

SEGUNDO INFORME DE CALIDAD

AÑO 2016

“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

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. RED DE CONTROL Y RED DE OBSERVACIÓN	4
3.1 RESULTADOS DEL MONITOREO DE LA RED DE CONTROL	6
3.2 RESULTADOS DE LA RED DE OBSERVACIÓN.....	10
3.1.1 Bioindicadores	11
3.1.2 Bioensayos	16
3.1.3 Fauna Íctica	16
3.1.4 Resultados Fisicoquímicos.....	19
4. COMENTARIOS FINALES	25
5. REFERENCIAS	25
6. ANEXOS.....	26

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 2016 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 segundo 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 segundo 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 2016, 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, 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

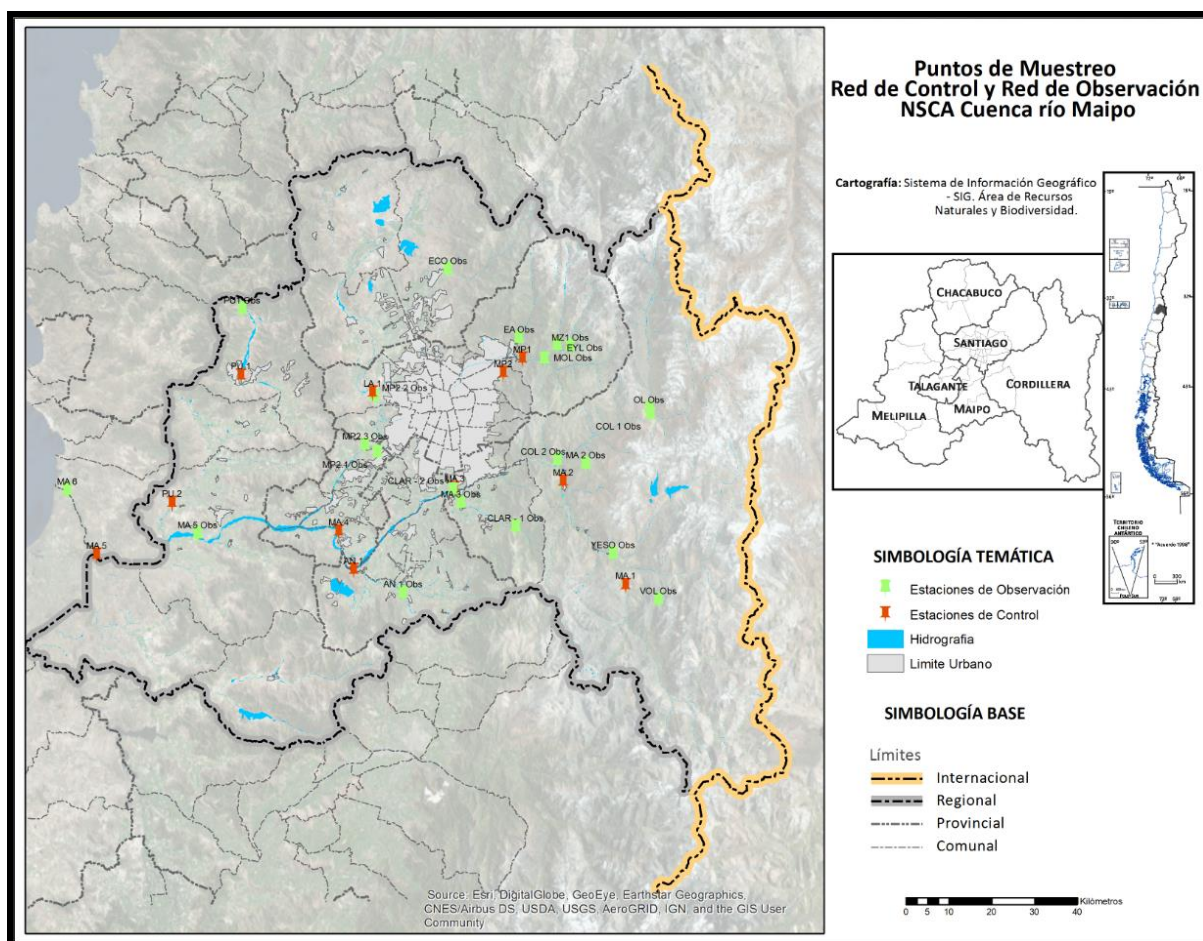


Figura 1. Plano ubicación general de los puntos de muestreo Red de Control y Red de Observación.

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 para el año 2016, fue informado por la Dirección General de Aguas (DGA) mediante N° 43 del 30 de junio de 2017. Los resultados del monitoreo de aguas superficiales fueron obtenidos durante el año 2016, con frecuencia de muestreo mensual. Es importante mencionar que la DGA, previa validación, entrega los análisis del monitoreo del año 2016 en junio del año siguiente. En los casos de datos no registrados, la DGA señala diferentes causas, tales como: resultado no entregado por preservación, no muestreado, análisis suspendido según técnica no conforme N°8 (TENC N°8), falla en la cámara de gas, análisis no realizado según técnica no conforme N°12 (TENC N°12), 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 (DBO5), cromo

total (Cr total), níquel disuelto (Ni disuelto) y plomo disuelto (Pb disuelto), los cuales fueron externalizados.

Durante el año 2016, la DGA no informó resultados del monitoreo para la estación Puangue en Curacaví (PU-1) dado que el lugar de muestreo se mantuvo sin flujo de agua los meses durante todo el año.

A continuación en la Tabla N°4 se presentan los resultados informados por la DGA.

Tabla N°3. Base de datos parámetros NSCA cuenca río Maipo Muestreo 2016

Año	Mes	Estación	pH	CE	OD (mg/L)	OD (% Sat)	DBO ₅	PO ₄	NO ₃	Cl	SO ₄ ⁻²	Zn disuelto	Cr total	Ni disuelto	Pb disuelto
2016	Enero	MA-4	8,13	1099	9,07	96,5	8	0,023	0,941	106,6	286,8	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	MA-5	8,10	1331	...	...	4	0,157	3,650	132,8	311,7	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	AN-1	7,96	1234,0	8,52	92,4	8	0,112	2,349	118,5	303,4	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	MP-1	7,18	348	9,68	100,3	<2	0,012	0,453	9,3	132,0	0,100	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	MP-2	7,79	1299	6,85	77,5	5	0,494	3,609	135,2	281,3	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	LA-1	7,66	1495	4,67	53,3	5	0,440	1,442	130,7	364,5	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	PU-2	7,90	1580	...	...	8	0,460	8,117	171,1	342,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	MA-2	8,98	1228,0	10,72	105,2	2	0,020	0,249	114,0	303,4	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	MA-1	8,82	1269,0	10,32	104,4	2	0,019	0,216	145,0	328,3	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Enero	MA-3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
2016	Febrero	MA-1	6,31	1395,0	10,03	103,4	3	0,010	0,141	192,4	384,8	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	MA-2	6,31	1005,0	10,51	106,7	2	0,015	0,161	144,3	308,4	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	MA-3	7,19	1065,0	10,5	115,3	<2	0,062	0,252	108,7	339,9	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	MA-4	7,61	1168	8,86	98,1	2	0,04	1,281	114,3	290,7	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	MA-5	7,75	1389	8,28	92,9	...	0,216	5,533	148,4	327,7	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	AN-1	7,50	1275	8,52	93,8	<2	0,108	1,945	125,8	284,4	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	MP-1	5,84	351	8,28	93,7	3	0,005	0,336	7,9	152,5	0,10	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	MP-2	7,37	1335	5,86	68,7	4	0,517	5,050	141,8	251,9	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	LA-1	7,68	1486	5,82	72	4	0,186	2,496	150,5	301,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Febrero	PU-2	7,42	1625	8,55	94,6	...	0,612	8,950	186,1	334,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	MA-1	7,82	1681,0	9,82	101,5	<2	<0,003	0,125	263,3	350,5	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	MA-2	8,03	1394,0	10,4	107,6	2	0,007	0,135	173,7	334,5	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	MA-3	7,72	1252,0	9,5	100,3	2	0,007	0,146	139,7	325,4	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	MA-4	8,04	1281	8,88	98,2	2	0,080	1,709	141,7	300,2	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	MA-5	7,67	1526	8,69	93,8	5	0,265	6,652	178,2	345,4	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	AN-1	7,03	1362,0	8,34	90,0	<2	0,118	2,261	142,4	288,8	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	MP-1	6,14	324	7,51	79,7	<2	0,004	0,333	8,5	114,8	0,08	<0,01	<0,001	0,005
2016	Marzo	MP-2	7,51	1477	8,79	102,2	4	0,598	6,838	170,2	259,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	LA-1	7,66	1471	5,80	65,7	6	0,177	1,719	162,6	307,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Marzo	PU-2	7,20	1690	7,3	78,3	6	0,653	10,1	205,3	341,3	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Abril	MA-1	7,90	1932	9	97	<2	0,004	0,1	333,5	483,3	<0,01	<0,01	0,012	<0,005
2016	Abril	MA-2	8,1	1687	10	98	<2	0,01	0,1	243	337	<0,01	<0,01	0,013	<0,005
2016	Abril	MA-3	7,83	1574	9,48	101,3	<2	0,01	0,1	192	336	<0,01	<0,01	0,001	<0,005
2016	Abril	MA-4	7,80	1442	9	90	<2	0,02	1,2	162	355	<0,01	<0,01	0,001	<0,005

2016	Abril	MA-5	7,91	1580	10	97	<2	0,37	7,9	179	307	<0,01	<0,01	0,001	<0,005
2016	Abril	AN-1	7,7	1412	6	65	<2	0,048	2	156	328	<0,01	<0,01	0,006	<0,005
2016	Abril	MP-1	6,9	347	10	100	<2	0,003	0,2	11	124	<0,06	<0,01	0,009	<0,005
2016	Abril	MP-2	7,9	1659	7	74,0	<6	0,943	5,3	195	362	<0,010	<0,01	0,010	<0,005
2016	Abril	LA-1	7,80	1579	7	74,0	<2	0,153	0,4	191	534	<0,01	<0,01	0,001	<0,005
2016	Abril	PU-2	7,50	1780	6	61,0	<3	0,753	11,7	219	360	<0,01	<0,01	0,001	<0,005
2016	Mayo	MA-1	8,26	1776	9	92	2	0,01	0,3	328,6	203	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	MA-2	9,0	1490	10	99	7	0,01	0,3	226	234	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	MA-3	8,59	1414	9,11	95	2	0,01	0,3	191,1	237	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	MA-4	7,98	1236,0	9,98	97,6	<2	0,03	1,2	158,1	209	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	MA-5	7,6	1386	6	59	2	0,3	6,4	165	248	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	AN-1	7,9	873	9	91	<2	0,10	2,9	156	123	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	MP-1	7,9	285	10	99	2	0,02	0,6	10	25	<0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	MP-2	8,0	1558	7	72	8	0,77	5,6	195	240	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	LA-1	7,8	1387	6	57,0	2	0,300	2,1	191	210	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Mayo	PU-2	7,4	1559	6	58,0	6	0,610	9,4	203	255	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	MA-1	8,1	1536	9	90	<2	0,01	0,3	271	199,6	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	MA-2	8,2	1057	10	93	<2	0,01	0,4	158	150	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	MA-3	7,7	926,0	10	92	<2	0,01	0,4	125	145	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	MA-4	7,97	-	10	89	<2	0,04	0,9	108	131	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	MA-5	7,6	1116	8	95	<2	0,28	3,8	132	187	<0,01	<0,01	<0,006	<0,005
2016	Junio	AN-1	7,5	...	9	87	<2	0,060	2,1	49	57	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	MP-1	7,7	169	12	104	<6	0,09	1,2	15	4	<0,08	<0,01	<0,01	<0,005
2016	Junio	MP-2	7,9	...	8	79	3	0,64	3,1	132	177	<0,01	<0,01	<0,006	<0,005
2016	Junio	LA-1	7,6	972	7,00	70	<5	0,340	0,9	106	130	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Junio	PU-2	7,4	1272	8	73	<4	0,590	8,3	155	197	<0,01	<0,01	<0,008	<0,005
2016	Julio	MA-1	8,01	1833	10	100	<2	0,01	0,3	363,4	248,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	MA-2	7,9	1688	11	102	<2	0,01	0,4	290	289	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	MA-3	8,1	1454	11	100,8	<2	0,02	0,4	217	268	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	MA-4	8,8	1336	9,5	80	<2	0,07	1,38	183	251	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	MA-5	8,1	1233	7	63	<10	0,53	4,7	160	230	<0,01	<0,01	<0,002	<0,005
2016	Julio	AN-1	8,2	1014	8	78	<2	0,110	3,8	98,0	216	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	MP-1	7,9	172	11	104	<3	0,03	0,9	32	31	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	MP-2	8,2	1525	7	64	<7	0,99	4,2	204	257	<0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	LA-1	7,70	1305	10	88,0	<5	0,310	1,5	166,0	239,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Julio	PU-2	7,60	1343	7	69	<13	1,040	6,4	185	205	<0,01	<0,01	<0,002	<0,005
2016	Agosto	MA-1	8,64	2065	9	89	<3	0,01	0,3	451,7	262,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	MA-2	7,4	1063	9	87	<2	0,01	0,3	272	245	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	MA-3	8	1477	10	99	<2	0,01	0,3	234	293	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	MA-4	8,2	1254	9	89	<2	0,040	1,5	165	258	<0,03	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	MA-5	8	1348	8	80	<3	0,320	6,8	175	298	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005

2016	Agosto	AN-1	7,9	961	10	99	<3	0,110	3,5	88,0	174,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	MP-1	8,4	178	9	82	<4	0,03	0,8	17	26,0	<0,04	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	MP-2	7,9	1563	7	71	<6	1,220	3,9	207	347,0	<0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	LA-1	8,2	1391	10	91	<4	0,050	1,5	200	238,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Agosto	PU-2	7,8	1667	7	72	<8	0,710	10,8	217	335	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	MA-1	8,17	1658,0	11	101	<2	0,01	0,3	300,6	2660	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	MA-2	8,5	1554	12	106	<2	0,01	0,3	233	320	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	MA-3	8,5	1294	10	102	<2	0,01	0,010	199	318	<0,03	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	MA-4	8,06	1349	7	75	<2	0,080	3,207	148	293	<0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	MA-5	8,10	1518	9	91	<3	0,40	7,89	183,0	296	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	AN-1	7,70	1353	10	98	<2	0,11	3,2	158	286	<0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	MP-1	8,2	188	11	98	<2	0,02	0,8	6	37	<0,02	<0,01	<0,004	<0,005
2016	Septiembre	MP-2	8,0	1579	8	83	<5	0,16	5,9	197	288	<0,03	<0,01	<0,004	<0,005
2016	Septiembre	LA-1	8,00	1480	5	56	<4	0,420	1,5	183	269,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Septiembre	PU-2	8,00	1678	8	77,0	<7	0,640	9,8	209,0	318,0	<0,04	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MA-1	8,60	1643	10	96	<2	0,01	0,3	293,8	298,8	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MA-2	8,4	1375	9	85	<2	0,01	0,3	285	284	0,01	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MA-3	8,3	1251	9	97	<2	0,01	0,3	170	275	0,07	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MA-4	8,1	1260	8	76	<2	0,09	2,2	143	243	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MA-5	8,1	1414	8	83	<3	0,330	4,7	162	257	<0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	AN-1	7,8	1235	7	76	<2	0,060	2,8	131,0	235,0	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MP-1	7,9	218	11	108	<2	0,003	0,6	9,00	47,0	0,030	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	MP-2	8,1	1464	8	76	<5	1,120	3,3	177,0	233	0,04	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	LA-1	7,9	1118	5	60	<3	0,20	0,9	132,0	221,0	0,010	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Octubre	PU-2	7,8	1477	6	64	<7	0,540	7,6	184	262	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MA-1	8,45	1134	8	90	<2	0,02	0,3	149,4	258,6	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MA-2	8,4	962	9	91	<2	0,02	0,3	111	221	0,03	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MA-3	8,41	909	9	94	<2	0,02	0,30	90	247	0,021	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MA-4	8,18	986	8	83	<3	0,03	0,9	101	237	0,02	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MA-5	8,5	1380	10	108	<3	0,310	6,10	158	256	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	AN-1	8,00	1187	7	75	<2	0,130	3,4	124	256	0,030	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MP-1	8,9	206	11	99	<2	0,004	0,600	8,00	38	0,030	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	MP-2	8,0	1214	6	68	3	0,73	3,4	130	216	0,03	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	LA-1	7,80	894	7	72	<3	0,010	0,600	8	41,0	0,030	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Noviembre	PU-2	8,00	1492	6	69	<6	0,630	9,800	181	263	0,020	<0,01	<0,001	<0,005
2016	Diciembre	MA-1	8,69	1117	9	92	...	0,01	0,2	106,6	317	0,03	0,01	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	MA-2	8,7	1021	9	91	....	0,005	0,2	86	312	0,03	0,0006	<0,001	<0,005
2016	Diciembre	MA-3	8,58	887,0	8	84,3	....	0,004	0,283	75,6	310,7	0,024	0,0029	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	MA-4	8,02	1202,0	6	68	....	0,02	0,7	109	311	0,01	0,0020	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	MA-5	8	1173	7	78	....	0,17	3,7	121	313	0,010	0,0006	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	AN-1	8,30	1036	9	98	....	0,070	2,4	119	269	0,010	0,0006	<0,01	<0,005

2016	Diciembre	MP-1	8,3	285	8	88	....	0,003	0,6	7	120	0,070	0,0006	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	MP-2	7,9	1183	7	84	....	0,560	2,8	122	306	0,01	0,0006	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	LA-1	8,0	860	4	53	....	0,22	0,8	75	222	0,020	0,0006	<0,01	<0,005
2016	Diciembre	PU-2	8,20	1456	6	72	....	0,540	8,3	163	323	<0,01	<0,0006	<0,01	<0,005

Fuente: Elaboración propia obtenida de los Informes de la DGA, año 2016

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	2016		
		MBIO	MEB	FI
Río Maipo	MA – 1	X	X	X
	MA-1 OBS *	X	X	X
	MA – 2	X	X	--
	MA – 3	X	X	--
	MA-3 OBS	--	--	--
	MA – 4	X	X	X
	MA – 5	X	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 Loca	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

3.1.1 Bioindicadores

3.1.1.1 Macroinvertebrados bentónicos

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 ChSIGNAL2 (Chessman 2001), ChBMWP, y ChIBF (según adaptación de Figueroa et al. 2007), además de medir datos de riqueza específica (por familia) y abundancia total. Estos datos fueron obtenidos para la estación de primavera tardía (octubre).

Durante los muestreos realizados 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 4). En relación a la diversidad, evaluada por el índice de diversidad de Shannon, se observó que la estación AN-1 ubicada en el Río Angostura mostró mayor diversidad de taxa de macroinvertebrados (Tabla Nº 5). Por su parte, en las estaciones MA-1 y MA-3 se encontró la mayor equidad entre grupos 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 Nº6 y Tabla Nº 7). 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 5. 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 6. 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	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	0	0	0	7	0	1	0	165	0	0
Gastropoda	Bassomatophora	Physidae	<i>Physa</i>	0	0	0	23	0	13	0	28	0	0
		Chilinae	<i>Chilina</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1
	Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Secernentea	Rhabditida	<i>Rhabditidae</i>	<i>Caenorhabditis</i>	0	1	5	30	22	4	0	128	3	83
Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glosiphonidae</i>		0	0	0	7	9	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Haplotaxida			0	0	0	8	3	13	0	21	0	2
Turbellaria	Tricladida	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	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

Tabla Nº 7. 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	Dugesidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	20,6	0,0	2,3

3.1.1.2 Aplicación de índices bióticos de calidad de agua

En la Tabla Nº 8 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 a partir del análisis. 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 Nº2).

Los resultados del índice ChSIGNAL2 no estarían reflejando el real estado de calidad de los cauces analizados 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 2015. Por esta razón, para futuros monitoreos y seguimiento de los bioindicadores acuáticos se continuará aplicando 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 8. 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

3.1.2 Bioensayos

El resultado de los bioensayos de toxicidad crónica con el microalga *Selenastrum capricornutum* realizado en los distintos puntos de la cuenca del Maipo para el 2016, del total de muestras de la cuenca del río Maipo ensayadas al 100% de su concentración, cinco presentaron un leve efecto inhibitor 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.

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

3.1.3 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 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 (Velásquez y Vega, 2004, Velásquez et al. 2006)

La ictiofauna chilena, presenta varias características únicas, como es su alto endemismo, es decir, una alta representación de especies que son propias de esta zona geográfica y que no están en otras zonas 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 se muestra un resumen de las especies de peces que potencialmente se distribuyen en la cuenca del río Maipo.

Tabla N°9. Especies de distribución potencial en la cuenca del Maipo.

Nº	Especie	Nombre Común	Categoría de Conservación
1	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey del Norte	VU (Vulnerable)
2	<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	VU (Vulnerable)
3	<i>Diplomystes chilensis</i>	Bagre/Tollo de agua dulce	EN (En Peligro)
4	<i>Galaxias globiceps</i>	Puye	EN (En Peligro)
5	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	VU (Vulnerable)
6	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	LC (Preocupación Menor)
7	<i>Nematogenis inermis</i>	Bagre Grande	EN (En Peligro)
8	<i>Odontesthes brevianalis</i>	Cauque del Norte	VU (Vulnerable)
9	<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra/Trucha criolla	VU (Vulnerable)
10	<i>Percichthys trucha</i>	Perca Trucha/Trucha criolla	NT (Casi Amenazada)
11	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita/coloradita	EN (En Peligro)
12	<i>Trichomycterus aerolatus</i>	Bagrecito	VU (Vulnerable)

El monitoreo de peces del año 2016, y se prospectaron tres zonas de la cuenca del río Maipo, correspondientes a las siguientes estaciones de monitoreo:

1. Estación MA-1 (zona alta cordillera): 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 arbórea, generando un tramo sombreado con ventanas. Se apreciaron restos de ramas y troncos en la orilla. 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.

2. Estación MA-4 (zona media): 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.

3. Estación MA-5 (zona baja): 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.

En estas 3 estaciones se registró la riqueza de tres especies *Percichthys trucha* (Perca Trucha), *Basilichthys* sp. (Pejerrey), *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito) (ver tabla N°23), siendo la especie *Percichthys trucha* la más abundante con un total de 9 individuos, seguido de *Trichomycterus areolatus* y *Basilichthys* sp.,

con 1 individuo respectivamente. Es importante destacar que las especies *Trichomycterus aerolatus* y *Basilichthys* sp. clasificadas como “Vulnerable”. Por su parte, *Percichthys trucha* clasificada como “Casi Amenazada”. Todas consideradas como especies nativas de acuerdo a los procesos de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente (un resumen de esta información en la Tabla N°10).

Tabla N° 10. Fauna íctica en Cuenca del río Maipo año 2016

Estación	<i>Trichomycterus aerolatus</i>	<i>Percichthys trucha</i>	<i>Basilichthys</i> 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

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la morfometría de las especies se registraron las siguientes características:

- *Trichomycterus aerolatus*, 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/cm³.
- *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.
- *Basilichthys* sp, 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.

Es importante mencionar que, el levantamiento de fauna íctica para la campaña primavera 2017 no arrojó la presencia de fauna íctica en ninguna de las tres estaciones programadas en la campaña de primavera tardía (MA-1, MA-4 y MA-5).

3.1.4 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 aportar con mayores antecedentes en un nuevo proceso de revisión de las normas, se monitorearon parámetros complementarios en la Red de observación para el año 2016.

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de parámetros físico-químicos obtenidos de las campañas realizadas para la red de observación. Estos resultados son solo referenciales y complementarios a la Red de Control (tabla N°11 a 15).

Tabla N°11. 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	
		ago-16	oct-16	ago-16	oct-16	ago-16	nov-16	ago-16	oct-16	ago-16	oct-16
T	°C	9,6	7,6	9,9	9,8	14,2	15,9	12	21,7	12,8	20,1
pH	upH	8,17	7,88	8,27	7,82	8	8,2	8,05	8,05	8	8,7
C.E	uS/cm	2040	1736	1589	1369	1495	1002	1248	1257	1366	1431
O.D.	mg/L	9,7	11,3	10,2	11,17	9,5	9	9,7	10,2	8,5	8,8
O.D.	% Sat	86	112,6	94,6	110	101	93	93,2	121,2	80,6	97,6
SST	mg/L	139	38	65	129	517	963	181	54	110	41
SDT	mg/L	--	--	--	--	1072	784	814	1210	980	1182
Turbidez	NTU	53,2	8,77	19,9	30,5	382	1134	64,7	7,02	18,6	0,85
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
Detergente	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 ml	200	<1,8	20	170	230	130	79	3,3x10 ³	79	330
Salinidad	‰	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Alcalinidad	mg/L	94,7	97,4	88,9	104	107	84,3	119	152	104	176
NH ₄	mg/L	0,14	1,1	0,25	1,49	0,2	0,79	0,2	1,49	0,15	0,71
NTK	mg/L	2,14	1,98	2,99	2,5	3,29	2,46	1,88	3,55	2,48	2,72
Cl ⁻	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Cr (t)	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ni(d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Pb (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zn (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
N-(NO ₃ ⁻)	mg/L	0,24	0,59	0,21	0,76	0,41	0,36	0,5	2,61	9,16	5,07
P - PO ₄ ⁻²	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
P - PO ₄ ⁻³	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
NO ₂	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
N (t)	mg/L	2,38	2,57	3,2	3,26	3,7	2,82	2,38	6,16	11,6	7,79
S ⁻	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
As (d)	mg/L	0,008	0,005	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,005	0,004
Cu (d)	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,107	<0,005	0,067
Fe (d)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fenol	mg/L	1426	1464	1140	1128	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

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

Tabla N°12 Parámetros Fisicoquímicos río Mapocho puntos de monitoreo MP-1 y MP-2

Parámetro	Unidad	MP-1		MP -2	
		ago-16	nov-16	ago-16	oct-16
T	°C	7,2	10,2	14	22,8
pH	upH	8	7,74	7,6	8,34
C.E	uS/cm	211	257	1547	1414
O.D.	mg/L	10,8	9,7	6,9	12,2
O.D.	% Sat	88,6	88,2	69	143
SST	mg/L	208	117	87	6
SDT	mg/L	150	184	1144	905
Turbidez	NTU	54,4	27,2	19,1	0,71
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	13	2	13	49
Alcalinidad	mg/L	40	23,5	125	153
NH ₄	mg/L	0,14	0,81	0,69	4,44
NTK	mg/L	2,2	2,81	6,14	8,63
N-(NO ₃ ⁻)	mg/L	1,12	0,53	8,5	4,84
NO ₂	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	0,96
N (t)	mg/L	3,32	3,34	14,6	14,4
S ⁻	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
As (d)	mg/L	0,002	<0,001	0,005	0,003
Cu (d)	mg/L	0,022	<0,005	0,014	0,227
Fe (d)	mg/L	0,131	<0,002	<0,002	<0,002

Fuente: Elaboración propia en base a Algoritmo 2016.

Tabla N°13. Parámetros Físico – Químicos. Río Angostura, Estero Lampa y Estero Puangue.

Parámetro	Unidad	LA - 1		AN - 1		PU - 2	
		ago-16	oct-16	ago-16	nov-16	ago-16	oct-16
T	°C	11,6	18,5	13,3	16,5	13,3	17,7
pH	upH	7,82	7,3	7,97	7,01	7,8	7,76
C.E	uS/cm	1429	1127	945	1183	1648	1520
O.D.	mg/L	8,1	11	9	9,73	7,3	7,62
O.D.	% Sat	73,1	122	88,8	103,1	70,2	81,2
SST	mg/L	108	62	92	201	100	99
SDT	mg/L	918	1110	636	1125	1188	1350
Turbidez	NTU	30,2	24,9	30,3	13,3	26,4	26,5
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	23	23	33	130	49	1,1x10 ³
Alcalinidad	mg/L	128	129	112	132	113	143
NH ₄	mg/L	0,15	1,45	0,14	1,11	0,13	3,96
NTK	mg/L	4,03	2,77	2,2	2,21	5,29	6,17
S ⁻	mg/L	--	--	--	--	<0,10	<0,10
N-(NO ₃ ⁻)	mg/L	1,66	1,85	3,97	1,41	14,4	9,45
NO ₂	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,56
N (t)	mg/L	5,69	4,62	6,17	3,62	19,7	16,2
S ⁻	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--
As (d)	mg/L	0,006	0,006	0,004	0,004	0,004	0,005
Cu (d)	mg/L	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,318
Fe (d)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°14. Parámetros Físico – Químicos Río Maipo, Mapocho, Angostura, Estero Puangue, Río Colorado

Parámetro	Unidad	MA – 3 OBS		MA – 5 OBS		MP-2.2 OBS		MP-2.3 OBS		AN-1 OBS		PU-1 OBS		COL 1- OBS	COL – OBS	
		sept-16	nov-16	sept-16	dic-16	sept-16	nov-16	sept-16	nov-16	ago-16	nov-16	sept-16	nov-16	nov-16	sept-16	nov-16
pH	upH	8	7,04	8	7,6	7,7	7,67	7,8	7,22	8	7,55	8,5	7,52	7,64	8	7,38
T	°C	10,2	11,4	14	22,6	9,5	16,9	15,5	18,7	14,1	20,1	16	21	15,6	9,4	8,9
C.E	uS/cm	1330	948	1401	1371	1020	804	1330	570	476	500	235	271	944	1013	770
O.D.	mg/L	9,6	11,3	9	8	9,6	9,67	7,7	8,61	10	12,3	12,2	7,67	9,15	9,8	11,3
SST	mg/L	--	7	--	169	--	13	--	692	--	172	--	971	121	--	819
SDT	mg/L	--	390	--	1156	--	206	--	878	--	616	--	636	--	--	796
Aceites y Grasas	mg/L	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	--	<5,0
Detergente	mg/L	--	<0,10	--	0,12	--	<0,10	--	<0,10	--	<0,10	--	0,16	--	--	<0,10
Coli. Fecales	NMP/100 ml	--	23	--	220	--	130	--	330	--	4,5	--	17	--	--	240
Alcalinidad	mg/L	--	111	--	188	--	108	--	102	--	78,6	--	81,6	67	--	88,7
NTK	mg/L	--	1,37	--	2,67	--	1,9	--	12,3	--	1,51	--	2,13	2,24	--	1,36
DBO ₅	mg/L	--	<2	--	4	--	<2	--	12	--	<2	--	<2	2	--	<2
PO ₄	mg/L	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	<1,0	--	<1,00
NO ₃	mg/L	--	<0,20	--	7,15	--	<0,20	--	1,2	--	0,69	--	0,44	0,46	--	1,52
NO ₂	mg/L	--	<0,10	--	0,2	--	<0,10	--	1,24	--	<0,10	--	<0,10	<0,10	--	<0,10
N (t)	mg/L	--	1,37	--	10	--	1,9	--	14,7	--	2,2	--	2,57	2,7	--	2,88
As (d)	mg/L	0,004	--	0,003	--	**	--	0,004	--	0,002	--	<0,001	--	--	0,008	--
Cu (d)	mg/L	<0,01	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	<0,01	--
Fe (d)	mg/L	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	--	<0,02	--
Turbidez	UNT	--	1,53	--	56,3	--	5,41	--	220	--	3,91	--	0,41	--	--	431
Pb (d)	mg/L	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,010	<0,02	--
Ni(d)	mg/L	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,005	<0,05	--
Zn (d)	mg/L	<0,01	--	<0,01	--	**	--	0,02	--	<0,01	--	--	--	<0,002	<0,01	--
Cl ⁻	mg/L	186,8	--	164,7	--	137,5	--	181,7	--	36	--	<0,4	--	--	93,4	--
SO ₄ ⁻²	mg/L	315,1	--	295,5	--	217	--	256,2	--	90	--	25,6	--	--	305,3	--
P (t)	mg/L	0,978	--	0,293	--	0,24	--	0,877	--	0,07	--	0,009	--	--	0,095	--

						2				6						
Na	mg/L	153,7	--	97,7	--	107, 5	--	143,7	--	22,3	--	20,7	--	--	89,4	--
Ca	mg/L	177,9	--	181,2	--	107, 9	--	135,6	--	57	--	28,8	--	--	146,3	--
Mg	mg/L	25,02	--	22,76	--	14,8	--	16	--	14,1	--	9,15	--	--	18,52	--
K	mg/L	6,4	--	6,5	--	3,2	--	8,2	--	2,2	--	0,4	--	--	3,4	--
Cd (d)	mg/L	<0,01	--	<0,01	--	<0, 1	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	<0,01	--
As (t)	mg/L	0,019	--	0,004	--	**	--	0,008	--	0,00 3	--	<0,00 1	--	--	0,012	--
Cd (t)	mg/L	<0,01	--	<0,01	--	<0, 1	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	<0,01	--
Cu (t)	mg/L	0,04	--	<0,01	--	0,0 6	--	0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	<0,01	--
Fe (t)	mg/L	23,83	--	1,04	--	2,6 3	--	4	--	0,56	--	0,05	--	--	1,56	--
Pb (t)	mg/L	<0,02	--	<0,02	--	<0, 02	--	<0,02	--	<0,0 2	--	<0,02	--	--	<0,02	--
Ni (t)	mg/L	<0,05	--	<0,05	--	<0, 05	--	<0,05	--	<0,0 5	--	<0,05	--	--	<0,05	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°15. 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
		nov-16	nov-16	nov-16	nov-16	nov-16	nov-16	nov-16	nov-16	nov-16
pH	upH	8,5	7,9	7,4	7,52	7,37	6,87	6,25	6,8	7,3
T	°C	11,3	14,1	15,3	20,4	12,9	11,8	14,1	12,3	22,2
C.E	uS/cm	993	359	629	180,1	198	422	443	310	119,2
O.D.	mg/L	10,23	9,41	9,02	8,57	10,24	10,37	9,92	10,28	8,12
SST	mg/L	86	34	<5,0	<5,0	57	33	42	31	13
NH ₄	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--
NO ₃	mg/L	0,43	<0,20	0,52	<0,20	<0,20	0,43	0,52	0,66	0,37
NO ₂	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
NTK	mg/L	1,57	1,35	1,34	1,5	1,68	1,58	1,31	1,94	1,72
N (t)	mg/L	2	1,35	1,86	1,5	1,68	2,01	1,83	2,6	2,09
S ⁻	mg/L	--	<0,10	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	--
CF	NMP/100 ml	--	--	--	--	--	--	--	--	33
Aceites y Grasas	mg/L	<5,0	<5,0	-	<5,0	--	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	0,14	<0,10	-	<1,0	--	<0,10	<0,10	<0,10	0,26
Alcalinidad	mg/L	107	81,5	82,9	33,1	245	2,4	14,5	17,4	40,5
CN	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Turbidez	UNT	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Fenol	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DBO ₅	mg/L	4	3	<2	4	3	<2	4	3	2
PO ₄ ⁻³	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Pb (d)	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Ni(d)	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	<0,005	<0,005	<0,005
Zn (d)	mg/L	0,014	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,3	0,174	0,062	<0,002

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 2016. 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.

Respecto a los índice bióticos, 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.

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.

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.

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 en comparación al monitoreo del año 2015.

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.

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 (2016). Informe Técnico Antecedentes para elaborar Informe de Calidad, Normas Secundarias de Calidad Ambiental para para la Protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del río Maipo.

Ministerio del Medio Ambiente (2016). Informe Final “Red norma secundaria calidad ambiental Río Maipo”.Algoritmo. 253 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>
