

# **PRIMER INFORME DE CALIDAD**

## **AÑO 2015**

“NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA  
PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RIO  
MAIPO (D.S. N° 53/2013)”

**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**



## Contenido

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RED DE CONTROL Y RED DE OBSERVACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 RESULTADOS DEL MONITOREO DE LA RED DE CONTROL .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 RESULTADOS DE LA RED DE OBSERVACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.1 BIOINDICADORES .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.2 ÍNDICES BIÓTICOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Bioensayos de toxicidad crónica .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Resultados Fisicoquímicos .....</b>	<b>16</b>
<b>4. COMENTARIOS FINALES .....</b>	<b>20</b>
<b>5. REFERENCIAS .....</b>	<b>21</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>21</b>

## 1. RESUMEN

En el contexto de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y mediante la promulgación del D.S. N° 53/2013 del Ministerio de Medio Ambiente, se establecen las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (en adelante, NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo, cuyo objetivo es conservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, a través de la mantención y/o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca.

El presente informe de calidad da cuenta de los parámetros físico-químicos incluidos en la NSCA que han sido monitoreados por la Dirección General de Aguas (DGA), a través de la Red de Control de la norma, así como también las estaciones complementarias monitoreadas por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en la Red de Observación. El periodo analizado da cuenta de las campañas de monitoreo comprendidas entre enero y diciembre del año 2015 para cada una de las áreas de vigilancia establecidas en la norma. Además, en este informe se reportan los resultados de ensayos ecotóxicológicos y muestreo de bioindicadores para diferentes áreas de vigilancia, de acuerdo al art 12 del decreto supremo.

Es importante destacar que este informe corresponde a un resultado referencial del primer año de implementación de la norma y que no permite establecer el cumplimiento normativo. Lo anterior, ya que, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 7° del D.S. N°53/2013 MMA, se debe considerar un periodo de análisis de tres años consecutivos de monitoreo para elaborar un informe de calidad que señale el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en el decreto.

## 2. INTRODUCCIÓN

El DS N°53/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial con fecha 04 de julio de 2014, que aprueba las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la cuenca del río Maipo (NSCA de la cuenca río Maipo), establece en su Título VI, Art. N°12, que el control de estas normas, deberá efectuarse de acuerdo a un Programa de Vigilancia, el cual será elaborado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), con la colaboración del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la Dirección General de Aguas (DGA) y el Servicio Agrícola Ganadero (SAG). En este contexto, con fecha 06 de marzo de 2018, la SMA, mediante Resolución Exenta N°271, dictó el Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental del agua para las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo (en adelante PMCCA). Asimismo, el D.S. 53/2013 en el Artículo 15 establece que será el Ministerio del Medio Ambiente con la colaboración de la Superintendencia del Medio Ambiente, la Dirección General de Aguas, el encargado de elaborar un Informe de Calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad de las aguas de la cuenca del río Maipo.

El presente documento da cuenta del informe de calidad del agua del primer año de vigencia de la NSCA de la cuenca del río Maipo y, analiza los parámetros físico-químicos monitoreados por cada área de vigilancia, además de la información de bioindicadores, ensayos ecotoxicológicos y parámetros de la red de observación. Como se mencionó anteriormente este informe corresponde a los resultados obtenidos del monitoreo para el año 2015, por lo tanto el análisis realizado es sólo referencial pues no incorpora toda la data señalada en el Artículo 7° “Condiciones de excedencia” de la norma.

### 3. RED DE CONTROL Y RED DE OBSERVACIÓN

El PMCCA incluye dos redes de medición: la Red de Control (o Red Oficial), que permite evaluar el nivel de cumplimiento de las normas, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N°53/2013 y la Red de Observación (Red no oficial), que permite evaluar otras condiciones ambientales de la cuenca que son necesarias para la gestión de la calidad del agua. En particular, el monitoreo de la red de observación entrega valiosa información para la incorporación de nuevos parámetros en el proceso de revisión de las normas. En la Red de Control se han establecido 11 áreas de vigilancia y niveles de calidad ambiental para 12 parámetros físico-químicos, los cuales son monitoreados por la Dirección General de Aguas (DGA). Las áreas de vigilancia definidas para la cuenca del río Maipo se describen en la tabla 1.

Tabla N°1. Estaciones Red de Control de la NSCA cuenca río Maipo

Cauce	Código Área	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Río Maipo	MA - 1	6.253.669	389.123
	MA - 2	6.277.844	374.482
	MA - 3	6.276.367	349.200
	MA - 4	6.266.233	322.141
	MA - 5	6.260.741	265.650
Río Angostura	AN - 1	6.257.192	325.666
Río Mapocho	MP - 1	6.306.676	365.034
	MP - 2	6.271.315	316.634
Estero Lampa	LA - 1	6.298.707	330.082
Estero Puangue	PU - 1	6.302.738	299.385
	PU - 2	6.272.919	283.311

Fuente: elaboración propia a partir D.S.53/2013 MMA

Los parámetros monitoreados en la Red de Control son los establecidos en el Art. 5, Tabla N°2 del D.S. N°53/2013, cuya medición se realizó de forma mensual y corresponden a: Oxígeno Disuelto (mg/L), Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pH, Cloruro (mg/L), Sulfato (mg/L), Demanda Biológica de Oxígeno (mg/L), Nitrato (mg/L), Ortofosfato (mg/L), Plomo Disuelto (mg/L), Níquel Disuelto (mg/L), Zinc Disuelto (mg/L) y Cromo Total (mg/L).

Por otra parte, y con el objeto de complementar el análisis realizado en base a la data reportada en la Red de Control, se incluyó en este informe los resultados de la Red de Observación. Esta red considera parámetros físicos, químicos y biológicos que se han establecido en el PMCCA (ver Tabla N°3) y está distribuida en puntos coincidentes con estaciones DGA de la Red de Control y en estaciones complementarias distribuidas en toda la cuenca del río Maipo, cuya ubicación se detalla a continuación en la tabla N°2.

Tabla N°2. Estaciones Red de Observación, NSCA cuenca río Maipo

Cauce	Código	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Río Volcán	VOL – OBS	6.258.616	387.236
Río Yeso	YESO – OBS	6.260.844	386.146
Río Olivares	OL – OBS	6.294.856	394.602
Río Clarillo	CLAR 1– OBS	6.267.114	363.459
Río Clarillo	CLAR 2– OBS	6.275.845	348.814
Estero Arrayán	EA-OBS	6.311.257	364.173
Estero Yerba Loca	EYL-OBS	6.309.670	373.071
Río San Francisco	FRA – OBS	6.310.343	372.977
Río Molina	MOL-OBS	6.306.438	370.096
Estero Colina	ECO-OBS	6.327.363	347.582
Río Colorado	COL1-OBS	6.293.537	394.882
Río Colorado	COL2-OBS	6.293.537	373.148
Río Maipo	MA-1	6.253.669	389.123
Río Maipo	MA-2	6.277.844	374.482
Río Maipo	MA-2 OBS	6.265.905	379.767
Río Maipo	MA-3	6.276.367	349.200
Río Maipo	MA-3 OBS	6.281.734	361.823
Río Maipo	MA-4	6.266.233	322.141
Río Maipo	MA-5	6.260.741	265.650
Río Maipo	MA-5 OBS	6.265.497	289.204
Río Maipo	MA-6	6.275.690	258.841
Río Angostura	AN -1	6.257.192	325.666
Río Angostura	AN-1 OBS	6.251.722	337.181
Río Mapocho	MP–1	6.306. 676	365.034
Río Mapocho	MP–2	6.271. 315	316.634
Río Mapocho	MP–2.1 OBS	6.306. 994	357.994
Río Mapocho	MP–2.2 OBS	6.297.609	330.571
Río Mapocho	MP-2.3 OBS	6.286.259	328.280
Estero Puangue	PU-1	6.302.738	299.385
Estero Puangue	PU-1 OBS	6.318.119	299.624
Estero Puangue	PU-2	6.272.919	283.311
Estero Manzanito	MZ- 1 OBS	6.309.378	376.153
Río Lampa	LA-1	6.298.707	330.082

Fuente: elaboración propia

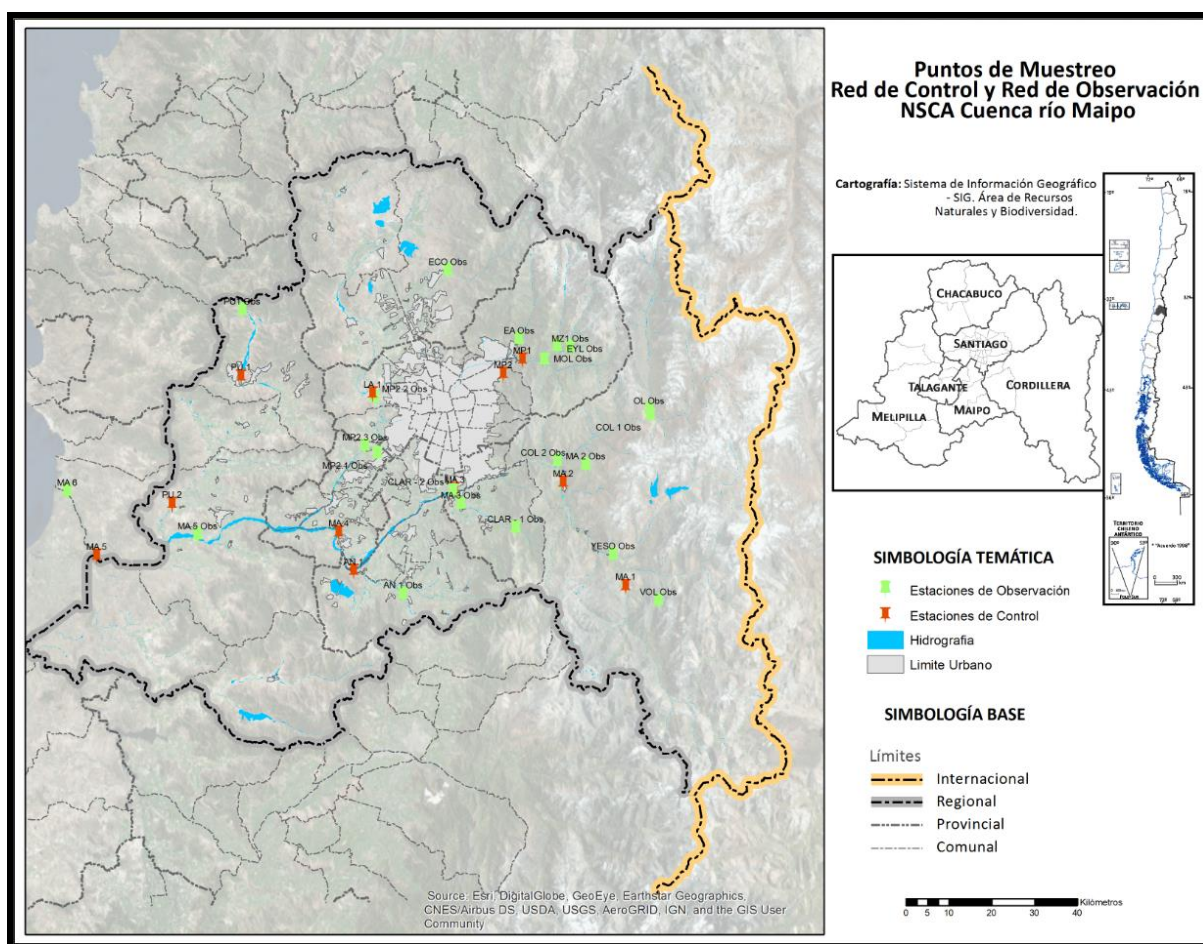


Figura 1. Plano ubicación general de los puntos de muestreo Red de Control y Red de Observación.  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo establecido en el PMCCA, se han definido 18 áreas de vigilancia (11 áreas monitoreadas en la Red de Control y 7 de la Red de Observación) y 33 estaciones de monitoreo (11 de control y 22 de observación) distribuidas en esas 18 áreas.

### 3.1 RESULTADOS DEL MONITOREO DE LA RED DE CONTROL

El monitoreo para las muestras analizadas para el cumplimiento del D.S. 53/2013, fue informado por la Dirección General de Aguas (DGA) mediante Ordinario N° 518 del 22 de abril de 2016. Los resultados del monitoreo de aguas superficiales fueron obtenidos durante el año 2015, con frecuencia de muestreo mensual. Es importante mencionar que la DGA, previa validación, entrega los análisis del monitoreo del año 2015 en abril del año siguiente. En los casos de datos no registrados, la DGA señala diferentes causas, tales como: resultado no entregado por problemas en el tiempo de preservación, datos no muestreados, análisis suspendido, falla en la cámara de gas, entre otras razones.

Las metodologías de análisis de parámetros químicos fueron las implementadas por el Laboratorio Ambiental de la DGA (LADGA), excepto los parámetros: demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), cromo total (Cr total), níquel disuelto (Ni disuelto) y plomo disuelto (Pb disuelto), los cuales fueron externalizados.

En la campaña del año 2015, la DGA sólo informó resultados en los meses de agosto, octubre, noviembre y diciembre dado que el lugar de muestreo se mantuvo sin flujo de agua los meses restantes (estación Puangue en Curacaví (PU-1)). Por otro lado, el laboratorio suspendió los análisis de sulfato (octubre-diciembre), cromo total (abril), nitrógeno de nitrato y fósforo de ortofosfato (ambos en noviembre) por presentar problemas técnicos (los cuales fueron solucionados posteriormente).

A continuación en la Tabla N°3 se presentan los resultados informados por la DGA.

Tabla N°3. Base de datos parámetros NSCA cuenca río Maipo Muestreo 2015

Año	Mes	Estación	pH	CE	OD (mg/L)	OD (% Sat)	DBO <sub>5</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Zn disuelto	Cr total	Ni disuelto	Pb disuelto
2015	Enero	MA-1	7,96	1436	8,99	95,6	...	0,055	0,097	222,3	363,6	<0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MA-1	7,90	1549	8,98	97,2	...	...	...	234,8	383,9	...	<0,05	...	...
2015	Enero	MA-2	7,91	1253	9,55	101,3	...	0,004	0,112	383,5	343,3	0,040	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MA-3	7,78	1032	9,31	108,8	...	0,006	0,257	109,8	288,3	0,03	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MA-4	7,75	1275	...	...	...	...	...	145,9	314,4	...	<0,05	...	...
2015	Enero	MA-4	8,55	1330	6,42	72,3	...	0,102	1,894	139,7	273,9	<0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MA-5	7,93	1270	7,05	75,9	...	0,246	4,856	193,2	363,6	0,021	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	AN-1	7,41	1273	6,65	72,9	...	0,144	2,045	151,5	328,9	0,033	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MP-1	6,3	346	8,8	103,3	...	0,031	0,267	7,37	57,0	0,083	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MP-1	7,3	343	9,0	101,4	...	...	...	3,80	149,4	...	<0,05	...	...
2015	Enero	MP-2	7,22	1381	6,9	76,8	...	0,177	5,972	158,4	305,7	0,02	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	MP-2	7,56	1600	...	...	...	...	...	177,9	334,7	-	<0,05	...	..
2015	Enero	LA-1	7,47	1638	4,38	53,9	...	0,085	0,705	189,0	430,2	0,030	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	LA-1	7,94	1759	...	...	...	...	...	179,3	433,1	...	<0,05	...	...
2015	Enero	PU-2	7,74	1672,0	7,13	78,50	-	0,331	8,651	216,7	383,9	0,022	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Enero	PU-2	7,74	1884,0	...	...	...	...	...	223,7	401,2	...	<0,05	...	...
2015	Febrero	MA-1	8,34	1765,0	7,77	85,5	...	0,006	0,170	302,9	349,4	0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	MA-2	8,04	1422	8,40	91,4	...	0,009	0,193	207,1	444,7	0,020	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	MA-3	7,70	1087	8,36	90,6	...	0,013	0,235	127,8	316,9	0,16	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	MA-4	8,25	1300	8,79	104,7	...	0,102	2,110	139,7	337,2	<0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	MA-5	7,63	1646	8,70	94,5	...	0,345	4,440	200,1	383,7	0,011	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	AN-1	7,45	1355	7,37	81,6	...	0,217	2,711	144,5	348,8	0,020	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	MP-1	6,2	364	8,7	91,2	...	0,004	0,342	7,92	157,0	0,131	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	MP-2	7,75	1438	9,6	117,4	...	0,482	8,362	168,8	308,2	0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	LA-1	7,16	1805	4,17	50,1	...	0,004	1,262	195,9	435,9	0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Febrero	PU-2	7,56	1701,0	8,41	91,5	...	0,317	6,825	214,01	398,2	0,012	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	MA-1	8,45	1946	7,40	78,9	...	0,008	0,701	365,6	419,6	0,02	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	MA-2	8,55	1610	8,96	93,9	...	0,039	0,896	242,4	368,6	0,010	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	MA-3	8,16	1298	8,48	90,2	...	0,051	0,945	167,2	296,6	0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	MA-4	8,06	1352	9,20	99,7	...	0,055	9,581	141,5	329,6	<0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	MA-5	7,22	1612	6,72	72,1	...	0,236	5,810	190,9	377,7	<0,01	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	AN-1	7,33	1397	7,80	83,5	...	0,211	12,947	147,6	341,6	0,010	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	MP-1	6,3	380	8,5	88,9	...	0,006	0,257	16,25	145,9	0,116	<0,05	<0,05	<0,07

2015	Marzo	MP-2	8,07	1480	11,2	125,2	...	0,479	13,526	170,6	296,6	0,02	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	LA-1	7,92	1816	6,34	73,1	...	0,366	2,199	206,5	308,6	0,020	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Marzo	PU-2	8,35	1748,0	4,99	54,80	...	0,644	10,461	235,63	363,4	0,020	<0,05	<0,05	<0,07
2015	Abril	MA-1	8,16	1754	8,38	89,80	...	0,009	0,283	291,2	347,5	0,03	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	MA-2	8,60	1814	9,49	96,40	...	0,007	0,096	265,4	449,9	0,030	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	MA-3	8,76	1772	10,49	125,20	...	0,008	0,273	253,9	432,8	0,02	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	MA-4	8,31	1378	5,50	57,6	...	0,068	2,327	149,0	361,4	0,020	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	MA-5	8,97	1604	12,98	143,2	...	0,333	7,494	201,8	607	0,010	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	AN-1	8,27	1453	7,60	80,5	...	0,213	2,914	154,4	360,7	0,039	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	MP-1	9,49	380	9,45	...	...	...	...	17,6	111,1	-	...	...	-
2015	Abril	MP-1	7,70	391	8,7	89,40	...	0,003	0,455	14,08	6,8	0,070	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	MP-2	8,26	1537	8,1	84,90	...	0,578	7,181	188,2	115,3	0,02	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	LA-1	8,05	1896	6,72	70,1	...	0,092	1,025	204,5	518,1	0,030	...	<0,05	<0,07
2015	Abril	PU-2	8,22	1875,0	5,36	57,90	...	0,956	11,825	245,108	381,6	0,033	...	<0,05	<0,07
2015	Mayo	MA-1	8,73	1334	9,08	92,70	<2	0,006	0,290	216,7	207,2	<0,01	<0,010	<0,001	<0,005
2015	Mayo	MA-2	8,73	1884	9,64	92,50	2	0,005	0,150	285,7	428,4	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Mayo	MA-3	9,17	1753	8,01	82,60	3	0,011	0,264	246,5	414,7	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Mayo	MA-4	7,92	1408	8,02	78,5	<2	0,150	2,469	195,0	311,0	0,030	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Mayo	MA-5	8,05	1662	6,26	58,3	8	0,399	8,274	197,7	324,6	0,030	<0,01	0,035	<0,005
2015	Mayo	AN-1	7,6	831	6,34	62,8	<2	0,213	3,711	167,9	84	0,032	0,0900	0,045	<0,005
2015	Mayo	MP-1	8,3	365	9,7	91,40	<2	0,005	0,430	33,85	291,8	0,060	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Mayo	MP-2	8,12	1517	11,5	115,80	4	0,605	8,417	260,0	428,4	0,02	<0,01	0,027	<0,005
2015	Mayo	LA-1	8,14	1869	7,28	70,4	4	0,240	1,043	257,3	341	0,040	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Mayo	PU-2	7,97	1879,0	5,85	56,50	9	0,523	12,622	243,7	371,03	0,044	<0,01	0,034	<0,005
2015	Junio	MA-1	8,03	1090	9,94	96,00	<2	0,005	0,196	179,3	182,5	<0,01	<0,010	0,004	<0,005
2015	Junio	MA-2	8,28	2033	11,37	100,20	<2	0,004	0,181	328,0	449	<0,01	<0,01	0,003	<0,005
2015	Junio	MA-3	8,33	1927	12,04	100,30	<2	0,014	0,327	289,0	463,4	<0,01	<0,01	0,009	<0,005
2015	Junio	MA-4	8,13	1560	10,71	95,3	<2	0,085	2,211	191,8	375,0	<0,01	<0,01	0,006	<0,005
2015	Junio	MA-5	7,75	1713	10,16	88,5	5	0,519	7,801	212,6	375,0	<0,01	<0,01	0,013	<0,005
2015	Junio	AN-1	7,89	1507	9,04	83,3	<2	0,153	2,897	169,5	357,8	<0,01	<0,01	0,005	<0,005
2015	Junio	MP-1	7,8	393	11,9	98,20	2	0,003	0,528	37,52	108,9	0,050	<0,01	0,008	<0,005
2015	Junio	MP-2	7,80	1608	7,9	76,40	2	0,492	8,691	193,2	329	0,04	<0,01	0,004	<0,005
2015	Junio	LA-1	7,9	2217	8,87	76,7	2	0,490	5,599	282,1	492,1	<0,01	<0,01	0,011	<0,005
2015	Junio	PU-2	7,47	2032,0	7,84	71,80	10	1,022	10,784	291,824	406,61	0,010	<0,01	0,017	<0,005
2015	Julio	MA-1	8,19	1058	9,77	97,20	<2	0,020	0,530	165,4	203,5	<0,01	<0,01	0,002	<0,005
2015	Julio	MA-1	8,13	1046	9,02	93,80	...	...	...	150,1	169,2	...	...	...	...
2015	Julio	MA-2	8,34	2130	12,15	105,0	<2	0,025	0,492	318,2	440,8	<0,01	<0,01	0,003	<0,005
2015	Julio	MA-3	8,34	2032	10,89	103,0	5	0,083	0,726	926,4	436,4	<0,01	<0,01	0,002	<0,005
2015	Julio	MA-4	8,01	1545	10,11	90,8	<2	0,044	1,875	238,6	352,9	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Julio	MA-5	7,75	1697	8,34	73,8	4	0,381	5,681	250,1	382,2	<0,01	<0,01	0,002	<0,005
2015	Julio	MA-5	7,59	1753	7,13	67,1	...	...	...	214,0	369,8	...	...	...	...



2015	Julio	AN-1	7,86	1339	9,22	86,4	<2	0,190	4,084	173,7	350	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Julio	MP-1	7,8	391	11,5	99,4	2	0,008	0,735	100,8	90,3	0,025	<0,01	0,003	<0,005
2015	Julio	MP-2	7,92	1722	8,94	86,2	5	0,854	5,429	254,8	361,7	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Julio	LA-1	7,02	1536	8,58	73,9	2	0,251	0,807	323,1	437,9	<0,01	<0,01	0,005	<0,005
2015	Julio	PU-2	7,71	2183,0	6,73	61,0	6	0,935	6,596	1000,5	401,2	0,010	<0,01	0,003	<0,005
2015	Agosto	MA-1	8,21	882	9,2	93,0	<2	0,004	0,305	131,5	148,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	MA-2	8,44	2010	10,98	99,7	<2	0,008	0,340	382,1	321,4	0,013	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	MA-3	8,37	1789	10,36	104,7	3	0,013	0,360	289,1	366,3	0,011	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	MA-4	8,03	1331	9,71	91,5	2	0,059	2,693	159,0	332,6	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	MA-5	8,07	1622	10,21	99,8	4	0,320	5,346	206,5	338,2	0,021	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	AN-1	7,8	1171	8,47	82,6	3	0,140	4,180	115,0	242,8	0,011	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	MP-1	7,87	308	9,89	91,5	...	...	...	...	50,1	...	...	...	...
2015	Agosto	MP-1	7,90	234	11,5	103,7	<2	0,046	1,156	12,74	27,0	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	MP-2	7,99	1649	9,15	88,7	3	0,907	2,790	234,1	307,4	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	LA-1	7,77	1128	7,87	74,5	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2015	Agosto	LA-1	7,62	1652	7,74	76,8	<2	0,307	2,115	203,1	357,9	0,013	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Agosto	PU-1	7,94	289,0	10,62	105,8	2	0,018	1,750	2,50	31,9	0,013	0,0100	0,001	0,005
2015	Agosto	PU-2	7,82	1930,0	8,03	78,9	5	0,635	11,910	268,491	408,3	0,030	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MA-1	8,96	903	9,03	97,3	<2	0,014	0,170	150,1	134,5	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MA-2	9,09	1807	9,83	96,80	<2	0,015	0,254	329,1	305,9	0,010	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MA-3	8,86	1785	10,66	118,9	3	0,016	0,209	305,7	336,0	0,010	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MA-4	8,67	1284	9,34	93,7	2	0,061	2,019	165,9	286,7	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MA-5	8,13	1596	8,03	82,1	7	0,511	8,218	209,3	322,3	0,022	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	AN-1	8,32	1338	8,33	84,7	11	0,153	2,511	177,6	281,3	0,010	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MP-1	8,6	185	9,9	96,3	6	0,040	0,897	<2,5	45,3	0,016	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	MP-2	8,19	1556	8,02	81,7	2	0,627	7,087	196,2	286,7	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	LA-1	7,91	1703	5,84	60,9	6	0,334	1,382	258,9	355,2	0,013	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Septiembre	PU-2	8,41	1820,0	7,12	74,1	6	1,473	10,186	267,114	322,3	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MA-1	8,12	685	7,96	85,7	<2	0,110	0,176	114,3	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MA-1	7,23	901	7,75	...	...	...	...	153,3	...	...	...	...	...
2015	Octubre	MA-2	8,26	1535	9,07	88,4	<2	0,009	0,229	254,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MA-3	8,08	1682	8,55	98	3	0,02	0,283	261,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MA-4	8,14	1329	8,75	86,8	3	0,046	<0,01	185,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MA-5	7,55	1478	6,29	66,1	4	0,388	7,307	188,2	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	AN-1	7,9	1187	7,59	77,2	4	0,125	2,671	140,8	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MP-1	7,77	192	10,08	98,1	<2	0,011	0,833	17,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	MP-1	7,51	154	10,73	...	...	...	...	6,3	...	...	...	...	...
2015	Octubre	MP-2	7,88	1555	6,45	66,3	3	1,102	4,882	200,7	...	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	LA-1	7,52	1409	4,99	...	...	...	...	188,9	...	...	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Octubre	LA-1	7,74	1324	6,14	61,4	2	0,199	1,006	180,5	...	<0,01	...	...	...
2015	Octubre	PU-1	7,35	329	8,48	92,1	2	0,1	8,062	2,5	...	0,01	0,01	0,001	0,005

2015	Octubre	PU-1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2015	Octubre	PU-2	7,47	1488	5,07	53,2	8	0,061	0,304	223,7	-	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MA-1	8,20	1321	8,73	90,0	<2	...	...	250,2	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MA-2	8,16	1097	8,93	87,9	<2	...	...	171,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MA-3	7,85	1045	6,85	71,9	<2	...	...	136,6	...	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MA-4	7,79	946	8,13	84,9	2	...	...	112,2	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MA-5	7,45	1077	8,15	82,7	3	0,226	3,035	121,6	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	AN-1	7,04	509	7,48	77,3	2	...	...	80,8	...	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MP-1	6,8	143	8,52	82	2	...	...	4,4	...	0,010	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	MP-2	7,04	909	5,26	57,2	2	...	...	103,1	...	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	LA-1	7,67	871	3,86	43,2	2	...	...	89,9	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Noviembre	PU-1	8,73	339	9,86	100,03	2	...	...	2,5	...	0,01	0,01	0,001	0,005
2015	Noviembre	PU-2	7,37	1303	7,04	74,7	8	0,591	6,511	156,5	...	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MA-1	8,34	815,0	8,76	87,9	...	0,008	0,234	149,5	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MA-2	8,13	841	8,61	84,1	...	0,011	0,252	108,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MA-3	8,38	801	8,08	83,2	...	0,014	0,257	88,2	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MA-4	7,34	778	8,13	87,8	...	0,019	0,728	86,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MA-5	7,83	1005	7,06	76,6	...	0,178	3,852	102,8	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	AN-1	7,55	841	7,19	80,1	...	0,077	4,626	77	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MP-1	7	152	8,42	88,4	...	0,008	0,428	7,6	...	0,017	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	MP-2	7,11	993	6,29	68,9	...	0,653	12,039	103,5	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	LA-1	7,42	622	4,5	51,5	...	0,165	0,956	56,8	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2015	Diciembre	PU-1	7,65	328	6,54	80,7	...	0,004	1,776	2,5	...	0,01	0,0100	0,001	0,005
2015	Diciembre	PU-2	7,91	1273	6,72	74,9	...	0,595	16,802	163,4	...	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005

Fuente: Elaboración propia obtenida de informes de la DGA, año 2015

### 3.2 RESULTADOS DE LA RED DE OBSERVACIÓN

Como se ha mencionado anteriormente, y con el objeto de contar con una herramienta de apoyo que permita caracterizar no sólo las concentraciones ambientales de ciertos parámetros sino también la condición biológica de las áreas de vigilancia de la cuenca del río Maipo, se ha establecido una Red de Observación (tabla N°4). Esta red de monitoreo complementa la información físico-química con monitoreos de otros parámetros físicos y químicos, ensayos ecotoxicológicos, información de bioindicadores y peces.

Tabla N°4. Monitoreo de bioindicadores (MBIO), ensayos ecotoxicológicos (MEB) y de fauna íctica (FI)

Cauce	Punto de monitoreo	2015		
		MBIO	MEB	FI
Río Maipo	MA – 1	X	X	--
	MA-1 OBS *	--	--	--
	MA – 2	X	X	--
	MA – 3	X	X	--
	MA-3 OBS	--	--	--
	MA – 4	X	X	--
	MA – 5	X	X	--
	MA-5 OBS	--	--	--
Río Angostura	AN – 1	X	X	--
	AN-1 OBS	--	--	--
Río Mapocho	MP – 1	X	X	--
	MP – 2	X	X	--
	MP-2.2 OBS	--	--	--
	MP-2.3 OBS	--	--	--
Estero Lampa	LA – 1	X	X	--
Estero Puangue	PU - 1 *	X	X	--
	PU-1 OBS	--	--	--
	PU – 2	X	X	--
Río Volcán	VOL – OBS	--	--	--
Río Yeso	YESO – OBS	--	--	--
Río Olivares	OL – OBS*	--	--	--
Río Clarillo	CLAR – OBS	--	--	--
Estero Arrayán	EA-OBS	--	--	--
Estero Yerba	EYL-OBS	--	--	--
Río San Francisco	FRA – OBS	--	--	--
Río Molina	MOL-OBS	--	--	--
Estero Colina	ECO-OBS	--	--	--
Río Colorado	COL- OBS	--	--	--
Río Colorado	COL1-OBS**	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de Reporte Técnico sobre el monitoreo calidad de las aguas de la Cuenca del Río Maipo.

(\*) Sin agua (\*\*) Cambio en coordenada

### 3.2.1 Bioindicadores

Se realizó el monitoreo de macroinvertebrados con el fin de calcular y analizar Índices Bióticos utilizados como bioindicadores del estado ecológico del ecosistema. Los índices utilizados fueron ChSIGNAL y ChBMWP, además de medir datos de riqueza específica (por familia) y abundancia total. Estos datos fueron obtenidos para la estación de primavera tardía (octubre).

En el análisis de las estaciones de muestreo se puede observar que las mayores abundancias se presentan en el río Maipo, en las estaciones cercanas a la desembocadura, como son MA-4 y MA-5 y los menores valores aguas arriba. El mismo patrón se observa en el río Mapocho en la estación MP-2, donde las abundancias son mayores que en MP-1 (tabla N°5).

Tabla N°5. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos encontrados en la cuenca del Maipo en la campaña de octubre del año 2015

Taxa / Estación	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5
<b>ACARI</b>											
Acari										1	
<b>COLEOPTERA</b>											
Dytiscidae					11						
Elmidae	16		10						2	15	25
<b>COLLEMBOLA</b>											
Collembola		2	1								
<b>DIPTERA</b>											
Blephariceridae	1							1			
Ceratopogonidae											
Chironomidae	10	190	10		170	150		13	1	79	64
Ephydriidae	1		1		1						
Psychodidae		1									
Simuliidae							1				
Tipulidae	5										
<b>EPHEMEROPTERA</b>											
Baetidae	10		18								
<b>ODONATA</b>											
Coenagrionidae			1								
<b>PLECOPTERA</b>											
Gripopterygidae	15										
<b>TRICHOPTERA</b>											
Hydropsichyidae	13		12					1		1	
Hydrobiosidae	2						1				
Hydroptilidae			1								
<b>ANNELIDA</b>											
Hirudinea		5				2					
Oligochaeta		2	10		13	48			2	102	110
<b>MOLLUSCA</b>											

<b>Planorbidae</b>					5						
<b>Physidae</b>			6							2	1
<b>ABUNDANCIA TOTAL</b>	73	200	70	0	200	200	2	15	5	200	200
<b>RIQUEZA TOTAL</b>	9	5	10	0	5	3	2	3	3	6	4

Fuente: Riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos encontrados en la cuenca del Maipo en la campaña de Octubre de 2015 (CENMA, 2015).

Una alta abundancia de macroinvertebrados no siempre refleja una mejor calidad de agua, ya que una mayor cantidad de ejemplares puede significar la existencia de taxa más tolerantes a la contaminación. En este sentido, la riqueza de taxa podría reflejar una medida de diversidad y, por tanto, una mejor calidad de agua. Este es el caso de las estaciones en AN-1 que presenten una fauna bentónica más diversa.

### 3.2.2 Índices bióticos

En el análisis de las estaciones de muestreo, considerando índices bióticos, se puede observar que ChSignal y ChBMWP muestran una calidad ecológica similar (regular a mala) para todas las estaciones estudiadas, donde solo la estación MP-1 presenta un estado ecológico bueno (ChBMWP) y muy bueno (ChSignal). A diferencia de Mapocho 1, en la estación río Maipo 1 solo se encontraron dos individuos de dos taxa distintos y donde ambos son indicadores de buena calidad, por lo que el índice ChSIGNAL indica que esta estación presenta un estado ecológico de excelencia. Sin embargo, para esta estación con baja riqueza y diversidad de taxa, el índice ChBMWP es aquel que evalúa mejor el estado ecológico de esa área (tabla N°6).

Tabla N°6. Valores de clases de calidad del índice ChBMWP y ChSIGNAL para los ríos evaluados en la campaña de Octubre de 2015 en la cuenca del Maipo. (Fuente: Cenma 2015)

<b>Índice Biótico</b>	<b>MP1</b>	<b>MP2</b>	<b>AN1</b>	<b>LA1</b>	<b>PU1</b>	<b>PU2</b>	<b>MA1</b>	<b>MA2</b>	<b>MA3</b>	<b>MA4</b>	<b>MA5</b>
ChSIGNAL	5.4	2.2	3.8	0	2.2	2	6	2.6	3	3.5	3
ChBMWP	49	11	38	0	11	6	12	8	9	21	12

#### Leyenda de colores y clases de calidad

Clase	1	2	3	4	5
	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala

En general, las abundancias de macroinvertebrados fueron bajas en la mayoría de las estaciones monitoreadas en la parte alta de la cuenca. La alta abundancia de las estaciones en la parte media y baja de la cuenca se debe, principalmente, a la presencia de Chironomidae y Oligochaeta, ambas familias altamente tolerante a la contaminación y a las perturbaciones. Lo anterior, también se refleja en los resultados de los índices bióticos que evalúan la calidad de los sitios como “perturbados” en la parte media y baja de la cuenca (Figura 2 y 3).

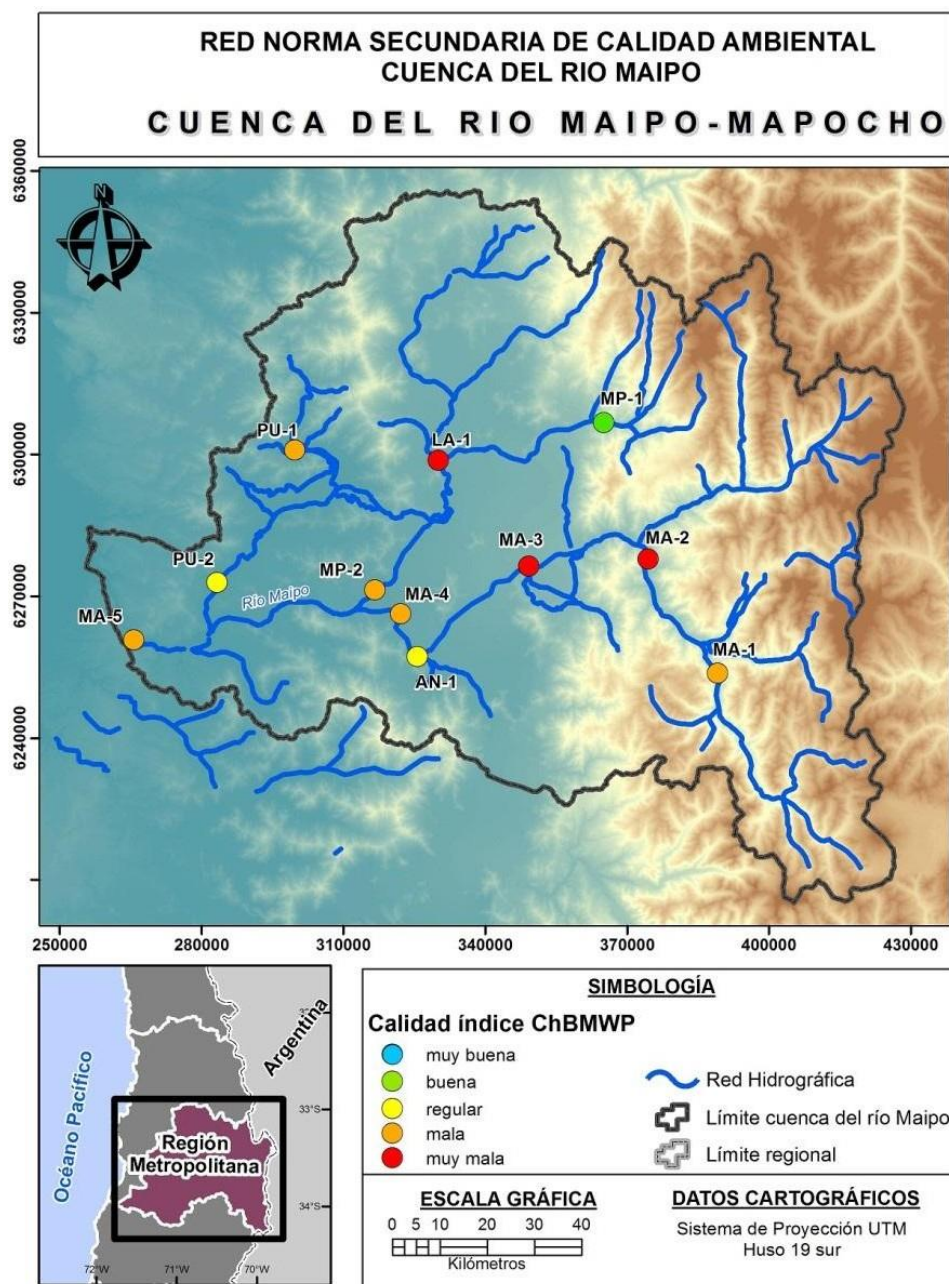


Figura 2. Mapa Calidad de la cuenca del Maipo en las estaciones de monitoreo según el índice biótico ChBMWP (Fuente: CENMA, 2015).



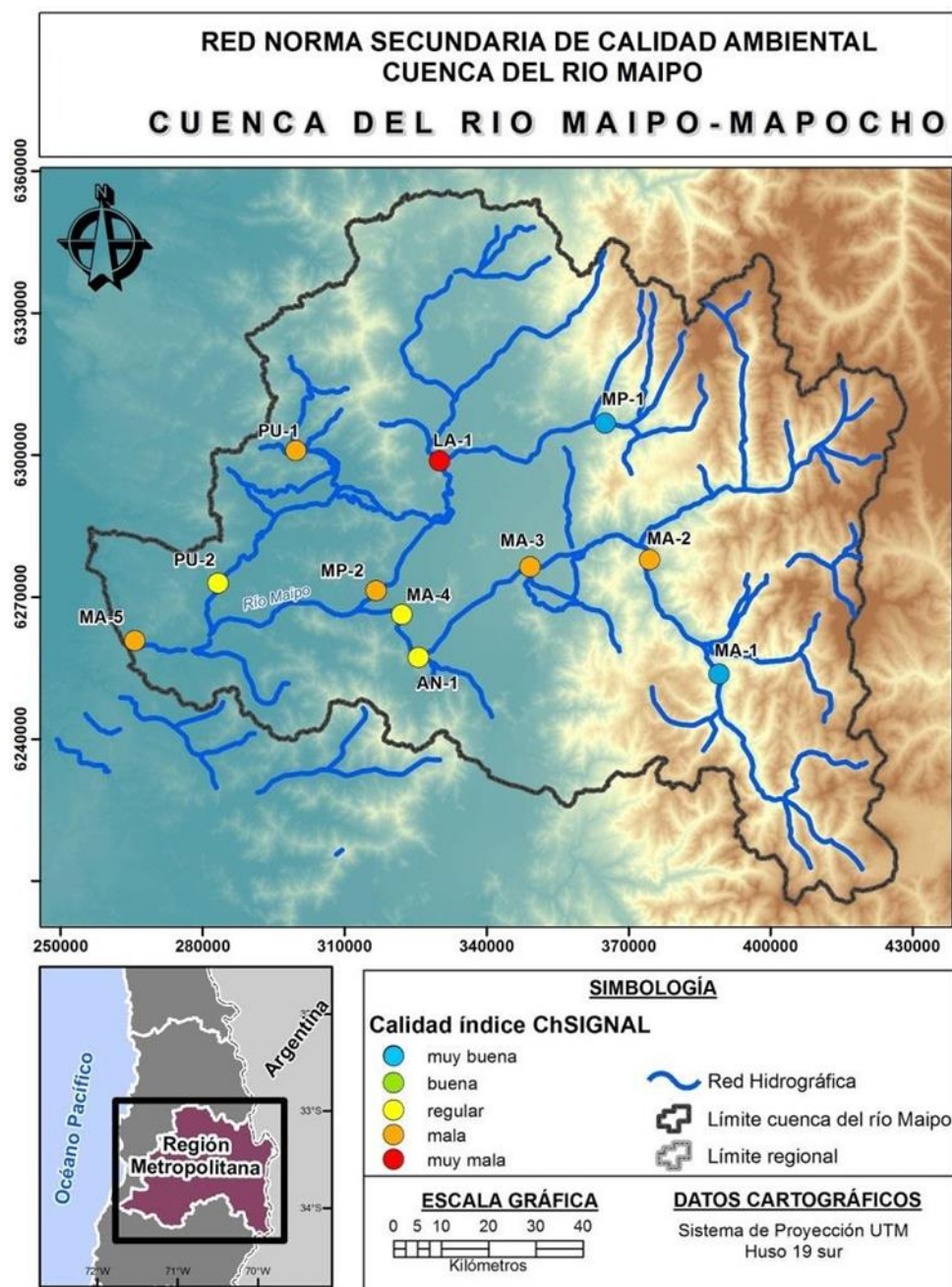


Figura 3. Mapa Calidad de la cuenca del Maipo en las estaciones de monitoreo según el índice biótico ChSIGNAL. (Fuente: Cenma, 2015).

### 3.3 Bioensayos de toxicidad crónica

El resultado de los bioensayos de toxicidad crónica con la microalga *Pseudokirchneriella subcapitata* (ex *Selenastrum capricornutum*) realizado con muestra de agua de los distintos puntos de la cuenca del río Maipo para el año 2015, muestra que el control de toxicidad con *Dicromato de Potasio* es inhibida desde la concentración más baja ensayada (0.15 µg/L) y, por lo tanto, muestra sensibilidad a un tóxico conocido, corroborando que la cepa empleada es adecuada para realizar estos bioensayos. Las muestras de las estaciones MA-3, MA-4, MA-5, MP-1, LA-1 y AN-1 mostraron efectos significativos de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata* en todas las concentraciones ensayadas, inhibiendo al 50% de la población en la concentración sin diluir (100%) luego de 96 horas. Las muestras MP-2 y PU-2 mostraron efectos significativos de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata* desde una concentración ensayada de 12,5%, y sin llegar a inhibir al 50% de la población en la máxima concentración (sin diluir, 100%) luego de 96 horas.

El punto MP-1, fue la única muestra de agua ensayada al 100% de su concentración que tuvo un efecto inhibitor considerable del crecimiento de *P. subcapitata*, entre un 67% y 98% inferiores a la tasa de crecimiento del control. Estos resultados muestran que las concentraciones ambientales de ciertos parámetros en esta zona podrían generar efectos tóxicos crónicos en microalgas.

### 3.4 Resultados Fisicoquímicos

De forma complementaria y con el objeto de evaluar otras condiciones de la cuenca para la gestión de la calidad del agua, en particular para un nuevo proceso de revisión de las normas, se monitorearon parámetros complementarios en la Red de Observación (Red no oficial) durante el año 2015.

En la Tabla N°7 se presentan los resultados de parámetros físicos químicos obtenidos de las campañas realizadas para la red de observación durante el año 2015, siendo estos resultados complementarios a la Red de control.

Tabla N°7. Parámetros fisicoquímicos río Maipo puntos de monitoreo MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5

Parámetro	Unidad	MA – 1			MA – 2			MA – 3			MA – 4			MA – 5		
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15
T	°C	10,3	11,3	10,7	9,9	11,7	11	16,9	14,2	13,5	14,15	12,5	17,6	15,8	20,0	19,8
pH	upH	6,12	6,23	6,56	6,89	6,86	7,25	6,74	6,81	7,34	7,66	7,73	7,35	7,85	7,87	7,65
C.E	uS/cm	729	1359	1189	1394	1066	1032	1642	995	973	1240	1020	989	1658	1306	1259
O.D.	mg/L	7,81	7,93	8,88	9,55	8,75	9,95	7,36	8,7	10,0	7,38	8,24	8,3	7,31	8,76	8,45
O.D.	% Sat	85,4	85	96,9	96	92,7	100	88,1	93	100,2	73,6	80,3	90,4	73,3	94,2	90,7
SST	mg/L	7	390	454	184	536	548	185	1233	899	62	62	625	56	56	397
SDT	mg/L	--	--	--	--	--	--	1220	506	552	--	--	--	1007	1007	813
Turbidez	NTU	--	--	--	--	--	--	190	1400	900	--	--	--	34	34	450
Aceites y Grasas	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Detergente	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1



Coliformes Fecales	NMP/100 ml	--	--	--	--	--	--	--	--	--	>1600*	>1600*	5E+05	>1600*	>1600*	33
Salinidad	‰	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<1	<1	<1	--	--	--
Alcalinidad	mg/L	76,7	95,5	119	109	77,5	123	144	72,0	180	144	144	160	161	161	162
NH <sub>4</sub>	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
NTK	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,9	1	--	3,5	3,5	1,2	7,6	7,6	3,8
Cl <sup>-</sup>	mg/L	114,3	250,2	149,5	254,4	171,4	108,4	261,4	136,6	88,2	185,4	112,2	86,4	188,2	121,6	102,8
Cr (t)	mg/L	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--
Ni(d)	mg/L	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--
Pb (d)	mg/L	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--
Zn (d)	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
N-(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0,176	--	0,234	0,229	--	0,252	0,283	--	0,257	< 0,010	--	0,728	7,307	3,035	3,852
P - PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	0,011	--	--	0,009	--	--	0,02	--	--	0,046	--	--	0,388	--	--
P - PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg/L	--	--	0,008	--	--	0,011	--	--	--	--	--	--	--	0,226	0,178

Fuente: Elaboración propia

\* Valor entregado desde laboratorio SGS (no se entrega el valor absoluto)

**Tabla N°9 Parámetros Fisicoquímicos río Mapocho puntos de monitoreo MP-1 y MP-2**

Parámetro	Unidad	MP – 1			MP – 2		
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15
T	°C	5,18	11,9	11,24	15,5	17	22,34
pH	upH	5,72	5,96	6,38	7,88	7,45	7,62
C.E	uS/cm	258	217	383	1744	1190	1262
O.D.	mg/L	10,6	5,92	8,53	7,7	6,43	6,34
O.D.	% Sat	91,2	60,4	90,4	77	68,8	70,2
SST	mg/L	61	422	83	13	13	249
SDT	mg/L	--	--	--	989	989	691
Turbidez	NTU	--	--	--	5,2	5,2	230
Aceites y Grasas	mg/L	--	--	--	<10	<10	<10
Detergente	mg/L	--	--	--	<0,1	<0,1	<0,1
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	17	1600	33	>1600*	>1600*	350
Alcalinidad	mg/L	45,8	29,7	29,7	193	193	146
NH <sub>4</sub>	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
NTK	mg/L	--	--	--	6,6	6,6	11,5
Cl <sup>-</sup>	mg/L	17,4	4,4	7,6	200,7	--	103,5
Cr (d)	mg/L	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--
Ni (t)	mg/L	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--
Pb (t)	mg/L	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--

Zn (t)	mg/L	< 0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	< 0,01
N-(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0,833	--	0,428	4,882	--	12,039
NO <sub>2</sub>	mg/L	--	--	--	--	--	--
N (t)	mg/L	--	--	--	--	--	--
P - PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	0,011	--	--	1,102	--	--
P - PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg/L	--	--	0,008	--	--	0,653
S <sup>-</sup>	mg/L	--	--	--	--	--	--
As (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--
Cu (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--
Fe (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia en base a Cenma 2015.

\* Valor entregado desde laboratorio SGS (no se entrega el valor absoluto)

**Tabla N°10. Parámetros Físico – Químicos. Río Angostura, Estero Lampa y Estero Puangue.**

Parámetro	Unidad	AN - 1			LA - 1			PU - 1			PU - 2		
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15
T	°C	13,91	10,6	17,02	13,4	16	22,7	17,3	20,51	25,7	15,49	19,5	21,42
pH	upH	7,11	7,65	7,33	6,4	7,86	7,89	7,35	8,73	7,65	7,59	7,69	7,82
C.E	uS/cm	1175	788	1166	1580	871	1226	329	339	328	1801	1560	1650
O.D.	mg/L	6,71	8,59	8,76	7,05	6,73	4,12	8,48	9,86	6,54	6,47	7,4	7,85
O.D.	% Sat	67,4	82,9	95,2	72,8	68	53,5	92,1	100,03	80,7	64,7	79,6	83,2
SST	mg/L	116	234	364	101	101	162	<5	<5	35	64	88	53
SDT	mg/L	--	--	--	901	901	1023	--	--	--	--	--	--
Turbidez	NTU	--	--	--	80	80	190	--	--	--	--	--	--
Aceites y Grasas	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Detergente	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	>1600*	>1600*	140	240	240	350	49	49	23	>1600*	>1600*	1300
Alcalinidad	mg/L	138	101	166	156	156	180	106	106	125	161	160	178
NH <sub>4</sub>	mg/L	--	--	--	<0,03	<0,03	<0,03	--	--	--	--	--	--
NTK	mg/L	2,8	2,3	3	1,8	1,8	1,8	1	1	0,5	8,4	8,3	9,3
CN	mg/L	--	--	--	<0,02	<0,02	<0,02	--	--	--	--	--	--
S <sup>-</sup>	mg/L	--	--	--	<0,2	<0,2	<0,2	--	--	--	--	--	--
Fenol	mg/L	--	--	--	<0,001	<0,001	<0,001	--	--	--	--	--	--
Cl <sup>-</sup>	mg/L	140,8	80,8	77	180,5	89,9	56,8	< 2,5	<2,5	2,5	223,7	156,5	163,4
Cr (t)	mg/L	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--
Ni (d)	mg/L	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--

Pb (d)	mg/L	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--
Zn (d)	mg/L	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01
N-(NO <sub>3</sub> )	mg/L	2,671	--	4,626	1,006	--	0,956	8,062	--	1,776	0,304	6511	16802
P - PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	0,125	--	--	0,199	--	--	0,01	--	--	0,061	--	--
P - PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	--	--	0,077	--	--	0,165	--	--	0,004	--	0,591	0,595

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°11.** Parámetros Físico – Químicos Río Maipo, Mapocho, Angostura, Estero Puangue, Río Colorado

Parámetro	Unidad	MA-1 OBS	AN-1 OBS	MP-2.2 OBS	PU-1 OBS	COL OBS
		oct-15	oct-15	oct-15	oct-15	oct-15
pH	upH	7,79	7,98	7,31	7,2	8,27
T	°C	15	20	13,92	18,3	11,76
C.E	uS/cm	1570	324	871	251	957
O.D.	mg/L	7,35	8,14	9,18	9,7	8,63
O.D.	% Sat	89,8	94,6	95,4	100	92,3
SST	mg/L	6	50	721	<0,5	91
SDT	mg/L	--	--	--	--	--
Aceites y Grasas	mg/L	--	<10	<10	<10	--
Detergente	mg/L	--	--	<0,1	<0,1	--
Coli. Fecales	NMP/100 ml	--	220	>1600*	49	--
Alcalinidad	mg/L	83,2	53,9	97,2	91,7	51,7
NH <sub>4</sub>	mg/L	--	--	<0,03	--	--
NTK	mg/L		1,8	1,5	0,4	0,8
DBO <sub>5</sub>	mg/L	--	2	5	<2	<2
PO <sub>4</sub>	mg/L	--	0,06	0,09	<0,02	0,12
NO <sub>3</sub>	mg/L	--	5,9	--	0,05	--
pH	UpH	8	--	7,7	8,1	8,3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°12.** Parámetros Físico – Químicos. Río Volcán, Yeso, Olivares, Clarillo, Río Volcán, Yeso, Estero Arrayán, Yerba Loca, Río San Francisco, Río Molina y Estero Colina

Parámetro	Unidad	VOL- OBS	YESO- OBS	OL- OBS	CLAR- OBS	EA - OBS	EYL- OBS	FRA- OBS	MOL OBS	ECO OBS
		oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15
pH	upH	8,25	7.44	8.54	8.17	6,41	7,03	6,82	7,25	7,15
T	°C	12,82	9.64	12.83	12.3	6,89	6,98	8,96	7,68	13,45
C.E	uS/cm	1105	1254	858	150	368	297	432	202	195
O.D.	mg/L	7,42	8,91	7,73	9,2	9,91	9,35	9,18	9,95	9,16
O.D.	% Sat	83,7	93,7	86,8	98,0	91,3	92	92,8	97,5	97,1
SST	mg/L	<5	37	<5	7	14	121	231	306	1008
NTK	mg/L	0,6	0,6	0,8	0,6	1,3	0,9	1,8	1,1	1,1
S <sup>-</sup>	mg/L	--	<0,2	--	--	--	<0,2	--	--	--
CF	NMP/100 ml	--	--	--	--	--	--	--	--	70
Aceites y Grasas	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	10
Detergente	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	<0,1
Alcalinidad	mg/L	196	98.4	100	30.6	56,3	25,7	37,6	41,2	63,4
CN	mg/L	--	<0,02	--	--	--	<0,02	--	--	--
Fenol	mg/L	--	<0,001	--	--	--	<0,001	--	--	--
DBO <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	<2	<2	<2	4	3	5	2
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,03	0,21	0,1	0,09

Fuente: Elaboración propia

#### 4. COMENTARIOS FINALES

En el caso del monitoreo de parámetros físico- químicos de la Red de Control este informe reporta los resultados obtenidos del monitoreo para el periodo comprendido desde enero a diciembre del año 2015. Por lo tanto, no es posible realizar una evaluación del cumplimiento normativo pues no se dispone de toda la data señalada en el Artículo 7º “Condiciones de excedencia” de la norma, esto es, el periodo de tres años calendarios consecutivos a que hace referencia el decreto 53/2013.

En análisis de los índices bióticos ChBMWP y ChSIGNAlmuestran una calidad ecológica de regular a mala para todas las estaciones estudiadas. Sólo la estación MP-1 presenta un estado ecológico Clase 2, es decir, bueno. En general las abundancias de individuos de macroinvertebrados reportadas son bajas (menores a 100 individuos en el total de la muestra) en la mayoría de las estaciones monitoreadas que forman parte de la zona alta de la cuenca (MP-1, MA-1, MA-2). La alta abundancia de las estaciones en la parte media y baja de la cuenca se debe a la presencia de familias altamente tolerante a perturbaciones y condiciones estresantes (Chironomidae y Oligochaeta). En efecto, esto queda reflejado también por el resultado de los índices bióticos que evalúan los sitios como perturbados, lo cual es coincidente con los

resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímica analizados, principalmente con valores elevados de coliformes fecales, bajos en oxígeno y nutrientes, altos en sólidos suspendidos y disueltos.

Para el caso de los ensayos de toxicidad crónica, todas las muestras de agua del río ensayadas arrojaron algún grado de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata*. Solo las muestras MP-2 y PU-2 mostraron efectos significativos de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata* para ensayos de 96 horas. Las muestras correspondientes a las estaciones MA-3, MA-4, MA-5, MP-1, LA-1 y AN-1 mostraron efectos significativos de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata* en todas las concentraciones ensayadas, inhibiendo al 50% de la población en la concentración sin diluir (100%) luego de 96 horas, demostrando una inhibición más alta que las estaciones MP-2 y PU-2.

En conclusión, es posible que los efectos de inhibición de crecimiento poblacional estén dados por una combinación de: a) la baja cantidad de nutrientes existentes en las aguas de la cuenca del Maipo, lo cual queda de manifiesto en los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos; b) la alta carga de sólidos suspendidos en la columna de agua y c) posible toxicidad en el agua por fuentes de contaminación puntuales y difusas (CENMA, 2015). Los resultados de bioensayos son coherentes con los obtenidos en los análisis de bioindicadores demostrando una calidad físico-química y biológica deficiente en la cuenca del río Maipo.

## 5. REFERENCIAS

DS. N°53/2013, Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo del Ministerio del Medio Ambiente.

DGA (2015). Informe Técnico Antecedentes para elaborar Informe de Calidad, Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del río Maipo.

Ministerio del Medio Ambiente (2015). Informe Final “Red norma secundaria calidad ambiental Río Maipo”. Centro Nacional del Medio Ambiente. 58 págs.

SMA (2018). Resolución Exenta N°271/2018 de la SMA, que dicta el programa de medición y control de la calidad ambiental de aguas para las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.

## 6. ANEXOS

ANEXO 1. PMCCA disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1116070>

