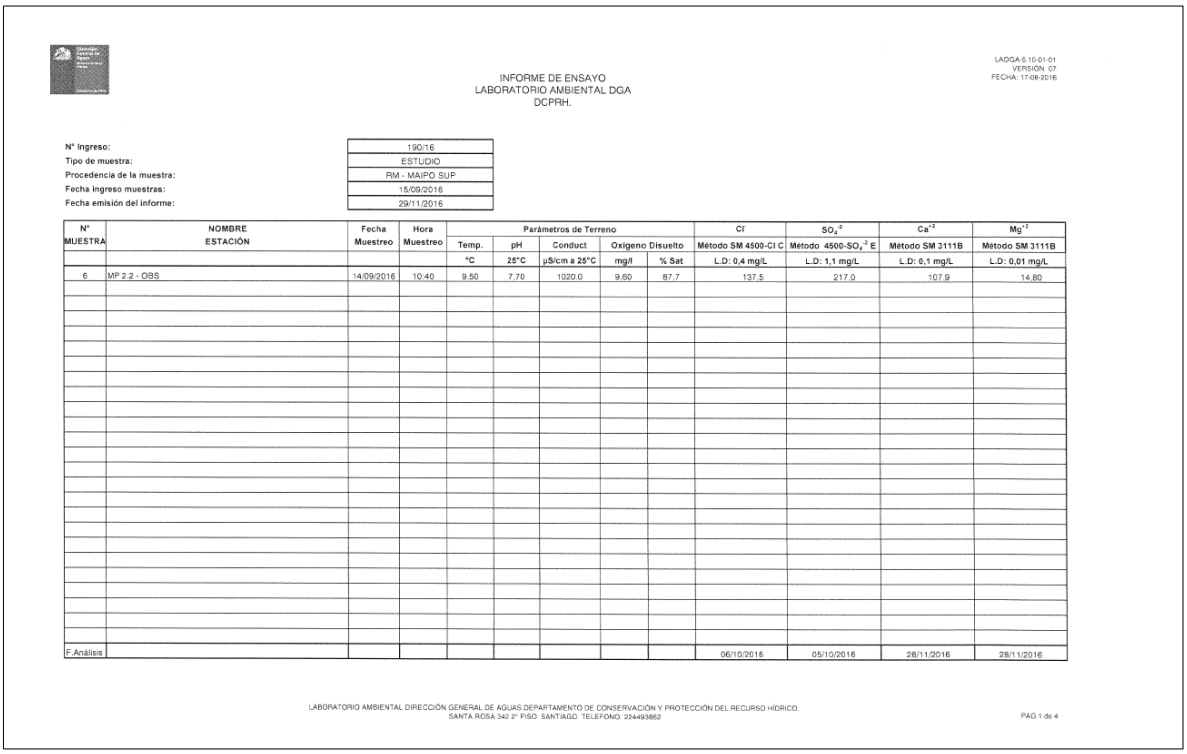
CINTHYA MONTECINOS SOTO
Ingeniero Químico
Jefe Laboratorio Ambiental
Diraccion General de Aguas

JOSE ORTIZ POZO

Nombre, Firma y Fecha
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO
23/11/16

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 4 de 4



LADGA 6.10.01-01
VERSION: 07
FECHA: 17-08-2016

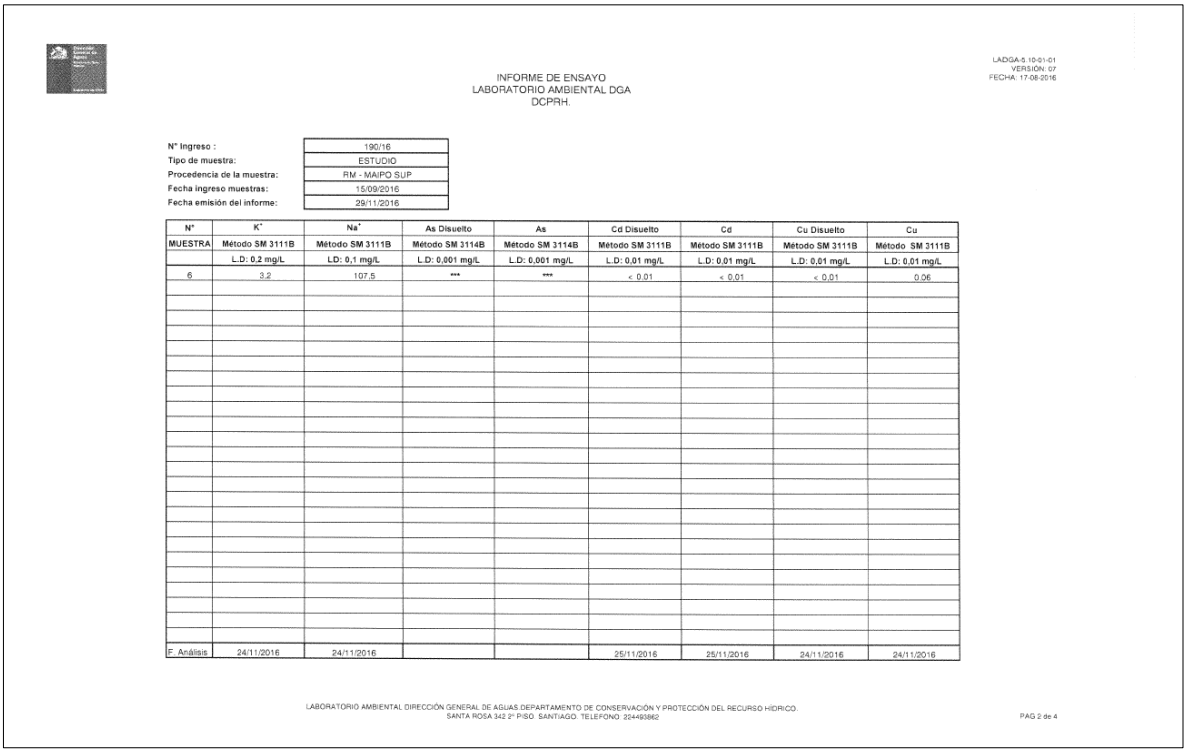
INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° ingreso:	190/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	15/09/2016
Fecha emisión del informe:	29/11/2016

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno					Cl⁻	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}
				Temp.	pH	Conduct	Oxígeno Disuelto		Método SM 4500-Cl C	Método 4500-SO_4^{-2} E	Método SM 3111B	Método SM 3111B
				°C	25°C	µS/cm a 25°C	mg/l	% Sat	L.D: 0,4 mg/L	L.D: 1,1 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
6	MP 2.2 - OBS	14/09/2016	10:40	9,50	7,70	1020,0	9,60	87,7	137,5	217,0	107,9	14,80
F.Análisis									06/10/2016	05/10/2016	28/11/2016	28/11/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 1 de 4



LADGA-S 10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

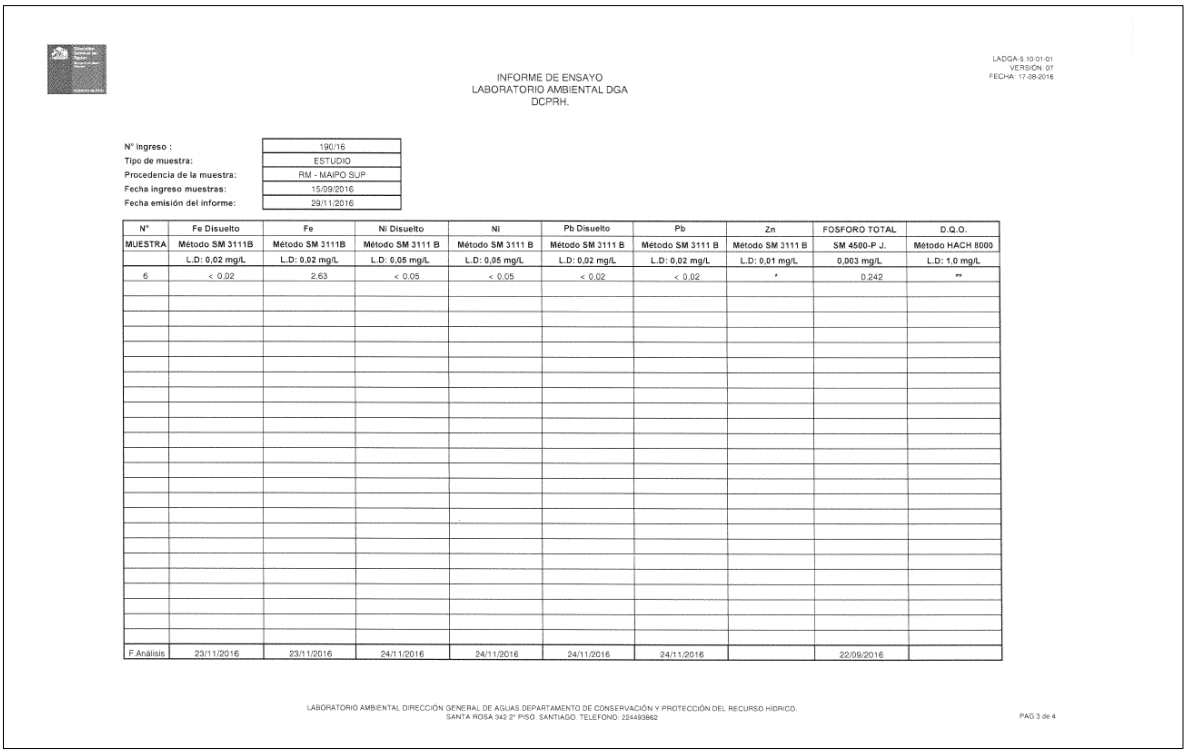
INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	190/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	15/09/2016
Fecha emisión del informe:	29/11/2016

N°	K*	Na*	As Disuelto	As	Cd Disuelto	Cd	Cu Disuelto	Cu
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3114B	Método SM 3114B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
6	3,2	107,5	***	***	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,06
F. Análisis	24/11/2016	24/11/2016			25/11/2016	25/11/2016	24/11/2016	24/11/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HIDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO 224493862

PAG 2 de 4



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-S 10-01-01
VERSION: 07
FECHA: 17-08-2016

N° ingreso :	190/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	15/09/2016
Fecha emisión del informe:	29/11/2016

N°	Fe Disuelto	Fe	Ni Disuelto	Ni	Pb Disuelto	Pb	Zn	FOSFORO TOTAL	D.Q.O.
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	SM 4500-P J.	Método HACH 8000
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	0,003 mg/L	L.D: 1,0 mg/L
6	< 0,02	2,63	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	0,242	**
F.Análisis	23/11/2016	23/11/2016	24/11/2016	24/11/2016	24/11/2016	24/11/2016		22/09/2016	

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HIDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 3 de 4

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	190/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM - MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	15/09/2016
Fecha emisión del informe:	29/11/2016

OBSERVACIONES:

* FALLA LAMPARA DE ZN.
** ANALISIS NO SOLICITADO.
*** FALLA EQUIPO EAA 1100B.

L.D: Límite de detección.
Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22nd 2012
Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 cerificado LE 1085.

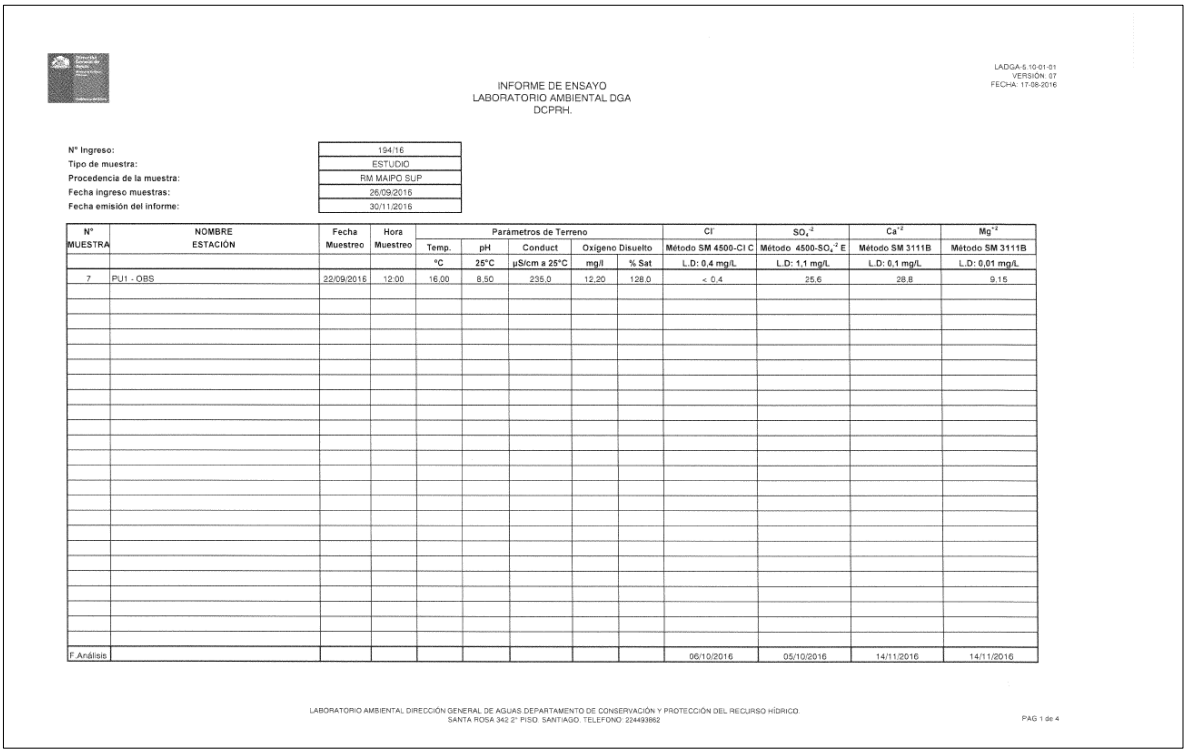
EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

1/12/16
Nombre Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO
CINTHYA MONTECINOS SOTO
Ingeniero Químico
Jefe Laboratorio Ambiental
Dirección General de Aguas

Nombre, Firma y Fecha
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO
29/11/16

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 4 de 4



LADGA-5.10-01-01
VERSION: 07
FECHA: 17-08-2016

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso:	194/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM MAIPO SUP.
Fecha ingreso muestras:	26/09/2016
Fecha emisión del informe:	30/11/2016

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno					Cl⁻	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}
				Temp.	pH	Conduct	Oxigeno Disuelto		Método SM 4500-Cl C	Método 4500-SO_4^{-2} E	Método SM 3111B	Método SM 3111B
				°C	25°C	µS/cm a 25°C	mg/l	% Sat	L.D: 0,4 mg/L	L.D: 1,1 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
7	PU1 - OBS	22/09/2016	12:00	16,00	8,50	235,0	12,20	128,0	< 0,4	25,6	28,8	9,15
F.Análisis									06/10/2016	05/10/2016	14/11/2016	14/11/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 1 de 4

LADGA-S 10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

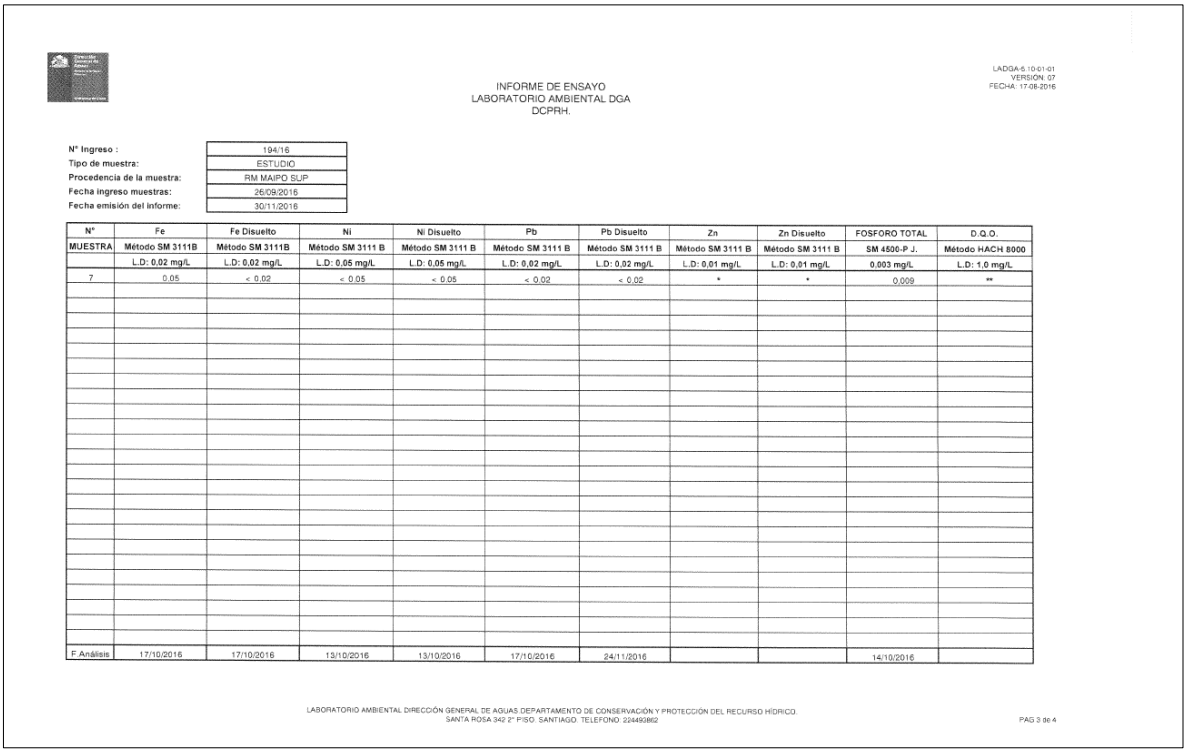
INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	194/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	26/09/2016
Fecha emisión del informe:	30/11/2016

N°	K+	Na+	As Disuelto	As	Cd Disuelto	Cd	Cu Disuelto	Cu
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3114B	Método SM 3114B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	LD: 0,1 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
7	0,4	20,7	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
F. Análisis	15/11/2016	15/11/2016	18/11/2016	18/11/2016	13/10/2016	13/10/2016	07/10/2016	07/10/2016

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 2 de 4



LADGA-6.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

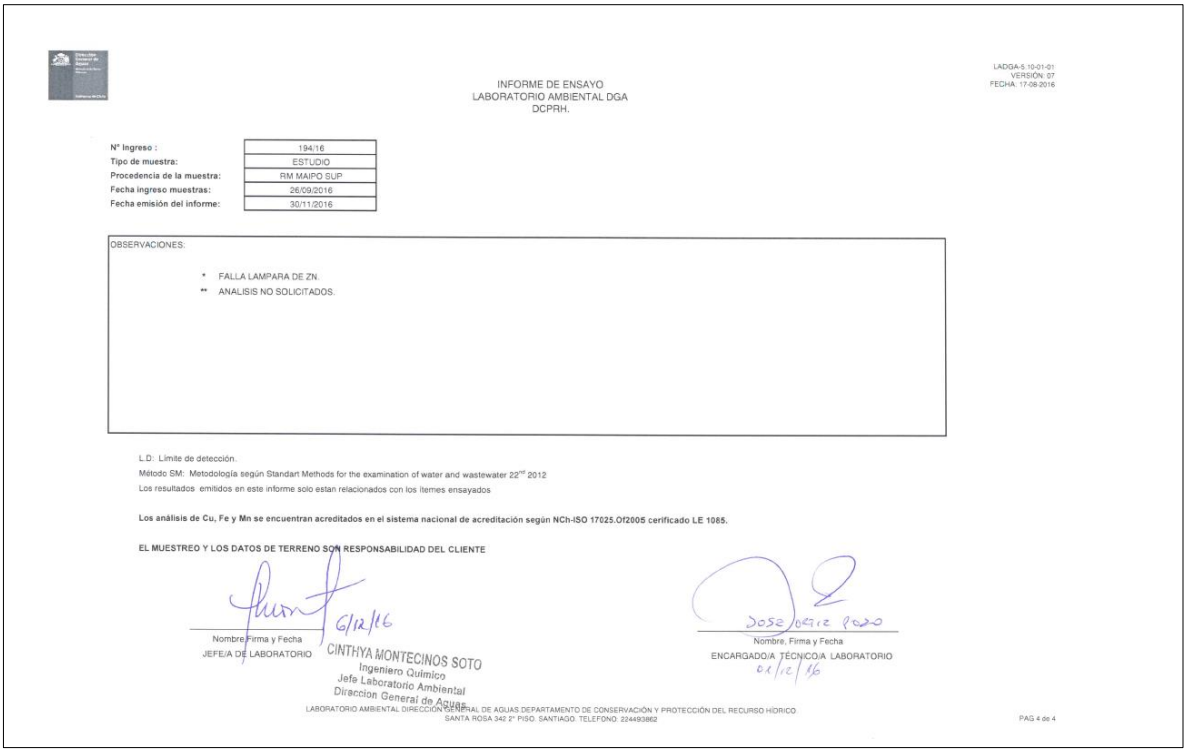
INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

N° Ingreso :	194/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	26/09/2016
Fecha emisión del informe:	30/11/2016

N°	Fe	Fe Disuelto	Ni	Ni Disuelto	Pb	Pb Disuelto	Zn	Zn Disuelto	FOSFORO TOTAL	D.Q.O.
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	SM 4500-P J.	Método HACH 8000
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	0,003 mg/L	L.D: 1,0 mg/L
7	0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	*	*	0,009	**
F.Análisis	17/10/2016	17/10/2016	13/10/2016	13/10/2016	17/10/2016	24/11/2016			14/10/2016	

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
SANTA ROSA 342 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 224493862

PAG 3 de 4



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO AMBIENTAL DGA
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01
VERSIÓN: 07
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	194/16
Tipo de muestra:	ESTUDIO
Procedencia de la muestra:	RM MAIPO SUP
Fecha ingreso muestras:	26/09/2016
Fecha emisión del informe:	30/11/2016

OBSERVACIONES:

* FALLA LAMPARA DE ZN.
** ANALISIS NO SOLICITADOS.

L.D: Límite de detección.
Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22ND 2012
Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 cerificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

6/12/16
Nombre Firma y Fecha
JEFE/A DE LABORATORIO
CINTHYA MONTECINOS SOTO
Ingeniero Quimico
Jefe Laboratorio Ambiental
Direccion General de Aguas

JOSE 06/12/2016
Nombre, Firma y Fecha
ENCARGADO/A TECNICO/A LABORATORIO
06/12/16

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO
SANTA ROSA 340 2° PISO. SANTIAGO. TELEFONO: 2244939862

PAG 4 de 4

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 351115-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-3-OBS
Lugar de Muestreo: Río Maipo
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-3-OBS
Matríz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 17/11/2016 13:18:00
Recepción Laboratorio 17/11/2016 16:47:05
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	18/11/16 09:09	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	18/11/16 09:03	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,37	22/11/16 12:23	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,37	25/11/16 11:37	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	25/11/16 18:22	SM-4110 B(2)
pH	unidad	8,22(19,7°C)	17/11/16 16:56	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	23,0	17/11/16 17:45	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	21/11/16 10:39	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	17/11/16 16:59	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	18/11/16 17:48	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	111	18/11/16 09:20	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	390	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	7,0	17/11/16 16:58	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,53	17/11/16 17:00	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 3:41 horas.
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:27 horas, para Coliformes Fecales

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 25/11/2016

351115251VV18545X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351115-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 355499-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MA-5-OBS
Lugar de Muestreo: MA-5-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MA-5-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 12/12/2016 18:08:00
Recepción Laboratorio 13/12/2016 08:57:45
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	7,15	13/12/2016 09:09:4	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	0,20	13/12/2016 09:00:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,67	15/12/2016 15:30:4	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	10,0	22/12/2016 17:26:0	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	23/12/2016 09:18:0	SM-4110 B(2)
pH	unidad	8,11(18,9°C)	13/12/2016 12:12:0	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	220	13/12/2016 10:30:0	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	15/12/2016 10:11:0	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	4	13/12/2016 12:15:2	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	0,12	13/12/2016 09:08:0	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	188	13/12/2016 09:58:0	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	1156	13/12/2016 17:12:3	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	169	13/12/2016 09:09:2	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	56,3	13/12/2016 09:10:0	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 8,5°C
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18:07 horas.
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 16:21 horas, para Coliformes Fecales

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 23/12/2016

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

355499-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 351116-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: AN1-OBS
Lugar de Muestreo: Río Maipo
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: AN1-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 17/11/2016 15:22:00
Recepción Laboratorio 17/11/2016 16:47:05
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	0,69	18/11/16 09:09	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	18/11/16 09:03	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,51	22/11/16 12:23	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,20	25/11/16 11:37	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	25/11/16 18:22	SM-4110 B(2)
pH	unidad	8,22(18,1°C)	17/11/16 16:56	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	4,5	17/11/16 17:45	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	21/11/16 10:39	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	17/11/16 16:59	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	18/11/16 17:48	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	78,6	18/11/16 09:20	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	616	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	172	17/11/16 16:58	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	3,91	17/11/16 17:00	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 1:37 horas.
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 2:23 horas, para Coliformes Fecales

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 25/11/2016

351116251VV18550 4X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351116-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351376-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-2.2-OBS
Lugar de Muestreo: Río Mapocho
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-2.2-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 18/11/2016 14:20:00
Recepción Laboratorio 18/11/2016 17:09:26
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	18/11/16 18:42	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	19/11/16 09:22	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,90	24/11/16 17:19	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,90	28/11/16 18:50	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	25/11/16 18:22	SM-4110 B(2)
pH	unidad	7,74(20,8°C)	18/11/16 17:24	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	130	18/11/16 19:00	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	22/11/16 10:21	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	18/11/16 17:29	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	19/11/16 10:18	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	108	19/11/16 12:32	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	206	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	13,0	18/11/16 17:24	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	5,41	18/11/16 17:15	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.

Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 8,7°C

El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:40 horas, para Coliformes Fecales

El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 3:09 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 29/11/2016

351376291ASI02466X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351376-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351376-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-2.2-OBS
Lugar de Muestreo: Río Mapocho
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-2.2-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 18/11/2016 14:20:00
Recepción Laboratorio 18/11/2016 17:09:26
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	18/11/16 18:42	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	19/11/16 09:22	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,90	24/11/16 17:19	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,90	28/11/16 18:50	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	25/11/16 18:22	SM-4110 B(2)
pH	unidad	7,74(20,8°C)	18/11/16 17:24	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	130	18/11/16 19:00	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	22/11/16 10:21	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	18/11/16 17:29	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	19/11/16 10:18	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	108	19/11/16 12:32	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	206	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	13,0	18/11/16 17:24	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	5,41	18/11/16 17:15	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 8,7°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:40 horas, para Coliformes Fecales
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 3:09 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 29/11/2016

351376291 1AS102446X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351376-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 351376-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: MP-2.2-OBS
Lugar de Muestreo: Río Mapocho
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: MP-2.2-OBS
Matríz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 18/11/2016 14:20:00
Recepción Laboratorio 18/11/2016 17:09:26
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	<0,20	18/11/16 18:42	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	19/11/16 09:22	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,90	24/11/16 17:19	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	1,90	28/11/16 18:50	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	25/11/16 18:22	SM-4110 B(2)
pH	unidad	7,74(20,8°C)	18/11/16 17:24	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	130	18/11/16 19:00	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	22/11/16 10:21	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	18/11/16 17:29	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	19/11/16 10:18	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	108	19/11/16 12:32	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	206	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	13,0	18/11/16 17:24	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	5,41	18/11/16 17:15	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 8,7°C
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 4:40 horas, para Coliformes Fecales
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 3:09 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 29/11/2016

351376291 1AS1024 46X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

351376-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 351114-01

Hidrolab

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: CAL-OBS
Lugar de Muestreo: Río Maipo
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: CAL-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 17/11/2016 11:45:00
Recepción Laboratorio 17/11/2016 16:47:05
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Nitrato	mg NO3-N/L	1,52	18/11/16 09:09	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	18/11/16 09:03	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,36	22/11/16 12:23	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,88	25/11/16 11:37	SM-4500NA(7)
Ortofosfato	mg PO4/L	<1,00	25/11/16 18:22	SM-4110 B(2)
pH	unidad	8,19(19,6°C)	17/11/16 16:56	SM-4500HB(2)
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	240	17/11/16 17:45	SM-9221E(2)
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	21/11/16 10:39	SM-5520 D(2)
DBO5	mg/L	<2	17/11/16 16:59	SM-5210 B(2)
Detergentes aniónicos	mg SAAM/L	<0,10	18/11/16 17:48	SM-5540C(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	88,7	18/11/16 09:20	SM-2320 B(2)
Sólidos disueltos totales	mg/L	796	21/11/16 18:54	SM-2540 C(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	819	17/11/16 16:58	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	431	17/11/16 17:00	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
Temperatura recepción de muestras bacteriológicas: 7,4°C
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 5:14 horas.
El tiempo entre toma de muestra y análisis es de 6:00 horas, para Coliformes Fecales

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 25/11/2016

351114251vv18543X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl
351114-01 1 / 1

PUNTO NUEVO COL1-OBS

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 352747-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Aguas Superficiales
Identificación Cliente: COL1-OBS
Lugar de Muestreo: COL1-OBS
Dirección: s/i
Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana
Punto de Muestreo: COL1-OBS
Matriz: Aguas de río
Tipo de Muestreo: Puntual
Término de Muestreo 24/11/2016 14:40:00
Recepción Laboratorio 25/11/2016 08:55:10
Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Fosfatos	mg PO4/L	<1,0	25/11/2016 09:00:4	SM-4110B(2)
Nitrato	mg NO3-N/L	0,46	25/11/2016 09:09:5	SM-4110 B(2)
Nitrito	mg NO2-N/L	<0,10	25/11/2016 09:00:4	SM-4110 B(2)
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	2,24	25/11/2016 10:48:0	SM-4500NC(2)
Nitrógeno Total	mg N/L	2,70	05/12/2016 16:08:0	SM-4500NA(7)
pH	unidad	8,09(18,3°C)	25/11/2016 09:12:0	SM-4500HB(2)
Niquel disuelto	mg Ni/L	<0,005	02/12/2016 16:25:0	SM-3120 B(2)
Plomo disuelto	mg Pb/L	<0,010	02/12/2016 13:14:0	SM-3120 B(2)
Cinc disuelto	mg Zn/L	<0,002	02/12/2016 15:16:0	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	2	25/11/2016 09:13:0	SM-5210 B(2)
Alcalinidad	mg CaCO3/L	67,0	25/11/2016 09:03:0	SM-2320 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	121	25/11/2016 09:28:4	SM-2540 D(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(7) Nitrógeno Total corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L N.
El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18:33 horas.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

Fecha Emisión Informe: 09/12/2016

* 3 5 2 7 4 7 9 1 2 A S 1 7 1 7 4 8 X *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

352747-01 1 / 1

ANEXO Nº 3
DATOS HISTORICOS

Tabla Nº 36
Resultados históricos de análisis químico en agua

PARÁMETRO	Unidad	MA-1					MA-2					MA-3					MA-4				
		Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016
Nitrógeno Amoniacal	mg/L				0,14	1,10				0,25	1,49		<0,03	<0,03	0,2	0,79	1,10	<0,03	<0,03	0,2	1,49
Nitrato	mg/L				0,24	0,59				0,21	0,76				0,41	0,36				0,5	2,61
Nitrito	mg/L				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L				2,14	1,98				2,99	2,50	0,9	1,0		3,29	2,46	3,5	3,5	1,2	1,88	3,55
Nitrógeno Total	mg/L				2,38	2,57				3,2	3,26				3,7	2,82				2,38	6,16
Sulfuro	mg/L				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10
Coliformes fecales	NMP/100				200	<1,8				20	170				230	130	>1600	>1600	500000	79	3,3x103
Arsénico disuelto	mg/L				0,008	0,005				0,004	0,003				0,004	0,003				0,004	0,004
Cobre disuelto	mg/L				<0,005	<0,005				<0,005	<0,005				<0,005	<0,005				<0,005	0,107
Hierro disuelto	mg/L				<0,002	<0,002				<0,002	<0,002				<0,002	<0,002				<0,002	<0,002
Aceites y grasas	mg/L				<5,0	<5,0				<5,0	<5,0				<5,0	<5,0	<10	<10	<10	<5,0	<5,0
Detergentes aniónicos	mg/L				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10
Alcalinidad	mg/L	76,7	95,5	119	94,7	97,4	109	77,5	123	88,9	104	144	72,0	180	107	84,3	144	144	160	119	152
Sólidos disueltos Totales	mg/L				1426	1464				1140	1128	185	506	552	1072	784				814	1210
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	7	390	454	139	38,0	184	536	548	65	129	185	1233	899	517	963	62	62	625	181	54,0
Turbiedad	NTU				53,2	8,77				19,9	30,5		1400	900	382	1134				64,7	7,02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 37
Resultados históricos de análisis químico en agua (continuación)

PARÁMETRO	Unidad	MA-5					AN-1					MP-1					MP-2				
		Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	0,15	0,71				0,14	1,11	<0,03	<0,03	<0,03	0,14	0,81	<0,03	<0,03	<0,03	0,69	4,44
Nitrato	mg/L				9,16	5,07				3,97	1,41				1,12	0,53				8,5	4,84
Nitrito	mg/L				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	0,96
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	7,6	7,6	3,8	2,48	2,72	2,8	2,3	3	2,2	2,21				2,2	2,81	8,4	6,6	11,5	6,14	8,63
Nitrógeno Total	mg/L				11,6	7,79				6,17	3,62				3,32	3,34				14,6	14,4
Sulfuro	mg/L				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10				<0,10	<0,10
Coliformes fecales	NMP/100	>1600	>1600	33	79	330	>1600	>1600	140	33	130	17	>1600	33	13	2,0	>1600	>1600	350	13	49
Arsénico disuelto	mg/L				0,005	0,004				0,004	0,004				0,002	<0,001				0,005	0,003
Cobre disuelto	mg/L				<0,005	0,067				<0,005	<0,005				0,022	<0,005				0,014	0,227
Hierro disuelto	mg/L				<0,002	<0,002				<0,002	<0,002				0,131	<0,002				<0,002	<0,002
Aceites y grasas	mg/L	<10	<10	<10	<5,0	<5,0	<10	<10	<10	<5,0	<5,0				<5,0	<5,0	<10	<10	<10	<5,0	<5,0
Detergentes aniónicos	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10				<0,10	<0,10	<0,1	<10	<0,1	<0,10	<0,10
Alcalinidad	mg/L	161	161	162	104	176	138	101	166	112	132	45,8	29,7	29,7	40	23,5	161	193	146	125	153
Sólidos disueltos Totales	mg/L	1007	1007	813	980	1182				636	1125				150	184	989	989	691	1144	905
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	56	56	397	110	41,0	116	234	364	92	201	61	422	83	208	117	13	13	249	87	6,0
Turbiedad	UNT	34	34	450	18,6	0,85				30,3	13,3				54,4	27,2	5,2	5,2	230	19,1	0,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 38
Resultados históricos de análisis químico en agua (continuación)

PARÁMETRO	Unidad	LA-1					PU-1					PU-2				
		Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	2016	2016
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	0,15	1,45									0,13	3,96
Nitrato	mg/L				1,66	1,85									14,4	9,45
Nitrito	mg/L				<0,10	<0,10									<0,10	0,56
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	1,8	1,8	1,8	4,03	2,77	1,0	1,0	0,5			8,4	8,3	9,3	5,29	6,17
Nitrógeno Total	mg/L				5,69	4,62									19,7	16,2
Sulfuro	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,10	<0,10									<0,10	<0,10
Coliformes fecales	NMP/100	240	240	350	23	23	49	49	23			>1600	>1600	1300	49	$1{,}1x10^3$
Arsénico disuelto	mg/L				0,006	0,006									0,004	0,005
Cobre disuelto	mg/L				0,012	<0,005									<0,005	0,318
Hierro disuelto	mg/L				<0,002	<0,002									<0,002	<0,002
Aceites y grasas	mg/L	<10	<10	<10	<5,0	<5,0	<10	<10	<10			<10	<10	<10	<5,0	<5,0
Detergentes aniónicos	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1			<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10
Alcalinidad	mg/L	156	156	180	128	129	106	106	125			161	160	178	113	143
Sólidos disueltos Totales	mg/L	901	901	1023	918	1110									1188	1350
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	101	101	162	108	62,0	<5	<5	35			64	88	53	100	99,0
Turbiedad	UNT	80	80	190	30,2	24,9									26,4	26,5

Fuente: Elaboración Propia. PU-1: Sin agua año 2016

ANEXO Nº 4
INFORMES ENSAYOS ECOTOXICOLOGICOS

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

1 de 9

INFORME DE BIOENSAYOS DE TOXICIDAD

Código Informe: LB-BIOE-R-05/2671 Fecha: 28 de noviembre de 2016

CODIGO MUESTRAS (INTERNO) : LB-BIOE-R-02/3693 – (LA-1-R1)
LB-BIOE-R-02/3694 – (LA-1-R2)
LB-BIOE-R-02/3695 – (LA-1-R3)
LB-BIOE-R-02/3696 – (AN-1-R1)
LB-BIOE-R-02/3697 – (AN-1-R2)
LB-BIOE-R-02/3698 – (AN-1-R3)
LB-BIOE-R-02/3702 – (MA-1-R1)
LB-BIOE-R-02/3703 – (MA-1-R2)
LB-BIOE-R-02/3704 – (MA-1-R3)
LB-BIOE-R-02/3705 – (MA-2-R1)
LB-BIOE-R-02/3706 – (MA-2-R2)
LB-BIOE-R-02/3707 – (MA-2-R3)
LB-BIOE-R-02/3708 – (MA-3-R1)
LB-BIOE-R-02/3709 – (MA-3-R2)
LB-BIOE-R-02/3710 – (MA-3-R3)
LB-BIOE-R-02/3717 – (MA-4-R1)
LB-BIOE-R-02/3718 – (MA-4-R2)
LB-BIOE-R-02/3719 – (MA-4-R3)
LB-BIOE-R-02/3720 – (PU-2-R1)
LB-BIOE-R-02/3721 – (PU-2-R2)
LB-BIOE-R-02/3722 – (PU-2-R3)
LB-BIOE-R-02/3723 – (MP-2-R1)
LB-BIOE-R-02/3724 – (MP-2-R2)
LB-BIOE-R-02/3725 – (MP-2-R2)
LB-BIOE-R-02/3726 – (MA-5-R1)
LB-BIOE-R-02/3727 – (MA-5-R2)
LB-BIOE-R-02/3728 – (MA-5-R3)

SOLICITADO POR : Claudio Santibañez (Algoritmos)
TIPO DE BIOENSAYO : Toxicidad crónica
ESPECIE : *Selenastrum capricornutum*
RESPUESTA MEDIDA : Inhibición tasa de crecimiento de la población
FECHAS INICIO BIOENSAYOS : Nº 1 = 25 de octubre de 2016
Nª 2 = 26 de octubre de 2016
Nª 3 = 2 de noviembre de 2016
TIEMPO DE EXPOSICION : 96 horas
TIPO DE MUESTRA : Agua del río Maipo

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

2 de 9

CONDICIONES EXPERIMENTALES DEL BIOENSAYO

VOLUMEN / UNIDAD EXP.	:	50 ml
DENSIDAD CELULAR INICIAL	:	10.000 céls.ml^{-1}
TIPO DE CULTIVO	:	Estático
DENSIDAD DE FLUJO FOTONICO	:	110 µmol m^{-2} s^{-1}
FOTOPERIODO	:	Iluminación continua
AIREACION	:	No, agitación manual 2 veces al día
TEMPERATURA EXPOSICIÓN	:	20 ± 1°C
NUMERO REPLICAS	:	3
PARAMETRO MEDIDO	:	Densidad celular (céls.ml^{-1})
NUMERO DE TRATAMIENTOS	:	29 (Control y 28 muestras de agua al 100 % de concentración)
AGUA DE DILUCION	:	Medio EPA X 5 en agua dulce

RESUMEN DE LA METODOLOGIA DEL BIOENSAYO

El protocolo de este bioensayo se basa en la Norma Chilena Oficial NCh2706.Of2002: Calidad de agua – Bioensayo de inhibición del crecimiento de algas en agua dulce con *Selenastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapitata*).

RESULTADOS:

- Bioensayo Nº 1:

El resultado del bioensayo de toxicidad crónica con *Selenastrum capricornutum* expuesta a las muestras de agua del río Maipo se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Tasa de crecimiento (k, div./día) de *Selenastrum capricornutum* en agua de río. El valor de k del control se considera como 100 %.

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1}) x 10^5	k (div.día^{-1})	% k	% inhibición de k	% activación de k
Control	1	11,67				
	2	13,59				
	3	13,86				
Prom		**13,04**	**1,76**	**100**	-	-
LA-1-R1	1	9,43				
	2	11,16				
	3	8,31				
Prom		**9,63**	**1,65**	**93,6**	**6,4**	--

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

LA-1-R2	1	8,71				
	2	8,96				
	3	9,97				
Prom		**9,21**	**1,63**	**92,6**	**7,4 ***	-
LA-1-R3	1	8,55				
	2	8,78				
	3	11,26				
Prom		**9,53**	**1,64**	**93,2**	**6,8**	-
AN-1-R1	1	12,03				
	2	12,47				
	3	9,33				
Prom		**11,28**	**1,70**	**96,6**	**3,4**	-
AN-1-R2	1	11,19				
	2	13,87				
	3	11,61				
Prom		**12,22**	**1,73**	**98,5**	**1,5**	-
AN-1-R3	1	9,03				
	2	13,74				
	3	11,14				
Prom		**11,30**	**1,71**	**96,9**	**3,1**	-

Las muestras de agua tuvieron una leve inhibición del crecimiento de la microalga. Solo la muestra LA-1-R2, con una diferencia de 7,4 % en el crecimiento respecto al control, fue estadísticamente distinta (Anexo 1).

- Bioensayo Nº 2:

El resultado del 2ª bioensayo de toxicidad crónica con *Selenastrum capricornutum* expuesta a las muestras de agua del río Maipo se presenta en la tabla 2.

Tabla 2: Tasa de crecimiento (k, div./día) de *Selenastrum capricornutum* en agua de río. El valor de k del control se considera como 100 %.

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1}) x 10^5	k (div.$día^{-1}$)	% k	% inhibición de k	% activación de k
Control	1	9,27				
	2	10,03				
	3	8,92				
Prom		**9,41**	**1,64**	**100**	-	--
MA-1-R1	1	6,59				
	2	7,10				
	3	6,66				

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Prom		**6,78**	**1,52**	**92,7**	**7,3 ***	-
MA-1-R2	1	6,43				
	2	6,55				
	3	6,73				
Prom		**6,57**	**1,51**	**92,0**	**8,0 ***	-
MA-1-R3	1	10,30				
	2	9,24				
	3	10,26				
Prom		**9,93**	**1,66**	**101,1**	-	**1,1**
MA-2-R1	1	9,66				
	2	9,50				
	3	10,16				
Prom		**9,77**	**1,65**	**100,8**		**0,8**
MA-2-R2	1	9,42				
	2	10,02				
	3	10,26				
Prom		**9,90**	**1,66**	**101,0**		**1,0**
MA-2-R3	1	8,07				
	2	9,37				
	3	10,44				
Prom		**9,29**	**1,63**	**99,76**	**0,3**	
MA-3-R1	1	8,15				
	2	9,13				
	3	10,52				
Prom		**9,27**	**1,63**	**99,6**	**0,4**	
MA-3-R2	1	8,90				
	2	8,63				
	3	9,66				
Prom		**9,06**	**1,62**	**99,1**	**0,9**	
MA-3-R3	1	9,79				
	2	8,78				
	3	9,29				
Prom		**9,29**	**1,63**	**99,6**	**0,4**	

Seis de las nueve muestras de este grupo generaron una leve inhibición del crecimiento microalgal pero solo 2 son significativamente diferentes al control, MA-1-R1 y MA-1-R2 (Anexo 2).

- Bioensayo Nº 3:

El resultado del 3º bioensayo de toxicidad crónica con *Selenastrum capricornutum* expuesta a las muestras de agua del río Maipo se presenta en la tabla 3.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Tabla 3: Tasa de crecimiento (k, div./día) de *Selenastrum capricornutum* en agua de río. El valor de k del control se considera como 100 %.

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1}) x 10^5	k (div.$día^{-1}$)	% k	% inhibición de k	% activación de k
Control	1	9,41				
	2	10,47				
	3	8,91				
Prom		**9,60**	**1,65**	**100**	--	--
MA-4-R1	1	12,43				
	2	13,00				
	3	10,56				
Prom		**12,00**	**1,73**	**104,6**		**4,6**
MA-4-R2	1	9,89				
	2	11,21				
	3	9,75				
Prom		**10,28**	**1,67**	**101,3**		**1,3**
MA-4-R3	1	11,63				
	2	13,00				
	3	12,95				
Prom		**12,53**	**1,74**	**105,6**		**5,6**
PU-2-R1	1	9,05				
	2	9,28				
	3	10,70				
Prom		**9,68**	**1,65**	**100**	**0**	**0**
PU-2-R2	1	7,49				
	2	8,60				
	3	7,56				
Prom		**7,88**	**1,57**	**95,5**	**4,5 ***	
PU-2-R3		7,41				
		9,24				
		8,69				
Prom		**8,45**	**1,60**	**97,0**	**3,0**	
MP-2-R1		6,43				
		6,76				
		6,99				
Prom		**6,73**	**1,52**	**92,0**	**8,0 ***	

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1}) x 10^5	k (div.día^{-1})	% k	% inhibición de k	% activación de k
MP-2-R2	1	9,66				
	2	9,93				
	3	8,09				
Prom		**9,23**	**1,63**	**98,9**	**1,1**	
MP-2-R3	1	8,05				
	2	8,47				
	3	8,36				
Prom		**8,29**	**1,59**	**96,6**	**3,4**	
MA-5-R1	1	12,97				
	2	10,96				
	3	13,37				
Prom		**12,43**	**1,74**	**105,4**		**5,4**
MA-5-R2	1	13,84				
	2	12,49				
	3	12,27				
Prom		**12,87**	**1,75**	**106,2**		**6,2**
MA-5-R3	1	9,4				
	2	8,65				
	3	7,48				
Prom		**8,51**	**1,6**	**97,1**	**2,9**	

* Diferencia respecto al control estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

De 11 muestras consideradas en este bioensayo 6 presentan una leve inhibición del crecimiento de Selenastrum y de esas, dos son significativamente diferentes al control, PU-2-R2 y MP-2-R1 (Anexo 3).

CONCLUSIÓN:

De las muestras de agua del río Maipo, ensayadas al 100 % de su concentración, cinco presentaron un leve efecto inhibidor del crecimiento de *S. capricornutum*, que no alcanzó a un 10 % inferior al crecimiento del control, pero estadísticamente significativo. Las muestras restantes manifiestan un crecimiento igual o levemente superior al del control.

Ana Silvia Cifuentes
Investigador Responsable

Dr. Enrique Bay-Schmith
Director

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Anexo 1. Análisis estadístico del bioensayo N° 1.

Selenastrum x Maipo
File: MaiS Transform: NO TRANSFORMATION

ANOVA TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F
Between	5	32.646	6.529	2.675
Within (Error)	12	29.294	2.441	
Total	17	61.940		

Critical F value = 3.11 (0.05,5,12)
Since F < Critical F FAIL TO REJECT Ho: All equal

DUNNETT'S TEST - TABLE 1 OF 2 Ho:Control=Treatment

GROUP	IDENTIFICATION	TRANSFORMED MEAN	MEAN CALCULATED IN ORIGINAL UNITS	T STAT	SIG
1	Control	13.040	13.040		
2	LA1R1	9.633	9.633	2.670	
3	LA1R2	9.213	9.213	3.000	*
4	LA1R3	9.530	9.530	2.751	
5	An1R1	11.277	11.277	1.382	
6	AN1R3	11.303	11.303	1.361	

Dunnett table value = 2.90 (2 Tailed Value, P=0.05, df=12,5)

DUNNETT'S TEST - TABLE 2 OF 2 Ho:Control=Treatment

GROUP	IDENTIFICATION	NUM OF REPS	Minimum Sig Diff (IN ORIG. UNITS)	% of CONTROL	DIFFERENCE FROM CONTROL
1	Control	3			
2	LA1R1	3	3.700	28.4	3.407
3	LA1R2	3	3.700	28.4	3.827
4	LA1R3	3	3.700	28.4	3.510
5	An1R1	3	3.700	28.4	1.763
6	AN1R3	3	3.700	28.4	1.737

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Anexo 2. Análisis estadístico del bioensayo N° 2.

Selenastrum x Maipo2
File: MaiS2 Transform: NO TRANSFORMATION

ANOVA TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F
Between	2	14.974	7.487	53.318
Within (Error)	6	0.843	0.140	
Total	8	15.817		

Critical F value = 5.14 (0.05,2,6)
Since F > Critical F REJECT Ho: All equal

DUNNETT'S TEST - TABLE 1 OF 2 Ho:Control=Treatment

GROUP	IDENTIFICATION	TRANSFORMED MEAN	MEAN CALCULATED IN ORIGINAL UNITS	T STAT	SIG
1	Control	9.407	9.407		
2	MA1R1	6.783	6.783	8.574	*
3	MA1R2	6.570	6.570	9.271	*

Dunnett table value = 2.86 (2 Tailed Value, P=0.05, df=6,2)

DUNNETT'S TEST - TABLE 2 OF 2 Ho:Control=Treatment

GROUP	IDENTIFICATION	NUM OF REPS	Minimum Sig Diff (IN ORIG. UNITS)	% of CONTROL	DIFFERENCE FROM CONTROL
1	Control	3			
2	MA1R1	3	0.875	9.3	2.623
3	MA1R2	3	0.875	9.3	2.837

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Anexo 3. Análisis estadístico del bioensayo N° 3.

Selenastrum x Maipo3
File: MaiS3 Transform: NO TRANSFORMATION

ANOVA TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F
Between	4	12.872	3.218	7.929
Within (Error)	10	4.059	0.406	
Total	14	16.930		

Critical F value = 3.48 (0.05,4,10)
Since F > Critical F REJECT Ho: All equal

DUNNETT'S TEST - TABLE 1 OF 2 Ho:Control=Treatment

GROUP	IDENTIFICATION	TRANSFORMED MEAN	MEAN CALCULATED IN ORIGINAL UNITS	T STAT	SIG
1	Control	9.597	9.597		
2	PU2R2	7.883	7.883	3.294	*
3	PU2R3	8.447	8.447	2.211	
4	MP2R1	6.727	6.727	5.518	*
5	MP2R3	8.293	8.293	2.506	

Dunnett table value = 2.89 (2 Tailed Value, P=0.05, df=10,4)

DUNNETT'S TEST - TABLE 2 OF 2 Ho:Control=Treatment

GROUP	IDENTIFICATION	NUM OF REPS	Minimum Sig Diff (IN ORIG. UNITS)	% of CONTROL	DIFFERENCE FROM CONTROL
1	Control	3			
2	PU2R2	3	1.503	15.7	1.713
3	PU2R3	3	1.503	15.7	1.150
4	MP2R1	3	1.503	15.7	2.870
5	MP2R3	3	1.503	15.7	1.303

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

1 de 2

INFORME DE BIOENSAYOS DE TOXICIDAD

Código Informe: LB-BIOE-R-05/2687 Fecha: 30 de noviembre de 2016

CODIGO MUESTRAS (INTERNO)	: LB-BIOE-R-02/3796 – (MP-1-R1) LB-BIOE-R-02/3797 – (MP-1-R2) LB-BIOE-R-02/3798 – (MP-1-R3)
SOLICITADO POR	: Claudio Santibañez (Algoritmos)
TIPO DE BIOENSAYO	: Toxicidad crónica
ESPECIE	: *Selenastrum capricornutum*
RESPUESTA MEDIDA	: Inhibición tasa de crecimiento de la población
FECHAS INICIO BIOENSAYOS	: 21 de noviembre de 2016
TIEMPO DE EXPOSICION	: 96 horas
TIPO DE MUESTRA	: Agua del río Maipo

CONDICIONES EXPERIMENTALES DEL BIOENSAYO

VOLUMEN / UNIDAD EXP.	: 50 ml
DENSIDAD CELULAR INICIAL	: 10.000 céls.ml^{-1}
TIPO DE CULTIVO	: Estático
DENSIDAD DE FLUJO FOTONICO	: 110 µmol m^{-2} s^{-1}
FOTOPERIODO	: Iluminación continua
AIREACION	: No, agitación manual 2 veces al día
TEMPERATURA EXPOSICIÖN	: 20 ± 1°C
NUMERO REPLICAS	: 3
PARAMETRO MEDIDO	: Densidad celular (céls.ml^{-1})
NUMERO DE TRATAMIENTOS	: 29 (Control y 28 muestras de agua al 100 % de concentración)
AGUA DE DILUCION	: Medio EPA X 5 en agua dulce

RESUMEN DE LA METODOLOGIA DEL BIOENSAYO

El protocolo de este bioensayo se basa en la Norma Chilena Oficial NCh2706.Of2002: Calidad de agua – Bioensayo de inhibición del crecimiento de algas en agua dulce con *Selenastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapitata*).

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS

Laboratorios de Bioensayos

RESULTADOS:

El resultado del bioensayo de toxicidad crónica con *Selenastrum capricornutum* expuesta a las muestras de agua del río Maipo se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Tasa de crecimiento (k, div./día) de *Selenastrum capricornutum* en agua de río. El valor de k del control se considera como 100 %.

Tratamiento	Réplica	N (células ml^{-1}) x 10^5	k ($div.día^{-1}$)	% k	% inhibición de k
Control	1	11,25			
	2	10,41			
	3	10,98			
Prom		**10,88**	**1,69**	**100**	**-**
MP-1-R1	1	0,091			
	2	0,155			
	3	0,137			
Prom		**0,128**	**0,09**	**5,2**	**94,8**
MP-1-R2	1	0,593			
	2	0,479			
	3	0,337			
Prom		**0,469**	**0,56**	**33,0**	**67,0**
MP-1-R3	1	0,127			
	2	0,118			
	3	0,085			
Prom		**0,110**	**0,03**	**2,0**	**98,0**

Las tres réplicas del sitio MP-1 manifestaron una intensa inhibición del crecimiento de la microalga con valores de 94,8; 67,0 y 98 % de crecimiento inferior al registrado en el control.

CONCLUSIÓN:

MP-1 fue la única muestra de agua del río Maipo, ensayada al 100 % de su concentración, que tuvo un efecto inhibidor considerable del crecimiento de *S. capricornutum*, entre 67 y 98 % inferiores a la tasa de crecimiento del control.

LABORATORIO DE BIOENSAYOS UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Ana Silvia Cifuentes
Investigador Responsable

Dr. Enrique Bay-Schmith
Director

LABORATORIO DE BIOENSAYOS - FONO: 2204637 - FAX: 2244805 - CASILLA 160-C - CONCEPCION - CHILE

ANEXO Nº 5
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA MACROINVERTEBRADOS

Revisión de antecedentes referentes a información cuantitativa y/o cualitativa disponible en relación a macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Río Maipo.

El objetivo de esta revisión bibliográfica, es recopilar la mayor cantidad de antecedentes y datos históricos en relación a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que han sido monitoreados en la cuenca del río Maipo, que permitan realizar un análisis temporal de la diversidad y abundancia, previo y posterior al monitoreo actual.

Resultados

En la Tabla I se muestra el listado de los estudios que fueron analizados e incorporados en esta revisión bibliográfica. Los datos más antiguos de comunidades bentónicas que pudo recopilarse hasta esta revisión son del año 1995 (Caldichoury 1995). Este trabajo incluyó el estudio de grupos funcionales de macroinvertebrados bentónicos en 4 puntos de la parte alta de la cuenca, específicamente en el sector Las Melosas. Posterior a este estudio se encuentra el proyecto realizado por la Comisión Nacional de Riego el año 2003 y la continuación de este mismo proyecto realizado por el Centro de Ecología Aplicada el año 2004 (Tabla Nº 31). El informe técnico realizado por la Comisión Nacional de Riego el año 2003 tuvo como objetivo final el mejoramiento de la calidad de aguas de riego, para lo cual se propuso el uso de comunidades biológicas como herramienta de evaluación de la calidad del agua.
Durante los años 2007 y 2008, resaltan los estudios realizados por el Centro EULA y los trabajos de tesis realizados en la universidad UMCE. Los trabajos realizados por el Centro EULA fueron enfocados a la estandarización en el uso de bioindicadores para el monitoreo de la calidad del agua, especialmente en la obtención de un índice biótico en base a macroinvertebrados acuáticos. En ambos estudios se propone al índice CHSIGNAL como el que entrega una mejor estimación de la calidad de las aguas para la cuenca en estudio. Los trabajos de tesis realizados en la Universidad Metropolitana de Ciencias y Educación (UMCE) durante los años 2011 y 2012 fueron enfocados al estudio ecológico en sitios de la parte alta de la cuenca, específicamente en el sector de Río Clarillo, que corresponde a unos de los tributarios con mejor calidad de agua de la cuenca, y por lo tanto con las mayores abundancias y riquezas de comunidades acuáticas. Finalmente, se incluyó el estudio realizado por CENMA el año 2016. Este estudio ha sido centrado en las áreas de vigilancia propuestas para el anteproyecto de la norma secundaria, y contiene la información más completa en relación a muestreos físico-químicos y biológicos en las estaciones propuestas inicialmente para el seguimiento de la calidad de agua en río Maipo.
Se observó además que los estudios mostraron diferentes metodologías y protocolos de colecta (Tabla I). De igual modo, las estaciones monitoreadas variaron entre sí. Esto dificultó realizar una comparación temporal de la abundancia y/o riqueza de macroinvertebrados previo al actual monitoreo. No

obstante, los datos de presencia/ausencia de taxa de macroinvertebrados encontrados en todos los estudios revisados fueron entregados en la Tabla Nº 40.

Tabla Nº 39
Listado de trabajos realizados en la cuenca del Maipo

Titulo/Autor	Fecha de muestreo	Nº de sitios	Objetivo general	Protocolo de muestreo utilizado
Variables hidrológicas, oferta de alimento y estructura de grupos funcionales bentónicos en ríos de régimen nival (Río Maipo Superior). Raúl Caldichoury Rodriguez. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 1995.	Octubre 1994	4	Estudiar la relación entre los cambios en el caudal, disponibilidad de alimentos y grupos funcionales en comunidades bentónicas de 4 ríos en los Andes de Chile Central.	-4 muestras obtenidas con red Surber de 0,12 m^2, con copo receptor de 120 µm.
Informe técnico: Mejoramiento de calidad de aguas de riego. Jun Kurosawa, Comisión Nacional de Riego, Ministerio de Agricultura, Noviembre de 2003.	Mayo 2003	30	Determinación de organismos indicadores y establecimiento de una metodología para conocer la calidad del agua mediante comunidades biológicas.	-ASTM (1989) American Society for Testing and Materials Standard guide for selecting grab device for collecting benthic macroinvertebrates. ASTM D/4387-84. -Muestreo cuantitativo de 6 muestras de red Surber de 250 µm y área de 0,1m^2.
Metodología para la determinación de la calidad hídrica Mediante comunidades zoobentónicas Río Maipo. Informa Final, Marzo de 2004. Centro de Ecología Aplicada, Japan International Cooperation Agency.	Febrero 2004	27	Desarrollar una metodología para la determinación de la calidad del agua mediante comunidades biológicas, en la cuenca del río Maipo.	-ASTM (1989) American Society for Testing and Materials Standard guide for selecting grab device for collecting benthic macroinvertebrates. ASTM D/4387-84. -Muestreo cuantitativo de 6 muestras de red Surber de 250 µm y área de 0,1m^2.
Estandarización de especies bioindicadoras de calidad de agua en la cuenca del Río Maipo. Informe final, Diciembre de 2007. Centro EULA, Universidad de Concepción	Diciembre 2007	7	El objetivo general de este estudio es revisar la información relevante con el fin de obtener una Estandarización para el uso de bioindicadores en el monitoreo de la calidad del agua en la cuenca del Río Maipo.	-Figueroa et al. (2007) Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80 (2) 225-242. -Muestreo cualitativo de 10 muestras con red de mano de 250 µm.
Aplicación del índice biótico ChSIGNAL en comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Informe final, Diciembre de 2008. Centro EULA, Universidad de Concepción	Octubre 2008	11	Aplicación del índice Biótico ChSIGNAL desarrollado para comunidades de macroinvertebrados bentónicos para monitorear la calidad del agua en la cuenca del Río Maipo, en estaciones seleccionadas. Esto permitió complementar la información existente y obtener una cartografía sobre la calidad	-Figueroa et al. (2007) Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80 (2) 225-242. -Muestreo cualitativo de 10 muestras con red de mano de 250 µm.

Titulo/Autor	Fecha de muestreo	Nº de sitios	Objetivo general	Protocolo de muestreo utilizado
			biológica de la Cuenca del Maipo.	
Análisis de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la zona precordillerana en tres cuencas hidrográficas de Chile Central. Katherine Peña Moraga. Tesis de título de Profesora de Biología y Ciencias Naturales, Universidad Metropolitana de Ciencias y la Educación, 2011.	Septiembre 2007	1	Estudiar la composición y abundancia de familias de la Artropofauna bentónica de 3 sistemas fluviales precordilleranos a lo largo de un gradiente latitudinal, río Durazno (Choapa), río Clarillo (Maipo) y río Vilches (Maule).	-Hynes HBN (1961) The invertebrates fauna of a Welsh mountain stream. Archives of Hydrobiology, 57, 344-388. -Muestreo cuantitativo de 10 muestras de red Surber de 500 µm y área de 0,09m^2.
Organización funcional de las comunidades de macroinvertebrados (clase: insecta) en tres cuencas de la Zona Central de Chile. María Sabando Gómez. Tesis (Doctor en Ciencias con mención en Ecología y Biología Evolutiva)--Universidad de Chile, 2011.	Noviembre 2007	3	Relacionar el efecto de las variables abióticas y la migración en la organización funcional trófica de las comunidades de Macroinvertebrados bentónicos (Clase: Insecta), en un gradiente latitudinal y altitudinal de tres cuencas fluviales de Chile Central.	-Hynes HBN (1961) The invertebrates fauna of a Welsh mountain stream. Archives of Hydrobiology, 57, 344-388. -Muestreo cuantitativo de 10 muestras de red Surber de 500 µm y área de 0,09m^2.
Macroinvertebrados y el hábitat físico en ríos de montaña de Chile Central. Nicole Labbe Avendaño. Tesina para Licenciado en Educación Biológica y Ciencias Naturales, Universidad Metropolitana de Ciencias y la Educación, 2012.	Marzo-Abril 2012	1	Determinar el hábitat donde se desarrollan las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en un río precordillerano de Chile Central.	-Elosegi & Sabater (2009) Concepto y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA, España. -Muestreo cuantitativo de 60 muestras de red Surber de 500 µm y área de 0,0225m^2.
Red Norma Secundaria Calidad Ambiental río Maipo. Informe final, Marzo de 2016. Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile.	Octubre 2015	11	Levantar la "Red de Observación" identificada en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), la toma de muestra y análisis de parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos, ensayos ecotoxicológicos y bioindicadores, con el fin de incorporar una herramienta de seguimiento que apoye la toma de decisiones, para una futura revisión de la Norma.	-Bonada (2004) Protocolo de Muestreo y análisis para invertebrados bentónicos, Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005. 57 pp. -Muestreo semi-cuantitativo de 20 muestras con red de mano de 250 µm y un área de 0,09 m^2.

Tabla Nº 40

Presencia/ausencia de familias y/o clases de macroinvertebrados encontrados en los trabajos revisados. Cada estudio incluye la fecha en que fueron colectados los macroinvertebrados, la que no siempre concuerda con la fecha de publicación

PHYLUM	CLASE/ORDEN	FAMILIA	Caldichoury 10/1994	CNR 05/2003	CEA 02/2004	Peña 09/2007	Sabando 11/2007	EULA 12/2007	EULA 10/2008	Labbe 04/ 2012	CENMA 10/2015
Cnidaria	Hydrozoa	Indet.		1	1						
Nematoda	Adenophorea	Indet.		1	1						
Platyhelminthes	Tricladida	Dugesiidae		1	1			1			
Annelida	Hirudinea	Indet.		1	1			1	1		1
	Oligochaeta	Naididae		1	1			1	1	1	
		Lumbriculidae		1	1				1		1
		Tubificidae			1						
Mollusca	Gastropoda	Amnicolidae		1	1				1		
		Planorbidae		1	1						1
		Lymnaeidae						1			
		Ancylidae		1	1					1	
		Hydrobiidae								1	
		Physidae		1	1			1	1		1
	Bivalvia	Sphaeridae		1	1						
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae		1	1			1	1		
	Isopoda	Indet.			1						
		Aegliidae		1							
Arachnida	Acari	Hydracarina		1	1	1		1	1		1
Insecta	Collembola	Indet.			1						
	Hemiptera	Corixidae			1			1	1		
		Gerridae						1			
		Belostomatidae						1			
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	1	1	1	1	1		1		
		Baetidae	1	1	1	1	1		1	1	1
		Caenidae					1	1			
	Plecoptera	Gripopterygiida	1	1		1	1	1	1		1

PHYLUM	CLASE/ORDEN	FAMILIA	Caldichoury 10/1994	CNR 05/2003	CEA 02/2004	Peña 09/2007	Sabando 11/2007	EULA 12/2007	EULA 10/2008	Labbe 04/ 2012	CENMA 10/2015
		e									
		Perlidae	1					1			
	Trichoptera	Hydrobiosidae	1	1	1	1	1	1	1		1
		Hydropsychidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Hydroptilidae		1	1		1	1	1	1	1
		Leptoceridae						1	1		
		Limnephilidae	1								
		Glossosomatidae				1	1				
		Helicophidae				1	1				
		Sericostomatidae		1		1	1				
	Coleoptera	Elmidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Gyrinidae						1			
		Hydraenidae		1					1		
		Dytiscidae						1	1		1
		Hydrophilidae		1			1				
	Odonata	Aeshnidae				1		1			
		Lestidae						1			
		Gomphidae							1		
		Coenagrionidae					1				1
	Diptera	Tipulidae		1	1	1	1	1	1	1	1
		Ceratopogonidae		1	1	1		1	1	1	1
		Simuliidae	1	1	1	1			1	1	
		Empididae	1	1	1		1	1			
		Blephariceridae	1	1	1	1		1	1		1
		Athericidae	1	1	1	1	1	1			
		Psychodidae			1						
		Chironomidae	1	1	1		1	1	1	1	1

PHYLUM	CLASE/ORDEN	FAMILIA	Caldichoury 10/1994	CNR 05/2003	CEA 02/2004	Peña 09/2007	Sabando 11/2007	EULA 12/2007	EULA 10/2008	Labbe 04/ 2012	CENMA 10/2015
		Ephydridae		1	1	1			1		1
		Muscidae	1								
		Psychodidae		1							1
	Megaloptera	Corydalidae	1		1	1	1	1	1		

*Caldichoury (10/1994) corresponde al trabajo de tesis publicado el año 1995; Peña (09/2007), corresponde al trabajo de tesis presentado el año 2010; Sabando (11/2007), corresponde al trabajo de tesis presentado el año 2011; CENMA (10/2015) corresponde al estudio presentado el año 2016.

Análisis de diversidad

En general la Cuenca del Río Maipo muestra una alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos (Tabla Nº 41) pero esta diversidad y riqueza varían según los tramos estudiados y en relación a la calidad físico-química de las aguas. De la información disponible para esta revisión, se obtuvo que en la cuenca del río Maipo se han descrito un total de 78 taxa de macroinvertebrados. Estos taxa fueron repartidos en 52 familias. Los grupos más representativos en la cuenca fueron los dípteros, efemerópteros y tricópteros. De los grupos de efemerópteros y tricópteros resalta la presencia de géneros representativos de América del Sur y de la región Neotropical como *Andesiops*, *Deceptiviosa y Smicridea,* respectivamente.

Tabla Nº 41
Diversidad de taxa en la cuenca del Maipo

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie
Cnidaria	Hydrozoa	Anthomedusae	Hydridae	*Hydra sp.*
Nematoda	Adenophorea			
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae	*Dugesia sp.*
Annelida	Hirudinea			
	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	*Nais sp.*
		Haplotaxida	Tubificidae	*Tubifex sp.*
		Lumbriculida	Lumbriculidae	*Lumbriculus sp.*
Mollusca	Gastropoda	Bassomatophora	Planorbidae	*Biomphalaria sp*
			Chilinidae	*Chilina sp.*
			Physidae	*Physa sp.*
			Ancylidae	*Gundlachia gayana*
		Mesogastropoda	Hidrobiidae	Littoridina cummingi
	Bivalvia	Veneroida	Sphaeridae	*Pisidium sp.*
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella sp.*
		Decapoda	Aegliidae	*Aegla laevis*
				Aegla papudo
	Ostracoda	Podocopida	Cypridacea	
	Arachnida	Acari	Hydracarina	
	Insecta	Hemiptera	Corixidae	
			Gerridae	
			Belostomatidae	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Meridialaris diguillina*
				Penaphlebiia chilensis
				Hapsiphlebia anastomosis
				Demoulinellus coloratus
			Baetidae	*Camelobaetidius sp.*
				Andesiops torrens
				Andesiops peruvians
				Andesiops ardua
				Deceptiviosa sp.
			Caenidae	*Caenis sp.*
		Plecoptera	Gripopterygiidae	*Limnoperla jaffueli*
				Limnoperla sp.
				Notoperlopsis sp.
			Perlidae	
		Trichoptera	Hydrobiosidae	*Cailloma sp.*
			Hydropsychidae	*Smicridea annulicornis*
				Smicridea murina
				Smicridea frequens
			Hydroptilidae	*Metrichia neotropicalis*
				Metrichia diguillina
				Hydroptila sp.
				Oxyethira sp.
			Leptoceridae	
			Limnephilidae	
			Glossosomatidae	*Mastigoptila longicornuta*
			Helicophidae	*Eosericostoma*

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie
				inaequispina
			Sericostomatidae	*Parasericostoma sp.*
		Coleoptera	Elmidae	*Austrelmis sp.*
				Luchoelmis sp.
				Stehelmis sp.
				Austrolimnius sp.
			Gyrinidae	
			Hydraenidae	
			Dytiscidae	
			Hydrophilidae	*Hemiosus sp.*
		Odonata	Aeshnidae	
			Lestidae	
			Gomphidae	
			Coenagrionidae	*Antiagrion sp.*
		Diptera	Tipulidae	*Aphrophila bidentata*
			Ceratopogonidae	
			Simuliidae	
			Empididae	
			Blephariceridae	
			Athericidae	
			Psychodidae	
			Chironomidae	*Polypedilum sp.*
				Cricotopus pseudosmitia
				Cricotopus sp.
				Paratamitarsus
				Tanytarsus sp.
				Paratrichocladius sp.
				Orthocladiinae sp.
			Ephydridae	
			Muscidae	
			Psychodidae	
		Megaloptera	Corydalidae	*Protochauliodes cinerascens*

En la Tabla Nº 42, se muestra la ubicación geográfica, descripción y fecha de muestreo de los sitios en los cuales se han monitoreado macroinvertebrados bentónicos. Cabe señalar que solo se incluyeron los sitios que tienen correspondencia con los sitios propuestos para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA), y que solo 11 de ellas están contempladas en el monitoreo biológico actual

Tabla Nº 42
Ubicación geográfica, descripción y fecha de muestreo de los sitios en los cuales se han monitoreado macroinvertebrados

Cauce	Área de Vigilancia	Límites Área de Vigilancia	Coordenadas		CNR (2003)	CEA (2004)	EULA (2007/2008)	CENMA (2015)
Río Maipo	MA-TR-10	De: Naciente río Maipo	6212344	420312	M1	M1	MP1	MA-1NO
		Hasta: Confluencia río Volcán	6258850	387163				
	MA-TR-20	De: Confluencia río Volcán	6258850	387163	M4	M4	MP6	MA-1
		Hasta: Confluencia río Colorado	6261227	385737				
	MA-TR-31	De: Confluencia río Colorado	6281729	372556	M5	M5	-	-
		Hasta: Toma de agua de Aguas Andinas	6281685	361834				
	MA-TR-32	De: Toma de agua de Aguas Andinas	6281685	361834	-	-	-	-
		Hasta: Confluencia río Clarillo	6276125	348553				
	MA-TR-33	De: Confluencia río Clarillo	6276125	348553	-	-	-	MA-3
		Hasta: Confluencia río Angostura	6258034	324637				
	MA-TR-40	De: Confluencia río Angostura	6258137	325130	M15	M15	-	-
		Hasta: Confluencia río Mapocho	6267644	313008				
	MA-TR-50	De: Confluencia río Mapocho	6267644	313008	M20	M20	-	-
		Hasta: Confluencia estero Puangue	6263603	281875				
	MA-TR-60	De: Confluencia estero Puangue	6263603	281875	M22	M22	MP17	MA-5
		Hasta: Estación Maipo en Cabimbao	6258924	265420				
Río Volcán	VO-TR-10	De: Naciente río Volcán	6243876	409504	T1	-	MP2	VOL-NO
		Hasta: Confluencia río Maipo	6259063	387500				
Río Yeso	YE-TR-10	De: Naciente río Yeso	6287695	415180	-	-	-	-
		Hasta: Entrada embalse El Yeso	6277271	403859				
	YE-TR-20	De: Salida Embalse El Yeso	6274400	399400	-	-	MP3	YESO-NO
		Hasta: Confluencia río Maipo	6261250	385625				
Río Colorado	CO-TR-10	De: Naciente río Colorado	6316450	420626	T2	-	MP5	-
		Hasta: Confluencia río Maipo	6281875	373125				
Río Olivares	OL-TR-10	De: Naciente río Olivares	6339375	396875	-	-	-	OL-NO
		Hasta: Confluencia río Colorado	6293750	394375				
Río Angostura	AN-TR-10	De: río Angostura en Región Metropolitana	6243100	341800	T4	-	-	-
		Hasta: Confluencia río Maipo	6268125	313125				
Río San Francisco	SF-TR-10	De: Naciente río San Francisco	6326113	385024	-	-	-	FRA-NO
		Hasta: Confluencia río Molina	6306875	370100				
Río Molina	MO-TR-10	De: Naciente río Molina	6306150	382500	-	-	-	MOL-NO
		Hasta: Confluencia río San Francisco	6309951	373378				
Río Mapocho	MP-TR-10	De: Confluencia río San Francisco y Molina	6306861	370051	-	-	MP16	MP-1
		Hasta: Confluencia estero Arrayán	6307811	361970				

	MP-TR-20	De: Confluencia estero Arrayán	6307811	361732	-	-	MP8	-
		Hasta: Confluencia estero Lampa	6298780	330834				
	MP-TR-31	De: Confluencia estero Lampa	6298780	330834	-	-	MP9	MP-2.2NO
		Hasta: Puente Pelvín (Peñaflor)	6280148	323075				
	MP-TR-32	De: Puente Pelvín (Peñaflor)	6280148	323075	-	-	MP10	MP-2
		Hasta: Confluencia río Maipo	6267882	313008				
Estero Colina	EC-TR-10	De: Naciente estero Colina	6339423	365059	-	-	MP11	COL-NO
		Hasta: Confluencia Estero Lampa	6304959	329408				
Estero Lampa	LA-TR-10	De: Naciente estero Til Til	6345161	321142	-	-	MP15	LA-1
		Hasta: Confluencia río Mapocho	6299017	330834				
Estero Puangue	PU-TR-10	De: Naciente estero Puangue	6263603	281875	-	-	MP12	PU-1
		Hasta: Confluencia río Maipo	6306781	358641				
Estero Yerba Loca	YL-TR-10	De: Naciente estero Yerba Loca	6324449	379082	-	-	MP14	EYL-NO
		Hasta: Confluencia río San Francisco	6309951	373378				
Estero Arrayán	AR-TR-10	De: Naciente estero Arrayán	6333750	370000	-	-	MP7	EA-NO
		Hasta: Confluencia río Mapocho	6309951	373378				
Estero El Manzano	EEM-TR10	De: Naciente estero El manzano	6282101	391331	-	-	-	-
		hasta: Confluencia río Maipo	6264670	392420				
Estero El Canelo	EEC-TR-10	De: Naciente estero El Canelo	6291439	365525	-	-	-	-
		hasta: Confluencia río Maipo	6283674	365827				
Estero Manzanito	EM-TR-10	De: Naciente estero Manzanito	6282101	391331	-	-	-	-
		hasta: Confluencia río Yeso	6264670	392420				
Estero San Nicolás	SN-TR-10	De: Naciente estero San Nicolás	6273930	390459	-	-	-	-
		hasta: Confluencia río Yeso	6264089	391694				
Quebrada de Ramón	QR-TR-10	De: Naciente quebrada de Ramón	6299389	366834	-	-	-	-
		hasta: Confluencia Canal Sn. Carlos	6299011	355447				
Estero Las Hualtatas	EH-TR-10	De: Naciente estero Las Hualtatas	6317400	357636	-	-	-	-
		hasta: Confluencia río Mapocho	6306781	358641				

Principales conclusiones respecto a la revisión bibliográfica

Dado que en los estudios revisados el monitoreo de macroinvertebrados bentónicos fue realizado en distintos puntos de la cuenca, no pudo ser factible realizar una análisis de la variación temporal de la abundancia y/o riqueza de macroinvertebrados. No obstante, comparaciones cualitativas en base a matriz de presencia/ausencia nos arrojó algunas características generales importantes de considerar a lo largo de los años.

En primer lugar, se observa que los insectos acuáticos fueron los más importantes, y moluscos, crustáceos, cnidarios y nemátodos, fueron menos representados. Las mayores riquezas fueron reconocidas en el sector alto del río. Los grupos representados en este sector fueron dípteros y tricópteros, con los taxa Chironomidae y *Smicridea sp*, respectivamente. En el sector medio predominaron dípteros y anélidos, y en la parte terminal de la cuenca, los tricópteros, anélidos y coléopteros.

En segundo lugar, la mayoría de los estudios concuerdan en que los sectores altos y bajos de la cuenca, mostrarían mejor calidad de agua; mientras que en los sectores medios de la cuenca, se encontrarían los sitios con mala calidad de agua y por ende, con menor diversidad y riqueza de especies. Específicamente el trabajo realizado por CEA el año 2004 donde se utilizó el índice biótico de Beck Tsuda para evaluar la calidad del agua, mostró que la peor calidad de agua (entre mesosapróbico y polisaprobico) se encuentra en los tramos medios del río Maipo. Mientras que en la parte alta de la cuenca y en el sector terminal, se encontraría la mejor calidad de agua para la biota acuática. Este resultado también fue corroborado por los estudios realizados por el Centro EULA el año 2007 y 2008. El estudio del 2007 mostró que la mayor riqueza de taxa fue encontrada en la estación que corresponde al río Maipo en sector Melipilla; y la menor riqueza fue observada en las estaciones que corresponden a los sectores ubicados aguas arriba del matadero en el sector de Puente San Ramón en Puente Alto y aguas arriba de alcantarillado en el sector Viconto. De igual manera, el estudio de EULA del año 2008 indicó que las estaciones ubicadas en Estero Arrayán antes de bocatoma Aguas Andinas, y en estero Colina antes de su confluencia con estero Lampa, fueron las que obtuvieron el mayor número de representantes (17 y 16 familias, respectivamente) mientras que la estación ubicada en Rio Mapocho después de la confluencia con estero Colina, fue la estación menos representada con solo 5 taxa y correspondiente a aquellas más tolerantes o menos sensibles a algún tipo de perturbación. Un análisis de correlación entre índices bióticos y variables ambientales realizado por EULA en el mismo estudio del año 2008, que incluyó un total de 45 tramos, mostró que sólo una estación (ubicada en Rio Maipo sector Las Melosas) mostró una muy buena calidad de agua. Por otro lado, 11 tramos mostraron aguas con calidad buena, 13 mostraron calidad de agua regular y 30 mostraron una calidad de agua muy mala y/o altamente perturbado. Las causas asociadas a este alto grado de perturbación estarían relacionadas a una fuerte presión de uso de

suelo agrícola y urbano, la falta de una cobertura vegetal de ribera y a la poca fiscalización de receptores de efluentes industriales y de basuras.

Finalmente el estudio más reciente realizado por Centro Nacional de Medio Ambiente (2016), arrojó que todas las estaciones mostrarían una calidad ecológica similar de regular a mala, y sólo la estación ubicada en la naciente del Río Maipo presentaría un estado ecológico Clase 2: Bueno. De igual manera, ellos señalan que las abundancias son bajas en la mayoría de las estaciones monitoreadas que pertenecen a la parte alta de la cuenca, mientras que las altas abundancias encontradas en las estaciones ubicadas en la parte media y baja de la cuenca, serían debido a la presencia de familias altamente tolerante a perturbaciones y condiciones estresantes (Chironomidae y Oligochaeta). Los resultados expresados anteriormente dejan en evidencia el impacto que tendrían sobre las comunidades acuáticas las actividades antrópicas presentes en la parte media de la cuenca. Si bien un plan de restauración de la Cuenca sería el mejor escenario para la protección de este importante curso de agua, un seguimiento temporal y estandarizado así como una mejor fiscalización de las descargas al río, permitiría un seguimiento de la calidad biológica del agua con miras a la aplicación y/o dictación de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental para el río Maipo.

Literatura citada

Bonada N, N Prat, V Resh & B Statzner (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. Annual Review of Entomology 51: 495–523.

Caldichoury R (1995). Variables hidrológicas, oferta de alimento y estructura de grupos funcionales bentónicos en ríos de régimen nival (Río Maipo Superior). Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Centro de Ecología Aplicada (2004). Metodología para la determinación de la calidad hídrica Mediante comunidades zoobentónicas Río Maipo. Informa Final, Marzo de 2004. Centro de Ecología Aplicada, Japan International Cooperation Agency.

Centro EULA (2007). Estandarización de especies bioindicadoras de calidad de agua en la cuenca del Río Maipo. Informe final, Diciembre de 2007. Centro EULA, Universidad de Concepción.

Centro EULA (2008). Aplicación del índice biótico ChSIGNAL en comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Informe final, Diciembre de 2008. Centro EULA, Universidad de Concepción.

Centro Nacional del Medio Ambiente (2016). Red Norma Secundaria Calidad Ambiental río Maipo. Informe final, Marzo de 2016. Centro Nacional del Medio Ambiente, Universidad de Chile.

Comisión Nacional de Riego (2003). Informe técnico: Mejoramiento de calidad de aguas de riego. Comisión Nacional de Riego, Ministerio de Agricultura.

Labbé N (2012). Macroinvertebrados y el hábitat físico en ríos de montaña de Chile Central. Tesina para Licenciado en Educación Biológica y Ciencias Naturales, Universidad Metropolitana de Ciencias y la Educación.

Peña K (2011). Análisis de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la zona precordillerana en tres cuencas hidrográficas de Chile Central. Tesis de título de Profesora de Biología y Ciencias Naturales, Universidad Metropolitana de Ciencias y la Educación.

Sabando M (2011). Organización funcional de las comunidades de macroinvertebrados (clase: insecta) en tres cuencas de la Zona Central de Chile. Tesis (Doctor en Ciencias con mención en Ecología y Biología Evolutiva)--Universidad de Chile.

Segnini S (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Ecotropicos 16:45-63.