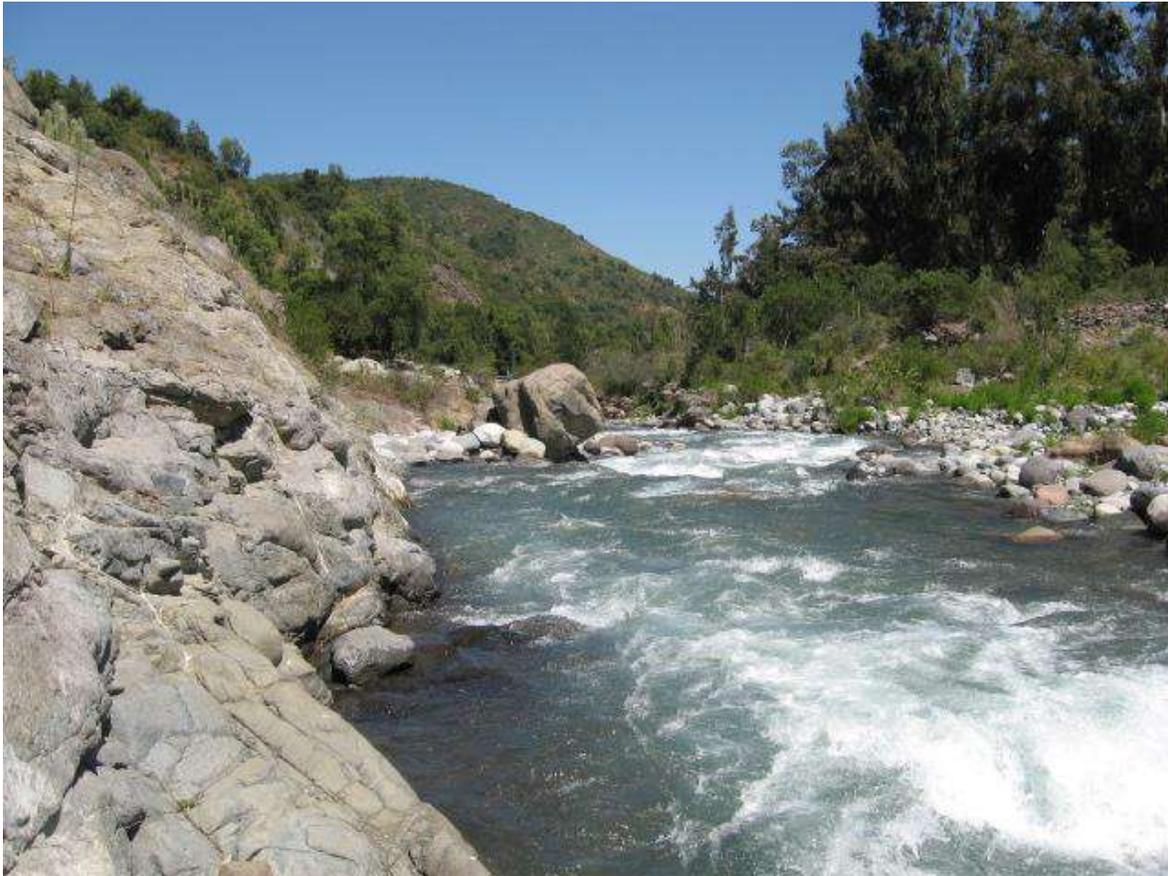


REPORTE ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CACHAPOAL



REPORTE DE CALIDAD, CONSTRUIDO CON LOS DATOS GENERADOS EN EL PROGRAMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DE AGUAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CACHAPOAL, **PROPIEDAD DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL RÍO CACHAPOAL**, COORDINADO POR LA SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE DE LA REGIÓN DE O´HIGGINS.

RESUMEN EJECUTIVO AL AÑO 2022
(Análisis información 2006-2021)

RÍO CACHAPOAL EN CABECERA DE CUENCA, SECTOR CHACAYES (CA10)

UBICADO EN LA COMUNA DE MACHALÍ, EN PUENTE CHACAYES.



Descripción General

La estación se ubica en la parte alta de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la naciente del río Cachapoal hasta la confluencia con el río Pangal.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

397.493 - 6.196.006
363.521 - 6.210.823

Descripción Visual

En este sitio de muestreo el cauce no presenta un litoral definido con vegetación adyacente de tipo arbórea. El río presenta un alto caudal, turbulento y por tanto una alta velocidad de corriente.

Actividades del Tramo

En este punto de control existe una Reserva Nacional de conservación de la biodiversidad. Lo anterior contrasta con la actividad hidroeléctrica presente en el lugar, particularmente sectores de bocatoma.



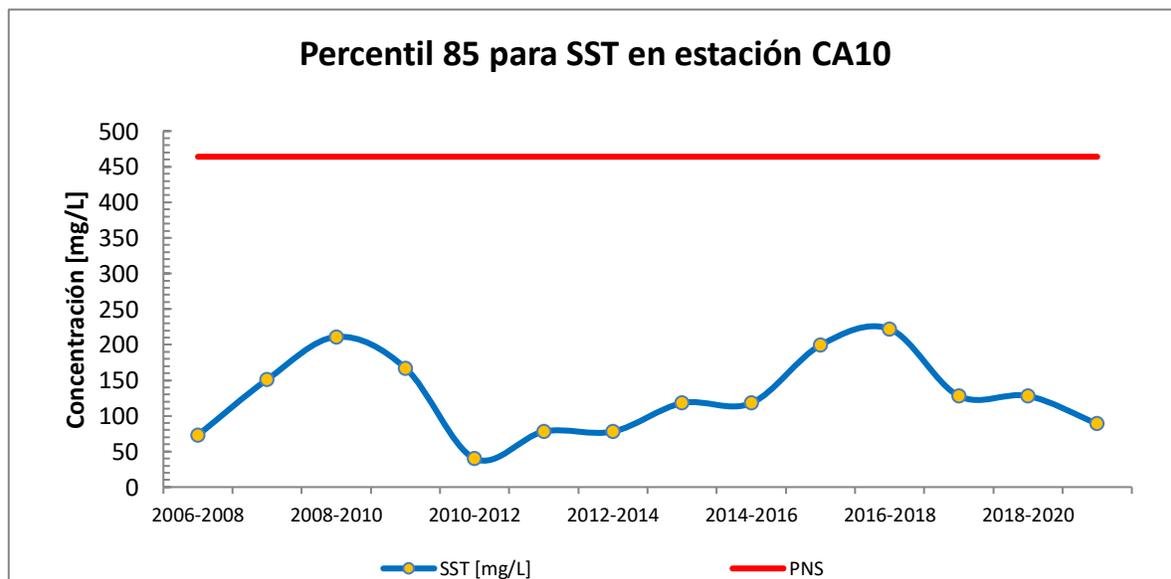
ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

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 2006 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).

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 denotan el 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 podemos observar en el gráfico, en el total de periodos controlados, los valores de SST estuvieron muy por debajo de las concentraciones límite propuestas en el proyecto de norma llegando a presentar, en el periodo de control más reciente, una concentración de tan solo a 89 [mg/L]. Lo anterior da cuenta de una muy buena calidad de aguas para efectos de calidad secundaria y sin riesgos de saturación o latencia.

RÍO CACHAPOAL EN SECTOR BOCATOMA 7 PUENTES (CA30)

UBICADO EN RUTA COLINAS VERDES



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa, es desde la confluencia del río Coya hasta la bocatoma 7 puentes.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

359.023 - 6.213.869

340.461 - 6.213.548

Descripción Visual

En este sector el río se encuentra intervenido con la construcción de obras civiles de captación de aguas (bocatomas) para el riego de predios agrícolas. Un total de 7 (siete) bocatomas se han construido en la ribera sur del río canalizando aproximadamente $4,2 \text{ [m}^3/\text{s]}$.

La observación de la ribera sur del río muestra que es artificial y se aprecian procesos de extracción de áridos en el cauce principal. El agua se presenta turbia, que podría estar relacionado con el movimiento de áridos y/o la ocupación del agua para regadío (excedentes).

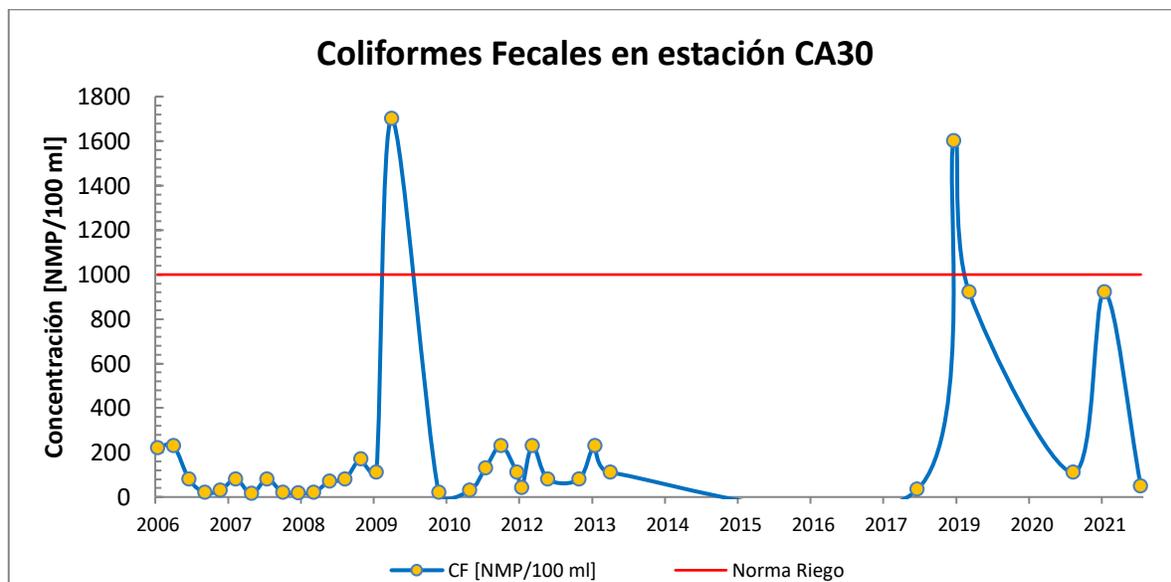


GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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.



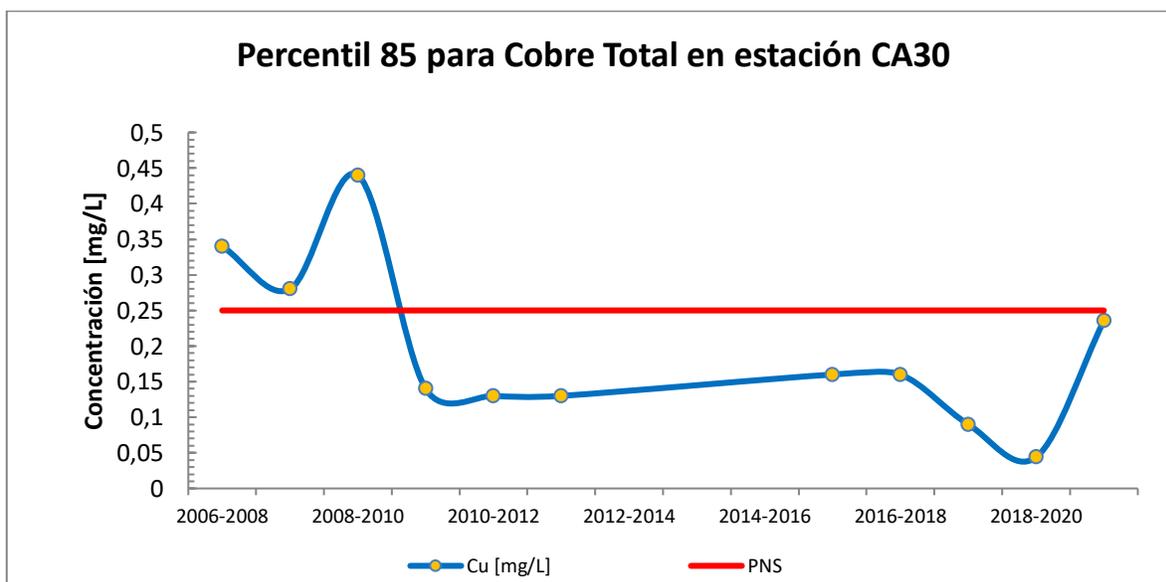
De acuerdo con el gráfico esta área de vigilancia muestra una buena condición microbiológica, siendo apta para uso de riego en la mayoría de los periodos analizados. La superación evidenciada en diciembre del año 2018 fue observada y disminuyó bajo los niveles requeridos por la norma chilena de riego durante 2 periodos consecutivos, lo cual permite riego irrestricto en el territorio asociado a CA30. Durante el último periodo, se observa un alza, un pick de 920 NMP/100 ml y luego un descenso, pero siempre bajo la norma.

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 los parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2006 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).

Cobre total:

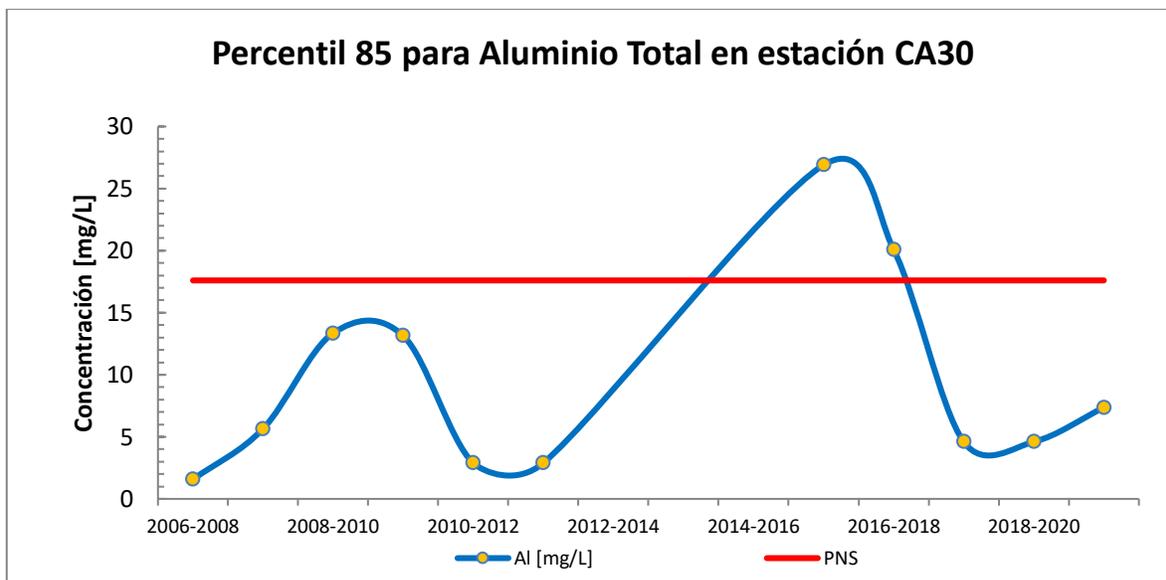
El Cobre es un metal traza de alto interés en la calidad del agua ya que presenta un doble carácter, por un lado es un metal esencial para el ser humano lo cual deriva de su incorporación a un gran número de proteínas con fines catalíticos y estructurales y por otro lado puede presentar toxicidad bioquímica en niveles superiores a 2 mg como necesidad diaria lo cual trae consigo efectos en la estructura y función de variadas biomoléculas. Sin embargo la fracción disuelta del metal es la que presenta marcada toxicidad para la vida acuática con una fuerte dependencia del pH, además de su presencia en compuestos orgánicos y la alcalinidad.



De acuerdo con lo observado en el gráfico los valores de percentil 85 para Cobre total en el área de vigilancia CA30 desde el periodo 2009-2011 han mostrado una buena calidad de aguas manteniéndose entre 0,14 y 0,04 [mg/L] para todos los periodos controlados, valores que se encuentran bajo los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria y sin riesgo de latencia. Dado lo anterior, actualmente esta área de vigilancia sería catalogada como de buena calidad para efectos de calidad secundaria. Sin embargo, durante el periodo 2019- 2021, podemos ver un alza que llega 0,25 mg/l , alcanzando el límite propuesto. Latencia, según proyecto de norma secundaria de la cuenca Rapel.

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.



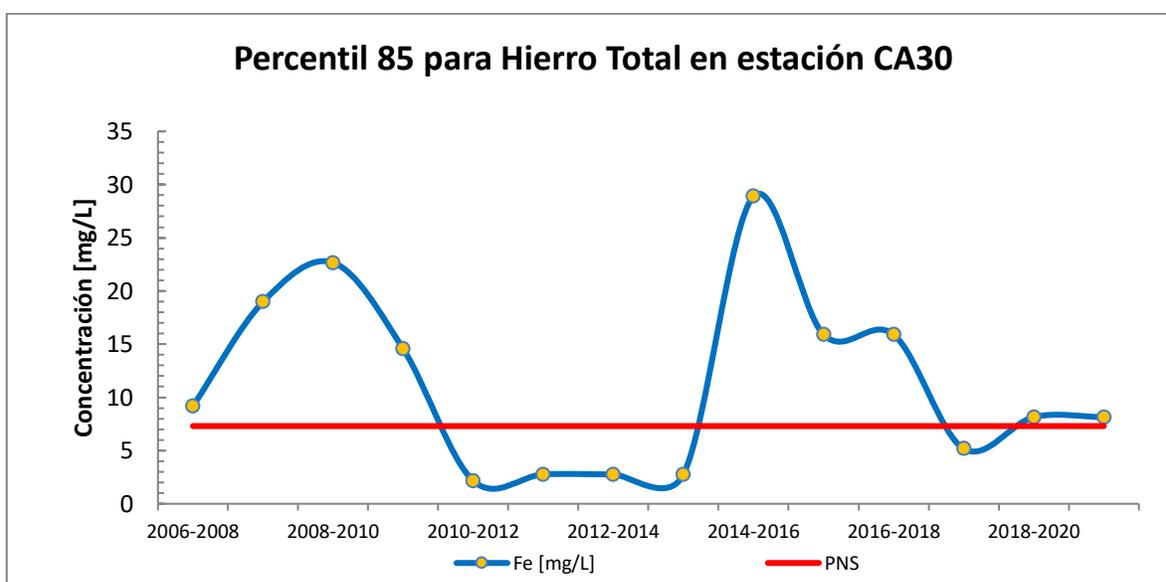
Tal como se puede apreciar en el gráfico, el comportamiento del parámetro Aluminio Total ha tenido un comportamiento irregular desde comenzadas las mediciones en el año 2006 a la fecha, pasando por periodos de saturación, latencia y buena calidad.

Si bien en la tendencia histórica se observa una trayectoria hacia el aumento de las concentraciones, para el periodo (2018-2020) se reconocen concentraciones bajas que indican una buena calidad para la mantención de las comunidades acuáticas del área. Durante el período 2019 -2021 se observa un alza de la concentración y considerando el comportamiento histórico del parámetro, se recomienda continuar las mediciones a fin de corroborar la mantención de las buenas condiciones.

Hierro total:

El hierro es un metal traza presente típicamente en los cuerpos de agua, las especies más comunes en el agua son el Fe^{+2} y Fe^{+3} . Este último (Fe^{+3}) es insoluble en ambientes aeróbicos presentándose en muy bajas su concentraciones en la columna de agua, esta situación se revierte en ambientes con pH muy bajos.

El hierro es fundamental para los animales ya que interviene en la formación de hemoglobina, sin embargo puede llegar a ser altamente tóxico para algunos peces. Con respecto a su efecto sobre las plantas en general el Fe no es tóxico para estas, pero puede afectar la disponibilidad de fósforo y molibdeno.

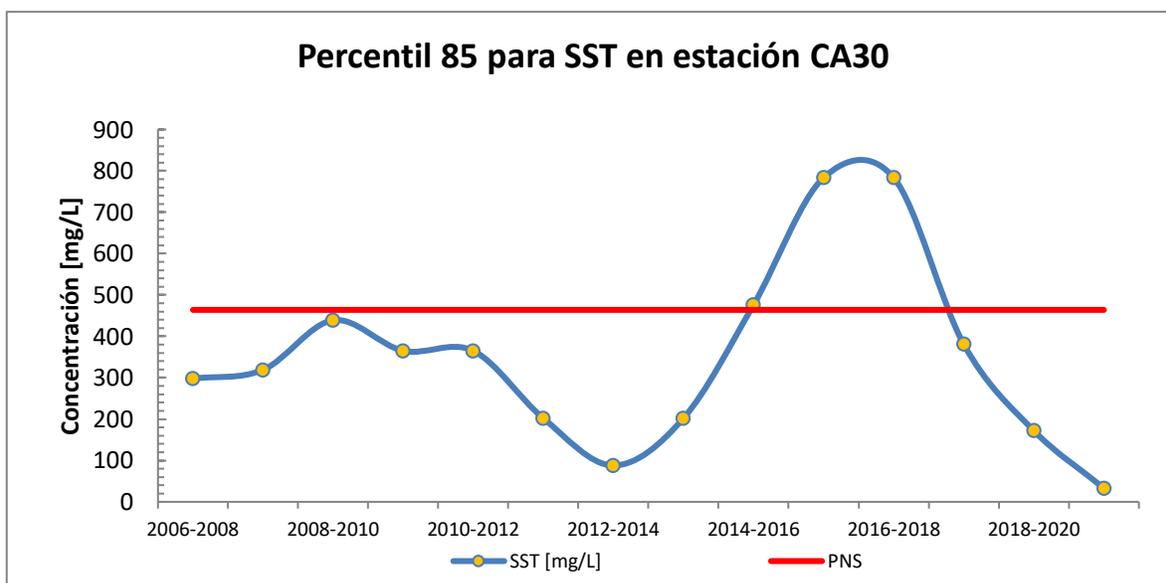


Según lo observado en el gráfico el comportamiento histórico del parámetro Hierro Total en el área de vigilancia CA30 no ha mostrado una clara tendencia variando entre situaciones de cumplimiento y superación de los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria. Si bien, a partir del periodo 2014-2016 se observa una clara y sostenida tendencia a la disminución en los niveles de hierro, en la actualidad 2019-2021 su concentración llega hasta los 8,147 [mg/L] con lo cual CA30 entraría nuevamente en estado de saturación si el proyecto de norma se encontrase vigente.

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 denotan el 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.

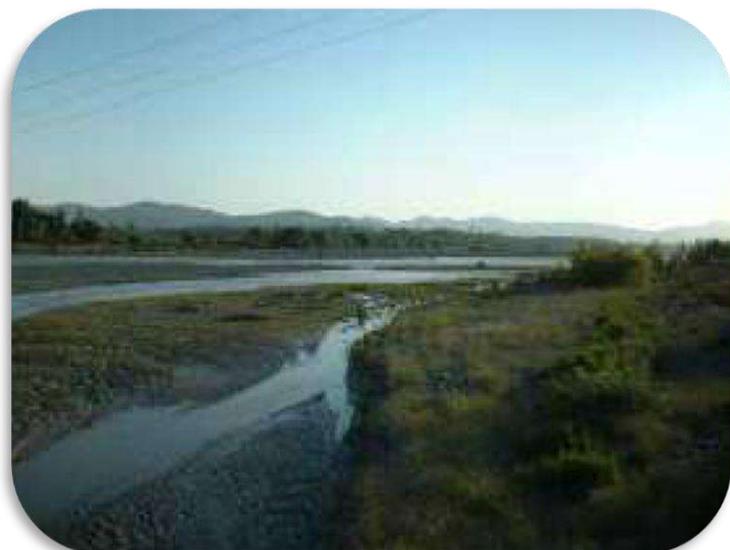


Como se puede apreciar en el gráfico, los valores de percentil 85 para las concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales, en el área de vigilancia evaluada muestran una desfavorable evolución en cuanto a la calidad de sus aguas, pasando de presentar una situación de buena calidad entre los periodos 2006-2008 a 2013-2015 a mostrar un irregular comportamiento variando entre situaciones de cumplimiento y saturación de los límites propuestos por el proyecto de norma desde 2015-2017 a la actualidad.

En cuanto al periodo 2019-2021, se observó un descenso en la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (calculada como percentil 85) de 33 [mg/L] con lo que se sigue una tendencia hacia el cumplimiento de límites del proyecto de norma. Dado lo anterior se recomienda continuar con el monitoreo del parámetro para verificar la mantención de estas buenas condiciones de calidad secundaria.

RÍO CACHAPOAL AL EN SECTOR PUENTE COINCO (CA40)

UBICADO EN LA COMUNA DE COINCO



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la bocatoma 7 puentes hasta puente Coinco en el sector cruce Doñihue-Coinco.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

340.461 - 6.213.548
320.364 - 6.209.760

Descripción Visual

El río muestra una amplia caja hidráulica, una ribera natural con vegetación del tipo arbustiva y arbórea. El cauce presenta aguas turbias y un sustrato pedregoso. Esta área de vigilancia se encuentra influenciada por el estero La Cadena.

Actividades del Tramo

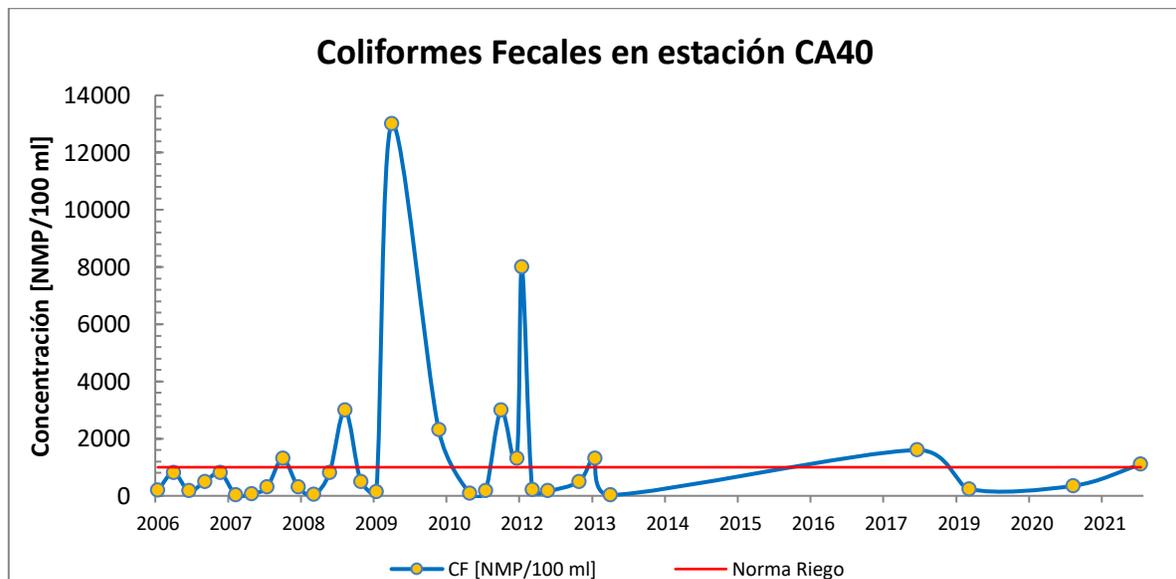
Este tramo se caracteriza principalmente por un amplio desarrollo agrícola.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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.



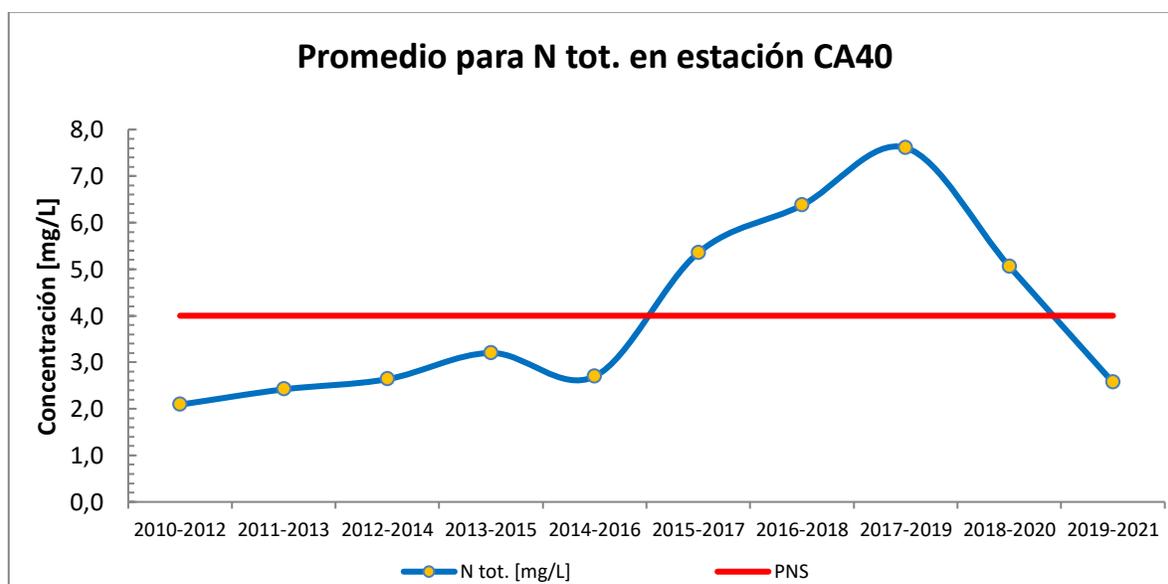
Si observamos, desde el año 2013 se evidencia una constante condición de buena calidad de aguas del punto de vista microbiológico, lo cual permite riego irrestricto en el área asociada al área CA40. A pesar de que la medición correspondiente al año 2018 evidenció una leve alza en las concentraciones, esta situación fue revertida durante el año 2019, por lo que la concentración se encuentra bajo la norma de referencia usada para el uso de riego. Sin embargo, durante el período 2019-2021, podemos apreciar como el parámetro va al alza, hasta llegar a 1000 NMP/ 100 ml. Se sugiere continuar el monitoreo. Al mantener la condición indicada en el último período de control (tramo 2019-2021), la calidad del agua no es apta para riego irrestricto.

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 2006 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.



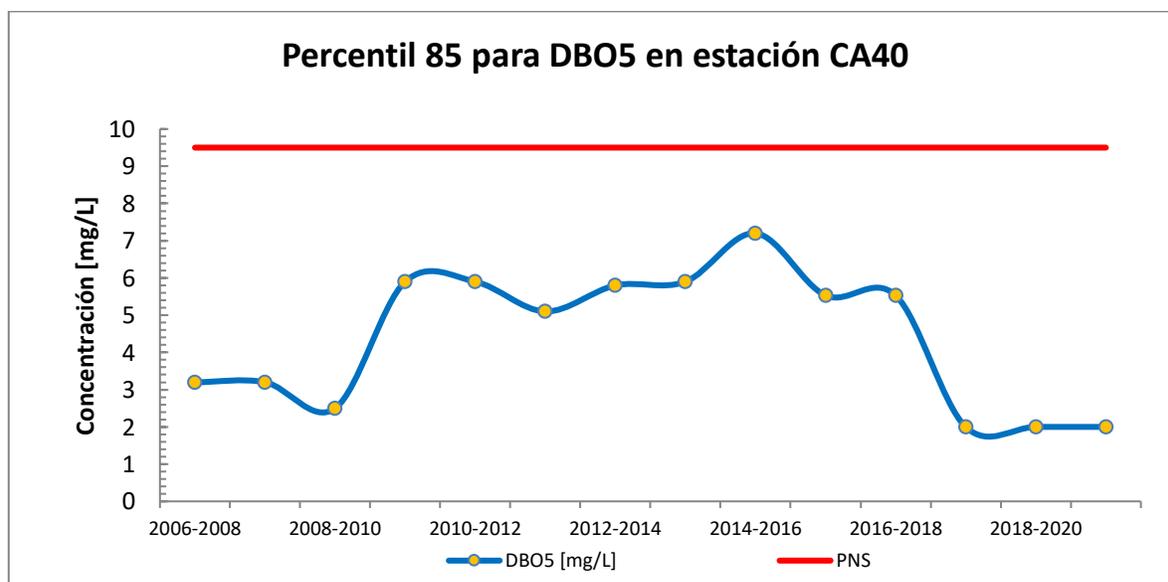
Como se observa en el gráfico las concentraciones de Nitrógeno Total evidencian un claro desmejoramiento de la calidad de aguas en el área evaluada, pasando de presentar una situación de buena calidad entre los periodos 2010-2012 a 2014-2016 a presentar elevadas concentraciones de nutrientes las cuales superan los límites propuestos por el proyecto de norma desde 2015-2017 a la actualidad.

En cuanto al periodo 2018-2020, se observaron concentraciones de Nitrógeno total cercanas a 5 [mg/L] con lo cual se mantiene la condición de saturación del área.

Para el periodo 2019-2021, observamos se mantiene la tendencia a la baja de este parámetro, llegando a 2,6 [mg/L].

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



Como se observa, la DBO5 se ha mantenido constante a lo largo de los años, bajo los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel. Específicamente para la temporada 2016- 2018 y la actual 2019-2021 se ha mantenido en una meseta, indicando baja cantidad de compuestos orgánicos biodegradables para este sector.

RÍO CACHAPOAL EN SECTOR PUENTE PEUMO (CA50)

UBICADO EN LA COMUNA DE PEUMO, RUTA H66



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde el puente Coinco hasta el puente Peumo.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

320.364 - 6.209.760

303.767 - 6.190.259

Descripción Visual

El río presenta una caja hidráulica de grandes proporciones, las riberas están dominadas por una vegetación de tipo arbustiva.

El cauce se caracteriza por sus aguas turbias, capacidad para un gran caudal, un flujo laminar y un sustrato del tipo pedregoso.

Actividades del Tramo

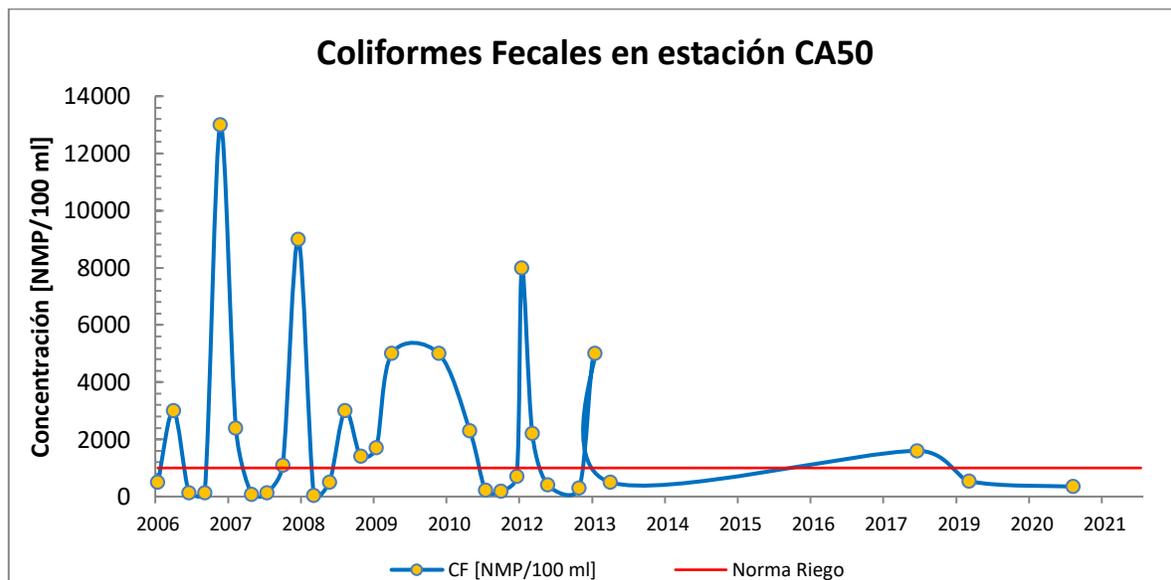
En este tramo se aprecia la influencia del río Claro, proveniente de la subcuenca Claro. Los principales usos en la zona de muestra son extracción industrial de áridos y captación de aguas para riego.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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.



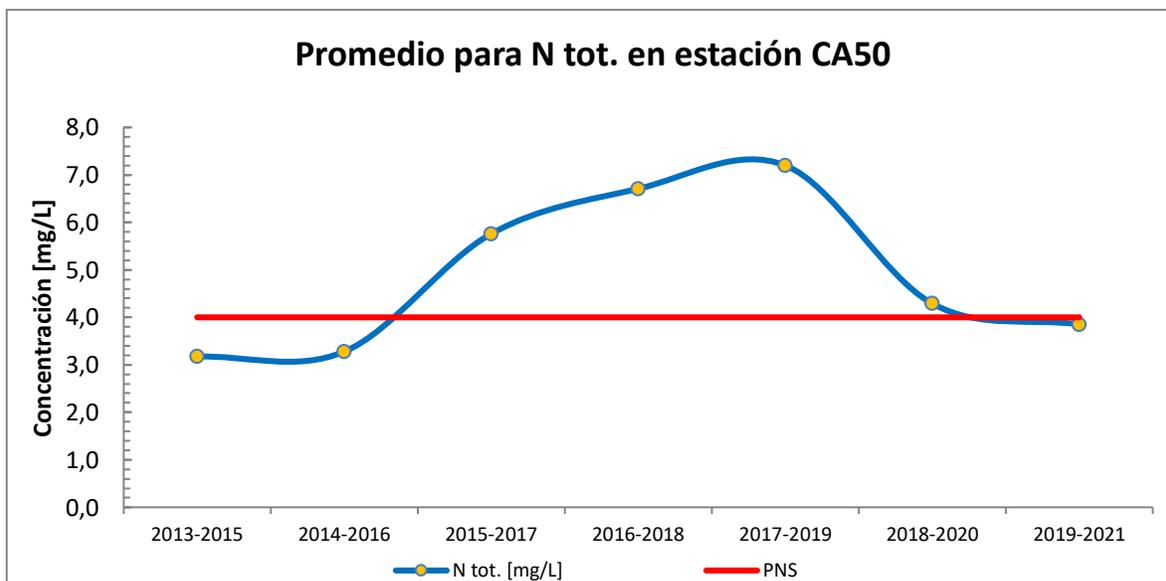
Según el gráfico, desde el año 2013 se evidencia una constante condición de buena calidad de aguas del punto de vista microbiológico, lo cual ha permitido riego irrestricto en el área de vigilancia CA50. A pesar de que una medición correspondiente al año 2018 evidenció una leve alza en las concentraciones, con lo cual se superaron los límites de la norma chilena NCh1333/78 para usos del agua en riego, en los 2 periodos siguientes se regresó a la situación de buena calidad observada en años anteriores. En la actualidad (2020) se registra un valor de 350 [NMP/100ml] de Coliformes Fecales, lo cual da las condiciones para riego irrestricto en CA50, sin embargo, se requiere mantener las mediciones para constatar la mantención de estas condiciones.

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 2006 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:

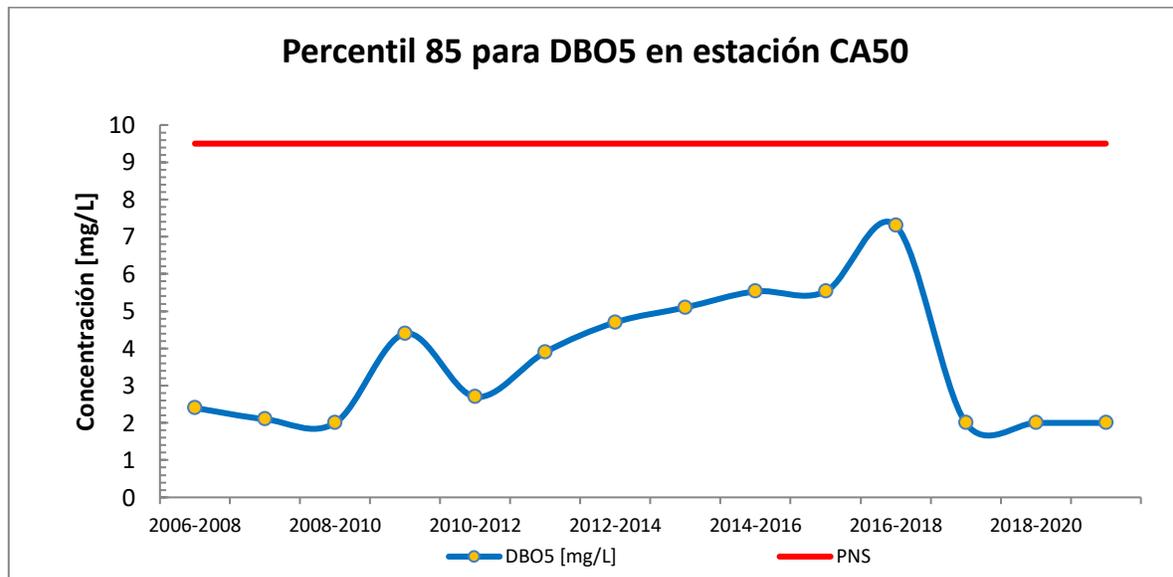
El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales 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, para el área de vigilancia evaluada, los valores de promedio para las concentraciones de Nitrógeno Total muestran una desfavorable evolución en cuanto a la calidad de aguas, pasando de presentar una situación de buena calidad en los periodos 2014-2016 a mostrar valores por sobre los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria desde el periodo 2015-2017 a la fecha. Si bien para el periodo 2018-2020, se observa una disminución en las concentraciones respecto a las mediciones previas, y para el periodo 2019-2021 las concentraciones están levemente bajo la norma, éstas aún siguen estando en los límites del mencionado proyecto de norma, lo anterior evidencia que el tramo CA50 se encontraría en estado de saturación para efectos de calidad secundaria y con posibles riesgos de eutrofización.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



A partir del gráfico se puede observar que la DBO5 se ha mantenido en niveles relativamente constantes a lo largo de los años, siempre bajo los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel. Para la temporada 2018-2020 esta variable evidencia una mayor disminución que en periodos anteriores, lo que indica baja cantidad de compuestos orgánicos biodegradables para este sector. Durante la temporada 2019-2021, la variable se mantuvo en idéntico valor a la medición anterior.

RÍO CACHAPOAL EN PUENTE ARQUEADO (CA60)

UBICADO EN LA COMUNA DE LAS CABRAS



Descripción General

La estación se ubica en la parte baja de la cuenca del río Cachapoal.

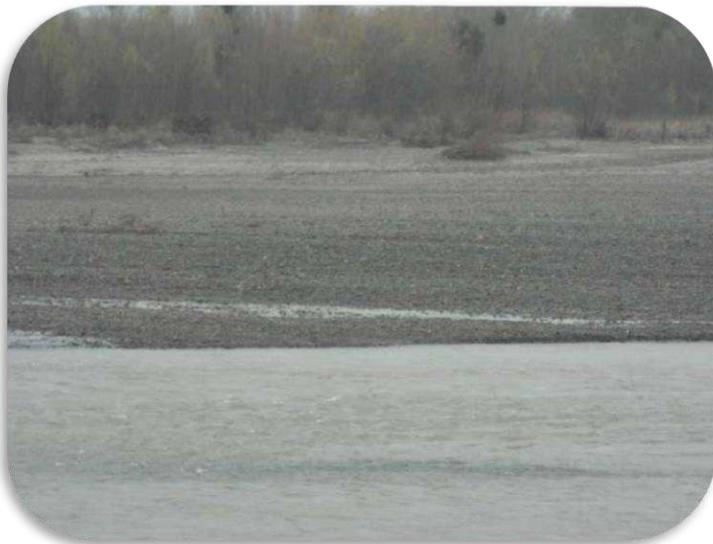
El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde el puente Peumo hasta la confluencia del río Tinguiririca y el ingreso al embalse Rapel.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

303.767 - 6.190.259
278.253 - 6.205.362

Descripción Visual

Se observa la predominancia de clastos de tamaño inferior a las estaciones aguas arriba, con un tamaño medio aproximado de 8 cm. Estas acumulaciones se encuentran intercaladas con parches de arena. Se observa también una cantidad importante de sedimentos finos que son transportados en suspensión.



Actividades del Tramo

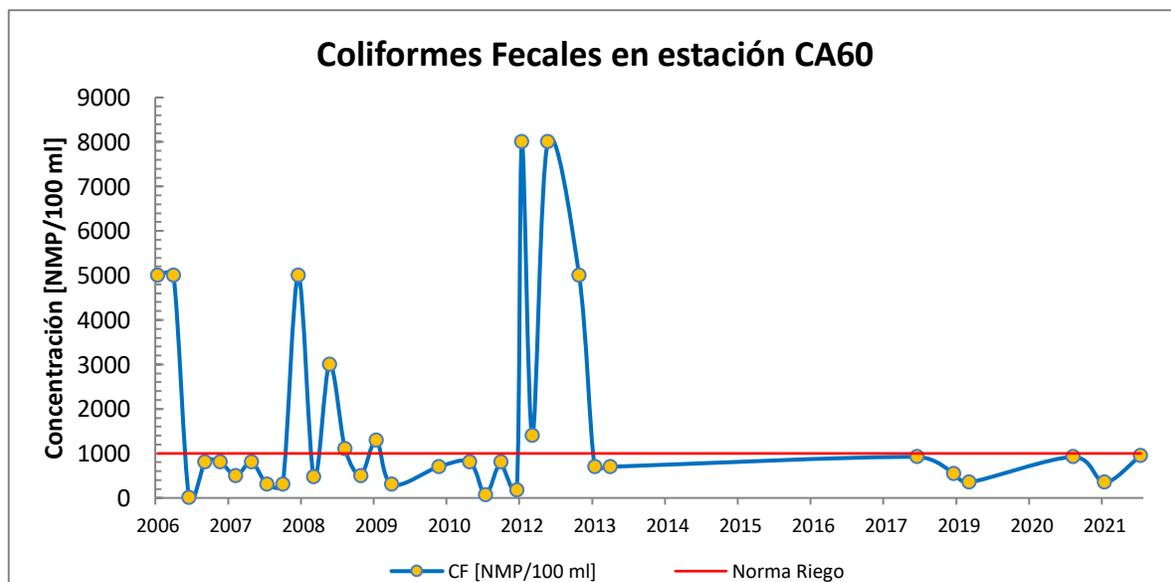
Predomina la actividad agrícola.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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 muestra en el gráfico el área de vigilancia evaluada históricamente se caracterizó por tener altos niveles de coliformes fecales, sin embargo, a partir del año 2013 la contaminación microbiológica se ha mantenido controlada y dentro de niveles aceptables que aseguran una buena calidad de aguas para riego. De esta forma, y tal como ha sucedido desde 2014, en la actualidad 2019-2021, CA60 se encuentra al límite sugerido por la norma chilena NCh1333/78 para usos del agua en, con una concentración de 1000 [NMP/100 ml].

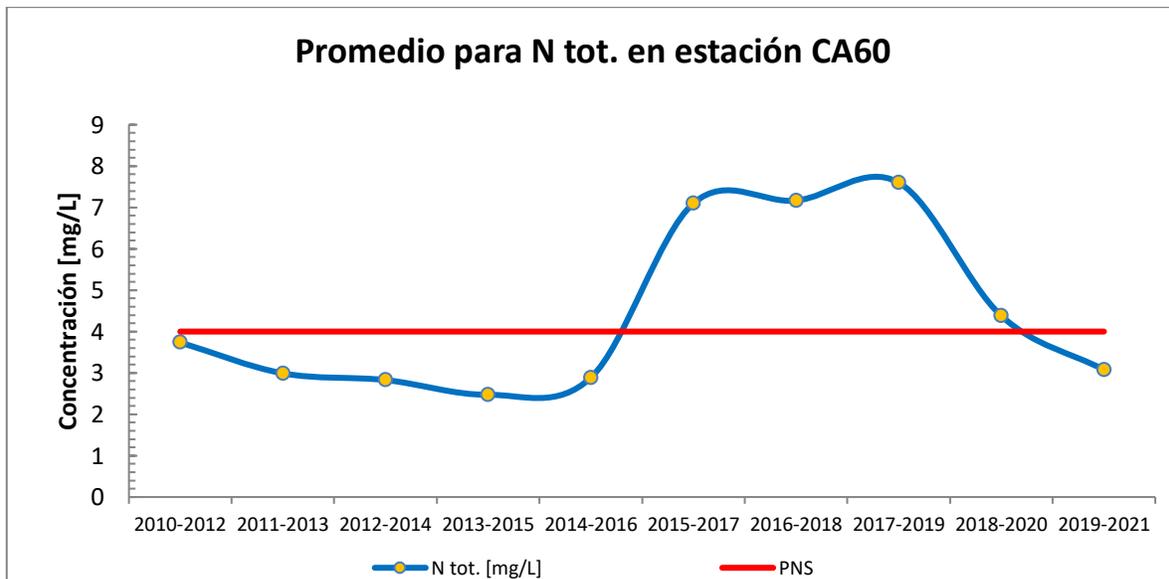
Se recomienda mantener las mediciones para asegurar los estándares de calidad que aseguran buenas condiciones para el riego de cultivos que crecen a ras de suelo y se consumen crudos.

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 2006 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.



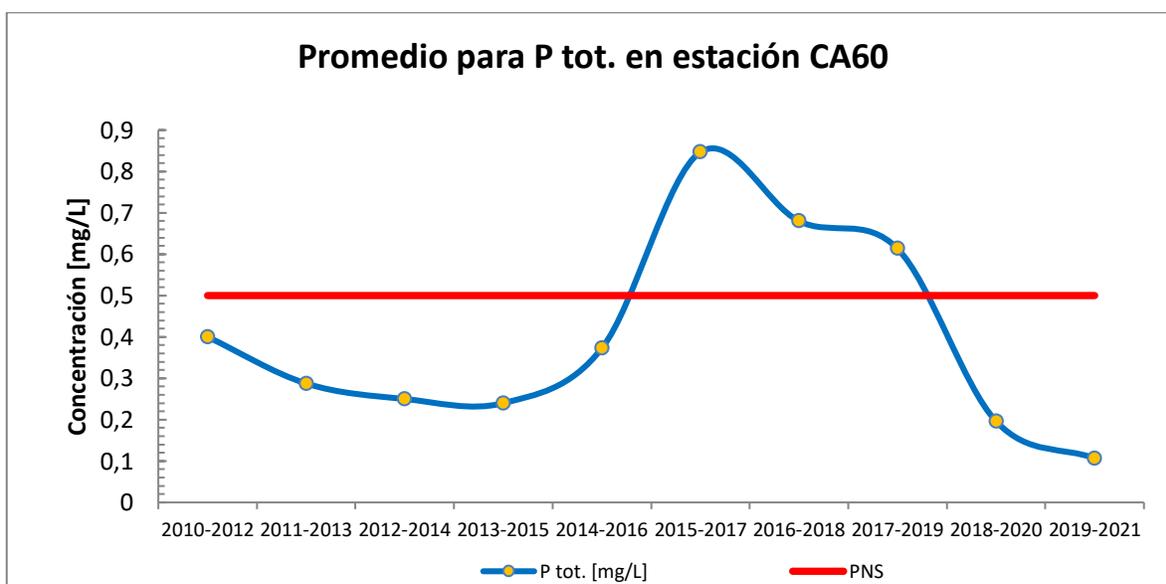
Como se puede apreciar en el gráfico los valores de promedio para Nitrógeno Total en la estación CA60 han presentado un comportamiento variable, pasando por periodos de cumplimiento, latencia y saturación.

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.

Durante el período actual 2019-2021, podemos observar que los valores 3,075 mg/L, se encuentran por debajo de los límites propuestos 4 mg/L. Se recomienda continuar con el monitoreo.

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.



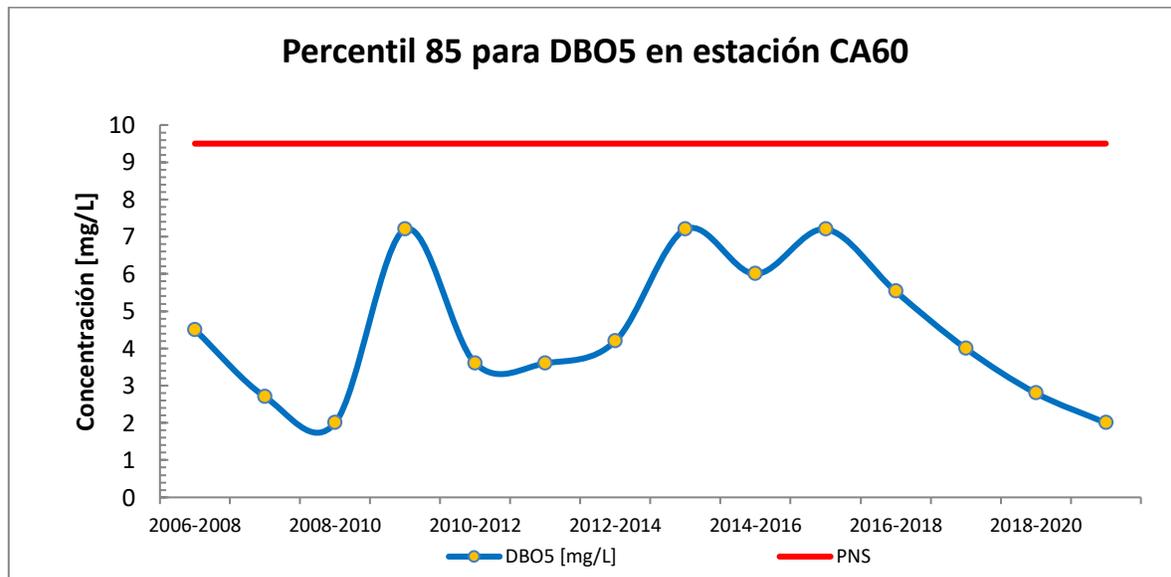
Según lo observado en el gráfico el comportamiento histórico de Fósforo Total en el área de vigilancia CA60 no ha mostrado una clara tendencia, variando entre situaciones de cumplimiento y superación de los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria.

Para el periodo 2018-2020, luego de haber pasado por 3 periodos de control consecutivos con altas concentraciones de Fósforo Total, se ha vuelto a una situación de buena calidad para efectos de calidad ambiental, llegando hasta los 0,196 [mg/L]. Situación que sigue mejorando durante la medición 2019-2021, llegando a un valor de 0,106 [mg/L].

Dado lo anterior, si bien en la actualidad CA60 se muestra como un área con buena calidad de aguas, se recomienda un monitoreo continuo a fin de controlar posibles alzas en las concentraciones de Fósforo Total.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



Como se puede apreciar en el gráfico, los niveles de DBO5 se ha mantenido constantemente bajo de los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel, sin observarse riesgos de latencia ni superación.

Específicamente para los últimos períodos de control, esta variable ha disminuido respecto a períodos anteriores llegando a 2,8 [mg/L] en 2018-2020 y a 2 [mg/L] en 2019- 2021, lo que indica baja cantidad de compuestos orgánicos biodegradables para este sector.

RÍO CLARO EN SECTOR LAS NIEVES (CL10)

UBICADO EN LA COMUNA DE RENGO, FUNDO LAS NIEVES



Descripción General

La estación se ubica en la precordillera de la subcuenca del río Claro.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la naciente del río Claro hasta el sector Las Nieves en hacienda Las Nieves.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

357.010 - 6.175.853
342.816 - 6.182.035

Descripción Visual

En este punto el río se encuentra encajonado con una ribera natural de tipo rocosa y con vegetación arbórea. El cauce muestra una alta pendiente, por tanto, se aprecia una alta velocidad de corriente, turbulenta y con un alto caudal, a pesar de lo anterior las aguas se presentan claras.



Actividades del Tramo

Este tramo en general no representa actividad antrópica y se encuentra en un área privada, no obstante aguas arriba han existido prospecciones mineras actualmente sin actividad. Actualmente existe un tranque de regulación de aguas para riego.

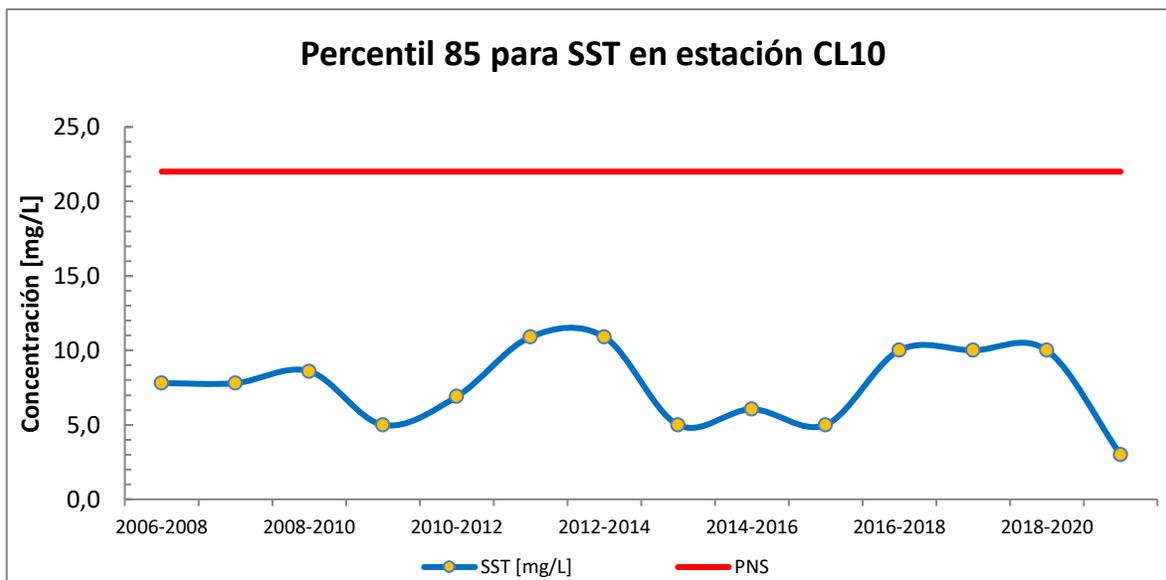
ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

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 2006 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).

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.

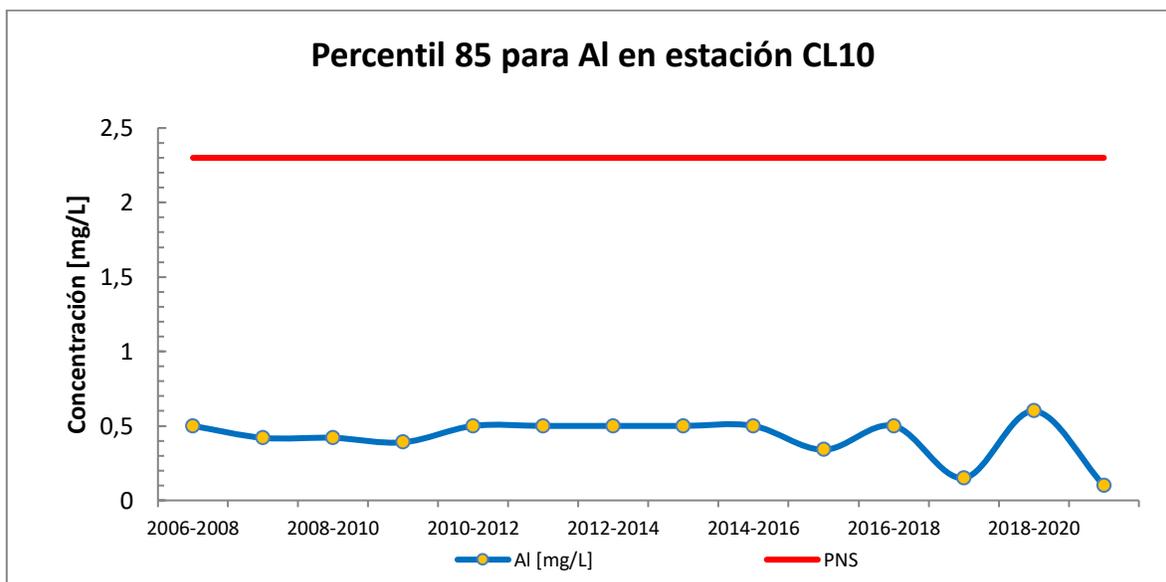


Según lo presentado en el gráfico los valores de percentil 85 para Sólidos Suspendidos Totales en el área de vigilancia CL10 han mostrado históricamente una buena calidad de aguas manteniéndose bajo 11[mg/L] para todos los periodos controlados, valores que se encuentran por debajo de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria y sin riesgo de latencia ni superación. De esta forma, actualmente éste tramo sería catalogado como de buena calidad para efectos de calidad

secundaria, siendo la medición del período 2019-2021 3[mg/L], la más baja desde la medición del año 2006.

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.



Tal como se observa en el gráfico, las concentraciones de Aluminio se han encontrado en niveles muy por debajo de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria de calidad de aguas para la cuenca Rapel.

Para el periodo de control actual se mantiene la tendencia histórica de este parámetro, con lo cual se puede catalogar a esta área de vigilancia como de buena calidad para efectos de calidad secundaria respecto del parámetro Aluminio. Dado el comportamiento del parámetro en todos los períodos de control, se recomienda disminuir la frecuencia de control.

RÍO CLARO EN CARRETERA 5 SUR (CL20)

UBICADO EN LA COMUNA DE RENGO, SECTOR LO CARTAGENA



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la subcuenca del río Claro.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde el sector Las Nieves hasta la confluencia con el estero Tipaume.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

342.816 - 6.182.035
328.657 - 6.194.703

Descripción Visual

En este sector el río se encuentra intervenido con la construcción de obras civiles de captación de aguas (bocatomas) para el riego de predios agrícolas.

En este sitio de muestreo el río presenta una ribera con una abundante vegetación arbustiva exótica.

Las características del cauce muestran velocidad de corriente baja.

Actividades del Tramo

Sector predominantemente agrícola, con alguna actividad pecuaria.

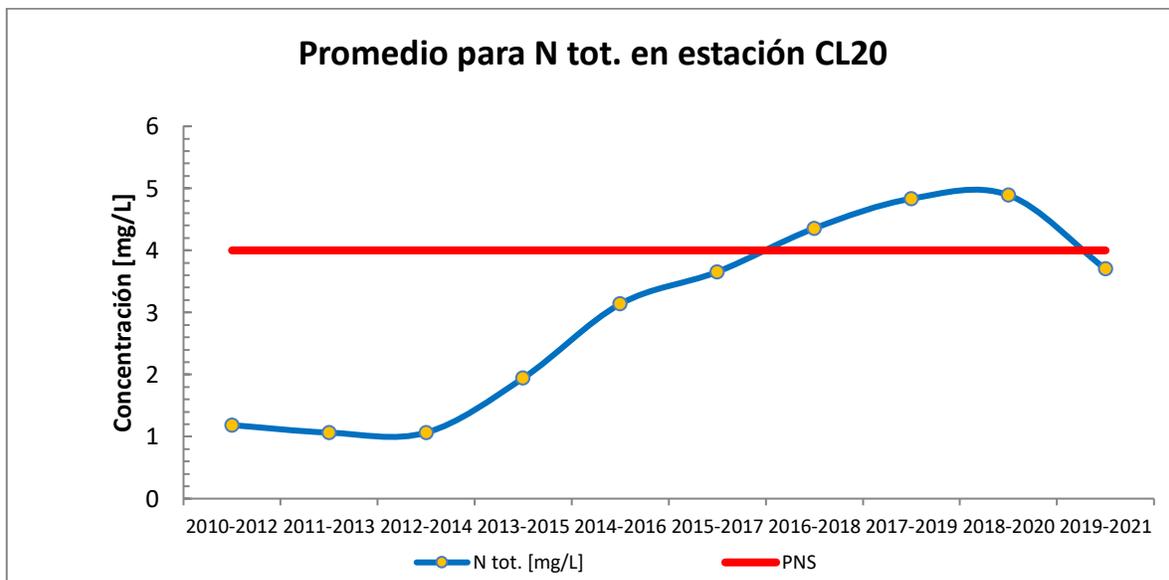


ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUAS

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 los parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2006 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.

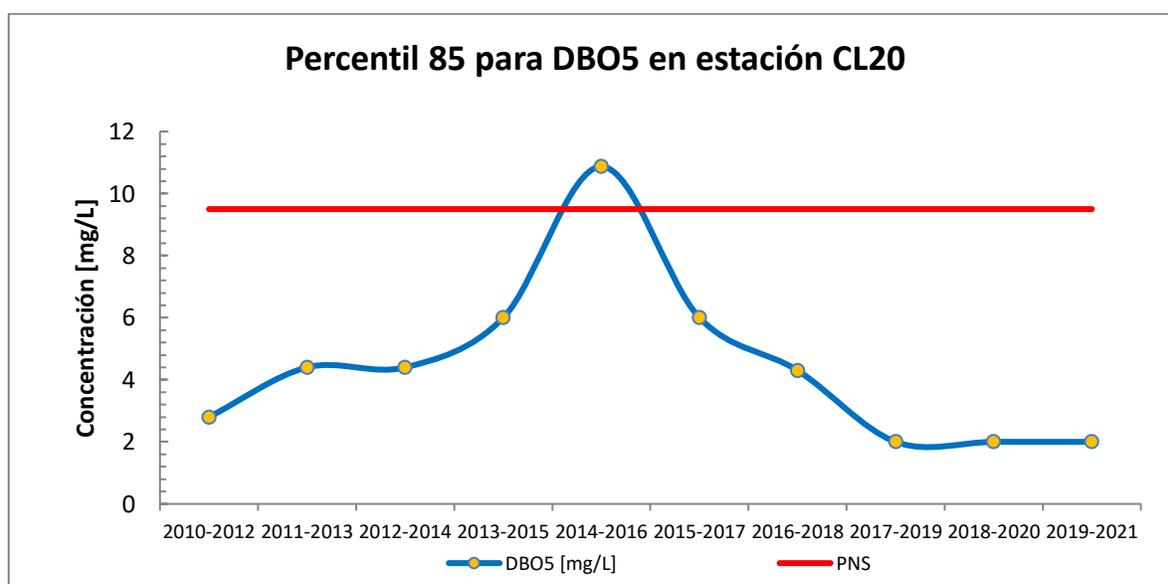


Como se puede apreciar en el gráfico, y al igual como ocurre con el parámetro Coliformes Fecales, los valores de promedio para Nitrógeno Total en la estación CL20 han presentado una clara tendencia al alza, evidenciando para el período actual un estado de saturación del sistema, superando límites propuestos por el proyecto de norma secundaria y catalogando a esta área como de mala calidad para efectos de calidad secundaria y con potenciales riesgos de eutrofización.

Durante esta última medición 2019-2021, podemos evidenciar una baja del parámetro, pasando de 4,89 [mg/L] a 3,7 [mg/L] posicionándolo bajo el límite propuesto. En estado de Latencia.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



Tal como se puede apreciar en el gráfico, los niveles de DBO5 en el área de vigilancia CL20, 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 del periodo 2014-2016.

Tanta para el periodo 2018-2020 como para el 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 CL20 se encuentra con una buena calidad de aguas para efectos de calidad ambiental, respecto del parámetro DBO5.

RÍO CLARO EN SECTOR ZÚÑIGA (CL30)

UBICADO EN LA COMUNA DE SAN VICENTE, EN PUENTE ZÚÑIGA



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la sub cuenca del río Claro.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la confluencia con el estero Tipaume hasta la confluencia con el río Cachapoal.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

328.657 - 6.194.703
304.386 - 6.191.358

Descripción Visual

En este sitio de muestreo el río presenta una ribera con una abundante vegetación arbustiva exótica. Las características del cauce muestran un alto caudal y velocidad de corriente moderada. Sus aguas son turbias con una alta carga de sedimentos finos que son transportados por suspensión principalmente de las descargas de excedentes de aguas de riego agrícola.



Actividades del Tramo

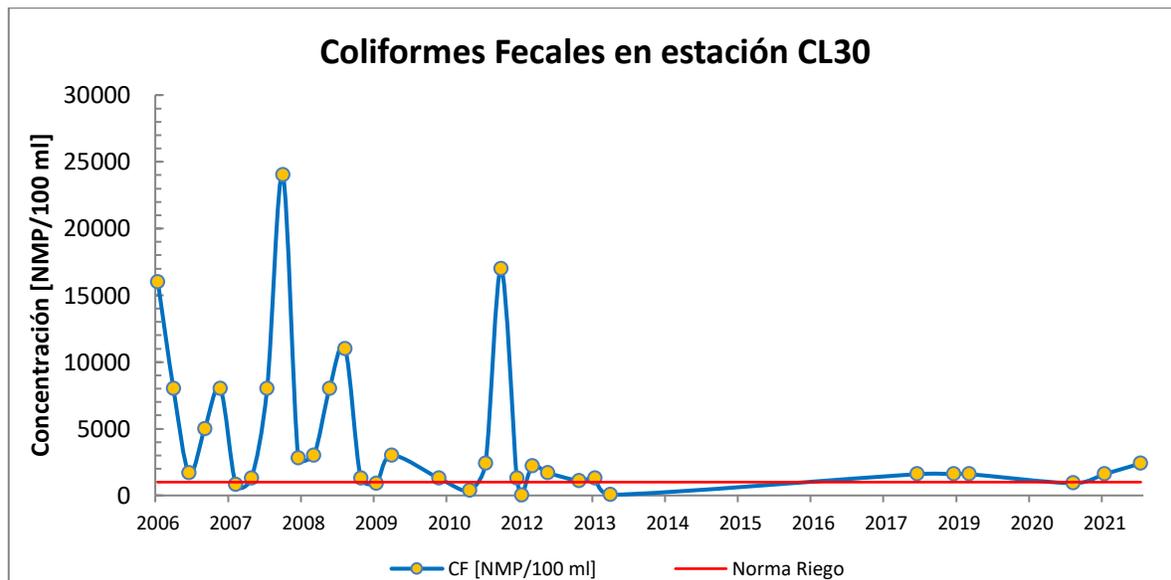
Predomina la actividad agrícola.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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 observado en el gráfico, en términos generales los niveles de coliformes fecales en esta área de vigilancia reflejan un comportamiento irregular respecto de la calidad microbiológica de las aguas observándose superaciones intermitentes en la mayoría de los periodos de control.

Para el año 2020 las concentraciones de coliformes fecales disminuyeron hasta los 920 [NMP/100ml], llegando a la primera situación de cumplimiento de la norma NCh1333 desde 2017.

Para la medición 2021, el parámetro se volvió a elevar, llegando a 2400 [NMP/100MI].

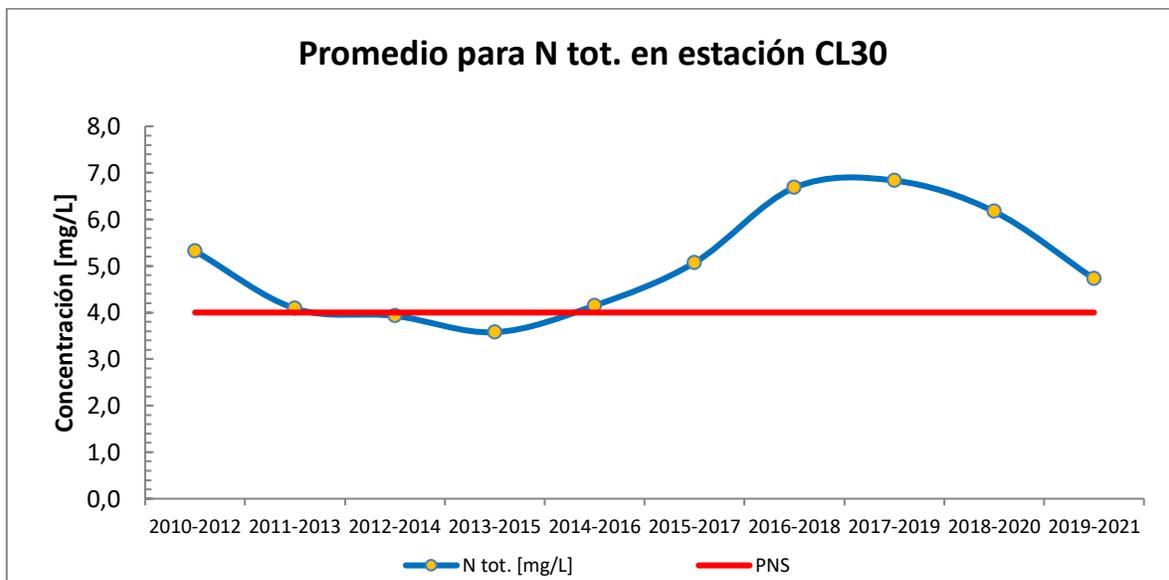
Es necesario mantener un monitoreo contante debido a sus fluctuaciones.

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 los parámetros, considerando un periodo de evaluación desde el año 2006 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:

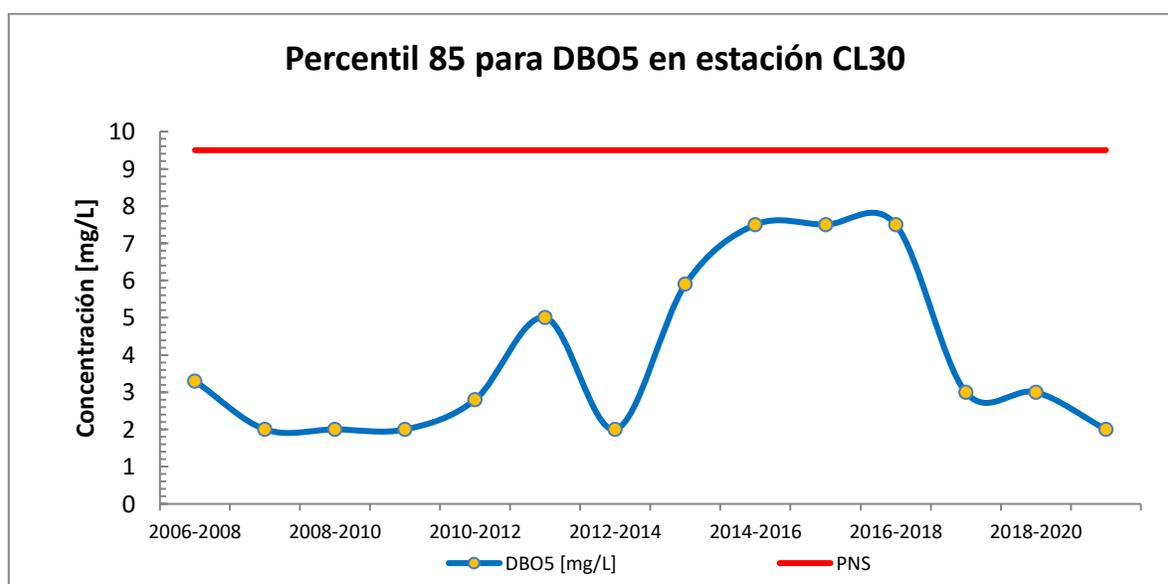
El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales 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 promedio para Nitrógeno Total en la estación CL30 han presentado un comportamiento variable, pasando por periodos de cumplimiento, latencia y saturación. Desde el período 2014-2016 se evidencia un estado de saturación, superando los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria, catalogando a esta área como de mala calidad para efectos de calidad secundaria y con potenciales riesgos de eutrofización. Dado lo anterior se recomienda verificar las posibles causas de alzas de concentración, evitando mantener la actual condición de saturación.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



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, 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 LA CADENA EN SECTOR PUNTA DE CORTÉS (LC10)

UBICADO EN LA COMUNA DE RANCAGUA, RUTA RANCAGUA-DOÑIHUE, EN SECTOR PUNTA DE CORTÉS, EN PUENTE LA CADENA



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la naciente del Estero La Cadena (junta entre Estero Machalí y Estero Las Delicias) hasta la confluencia del río Cachapoal.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

342.161 - 6.224.229
330.157 - 6.215.179

Descripción Visual

El estero La Cadena presenta riberas con una abundante vegetación del tipo arbórea, sus aguas son extremadamente turbias lo que muestra un importante arrastre de sedimentos. El cauce presenta un flujo laminar de sus aguas con un caudal moderado. Se aprecia la constante liberación de gases desde los sedimentos asociados a la descomposición orgánica de los mismos.

Actividades del Tramo

Este tramo es predominantemente agropecuario. No obstante recoge las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas más grande de la región.

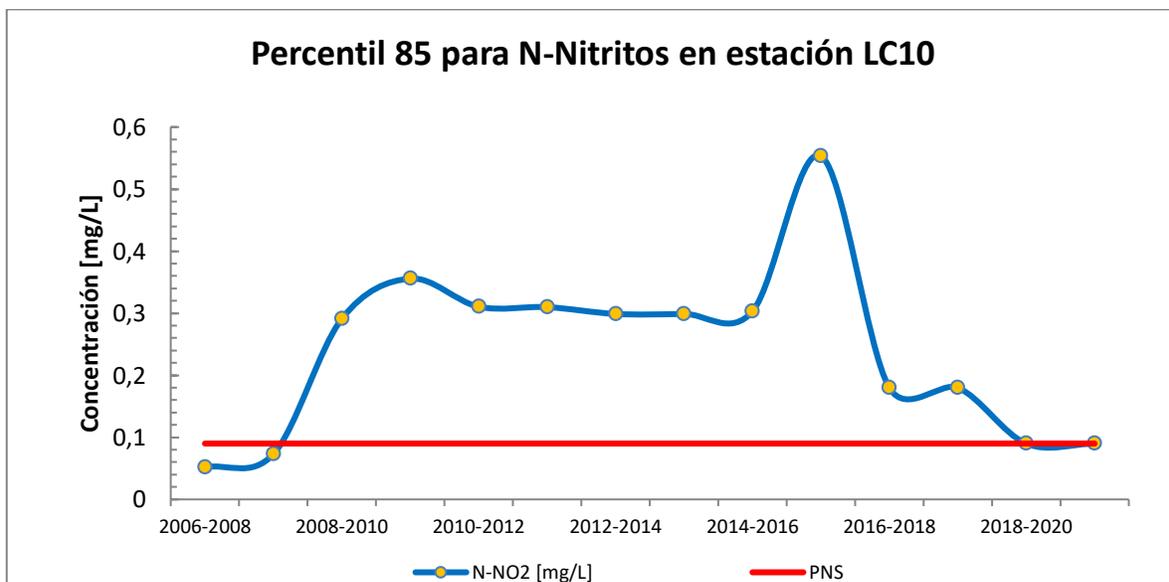
Al mantener la condición indicada en el último período de control (tramo 2019-2021), la calidad del agua, no es apta para el riego irrestricto.

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 2006 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).

Nitritos:

Los nitritos (NO₂⁻) son iones muy reactivos, solubles en agua y que se encuentran en un estado de oxidación intermedio entre el amoníaco y el nitrato. La presencia de nitritos en el agua es un indicativo de contaminación fecal reciente. En concentraciones entre 0,1 y 0,9 [mg/l] puede presentar problemas de toxicidad dependiendo del pH y en concentraciones por encima de 1,0 [mg/l] son totalmente tóxicos y representan un impedimento para la vida de los peces y el desarrollo normal del entorno acuático.

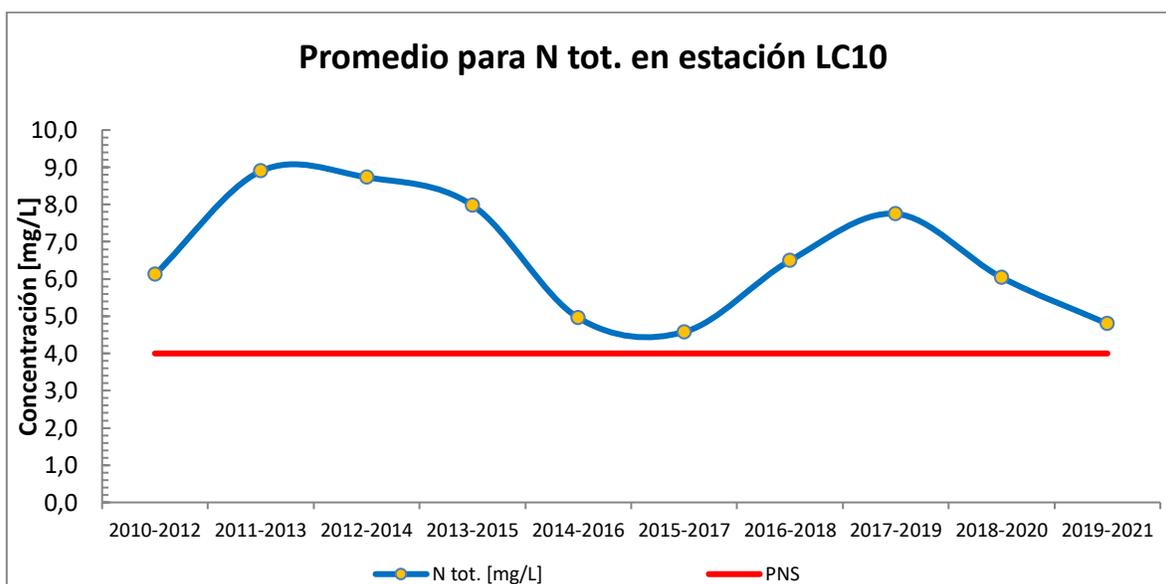


De acuerdo a lo mostrado en el gráfico los valores de percentil 85 para Nitrito históricamente han sido altos, presentando constantemente niveles sobre lo propuesto en el proyecto desde el periodo 2008-2006, indicando una condición de saturación en el tramo evaluado. Sin embargo, pese a las altas concentraciones, en los últimos 3 periodos de control, la calidad de las aguas han mostrado una clara mejora, llegando hasta los 0,09 [mg/L] en 2020 y 2021.

Si bien la concentración de Nitritos ha disminuido, para el periodo actual esta coincide con los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria de calidad ambiental para la cuenca Rapel, por lo cual aún se mantendrían las condiciones de saturación con el consecuente riesgo para la supervivencia de las comunidades acuáticas de la zona.

Nitrógeno Total:

El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH_4^+ , NO_2 y NO_3 . 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.

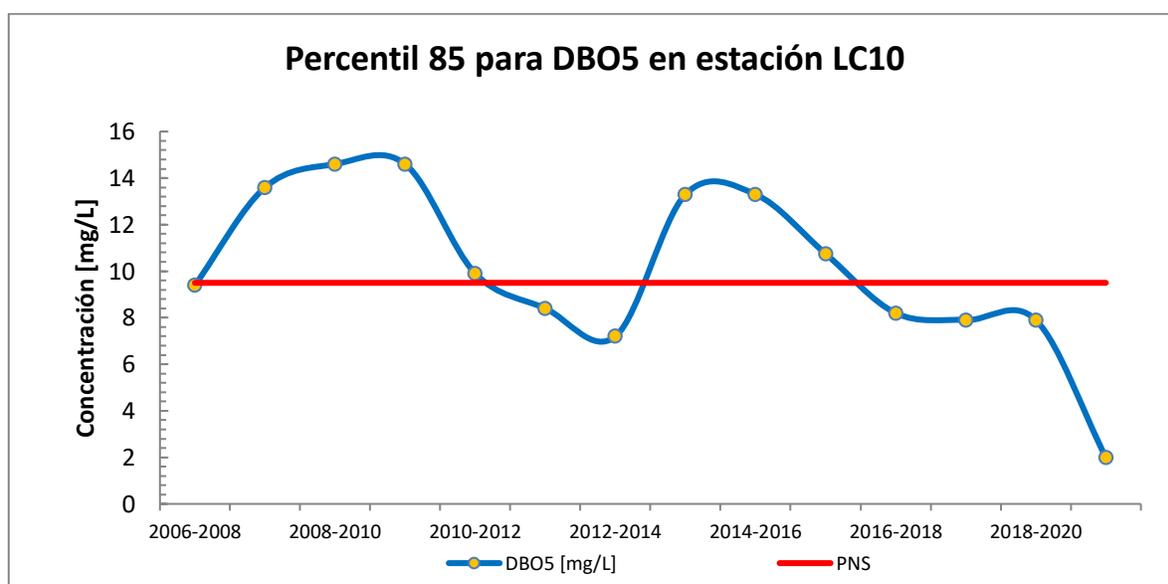


Como se muestra en el gráfico, para el área de vigilancia evaluada los valores de promedio para Nitrógeno Total dan cuenta de una mala calidad de aguas, ya que desde que comenzaron las campañas de muestreo (2010-2012) hasta el período actual (2019-2021), la concentración de Nitrógeno ha superado constantemente los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria.

Como consecuencia de esto y considerando los niveles de Nitrógeno Total observados en los últimos periodos controlados, es posible inferir que en la zona estudiada exista un potencial riesgo de eutrofización de sus aguas, alterando significativamente las posibilidades de supervivencia de las comunidades acuáticas presentes en el tramo.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



Tal como se muestra en el gráfico el área de vigilancia evaluada históricamente se ha caracterizado por tener altos niveles de DBO5, sin embargo, a partir del periodo de control 2016-2018 las concentraciones de este parámetro se han mantenido controladas y dentro de niveles aceptables que aseguran una buena calidad de aguas para efectos de calidad secundaria.

De esta forma, y tal como ha sucedido en los 2 periodos de control anteriores, en el período 2018-2020, LC10 se mantiene dentro de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria, con una concentración de 7,9 [mg/L], ingresando a un estado de latencia. Llegando en el período 2019-2021 a una concentración menor aun, de 2 [mg/L].

Considerando lo anterior, se recomienda mantener un control constante en el área.

ESTERO ANTIVERO EN SECTOR LAS TRUCHAS (AV10)

UBICADO EN EL LÍMITE DE LAS COMUNAS DE MALLOA Y SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA, SOBRE EL PUENTE LAS TRUCHAS EN CARRETERA H66



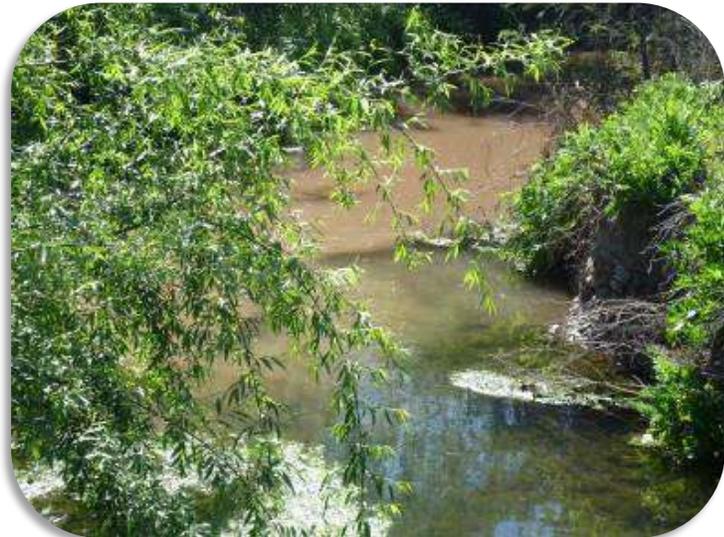
Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la naciente del Estero Antivero hasta la confluencia con el Estero Zamorano (como tributario ribera sur).

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

346.655 - 6.173.731
319.198 - 6.185.192



Descripción Visual

En esta área de vigilancia, las riberas son de tipo artificial intervenido con actividad antrópica y vegetación de tipo arbustiva.

El cauce presenta aguas turbias de bajo caudal y velocidad de corriente moderada.

Actividades del Tramo

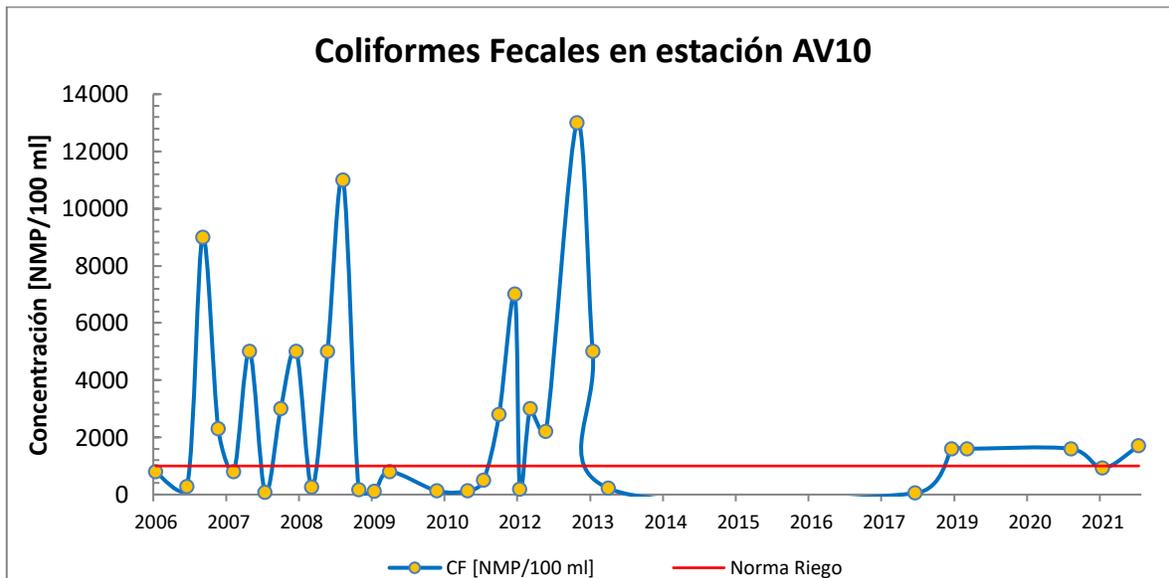
En este tramo predomina la actividad agrícola.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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 observado en el gráfico, en términos generales los niveles de coliformes fecales en esta área de vigilancia muestran una mala calidad microbiológica de las aguas, observándose constantes superaciones de la NCh1333 en la mayoría de los periodos de control.

En cuanto a los últimos periodos, para el año 2020 las concentraciones de coliformes fecales llegaron a los 1.600 [NMP/100ml] y para el año 2021 1700 [NMP/100 ml], manteniéndose la condición de saturación permanente desde el año 2018.

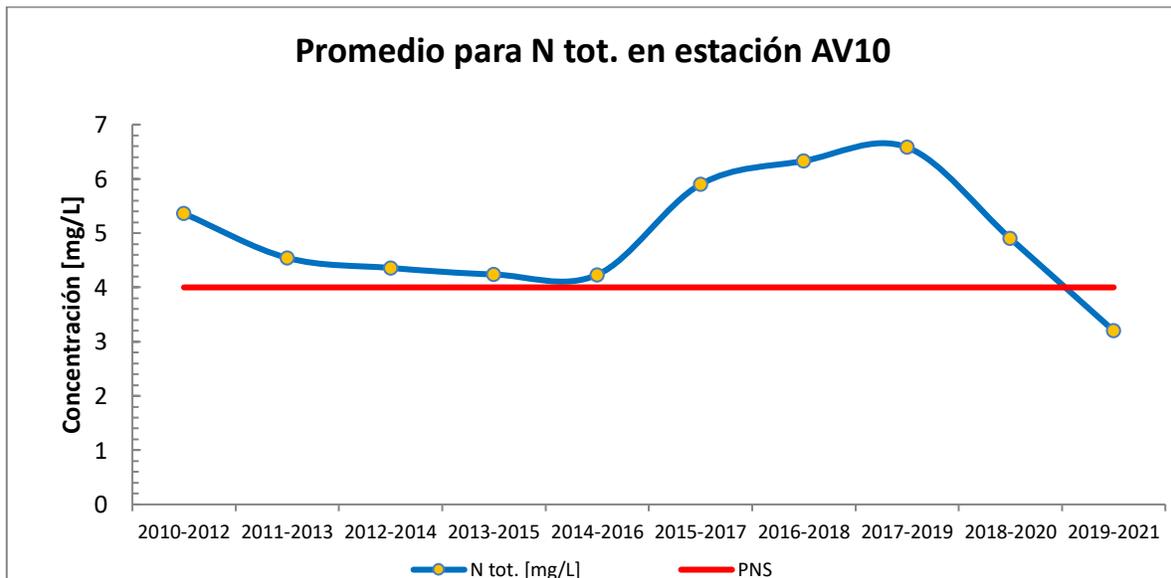
Con lo anterior, las aguas de AV10 no serían aptas para el riego de cultivos que crecen a ras de suelo y se consumen crudos.

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 2006 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:

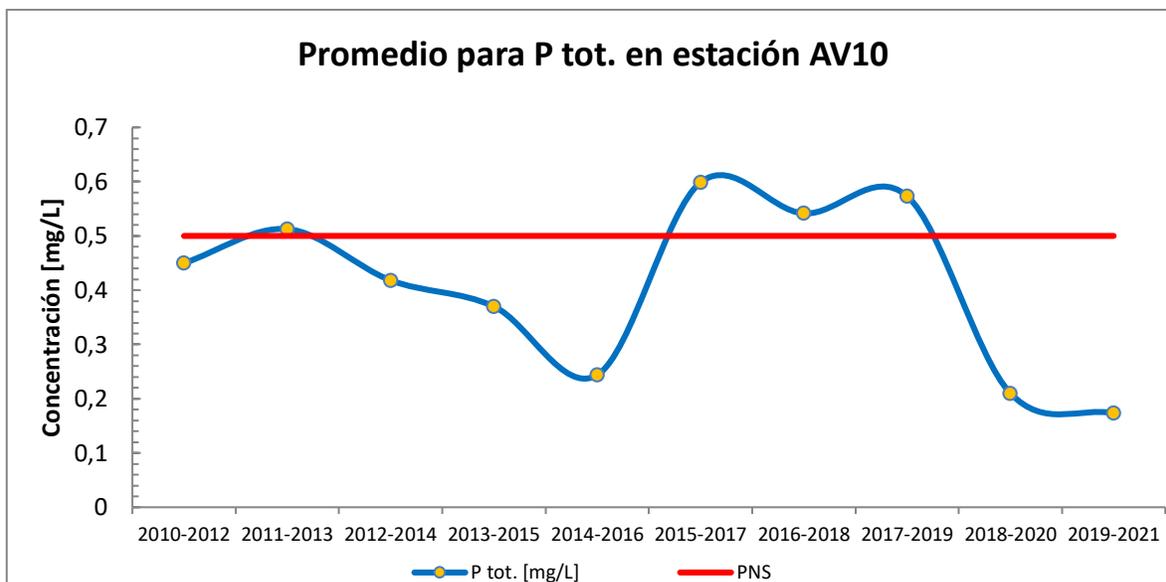
El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales 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 con lo mostrado en el gráfico, el parámetro nitrógeno total se ha encontrado en una constante condición de saturación en el área AV10, según lo propuesto por el proyecto de norma secundaria de la cuenca del Rapel. Dado lo anterior se recomienda verificar las posibles causas de alzas de concentración, evitando mantener la actual condición de saturación puesto que hay riesgo potencial de eutrofización. Durante la medición 2019-2021 el parámetro por primera vez está bajo la norma. Dado el comportamiento, se recomienda continuar monitoreando este parámetro.

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.



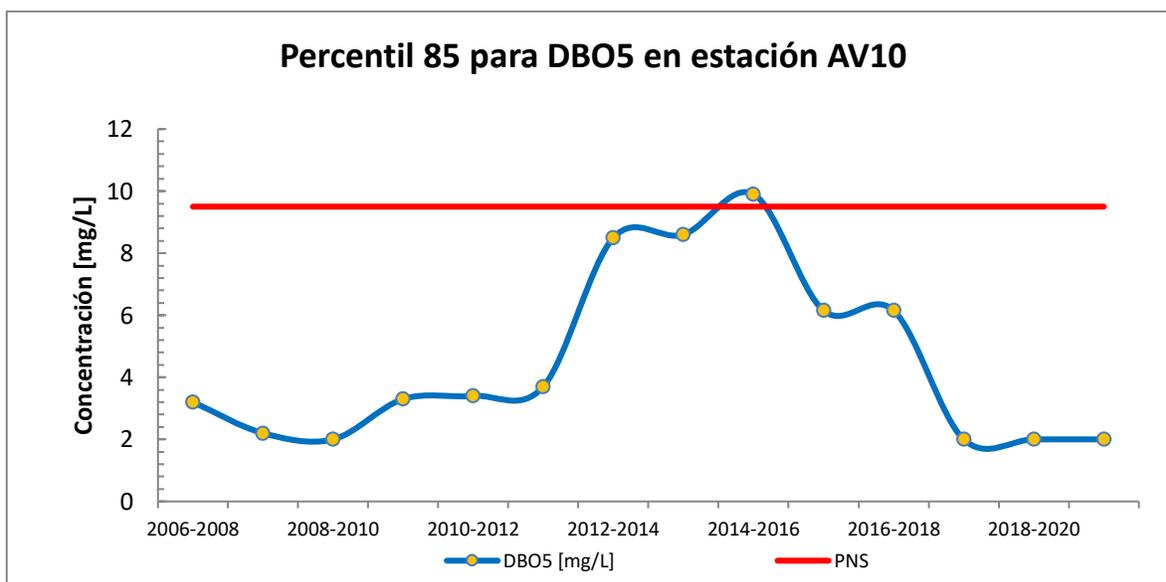
Según lo presentado en la gráfica los valores de promedio de las concentraciones de Fósforo Total muestran un irregular comportamiento. Se puede observar que en 4 de los 9 periodos evaluados las concentraciones de Fósforo total se encuentran en estado de saturación, mientras que en 2 de los 9 periodos se observan concentraciones que corresponden a zona de latencia.

Por otro lado, para el periodo (2018-2020), los niveles de Fósforo en AV10 bajaron considerablemente respecto del periodo de control anterior, llegando a un promedio de 0,21 [mg/L], concentración más baja registrada en el área. Para el periodo 2019 -2021 los niveles de Fósforo continuaron descendiendo, llegando a 0,17 [mg/L].

Dado lo anterior, y considerando los elevados niveles de Nitrógeno, junto con el irregular comportamiento de Fósforo Total en el área, se recomienda continuar el monitoreo del parámetro a fin de llevar un control de la evolución de éste y comprobar si esta mejora observada en el último periodo forma parte de una tendencia o es sólo un hecho aislado.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.



Según lo presentado en el gráfico, el parámetro DBO5 se ha mantenido constantemente a lo largo de los años bajo los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel, a excepción del periodo 2014-2016 en que estuvo levemente sobre la misma.

Específicamente para la temporada 2018-2020 y la 2019-2021, esta variable se ha mantenido en los 2 [mg/L], al igual que en el periodo de control anterior, lo que indica baja cantidad de compuestos orgánicos biodegradables para este sector y una buena calidad de aguas para efectos de calidad ambiental.

ESTERO RIGOLEMU EN SECTOR LAS TRUCHAS (RI10)

UBICADO EN EL LÍMITE DE LAS COMUNAS DE MALLOA Y SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA, SOBRE EL PUENTE LAS TRUCHAS EN CARRETERA H66



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la subcuenca del río Claro.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la naciente del Estero Rigolemu hasta la confluencia con el Estero Zamorano (aporte desde la ribera norte).

Coordenadas UTM WGS Huso 19

340.827 - 6.173.316

319.198 - 6.185.192

Descripción Visual

En este sector el río presenta una ribera intervenida con vegetación mixta del tipo arbustiva y arbórea.

El cauce presenta agua turbia. Este sitio de muestreo representa la influencia agrícola de la cuenca.



Actividades del Tramo

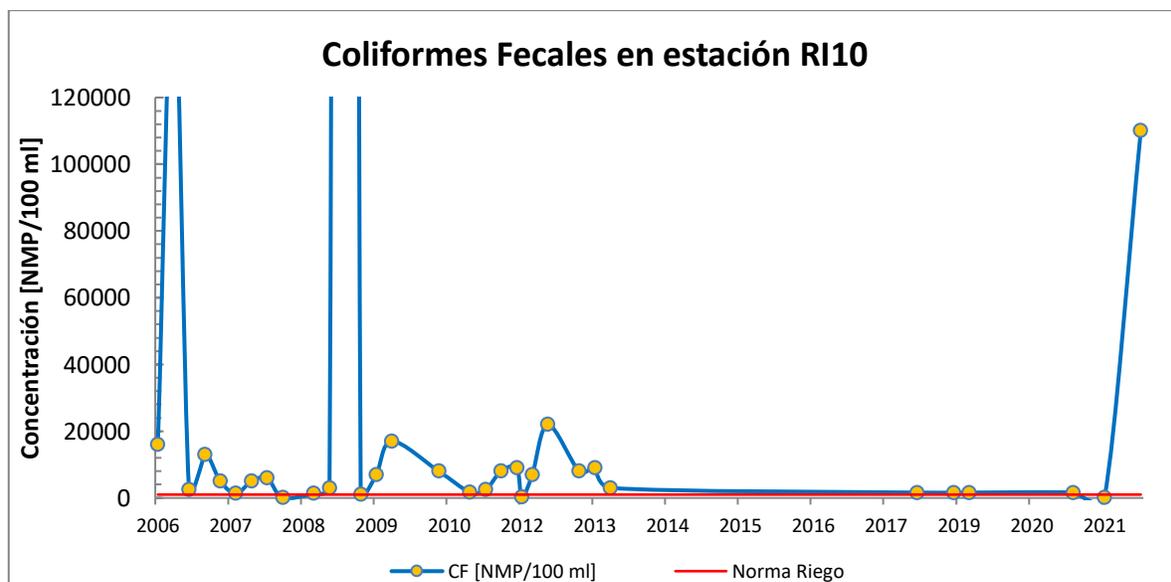
Este tramo se ubica fuera del radio urbano de la localidad de Malloa, aguas abajo del sector agroindustrial y en zona predominantemente agrícola. Su caudal se ve aumentado por derrames del río Claro, en la etapa final del tramo.

GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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.



Como se muestra en el gráfico, para el área de vigilancia evaluada, el agua presenta una irregular calidad desde el punto de vista microbiológico, ya que desde el inicio de las campañas de muestreo, las concentraciones de coliformes fecales han superado ampliamente los límites sugeridos por la norma chilena de riego en reiteradas ocasiones sin observar una clara mejora de esta situación.

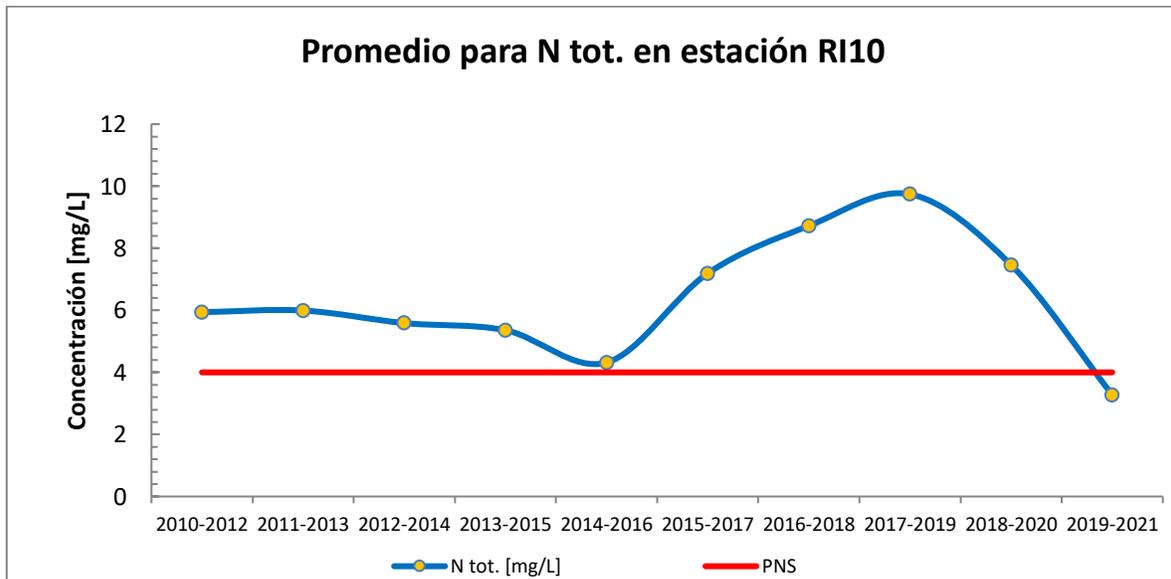
Coincidente con el registro histórico, para el año 2020 las concentraciones de Coliformes Fecales superan lo sugerido por la NCh1333, llegando a los 1.600 [NMP/100ml]. Para el año 2021, las concentraciones de Coliformes Fecales se dispararon, llegando a 110.000 [NMP/ 100 ml]. Con lo anterior, las aguas del área de vigilancia RI10 no son recomendadas para el riego de cultivos que crecen a ras de suelo y se consumen crudos.

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 2006 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.

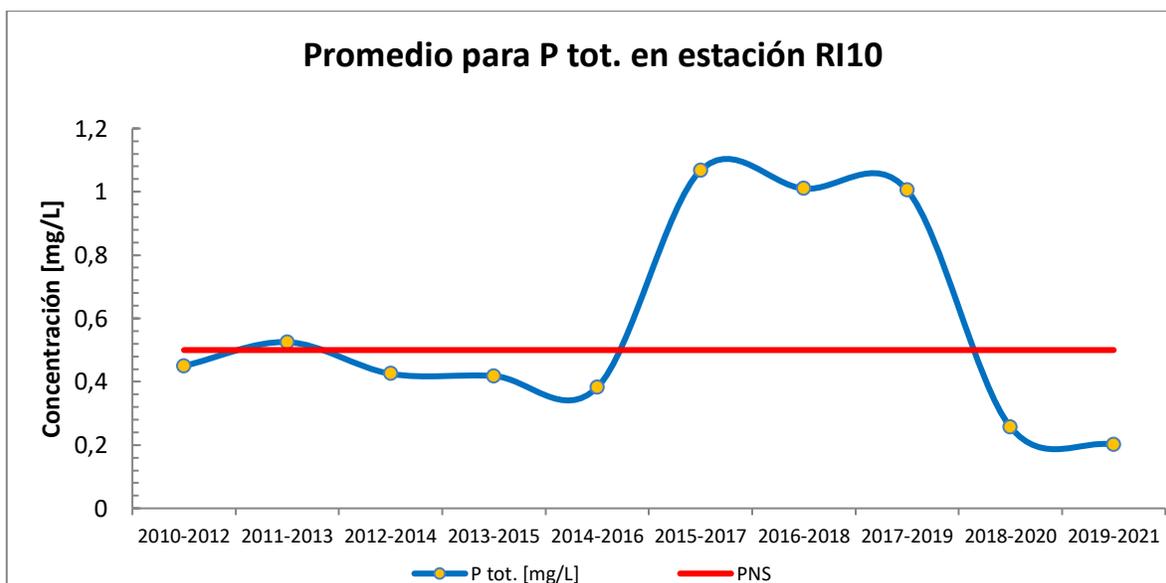


Tal como se observa en el gráfico, los valores de nitrógeno total en el área de vigilancia RI10 han superado constantemente los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria en todos los periodos controlados, sin observarse ningún indicio de mejora, dando cuenta de una condición de saturación y mala calidad de agua sostenida en el tiempo. En específico para el periodo de control (2018-2020) el valor promedio de nitrógeno total llega a 7,46 [mg/L] lo cual se encuentra un 90% por sobre el límite propuesto en el proyecto de norma, y el período actual (2019-2021) muestra un promedio de nitrógeno total de 3,27 [mg/L], ubicándose por primera vez, bajo la norma propuesta.

Aún así, se recomienda verificar las causas posibles de las altas concentraciones, a fin de establecer acciones para disminuir los efectos de la eutrofización.

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.



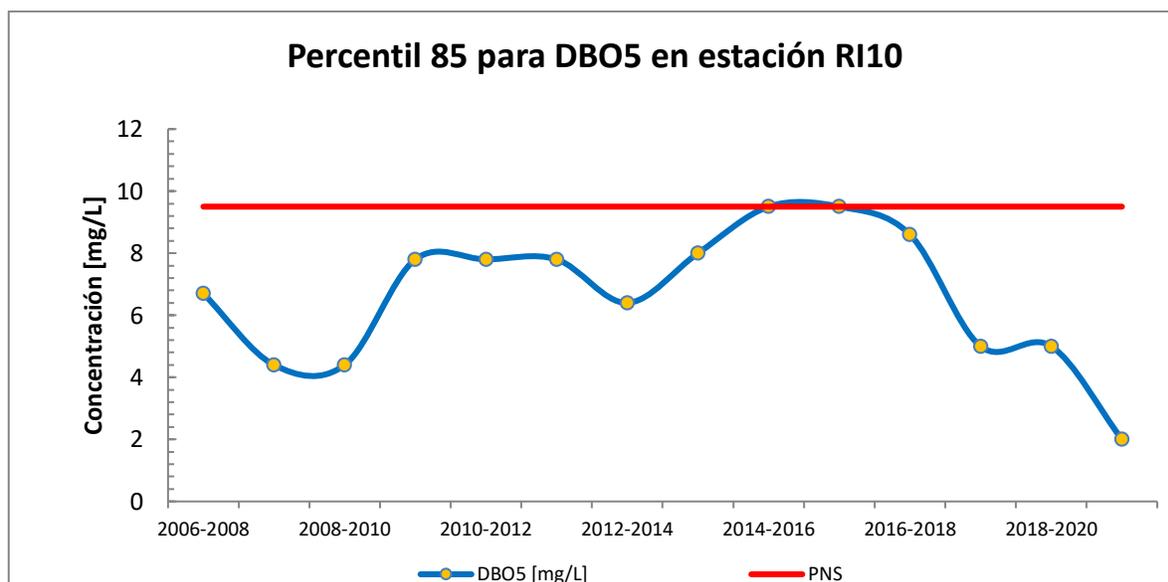
Según lo observado en el gráfico, el comportamiento histórico del parámetro Fósforo Total en el área de vigilancia RI10 no ha mostrado una clara tendencia, variando entre situaciones de latencia y superación de los límites propuestos en el proyecto de norma secundaria.

Para el periodo 2018-2020, luego de haber pasado por 3 periodos de control consecutivos con altas concentraciones de Fósforo Total, se ha vuelto a una situación de buena calidad para efectos de calidad ambiental, llegando hasta los 0,257 [mg/L] y a los 0,201 [mg/L] para el período 2019-2021, promedio más bajo registrado en el área.

Dado lo anterior, si bien en la actualidad RI10 se muestra como un área de vigilancia con buena calidad de aguas respecto del parámetro fósforo total, se recomienda mantener un monitoreo continuo debido al comportamiento histórico del parámetro y a los elevados niveles de nitrógeno total observados.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo de 5 días (DBO5). La DBO es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros). La medición de la DBO, debe ser acompañada de la DQO, para evaluar si hay tóxicos en el agua que afecten a la degradación biológica.

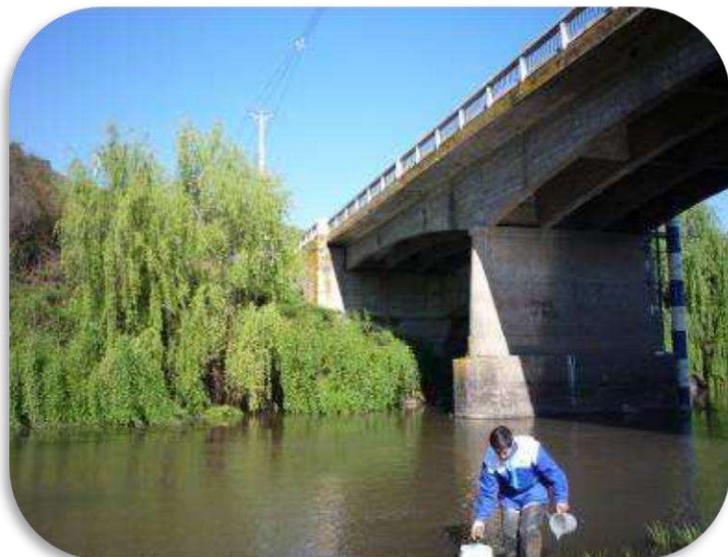


De acuerdo a la gráfica los valores de percentil 85 para DBO5 en el área de vigilancia RI10 han tenido históricamente una buena calidad de aguas, manteniendo esta condición desde el inicio de las mediciones y presentando en todos los períodos evaluados valores que se encuentran bajo los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria, a excepción de los periodos 2014-2016 y 2015-2017 donde entró en estado de saturación coincidiendo con los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria.

Coincidente con lo anterior, en la actualidad durante los 2 los últimos períodos (2018-2020) y (2019-2021) este tramo sería catalogado como de buena calidad para efectos de calidad secundaria.

ESTERO ZAMORANO EN SECTOR PENCAHUE (ZA10)

UBICADO EN LA COMUNA DE SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA, EN SECTOR PENCAHUE EN
PUENTE EL NICHE



Descripción General

La estación se ubica en el valle central de la cuenca del río Cachapoal.

El tramo de vigilancia que esta estación representa es desde la naciente del estero Zamorano en el puente Las Truchas (punto de confluencia del estero Antivero y Rigolemu) hasta su confluencia con el río Cachapoal.

Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

319.198 - 6.185.192
299.576 - 6.189.874

Descripción Visual

El río presenta una ribera natural con vegetación arbórea de tipo exótica.

Las características del cauce muestran un flujo laminar de sus aguas con un caudal moderado.

El tipo de sustrato, es de tipo fino principalmente fango acompañado de clastos menores.

Actividades del Tramo

Predominan actividades agrícolas. Tramo muy cercano a carreteras de alto flujo, además de pasar por la zona urbana de San Vicente.

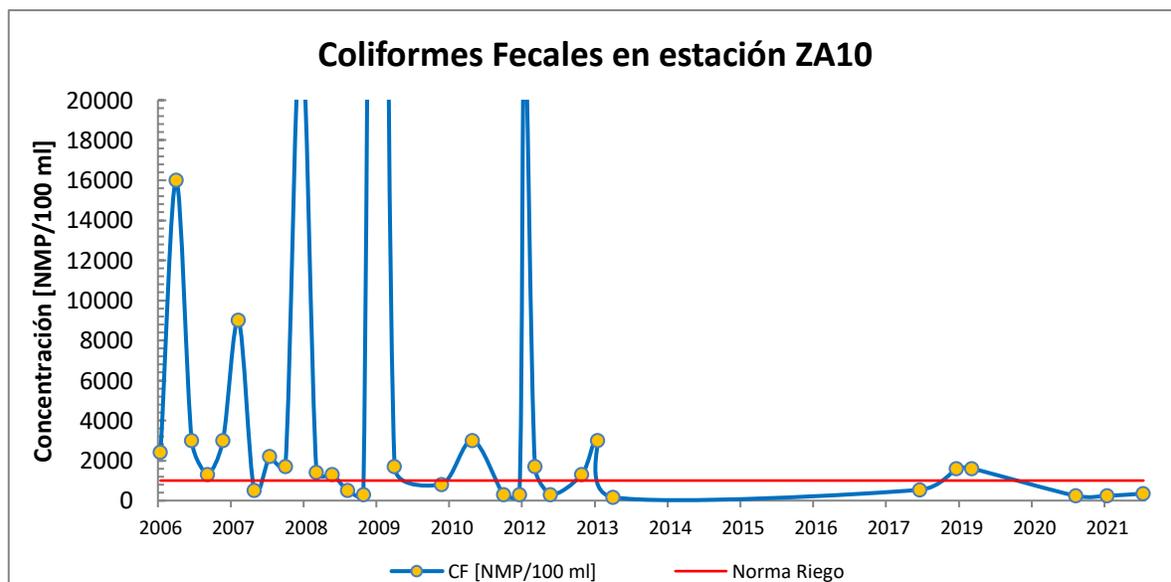


GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2006 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, los valores de coliformes fecales entre los años 2006 a 2012 se mantuvieron en niveles muy elevados, mostrando constantemente valores muy por sobre los límites de la norma chilena NCh1333/78 para usos del agua en riego, dando cuenta de una mala calidad de aguas sostenida en el tiempo. Si bien las superaciones disminuyeron en magnitud y frecuencia, esta situación se ha mantenido hasta la actualidad, observándose recurrentemente fluctuaciones entre condiciones de saturación y cumplimiento de la normativa.

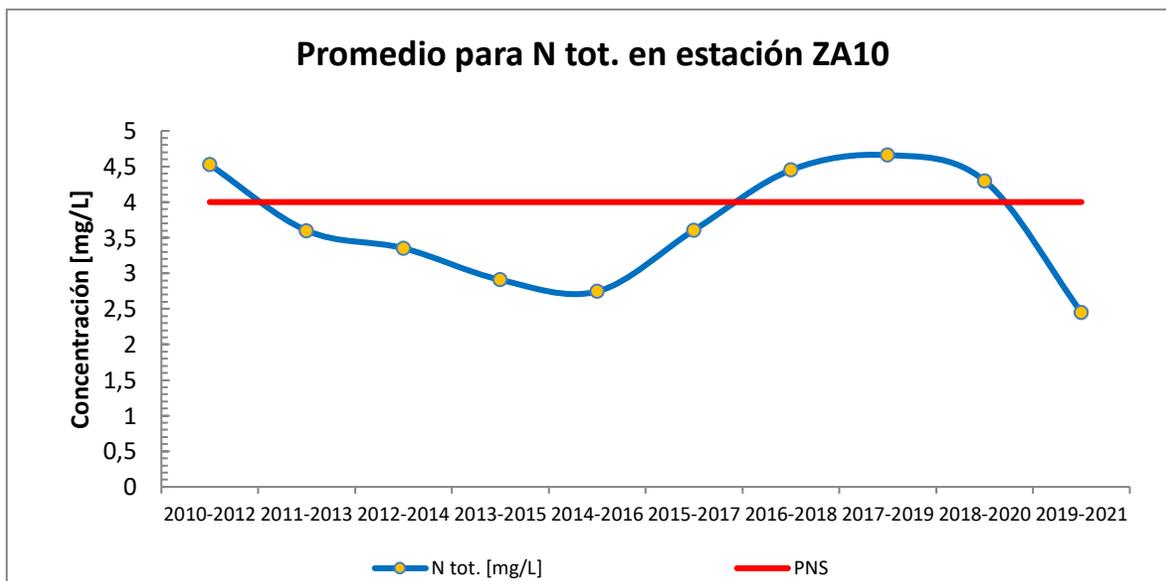
En cuanto al año 2020, se ha podido observar concentraciones menores, llegando a situación de buena calidad, lo mismo sucede con el año 2021. Con este escenario, la calidad de aguas de ZA10 permitiría uso para riego irrestricto, sin embargo, se recomienda continuar con las mediciones a fin de verificar la permanencia de estas buenas condiciones de calidad microbiológica.

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 2006 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:

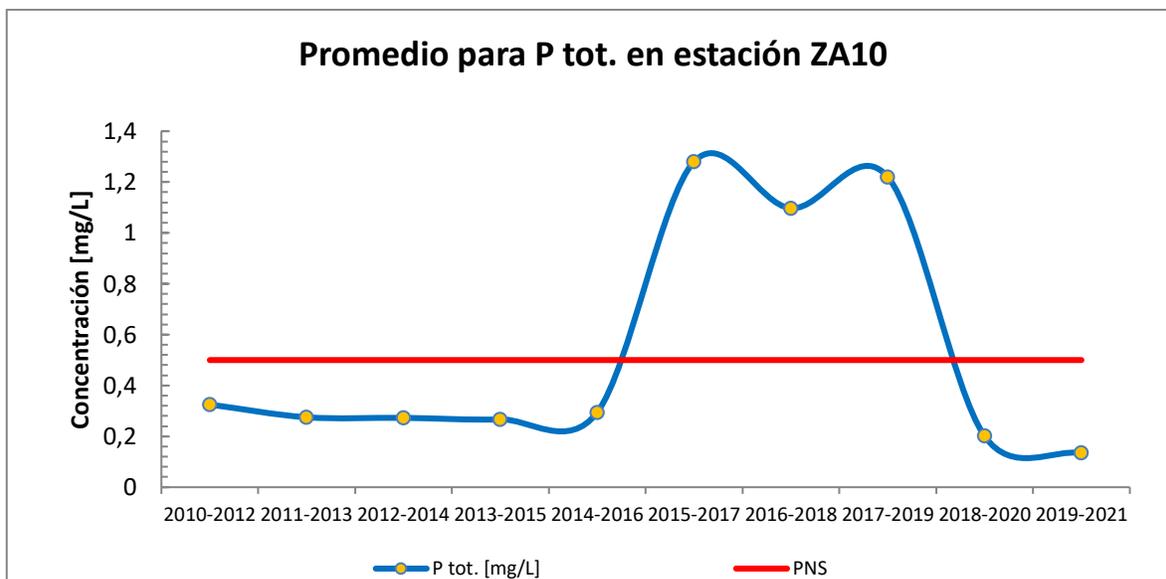
El parámetro Nitrógeno Total representa la suma de las concentraciones de nitrógeno orgánico, NH₄⁺, NO₂ y NO₃. En aguas superficiales el nitrógeno proviene fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y en forma natural suele ser un elemento poco abundante. En cuanto a los problemas medioambientales 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 ZA10 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. Para el periodo de control (2018-2020) las aguas de ZA10 han vuelto a un estado de saturación, llegando a 4,66 [mg/L] con lo cual el área de vigilancia estudiada se encontraría en saturación por Nitrógeno Total evidenciando un potencial riesgo de eutrofización de sus aguas. Para el periodo 2019-2021, la concentración medida, está bajo la norma con 2,45 [mg/L]. Dado el comportamiento, se recomienda continuar el monitoreo del parámetro.

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.



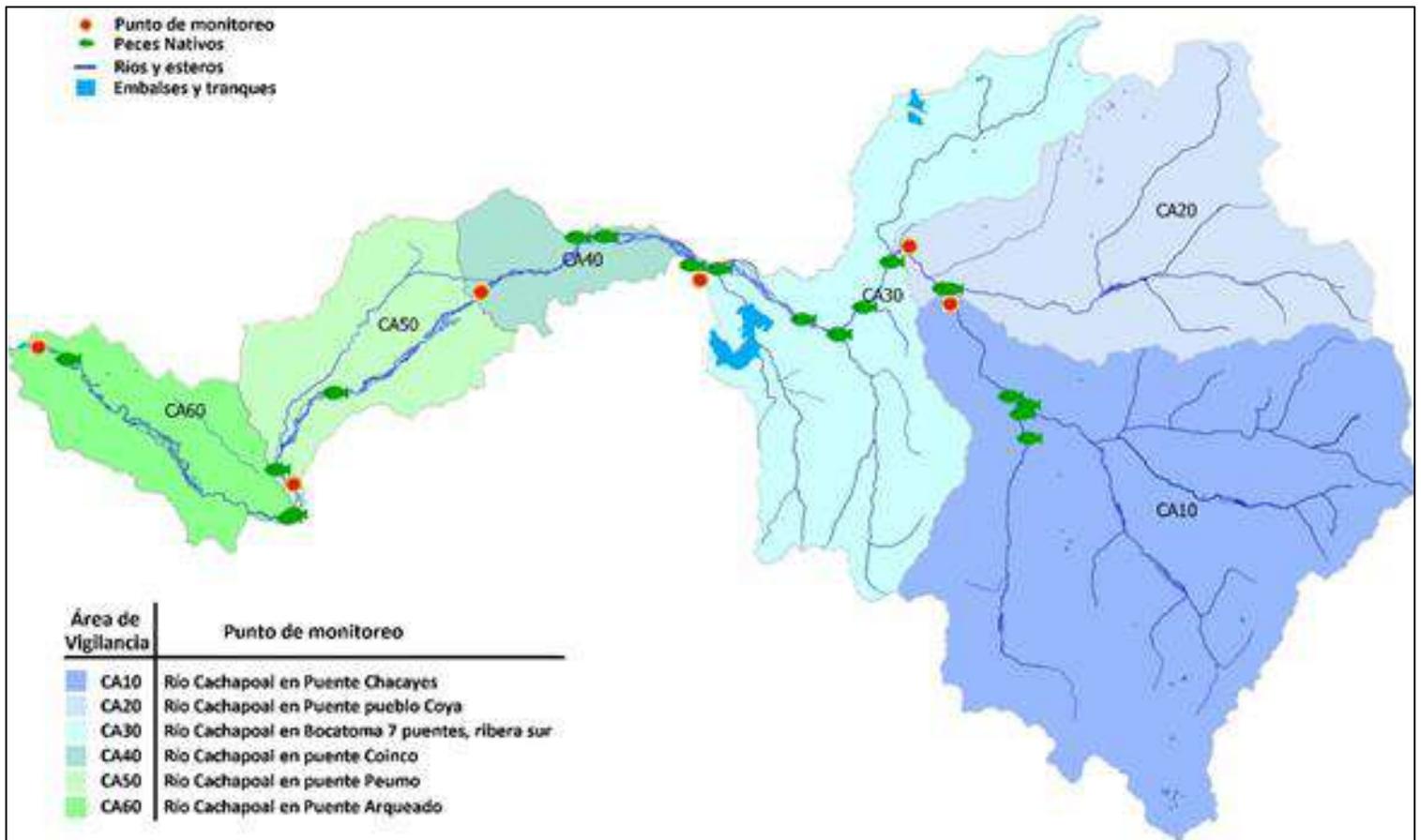
Tal como se puede observar en el gráfico, los valores de promedio de las concentraciones de Fósforo Total muestran un irregular comportamiento variando entre situaciones de buena calidad y saturación, tal como sucede con los esteros Antivero y Rigolemu, afluentes que dan origen al estero Zamorano.

Para el periodo (2018-2020), los niveles de Fósforo en ZA10 bajaron considerablemente respecto del periodo de control anterior, llegando a un promedio de 0,201 [mg/L]. En cuanto al período 2019-2021, fue aún más bajo, llegando a 0,134 [mg/L], siendo la concentración más baja registrada en el área.

Dado lo anterior, y considerando los elevados niveles de Nitrógeno, junto con el irregular comportamiento de Fósforo Total en el área, se recomienda continuar el monitoreo del parámetro a fin de llevar un control de la evolución de éste y comprobar si esta mejora observada en los últimos periodos forma parte de una tendencia o es sólo un hecho aislado.

Evolución espacial de la calidad de aguas en el río Cachapoal (periodo 2019-2021)

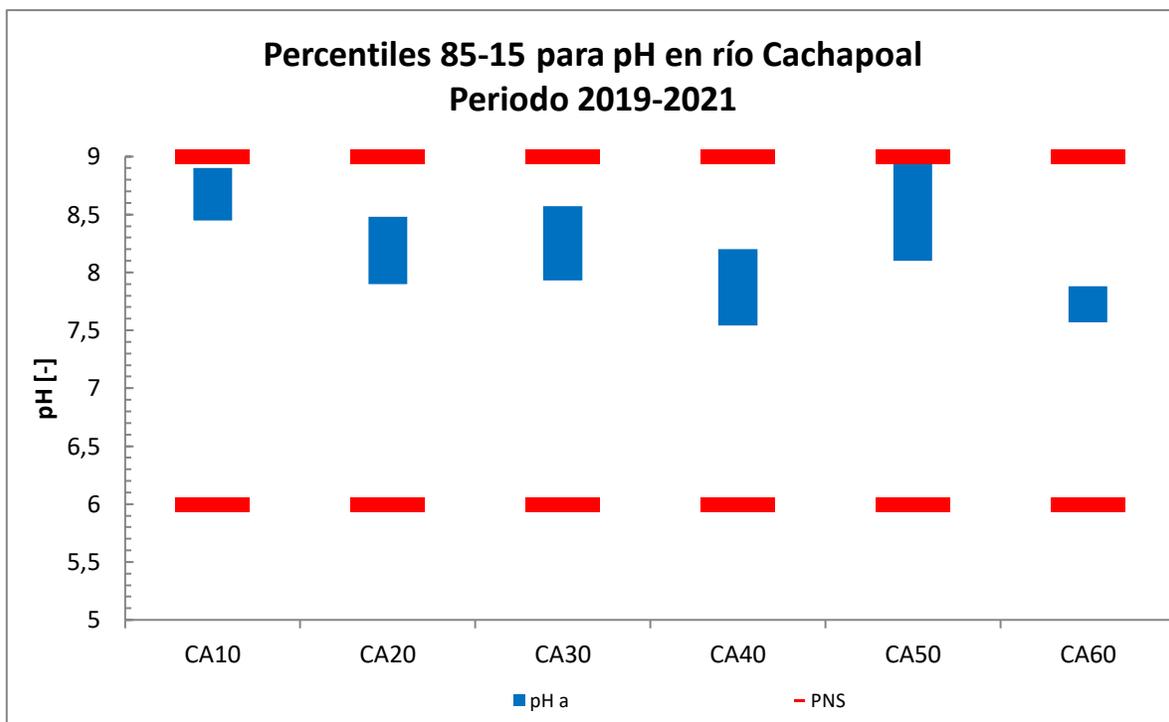
En esta sección se presenta una evaluación conjunta de la calidad de aguas de todas las áreas de vigilancia que conforman el río Cachapoal respecto de 2 grupos de parámetros: metales con mayor presencia en el río y parámetros básicos necesarios para la mantención de la vida acuática.



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.

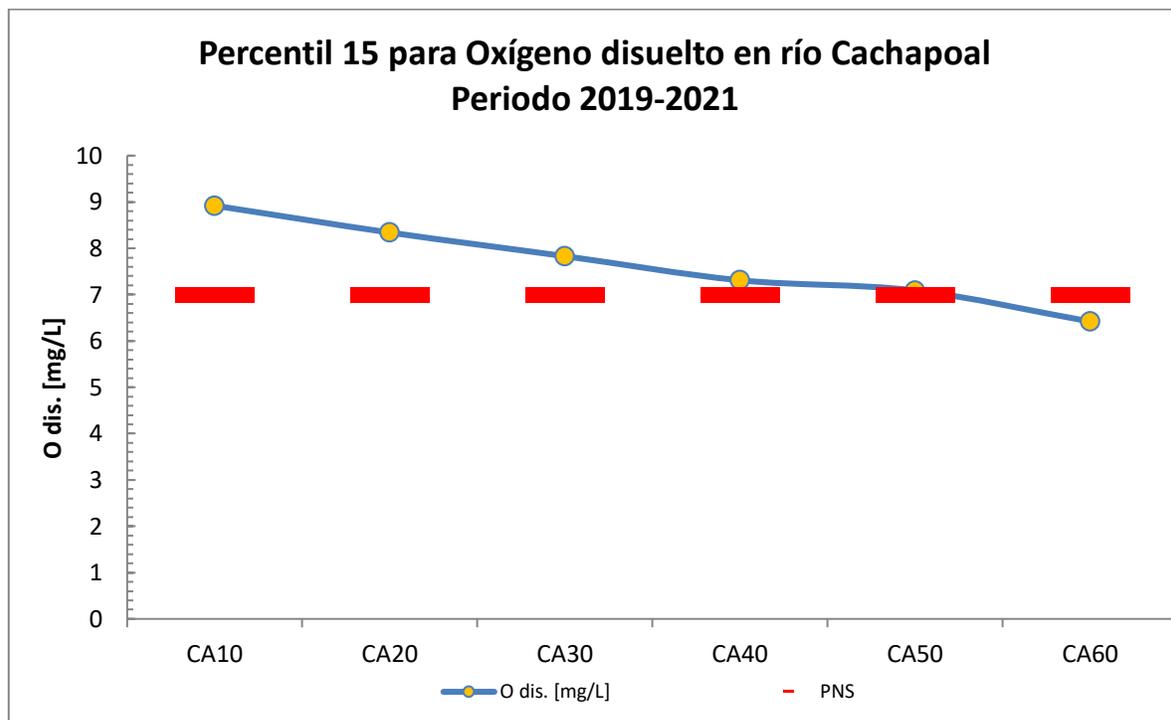


Como se puede observar los niveles de pH a lo largo de todo el río Cachapoal son variables, pero siempre con valores levemente básicos. Esta situación tiene un origen natural asociado a la geología de la cuenca. En todas las áreas el pH está dentro del rango según el proyecto de Norma secundaria de calidad de aguas 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.

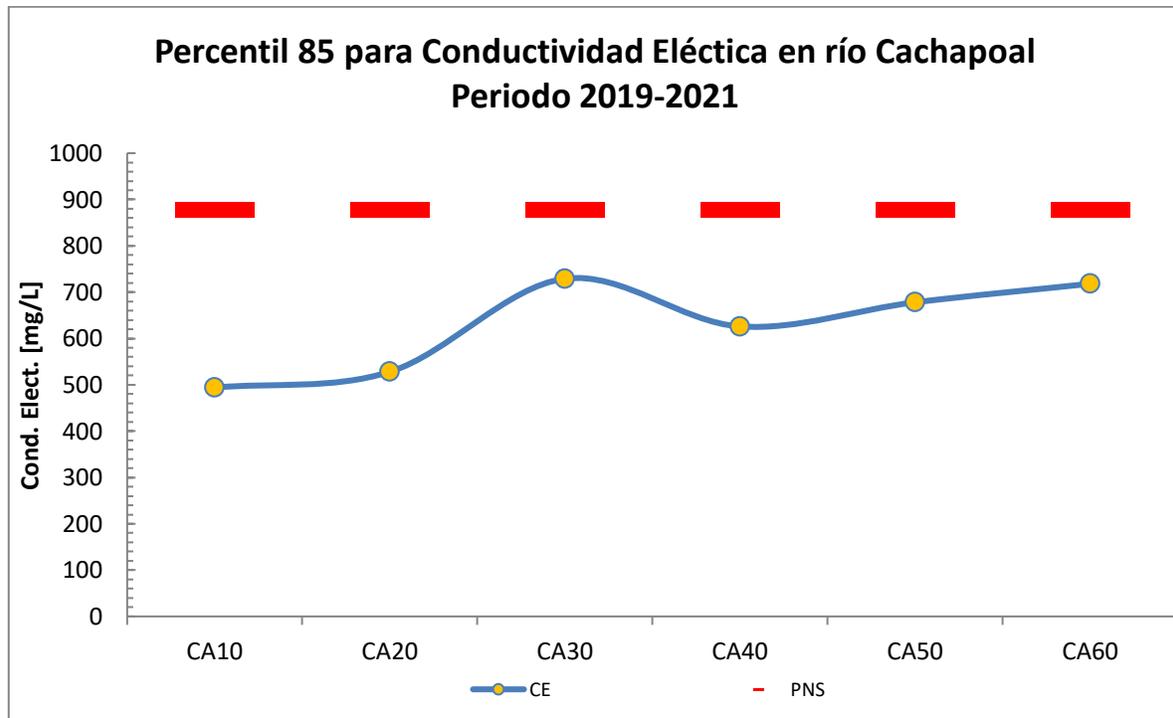


Tal como se observa, para el periodo de estudio, los niveles de oxígeno disuelto disminuyen a medida que avanzamos desde la cabecera de la cuenca hacia aguas abajo. Si bien esta situación pudiese estar relacionada con el régimen hídrico de las distintas áreas de vigilancia, pasando desde aguas ritrónicas y con presencia de rápidos en la cabecera hacia zonas potamónicas y con menor velocidad en el valle, esta disminución del oxígeno disuelto pudiese también asociarse a la influencia antrópica de las actividades productivas asentadas en la zona baja de la cuenca.

Considerando lo anterior, se requiere del estudio de otras variables que complementen el análisis para descartar o confirmar la influencia de dichas actividades sobre los niveles de oxígeno.

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.

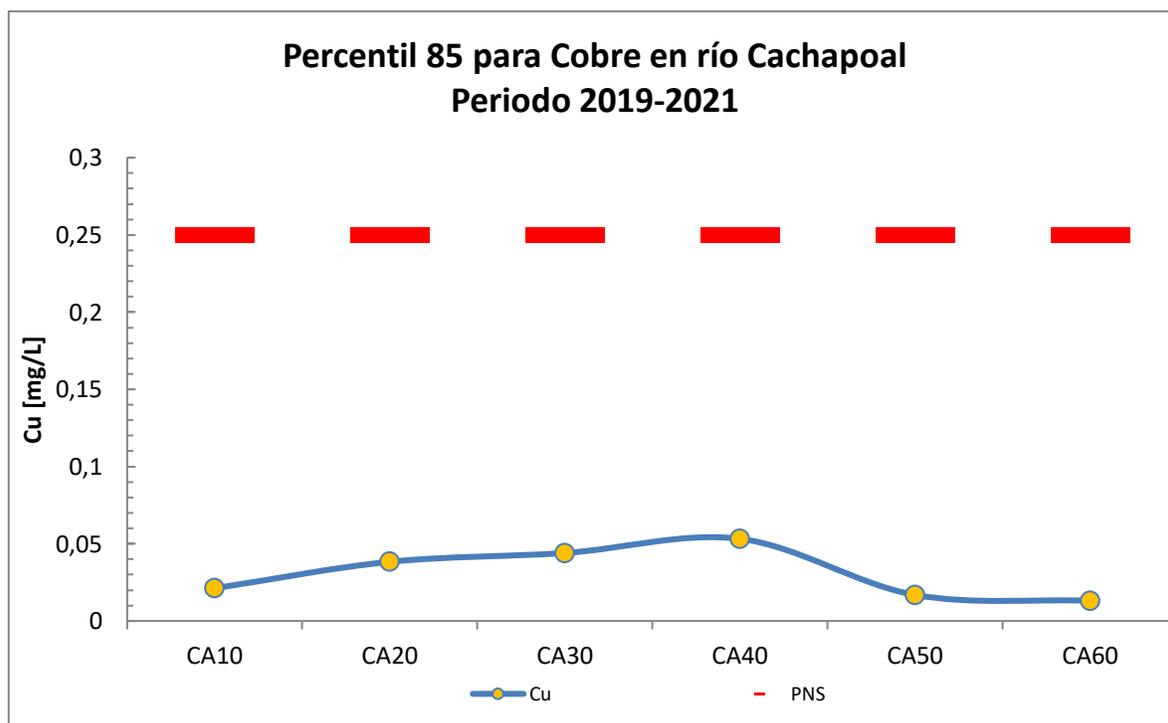


Tal como se observa la conductividad eléctrica se ha mantenido dentro de los rangos esperados para un río con las características geológicas del Cachapoal y bajo los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria. De manera general la conductividad eléctrica se mantiene en un rango moderado y cercano a las concentraciones naturales registradas en la zona.

No se observan mayores variaciones en el comportamiento de este parámetro y sus valores, que pudiesen parecer medianamente altos en comparación a otros ríos de la región, se muestran como normales para el caso del Cachapoal, donde, por un lado dada su configuración geológica en cabecera, la existencia de zonas con surgencia de aguas subterráneas en sectores de valle con valores altos de conductividad, la extracción de áridos (sectores CA30 a CA50 principalmente) y zonas de riegos con arrastre hacia los ríos, hacen que los niveles de Conductividad eléctrica sean más altos en las zonas bajas la cuenca.

Cobre total:

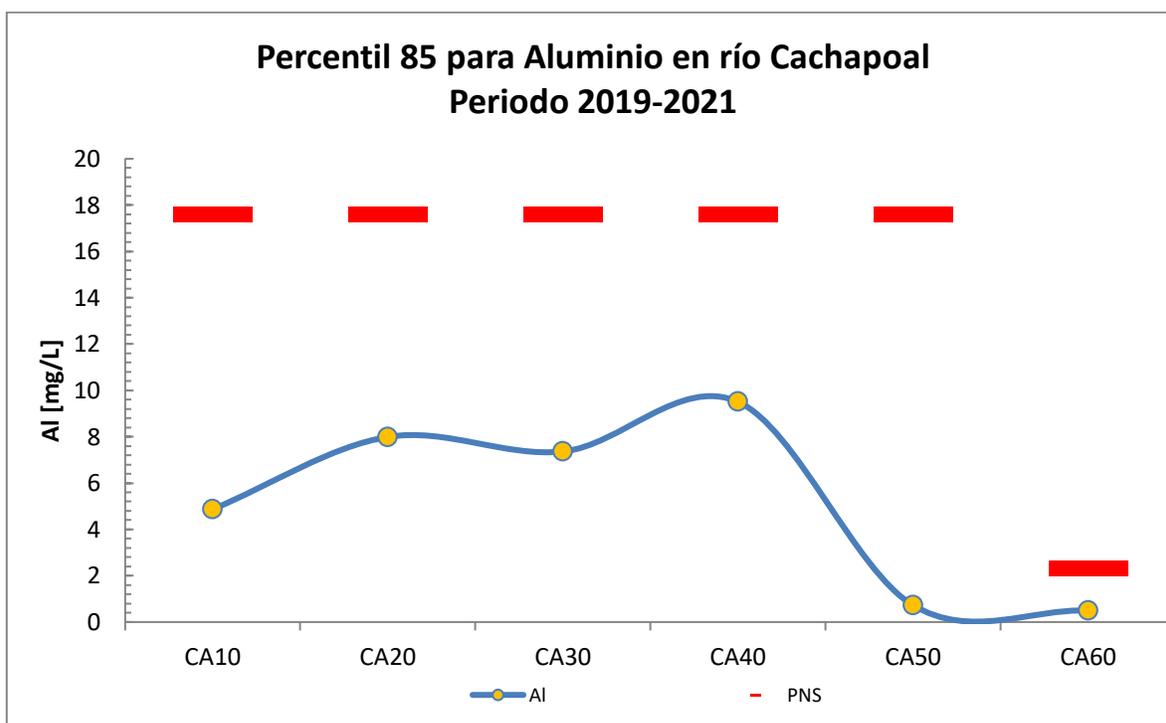
El Cobre es un metal traza de alto interés en la calidad del agua ya que presenta un doble carácter, por un lado es un metal esencial para el ser humano lo cual deriva de su incorporación a un gran número de proteínas con fines catalíticos y estructurales y por otro lado puede presentar toxicidad bioquímica en niveles superiores a 2 mg como necesidad diaria lo cual trae consigo efectos en la estructura y función de variadas biomoléculas. Sin embargo la fracción disuelta del metal es la que presenta marcada toxicidad para la vida acuática con una fuerte dependencia del pH, además de su presencia en compuestos orgánicos y la alcalinidad.



Tal como se puede observar, y coincidente con el análisis histórico de los niveles de Cobre Total en las respectivas áreas de vigilancia, las concentraciones de este parámetro se encuentran muy por debajo de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria de calidad de aguas para la cuenca Rapel. Dada esta situación, se puede afirmar que, durante el periodo de estudio, la subcuenca del río Cachapoal se ha encontrado con una buena calidad para la mantención de los ecosistemas respecto del parámetro Cobre Total.

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. Sin embargo, 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.



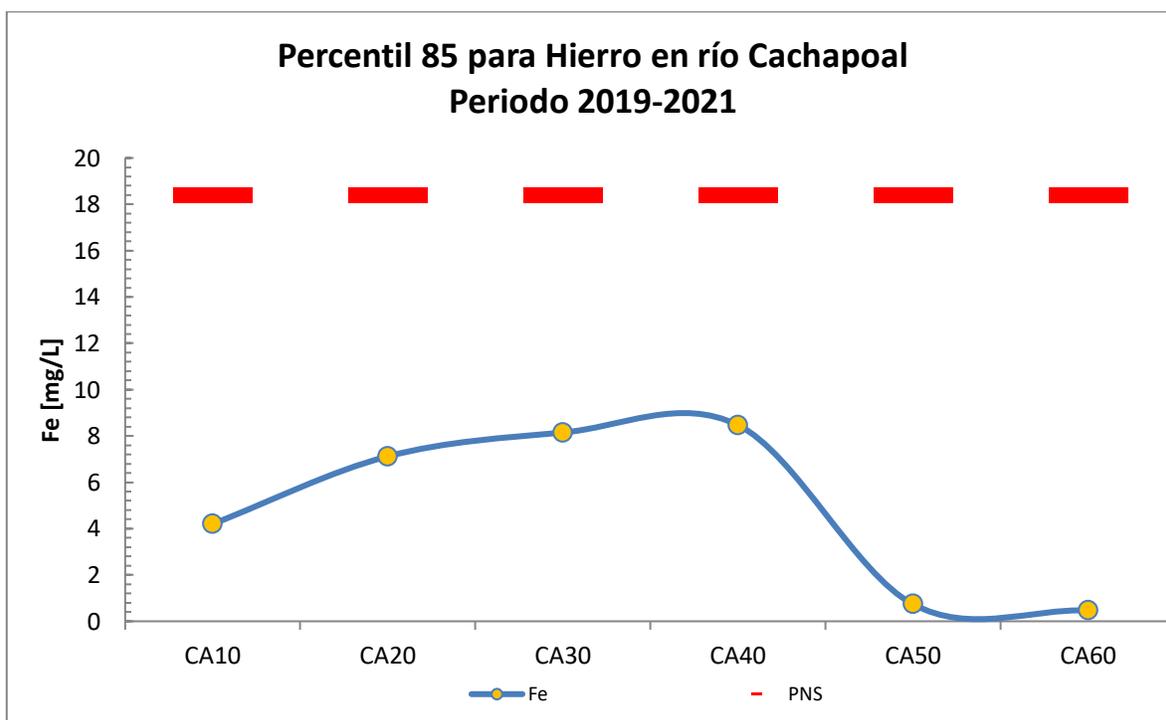
Según lo observado en el gráfico las concentraciones de Aluminio Total registradas en el periodo de estudio han estado bajo los límites propuestos por en el proyecto de norma secundaria en todas las áreas de vigilancia asociadas al río Cachapoal.

Por otra parte, si bien los niveles de Aluminio se consideran como aptos para la vida acuática en todas las áreas de vigilancia, en CA60 se observa una condición de latencia, con lo cual se hace necesario mantener mediciones frecuentes en el área a fin de vigilar una posible alza en las concentraciones que pudiese llevar a zona de saturación.

Hierro total:

El hierro es un metal traza presente típicamente en los cuerpos de agua, las especies más comunes en el agua son el Fe^{+2} y Fe^{+3} . Este último (Fe^{+3}) es insoluble en ambientes aeróbicos presentándose en muy bajas sus concentraciones en la columna de agua, esta situación se revierte en ambientes con pH muy bajos.

El hierro es fundamental para los animales ya que interviene en la formación de hemoglobina, sin embargo, puede llegar a ser altamente tóxico para algunos peces. Con respecto a su efecto sobre las plantas en general el Fe no es tóxico para estas, pero puede afectar la disponibilidad de fósforo y molibdeno.



Como se puede observar los niveles de Hierro Total a lo largo de todo el río Cachapoal son variables, pero siempre manteniéndose dentro de los límites propuestos por el proyecto de norma secundaria de calidad de aguas para la cuenca Rapel. CL10 han mostrado históricamente una buena calidad de aguas. De esta forma, actualmente el río Cachapoal en su totalidad sería catalogado como con buena calidad de aguas para efectos de calidad secundaria respecto del parámetro Hierro Total.