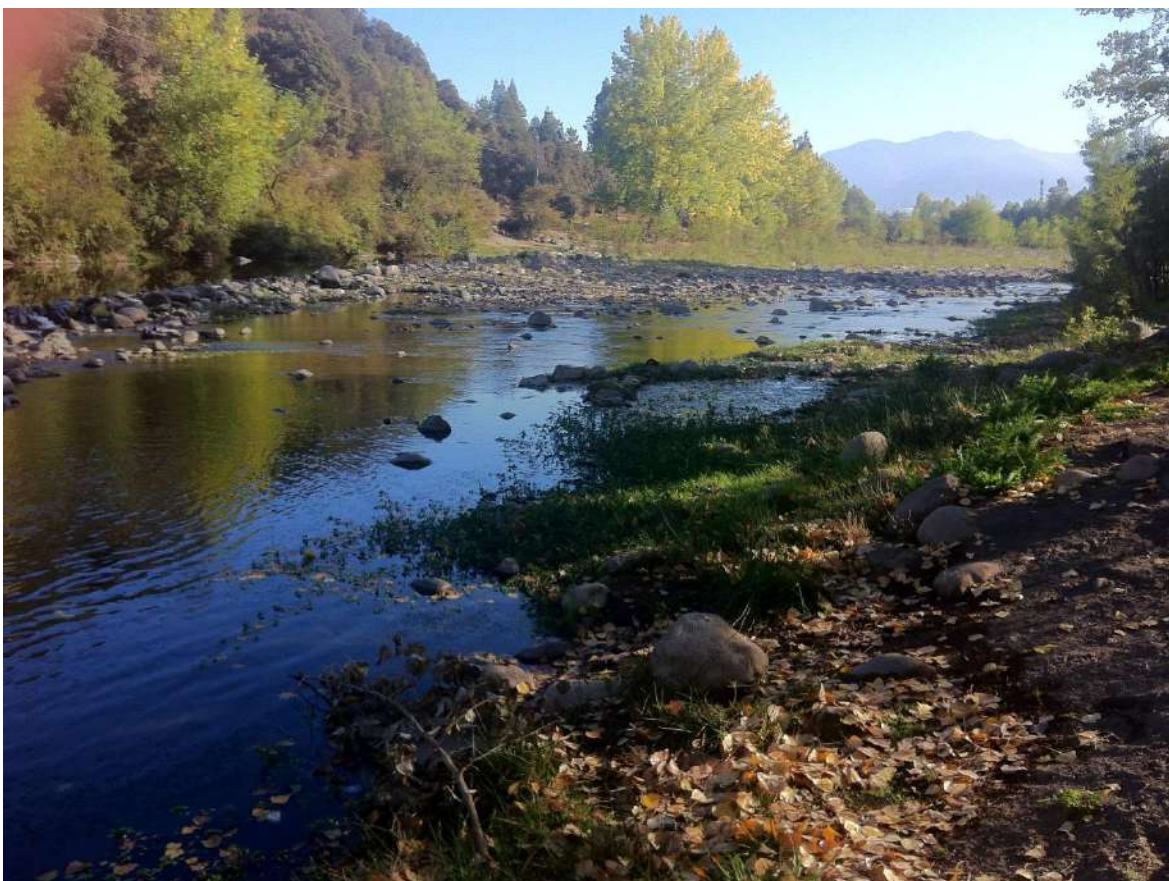


REPORTE ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO TINGUIRIRICA



REPORTE DE CALIDAD, CONSTRUIDO CON LOS DATOS GENERADOS EN EL PROGRAMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AGUAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO TINGUIRIRICA, **PROPIEDAD DE LA MESA AMBIENTAL “AGUAS LIMPIAS PARA COLCHAGUA”**, COORDINADO POR LA SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE DE LA REGIÓN DE O’HIGGINS.

RESUMEN EJECUTIVO AL AÑO 2022
(Análisis información 2007-2021)

RÍO TINGUIRIRICA EN PUENTE NEGRO (TI10)

UBICADO EN LA COMUNA DE SAN FERNANDO, EN LA LOCALIDAD DE PUENTE NEGRO



Descripción Visual

En este punto de muestreo se aprecia un cauce con una caja hidráulica amplia, riberas naturales con vegetación arbórea y renovales de nativo. El cauce presenta una alta pendiente y por ende una alta turbulencia. En general, el agua es turbia asociado a transporte de sedimentos.

Sustrato compuesto por clastos, con una gran variedad de tamaños, grandes cantidades de arena, que varía de media a fina. Se observa también la acumulación de limo en parches y la presencia de arcilla roja.



Coordenadas UTM WGS84 Huso 19

375.279 – 6.128.312

327.928 – 6.161.208

Actividades del Tramo

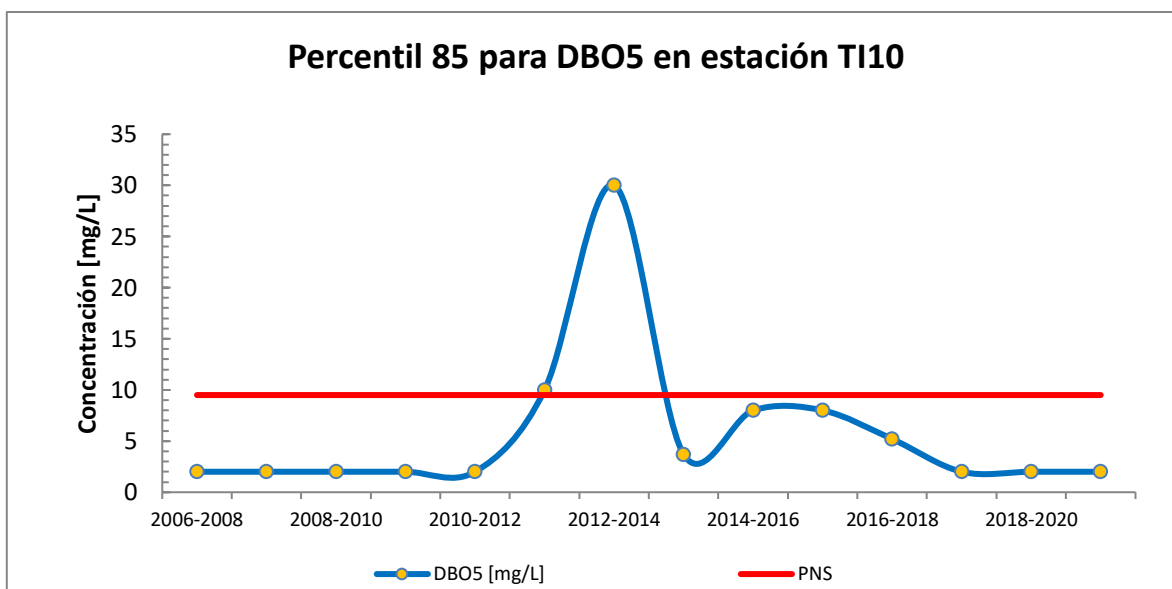
Sector cordillerano de alta riqueza en biodiversidad. Su parte alta se encuentra intervenida por actividad hidroeléctrica y en temporada estival por actividad turística asociada a Termas del Flaco.

ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

Las gráficas de calidad están construidas con los valores estadísticos de 3 años móviles de monitoreos trimestrales, utilizando percentil 15 para O dis., percentil 85 y 15 para pH, promedio para N tot., N-NO₃ y P tot. y percentil 85 para el resto de parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2007 hasta el año 2021. Estos resultados son comparados con los límites propuestos para cada combinación de área de vigilancia-parámetro en el “*Proyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Cuenca del Río Rapel*” (versión de trabajo 2018).

DBO5:

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno requerido para que una población heterogénea de microorganismos estabilice la materia orgánica presente en la muestra de agua. Aguas con altos valores de DBO indican contaminación de agua, y cargas significativas de materia orgánica, e incremento de nutrientes y de carbono orgánico.



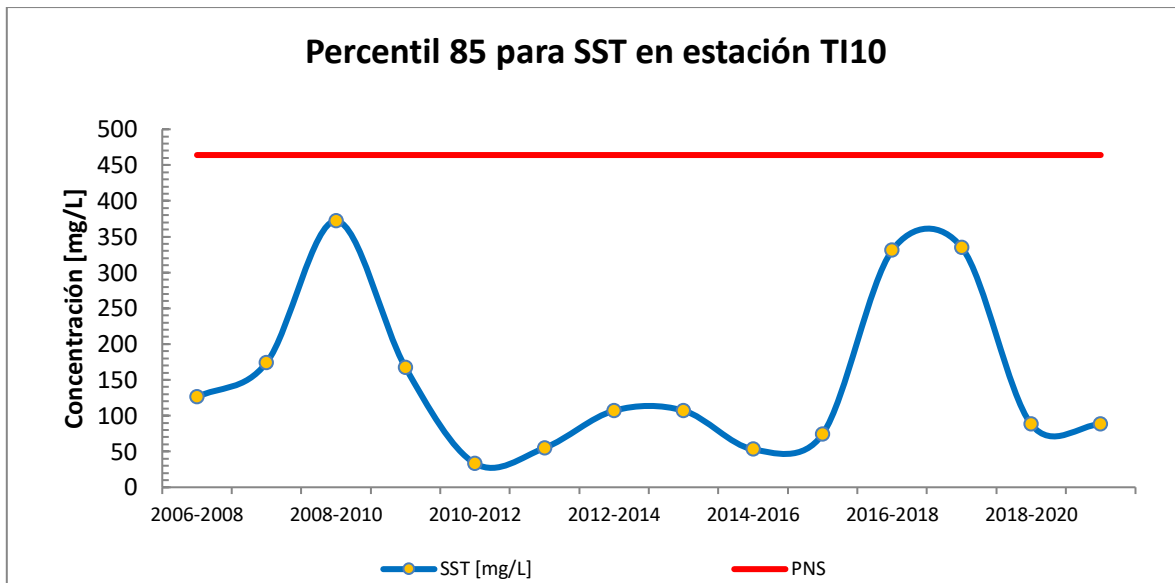
Tal como se puede apreciar en el gráfico, los niveles de DBO5 en el área de vigilancia TI10, se han mantenido, en la mayor parte de los periodos controlados dentro de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria de calidad ambiental para la cuenca Rapel, a excepción de los periodos 2011-2013 y 2012-2014.

Para el periodo 2018-2020 y 2019-2021, la concentración de DBO5 en el área controlada llega a 2 [mg/L], calculado como percentil 85, coincidiendo con el comportamiento histórico del parámetro. De esta manera en la actualidad TI10 se encuentra con una buena calidad de aguas para efectos de calidad ambiental, respecto del parámetro DBO5.

Sólidos Suspendidos Totales:

Los sólidos suspendidos totales (SST) son básicamente la suma de todas las partículas en suspensión presentes en una muestra de agua y que dan nota del grado de turbidez de ésta.

Tradicionalmente se considera como SST a la porción de sólidos totales (sales y residuos orgánicos) que son retenidos en un medio filtrante de microfibras de vidrio, con un diámetro de poro de 2 [µm] o su equivalente.



Como se puede apreciar en el gráfico, los valores de percentil 85 para Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la estación TI10 se han mantenido dentro de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria de calidad ambiental de la cuenca Rapel. Aun así, dentro de su evolución histórica, el comportamiento de este parámetro ha sido variable, evidenciándose dos peak en los periodos 2008-2010 y 2016-2018.

En cuanto al periodo de control (2018-2020) así como el actual (2019-2021), los valores de SST disminuyeron nuevamente llegando hasta 88 [mg/L], con lo cual TI10 se encontraría con una buena calidad de aguas para efectos de calidad ambiental, respecto del parámetro SST.

RÍO TINGUIRIRICA EN SECTOR LA CALERA DE PALMILLA (TI20)

UBICADO EN LA COMUNA DE PALMILLA, RUTA I-342



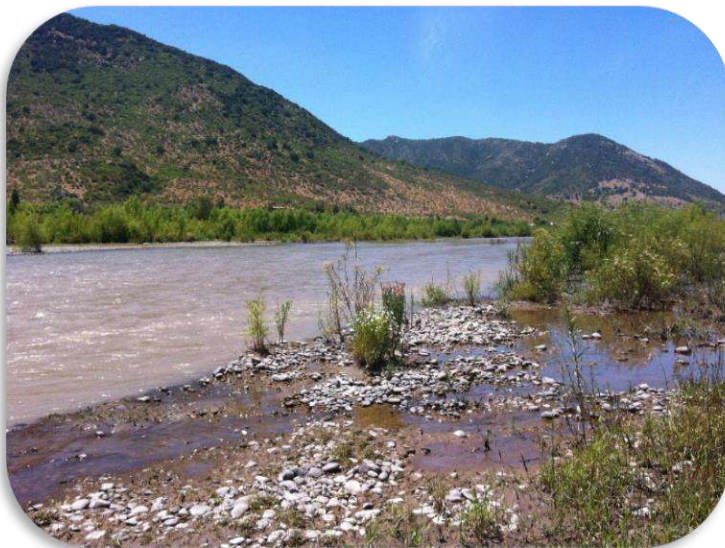
Descripción Visual

En este punto se observa una caja hidráulica amplia riberas con vegetación arbórea y una vegetación exótica abundante. Las características del cauce muestran aguas turbias con una velocidad moderada y alto caudal.

Sustrato compuesto por clastos de un tamaño aproximado a 12 cm en promedio, con importantes embancamientos de arena (media y gruesa).

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

327.928 – 6.161.208
282.357 – 6.174.582



Actividades del Tramo

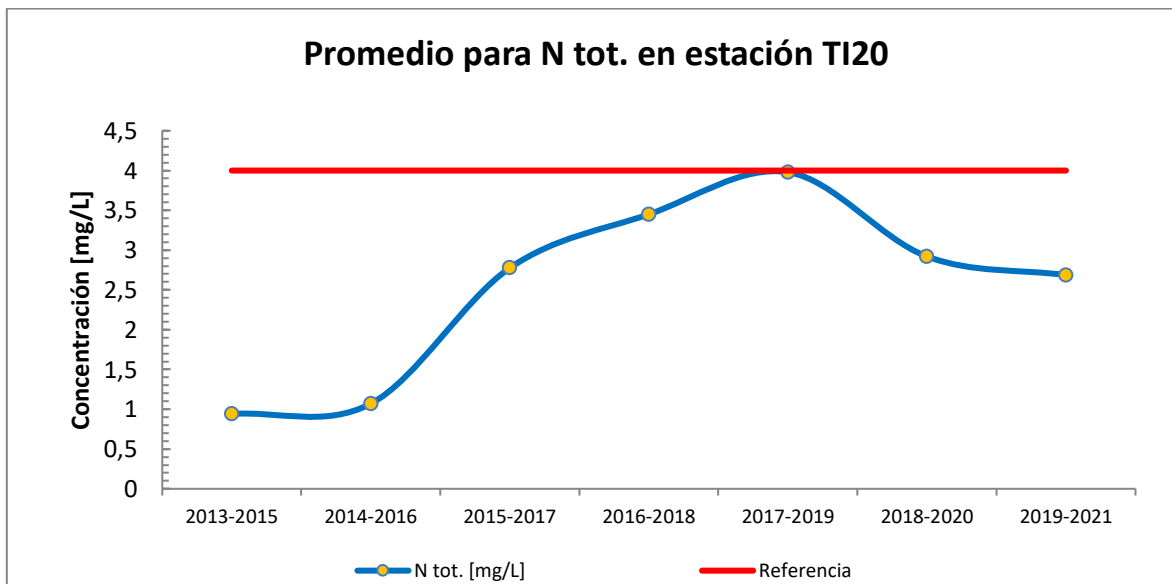
Tramo en el valle de Colchagua altamente intervenido por la actividad vitivinícola.

ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

Las gráficas de calidad están construidas con los valores estadísticos de 3 años móviles de monitoreos trimestrales, utilizando percentil 15 para O dis., percentil 85 y 15 para pH, promedio para N tot., N-NO₃ y P tot. y percentil 85 para el resto de parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2007 hasta el año 2021. Estos resultados son comparados con los límites propuestos para cada combinación de área de vigilancia-parámetro en el “*Proyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Cuenca del Río Rapel*” (versión de trabajo 2018).

Nitrógeno Total

El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales provocados por exceso de nitrógeno estos dependen de su estado de oxidación y se asocian principalmente a procesos de eutrofización, acidificación de ríos y lagos y toxicidad directa para especies acuáticas.

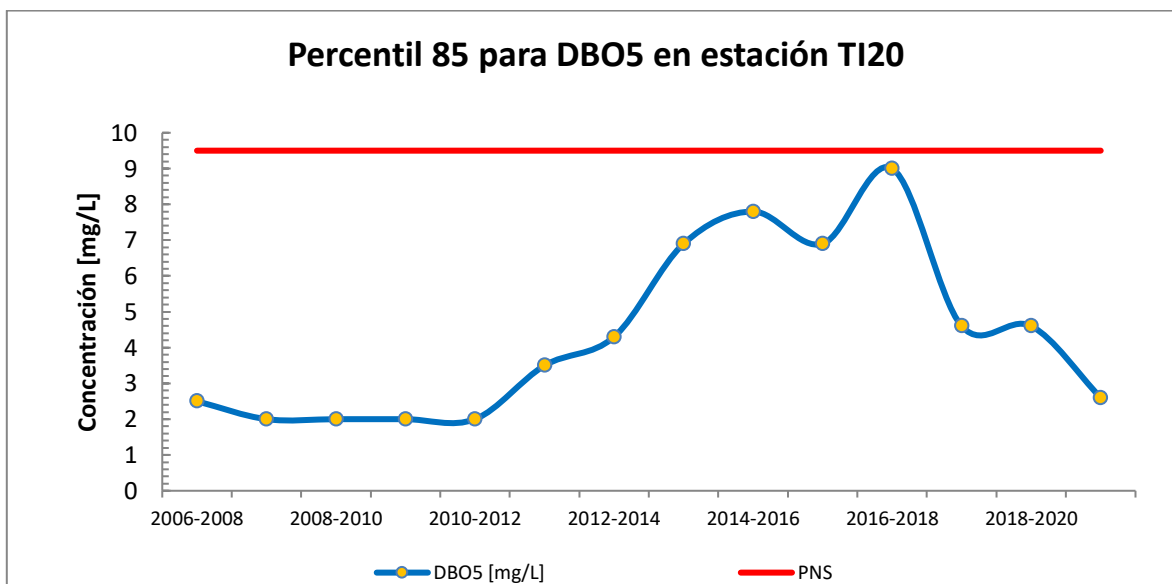


De acuerdo a la gráfica los valores de promedio para nitrógeno total en el área de vigilancia TI20 han tenido históricamente una buena calidad de aguas, manteniendo esta condición desde el inicio de las mediciones y presentando en todos los períodos evaluados valores que se encuentran bajo los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria, a excepción del periodo 2017-2019 donde entró en estado de saturación coincidiendo con los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria.

Coincidente con el registro histórico, el período 2018-2020 y el 2019-2021, este tramo sería catalogado como de buena calidad para efectos de calidad secundaria.

DBO5:

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno requerido para que una población heterogénea de microorganismos estabilice la materia orgánica presente en la muestra de agua. Aguas con altos valores de DBO indican contaminación de agua, y cargas significativas de materia orgánica, e incremento de nutrientes y de carbono orgánico.



A partir de lo observado en el gráfico anterior, se desprende que el parámetro DBO5 se ha mantenido constantemente bajo los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel desde iniciadas las mediciones.

En específico para el periodo de control actual (2019-2021), las concentraciones de DBO5 han seguido disminuyendo, indicando baja cantidad de compuestos orgánicos biodegradables para este sector.

RÍO TINGUIRIRICA EN PUENTE SAN JOSÉ DE MARCHIGUE (TI30)

UBICADO EN LA COMUNA DE PICHIDEGUA, RUTA H-76



Descripción Visual

Este sector se caracteriza por una caja hidráulica muy amplia con riberas con vegetación arbustiva y parches de árboles exóticos. El cauce se presenta con una alto caudal y flujo laminar del curso de agua, presentándose con alto transporte de sedimentos.

Lecho compuesto por sustrato arenoso con algunos parches de clastos de un diámetro promedio aproximado de 6 cm. Se observa también una cantidad importante de sedimento fino que es transportado por suspensión.



Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

282.357 – 6.174.582
275.981 – 6.203.482

Actividades del Tramo

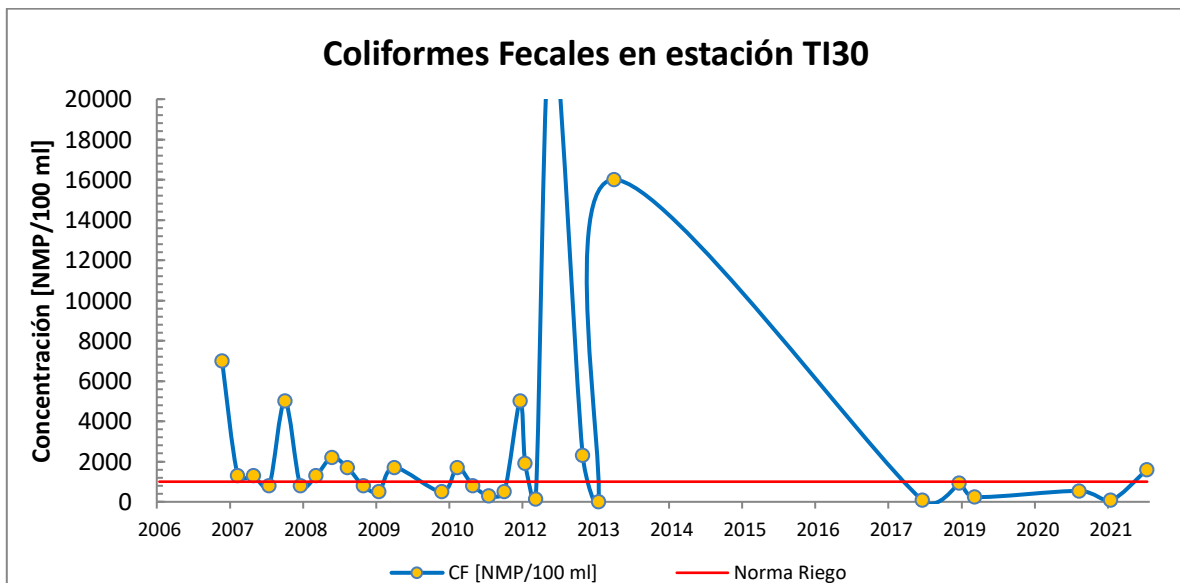
Tramo de características potamónicas con alta predominancia agrícola.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2021, los cuales son comparados directamente con la norma chilena NCh1333/78 sobre usos del agua, en la cual se encuentra a modo indicativo, la calidad de aguas para riego en la agricultura.

Coliformes Fecales:

Los coliformes fecales son básicamente microorganismos que se transmiten por medio de los excrementos. Estos se consideran como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales, por lo que su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura, asimismo su concentración es proporcional al grado de contaminación fecal.



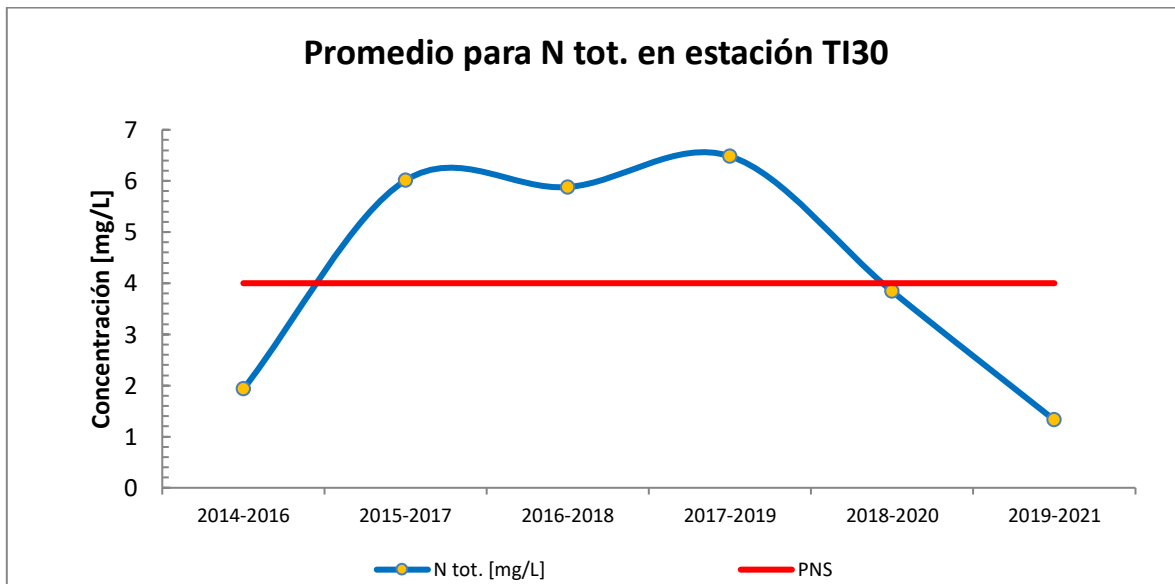
Según lo mostrado en el gráfico, desde septiembre del año 2017, en el área de vigilancia TI30, se observa una constante condición de buena calidad de aguas. Si bien han existido mediciones puntuales que han llegado hasta el umbral de latencia (2014 y 2018), en términos generales TI30 había mantenido buenas condiciones de calidad microbiológicas, las cuales permiten el riego irrestricto en la zona. Sin embargo, la actual medición de Diciembre 2021 sobrepasa la norma, llegando a un valor de 1600 [NMP/100 ml]. Por lo anterior, se sugiere continuar con un constante monitoreo.

ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

Las gráficas de calidad están construidas con los valores estadísticos de 3 años móviles de monitoreos trimestrales, utilizando percentil 15 para O dis., percentil 85 y 15 para pH, promedio para N tot., N-NO₃ y P tot. y percentil 85 para el resto de parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2007 hasta el año 2021. Estos resultados son comparados con los límites propuestos para cada combinación de área de vigilancia-parámetro en el “*Proyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Cuenca del Río Rapel*” (versión de trabajo 2018).

Nitrógeno Total

El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales provocados por exceso de nitrógeno estos dependen de su estado de oxidación y se asocian principalmente a procesos de eutrofización, acidificación de ríos y lagos y toxicidad directa para especies acuáticas.

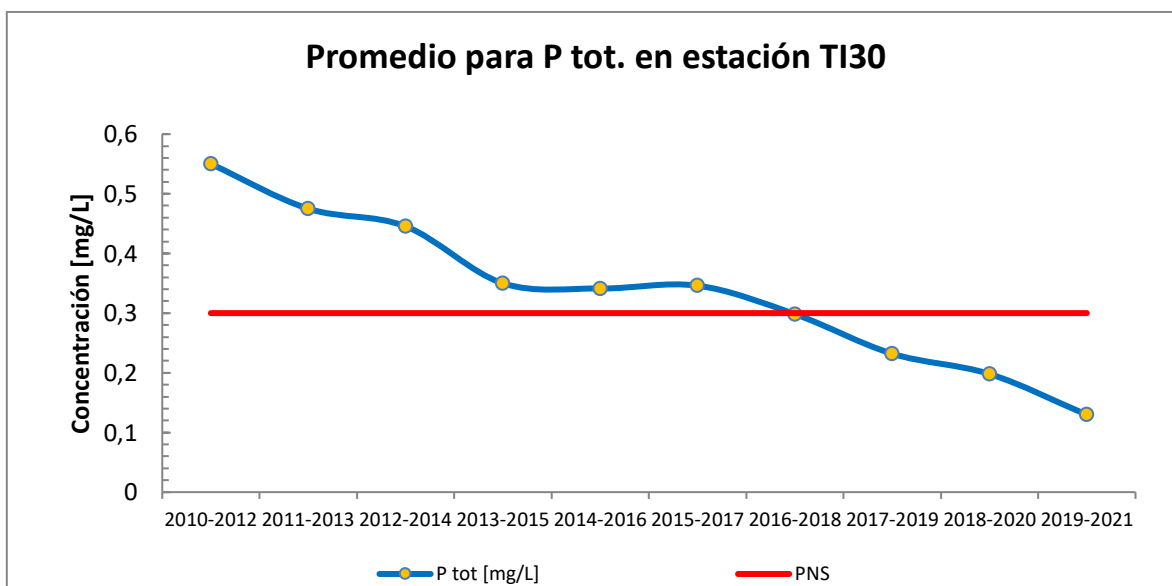


Como se puede apreciar en el gráfico los valores de promedio para Nitrógeno Total en la estación TI30 han presentado un comportamiento variable, pasando por periodos de cumplimiento, latencia y saturación.

Desde el periodo 2015-2017 al 2018-2020, se evidencia un estado de saturación, superando los límites propuestos en el proyecto de norma y catalogando a esta área de vigilancia como de mala calidad para efectos de calidad secundaria y con potenciales riesgos de eutrofización. En el período actual 2019-2021, los valores promedio para el Nitrógeno Total llegaron a 1,32 [mg/L], situándose bajo la norma propuesta.

Fósforo total:

El parámetro fósforo total se compone de ortofosfato, polifosfato y compuestos de fósforo orgánico, siendo normalmente la proporción de ortofosfato la más elevada. En aguas naturales el fósforo se encuentra en pequeñas concentraciones, sin embargo puede llegar a cursos superficiales proveniente de fertilizantes, excreciones humanas y animales, y detergentes y productos de limpieza. Los compuestos del fósforo, particularmente el orto-fosfato, se consideran importantes nutrientes de las plantas, y conducen al crecimiento de algas pudiendo llegar a promover la eutrofización de las aguas.



De acuerdo con lo mostrado en el gráfico en líneas generales las concentraciones de Fósforo Total han mostrado una notable evolución en el tiempo, pasando de presentar valores por sobre el límite propuesto en el proyecto de norma en los periodos 2010-2012 a 2016-2018 a estar bajo estos límites desde 2017-2019 a la actualidad 2019-2021, observándose una clara tendencia a la mejora de la calidad de las aguas del área de vigilancia evaluada.

En cuanto a la situación actual el último periodo evaluado 2019-2021, presenta una concentración (calculada como promedio) de 0,129 [mg/L] con lo cual TI30 sería catalogado como un área de vigilancia con buena calidad de agua para efectos de calidad secundaria y sin riesgos de saturación o latencia.

RÍO CLARO, LOCALIDAD DE PUENTE NEGRO (CL10-ti)

UBICADO EN LA COMUNA DE SAN FERNANDO, SECTOR CODILLERANO DE PUENTE NEGRO
ANTES DE CONFLUENCIA CON RÍO TINGUIRIRICA



Descripción Visual

En esta sección del río, se observa una ribera modificada para fines turísticos, la vegetación es de tipo boscosa constituida principalmente por álamos. Además se observa una intervención en el cauce con cierto grado de embalsamiento para la captación de agua. El cauce presenta aguas turbias con un alto caudal y velocidad moderada.

Sustrato compuesto por clastos de gran tamaño, aproximadamente 20 cm en promedio, con gran cantidad de arena, mayoritariamente arena media y gruesa.



Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

352.339 – 6.130.234
327.928 – 6.161.208

Actividades del Tramo

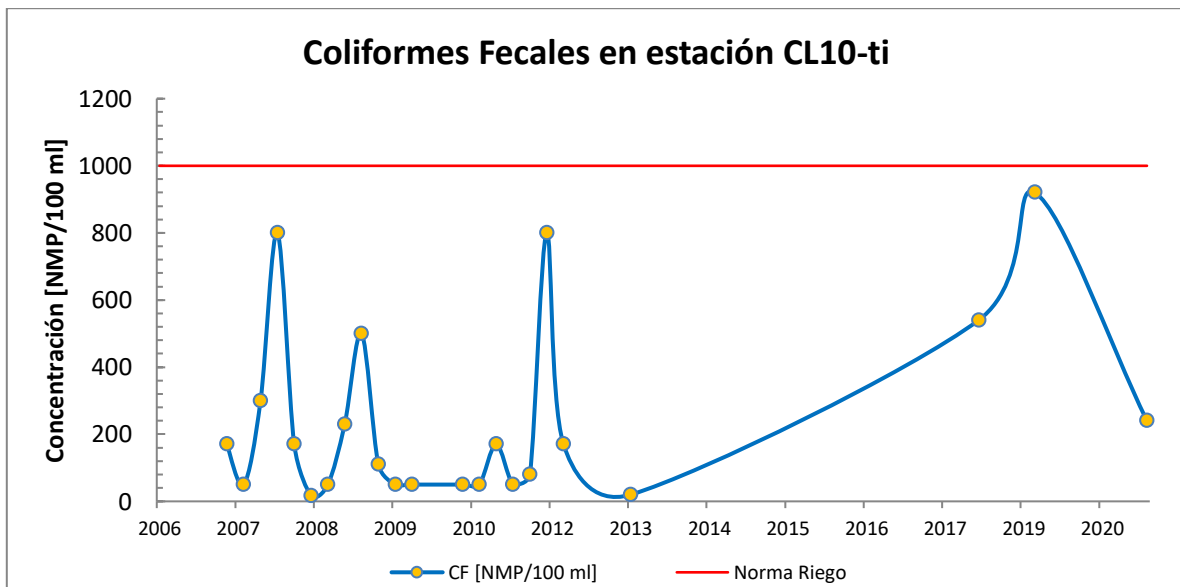
Tramo de cordillera con baja intervención antrópica a excepción de la temporada estival, en la cual el tramo se ve altamente impactado por la instalación de balnearios y consecuente llegada de turistas.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2021, los cuales son comparados directamente con la norma chilena NCh1333/78 sobre usos del agua, en la cual se encuentra a modo indicativo, la calidad de aguas para riego en la agricultura.

Coliformes Fecales:

Los coliformes fecales son básicamente microorganismos que se transmiten por medio de los excrementos. Estos se consideran como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales, por lo que su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura, asimismo su concentración es proporcional al grado de contaminación fecal.



El parámetro coliformes fecales en CL10-ti históricamente ha mantenido buena calidad según los estándares de la norma de riego NCh 1333, a excepción de una muestra analizada en abril de 2017, la cual superó la norma. Lo anterior puede calificarse como un caso puntual, observándose una mejora en los últimos 5 periodos de muestreo.

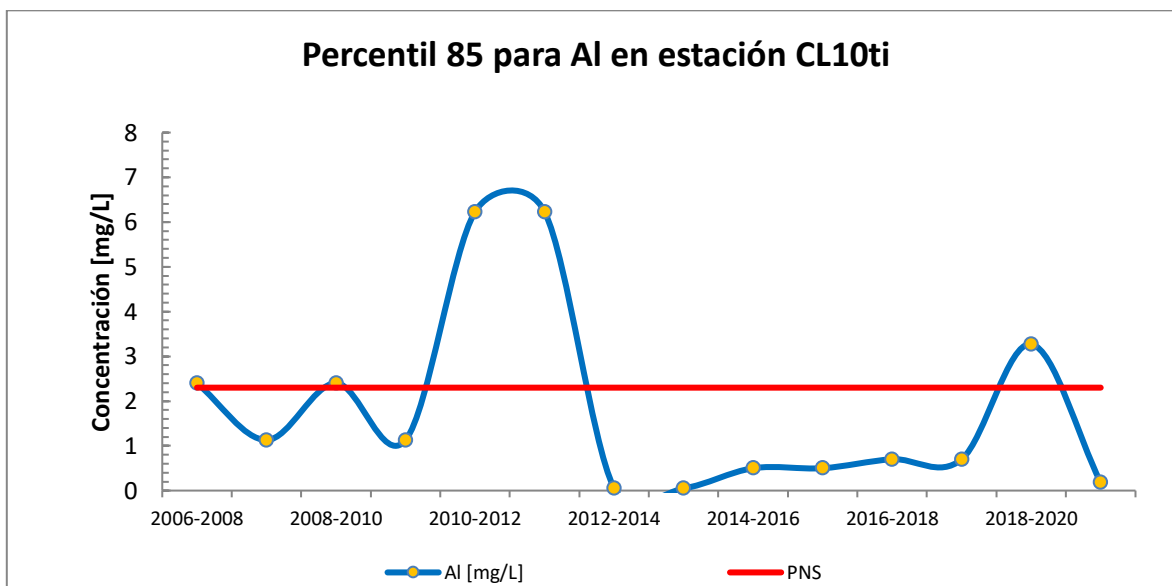
En el último muestreo del año 2020 las concentraciones de coliformes fecales en el área disminuyeron, pasando de un estado de latencia evidenciado en el periodo anterior, a mostrar una buena calidad de aguas para el periodo actual. Con lo anterior, se ratifican las buenas condiciones de calidad microbiológicas que permiten el riego irrestricto en la zona.

ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

Las gráficas de calidad están construidas con los valores estadísticos de 3 años móviles de monitoreos trimestrales, utilizando percentil 15 para O dis., percentil 85 y 15 para pH, promedio para N tot., N-NO₃ y P tot. y percentil 85 para el resto de parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2007 hasta el año 2021. Estos resultados son comparados con los límites propuestos para cada combinación de área de vigilancia-parámetro en el “*Proyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Cuenca del Río Rapel*” (versión de trabajo 2018).

Aluminio total:

El aluminio es el elemento metálico más abundante en la naturaleza, se encuentra normalmente en cuerpos acuáticos, suelo incluso formando parte de compuestos presentes en el aire. El aluminio generalmente no causa problemas al medioambiente ni a la salud de los animales, sin embargo cuando está presente en ambientes ácidos, puede ser tóxico. Por otro lado, al igual como ocurre con otros metales, la fracción de aluminio que puede causar problemas es solamente la parte disuelta y esta depende fuertemente del pH del medio.



Como se puede apreciar en el gráfico los valores de percentil 85 para Aluminio en la estación CL10ti han presentado un comportamiento variable, pasando por periodos de cumplimiento, latencia y saturación. Sin bien en los pasados 6 periodos de control (2012-2014 a 2017-2019), se observó una notable mejora respecto a periodos anteriores; para el periodo de control 2018-2020 las concentraciones de Aluminio subieron abruptamente superando los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria. Por el contrario, para el período control 2019-2021, las concentraciones de Aluminio disminuyeron, llegando a 0,18 [mg/L]. Dada lo anterior se recomienda continuar con el monitoreo de este parámetro a fin de evaluar su evolución, las posibles causas de superación y efectos asociados.

ESTERO CHIMBARONGO EN PUENTE PEOR ES NADA (CH10)

UBICADO EN LA COMUNA DE CHIMBARONGO, RUTA 5 SUR



Descripción Visual

En este punto se observa una caja hidráulica amplia, riberas artificiales con la construcción de defensas fluviales y vegetación exótica. Las características del cauce muestran aguas turbias con una velocidad y caudal moderados.

Sustrato compuesto por clastos y bolones de un tamaño medio aproximado de 18 cm, con parches de acumulación de arena.

Se observa una importante alteración del cauce natural del río en este punto.



Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

331.335 – 6.141.629

311.301 – 6.147.802

Actividades del Tramo

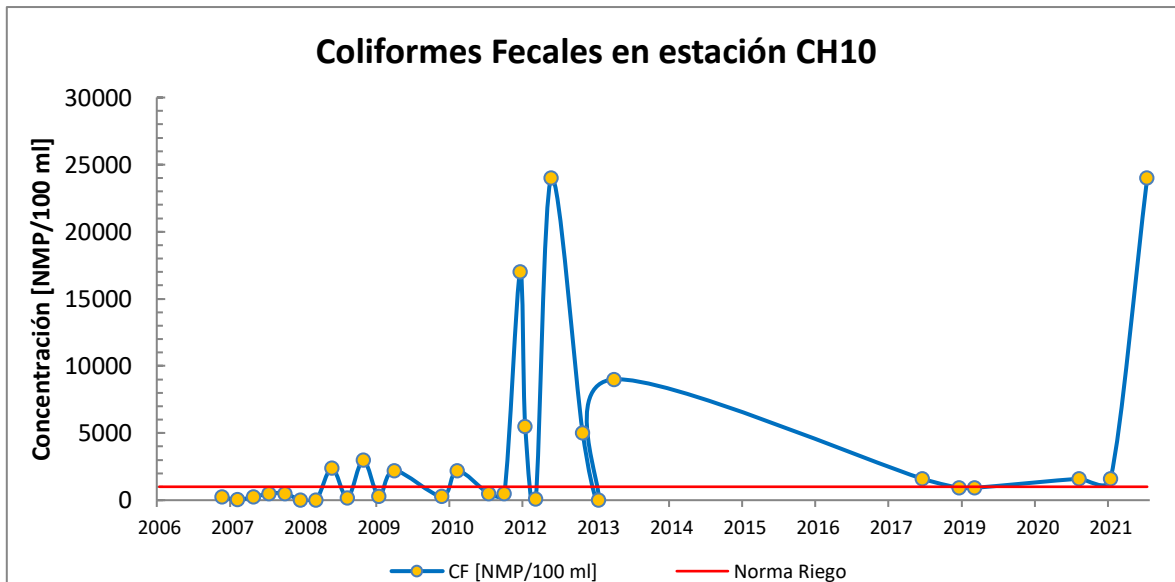
Tramo de vigilancia altamente intervenido asociado a población rural y actividades agrícolas.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2021, los cuales son comparados directamente con la norma chilena NCh1333/78 sobre usos del agua, en la cual se encuentra a modo indicativo, la calidad de aguas para riego en la agricultura.

Coliformes Fecales:

Los coliformes fecales son básicamente microorganismos que se transmiten por medio de los excrementos. Estos se consideran como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales, por lo que su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura, asimismo su concentración es proporcional al grado de contaminación fecal.



Tal como se observa en el gráfico el área de vigilancia CH10 históricamente ha presentado una mala calidad de aguas desde el punto de vista microbiológico, superando límites sugeridos por la norma de riego NCh1333.

En la actualidad, tal como ha sucedido históricamente, los valores de Coliformes Fecales se encuentran en niveles elevados, superando el valor normado y llegando hasta los 1.600 [NMP/100mL] en mayo 2021 y 24000 [NMP/100ML] en diciembre 2021, dado lo anterior no se recomienda el uso de éstas aguas para el riego de cultivos que crecen a ras de suelo y se consumen crudos.

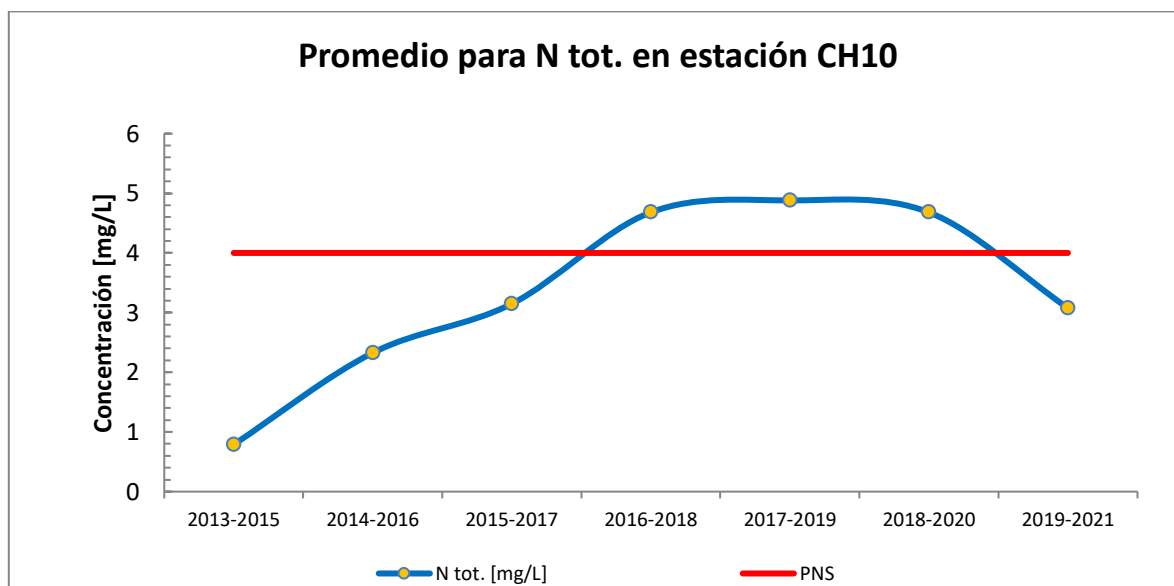
Dado los altos niveles reportados, se recomienda el monitoreo de afluentes a este cuerpo de agua, en esta área de vigilancia. Adicionalmente, se recomienda incluir monitoreo de coliformes totales.

ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

Las gráficas de calidad están construidas con los valores estadísticos de 3 años móviles de monitoreos trimestrales, utilizando percentil 15 para O dis., percentil 85 y 15 para pH, promedio para N tot., N-NO₃ y P tot. y percentil 85 para el resto de parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2007 hasta el año 2021. Estos resultados son comparados con los límites propuestos para cada combinación de área de vigilancia-parámetro en el “*Proyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Cuenca del Río Rapel*” (versión de trabajo 2018).

Nitrógeno Total:

El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales provocados por exceso de nitrógeno estos dependen de su estado de oxidación y se asocian principalmente a procesos de eutrofización, acidificación de ríos y lagos y toxicidad directa para especies acuáticas.



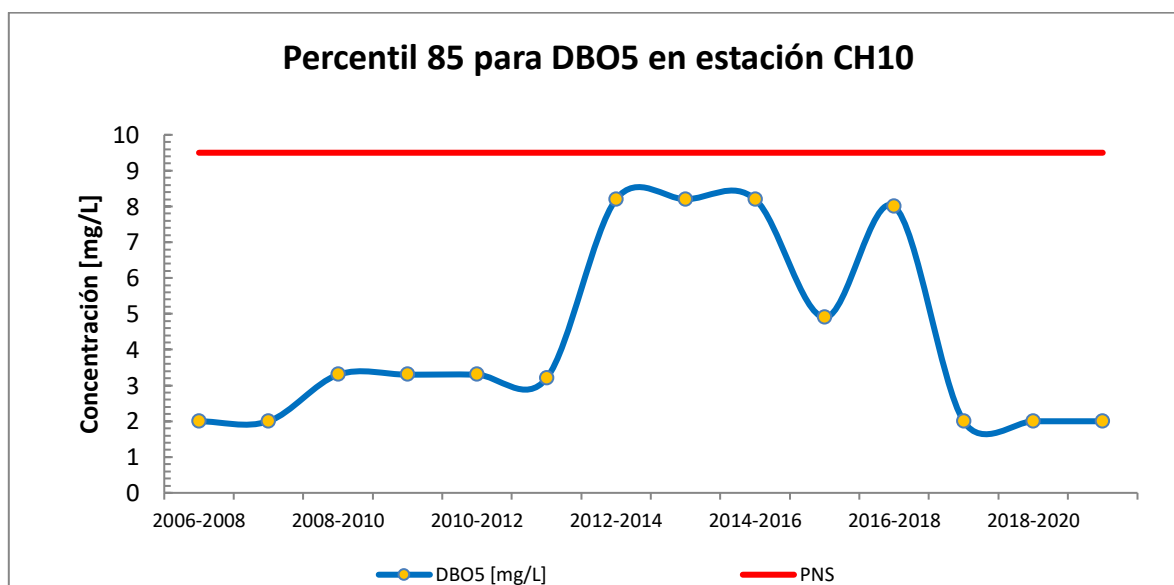
Como se observa en el gráfico las concentraciones de Nitrógeno Total evidencian un claro desmejoramiento de la calidad de aguas en el área evaluada, pasando de presentar una situación de buena calidad entre los periodos 2013-2015 a 2015-2017 a presentar elevadas concentraciones de nutrientes las cuales superan los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria desde 2016-2018 a la actualidad.

Durante el período 2018-2020, al igual como ocurrió en los 2 periodos anteriores, se observaron concentraciones de Nitrógeno total cercanas a los 4,7 [mg/L] con lo cual se mantiene la situación de

superación de los límites propuestos por el proyecto de norma y el riesgo de eutrofización. A diferencia del periodo anterior, durante el 2019-2021 las concentraciones estuvieron por debajo de la norma, alcanzando el valor de 3,075 [mg/L]. Este parámetro se encuentra en latencia, según proyecto de norma secundaria de la cuenca Rapel.

DBO5:

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno requerido para que una población heterogénea de microorganismos estabilice la materia orgánica presente en la muestra de agua. Aguas con altos valores de DBO indican contaminación de agua, y cargas significativas de materia orgánica, e incremento de nutrientes y de carbono orgánico.



A partir de lo observado en el gráfico anterior, se desprende que el parámetro DBO5 se ha mantenido constantemente bajo los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel desde iniciadas las mediciones.

En específico para los periodos 2018-2020 y 2019-2021, las concentraciones de DBO5 se han mantenido en un nivel similar al periodo anterior, indicando baja cantidad de compuestos orgánicos biodegradables para este sector.

ESTERO CHIMBARONGO EN PUENTE LOS MAQUIS (CH20)

UBICADO EN LA COMUNA DE PALMILLA, ANTES DE CONFLUENCIA CON RÍO TINGUIRIRICA



Descripción Visual

Sección de estero con una caja hidráulica amplia, con abundante vegetación ribereña, del tipo exótica (sauce, Álamo y Eucaliptus). Tanto el caudal como la velocidad de la corriente son moderados.

Sustrato compuesto por clastos de aproximadamente 10 cm de diámetro y con importantes parches de arena y fango, por lo que puede establecerse de forma general como un sustrato de bolones enfangados.



Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

311.301 – 6.147.802
282.357 – 6.174.582

Actividades del Tramo

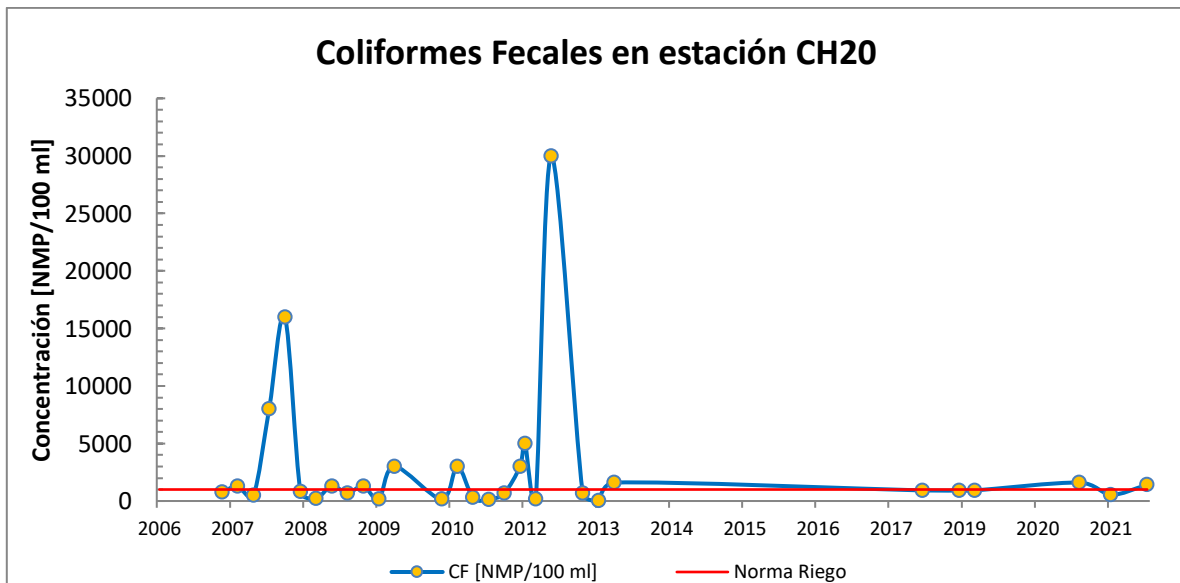
Tramo en el valle de Colchagua altamente intervenido por la vitivinicultura, recoge la influencia de la ciudad de Santa Cruz.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2021, los cuales son comparados directamente con la norma chilena NCh1333/78 sobre usos del agua, en la cual se encuentra a modo indicativo, la calidad de aguas para riego en la agricultura.

Coliformes Fecales:

Los coliformes fecales son básicamente microorganismos que se transmiten por medio de los excrementos. Estos se consideran como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales, por lo que su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura, asimismo su concentración es proporcional al grado de contaminación fecal.



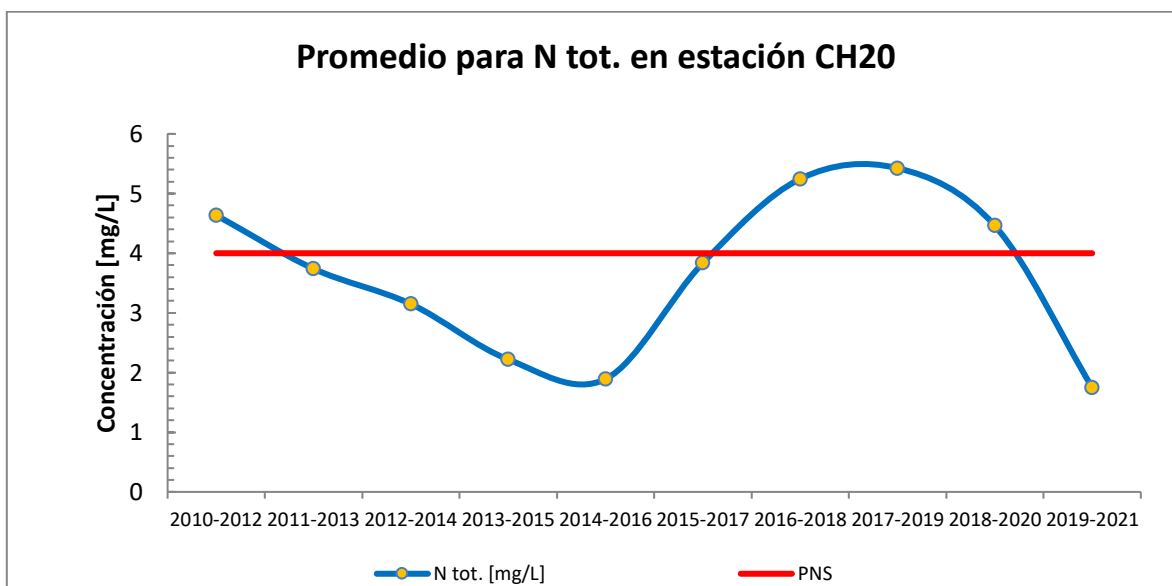
Desde el año 2018 hasta la última medición realizada en diciembre 2021, este parámetro se ha conservado su valor, situándose en 1000 [NMP/100ml]. Lo que corresponde al límite propuesto por el proyecto de norma. Se recomienda continuar monitoreando.

ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

Las gráficas de calidad están construidas con los valores estadísticos de 3 años móviles de monitoreos trimestrales, utilizando percentil 15 para O dis., percentil 85 y 15 para pH, promedio para N tot., N-NO₃ y P tot. y percentil 85 para el resto de parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2007 hasta el año 2021. Estos resultados son comparados con los límites propuestos para cada combinación de área de vigilancia-parámetro en el “*Proyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Cuenca del Río Rapel*” (versión de trabajo 2018).

Nitrógeno Total:

El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales provocados por exceso de nitrógeno estos dependen de su estado de oxidación y se asocian principalmente a procesos de eutrofización, acidificación de ríos y lagos y toxicidad directa para especies acuáticas.

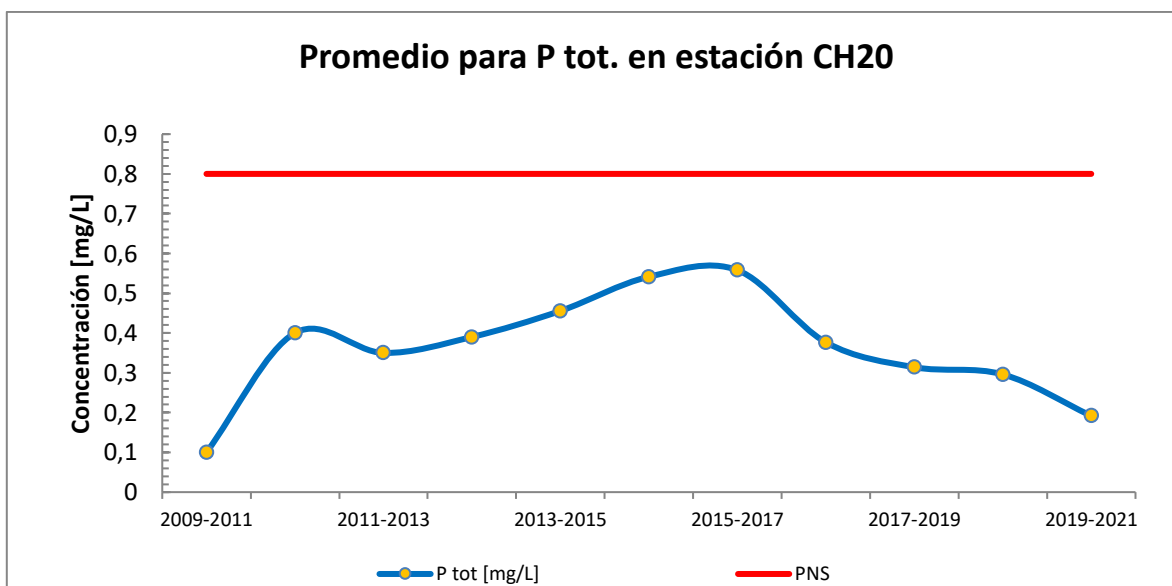


Tal como se observa en el gráfico el comportamiento histórico del parámetro Nitrógeno Total en el área de vigilancia CH20 ha sido bastante irregular alternando entre periodos de buena calidad, latencia y superación de los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel.

Específicamente para el periodo de control (2018-2020) y para el actual (2019-2021), las aguas de CH20 han disminuido su carga de nutrientes, llegando a 4,46 [mg/L] y a 1,75[mg/L] respectivamente, pasando de un nivel de saturación a un estado de cumplimiento de la norma propuesta.

Fósforo total:

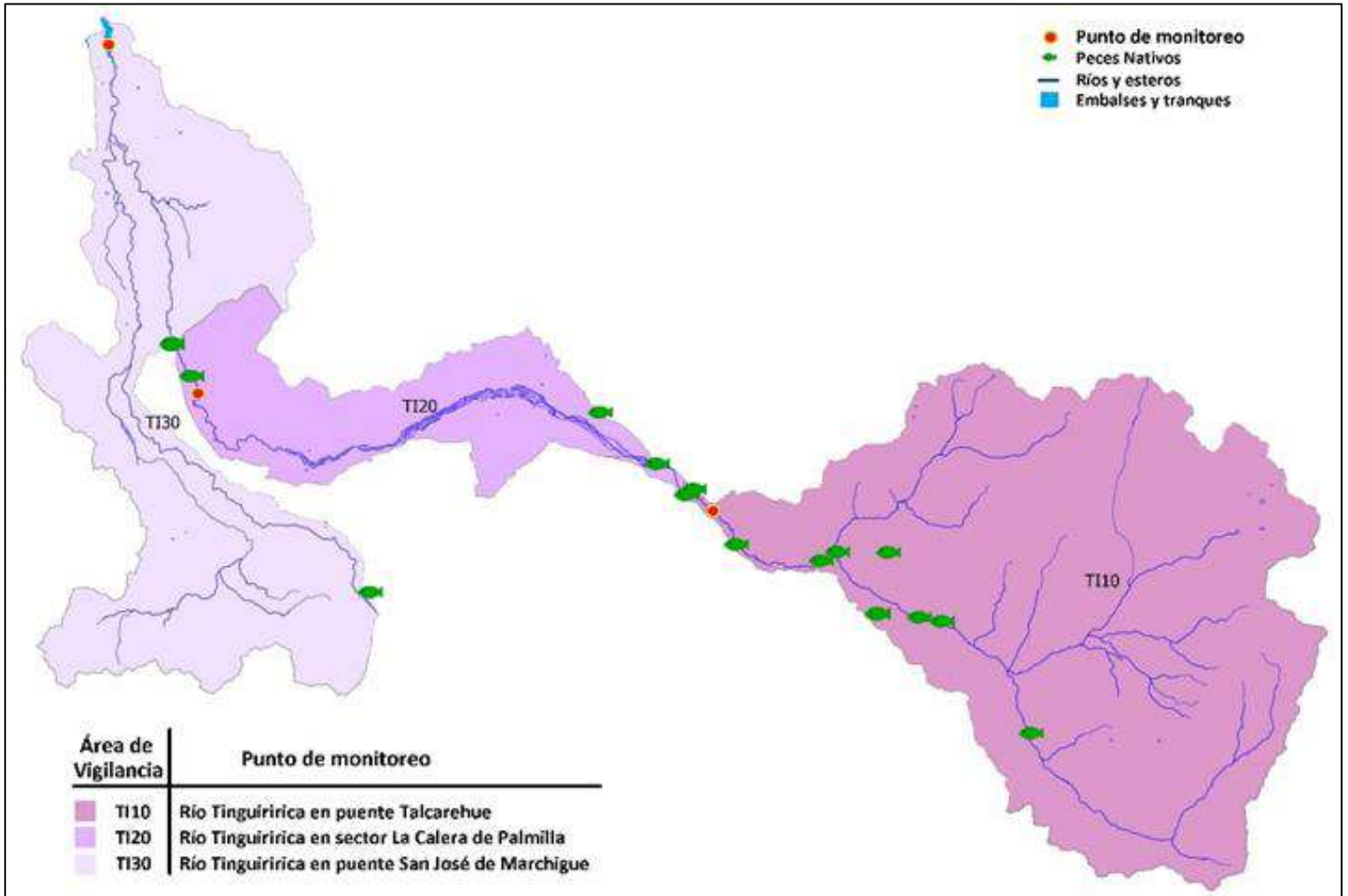
El parámetro fósforo total se compone de ortofosfato, polifosfato y compuestos de fósforo orgánico, siendo normalmente la proporción de ortofosfato la más elevada. En aguas naturales el fósforo se encuentra en pequeñas concentraciones, sin embargo puede llegar a cursos superficiales proveniente de fertilizantes, excreciones humanas y animales, y detergentes y productos de limpieza. Los compuestos del fósforo, particularmente el orto-fosfato, se consideran importantes nutrientes de las plantas, y conducen al crecimiento de algas pudiendo llegar a promover la eutrofización de las aguas.



Este parámetro se ha mantenido históricamente bajo la propuesta de norma, presentado para el período 2019-2021 un valor de 0,192 [mg/L].

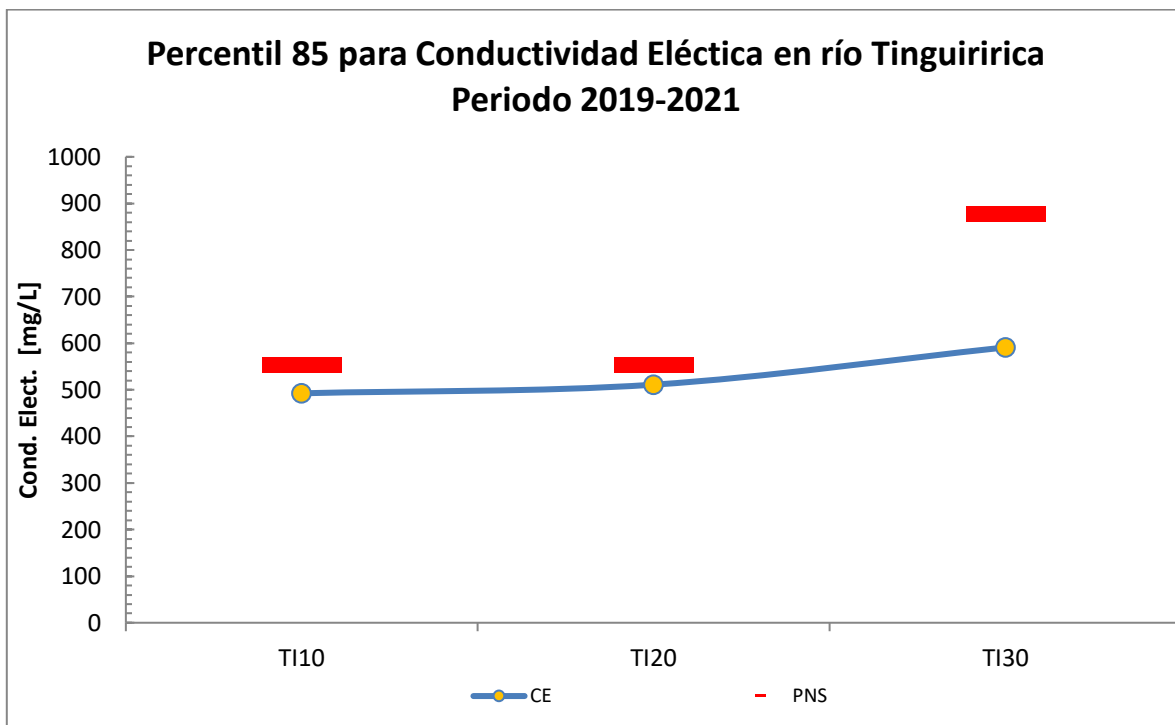
Evolución espacial de la calidad de aguas en el río Tinguiririca (período 2019-2021)

En esta sección se presenta una evaluación conjunta de la calidad de aguas de todas las áreas de vigilancia que conforman el río Tinguiririca respecto del grupo de parámetros básicos necesarios para la mantención de la vida acuática.



Conductividad Eléctrica:

La Conductividad Eléctrica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración, estado de oxidación, así como de la temperatura. La conductividad se utiliza como un índice aproximado de la concentración de solutos. Este parámetro se controla para determinar el efecto de la concentración total de iones sobre equilibrios químicos y efectos fisiológicos en plantas y animales principalmente.



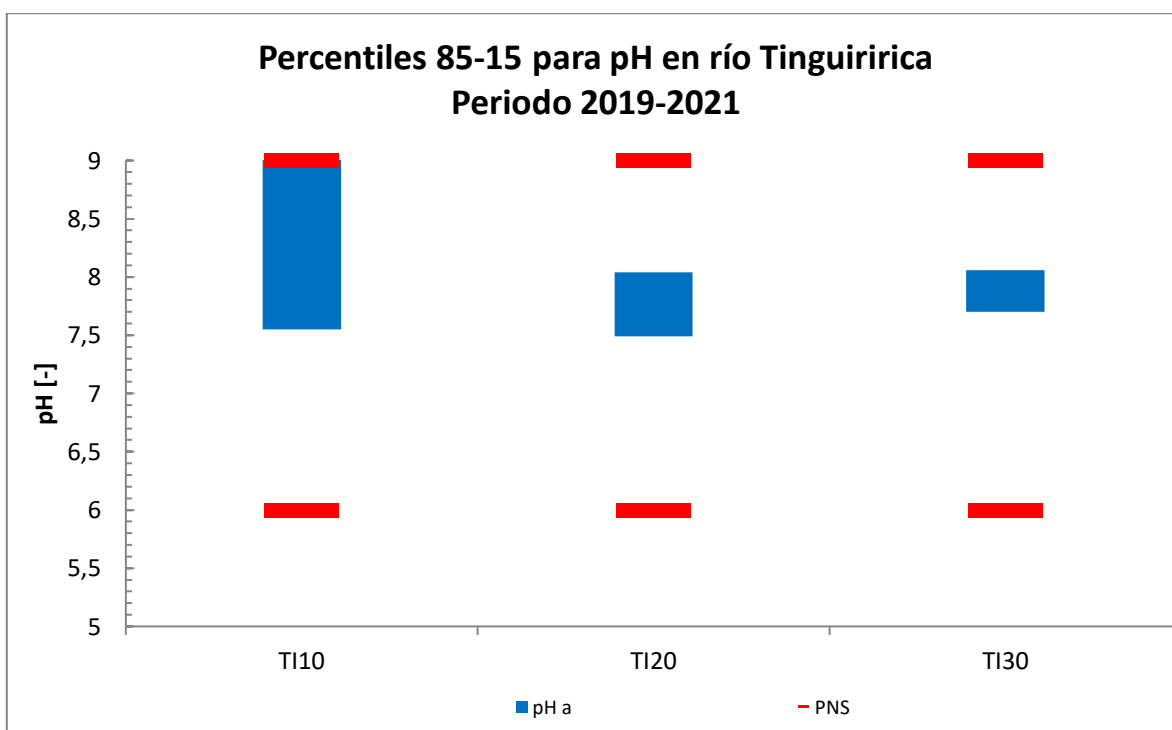
Se observa que para todas las áreas de vigilancia asociadas al río Tinguiririca los valores de conductividad eléctrica se encuentran en niveles bajo los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria dando cuenta de una buena calidad de aguas en el río.

Por otro lado, se puede apreciar que los valores de conductividad muestran un leve aumento a medida que el río se adentra en el valle; lo anterior puede tener su explicación por zonas de surgencia de aguas subterráneas en los sectores más bajos de la cuenca, la cual se caracteriza por valores más elevados de Conductividad Eléctrica, además de la influencia antrópica presente en el valle.

pH:

El pH es una expresión del carácter ácido o básico de un sistema acuoso, en términos prácticos, es una medida de la concentración del ión hidrógeno en la muestra. El pH es un factor muy importante, porque algunos procesos químicos sólo se pueden actuar cuando el agua presenta un determinado valor de pH.

El rango normal de pH para aguas superficiales es de entre 6,5 a 8,5, valores alejados de este rango pueden indicar un problema de contaminación y/o la presencia de algún ión tóxico.

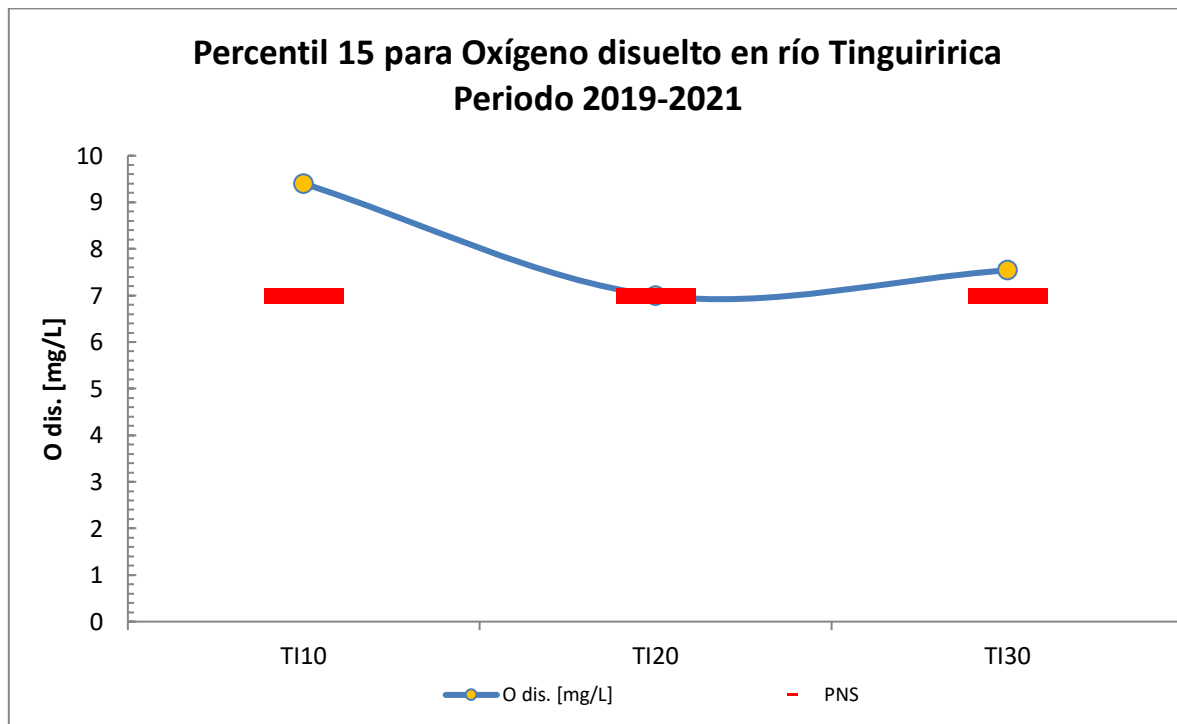


Como se puede observar los niveles de pH a lo largo del río Tinguiririca son variables, pero siempre con valores marcadamente básicos, situación que asociada principalmente a la composición geológica de los suelos de la cuenca. No obstante, todos los valores analizados se mantienen dentro del rango de cumplimiento del proyecto de norma secundaria de la cuenca Rapel.

Oxígeno Disuelto:

El oxígeno disuelto en aguas naturales varía en función de la temperatura del agua, las condiciones de aireación y turbulencia del cauce, además de las características químicas y biológicas del entorno en el cual se encuentran los sistemas acuáticos.

La presencia de oxígeno disuelto en el agua es fundamental para la vida acuática y la mantención de la calidad de esta. Un nivel moderadamente alto de oxígeno disuelto (entre 7 y 12 [mg/l] aprox.) da cuenta de una buena calidad de agua, la cual puede dar soporte a la vida vegetal y animal que habite en el entorno acuático.

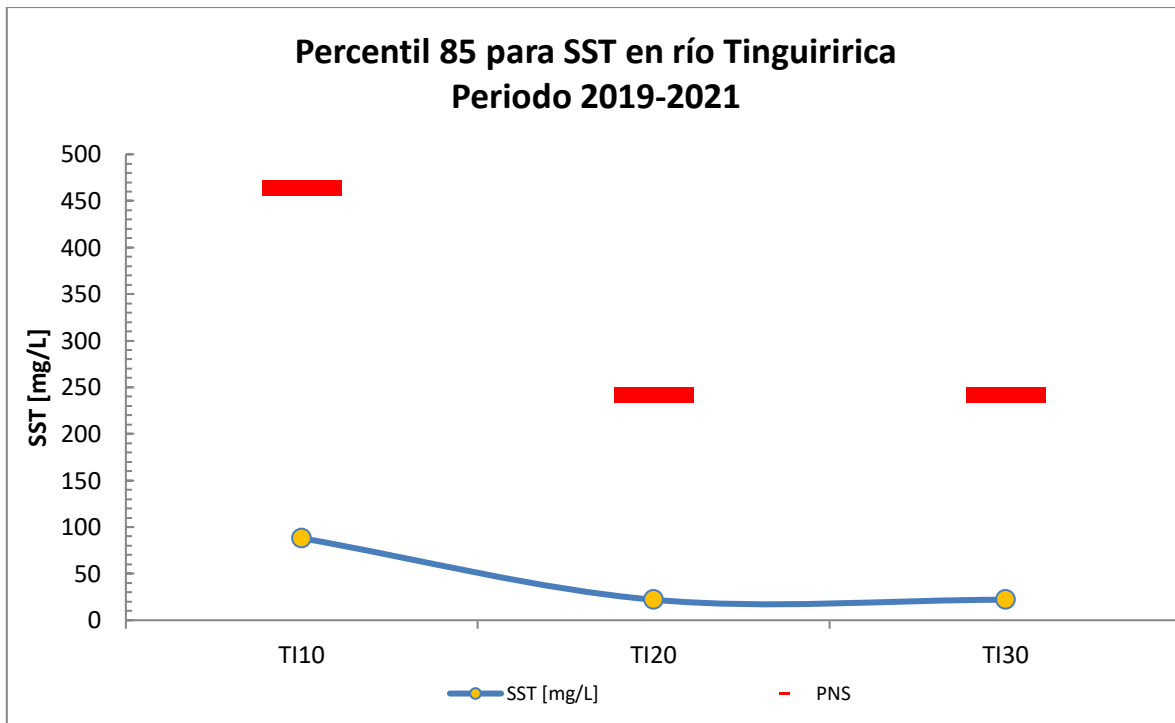


Tal como se observa los niveles de oxígeno disuelto se encuentran por sobre los límites mínimos propuestos en el proyecto de norma secundaria en todas las áreas de vigilancia (salvo en TI20, que está en el límite) asociadas al río Tinguiririca desde la cabecera hasta la confluencia con el río Cachapoal. Lo anterior da cuenta de una buena calidad de aguas y adecuados niveles de oxigenación, los cuales se mantienen a lo largo de todo el río lo que a su vez otorga un adecuado soporte para la conservación del ecosistema acuático.

Sólidos Suspendidos Totales:

Los sólidos suspendidos totales (SST) son básicamente la suma de todas las partículas en suspensión presentes en una muestra de agua y que dan nota del grado de turbidez de ésta.

Tradicionalmente se considera como SST a la porción de sólidos totales (sales y residuos orgánicos) que son retenidos en un medio filtrante de microfibra de vidrio, con un diámetro de poro de 2 [µm] o su equivalente.



Como se puede apreciar en el gráfico, durante el período 2019-2021, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) se mantuvieron bajo la norma propuesta, con valores de 88 [mg/L] en TI10, 22 [mg/L] en TI20 y 22 [mg/L] en TI30.

Este parámetro está sujeto a las condiciones naturales de la cuenca asociadas a los períodos de deshielo, lluvias, remoción en masa, etc.

También existen alteraciones antrópicas, por lo cual se recomienda vincular en el análisis el período de control y las condiciones meteorológicas y fluviométricas del período de muestreo.