

# INFORME TÉCNICO DE DECLARACIÓN DE ZONA SATURADA/LATENTE

“NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA  
PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL  
RÍO MAIPO”



**Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente  
Región Metropolitana de Santiago**

**Junio 2022**

## CONTENIDO

### Contenido

|        |                                                                                                                        |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | RESUMEN .....                                                                                                          | 4  |
| 2      | INTRODUCCIÓN.....                                                                                                      | 5  |
| 2.1    | <i>Antecedentes Generales</i> .....                                                                                    | 5  |
| 2.2    | <i>Áreas de Vigilancia de la Red de Control</i> .....                                                                  | 6  |
| 3      | ANTECEDENTES DE DECLARACIÓN DE ZONA SATURADA Y/O LATENTE.....                                                          | 7  |
| 3.1    | <i>Inicio de Procedimiento para la Evaluación de Excedencias</i> .....                                                 | 9  |
| 3.2    | <i>Criterios para la validación de Información de Calidad Ambiental de la Red de Control</i> .....                     | 9  |
| 3.3    | <i>Condiciones de excedencia para los parámetros y áreas de vigilancia de la Red de Control, D.S 53/2013 MMA</i> ..... | 10 |
| 3.4    | <i>Evaluación de Excedencia de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental, D.S 53/2013 MMA</i> .....                  | 11 |
| 3.4.1  | <i>Cloruro (Cl<sup>-</sup>)</i> .....                                                                                  | 11 |
| 3.4.2  | <i>Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)</i> .....                                                                     | 13 |
| 3.4.3  | <i>Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i> .....                                                                    | 15 |
| 3.4.4  | <i>Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)</i> .....                                                               | 17 |
| 3.4.5  | <i>Oxígeno Disuelto (OD)</i> .....                                                                                     | 19 |
| 3.4.6  | <i>pH</i> .....                                                                                                        | 21 |
| 3.4.7  | <i>Conductividad Eléctrica (CE)</i> .....                                                                              | 22 |
| 3.4.8  | <i>Zinc disuelto (Zn<sub>Dis</sub>)</i> .....                                                                          | 24 |
| 3.4.9  | <i>Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)</i> .....                                                            | 25 |
| 3.4.10 | <i>Plomo disuelto (Pb<sub>Dis</sub>)</i> .....                                                                         | 26 |
| 3.4.11 | <i>Níquel Disuelto (Ni<sub>Dis</sub>)</i> .....                                                                        | 27 |
| 3.4.12 | <i>Cromo Total (Cr<sub>Total</sub>)</i> .....                                                                          | 28 |
| 3.5    | <i>Análisis complementarios para excedencias de pH, según Cumplimiento Normativo</i> .....                             | 29 |
| 4      | DELIMITACIÓN DEL ÁREA A DECLARAR COMO ZONA SATURADA/LATENTE .....                                                      | 33 |
| 4.1    | <i>Justificación del Área a Considerar como Zona Saturada/Latente</i> .....                                            | 34 |
| 4.2    | <i>Características de la zona a declarar Saturada/Latente</i> .....                                                    | 34 |
| 5      | CONCLUSIONES .....                                                                                                     | 36 |
| 5.1    | <i>Criterio de Excedencia superación de al menos en 2 oportunidades consecutivas</i> .....                             | 36 |
| 5.2    | <i>Criterio de Excedencia P5/95</i> .....                                                                              | 38 |

|   |                   |    |
|---|-------------------|----|
| 6 | REFERENCIAS ..... | 42 |
| 7 | ANEXOS .....      | 43 |

## 1 RESUMEN

En el marco 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 (MMA), se establecen las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo, cuyo objetivo es conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, a través de la mantención y/o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca.

Para el cumplimiento normativo de la NSCA de la cuenca del río Maipo (D.S. N° 53/2013 MMA) se establece la evaluación de doce parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica(CE), pH, Cloruro( $\text{Cl}^-$ ), Sulfato( $\text{SO}_4^{-2}$ ), Demanda Biológica de Oxígeno( $\text{DBO}_5$ ), Nitrato( $\text{N-NO}_3^-$ ), Ortofosfatos( $\text{P-PO}_4^{-3}$ ), Plomo disuelto ( $\text{Pb}_{\text{Dis}}$ ), Níquel disuelto ( $\text{Ni}_{\text{Dis}}$ ), Zinc disuelto ( $\text{Zn}_{\text{Dis}}$ ) y Cromo Total ( $\text{Cr}_{\text{Total}}$ ), para once áreas de vigilancia, considerando condiciones de excedencia en base a dos criterios:

- a) Percentiles de cumplimiento que consideran la concentración de los distintos parámetros normados.
- b) Si uno o más parámetros superan, al menos en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos.

Para determinar las excedencias anteriores se consideraron cuatro monitoreos al año, con representatividad estacional y con un periodo de tres años calendarios consecutivos.

El presente informe técnico de declaración de zona, reporta la evaluación de condiciones de excedencias establecidas en el Artículo 7° del D.S. 53/2013 MMA y de acuerdo a la definición de Zona Latente y Zona Saturada establecida en las letras t y u respectivamente del Artículo 2° de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, considerando los criterios de superación indicados en dicha norma y lo señalado en el inciso final del artículo 43° de la Ley 19.300 antes señalada, corresponde la declaración de zona del territorio como Zona Saturada y Latente, lo cual se fundamenta en el presente informe.

## 2 INTRODUCCIÓN

### 2.1 Antecedentes Generales

El D.S. N°53/2013 MMA, que establece las Normas Secundarias de Calidad del Agua para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Maipo (en adelante, D.S. N°53/2013 MMA), fue publicado en el Diario Oficial con fecha 04 de julio de 2014, comenzando su vigencia el 1 de enero de 2015, y define un total de once áreas de vigilancia con niveles de calidad específicos para cada una de ellas, respecto a los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica(CE), pH, Cloruro(Cl<sup>-</sup>), Sulfato(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Demanda Biológica de Oxígeno(DBO<sub>5</sub>), Nitrato(N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ortofosfatos(P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>), Plomo Disuelto (Pb<sub>Dis</sub>), Níquel Disuelto (Ni<sub>Dis</sub>), Zinc Disuelto (Zn<sub>Dis</sub>) y Cromo Total (Cr<sub>Total</sub>).

En su Título VI, artículo 12°, se establece 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 (en adelante SMA), con la colaboración del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante MMA), la Dirección General de Aguas (en adelante DGA) y el Servicio Agrícola Ganadero (en adelante SAG).

En este contexto, con fecha 06 de marzo del año 2018, la SMA, mediante Resolución Exenta N°271, dicta 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. El Programa de Medición y Control de Calidad Ambiental (en adelante, PMCCA), fue publicado inicialmente mediante la Resolución Exenta N°271/2018 SMA, modificado por la Resolución Exenta N°354/2018 SMA, y posteriormente rectificado por la Resolución Exenta N°1.799/2020 SMA, la cual revoca las resoluciones anteriores. La vigencia de esta última resolución es sólo a partir de su publicación en septiembre del año 2020, por lo que la evaluación del presente informe técnico de declaratoria, correspondiente a los años 2015 al año 2019, se realizó según lo establecido en el PMCCA de la Resolución Exenta N°271/2018 SMA, vigente hasta el año 2020, previo a la Resolución Exenta N°1.799/2020 SMA.

En el D.S. N°53/2013 MMA en el artículo 7°, se establecen las condiciones de excedencia de la norma, indicando que:

- Se considerarán sobrepasadas las NSCA cuando el percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro (Conductividad Eléctrica, Cloruro, Sulfato, Demanda Biológica de Oxígeno, Nitrato, Ortofosfato, Plomo Disuelto, Níquel Disuelto, Zinc Disuelto y Cromo Total), considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, supere los límites establecidos en la norma.
- El parámetro de Oxígeno Disuelto, tiene diferente condición de excedencia a la señalada anteriormente dado que, para el control del Oxígeno Disuelto, se considerará sobrepasada la NSCA cuando el percentil 5 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, para un periodo de tres años calendarios consecutivos, sea menor a los límites establecidos en la norma.
- En el caso del pH, se considerarán sobrepasada la NSCA, cuando el percentil 5 y percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, se encuentren fuera del rango establecido.
- Se considerarán sobrepasadas la NSCA, si uno o más parámetros superan en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos en el artículo 5°.

Para determinar las excedencias anteriores se considerarán cuatro monitoreos al año, con representatividad estacional. Asimismo, en el Artículo 15° del decreto señalado, se establece que el Ministerio del Medio Ambiente, con la colaboración de la Superintendencia del Medio Ambiente, la Dirección General de Aguas, elaborará un Informe de Calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad de las aguas de la cuenca del río Maipo contenidas en dicho decreto.

De lo señalado anteriormente, el año 2021 la Secretaría Técnica de la Región Metropolitana de Santiago (en adelante SEREMI RMS), informó a la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA (en adelante División de RRNN) mediante memo N°120 del 27 de octubre del año 2021 (**Anexo 1**), del estado de la Calidad Ambiental de la Cuenca del río Maipo, correspondiente al periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2019, incluyendo antecedentes técnicos para fundamentar la declaración de Zona Saturada/Latente a la cuenca del río Maipo. Por medio de dicho memorándum, se solicitó iniciar la tramitación del respectivo Decreto Supremo de declaración de zona Saturada/Latente para la cuenca del río Maipo, situada en tres regiones del país (Región de Valparaíso, Región Metropolitana de Santiago y Región del Libertador

Bernardo O’Higgins), dicha solicitud fue reiterada mediante memo N°136 del 20 de diciembre del año 2021 (**Anexo 2**). En consecuencia, la División de RRNN mediante memo N° 09 del 06 de enero del año 2022 (**Anexo 3**) dirigido a la División de Jurídica del MMA, solicitó dar inicio a la gestión para la declaración de Zona Saturada y Latente de la cuenca del río Maipo, región Metropolitana y Valparaíso.

En respuesta a las solicitudes realizadas por la SEREMI RMS y la División de RRNN, desde la División Jurídica del MMA enviaron respuesta mediante memo N° 47 del 24 de enero del año 2022 (**Anexo 4**), solicitando para la declaración de zona saturada y latente para la cuenca del río Maipo, un Informe Técnico rectificado por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago, el cual debe incluir de base en la solicitud declaratoria únicamente el Informe Técnico de 2020 de la SMA, es decir la evaluación de excedencia del trienio 2017,2018 y 2019. Adicionalmente se debe incluir rectificación del Informe Técnico de Calidad, elaborado por SMA, con la correcta evaluación del parámetro pH, la cual fue incluida en minuta rectificatoria enviada por SMA mediante Ord. N° 939 del 19 de abril de 2022 a MMA(**Anexo 5**), que además se encuentra publicada en su página web<sup>1</sup>.

En base a lo anterior, en el presente informe se incluye la evaluación del trienio correspondiente al periodo de monitoreo 2017-2019 para la declaración de Zona Saturada y Latente de la cuenca del río Maipo (Región de Valparaíso, Región Metropolitana de Santiago y Región del Libertador Bernardo O’Higgins).

2.2 Áreas de Vigilancia de la Red de Control

Los parámetros controlados corresponden a los establecidos en el artículo 5°, Tabla N°2 del D.S. N°53/2013 MMA, cuya medición se realiza de forma mensual por la Dirección General de Aguas. A su vez el Programa de Medición y Control de Calidad Ambiental, PMCCA (Resolución Exenta N°271/2018 SMA, modificado por la Resolución Exenta N°354/2018 SMA), reconoce la conformación de dos redes de medición: la Red de control, que permite evaluar el grado de cumplimiento de las normas establecidas en el D.S. N° 53/2013 MMA y; la Red de Observación, que permite evaluar otras condiciones de la cuenca necesarias para la gestión de la calidad del agua y su ecosistema, en particular entregando información adicional que apoyan el proceso de revisión de normas.

El artículo 3° del D.S. 53/2013 MMA define Área de Vigilancia (AV) como el curso de agua continental superficial, o la parte de él, que se establece para efectos de asignar y controlar su calidad ambiental. Dichas áreas corresponden a las señaladas en el artículo 4° del mismo decreto, estableciendo 11 áreas de vigilancia y niveles de calidad ambiental para 12 parámetros: Físico<sup>2</sup> (Conductividad Eléctrica (µS/cm)), Químicos<sup>3</sup> (Oxígeno Disuelto (mg/L), pH, Cloruro(mg/L), Sulfato(mg/L) Nitrato(mg/L), Ortofosfato(mg/L), Plomo Disuelto(mg/L), Níquel Disuelto(mg/L), Zinc Disuelto(mg/L), Cromo Total (mg/L)) y Biológico<sup>4</sup> (Demanda Biológica de Oxígeno(mg/L)).

Las áreas de vigilancia se distribuyen a través de distintos cauces de la cuenca del río Maipo y su distribución geográfica se describe a continuación:

Tabla N° 1. Estaciones de las AV de la 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 |

<sup>1</sup><https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion>: DFZ-2018-2854-XIII-NC; DFZ-2019-2420-XIII-NC; DFZ-2020-3876-XIII-NC; DFZ-2021-3110-XIII-NC

<sup>2</sup> Definen características del agua que responden a los sentidos de la vista, tacto, gusto y olfato

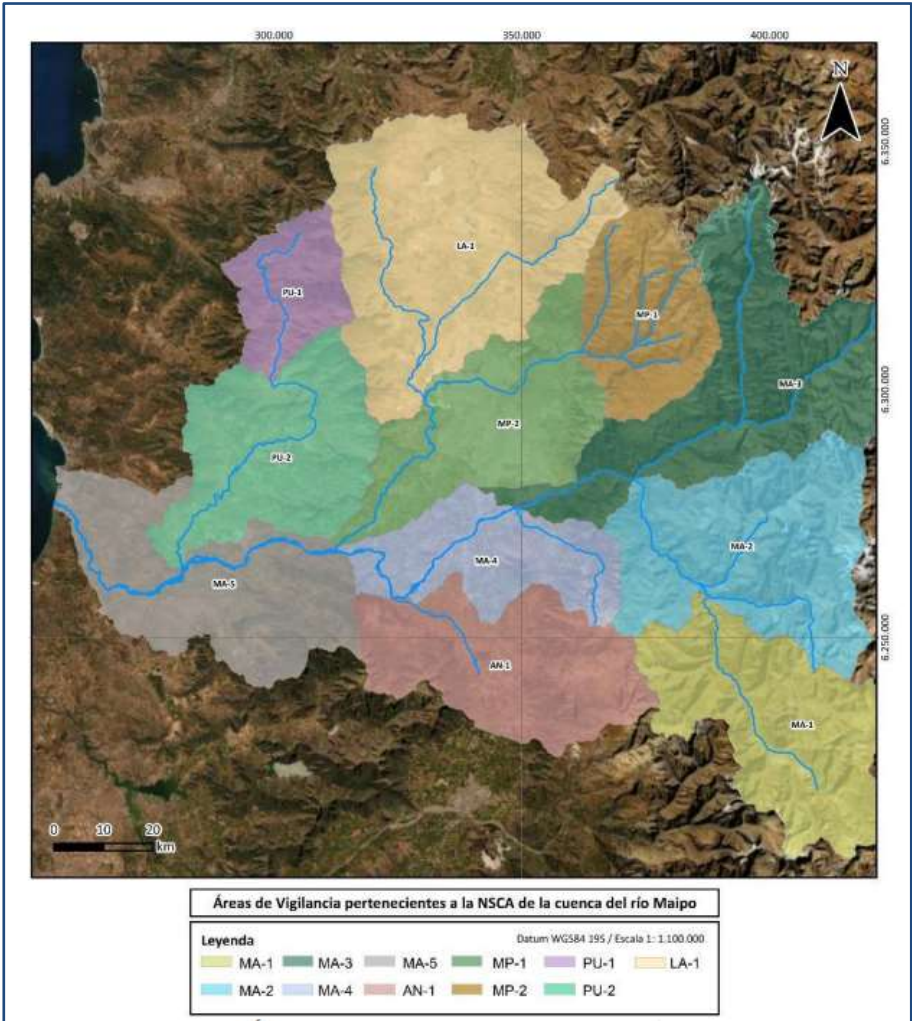
<sup>3</sup> Están relacionados con la capacidad del agua para responder a diversas sustancias presentes en el agua

<sup>4</sup> Son indicativos de la contaminación orgánica y biológica

| Cauce          | Código Área | Coordenadas UTM |         |
|----------------|-------------|-----------------|---------|
|                |             | Norte           | Este    |
| Estero Puangue | PU - 1      | 6.302.738       | 299.385 |
|                | PU - 2      | 6.272.919       | 283.311 |

Fuente: Seremi del Medio Ambiente RMS a partir del PMCCA (Res. Ex. N°271/2018 SMA)

En la **Figura 1** se ilustra la distribución geográfica de las distintas áreas de vigilancia, conformándose de esa manera la red hídrica de la cuenca del río Maipo, con sus respectivos afluentes y efluentes. Los ríos y esteros donde se controla la norma corresponden a los cursos principales de la cuenca, los ríos Maipo (MA), Mapocho (MP) y Angostura (AN) y de los Esteros Lampa (LA) y Puangue (PU), son monitoreados por medio de la Red de Control y tributarios como los ríos Yeso, Volcán, Olivares, Colorado, San Francisco, esteros Yerba Loca, Colina, Manzanito, Arrayán a través de la Red de Observación.



**Figura 1. Principales afluentes de las áreas de vigilancia distribuidas en la cuenca del río Maipo**  
Fuente: Seremi Medio Ambiente RMS - AquaExpert 2020-2021

**3 ANTECEDENTES DE DECLARACIÓN DE ZONA SATURADA Y/O LATENTE**

El objetivo del presente informe técnico es analizar los niveles de calidad ambiental de las áreas de vigilancia establecidas en el D.S. N° 53/2013 MMA, para el período comprendido entre el 1 de enero del año 2017 al 31 de diciembre del año 2019, según criterios de excedencias establecidas en el Artículo 7° de la norma secundaria de calidad ambiental de la cuenca del río Maipo.

Como ya se mencionó en el punto 2.1 del capítulo 2, el análisis realizado en el presente informe, hace referencia a información de monitoreo para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019, correspondiente a los resultados de la red de control de la NSCA monitoreada por la DGA.

La Dirección General de Aguas es el organismo técnico encargado de monitorear y remitir la información sobre las mediciones efectuadas tanto a la SMA como al MMA. La información otorgada por la DGA generó una base de datos con monitoreos mensuales para el periodo antes señalado (**Anexo 6**).

A su vez, estos datos fueron validados y analizados por la Superintendencia del Medio Ambiente, quién publicó en septiembre del año 2021, los Informes Técnicos de Cumplimientos asociados a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental de la cuenca del río Maipo en el sitio Web del Sistema

Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) e informó oficialmente al MMA mediante el Ordinario N°3213 del 09 de septiembre del año 2021 (**Anexo 7**), el cual indica minutas técnicas que corrigen los Informes Técnicos de Cumplimiento de las Normas de Calidad del río Maipo, de los expedientes DFZ-2018-2854-XIII-NC (Periodo evaluado: 2015-2017); DFZ-2019-2420-XIII-NC (Periodo evaluado: 2016-2018); DFZ-2020-3876-XIII-NC (Periodo evaluado: 2017-2019)<sup>5</sup>. De esta manera se obtuvo una base de datos validada para el periodo 2015-2019, que permitió evaluar el cumplimiento de la NSCA de la cuenca del río Maipo (**Anexo 8**). Adicionalmente y como ya se mencionó, en el mes de abril del año 2022, la SMA rectificó dichos informes con una nueva evaluación asociada específicamente al parámetro pH (**Anexo 5**), que además se encuentra publicada en su página web<sup>6</sup>.

Cabe destacar que, durante el año 2018 y año 2019, la SEREMI del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago realizó una primera versión de la evaluación de excedencias en el Informe de Calidad Ambiental para el periodo de evaluación del año 2015 al año 2017, el cual fue enviado a la División de RRNN quién publicó en el sitio web del MMA<sup>7</sup>. En esta evaluación se dieron a conocer las excedencias de calidad ambiental las que presentaron una tendencia decreciente de las concentraciones de contaminantes, las cuales coincidieron con observaciones de registros de menor caudal y precipitaciones para el año 2015. De esta observación, el Ministerio del Medio Ambiente envió los Ordinarios N°s 190778 y 190777 del 26 de febrero de 2019 a la Dirección General de Aguas y la Dirección Meteorológica de Chile (**Anexo 9**), en virtud de las competencias que cada uno posee, para que efectuaran pronunciamiento sobre los datos fluviómetros y meteorológicos registrados en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Maipo y establecer si el año 2015 fue un año seco para ser considerado en la evaluación del cumplimiento de la NSCA. Al respecto, las respuestas de los servicios, según su competencia, por un lado la DGA señaló que el año 2015 no hubo escasez hídrica y no es posible relacionar la baja de los caudales o precipitación con la calidad de las aguas superficiales; mientras que la DMC señaló que el año 2015 hubo déficit de precipitación mayor a los años 2016 y 2017, pero con una condición seca, levemente mayor que la de los otros años, por lo tanto no fue posible concluir en base a la relación de la condición de bajas precipitaciones y las concentraciones de los contaminantes, y en lo sucesivo la evaluación siguió su curso.

Sin embargo, durante el año 2019 en esta SEREMI RMS, se detectaron diferencias en la base de datos Banco Nacional de Aguas (BNA) y los resultados de monitoreos de calidad de agua informados por la Dirección General de Aguas (DGA), así como también en el análisis de los Informes Técnicos de Cumplimiento emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Ambas diferencias fueron informadas por esta Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago (Seremi MA RMS) a la División de RRNN del Nivel Central del Ministerio, mediante los Memorándums N°148, del 04 de septiembre de 2019 y, N°156, del 13 de septiembre de 2019, (**Anexo 10**). Además, mediante los Oficios Ordinarios N°972/19 y N°1042/2019 (**Anexo 11**), se solicitó a la DGA y SMA respectivamente, la revisión y, en caso de que corresponda, la corrección a los Informes Técnicos emitidos y publicados. En paralelo, se realizaron reuniones técnicas entre los servicios DGA, SMA, MMA y Seremi MA RMS para establecer criterios en el tratamiento de datos, los cuales se explican en el capítulo 3 del presente informe. Adicionalmente, por medio del Oficio Ordinario N°211032, de fecha 30 de marzo de 2021, el MMA solicitó a la SMA la validación y envío formal, de los datos de calidad de agua y cumplimiento normativo informado para los años 2015-2016-2017-2018-2019 (periodos 2015-2017 (DFZ-2018-2854-XIII-NC), 2016-2018 (DFZ-2019-2420-XIII-NC) y 2017-2019 (DFZ-2020-3876-XIII-NC) (**Anexo 12**), lo anterior y como ya se señaló, debido a que existían inconsistencias en los datos reportados y la metodología de cálculo de cumplimiento normativo de los informes antes citados.

Mediante el Oficio Ordinario N° 3213 del 09 de septiembre del año 2021, mencionado anteriormente, la SMA informó sobre la publicación de las minutas de corrección de los Informes Técnicos de Cumplimiento y las bases de datos finales validadas, las cuales correspondían al sustento técnico necesario y que dio inicio al procedimiento de declaración de zona latente y/o saturada, que se materializa a través del memo N° 135/2021 elaborado por la SEREMI del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago, también mencionado anteriormente, que adjunta informe técnico de declaración de zona saturada y/o latente, según lo establece la Resolución Exenta N° 503 del 2 de junio del 2021 del MMA, que complementa la Circular N° 0001, de 2005, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, que Instruye sobre procedimiento para la declaración, modificación y derogación de las zonas saturadas o latentes de carácter atmosférico.

<sup>5</sup><https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1041410>

<https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1044253>

<https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

<sup>6</sup><https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion>: DFZ-2018-2854-XIII-NC; DFZ-2019-2420-XIII-NC; DFZ-2020-3876-XIII-NC; DFZ-2021-3110-XIII-NC

<sup>7</sup> [https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/Informe-de-Calidad-NSCA\\_MAIPO\\_2018\\_07022019\\_final.pdf](https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/Informe-de-Calidad-NSCA_MAIPO_2018_07022019_final.pdf)

No obstante, la División Jurídica solicitó rectificar Informe Técnico que incluya de base únicamente el Informe Técnico de 2020 de la SMA; es decir, la evaluación de excedencias del trienio correspondiente a los años 2017-2018-2019, además de incluir minuta rectificatoria de la SMA respecto a la evaluación de pH cuya respuesta se tuvo el 19 de abril del año 2022.

### 3.1 Inicio de Procedimiento para la Evaluación de Excedencias

De los antecedentes precedentes, el 22 de octubre del año 2021 se fundamentó la declaratoria de zona Saturada/Latente a la cuenca del río Maipo, producto de la superación de las concentraciones máximas y la concentración situada entre el 80% y el 100% del valor de la norma de calidad ambiental en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MP-1, MP-2, LA-1, PU-2, AN-1, de acuerdo a los criterios de excedencia establecidos en el artículo 7° de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo (D.S. N°53/2013 MMA).

El presente informe técnico, rectifica el informe enviado el 22 de octubre del año 2021, según solicitud realizada desde el Nivel Central del MMA, donde se considera la evaluación de excedencias a las campañas de monitoreo comprendidas entre el 1 de enero del año 2017 hasta el 31 de diciembre del año 2019 y se precisan los criterios para evaluar la condición ambiental de la cuenca del río Maipo respecto a los parámetros: Oxígeno disuelto (OD), Conductividad Eléctrica(CE), pH, Cloruro(Cl<sup>-</sup>), Sulfato(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Demanda biológica de oxígeno(DBO<sub>5</sub>), Nitrato(N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ortofosfatos(P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>), Plomo disuelto (Pb<sub>Dis</sub>), Níquel disuelto (Ni<sub>Dis</sub>), Zinc disuelto (Zn<sub>Dis</sub>) y Cromo Total (Cr<sub>Total</sub>).

### 3.2 Criterios para la validación de Información de Calidad Ambiental de la Red de Control

La validación de los datos de monitoreo realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, permitió obtener la información necesaria para realizar el presente informe y evaluar el cumplimiento normativo establecido en el D.SN°53/2013 MMA.

El proceso de validación de datos informado por la SMA, consideró cinco criterios técnicos que se describen a continuación:

1. Si el resultado de un parámetro es menor al límite de detección (LD), los datos serán validados en base a lo siguiente:
  - Si el LD  $\geq$  al 80% del límite normativo, se considerará que el resultado corresponde a un valor no válido para efectos de la evaluación de cumplimiento.
  - Si LD < al 80% del límite normativo, se considerará que el valor es válido para efectos de la evaluación de cumplimiento y que el resultado es igual al LD.
2. Para los parámetros que corresponden a la suma de sus fracciones orgánicas, inorgánicas o disueltas, los datos serán validados en base a lo siguiente:
  - Los análisis de todas las fracciones deben ser realizados por un mismo laboratorio de ensayo.
  - El dato será válido si y solo si la suma de las fracciones es menor o igual al valor del resultado del parámetro total.
3. Sólo se considerarán válidos los datos obtenidos en campañas de monitoreo realizadas conforme a la representatividad estacional establecida en el artículo 7° del D.S. N° 53/2013 MMA. Se exceptúa de lo anterior, aquellos casos donde la representatividad de las muestras analizadas se vea afectada por fenómenos excepcionales y/o transitorios tales como inundaciones, sequías o catástrofes naturales, en los términos establecidos en el artículo 8° del mismo Decreto.
4. Obtención de resultados de los parámetros normados utilizando las metodologías de ensayo establecidas en los artículos 9° y 10° del D.S. N° 53/2013 MMA.
5. Validación de los resultados obtenidos acorde a diversos criterios de representatividad, es decir, tiempos de preservación, límites de detección acorde a las consideraciones existentes respecto de los límites normativos, etc.

La evaluación de cumplimiento considera doce (12) monitoreos al año, uno cada mes. Para efectos de contar con un dato representativo de cada periodo estacional, se considera el promedio aritmético simple de los resultados mensuales del trimestre correspondiente, de acuerdo a lo establecido en el PMCCA (Res. Ex. N° 271/2018 SMA). Los meses que definen cada estación del año son los siguientes:

Tabla N° 2 Definición de trimestre en la representatividad estacional

| Estación  | Meses                           |
|-----------|---------------------------------|
| Verano    | Enero - Febrero – Marzo         |
| Otoño     | Abril - Mayo – Junio            |
| Invierno  | Julio - Agosto – Septiembre     |
| Primavera | Octubre - Noviembre - Diciembre |

Fuente: Seremi del Medio Ambiente RMS a partir del PMCCA /Res.Ex.271/2018 SMA.

Es importante destacar que, así como se señaló anteriormente, en este informe técnico de declaratoria, se realizó un trabajo conjunto con la DGA y SMA para establecer criterios en el tratamiento de datos, entre los que se destacan a continuación:

- Los decimales utilizados en el tratamiento de datos corresponden a los indicados según el Límite de Detección (LD) de la técnica analítica presentados por la DGA en los informes de laboratorio, para los parámetros  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $N-NO_3^-$ ,  $P-PO_4^{-3}$ ,  $Cr_{Total}$ ,  $Pb_{Dis}$ ,  $Ni_{Dis}$ ,  $Zn_{Dis}$ ,  $DBO_5$ .
- Para los resultados de los parámetros entregados por la DGA mediante planillas Excel, provenientes de la base de datos de la DGA del Banco Nacional de Aguas (BNA), que contenían una cantidad de decimales mayor al LD del método analítico, se usó el mismo criterio descrito anteriormente, así como también se consideró truncar la cantidad de decimales correspondiente al LD reportados por el método analítico.
- En la evaluación comparativa con la Tabla N°2 del artículo 5° de la NSCA con los resultados obtenidos de los parámetros  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $N-NO_3^-$ ,  $P-PO_4^{-3}$ ,  $Cr_{Total}$ ,  $Zn_{Dis}$ ,  $Ni_{Dis}$ ,  $Pb_{Dis}$  y  $DBO_5$ , se usó la cantidad de decimales del LD del método analítico; y para los parámetros OD, pH, CE la cantidad de decimales reportadas por el laboratorio de la DGA en los informes de ensayos.
- La evaluación de latencia, es decir el valor correspondiente entre el 80% y 100% del valor norma, se consideró usar el cálculo de concentración con la cantidad de decimales del LD del método y en ningún caso usar la aproximación al entero más cercano.

3.3 Condiciones de excedencia para los parámetros y áreas de vigilancia de la Red de Control, D.S 53/2013 MMA.

El Artículo 5° de la norma secundaria de calidad ambiental indica que, para la protección de la calidad de las aguas de la cuenca del río Maipo es necesario mantener los siguientes niveles de calidad para cada parámetro y para cada una de las áreas de vigilancia (Tabla N°3):

Tabla N° 3 Niveles de Calidad por Área de Vigilancia en la cuenca del río Maipo (D.S 53/2013 MMA)

| AV  | Cloruro (mg/L) | Conducti vidad (uS/cm) | Cr total (mg/L) | DBO <sub>5</sub> (mg/L) | Fosfato (mg/L P- PO4) | Ni Disuelto (mg/L) | Nitrato (mg/L N- NO3) | Oxígeno Disuelto (mg/L) | Pb Disuelto (mg/L) | pH (sin unidad) | Sulfato (mg/L) | Zn Disuelto (mg/L) |
|-----|----------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| AN1 | 180            | 1600                   | 0,05            | 10                      | 0,15                  | 0,02               | 4                     | 6                       | 0,007              | 6,5-8,5         | 380            | 0,03               |
| LA1 | 240            | 1900                   | 0,05            | 10                      | 0,6                   | 0,02               | 4                     | 5                       | 0,007              | 6,5-8,5         | 480            | 0,03               |
| MA1 | 300            | 1900                   | 0,05            | 8                       | 0,08                  | 0,02               | 0,5                   | 8                       | 0,007              | 6,5-8,7         | 430            | 0,03               |
| MA2 | 240            | 1900                   | 0,05            | 8                       | 0,08                  | 0,02               | 0,5                   | 8                       | 0,007              | 6,5-8,7         | 380            | 0,03               |
| MA3 | 240            | 1900                   | 0,05            | 8                       | 0,08                  | 0,02               | 0,5                   | 8                       | 0,007              | 6,5-8,7         | 380            | 0,03               |
| MA4 | 180            | 1600                   | 0,05            | 8                       | 0,15                  | 0,02               | 4                     | 8                       | 0,007              | 6,5-8,7         | 380            | 0,03               |
| MA5 | 180            | 1600                   | 0,05            | 8                       | 1                     | 0,02               | 8                     | 6                       | 0,007              | 6,5-8,7         | 380            | 0,03               |
| MP1 | 30             | 400                    | 0,05            | 5                       | 0,08                  | 0,02               | 1,5                   | 8                       | 0,007              | 6,5-8,5         | 150            | 0,03               |
| MP2 | 240            | 1600                   | 0,05            | 10                      | 2,5                   | 0,02               | 10                    | 6                       | 0,007              | 6,5-8,5         | 380            | 0,03               |
| PU1 | 30             | 400                    | 0,05            | 5                       | 0,6                   | 0,02               | 1,5                   | 8                       | 0,007              | 6,5-8,5         | 150            | 0,03               |
| PU2 | 240            | 1750                   | 0,05            | 10                      | 2,5                   | 0,02               | 10                    | 5                       | 0,007              | 6,5-8,5         | 380            | 0,03               |

Fuente: Seremi del Medio Ambiente RMS a partir del D.S.53/2013 MMA

El análisis que se presenta a continuación, corresponde a las condiciones de excedencia para cada parámetro y área de vigilancia establecida en el D.S.53/2013 MMA, según los criterios indicados en su Artículo 7°, el cual considera sobrepasadas las normas cuando:

- El percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, supere los límites establecidos en las presentes normas.
- Para el control del oxígeno disuelto, se considerará sobrepasada la NSCA, cuando el percentil 5 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, sea menor a los límites establecidos en las presentes normas.
- En el caso del control de pH, se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental, cuando el percentil 5 y 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, se encuentren fuera del rango establecido en las presentes normas.
- Se considerarán también sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental establecidas en el presente decreto, si uno o más parámetros superan al menos en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos en el artículo 5º.

El Criterio de percentiles (P5/P95), implica que existirá incumplimiento si el percentil 95 es mayor al valor establecido por las normas y/o si el percentil 5 es menor al valor establecido por las normas, según corresponda. Los percentiles con los que se evalúa cada parámetro se presentan en la **Tabla N° 4**.

**Tabla N° 4.** Percentil(es) utilizado(s) por parámetro para la evaluación de la NSCA de la cuenca del río Maipo.

| Parámetro        | Estadístico |
|------------------|-------------|
| Oxígeno Disuelto | P5          |
| Conductividad    | P95         |
| pH               | P5-P95      |
| Cloruro          | P95         |
| Sulfato          | P95         |
| DBO <sub>5</sub> | P95         |
| Nitrato          | P95         |
| Fosfato          | P95         |
| Pb disuelto      | P95         |
| Ni disuelto      | P95         |
| Zn disuelto      | P95         |
| Cr total         | P95         |

Fuente: Seremi del Medio Ambiente RMS a partir del D.S.53/2013 MMA

**3.4 Evaluación de Excedencia de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental, D.S 53/2013 MMA**

A continuación, se presentan los resultados del análisis del cumplimiento normativo para cada uno de los parámetros físico (Conductividad Eléctrica), químicos (pH, Cloruro, Sulfato, Nitrato, Ortofosfato, Níquel disuelto, Plomo disuelto, Zinc disuelto y Cromo total) y biológico (Demanda Biológica de Oxígeno) establecidos en el D.S. 53/2013 del MMA considerando los criterios de excedencia descritos en el punto 3.3 (para mayor información del análisis se adjunta **Anexo 13**)

**3.4.1 Cloruro (Cl<sup>-</sup>)**

En la **Tabla N° 5**, se muestran promedios trimestrales correspondiente a cuatro monitoreos anuales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 hasta el 31 de diciembre del año 2019 para el parámetro cloruro (Cl<sup>-</sup>), según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, se tiene lo siguiente:

- En relación al criterio de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º, se puede observar que en las áreas de vigilancia de las estaciones MA-2 y MA-3 para el año 2018, la concentración de Cloruro es superior al valor norma de forma consecutiva en dos oportunidades, otoño e invierno y en el área de vigilancia MA-5 es superior de forma consecutiva en dos oportunidades, en invierno y primavera. A su vez en el año 2019 se observa superación en otoño y primavera en dos oportunidades consecutivas en las áreas de vigilancias MA-1; MA-2; MA-3, LA-1 y PU-2 y en el área de vigilancia MA-5 supera al valor norma de forma consecutiva en los 4 promedios estacionales del año 2019.
- El área de vigilancia PU-1 no es considerada en la evaluación de cumplimiento normativo,

debido a la ausencia de agua en el punto de muestreo que imposibilitó realizar la medición.

La **Tabla N°6** muestra resumen del número de excedencias de Cloruro, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, para el trienio 2017-2019.

**Tabla N°5.** Resultados de promedios estacionales de concentraciones de Cloruro (mg/L) en las áreas de vigilancia durante periodo de monitoreo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 202,6       | 240,7      | 169,8         | 216,0          | 247,8       | 272,4      | 167,4         | 244,7          | 266,4       | 351,7      | 318,7         | 223,0          | 300,0       |
| MA-2               | 140,6       | 228,9      | 221,8         | 142,1          | 189,8       | 300,3      | 296,8         | 192,1          | 198,0       | 296,4      | 390,0         | 232,6          | 240,0       |
| MA-3               | 104,5       | 163,9      | 199,2         | 127,7          | 141,0       | 249,4      | 295,3         | 182,7          | 159,2       | 264,2      | 339,8         | 216,4          | 240,0       |
| MA-4               | 118,0       | 155,5      | 161,8         | 106,9          | 121,9       | 144,6      | 165,0         | 145,2          | 137,1       | 166,5      | 173,7         | 140,8          | 180,0       |
| MA-5               | 147,7       | 169,9      | 170,2         | 159,7          | 167,7       | 161,6      | 210,4         | 196,4          | 195,5       | 194,9      | 231,0         | 242,3          | 180,0       |
| MP-1               | 6,0         | 16,6       | 60,0          | 9,4            | 8,5         | 11,8       | 29,3          | 19,6           | 8,6         | 13,6       | 34,2          | 10,7           | 30,0        |
| MP-2               | 159,2       | 176,1      | 177,1         | 157,6          | 159,3       | 167,7      | 213,3         | 189,1          | 112,2       | 191,1      | 157,5         | 172,9          | 240,0       |
| AN-1               | 129,7       | 121,4      | 109,8         | 106,4          | 127,2       | 137,1      | 125,2         | 140,7          | 94,9        | 162,2      | 97,3          | 132,7          | 180,0       |
| LA-1               | 155,0       | 148,5      | 137,3         | 126,3          | 158,2       | 230,7      | 227,6         | 207,1          | 174,5       | 244,8      | 296,5         | 171,5          | 240,0       |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,4           | 8,1            | SM          | SM         | 11,1          | 17,1           | 6,6         | 7,4        | 4,6           | 5,5            | 30,0        |
| PU-2               | 190,7       | 196,1      | 207,0         | 180,9          | 196,5       | 192,6      | 256,8         | 226,6          | 209,9       | 250,4      | 281,9         | 233,1          | 240,0       |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA y validados por la SMA

SM: Sin Medición    En nivel de saturación    En nivel de Latencia    Cumplimiento

**Tabla N°6.** Número de saturaciones (10) de Cloruro en el criterio de excedencia, superación en dos o más oportunidades consecutivas del trienio 2017-2019

| 2017-2019          |      |      |      |       |
|--------------------|------|------|------|-------|
| Área de vigilancia | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
| MA-1               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| MA-2               | 0    | 1    | 1    | 2     |
| MA-3               | 0    | 1    | 1    | 2     |
| MA-4               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-5               | 0    | 1    | 2    | 3     |
| MP-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MP-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| AN-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| LA-1               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| PU-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| PU-2               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| Total              | 0    | 3    | 7    | 10    |

Fuente: Elaboración propia

En relación al criterio de excedencia relacionado al percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas y la comparación de esta concentración ambiental con el valor norma, los resultados de los estadísticos utilizados (percentil 95) se presentan en la **Tabla N° 7**. En color naranja están aquellos valores que se encuentran entre el 80% y el 100% del valor establecido en las NSCA de la cuenca del río Maipo (latencia<sup>8</sup>) y en color rojo aquellos que se encuentran sobre el valor establecido en la NSCA (saturación<sup>9</sup>). De este análisis, se obtiene que las concentraciones de Cloruro superan el valor norma en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, MP-1, LA-1 y PU-2 en el trienio correspondientes al periodo 2017 -2019. Mientras que el área de vigilancia MA-4 La concentración de Cloruro se mantuvo bajo la norma, pero en un nivel de latencia cuyo valor de concentración superó el 80% de la norma. Las concentraciones de Cloruro en las áreas de vigilancia AN-1 y MP-2 se mantuvieron bajo el valor normado.

El área de vigilancia PU-1 no fue evaluada, debido a la ausencia de agua en el cauce en el punto de muestreo, lo anterior no permitió contar con la representatividad estacional establecida en el

<sup>8</sup> Zona Latente: aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo, se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental. Artículo 2, letras t) de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente  
<sup>9</sup> Zona Saturada: aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas Artículo 2, letras u) de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

D.S.53/13 MMA (Artículo 7°).

**Tabla N°7.** Evaluación criterio de excedencia, percentil 95 para el monitoreo de Cloruro (mg/L) en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019<br>(mg/L) | Concentración<br>Norma<br>(mg/L) | Concentración<br>Latencia<br>≥ 80% ≤ 100%<br>(mg/L) |
|--------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| MA-1               | 318,7               | 300,0                            | 240,0 -300,0                                        |
| MA-2               | 300,3               | 240,0                            | 192,0-240,0                                         |
| MA-3               | 295,3               | 240,0                            | 192,0-240,0                                         |
| MA-4               | 166,5               | 180,0                            | 144,0-180,0                                         |
| MA-5               | 231,0               | 180,0                            | 144,0-180,0                                         |
| MP-1               | 34,2                | 30,0                             | 24,0-30,0                                           |
| MP-2               | 191,1               | 240,0                            | 192,0-240,0                                         |
| AN-1               | 140,7               | 180,0                            | 144,0-180,0                                         |
| LA-1               | 244,8               | 240,0                            | 192,0-240,0                                         |
| PU-1               | NPA                 | 30,0                             | 24,0-30,0                                           |
| PU-2               | 256,8               | 240,0                            | 192,0-240,0                                         |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>  
NPA: No permite análisis      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento

A continuación, la **Tabla N°8** muestra un resumen del número de saturaciones de Cloruro, según el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para trienio 2017-2019. La **Tabla N°9** muestra un resumen de latencias para el mismo percentil y periodo analizado.

**Tabla N°8** Resumen número de Saturaciones (7) P95 en las áreas de vigilancia el período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    |      | 1    | 7     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°9** Resumen número de Latencias (1) P95 en las áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1     |

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)

La **Tabla N°10** muestra promedios trimestrales correspondiente a cuatro monitoreos anuales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 hasta el 31 de diciembre del año 2019, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, se tiene lo siguiente:

- En el trienio 2017-2019, para el criterio de excedencia de superación de forma consecutiva, en el área de vigilancia MA-3 supera los límites establecidos en la norma, durante otoño e invierno el año 2018; en las áreas de vigilancia MA-2, MA-3 y PU-2 se superan en invierno y primavera del año 2019 en dos oportunidades consecutivas las concentraciones establecidas en el Artículo 5°.
- Debido a la ausencia de datos, el área de vigilancia PU-1 no es considerada en evaluación, lo anterior, debido a la ausencia de agua en el punto de muestreo.

La **Tabla N°11** muestra un resumen del número de excedencia de Sulfato, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, para el trienio 2017-2019.

**Tabla N°10.** Resultados de los promedios estacionales de concentraciones de Sulfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 352,2       | 362,6      | 203,3         | 310,7          | 395,8       | 341,5      | 173,9         | 224,2          | 378,3       | 328,3      | 248,0         | 313,3          | 430,0       |
| MA-2               | 358,4       | 438,2      | 348,1         | 289,1          | 355,6       | 481,1      | 364,6         | 277,8          | 383,2       | 360,5      | 428,9         | 405,8          | 380,0       |
| MA-3               | 327,5       | 315,8      | 333,6         | 299,9          | 350,5       | 455,4      | 393,9         | 292,6          | 358,7       | 357,1      | 481,2         | 392,3          | 380,0       |
| MA-4               | 321,3       | 346,8      | 345,7         | 225,2          | 374,5       | 363,3      | 327,1         | 311,8          | 322,6       | 339,1      | 329,2         | 322,0          | 380,0       |
| MA-5               | 299,8       | 351,3      | 276,2         | 257,6          | 414,3       | 325,7      | 346,5         | 358,6          | 370,7       | 352,7      | 352,4         | 402,5          | 380,0       |
| MP-1               | 153,6       | 90,8       | 55,1          | 95,3           | 194,5       | 140,1      | 51,8          | 86,4           | 144,8       | 129,0      | 94,3          | 118,5          | 150,0       |
| MP-2               | 297,9       | 350,5      | 322,4         | 244,7          | 356,3       | 396,1      | 311,6         | 281,4          | 289,0       | 325,3      | 310,9         | 310,0          | 380,0       |
| AN-1               | 335,1       | 320,1      | 326,6         | 215,1          | 389,7       | 349,1      | 290,9         | 327,1          | 324,4       | 332,5      | 326,4         | 315,8          | 380,0       |
| LA-1               | 317,6       | 343,9      | 240,7         | 301,8          | 437,1       | 453,2      | 346,4         | 350,8          | 385,3       | 408,8      | 430,6         | 468,9          | 480,0       |
| PU-1               | SM          | SM         | 30,6          | 56,2           | SM          | SM         | 33,2          | 64,9           | 25,5        | 33,2       | 32,4          | 28,6           | 150,0       |
| PU-2               | 316,3       | 358,1      | 350,0         | 277,3          | 379,7       | 361,2      | 369,0         | 355,6          | 359,9       | 373,5      | 388,2         | 402,9          | 380,0       |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición                      En nivel de saturación                       En nivel de Latencia                       Cumplimiento

**Tabla N°11.** Número de saturaciones (4) de Sulfato en el criterio de excedencia, superación en dos o más oportunidades consecutivas de los trienios 2017-2019

| 2017-2019          |      |      |      |       |
|--------------------|------|------|------|-------|
| Área de vigilancia | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
| MA-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-2               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| MA-3               | 0    | 1    | 1    | 2     |
| MA-4               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-5               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MP-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MP-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| AN-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| LA-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| PU-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| PU-2               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| Total              | 0    | 1    | 3    | 4     |

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla N° 12** muestra el criterio de excedencia relacionado al percentil 95, en color rojo aquellos valores que se encuentran por sobre los límites establecido en esta norma (saturación), donde destacan las áreas de vigilancia MA-2, MA-3, MA-5, MP-1 y PU-2 que superan el valor norma en el trienio correspondiente al periodo 2017-2019. En color naranja se presentan aquellos valores que se encuentran entre el 80% y el 100% del valor establecido en las NSCA de la cuenca del río Maipo (latencia), condición que se observa en las áreas de vigilancia MA-1, MA-4, MP-2, AN-1, LA-1 para el trienio 2017-2019.

El área de vigilancia PU-1 no fue evaluada debido a la ausencia de agua en el cauce para el punto de muestreo y no contar con la representatividad estacional (Artículo 7°)

**Tabla N°12.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Sulfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019<br>(mg/L) | Concentración Norma<br>(mg/L) | Concentración Latencia<br>≥ 80 ≤ 100<br>(mg/L) |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| MA-1               | 378,3               | 430,0                         | 344,0-430,0                                    |
| MA-2               | 438,2               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |
| MA-3               | 455,4               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |
| MA-4               | 363,3               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |
| MA-5               | 402,5               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |
| MP-1               | 153,6               | 150,0                         | 120,0-150,0                                    |
| MP-2               | 356,3               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |
| AN-1               | 349,1               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |
| LA-1               | 453,2               | 480,0                         | 384,0-480,0                                    |
| PU-1               | NPA                 | 150,0                         | 120,0-150,0                                    |
| PU-2               | 388,2               | 380,0                         | 304,0-380,0                                    |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento

La **Tabla N°13** muestra un resumen del número de saturaciones de Sulfato, según en el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para el trienio 2017-2019. La **Tabla N°14** muestra un resumen de latencia para el mismo percentil y periodos analizados.

**Tabla N°13** Resumen Número Saturaciones (5) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 5     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°14** Resumen Número Latencias (5) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 5     |

Fuente: Elaboración propia

**3.4.3 Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

La **Tabla N°15** corresponde a promedios trimestrales de Nitrato del reporte de cuatro monitoreos anuales con representatividad estacional para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 hasta el 31 de diciembre del año 2019, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, se tiene lo siguiente:

- En la evaluación del trienio 2017-2019 en la superación de al menos en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos en la norma, se tiene nuevamente el área de vigilancia MA-3 con la concentración de Nitrato superada en dos oportunidades consecutivas, durante las estaciones de verano 2017 y otoño 2017 y en el año 2019 el área de vigilancia MA-5 superada en dos oportunidades consecutivas la concentración de nitrato en otoño e invierno.
- Debido a la ausencia de datos, el área de vigilancia PU-1 no es considerada en la evaluación, lo anterior, debido a la ausencia de agua en el punto de muestreo.

La **Tabla N°16** muestra un resumen del número de excedencias de Nitrato, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, para el trienio 2017-2019.

**Tabla N°15.** Resultados promedios estacionales de concentraciones de Nitrato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 0,209       | 0,300      | 0,272         | 0,204          | 0,176       | 0,258      | 0,253         | 0,201          | 0,202       | 0,242      | 0,227         | 0,121          | 0,500       |
| MA-2               | 2,899       | 0,277      | 0,254         | 0,192          | 0,191       | 0,128      | 0,221         | 0,212          | 0,203       | 0,205      | 0,216         | 0,173          | 0,500       |
| MA-3               | 2,895       | 0,705      | 0,327         | 0,240          | 0,250       | 0,294      | 0,248         | 0,227          | 0,194       | 0,199      | 0,220         | 0,265          | 0,500       |
| MA-4               | 2,642       | 1,939      | 1,715         | 2,040          | 1,430       | 2,978      | 2,601         | 2,958          | 2,701       | 2,609      | 2,802         | 2,433          | 4,000       |
| MA-5               | 4,903       | 5,694      | 6,624         | 6,447          | 5,429       | 5,694      | 9,837         | 7,616          | 7,010       | 10,094     | 11,233        | 5,913          | 8,000       |
| MP-1               | 0,447       | 0,773      | 0,705         | 0,433          | 0,409       | 0,575      | 0,731         | 0,455          | 0,356       | 0,490      | 0,676         | 0,399          | 1,500       |
| MP-2               | 6,873       | 6,741      | 5,390         | 5,117          | 6,344       | 6,626      | 5,305         | 7,177          | 7,594       | 5,476      | 6,440         | 10,504         | 10,000      |
| AN-1               | 2,812       | 3,661      | 3,455         | 2,727          | 2,932       | 3,317      | 4,425         | 3,719          | 3,311       | 3,534      | 3,656         | 3,093          | 4,000       |
| LA-1               | 1,095       | 1,117      | 1,504         | 2,483          | 3,178       | 2,918      | 1,169         | 3,409          | 1,530       | 1,210      | 2,516         | 1,646          | 4,000       |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,388         | 0,096          | SM          | SM         | 1,153         | 0,316          | 0,068       | 0,200      | 0,384         | 0,159          | 1,500       |
| PU-2               | 11,923      | 8,885      | 8,972         | 9,516          | 8,848       | 9,966      | 9,681         | 9,143          | 9,702       | 11,373     | 9,003         | 9,115          | 10,000      |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

**Tabla N°16.** Número de saturaciones (2) de Nitrato en el criterio de excedencia, superación en dos o más oportunidades consecutivas del trienio 2017-2019

| 2017-2019          |      |      |      |       |
|--------------------|------|------|------|-------|
| Área de vigilancia | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
| MA-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-3               | 1    | 0    | 0    | 1     |
| MA-4               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-5               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| MP-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MP-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| AN-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| LA-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| PU-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| PU-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| Total              | 1    | 0    | 1    | 2     |

Fuente: Elaboración propia

En relación a la evaluación del criterio percentil 95 de las concentraciones de Nitrato, en la **Tabla N°17** se muestra en color rojo aquellos valores que se encuentran por sobre los límites establecido en esta norma (saturación).

- En el periodo de evaluación del trienio entre los años 2017 y 2019 las concentraciones de Nitrato, superaron la normativa en nivel de saturación (color rojo) para nitrato en las áreas de vigilancia MA-3, MA-5 y PU-2. Mientras que en el área de vigilancia AN-1 se mantuvo bajo el nivel normado, pero en un nivel de latencia (color naranja).

**Tabla N°17.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Nitrato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019<br>(mg/L) | Concentración Norma<br>(mg/L) | Concentración Latencia<br>≥ 80% ≤ 100%<br>(mg/L) |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|
| MA-1               | 0,272               | 0,500                         | 0,400-0,500                                      |
| MA-2               | 0,277               | 0,500                         | 0,400-0,500                                      |
| MA-3               | 0,705               | 0,500                         | 0,400-0,500                                      |
| MA-4               | 2,958               | 4,000                         | 3,200-4,000                                      |
| MA-5               | 10,094              | 8,000                         | 6,400-8,000                                      |
| MP-1               | 0,731               | 1,500                         | 1,200-1,500                                      |
| MP-2               | 7,594               | 10,000                        | 8,000-10,000                                     |
| AN-1               | 3,719               | 4,000                         | 3,200-4,000                                      |
| LA-1               | 3,178               | 4,000                         | 3,200-4,000                                      |
| PU-1               | NPA                 | 1,500                         | 1,200-1,500                                      |
| PU-2               | 11,373              | 10,000                        | 8,000-10,000                                     |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento

La **Tabla N°18** muestra un resumen del número de saturaciones de Nitrato, según en el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para el trienio 2017-2019. La Tabla N°19 muestra un resumen de latencias para el mismo percentil y periodo analizado.

**Tabla N°18** Resumen Número de Saturaciones (3) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 3     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°19** Resumen Número Latencias (1) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1     |

Fuente: Elaboración propia

**3.4.4    Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)**

La **Tabla N°20** muestra los resultados de promedios trimestrales, para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019, para la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º (Artículo 7º del D.S.53/2013 MMA). De lo anterior se observa lo siguiente:

- En la evaluación del trienio en el criterio de excedencia en la superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en la norma, se observa la superación de concentración de Ortofosfato en el área de vigilancia AN-1 en otoño e invierno del año 2019, y en el área de vigilancia LA-1 se supera de forma consecutiva en invierno y primavera del mismo año.
- En la evaluación del área de vigilancia PU-1 y considerando la falta de información por ausencia de agua en el punto de muestreo, se realizó un análisis referencial donde se observa que no se supera de la concentración de forma consecutiva.

La **Tabla N°21** muestra un resumen del número de excedencias de Ortofosfato, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º, para el trienio 2017-2019.

**Tabla N°20.** Resultados promedios estacionales de concentraciones de Ortofosfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional del periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 0,008       | 0,017      | 0,008         | 0,009          | 0,005       | 0,006      | 0,008         | 0,007          | 0,005       | 0,005      | 0,009         | 0,005          | 0,080       |
| MA-2               | 0,008       | 0,017      | 0,004         | 0,009          | 0,009       | 0,006      | 0,008         | 0,007          | 0,008       | 0,004      | 0,007         | 0,006          | 0,080       |
| MA-3               | 0,009       | 0,048      | 0,011         | 0,016          | 0,006       | 0,010      | 0,033         | 0,016          | 0,007       | 0,033      | 0,021         | 0,013          | 0,080       |
| MA-4               | 0,094       | 0,043      | 0,040         | 0,050          | 0,035       | 0,039      | 0,040         | 0,048          | 0,041       | 0,065      | 0,094         | 0,021          | 0,150       |
| MA-5               | 0,242       | 0,333      | 0,301         | 0,308          | 0,272       | 0,360      | 0,481         | 0,428          | 0,376       | 0,427      | 0,605         | 0,421          | 1,000       |
| MP-1               | 0,007       | 0,012      | 0,022         | 0,012          | 0,009       | 0,004      | 0,017         | 0,011          | 0,003       | 0,004      | 0,013         | 0,005          | 0,080       |
| MP-2               | 1,214       | 0,894      | 1,048         | 0,813          | 0,610       | 0,383      | 0,789         | 0,714          | 0,530       | 0,821      | 1,071         | 0,225          | 2,500       |
| AN-1               | 0,167       | 0,100      | 0,099         | 0,077          | 0,092       | 0,078      | 0,106         | 0,147          | 0,103       | 0,167      | 0,238         | 0,081          | 0,150       |
| LA-1               | 0,302       | 0,236      | 0,221         | 0,349          | 0,495       | 0,382      | 0,378         | 0,486          | 0,457       | 0,407      | 0,639         | 1,606          | 0,600       |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,003         | 0,005          | SM          | SM         | 0,01          | 0,008          | 0,008       | 0,004      | 0,009         | 0,005          | 0,600       |
| PU-2               | 0,847       | 0,741      | 0,620         | 0,670          | 0,696       | 0,805      | 0,983         | 0,797          | 0,718       | 0,979      | 1,097         | 1,044          | 2,500       |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

**Tabla N°21** Número de saturaciones (2) de Ortofosfato en el criterio de excedencia, superación en dos o más oportunidades consecutivas del trienio 2017-2019

| 2017-2019          |      |      |      |       |
|--------------------|------|------|------|-------|
| Área de vigilancia | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
| MA-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-3               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-4               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MA-5               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MP-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| MP-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| AN-1               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| LA-1               | 0    | 0    | 1    | 1     |
| PU-1               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| PU-2               | 0    | 0    | 0    | 0     |
| Total              | 0    | 0    | 2    | 2     |

Fuente: Elaboración propia

En la evaluación del criterio percentil 95 de las concentraciones de Ortofosfato, en la **Tabla N° 22** muestra en color rojo aquellos valores que se encuentran por sobre los límites establecido en esta norma (saturación).

- En el periodo de evaluación en el trienio entre los años 2017 y 2019 para el criterio del percentil 95 las concentraciones de Ortofosfato, supera la normativa en nivel de saturación (color rojo) las áreas de vigilancia AN-1 y LA-1.

**Tabla N°22.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Ortofosfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019 (mg/L) | Concentración Norma (mg/L) | Concentración Latencia $\geq 80 \leq 100$ (mg/L) |
|--------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|
| MA-1               | 0,009            | 0,080                      | 0,064-0,080                                      |
| MA-2               | 0,009            | 0,080                      | 0,064-0,080                                      |
| MA-3               | 0,033            | 0,080                      | 0,064-0,080                                      |
| MA-4               | 0,094            | 0,150                      | 0,120-0,150                                      |
| MA-5               | 0,481            | 1,000                      | 0,800-1,000                                      |
| MP-1               | 0,017            | 0,080                      | 0,064-0,080                                      |
| MP-2               | 1,071            | 2,500                      | 2,000-2,500                                      |
| AN-1               | 0,167            | 0,150                      | 0,120-0,150                                      |
| LA-1               | 0,639            | 0,600                      | 0,480-0,600                                      |
| PU-1               | NPA              | 0,600                      | 0,480-0,600                                      |
| PU-2               | 1,044            | 2,500                      | 2,000-2,500                                      |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en; <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

La **Tabla N°23** muestra un resumen del número de saturaciones de Ortofosfato, según en el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para el trienio 2017-2019. La **Tabla N°24** muestra un resumen de latencias para el mismo percentil y periodos analizados.

**Tabla N°23** Resumen Número de Saturaciones (2) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 2     |

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Oxígeno Disuelto (OD)

En la **Tabla N° 24** se visualizan los resultados de promedios estacionales para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2019 y el 31 de diciembre del año 2019, según la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º del D.S. 53/2013 MMA. De lo anterior se observa lo siguiente:

- En la evaluación del trienio 2017-2019; periodo correspondiente al monitoreo desde el año 2017 al año 2019, en el criterio de excedencia de superación de los límites establecidos para el Oxígeno Disuelto al menos en dos oportunidades consecutivas, las siguientes áreas de vigilancia no cumplen con el valor establecido: área de vigilancia MA-4 en verano y otoño 2017; en primavera 2017 y verano –primavera 2018; en verano y otoño 2019; en el área de vigilancia MA-1 invierno, primavera del año 2018, verano y otoño 2019; en el área de vigilancia MA-3 en primavera 2017 y verano 2018, en el área de vigilancia MA-5 en invierno y primavera del año 2018 y en área de vigilancia PU-2 en invierno y primavera del año 2018.
- En la evaluación del área de vigilancia PU-1 y considerando la falta de información por ausencia de agua en el punto de muestreo, el análisis se realizó de forma referencial, en el trienio 2017-2019 se supera en invierno y primavera en el año 2017.

**Tabla N°24** Resultados promedios estacionales de concentraciones de Oxígeno Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Concentración Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------------|
| MA-1               | 9,40        | 8,83       | 8,21          | 8,67           | 7,83        | 8,29       | 7,31          | 5,80           | 6,15        | 7,97       | 10,30         | 8,53           | 8,00                |
| MA-2               | 8,16        | 9,45       | 10,14         | 9,39           | 8,55        | 10,06      | 9,54          | 7,24           | 9,96        | 9,49       | 11,94         | 9,97           | 8,00                |
| MA-3               | 8,28        | 8,52       | 9,07          | 7,31           | 6,86        | 9,75       | 9,10          | 6,90           | 9,29        | 9,21       | 10,59         | 8,72           | 8,00                |
| MA-4               | 6,84        | 7,95       | 8,25          | 7,15           | 6,85        | 8,08       | 9,68          | 7,99           | 7,56        | 7,19       | 10,11         | 10,01          | 8,00                |
| MA-5               | 7,69        | 6,91       | 6,61          | 7,05           | 8,29        | 7,14       | 5,90          | 4,91           | 7,73        | 6,30       | 6,75          | 6,38           | 6,00                |
| MP-1               | 8,90        | 9,98       | 8,74          | 8,78           | 7,55        | 9,12       | 9,98          | 8,34           | 7,97        | 8,56       | 9,80          | 8,96           | 8,00                |
| MP-2               | 6,49        | 6,92       | 6,71          | 6,82           | 7,28        | 6,30       | 7,13          | 9,09           | 9,69        | 7,31       | 9,23          | 11,10          | 6,00                |
| AN-1               | 6,67        | 7,62       | 7,61          | 6,90           | 6,58        | 6,84       | 7,73          | 6,78           | 7,08        | 7,26       | 9,31          | 8,44           | 6,00                |
| LA-1               | 4,85        | 6,48       | 7,27          | 5,72           | 5,25        | 6,57       | 7,07          | 4,35           | 5,54        | 6,59       | 8,94          | 5,69           | 5,00                |
| PU-1               | SM          | SM         | 6,07          | 6,86           | SM          | SM         | 9,20          | 9,27           | 7,71        | 8,92       | 10,26         | 12,53          | 8,00                |
| PU-2               | 6,07        | 6,79       | 6,54          | 6,73           | 6,45        | 5,04       | 4,52          | 4,68           | 5,11        | 4,53       | 7,18          | 4,92           | 5,00                |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

La **Tabla N°25** muestra un resumen del número de excedencias de Oxígeno Disuelto, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º, para el trienio 2017-2019.

**Tabla N°25** Número de saturaciones (9) de Oxígeno en el criterio de excedencia, superación en dos o más oportunidades consecutivas del trienio 2017-2019

| 2017-2019          |                |                |                |       |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Área de vigilancia | 2017           | 2018           | 2019           | Total |
| MA-1               | 0              | 1              | 1              | 2     |
| MA-2               | 0              | 0              | 0              | 0     |
| MA-3               | 1 <sup>a</sup> | 0              | 0              | 1     |
| MA-4               | 1              | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>b</sup> | 4     |
| MA-5               | 0              | 1              | 0              | 1     |
| MP-1               | 0              | 0              | 0              | 0     |
| MP-2               | 0              | 0              | 0              | 0     |
| AN-1               | 0              | 0              | 0              | 0     |
| LA-1               | 0              | 0              | 0              | 0     |
| PU-1*              | 1*             | 0              | 0              | 0     |
| PU-2               | 0              | 1              | 0              | 1     |
| Total              | 2              | 4              | 3              | 9     |

Fuente: Elaboración propia  
(b) Superación consecutiva primavera 2018, verano 2019 y otoño 2019  
(\*) Evaluación Referencial inv 2017 y prim 2017, no se incluye en la suma total  
(a) Superación consecutiva primavera 2017 y verano 2018

En el análisis del Oxígeno Disuelto, en la **Tabla N° 26** muestra en color rojo aquellos valores que se encuentran fuera de los límites establecido en esta norma (saturación), según condición de excedencia relacionado al percentil 5.

- Se considerarán sobrepasadas las normas, cuando el percentil 5 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas sea menor a los límites establecidos. Bajo esta condición de excedencia el nivel de saturación ocurre cuando las concentraciones son menores al límite normado. Mientras que para el nivel de latencia (color naranja) presentan concentraciones con variación entre  $\geq 100\% \leq 120\%$  respecto al 100% del límite normativo.
- En el periodo de evaluación en el trienio entre los años 2017 y 2019 el criterio del percentil 5 las concentraciones de Oxígeno Disuelto, se superó la normativa en nivel de saturación (color rojo) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3; MA-4, MA-5, MP-1, LA-1 y PU-2. Mientras que en las áreas de vigilancia MP-2 y AN-1 se mantuvo bajo el nivel normado, pero en un nivel que supera el 80% del valor de concentración de la norma.
- En la evaluación del área de vigilancia PU-1 y considerando la falta de información por ausencia de agua en el punto de muestreo, no fue posible efectuar el análisis de los datos para el percentil 5.

**Tabla N°26.** Evaluación criterio de excedencia percentil 5 para el monitoreo de Oxígeno Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019<br>(mg/L) | Concentración Norma<br>(mg/L) | Concentración latencia<br>$\geq 100 \leq 120$<br>(mg/L) |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| MA-1               | 5,80                | 8,00                          | 9,60-8,00                                               |
| MA-2               | 7,24                | 8,00                          | 9,60-8,00                                               |
| MA-3               | 6,86                | 8,00                          | 9,60-8,00                                               |
| MA-4               | 6,84                | 8,00                          | 9,60-8,00                                               |
| MA-5               | 4,91                | 6,00                          | 7,20-6,00                                               |
| MP-1               | 7,55                | 8,00                          | 9,60-8,00                                               |
| MP-2               | 6,30                | 6,00                          | 7,20-6,00                                               |
| AN-1               | 6,58                | 6,00                          | 7,20-6,00                                               |
| LA-1               | 4,35                | 5,00                          | 6,00-5,00                                               |
| PU-1               | NPA                 | 8,00                          | 9,60-8,00                                               |
| PU-2               | 4,52                | 5,00                          | 6,00-5,00                                               |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>  
NPA: No permite análisis      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

La **Tabla N°27** muestra un resumen del número de saturaciones de Oxígeno Disuelto, según en el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para el trienio 2017-2019. La **Tabla N°28** muestra un resumen de latencias para el mismo percentil y periodos analizados.

**Tabla N°27** Resumen Número de Saturaciones (8) P5 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 8     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°28** Resumen Número de Latencias (2) P5 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 2     |

Fuente: Elaboración propia

3.4.6 pH

En la **Tabla N° 29** es posible visualizar resultados de promedios trimestrales de monitoreos para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019 para pH, lo anterior según la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º del D.S. 53/2013 MMA, en el periodo de tres años, el parámetro pH no presenta superación normativo consecutiva.

Sin embargo, en la evaluación de cada año del trienio, en la superación de los límites de la norma, se observa que para el pH se supera el valor norma (color rojo) en uno de los límites del rango normativo, ya sea el límite superior o límite inferior en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3 en verano 2017 y en primavera 2017 en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MP-1, MP-2, AN-1 y PU-1.

**Tabla N°29.** Resultados de promedios estacionales de pH en las áreas de vigilancia durante periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 9,20        | 7,77       | 8,46          | 9,16           | 7,75        | 8,18       | 8,01          | 8,38           | 8,35        | 8,05       | 7,97          | 8,50           | 6,5-8,7     |
| MA-2               | 9,06        | 8,24       | 8,59          | 9,02           | 8,07        | 8,36       | 8,36          | 8,37           | 8,23        | 8,21       | 8,24          | 8,42           | 6,5-8,7     |
| MA-3               | 8,88        | 8,51       | 8,52          | 9,07           | 8,10        | 8,29       | 8,25          | 8,17           | 8,04        | 8,10       | 8,01          | 8,15           | 6,5-8,7     |
| MA-4               | 8,67        | 8,53       | 8,34          | 9,34           | 8,06        | 8,09       | 8,14          | 8,01           | 7,99        | 7,87       | 7,67          | 8,04           | 6,5-8,7     |
| MA-5               | 8,66        | 7,99       | 8,09          | 8,48           | 8,31        | 7,96       | 7,73          | 7,89           | 8,02        | 7,85       | 7,73          | 8,38           | 6,5-8,7     |
| MP-1               | 7,94        | 7,90       | 8,49          | 9,25           | 7,39        | 7,97       | 7,94          | 8,20           | 7,60        | 7,17       | 7,38          | 7,54           | 6,5-8,5     |
| MP-2               | 8,32        | 8,23       | 7,89          | 9,40           | 7,99        | 7,99       | 7,93          | 8,05           | 7,96        | 7,79       | 7,62          | 8,10           | 6,5-8,5     |
| AN-1               | 8,49        | 8,38       | 8,22          | 8,92           | 7,91        | 7,97       | 7,72          | 7,89           | 7,90        | 7,83       | 7,64          | 7,76           | 6,5-8,5     |
| LA-1               | 8,22        | 8,03       | 7,94          | 8,46           | 7,76        | 7,88       | 7,93          | 7,68           | 7,77        | 7,22       | 7,29          | 7,93           | 6,5-8,5     |
| PU-1               | SM          | SM         | 8,37          | 8,63           | SM          | SM         | 7,63          | 7,71           | 7,66        | 7,40       | 7,46          | 7,95           | 6,5-8,5     |
| PU-2               | 8,39        | 7,77       | 7,85          | 8,39           | 7,88        | 7,66       | 7,76          | 7,74           | 7,79        | 7,70       | 7,62          | 7,88           | 6,5-8,5     |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

Por otro lado, en la evaluación del pH, también se consideran sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental, cuando el percentil 5 y 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, se encuentren fuera del rango establecido en el D.S. 53/2013 MMA. La evaluación de los percentiles 5 y 95, se realizó bajo la condición que el incumplimiento se configura con la excedencia (resultados fuera del rango) en cualquiera de los percentiles requeridos para su evaluación, percentil 5 o percentil 95, de forma independiente uno del otro, ya que en análisis simultaneo de ambos percentiles no es característico de un ecosistema acuático. En consecuencia, para establecer la condición ambiental en función del pH se considera en esta evaluación sobrepasada la norma de forma separada en el percentil 5 y 95 (**Tabla N°30**).

**Tabla N°30.** Evaluación criterio de excedencia percentil 5 y 95 para el monitoreo de pH en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019 | Valor Norma | Límite Inferior Saturación < 100% | Límite Inferior Latencia ≥ 100% ≤ 120% | Límite Superior Saturación > 100% | Límite Superior Latencia ≥ 80% ≤ 100% |
|--------------------|-----------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| MA-1               | 7,75-9,16 | 6,5-8,7     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,71                             | 6,96 -8,70                            |
| MA-2               | 8,07-9,02 | 6,5-8,7     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,71                             | 6,96 -8,70                            |
| MA-3               | 8,01-8,88 | 6,5-8,7     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,71                             | 6,96 -8,70                            |
| MA-4               | 7,67-8,67 | 6,5-8,7     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,71                             | 6,96 -8,70                            |
| MA-5               | 7,73-8,48 | 6,5-8,7     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,71                             | 6,96 -8,70                            |
| MP-1               | 7,17-8,49 | 6,5-8,5     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,51                             | 6,80 -8,50                            |
| MP-2               | 7,62-8,32 | 6,5-8,5     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,51                             | 6,80 -8,50                            |
| AN-1               | 7,64-8,49 | 6,5-8,5     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,51                             | 6,80 -8,50                            |
| LA-1               | 7,22-8,22 | 6,5-8,5     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,51                             | 6,80 -8,50                            |
| PU-1               | NPA       | 6,5-8,5     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,51                             | 6,80 -8,50                            |
| PU-2               | 7,62-8,39 | 6,5-8,5     | <6,49                             | 6,50-7,80                              | >8,51                             | 6,80 -8,50                            |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento

**3.4.7 Conductividad Eléctrica (CE)**

La **Tabla N° 31** muestra los resultados de promedios trimestrales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019 para Conductividad Eléctrica, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º. De lo anterior se observa lo siguiente

- En la evaluación del trienio 2017-2019; en el criterio de excedencia de superación de los límites establecidos para la conductividad eléctrica al menos en dos oportunidades consecutivas, las áreas de vigilancia que no cumplen con el valor establecido son: PU-2 en otoño e invierno del año 2018; en el área de vigilancia MA-5 en primavera del año 2018, verano, otoño, invierno y primavera del año 2019 y LA-1 en invierno y primavera del año 2019.

La **Tabla N°32** muestra un resumen del número de excedencias de Conductividad Eléctrica, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º, para trienio 2017-2019.

**Tabla N°31.** Resultados de promedios estacionales de Conductividad Eléctrica (us/cm) en las áreas de vigilancia durante periodos 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 1541,6      | 1492,3     | 1121,0        | 1412,6         | 1805,6      | 1631,0     | 1021,6        | 1153,6         | 1705,3      | 1879,0     | 1816,6        | 1259,6         | 1900,0      |
| MA-2               | 1307,6      | 1605,3     | 1553,3        | 1178,0         | 1477,3      | 1915,3     | 1796,0        | 1301,3         | 1492,6      | 1877,0     | 2330,6        | 1614,3         | 1900,0      |
| MA-3               | 1145,6      | 1337,6     | 1486,0        | 1143,3         | 1266,0      | 1786,6     | 1886,6        | 1331,0         | 1319,6      | 1817,3     | 2149,0        | 1515,0         | 1900,0      |
| MA-4               | 1276,0      | 1386,0     | 1354,0        | 1127,0         | 1229,3      | 1412,3     | 1350,6        | 1363,6         | 1350,3      | 1426,0     | 1444,0        | 1106,6         | 1600,0      |
| MA-5               | 1417,6      | 1465,0     | 1450,6        | 1394,3         | 1529,3      | 1499,0     | 1568,6        | 1636,0         | 1654,6      | 1614,6     | 1775,6        | 1725,0         | 1600,0      |
| MP-1               | 353,3       | 280,3      | 208,0         | 225,3          | 364,3       | 308,0      | 279,0         | 212,3          | 365,3       | 368,3      | 451,6         | 352,3          | 400,0       |
| MP-2               | 1490,0      | 1536,0     | 1541,3        | 1386,3         | 1462,6      | 1532,3     | 1660,0        | 1543,3         | 1492,0      | 1582,6     | 1783,3        | 1485,0         | 1600,0      |
| AN-1               | 1373,0      | 1273,6     | 1171,6        | 1131,0         | 1344,6      | 1445,6     | 1227,3        | 1348,3         | 1407,3      | 1453,6     | 1419,0        | 1368,3         | 1600,0      |
| LA-1               | 1508,3      | 1300,3     | 1211,6        | 1241,6         | 1656,0      | 1791,6     | 1675,6        | 1617,3         | 1652,6      | 1777,3     | 2118,3        | 2306,6         | 1900,0      |
| PU-1               | SM          | SM         | 294,0         | 310,0          | SM          | SM         | 278,6         | 305,6          | 319,6       | 312,6      | 354,0         | 309,5          | 400,0       |
| PU-2               | 1685,3      | 1621,3     | 1645,0        | 1549,6         | 1686,6      | 1788,3     | 1918,3        | 1738,6         | 1729,6      | 1895,3     | 2048,3        | 1945,3         | 1750,0      |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento

**Tabla N°32.** Número de saturaciones (7) de Conductividad eléctrica en el criterio de excedencia de superación de al menos en dos o más oportunidades consecutivas del trienio 2017-2019

| 2017-2019          |      |                |      |       |
|--------------------|------|----------------|------|-------|
| Área de vigilancia | 2017 | 2018           | 2019 | Total |
| MA-1               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| MA-2               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| MA-3               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| MA-4               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| MA-5               | 0    | 1 <sup>a</sup> | 2    | 3     |
| MP-1               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| MP-2               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| AN-1               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| LA-1               | 0    | 0              | 1    | 1     |
| PU-1               | 0    | 0              | 0    | 0     |
| PU-2               | 0    | 1              | 2    | 3     |
| Total              | 0    | 2              | 5    | 7     |

Fuente: Elaboración propia

(a)Superación consecutiva primavera 2018 y verano 2019

En el criterio de evaluación por percentil 95, presentados en la **Tabla N°33** para la Conductividad Eléctrica, señala que en el trienio del periodo de evaluación2017-2019, las áreas de vigilancia MA-2, MA-5, MP-2, LA-1 y PU-2 presentan superación del límite normado (en nivel de saturación); mientras que las áreas de vigilancia MA-1, MA-3, MA-4, MP-1 y AN-1 se encuentran entre el 80% y 100% del valor normado, correspondiente a latencia.

**Tabla N°33.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Conductividad eléctrica en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019<br>(us/cm) | Valor Norma<br>(us/cm) | Conductividad Latencia<br>≥ 80% ≤ 100%<br>(us/cm) |
|--------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------|
| MA-1               | 1816,6               | 1900,0                 | 1520,0-1900,0                                     |
| MA-2               | 1915,3               | 1900,0                 | 1520,0-1900,0                                     |
| MA-3               | 1886,6               | 1900,0                 | 1520,0-1900,0                                     |
| MA-4               | 1426,0               | 1600,0                 | 1280,0-1600,0                                     |
| MA-5               | 1725,0               | 1600,0                 | 1280,0-1600,0                                     |
| MP-1               | 368,3                | 400,0                  | 320,0-400,0                                       |
| MP-2               | 1660,0               | 1600,0                 | 1280,0-1600,0                                     |
| AN-1               | 1445,6               | 1600,0                 | 1280,0-1600,0                                     |
| LA-1               | 2118,3               | 1900,0                 | 1520,0-1900,0                                     |
| PU-1               | NPA                  | 400,0                  | 320,0-400,0                                       |
| PU-2               | 1945,3               | 1750,0                 | 1400,0-1750,0                                     |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento

La **Tabla N°34** muestra un resumen del número de saturaciones de Conductividad Eléctrica, según en el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para el trienio 2017-2019. La **Tabla N°35** muestra un resumen de latencias para el mismo percentil y periodos analizados.

**Tabla N°34** Resumen N° Saturaciones (5) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 5     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°35** Resumen N° Latencias (5) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 5     |

Fuente: Elaboración propia

3.4.8 Zinc disuelto (Zn<sub>Dis</sub>)

La **Tabla N° 36** muestra los resultados de promedios trimestrales del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019 para Zinc Disuelto, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º. De lo anterior se observa lo siguiente.

- En el análisis de superación de los promedios de Zinc disuelto de forma consecutiva, se constata la existencia de incumplimiento normativo en el área de vigilancia MP-1 en el trienio de evaluación 2017-2019 en los promedios de primavera del año 2017; verano, otoño, invierno del año 2018; verano y otoño del año 2019.

La **Tabla N°37** muestra un resumen del número de excedencia de Zinc disuelto, según el criterio correspondiente a la superación en dos o más oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°, para trienio 2017-2019.

**Tabla N°36.** Resultados de promedios estacionales de Concentraciones Zinc Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 0,02        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,02           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| MA-2               | 0,02        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| MA-3               | 0,02        | 0,02       | 0,02          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,02          | 0,02           | 0,01        | 0,01       | 0,02          | 0,01           | 0,03        |
| MA-4               | 0,05        | 0,02       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| MA-5               | 0,01        | 0,01       | 0,02          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| MP-1               | 0,10        | 0,03       | 0,03          | 0,07           | 0,10        | 0,04       | 0,04          | 0,02           | 0,11        | 0,07       | 0,02          | 0,06           | 0,03        |
| MP-2               | 0,02        | 0,02       | 0,02          | 0,02           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,02          | 0,01           | 0,03        |
| AN-1               | 0,02        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| LA-1               | 0,02        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,02           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,01          | 0,01           | SM          | SM         | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |
| PU-2               | 0,02        | 0,02       | 0,02          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,02          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,03        |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

**Tabla N°37.** Número de saturaciones (3) de Zinc en el criterio de excedencia de superación de al menos en dos o más oportunidades consecutivas del trienio 2017-2019

| 2017-2019          |                |      |      |       |
|--------------------|----------------|------|------|-------|
| Área de vigilancia | 2017           | 2018 | 2019 | Total |
| MA-1               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| MA-2               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| MA-3               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| MA-4               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| MA-5               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| MP-1               | 1 <sup>a</sup> | 1    | 1    | 3     |
| MP-2               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| AN-1               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| LA-1               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| PU-1               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| PU-2               | 0              | 0    | 0    | 0     |
| Total              | 1              | 1    | 1    | 3     |

Fuente: Elaboración propia

<sup>(a)</sup>Superación consecutiva primavera 2017 y verano 2018

En el criterio de evaluación de excedencia por percentil 95, presentados en la **Tabla N°38**, de las concentraciones de Zinc de los periodos analizados 2015-2017;2016-2018 y 2017-2019, se evidenció superación al nivel de saturación (color rojo) de la normativa para este parámetro en los tres periodos en el área de vigilancia de MP-1 (>300% del valor normado). Mientras que en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MP-2, AN-1, LA-1 y PU-2 se mantuvieron bajo norma.

En la evaluación del área de vigilancia PU-1 y considerando la falta de información por ausencia de agua en el punto de muestreo, no fue posible efectuar el análisis de los datos para el percentil 95.

**Tabla N°38.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Zinc Disuelto en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019 (mg/L) | Concentración Norma (mg/L) | Concentración Latencia ≥ 80% ≤ 100% |
|--------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| MA-1               | 0,020            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| MA-2               | 0,010            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| MA-3               | 0,020            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| MA-4               | 0,020            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| MA-5               | 0,010            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| MP-1               | 0,100            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| MP-2               | 0,020            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| AN-1               | 0,010            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| LA-1               | 0,020            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| PU-1               | NPA              | 0,030                      | 0,024-0,030                         |
| PU-2               | 0,020            | 0,030                      | 0,024-0,030                         |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

La **Tabla N°39** muestra un resumen del número de saturaciones de Zinc disuelto, según el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para trienio 2017-2019.

**Tabla N°39** Resumen Número de Saturacies (1) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1     |

Fuente: Elaboración propia

3.4.9 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

La **Tabla N°40** muestra los resultados de promedios de monitoreos con representatividad estacional para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019 para Demanda Biológica de Oxígeno, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5°. De forma referencial y en relación a la superación de los límites de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) establecidos en la norma de forma consecutiva, empleando este criterio no se observan incumplimientos normativos.

**Tabla N°40.** Resultados Concentraciones Demanda Biológica de Oxígeno (mg/L) en las áreas de vigilancia durante periodo estacional 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 2           | 2          | 2             | 2              | 2           | 2          | 3             | 2              | 2           | 3          | 2             | 1,5            | 8,0         |
| MA-2               | 2           | 2          | 2             | 2              | 3           | 2          | 3             | 2              | 3           | 3          | 2             | 1,0            | 8,0         |
| MA-3               | 2           | 2          | 2             | 2              | 5           | 2          | 3             | 18             | 2           | 3          | 2             | 1,0            | 8,0         |
| MA-4               | 2           | 2          | 2             | 2              | 2           | 2          | 2             | 2              | 2           | 3          | 2             | 2,5            | 8,0         |
| MA-5               | 4           | 2          | 2             | 2              | 3           | 3          | 4             | 6              | 4           | 4          | 4             | 1,0            | 8,0         |
| MP-1               | 8           | 2          | 2             | 2              | 2           | 2          | 3             | 2              | 2           | 3          | 2             | 1,0            | 5,0         |
| MP-2               | 2           | 2          | 3             | 2              | 3           | 3          | 4             | 5              | 3           | 4          | 7             | 2,3            | 10,0        |
| AN-1               | 2           | 2          | 2             | 2              | 2           | 5          | 2             | 2              | 2           | 3          | 2             | 4,5            | 10,0        |
| LA-1               | 7           | 2          | 2             | 2              | 5           | 2          | 4             | 4              | 3           | 4          | 4             | 1,5            | 10,0        |
| PU-1               | SM          | SM         | 3             | 2              | SM          | SM         | 2             | 2              | 2           | 3          | 2             | 1,0            | 5,0         |
| PU-2               | 6           | 3          | 2             | 2              | 4           | 3          | 7             | 8              | 6           | 6          | 8             | 1,0            | 10,0        |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

En la evaluación del criterio de excedencia del percentil 95, en el periodo del trienio 2017-2019, se presenta en el área de vigilancia PU-2 concentración DBO<sub>5</sub> entre el 80% y 100% del valor normado, correspondiente a latencia (color naranja)

**Tabla N°41.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Demanda Biológica de Oxígeno (mg/L) en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019<br>(mg/L) | Concentración Norma<br>(mg/L) | Concentración Latencia<br>≥ 80 ≤ 100<br>(mg/L) |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| MA-1               | 3,0                 | 8,0                           | 6,4-8,0                                        |
| MA-2               | 3,0                 | 8,0                           | 6,4-8,0                                        |
| MA-3               | 5,0                 | 8,0                           | 6,4-8,0                                        |
| MA-4               | 2,5                 | 8,0                           | 6,4-8,0                                        |
| MA-5               | 4,0                 | 8,0                           | 6,4-8,0                                        |
| MP-1               | 3,0                 | 5,0                           | 4,0-5,0                                        |
| MP-2               | 5,0                 | 10,0                          | 8,0-10,0                                       |
| AN-1               | 4,5                 | 10,0                          | 8,0-10,0                                       |
| LA-1               | 5,0                 | 10,0                          | 8,0-10,0                                       |
| PU-1               | NPA                 | 5,0                           | 4,0-5,0                                        |
| PU-2               | 8,0                 | 10,0                          | 8,0-10,0                                       |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación       En nivel de Latencia       Cumplimiento 

La **Tabla N°42** muestra un resumen del número de latencias de Demanda Biológica de Oxígeno, según en el criterio de excedencia correspondiente al percentil 95, para el trienio 2017-2019.

**Tabla N°42** Resumen Número de Latencias (1) P95 en las Áreas de vigilancia del período 2017-2019

| Área de vigilancia | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2017-2019          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1     |

Fuente: Elaboración propia

**3.4.10 Plomo disuelto (Pb<sub>Dis</sub>)**

En la **Tabla N° 43** es posible visualizar los resultados de promedios trimestrales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019 para el parámetro Plomo Disuelto, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º. De lo anterior se observa lo siguiente.

- En la evaluación del trienio 2017-2019 no se evidencian superación de norma de forma consecutiva.

**Tabla N°43.** Resultados de promedios estacionales de concentraciones Plomo Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,006          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| MA-2               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,006          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| MA-3               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,008          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,0002,5      | 0,003          | 0,007       |
| MA-4               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| MA-5               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| MP-1               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| MP-2               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| AN-1               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,015          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| LA-1               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,005         | 0,005          | SM          | SM         | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |
| PU-2               | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,005      | 0,005         | 0,005          | 0,005       | 0,00341    | 0,00025       | 0,003          | 0,007       |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición      En nivel de saturación      En nivel de saturación Latencia      Cumplimiento

Al evaluar de forma referencial el percentil 95 de los promedios de concentraciones de Plomo disuelto en los tres trienios no se presentan incumplimiento normativo para este parámetro en el periodo analizado, **Tabla N°44**.

**Tabla N°44.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Plomo Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019 (mg/L) | Valor Norma (mg/L) | Concentración Latencia $\geq 80\% \leq 100\%$ (mg/L) |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------------------------------------------|
| MA-1               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| MA-2               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| MA-3               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| MA-4               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| MA-5               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| MP-1               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| MP-2               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| AN-1               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| LA-1               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| PU-1               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |
| PU-2               | 0,005            | 0,007              | 0,006-0,007                                          |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis      En nivel de saturación      En nivel de Latencia      Cumplimiento

3.4.11 Níquel Disuelto (Ni<sub>Dis</sub>)

De la **Tabla N° 45**, es posible visualizar resultados de promedios trimestrales para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2017 y el 31 de diciembre del año 2019, para Níquel Disuelto, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º. De lo anterior se observa lo siguiente.

- En la evaluación del trienio 2017-2019 no se evidencian superación de norma de forma consecutiva.

**Tabla N°45.** Resultados de promedios estacionales de concentraciones Níquel Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante periodo 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0075     | 0,0006        | 0,003          | 0,020       |
| MA-2               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0077     | 0,0017        | 0,003          | 0,020       |
| MA-3               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0073     | 0,0008        | 0,003          | 0,020       |
| MA-4               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0067     | 0,0004        | 0,003          | 0,020       |
| MA-5               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0071     | 0,0010        | 0,003          | 0,020       |
| MP-1               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0093     | 0,0027        | 0,009          | 0,020       |
| MP-2               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0069     | 0,0012        | 0,003          | 0,020       |
| AN-1               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0067     | 0,0003        | 0,003          | 0,020       |
| LA-1               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0070     | 0,0013        | 0,003          | 0,020       |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,01          | 0,01           | SM          | SM         | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0067     | 0,0003        | 0,003          | 0,020       |
| PU-2               | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,01       | 0,01          | 0,01           | 0,01        | 0,0071     | 0,0015        | 0,003          | 0,020       |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición  En nivel de saturación  En nivel de Latencia  Cumplimiento

Al evaluar de forma referencial el percentil 95 de los promedios de concentraciones de Níquel disuelto no se presentan incumplimientos normativos para este parámetro en el periodo monitoreado 2017-2019 (**Tabla N°46**).

**Tabla N°46.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Níquel Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019 (mg/L) | Concentración Norma (mg/L) | Concentración Latencia $\geq 80\% \leq 100\%$ (mg/L) |
|--------------------|------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|
| MA-1               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| MA-2               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| MA-3               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| MA-4               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| MA-5               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| MP-1               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| MP-2               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| AN-1               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| LA-1               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| PU-1               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |
| PU-2               | 0,010            | 0,020                      | 0,016-0,02                                           |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis  En nivel de saturación  En nivel de Latencia  Cumplimiento

**3.4.12 Cromo Total (Cr<sub>Total</sub>)**

La **Tabla N° 47** muestra los resultados de promedios trimestrales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017 para el parámetro Cromo Total, según lo señalado en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA, que establece la condición de excedencia de superación de al menos en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º. De lo anterior se observa lo siguiente.

- En la evaluación del trienio 2017-2019 no se evidencian superación de norma de forma consecutiva.

**Tabla N°47.** Resultados Concentraciones Cromo Total (mg/L) en las áreas de vigilancia durante periodo estacional 2017-2019

| Área de vigilancia | Verano 2017 | Otoño 2017 | Invierno 2017 | Primavera 2017 | Verano 2018 | Otoño 2018 | Invierno 2018 | Primavera 2018 | Verano 2019 | Otoño 2019 | Invierno 2019 | Primavera 2019 | Valor Norma |
|--------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| MA-1               | 0,0025      | 0,0008     | 0,0013        | 0,0013         | 0,0012      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| MA-2               | 0,0028      | 0,0006     | 0,0014        | 0,0016         | 0,0026      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| MA-3               | 0,0024      | 0,0017     | 0,0029        | 0,0015         | 0,0021      | 0,0105     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| MA-4               | 0,0006      | 0,0007     | 0,0007        | 0,0009         | 0,0011      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| MA-5               | 0,0009      | 0,0010     | 0,0006        | 0,0016         | 0,0006      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| MP-1               | 0,0008      | 0,0006     | 0,0006        | 0,0008         | 0,0006      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| MP-2               | 0,0006      | 0,0016     | 0,0012        | 0,0012         | 0,0006      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| AN-1               | 0,0009      | 0,0007     | 0,0007        | 0,0014         | 0,0012      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| LA-1               | 0,0006      | 0,0006     | 0,0006        | 0,0006         | 0,0006      | 0,0104     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| PU-1               | SM          | SM         | 0,0006        | 0,0006         | SM          | SM         | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |
| PU-2               | 0,0007      | 0,0015     | 0,0010        | 0,0028         | 0,0010      | 0,0105     | 0,03          | 0,03           | 0,03        | 0,03       | 0,03          | 0,03           | 0,0500      |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA

SM: Sin Medición  : En nivel de saturación  : En nivel de Latencia  : Cumplimiento

En la evaluación del percentil 95 (**Tabla N°48**), el parámetro Cromo Total presenta concentraciones menores valor norma en todas las áreas de vigilancia en el periodo de evaluación 2017-2019.

**Tabla N°48.** Evaluación criterio de excedencia percentil 95 para el monitoreo de Cromo Total (mg/L) en las áreas de vigilancia durante período 2017-2019

| Área de vigilancia | 2017-2019 (mg/L) | Concentración Norma (mg/L) | Concentración Latencia $\geq 80\% \leq 100\%$ (mg/L) |
|--------------------|------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|
| MA-1               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| MA-2               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| MA-3               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| MA-4               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| MA-5               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| MP-1               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| MP-2               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| AN-1               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| LA-1               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| PU-1               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |
| PU-2               | 0,0300           | 0,0500                     | 0,0400-0,0500                                        |

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1046340>

NPA: No permite análisis En nivel de saturación  En nivel de Latencia  Cumplimiento 

**3.5      Análisis complementario para excedencia del pH, según Cumplimiento Normativo**

Como se mencionó anteriormente, el análisis del cumplimiento normativo para el pH, el cual según el D.S. 53/2013 MMA se considera sobrepasada la norma secundaria de calidad ambiental, cuando el percentil 5 y 95 de los valores de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, en que se encuentren fuera del rango establecido en la NSCA. Al respecto es importante destacar que la condición de evaluar los percentiles 5 y 95 de forma simultánea para el rango normado en pH, es nulamente probable que ocurra, dado que la superación del límite inferior (percentil 5) y límite superior (percentil 95) a la vez, no es característico de un ecosistema acuático. A objeto de evaluar la condición ambiental de excedencia de pH en el ecosistema acuático y posibles afectaciones en sus distintos usos, se realizó de manera independiente, considerando la superación del límite inferior (percentil 5) o límite superior (percentil 95) por separados, en función de que el ecosistema acuático puede ser alcalino o acido, pero no ambos.

En la **Tabla N°49** se presenta dicho análisis, destacando en color rojo “saturación” el límite que queda fuera del rango normado, ya sea en el límite superior (percentil 95) o límite inferior (percentil 5).

De la situación antes descrita, se observa saturación para el percentil 95 en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2 y MA-3 en la evaluación de excedencia del periodo 2017-2019.

**Tabla N° 49** Saturación P5/95 de pH en la cuenca del río Maipo

| Área de vigilancia | pH<br>2017-2019 |
|--------------------|-----------------|
| MA-1               |                 |
| MA-2               |                 |
| MA-3               |                 |
| MA-4               |                 |
| MA-5               |                 |
| MP-1               |                 |
| MP-2               |                 |
| AN-1               |                 |
| LA-1               |                 |
| PU-1               |                 |
| PU-2               |                 |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos validados por SMA

☐: Cumple                      Saturación ☐

La evaluación anteriormente expuesta que considera evaluar el límite superior o inferior de pH de manera independiente, se fundamenta debido a que el pH en el agua expresa un comportamiento ácido o básico, cuya propiedad es de carácter químico vital e importante para la vida acuática. Muchas reacciones químicas dentro de los organismos acuáticos, específicamente en el metabolismo celular, son necesarias para su supervivencia y crecimiento. Además, tiene influencia de determinados procesos químicos y biológicos, sobre la naturaleza de especies iónicas como los metales pesados, el potencial redox<sup>10</sup> del agua (González, Orozco *et Al*,2003), refleja la biodisponibilidad de nutrientes, entre otros efectos en los que una variación de pH cambian la condición y podrían causar riesgo al ecosistema. Como ejemplos se puede señalar lo siguiente:

- En los extremos de la escala de pH (2 ó 13), ocurren daños físicos en las agallas, esqueletos y aletas de peces<sup>11</sup>.
- Los cambios en pH pueden modificar el nivel de toxicidad de sustancias presentes en el agua. Como p.e una disminución en el pH puede aumentar la cantidad de metales pesados solubles en el agua o un aumento en el pH puede causar la conversión del amoniaco no tóxico (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) a la forma de amoniaco tóxico; es decir amoniaco sin ionizar (NH<sub>3</sub>)<sup>12</sup>.
- El pH puede cambiar la composición de la comunidad, debido a que el pH altera el estado químico de contaminantes p.e cobre (Cu), amoníaco (NH<sub>3</sub>), cambiando su solubilidad, transporte y biodisponibilidad. Esto puede aumentar la exposición y la toxicidad de metales y nutrientes para plantas y animales acuáticos<sup>13</sup>.

De lo anterior se infiere por lo tanto lo siguiente para el pH:

- **Saturación:** en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3 condición que se da en el periodo de evaluación 2017-2019.

**Tabla N° 50.** Condición ambiental en la evaluación de P5/95 del pH en la cuenca del río Maipo

| AV<br>Periodo | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-2 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2017-2019     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Fuente: Elaboración propia a partir de la evaluación D.S.53/13 MMA

Saturación ☐ Cumple ☐

<sup>10</sup> Dentro de una reacción redox existe una especie que se oxida y otra que se reduce, lo que implica una transferencia de electrones.

<sup>11</sup> Folleto Informativo pH - State Water Resources Control Board; <https://www.waterboards.ca.gov>

<sup>12</sup>El (NH<sub>3</sub>) sin ionizar es altamente tóxico para los peces y la vida acuática. <https://www.epa.gov/caddis-vol2/ammonia>

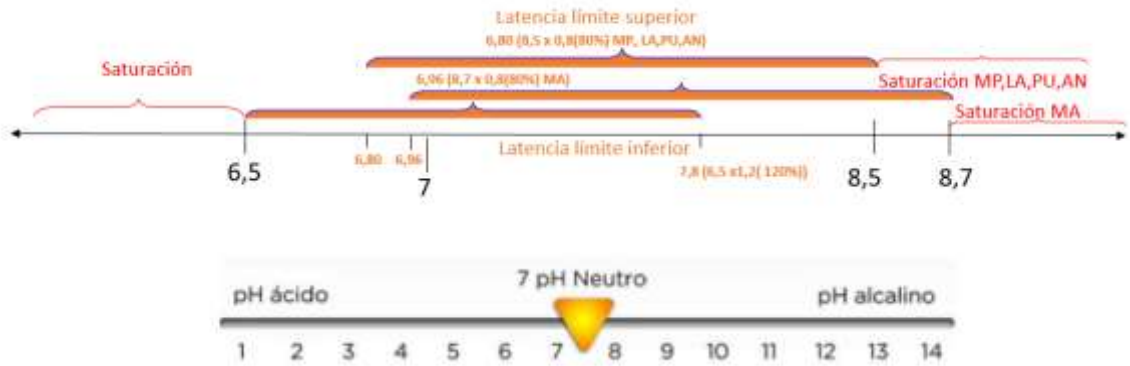
<sup>13</sup> <https://www.epa.gov/caddis-vol2/caddis-volume-2-sources-stressors-responses-ph#highchecklist>

Cabe destacar, que la evaluación de latencia del pH se realizó de 2 formas:

- Por un lado, usando la escala numérica que representa el pH en un medio acuoso, es decir los que se acercan al número 0 son ácidos y las que se aproximan al número 14 son alcalinas o básicas, de esta forma se tiene (ver **Figura 2**):

- a) El percentil 5, como límite inferior, en el nivel de latencia tendría valores entre 6,5 y 7,8 (6,5 x1,2(120%)) para todas las áreas de vigilancia y,
- b) El percentil 95, como límite superior, en el nivel de latencia tendría valores entre 8, 5 y 6,80 (8,5 x 0,8(80%)) en las áreas de vigilancia del río Mapocho (MP), estero Puangue (PU), río Angostura(AN) y estero Lampa (LA) y valores de latencia entre 8,7 y 6,96 (8,7 x 0,8(80%)) en las áreas de vigilancia de la subcuenca del río Maipo (MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5).

En este contexto, considerando que la latencia representa el nivel de riesgo de sobrepasar el valor norma, en la evaluación de latencia de dichos percentiles existe un cruce numérico entre valores inferiores (ácido) y superiores (alcalinas) al neutro lo que es complejo de interpretar en la matriz del ecosistema acuático resultando una distribución numérica de pH amplia a la hora de tomar decisión en eventuales medidas de gestión.



**Figura 2. Representación gráfica de la evaluación de pH considerando escala numérica**

- Por otro lado, considerando que el pH es un indicador de la concentración de iones hidrógeno en disoluciones, y según su definición como el logaritmo negativo de base 10 de los iones hidrógeno; es decir  $pH = -\log [H^+]$  (1), se tiene el rango del pH normativo establecido en el D.S.53/2013 MMA de forma interpretativa (2) y (3),

- $pH = 6,5 - 8,5$  (MP-1, MP-2, LA-1, PU-1, PU-2, AN-1) Norma (2)
- $pH = 6,5 - 8,7$  (MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5) Norma (3)

y por lo tanto en la latencia se tiene (4) y (5), para las áreas de vigilancia MP-1, MP-2, LA-1, PU-1, PU-2, AN-1:

$6,5 = -\log [H^+] \implies [H^+] = 10^{-6,5} \implies 3,16 \times 10^{-7} \implies 6,6 \text{ (80\%)} \quad \text{Latencia} \quad (4)$

$8,5 = -\log [H^+] \implies [H^+] = 10^{-8,5} \implies 1,99 \times 10^{-9} \implies 8,42 \text{ (120\%)} \quad \text{Latencia} \quad (5)$

y se tiene (6) y (7) para las áreas de vigilancia MP-1, MP-2, LA-1, PU-1, PU-2, AN-1:

$6,5 = -\log [H^+] \implies [H^+] = 10^{-6,5} \implies 3,16 \times 10^{-7} \implies 6,6 \text{ (80\%)} \quad \text{Latencia} \quad (6)$

$8,7 = -\log [H^+] \implies [H^+] = 10^{-8,7} \implies 3,16 \times 10^{-9} \implies 8,62 \text{ (120\%)} \quad \text{Latencia} \quad (7)$

En esta evaluación, la representación de la concentración de protones no se produce cruce numérico entre valores inferiores (ácido) y superiores (alcalinas) al neutro, como ocurre en la evaluación anterior, por lo que la distribución y rango del pH no es tan amplia y posee un valor más representativo de la matriz del ecosistema acuoso, por lo tanto, en el nivel de riesgo que es lo que representa la latencia, al momento de considerar medidas de gestión es más realista (**Figura 3**).

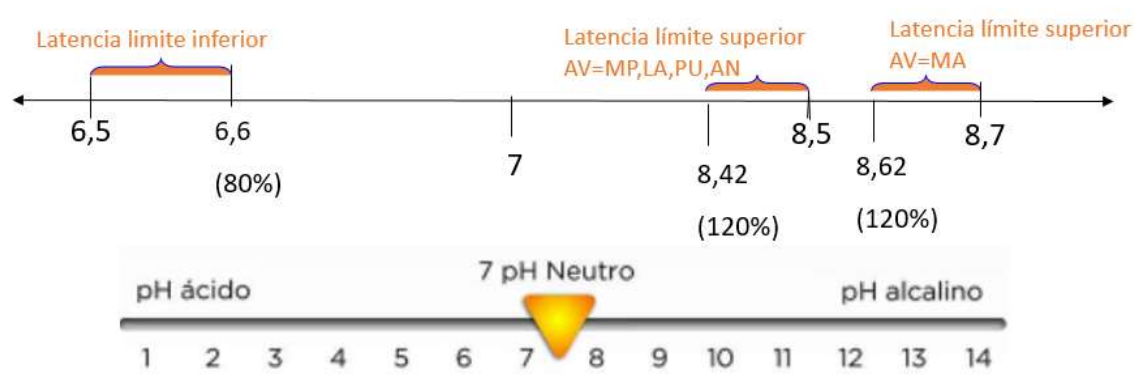


Figura 3. Representación de la evaluación de pH considerando la concentración de  $[H^+]$

De las dos evaluaciones descritas anteriormente, se requiere efectuar una discusión más concordante y técnica dada la incertidumbre que genera cuál de las dos formas se debe utilizar, dado que:

- a) Por un lado, se tiene una evaluación de la escala numérica del pH considerando lo que se hace en otros parámetros como p.e el oxígeno disuelto, pero que en el pH resulta una latencia de rango amplio.
- b) Por otro lado, se tiene una evaluación interpretativa de la concentración iones hidrógeno que es más realista con un rango más acotado de latencia.

Sin embargo, aunque se podría considerar la evaluación b), por ser más realista de un ecosistema acuático, podría surgir una tercera interpretación, requiriéndose por lo tanto ser discutida entre tres posibilidades para definir la evaluación de latencia en el pH y no concluir en este informe técnico dicha evaluación.

## 4 DELIMITACIÓN DEL ÁREA A DECLARAR COMO ZONA SATURADA/LATENTE

### 4.1 Justificación del Área a Considerar como Zona Saturada/Latente

Las masas de agua continentales son de gran importancia para el ser humano, ya que corresponde a una fuente que permite el desarrollo de diversas actividades, siendo así un recurso básico para la población humana. El recurso hídrico corresponde a una fuente para agua potable, agricultura, recreación, entre otros. Además, desempeñan un papel de supervivencia para especies de flora y fauna que subsisten en el medio, siendo así un recurso fundamental para el desarrollo de ecosistemas. La calidad del agua se define a través de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y sus límites dependen de las necesidades de su uso, su gestión incide directamente en la calidad de vida de las poblaciones y la contaminación hídrica puede generar pérdidas económicas cuantiosas (Waters E. et al, 2016) y afectar de manera significativa la calidad de vida de las personas y el estado de los ecosistemas.

La cuenca hidrográfica del río Maipo posee una superficie de 15.304 km<sup>2</sup>, abarcando parte de tres regiones administrativas de Chile: La Metropolitana (90,7% de la cuenca), de Valparaíso (4,6% de la cuenca) y del Libertador General Bernardo O'Higgins (4,7% de la cuenca). El río Maipo nace en la laguna Nacimiento, en los faldeos del Volcán Maipo, para luego aumentar de caudal con la confluencia de los ríos Cruz de Piedra, Alvarado y Argüelles. En la cordillera misma, recibe las aguas de tres grandes tributarios: los ríos Volcán, Colorado y Yeso. Aguas abajo, en la cuenca de Santiago, desagua en él sus aguas el río Mapocho (que surca Santiago). Otros afluentes del río Maipo son los ríos: Clarillo y Angostura, así como el río Puangue, el estero Cholqui y finalmente el estero Popeta. Tras recorrer 250 kilómetros, el río Maipo desemboca en el Océano Pacífico, en las inmediaciones de la localidad de Lolleo (Río Maipo (2021) & Seremi MA RMS-AquaExpert, 2020-2021).

La importancia de la cuenca del Maipo, donde se encuentra la capital de la población más poblada, con una alta concentración de habitantes y de industrias, aparte de una extensa área regada, ha motivado la preocupación por determinar las contaminaciones de sus aguas, toda vez que en sus tributarios más importantes de cordillera se encuentran importantes explotaciones mineras (Nienmeyer & Cereceda, 1984). La cuenca hidrogeográfica del río Maipo es importante, como abastecimiento de agua potable para la Región Metropolitana; pero su deterioro ambiental y ecológico asociado a las actividades antrópicas a lo largo de la historia han traído consigo un alto impacto sobre dinámicas biológicas y fisicoquímicas de los sistemas acuáticos. El creciente deterioro de los ecosistemas acuáticos ha venido demandando el desarrollo de sistemas y metodologías que permitan conocer su grado de alteración debido a causas naturales y/o antropogénicas (Pérez et al., 2007), considerando que las perturbaciones en los sistemas acuáticos provocarían una declinación de las especies dulceacuícolas como un reflejo de los cambios químicos y físicos que generan las diferentes actividades humanas, considerándolos una medida necesaria junto a los análisis químicos tradicionales utilizados para caracterizar la contaminación (Oscos, 2006).

Las presiones antrópicas presentes en los sistemas fluviales son un elemento clave en el análisis y estudio de medios acuáticos. Los impactos antrópicos tienden a evidenciar en algunos casos cambios en las dinámicas poblacionales de las especies acuáticas mostrando muchas veces un descenso en el número de especies sin precedentes. Las acciones antrópicas han provocado alteraciones de las características físicas, químicas y bacteriológicas del recurso hídrico, con consecuencias sobre su disponibilidad y la salud de los ecosistemas acuáticos, afectando el desarrollo potencial de la cuenca (Molina & Vila, 2006; OCDE, 2016-2015). Los vertidos urbanos e industriales que se producen al medio acuático de forma puntual o aquellos elementos de origen antrópico que producen una alteración hidromorfológica han ido alterando los ecosistemas fluviales, por ejemplo:

- La extracción de áridos que provoca cambios hidromorfológicos como la afectación del cauce, modificación de ribera, que conlleva consecuencias estructurales y funcionales sobre el sistema (Naiman et al, 2005)
- Los vertidos por fuentes puntuales y difusas, con consecuencias sobre las variables físicas y químicas que determinan la calidad del agua y afectan la biota acuática, con repercusiones en las dinámicas poblacionales y parámetros comunitarios, evaluado a través de un enfoque de integridad biológica (Molina & Vila, 2016; Hawkin & Norris, 2000)
- Las actividades productivas, como los vertidos industriales y aguas servidas. La descarga de Riles a los cuerpos de aguas superficiales puede provocar graves efectos en el medio ambiente -en la flora y fauna acuática de los ríos, lagos y cauces naturales generando trastornos en la agricultura como consecuencia del riego con aguas contaminadas. Las aguas residuales pueden destruir completamente un sistema ecológico, y de esta manera eliminar una fuente de recursos naturales y de producción de alimentos (Nuñez P., 2009)

- La agricultura, usuario del agua dulce a escala mundial y principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (FAO,1997). Asimismo, no existe una normativa referida a la contaminación difusa de las aguas subterráneas, en especial aplicable a la agricultura (FCH, 2019).

#### 4.2 Características de la Zona a declarar Saturada/Latente

La cuenca se encuentra dividida en tres secciones: la primera cuenta con una importante área agrícola. Se estima que abastece alrededor del 90%, con más de 136.000 ha bajo riego, de las cuales cerca del 50% corresponden a cultivos permanentes de viñas y frutales. En la siguiente sección se encuentra el área urbana de Santiago, con más de 6 millones de habitantes, que ejerce una creciente y constante demanda de recursos, tanto para consumo domiciliario e industrial, correspondiente al 70% de la población metropolitana. Por último, la tercera sección se relaciona al aprovechamiento intensivo por las centrales hidroeléctricas que en la actualidad superan los 300MW de capacidad instalada, ubicadas en zonas cordilleranas y precordilleranas de la cuenca. Bajo estas mismas características se encuentran las faenas mineras como altos consumidores del recurso hídrico en la cuenca, principalmente en su parte alta y norte, asociadas a extracciones de cobre y carbonato de calcio (Universidad Católica de Chile & Centro UC Cambio Global, 2016). El territorio de la RM cuenta con múltiples actividades económicas, un alto valor ecológico y es hogar de más de siete millones de habitantes (40.47% del total de habitantes del país, Censo 2017). Entre los diversos usuarios del agua, de acuerdo al Atlas del Agua (DGA, 2016) la demanda promedio para la Región Metropolitana es de 68% del sector agropecuario, 22.6% del sector agua potable, 8.6% para el sector industrial y un 0.7% para la minería. También existen otros usuarios como centrales hidroeléctricas de pasada, actividades recreativas y de esparcimiento y medio ambiente (FCH,2019). Desde hace más de cincuenta años, la región ha experimentado procesos dinámicos de expansión urbana y crecimiento demográfico, lo que ha reforzado su condición de centro político, administrativo, económico y cultural del país. En efecto, si a principios del siglo XX concentraba un 10,2% de la población total del país, hoy esa cifra alcanza el 40,5% (Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017). El crecimiento poblacional y la expansión en los diversos usos de suelo relacionados con la urbanización, industrialización y conectividad del territorio, podría generar mayores pérdidas de patrimonio natural en el mediano o largo plazo.

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 32°55' – 34°15' latitud sur y meridianos 69°55' – 71°33' longitud oeste, con una superficie de 15.380 km<sup>2</sup> que 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) (CADE-IDEPE, 2004).

Los principales ríos en la cuenca son el río Maipo con una longitud de 250 km (desde la frontera con Argentina a la desembocadura del Océano Pacífico) y el río Mapocho con una longitud de 96 km (de Cerro El Plomo a Maipo). En su origen en la cordillera recibe los aportes de los ríos Volcán, Yeso y Colorado, siendo este último el de mayor importancia en esta zona, alcanzando un caudal medio a la salida de la cordillera de 115 m<sup>3</sup>/s, tomando un curso norte oeste. En su zona media su principal afluente es el río Mapocho, el cual atraviesa la ciudad de Santiago, presentando un caudal medio anual de 35m<sup>3</sup>/s. En su tramo final, recibe el aporte de algunos esteros y cauces menores, llegando a su desembocadura con un caudal medio anual de 150 m<sup>3</sup>/s. Esta configuración le da al sistema un régimen hidrológico de alimentación mixta, siendo marcadamente nival en zonas altas y pluvial en las zonas bajas (Proyecto MAPA, Centro Cambio Global, 2016).

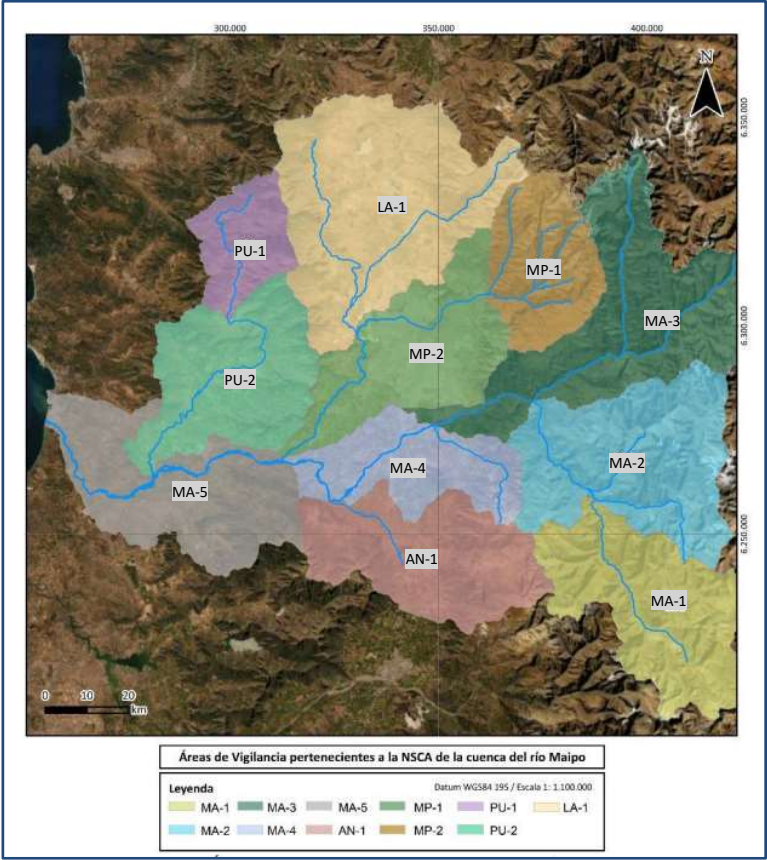
En su parte media e inferior del río Mapocho el escurrimiento superficial proviene exclusivamente del río Maipo en la época de estiaje, constituyendo un sistema artificialmente regulado. Los flujos superficiales del río Maipo son parcialmente regulados por el embalsamiento en la Laguna Negra y embalse El Yeso. A esto se suma la contribución del sistema nivo-pluvial de los ríos Maipo y El Volcán, por precipitaciones y deshielos cordilleranos cuyos cerros alcanzan los 6.000 m.s.n.m.

Existe una fuerte interacción entre aguas superficiales y subterráneos, para los ríos Maipo y Mapocho. Por ejemplo, en el río Maipo, aguas abajo de La Obra, se producen importantes filtraciones con recargas de acuíferos a la altura de Santiago, que disminuyen hacia aguas abajo, para recuperarse en el sector de Isla de Maipo. En la subcuenca del río Mapocho existen fuertes infiltraciones en la parte superior y recuperaciones en la parte media. La subcuenca del Estero Alhué desemboca en el embalse Rapel, con un régimen netamente pluvial, con sus mayores caudales entre junio y agosto, producto de lluvias invernales, con período de estiaje de febrero a abril, y alto

desarrollo agrícola con un uso intensivo de agua para regadío. La subcuenca del estero Yali, es compartida con las regiones V y Metropolitana, que junto con los Esteros Popeta, Alhué y Cholqui drenan las aguas de estribaciones cordilleranas de Altos de Cantillana. Se producen aportes del Estero Angostura, con sus principales tributarios, los ríos San Francisco y Peuco, como también aportes del estero Paine (que desemboca en el río Angostura en el sector de Valdivia de Paine) y del estero El Chancho. Los recursos de agua aportados lo constituyen afloramientos provenientes de la napa subterránea, así como de derrames de riego provenientes de áreas regadas por el río Mapocho (DGA, 2015).

En la cercanía de Cuncumén aporta el estero Puangue con aguas de la Cordillera de la Costa. El río desde aquí toma un curso norte oeste para desembocar cercano al Puerto de San Antonio (Niemeyer & Cereceda, 1984).

El área de declaración de zona saturada definida por los parámetros OD, CE, pH, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P- PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> y Zn<sup>+2</sup> en las Áreas de Vigilancia (A.V.) que comprenden toda la cuenca del río Maipo y latencia para el parámetro DBO<sub>5</sub> en el área de vigilancia PU-2, A.V. que son señaladas en el DS N°53/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. Es importante destacar que el área de vigilancia PU-1, no fue posible evaluar por no contar con la representatividad de datos dada la escasez del recurso natural para la evaluación de los criterios de excedencias, no obstante, su delimitación es parte de la Red de control para la Cuenca del río Maipo y tiene afluentes que convergen y desembocan en el río Maipo, por lo que se infiere la delimitación, incluyendo dicha A.V junto a ríos y esteros donde se controla la norma que corresponden a los cursos principales de los ríos Maipo (MA), Mapocho (MP), Angostura (AN) y de los Esteros Lampa (LA) y Puangue (PU) y que se pueden ver en la **Figura 4**.



**Figura 4. Delimitación del área a declarar como zona saturada/latente**  
Fuente: Seremi del Medio Ambiente RMS-AquaExpert 2020-2021

## 5 CONCLUSIONES

En el marco de lo establecido en el D.S. N° 53/2013, del Ministerio del Medio Ambiente, y de la Res. Ex. N° 271, del año 2018, de la SMA, PMCCA, rectificada por la Res. Ex. N° 354, de 2018, del mismo servicio, en este informe se presentan los resultados de la condición de calidad ambiental de la cuenca del río Maipo, el cual consideró las campañas de monitoreo realizadas por la DGA durante el período de enero del año 2017 a diciembre del año 2019 y la validación de datos informadas en el Ord. 1971 de 03 de junio del año 2021 y Ord.3213, de 9 septiembre del año 2021, y la rectificación de la evaluación de pH publicada el 24 de abril del año 2022 en la página Web de la SMA.

Para el análisis del cumplimiento normativo de la NSCA de la cuenca del río Maipo se evaluaron los 12 parámetros en las áreas de vigilancia a excepción del área de vigilancia PU-1, que no fue posible evaluar por no contar con resultados de monitoreo con la representatividad dada la escasez del recurso natural para la evaluación de los criterios de excedencias. De la información analizada durante el periodo de evaluación desde el año 2017 al año 2019, en las 11 estaciones de la Red de Control, se verifica que las concentraciones ambientales de los parámetros OD, CE, pH, Cl, SO<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub> y Zn dis medidas en las áreas de vigilancia de la cuenca del río Maipo exceden los valores normados en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MP-1, MP-2, LA-1, PU-2, AN-1 y latencia para el parámetros DBO<sub>5</sub> en el área de vigilancia PU-2, de acuerdo a los criterios de excedencia establecidos en el artículo 7° del D.S. N° 53/2013 MMA.

### 5.1 Criterio de Excedencia superación de al menos en 2 oportunidades consecutivas

Según lo establece la evaluación del cumplimiento de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Maipo, al analizar el criterio de análisis de superación al menos en 2 oportunidades consecutivas de los límites establecidos en la Tabla N°2 del artículo 5° del D.S N°53/2013 MMA se tienen:

En la evaluación del trienio 2017-2019 se constataron **37 incumplimientos consecutivos** correspondientes a saturaciones en los parámetros Oxígeno Disuelto (OD) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-3, MA-4, MA-5 y PU-2; Conductividad Eléctrica (CE) en las áreas de vigilancia MA-5, LA-1, PU-2; Cloruro (Cl<sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, LA-1 y PU-2; Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) en las áreas de vigilancia MA-2, MA-3 y PU-2, Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-3 y MA-5; Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) en las áreas de vigilancia LA-1 y AN-1; Zinc disuelto(Zn<sup>+2</sup>) en el área de vigilancia MP-1 (ver **Tabla N° 51**)

Tabla N°51 Evaluación periodo 2017-2019, en el criterio de superación de forma consecutivas en la Cuenca del río Maipo

| 2017-2019 | Área de<br>vigilancia | OD   | CE | pH | Cl | SO4 | N-<br>NO3 | P-<br>PO4 | DBO5 | Zn<br>Dis | Ni<br>Dis | Pb<br>Dis | Cr<br>Tot | OD | CE   | pH | Cl | SO4 | N-<br>NO3 | P-<br>PO4 | DBO5 | Zn<br>Dis | Ni<br>Dis | Pb<br>Dis | Cr<br>Tot | OD | CE | pH   | Cl | SO4 | N-<br>NO3 | P-<br>PO4 | DBO5 | Zn<br>Dis | Ni<br>Dis | Pb<br>Dis | Cr<br>Tot | Total |   |  |    |
|-----------|-----------------------|------|----|----|----|-----|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|------|----|----|-----|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|------|----|-----|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---|--|----|
|           |                       | 2017 |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    | 2018 |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |    | 2019 |    |     |           |           |      |           |           |           |           |       |   |  | 37 |
|           | MA-1                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           | 1  |      |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    | 1  |      |    |     | 1         |           |      |           |           |           |           |       | 3 |  |    |
|           | MA-2                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |      |    |    | 1   |           |           |      |           |           |           |           |    |    |      |    | 1   | 1         |           |      |           |           |           |           | 3     |   |  |    |
|           | MA-3                  | 1    |    |    |    |     | 1         |           |      |           |           |           |           |    |      |    |    | 1   | 1         |           |      |           |           |           |           |    |    |      | 1  | 1   |           |           |      |           |           |           | 6         |       |   |  |    |
|           | MA-4                  | 1    |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           | 1  |      |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    | 2  |      |    |     |           |           |      |           |           |           | 4         |       |   |  |    |
|           | MA-5                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           | 1  | 1    |    |    | 1   |           |           |      |           |           |           |           |    |    | 2    |    | 2   |           | 1         |      |           |           |           | 8         |       |   |  |    |
|           | MP-1                  |      |    |    |    |     |           |           |      | 1         |           |           |           |    |      |    |    |     |           |           |      |           | 1         |           |           |    |    |      |    |     |           |           |      |           | 1         |           | 3         |       |   |  |    |
|           | MP-2                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |      |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |    |      |    |     |           |           |      |           |           |           |           | 0     |   |  |    |
|           | AN-1                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |      |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |    |      |    |     |           |           | 1    |           |           |           |           | 1     |   |  |    |
|           | LA-1                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |      |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |    | 1    |    | 1   |           |           | 1    |           |           |           |           | 3     |   |  |    |
|           | PU-1                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |      |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |    |      |    |     |           |           |      |           |           |           |           | 0     |   |  |    |
|           | PU-2                  |      |    |    |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    | 1    | 1  |    |     |           |           |      |           |           |           |           |    |    | 2    |    | 1   | 1         |           |      |           |           |           |           | 6     |   |  |    |
| Total     |                       | 2    | 0  | 0  | 0  | 0   | 1         | 0         | 0    | 1         | 0         | 0         | 0         | 4  | 2    | 0  | 3  | 1   | 0         | 0         | 0    | 1         | 0         | 0         | 0         | 3  | 5  | 0    | 7  | 3   | 1         | 2         | 0    | 1         | 0         | 0         | 0         | 37    |   |  |    |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de evaluación excedencias 2017-2019 D.S.53/2013 MMA

Saturación

Por lo tanto, la **Tabla N° 52** presenta la condición de excedencia correspondiente a la superación del valor normado en dos o más oportunidades consecutivas durante el periodo monitoreado correspondiente al trienio desde el año 2017 al año 2019, donde se evidencia excedencia (22) de los límites establecidos en:

**Tabla N°52** Condición ambiental en la evaluación del criterio de superación de forma consecutivas (22) en la Cuenca del río Maipo 2017 - 2019

| Parámetro         | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-2 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| OD                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CE                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| pH                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Cl                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SO <sub>4</sub>   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N-NO <sub>3</sub> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| P-PO <sub>4</sub> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| DBO <sub>5</sub>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Zn Dis            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Ni Dis            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Pb Dis            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Cr Tot            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Fuente: Elaboración propia a partir de la evaluación D.S.53/13 MMA  
Saturación

**Resumen de saturación en el criterio de excedencia en superación de forma consecutivas (22):**

Oxígeno disuelto (OD) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-3, MA-4, MA-5 y PU-2; Conductividad Eléctrica (CE) en las áreas de vigilancia MA-5,LA-1 y PU-2; Cloruro (Cl<sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, LA-1 y PU-2; Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) en las áreas de vigilancia MA-2,MA-3 y PU-2, Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-3 y MA-5; Ortofostafo (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)en las áreas de vigilancia AN-1 y LA-1 y Zinc disuelto (Zn<sup>+2</sup>)en el área de vigilancia MP-1

La condición de latencia no es posible evaluar en el criterio de superación de forma consecutiva (superación de los límites de la NSCA en dos o más oportunidades consecutivas) dado que el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA no se refiere a dicha condición ambiental.

**5.2 Criterio de Excedencia P5/95**

Se verifica en el análisis de Criterio de Excedencia Percentil P5 y P95 de los niveles de calidad ambiental de la cuenca del río Maipo, la existencia de **34 niveles de saturación**, que corresponden a saturaciones en la evaluación del trienio 2017-2019, en los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica (CE), pH, Cloruro (Cl<sup>-</sup>), Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) y Zinc Disuelto (Zn<sup>+2</sup>) que se detalla a continuación en la **Tabla N° 53**:

**Tabla N° 53.** Número de Saturaciones (34) en la Cuenca del río Maipo, Criterio de Excedencia P5/95

| Área de vigilancia | OD | CE | pH | Cl | SO <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> | P-PO <sub>4</sub> | DBO <sub>5</sub> | Zn Dis | Ni Dis | Pb Dis | Cr Tot | TOTAL |
|--------------------|----|----|----|----|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 2017-2019          |    |    |    |    |                 |                   |                   |                  |        |        |        |        | 34    |
| MA-1               | 1  |    | 1  | 1  |                 |                   |                   |                  |        |        |        |        | 3     |
| MA-2               | 1  | 1  | 1  | 1  | 1               |                   |                   |                  |        |        |        |        | 5     |
| MA-3               | 1  |    | 1  | 1  | 1               | 1                 |                   |                  |        |        |        |        | 5     |
| MA-4               | 1  |    |    |    |                 |                   |                   |                  |        |        |        |        | 1     |
| MA-5               | 1  | 1  |    | 1  | 1               | 1                 |                   |                  |        |        |        |        | 5     |
| MP-1               | 1  |    |    | 1  | 1               |                   |                   |                  | 1      |        |        |        | 3     |
| MP-2               |    | 1  |    |    |                 |                   |                   |                  |        |        |        |        | 1     |
| AN-1               |    |    |    |    |                 |                   | 1                 |                  |        |        |        |        | 1     |
| LA-1               | 1  | 1  |    | 1  |                 |                   | 1                 |                  |        |        |        |        | 4     |
| PU-1               |    |    |    |    |                 |                   |                   |                  |        |        |        |        | 0     |
| PU-2               | 1  | 1  |    | 1  | 1               | 1                 |                   |                  |        |        |        |        | 5     |
| Total              | 8  | 5  | 0  | 7  | 5               | 3                 | 2                 | 0                | 1      | 0      | 0      | 0      | 34    |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados evaluados en los monitoreos de la Red de Control, D.S.53/2013 MMA.  
Saturación

Asimismo, se constataron **15 niveles de latencia** en la evaluación de percentiles en los parámetros Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica (CE), pH, Cloruro (Cl<sup>-</sup>), Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) y se detallan en la **Tabla N°54**

**Tabla N° 54.** Número de Latencia (22) Cuenca río Maipo, Criterio de Excedencia P 5/95

| Área de<br>vigilancia | OD | CE | pH | Cl | SO <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> | P-PO <sub>4</sub> | DBO <sub>5</sub> | Zn<br>Dis | Ni<br>Dis | Pb<br>Dis | Cr<br>Tot | TOTAL |
|-----------------------|----|----|----|----|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 2017-2019             |    |    |    |    |                 |                   |                   |                  |           |           |           |           | 15    |
| MA-1                  |    | 1  |    |    | 1               |                   |                   |                  |           |           |           |           | 2     |
| MA-2                  |    |    |    |    |                 |                   |                   |                  |           |           |           |           | 0     |
| MA-3                  |    | 1  |    |    |                 |                   |                   |                  |           |           |           |           | 1     |
| MA-4                  |    | 1  |    | 1  | 1               |                   |                   |                  |           |           |           |           | 3     |
| MA-5                  |    |    |    |    |                 |                   |                   |                  |           |           |           |           | 0     |
| MP-1                  |    | 1  |    |    |                 |                   |                   |                  |           |           |           |           | 1     |
| MP-2                  | 1  |    |    |    | 1               |                   |                   |                  |           |           |           |           | 2     |
| AN-1                  | 1  | 1  |    |    | 1               | 1                 |                   |                  |           |           |           |           | 4     |
| LA-1                  |    |    |    |    | 1               |                   |                   |                  |           |           |           |           | 1     |
| PU-1                  |    |    |    |    |                 |                   |                   |                  |           |           |           |           | 0     |
| PU-2                  |    |    |    |    |                 |                   |                   | 1                |           |           |           |           | 1     |
| Total                 | 2  | 5  | 0  | 1  | 5               | 1                 | 0                 | 1                | 0         | 0         | 0         | 0         | 15    |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados evaluados de los monitoreos de la Red de Control, D.S.53/2013 MMA.

Latencia 

En la **Tabla N° 55**, se presenta la evaluación final considerando las Saturaciones/Latencia/Cumplimiento en el periodo 2017-2019 descrita en las **Tablas N°53 y N°54**, por lo tanto, se concluye la evaluación ambiental en el criterio P5/95 las condiciones ambientales de saturación y latencia en los siguientes parámetros y áreas de vigilancia:

**Resumen Saturación (34) en:**

Oxígeno Disuelto (OD) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MP-1, LA-1 y PU-2; Conductividad Eléctrica (CE) en las áreas de vigilancia MA-2, MA-5, MP-2, LA-1 y PU-2; pH en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3; Cloruro (Cl<sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, MP-1, LA-1 y PU-2; Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) en las áreas de vigilancia MA-2, MA-3, MA-5, MP-1 y PU-2; Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-3, MA-5 y PU-2; Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) en las áreas de vigilancia de AN-1 y LA-1; Zinc disuelto(Zn<sup>+2</sup>) en el área de vigilancia MP-1.

**Resumen Latencia (15) en:**

Oxígeno Disuelto (OD) en las áreas de vigilancia MP-2 y AN-1; Conductividad Eléctrica (CE) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-3, MA-4, MP-1 y AN-1; Cloruro (Cl<sup>-</sup>) en el área de vigilancia MA-4; Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-4, MP-2, AN-1 y LA-1; Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en el área de vigilancia PU-2; Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en el área de vigilancia AN-1.

**Tabla N° 55** Evaluación percentiles 5 y 95 Saturaciones/Latencia/Cumplimiento en el periodo de monitoreo 2017-2019

| Parámetro                       | 2017-2019 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                                 | MA-1      | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 |  |
| OD                              |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| CE                              |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| pH                              |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Cl <sup>-</sup>                 |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>   |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| DBO <sub>5</sub>                |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Pb dis                          |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Ni dis                          |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Zn dis                          |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Cr total                        |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

Fuente: Elaboración propia a partir de la evaluación D.S.53/13 MMA

Saturación

Latencia

Cumplimiento

Al integrar los resultados de la evaluación de excedencias señalados en el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA en el criterio del percentil 5/95 y también en el criterio de superación de forma consecutiva (superación de los límites de la NSCA en dos o más oportunidades consecutivas); es decir la **Tabla N°52** y **Tabla N° 55** los parámetros que presentan niveles de **Saturación** (22) en ambos criterios de excedencia son:

Oxígeno Disuelto (OD) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-3, MA-4, MA-5 y PU-2; Conductividad Eléctrica (CE) en las áreas de vigilancia MA-5, LA-1 y PU-2; Cloruro (Cl<sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, LA-1 y PU-2; Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) en las áreas de vigilancia MA-2, MA-3 y PU-2; Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en las áreas de vigilancia MA-3 y MA-5; Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) en las áreas de vigilancia de AN-1 y LA-1; Zinc disuelto (Zn<sup>+2</sup>) en el área de vigilancia MP-1(**Tabla N° 56**).

La condición de latencia no es posible integrar en los criterios de percentil 5/95 y en el criterio de superación de forma consecutiva dado que en este último criterio el Artículo 7° del D.S.53/2013 MMA no se refiere a dicha condición ambiental; sin embargo, cabe destacar el parámetro DBO<sub>5</sub> ya que a diferencia de los parámetros OD, CE, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> y Zn<sup>+2</sup> que presentan saturación en ambos criterios de evaluación en toda las áreas de vigilancia de la cuenca, éste muestra latencia en el último periodo de evaluación en el área de vigilancia PU-2 por lo tanto requiere atender el nivel de riesgo que implica dada su cercanía con el nivel de saturación.

**Tabla N°56** Parámetros que presentan saturación en el criterio P5/95 y criterio de superación de forma consecutivas y latencia en el percentil en las áreas de vigilancia de la Cuenca del río Maipo 2017-2019

| Parámetro                       | MA-1 | MA-2 | MA-3 | MA-4 | MA-5 | MP-1 | MP-2 | AN-1 | LA-1 | PU-1 | PU-2 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| OD                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CE                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| pH                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Cl <sup>-</sup>                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| DBO <sub>5</sub>                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Zn <sub>Dis</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Pb <sub>Dis</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Ni <sub>Dis</sub>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Cr <sub>Total</sub>             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Fuente: Elaboración propia a partir de la evaluación D.S.53/13 MMA

Saturación

Latencia

Cumplimiento

Finalizando el análisis para el período de evaluación correspondiente a los años 2017,2018 y 2019, se determinó superación en los valores máximos en los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica (CE), pH, Cloruro (Cl<sup>-</sup>), Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ortofosfato (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) y Zn<sup>+2</sup> en las áreas de vigilancia monitoreadas de acuerdo al PMCCA de la Norma. Encontrándose niveles de saturación según las condiciones de excedencias en los criterios de superación consecutiva y Percentil 5/95 en dichos parámetros y niveles de latencia en el criterio de Percentil 5/95 en el parámetro Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).

Todo lo anterior demuestra y sustenta la idea de aplicar acciones y medidas en toda la cuenca para los parámetros en las áreas de vigilancia evaluadas y analizados y que se concluyen en la **Tabla N° 55**. Esto también soporta la definición del área geográfica a declarar como Zona, donde la declaración de zona saturada queda definida en toda la cuenca del río Maipo, es decir en las once Áreas de Vigilancia (A.V.) que se encuentran en los ríos y esteros donde se controla la norma que corresponden a los cursos principales de los ríos Maipo (MA), Mapocho (MP), Angostura (AN) y de los Esteros Lampa (LA) y Puangue (PU) descrita en el capítulo 4 y zona latente en el área de vigilancia de PU-2 (**Figura 4**).

Por último, cabe destacar que en relación a la duda planteada en relación a la condición de bajas precipitaciones con las concentraciones en función a que en la primera versión del informe de Calidad Ambiental el año 2015 se presentó mayores excedencias, y donde posteriormente el MMA envió los Ordinarios N°s 190778 y 190777 el 26 de febrero de 2019 a la Dirección General de Aguas y Dirección Meteorológica de Chile respectivamente, para que ambos servicios se pronunciaran sobre los datos fluviómetros y meteorológicos registrados en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Maipo para establecer si el año 2015 fue un año seco a efectos de verificar el cumplimiento de la NSCA. Al respecto, las respuestas de los servicios, según su competencia, por un lado la DGA señaló que el año 2015 no hubo escasez hídrica y no es posible relacionar la baja de los caudales o precipitación con la calidad de las aguas superficiales; mientras que la DMC señaló que el año 2015 hubo déficit de precipitación mayor a los años 2016 y 2017, pero con una condición seca, levemente mayor que la de los otros años (**Anexo 9**), por lo tanto no fue posible concluir en base a la relación de la condición de bajas precipitaciones y las concentraciones de los contaminantes siguiendo la evaluación su curso normal y que se describen en este informe técnico de declaración de zona latente/saturada.

## 6 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, 2016, 2017,2018,2019). 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 (2015). Informe Final “Red norma secundaria calidad ambiental Río Maipo”
- Ministerio del Medio Ambiente (2016). Informe Final “Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo”
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). Informe de avance “Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo”
- Ministerio del Medio Ambiente (2018). Informe de avance “Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo”
- Ministerio del Medio Ambiente (2016). Primer Informe de calidad del Lago Villarrica. Disponible en la Web: [www.sinia.gob.cl](http://www.sinia.gob.cl); Ficha. N° 1665333/4d53e771-442e-4102-ad29-c3c33c65f74c. [http://www.sinia.cl/1292/articles-51209\\_TomolIII\\_1000\\_1109.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-51209_TomolIII_1000_1109.pdf)
- Superintendencia del Medio Ambiente (2018). Resolución Exenta N°271/2018 de la SMA, que dicta el programa de medición y control de la calidad ambiental de aguas pata las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.
- Superintendencia del Medio Ambiente. Informe Técnico de la Calidad de las Aguas Maipo 2015 – 2019
- María Nieves González Delgado, Carmen Orozco Barrenetxea, Antonio Pérez Serrano, José Marcos Alfayate Blanco, Francisco J. Rodríguez Vidal (2003). Contaminación ambiental: una visión desde la química.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021). Informe Final “Red de Observación para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Maipo” preparado por Aquaexpert.
- Fundación Chile (2016). Guía Metodológica Servicios Ecosistémicos para la gestión del agua. 109 pp.
- Fundación Chile (2018). Radiografía del Agua, Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. 144 pp. ISBN: 978-956-8200-42-8.
- Fundación Chile (2019). Escenarios hídricos 2030. Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile.
- Centro de Cambio Global, (CCG) (2016). Proyecto MAPA. Vulnerability and Adaptation to Climate Variability and Change in the Maipo Basin, Central Chile. Final Technical Report. Ejecuta PUC, Centro UC cambio Global, IDRC/CRDI Canada. 101 pp.
- Naiman, R., H. Décamps & M.E.Mclain. (2005). Ecology conservation and management of streamside communities. Elsevier Academic Press. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069111000746>
- Oyarzún, C., Campos, H., Huber, A. (1997). Exportación de nutrientes en microcuencas con distinto uso del suelo en el sur de Chile (Lago Rupanco, X Región). Revista Chilena de Historia Natural. Recuperado: [http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1997/4/Oyarzun\\_et\\_al\\_1997.pdf](http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1997/4/Oyarzun_et_al_1997.pdf)
- Potschin, M. and R. Haines-Young (2011). Introduction to the special issue. Progress in Physical Geography Recuperado:[https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2017/12/3\\_Potschin\\_Haines-Young\\_PiPG\\_2011\\_35\\_5.pdf](https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2017/12/3_Potschin_Haines-Young_PiPG_2011_35_5.pdf)
- Fundación Chile (2019). Escenarios hídricos 2030. Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile.

**7 ANEXOS**

- Anexo\_1\_Memo\_120/2021\_Seremi\_solicita\_inicio\_tramitación\_declaración\_zona**
- Anexo\_2\_Memo136/2021\_Seremi\_reitera\_tramitación\_declaración\_zona**
- Anexo\_3\_Memo09/2022\_RRNN\_solicita\_DJ\_decreto\_declaración zona**
- Anexo\_4\_Memo\_47/2022\_DJ\_solicita\_rectificación\_período\_pH**
- Anexo\_5\_Ord\_939/2022\_SMA\_entrega\_minuta\_rectificaoria**
- Anexo\_6\_DGA\_Base\_datos\_Maipo\_2015-2019**
- Anexo\_7\_ORD\_3213/2021\_SMA\_datos validados**
- Anexo\_8\_Base\_datos\_validados\_SMA**
- Anexo\_9\_Oficios\_DGA\_DMCH**
- Anexo\_10\_Memo148\_156\_Seremi\_informa\_inconsistencias**
- Anexo\_11\_Oficios\_972\_1042**
- Anexo\_12\_Ord\_211032\_Solicitud\_Validación\_Datos**
- Anexo\_13\_Evaluación\_Trienio\_2017\_2019**

Anexos\_en\_archivo\_digital\_CarpetaMMA