

# 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 2015**  
**(Análisis información 2007-2014)**

# RÍO TINGUIRIRICA EN PUENTE NEGRO (TI10)

UBICADO EN LA COMUNA DE SAN FERNANDO, EN LA LOCALIDAD DE PUENTE NEGRO, EN SECTOR BAJO BRIONES



## 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

327.943 – 6.161.105

## Actividades del Tramo

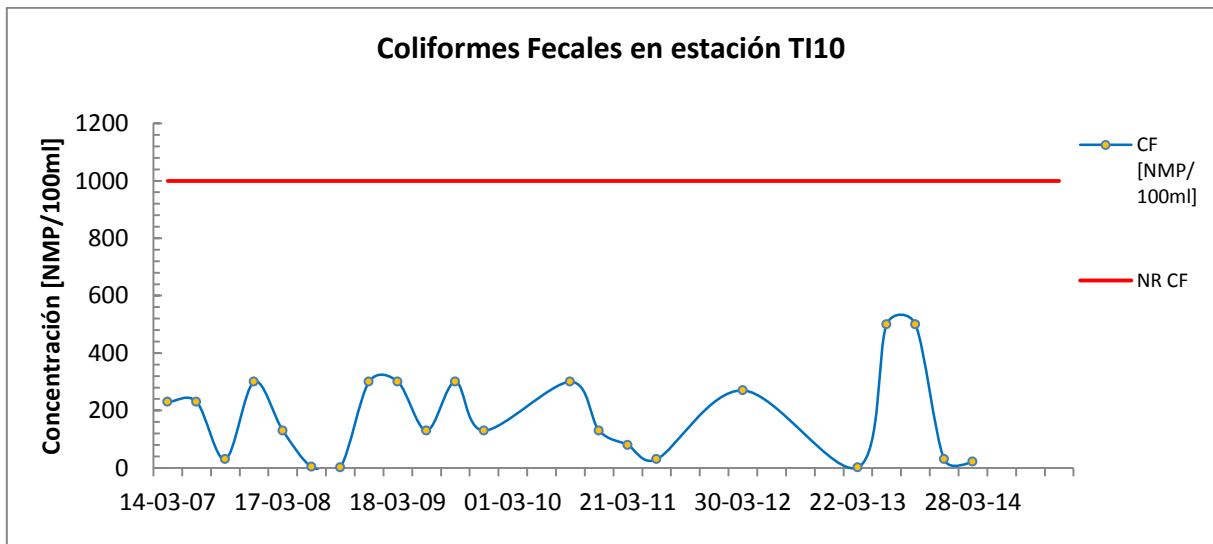
Sector cordillerano de alta riqueza en biodiversidad. Su parte alta se encuentra intervenida por actividad hidroeléctrica y en temporada estival por actividad turística asociada a Termas del Flaco.

## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, 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.

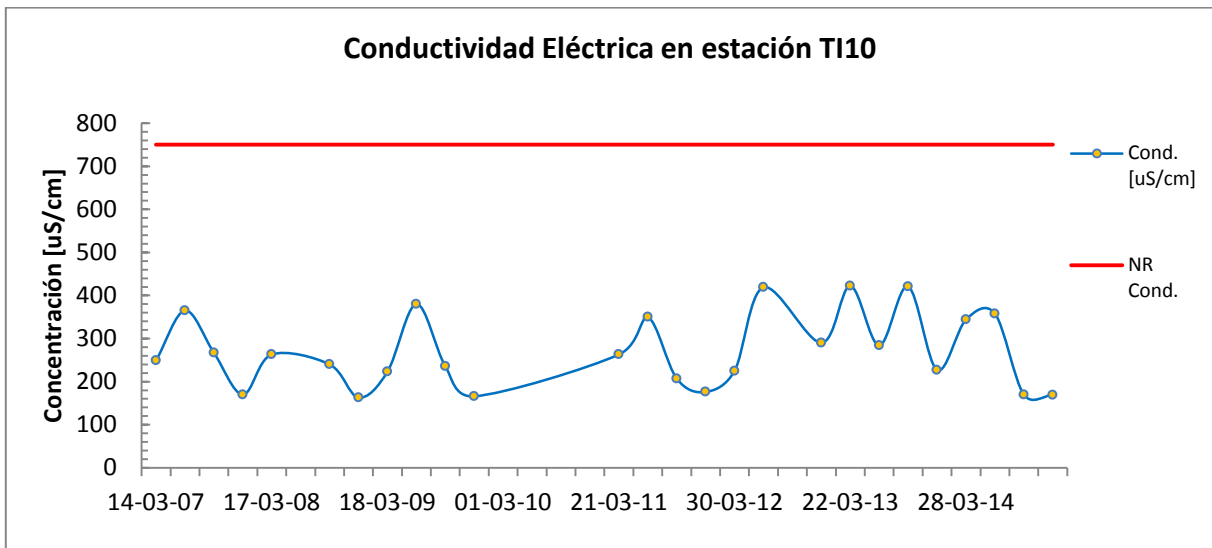


Como se muestra en el gráfico, para ésta área de vigilancia en todos los muestreos realizados hasta la fecha los valores de coliformes fecales se han mantenido bajo las concentraciones permitidas por la norma chilena de riego, lo cual denota una buena calidad de aguas desde la perspectiva microbiológica.

En cuanto al año 2014 para la campaña de marzo las concentraciones de coliformes fecales se mantuvieron bajas coincidente con el comportamiento histórico del parámetro, presentando como máximo 21 [NMP/100ml]. Siendo este tramo apto para riego irrestricto.

### **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.

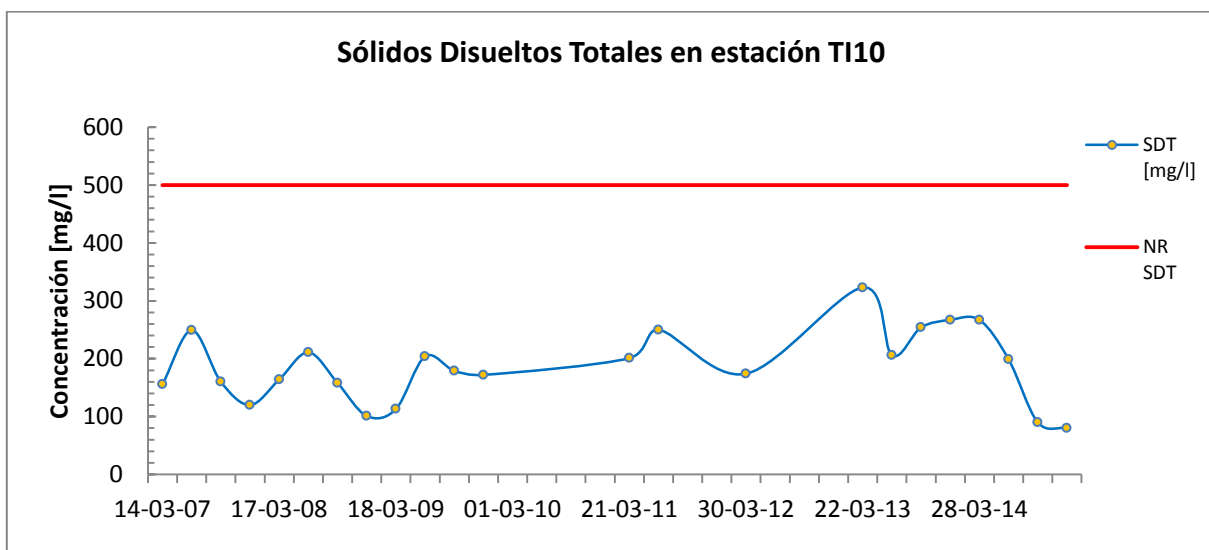


Tal como se muestra en el gráfico para la parte alta del río Tinguiririca (tramo TI10), históricamente los valores de Conductividad Eléctrica se han mantenido entre 150 y 450 [uS/cm] con lo cual este tramo entraría en la categoría de mejor calidad de acuerdo a la clasificación por salinidad de la norma chilena de riego “Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales”. Dada las buenas condiciones de calidad respecto del parámetro Conductividad Eléctrica, las aguas del área de vigilancia TI10 serían aptas para riego irrestricto.

### ***Sólidos Disueltos Totales:***

Los Sólidos Disueltos Totales (SDT) son básicamente la suma de todos los minerales, metales y sales disueltos en agua que son más pequeños de 2 [µm] y que no pueden ser removidos mediante un filtrado tradicional.

La concentración de Sólidos Disueltos Totales está estrechamente relacionada con la conductividad eléctrica. Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos disueltos en el agua más elevado será el valor de la conductividad ya que la mayoría de los sólidos que permanecen en el agua tras una filtración, son iones disueltos.

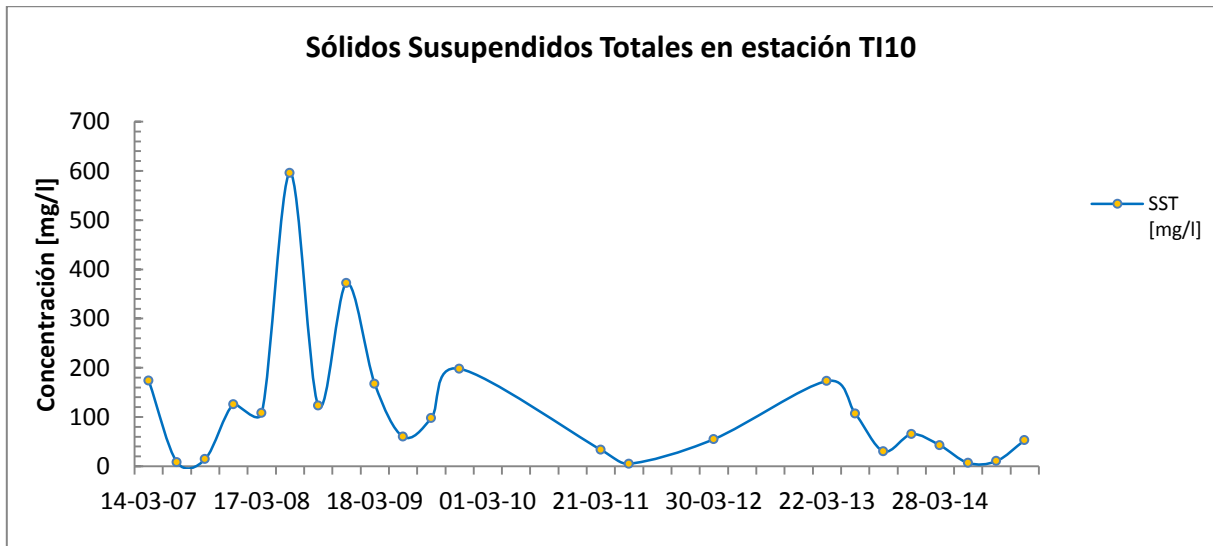


Tal como se observa en el gráfico, coincidente con el comportamiento histórico del parámetro Sólidos Disueltos Totales, las concentraciones registradas en éste tramo de vigilancia durante el año 2014 se han mantenido bajo los límites de la clasificación de salinidad “Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales” de la norma chilena de riego, la cual representa la mejor calidad de aguas según ésta clasificación. Dada esta situación este tramo sería apto para riego irrestricto.

### ***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.



Respecto del parámetro Sólidos Suspendidos Totales, tal como se muestra en el gráfico las concentraciones de SST en el tramo TI10 han tenido una clara evolución desde que comenzaron las campañas de monitoreo, pasando de presentar picos cercanos a los 600 [mg/l] y 400 [mg/l] a mostrar concentraciones de entre 6,6 y 53 [mg/l] en el año 2014. Esta disminución en la concentración de SST da cuenta de un mejoramiento en la calidad física del curso de agua, no obstante este es un parámetro altamente influenciado por las condiciones de caudal y turbulencia, además por las intervenciones antrópicas en la caja del río y sus riberas. Dado lo anterior se esperaría que este parámetro mantenga las fluctuaciones ya manifestadas.

# RÍO TINGUIRIRICA EN PUENTE LA GLORIA (TI20)

UBICADO EN LA COMUNA DE NANCAGUA, RUTA I400



## Descripción Visual

Sección con gran amplitud de caja hidráulica, riberas modificadas con la forestación de Eucaliptus sp y Salix sp. Las características del cauce indican agua turbia velocidad y caudal moderados. Se aprecia procesos de extracción de áridos en el cauce.

Sustrato compuesto principalmente por bolones de un diámetro medio aproximado a los 12 cm, con importantes embancamientos de arena y depositación de fracciones finas (limos y arcillas).



## Coordenadas UTM

WGS84 Huso 19

327.943 – 6.161.105

301.935 – 6.165.475

## Actividades del Tramo

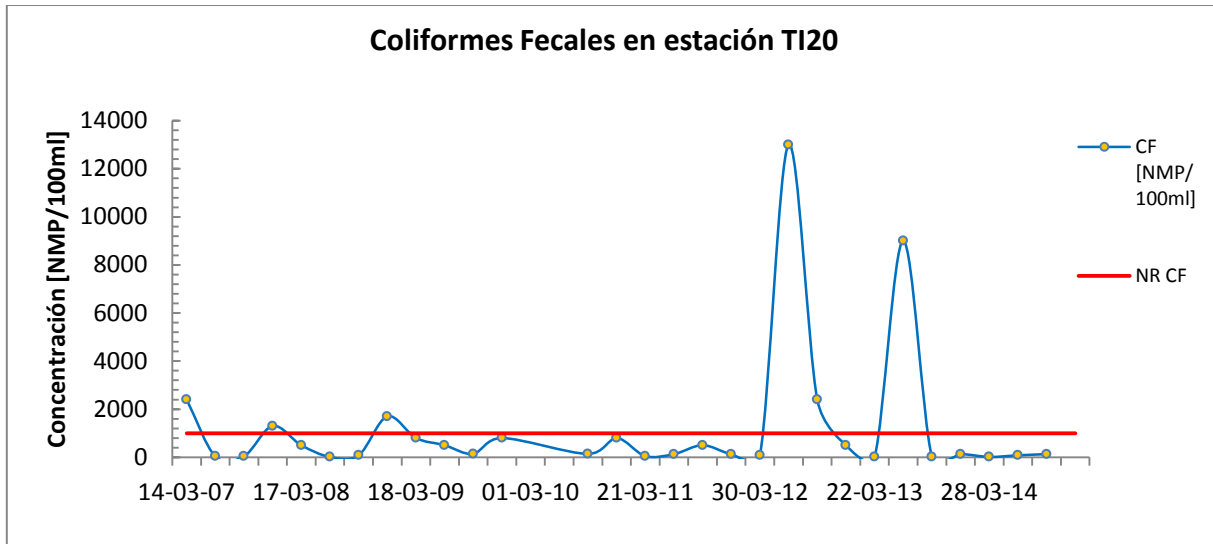
Tramo posterior al radio urbano de San Fernando con amplio desarrollo de la agricultura y actividad pecuaria en torno al río.

## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, 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.

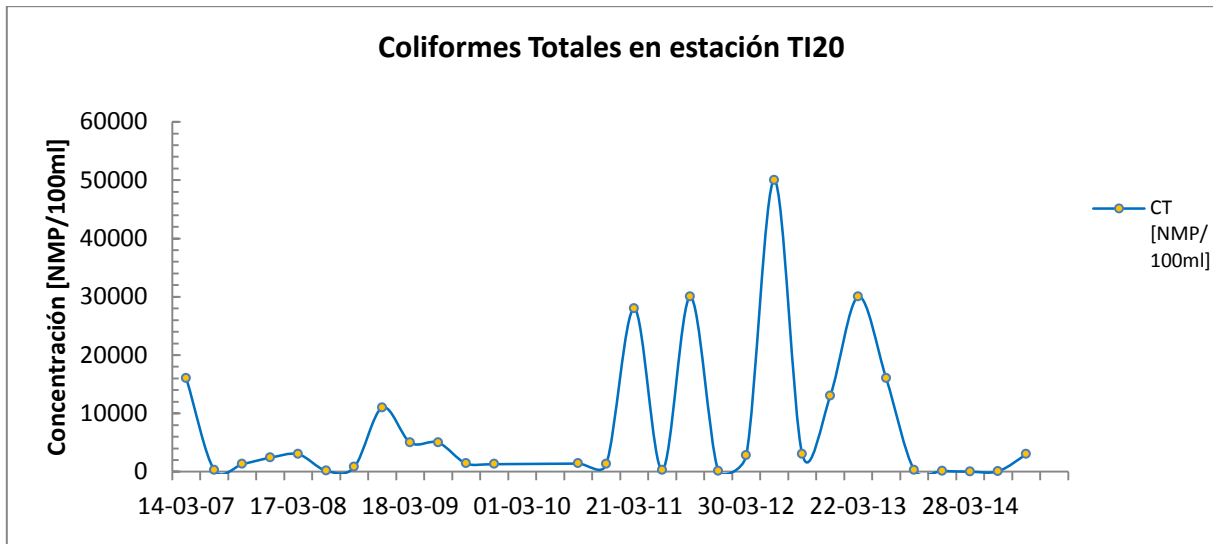


En el presente gráfico se observa que, para la zona de vigilancia evaluada, si bien se observan 2 picks en el mes de junio de los años 2012 y 2013, se puede establecer que la tendencia de 2014 es mantenerse bajo los límites permitidos por la norma chilena de riego. No obstante y dadas las fluctuaciones observadas este tramo califica con una regular calidad en el parámetro microbiológico Coliformes Fecales, no obstante en los períodos de riego de la zona comprendidos entre los meses de Septiembre y Marzo, este parámetro se ha mantenido con buena calidad permitiendo un riego seguro e irrestricto.



### ***Coliformes Totales:***

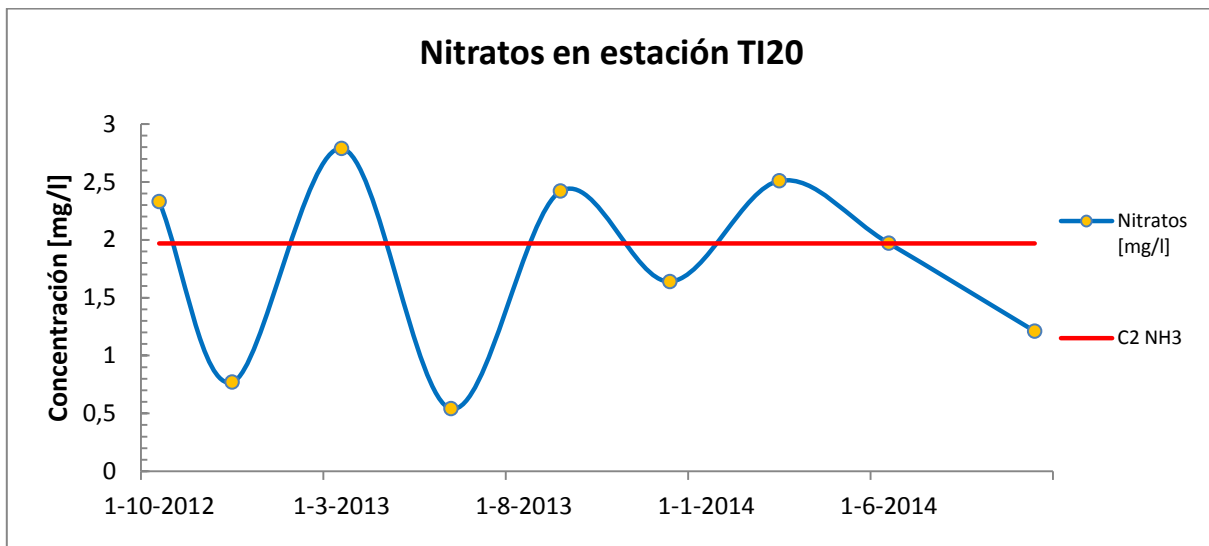
Las bacterias coliformes son un grupo de microorganismos que incluyen a los coliformes fecales. Estos se encuentran en grandes cantidades en el ambiente comúnmente en el suelo, aguas sobre superficie y en las plantas y no representan necesariamente un riesgo evidente para la salud.



Tal como se puede apreciar en el gráfico entre los años 2011 a 2013 se observan continuas alzas en las concentraciones del parámetro Coliformes Totales, sin embargo durante el curso del año 2014 y en el total de las mediciones realizadas este año las concentraciones de coliformes totales registradas mostraron una notable baja, llegando a niveles similares a los observados entre 2007 y 2010. Si bien en el último periodo evaluado se observó una mejora en la calidad de las aguas, la variabilidad de las concentraciones en el tramo hacen que se recomiende continuar con los monitoreos de calidad microbiológica con objeto de corroborar esta tendencia a la mejora, lo que podría implicar mejoras tecnológicas en el territorio comprendido en el tramo muestreado en sector La Gloria en Nancagua.

### **Nitratos:**

Los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) son un contaminante peligroso para el agua utilizada para beber y tienen un efecto perjudicial en la mantención del equilibrio de los ecosistemas acuáticos ya que aporta a la eutrofización de las aguas. Las fuentes habituales de los nitratos son el exceso de fertilización, el escurrimiento por el almacenamiento de estiércol aplicado en suelo como abono en riego y una instalación inadecuada en el ámbito sanitario tanto rural como urbano.



De acuerdo a lo observado en el gráfico el comportamiento del parámetro Nitratos en el área de vigilancia T120 no sigue ninguna tendencia clara, mostrando continuas alzas y bajas en las concentraciones registradas entre los años 2012 a 2014. Sin embargo, según los resultados de las campañas realizadas hasta el momento, las concentraciones de Nitratos muestran una marcada estacionalidad siendo los meses de Marzo y Septiembre donde se superan los límites propuestos en la clase 2 (clase de buena calidad) para Nitratos según el anteproyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel. Dadas las concentraciones observadas y su variabilidad este tramo sería clasificado como de calidad ambiental regular respecto del parámetro Nitratos, lo que implicaría una mayor tendencia a experimentar fenómenos de eutrofización en el tramo muestreado.

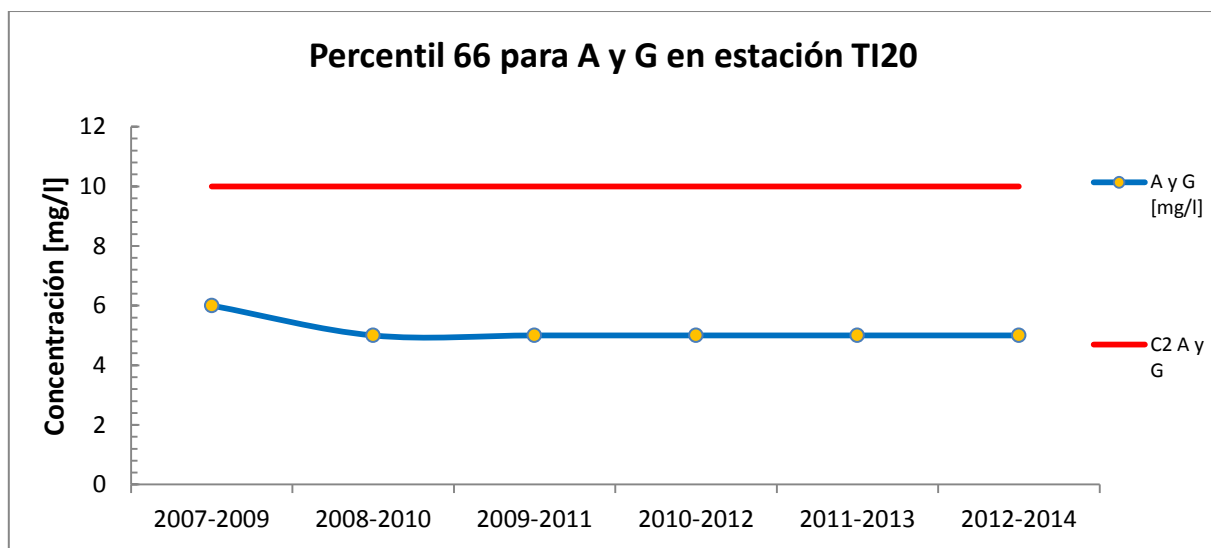
Cabe destacar que este parámetro es sensible desde la perspectiva medio ambiental, sin embargo en ninguno de los casos muestreados supera la norma de consumo humano (agua potable).

## ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUA

Para establecer la calidad de cada parámetro se utiliza el percentil 66 móvil de un periodo de 3 años. Para la evaluación de los parámetros se consideraron los siguientes períodos; años (2006-2008); (2007-2009); (2008-2010); (2009-2011); (2010-2012); (2011-2013) y (2011-2014).

### *Aceites y Grasas:*

Los aceites y grasas son compuestos orgánicos de naturaleza lipídica, son inmiscibles con el agua y están estructurados básicamente por átomos de carbono, hidrogeno y oxígeno. En cuanto a las fuentes de aceites y grasas, estas son casi exclusivamente producto de actividades antrópicas y su presencia en el medio acuático puede provocar problemas de sedimentación de sólidos, disminuye la penetración de la luz solar lo que interfiere con el proceso de fotosíntesis y obstaculiza el intercambio de gases entre el aire y el agua.

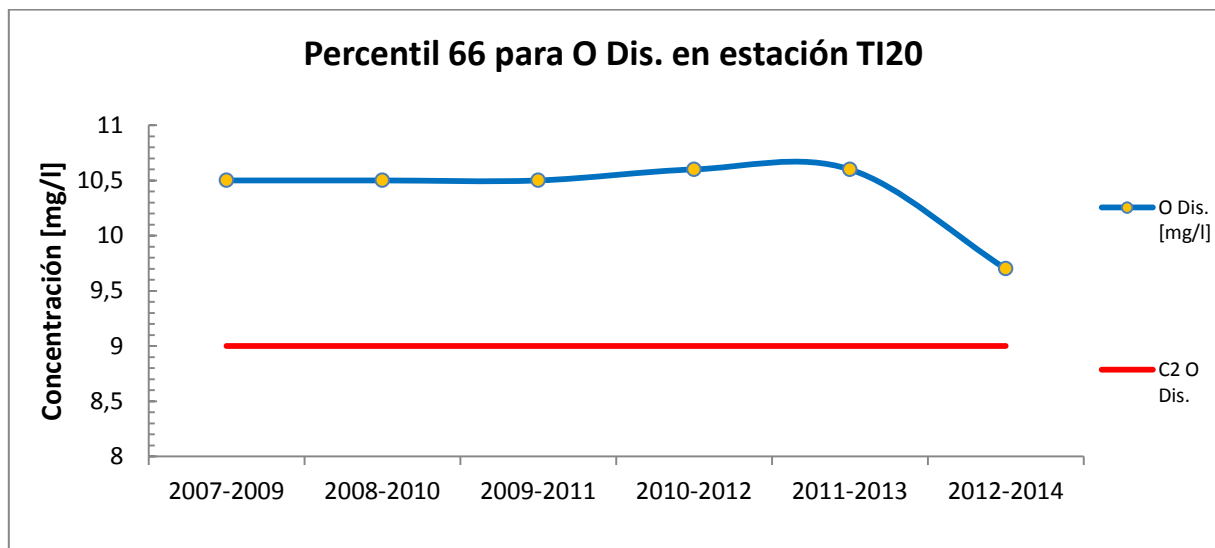


Tal como se observa en el gráfico el área de vigilancia evaluada presenta una buena calidad de agua respecto al parámetro Aceites y Grasas, para cada uno de los 6 períodos controlados, mostrando valores bajo el límite propuesto para la clase 2 del anteproyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel, siendo un parámetro que representa buena calidad de las aguas.

### ***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.



Como se muestra en el gráfico anterior, en cada uno de los 6 periodos controlados, el agua en esta área de vigilancia presenta niveles de Oxígeno Disuelto sobre los límites propuestos para la clase 2 considerada de buena calidad. De lo anterior, se puede inferir que los valores experimentales observados reflejan una buena calidad de oxigenación para las comunidades acuáticas presentes en el área de vigilancia.

# RÍO TINGUIRIRICA EN PUENTE APALTA, LOCALIDAD DE CUNAQUITO (TI30)

---

UBICADO EN LA COMUNA DE SANTA CRUZ, RUTA I350



## Descripción Visual

En este punto se observa una caja hidráulica amplia, riberas artificiales con la construcción de defensas fluviales y una vegetación arbórea exótica (aromo). 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

301.935 – 6.165.475  
287.211 – 6.165.120



## Actividades del Tramo

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

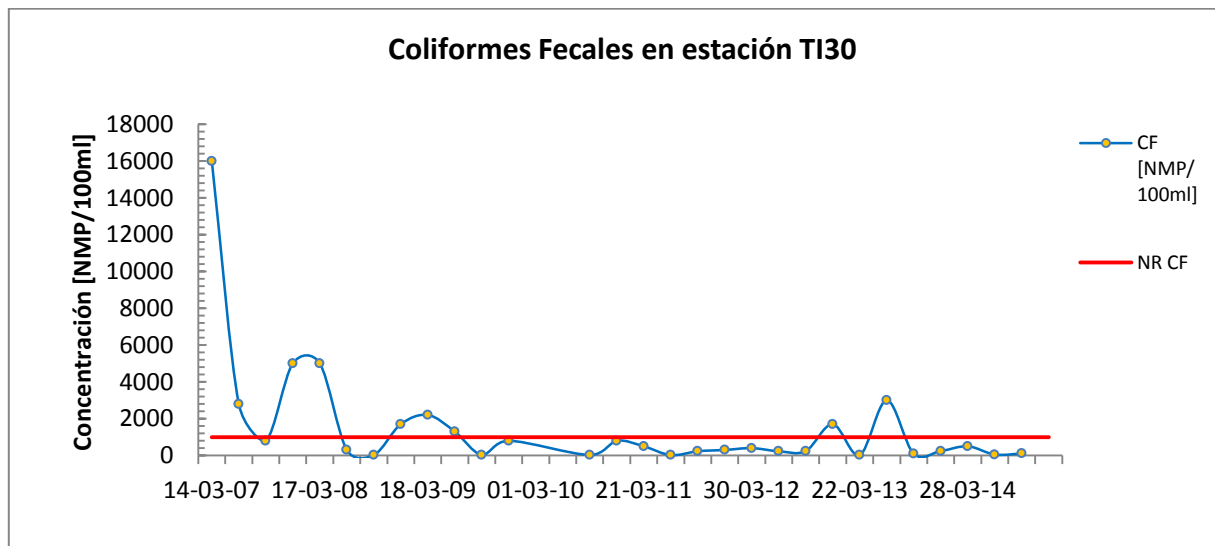
---

## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, 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.



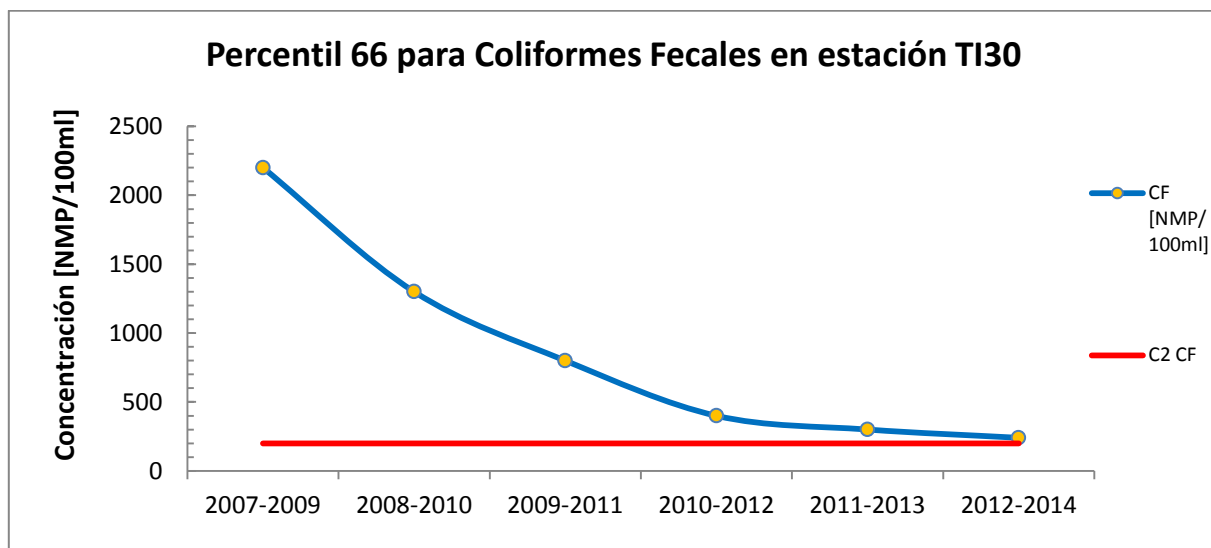
En el gráfico se observa que, para el área de vigilancia evaluada, entre los años 2007 a 2009 las concentraciones de Coliformes Fecales superaron en reiteradas oportunidades los límites establecidos por la norma chilena de riego, sin embargo desde 2010 se muestra una notable mejora en la calidad del agua pasando a presentar, en casi el total de muestreos realizados a la fecha, valores bajo los límites de la norma de riego, lo que permitiría el riego irrestricto de frutas y hortalizas.

Las fluctuaciones del último período deberán observarse, estableciendo si existe alguna tendencia que requiera atención.

## ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUA

Para establecer la calidad de cada parámetro se utiliza el percentil 66 móvil de un periodo de 3 años. Para la evaluación de los parámetros se consideraron los siguientes períodos; años (2006-2008); (2007-2009); (2008-2010); (2009-2011); (2010-2012); (2011-2013) y (2011-2014).

### *Coliformes Fecales:*



De acuerdo a lo mostrado en el gráfico, se observa que en cada uno de los 6 períodos estudiados los valores de coliformes fecales han estado sobre los límites propuestos para la clase 2 del anteproyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel, que regula la calidad ambiental de las aguas.

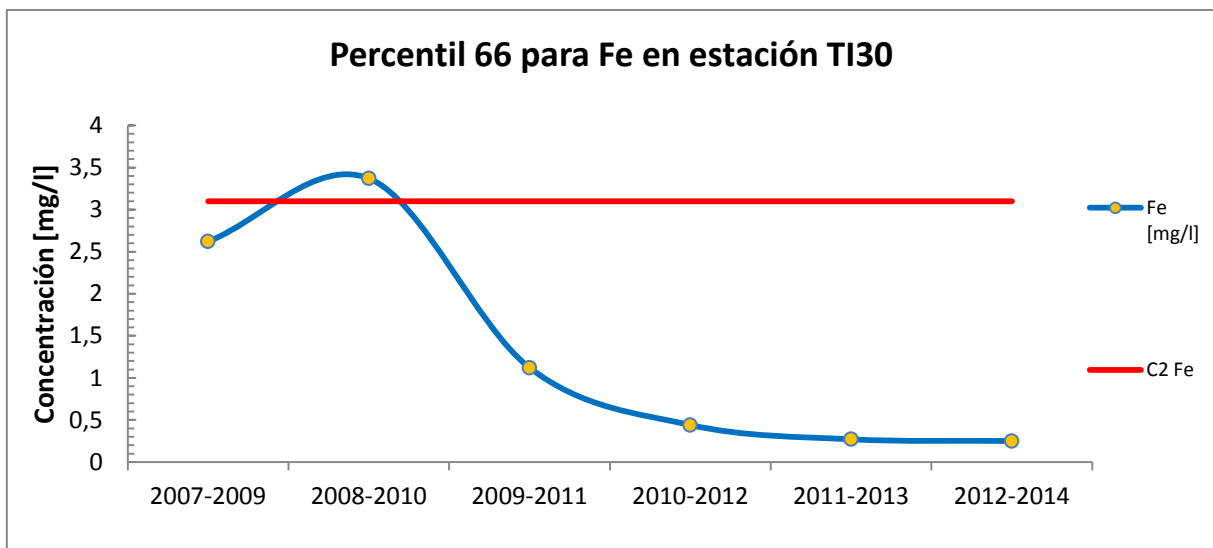
Sin embargo la tendencia estadística muestra una clara mejora desde la situación inicial en el periodo 2007-2009.

No obstante lo anterior, la calidad ambiental está muy por sobre la calidad de agua aceptable para riego, siendo éste tramo apto para riego irrestricto desde el período 2009-2011 en adelante.

### **Hierro total:**

El hierro es un metal traza presente típicamente en los cuerpos de agua, las especies más comunes en el agua son el  $\text{Fe}^{+2}$  y  $\text{Fe}^{+3}$ . Este último ( $\text{Fe}^{+3}$ ) 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.



De acuerdo a la gráfica los valores de percentil 66 para Hierro en el área de vigilancia TI30 han tenido históricamente una buena calidad de aguas mostrando una positiva evolución desde el periodo 2008-2010 y mostrando en 5 de los 6 periodos evaluados concentraciones que se encuentran bajo los límites propuestos para clase 2 del anteproyecto de norma para la cuenca Rapel, la cual representa buena calidad para la mantención de las comunidades acuáticas.



# RÍO TINGUIRIRICA EN PUENTE SAN JOSÉ DE MARCHIGUE (TI50)

---

UBICADO EN LA COMUNA DE PICHIDEGUA, RUTA H76



## 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

281.934 – 6.180.105  
276.200 – 6.202.580

## Actividades del Tramo

Tramo de características potamónicas con alta predominancia agrícola.

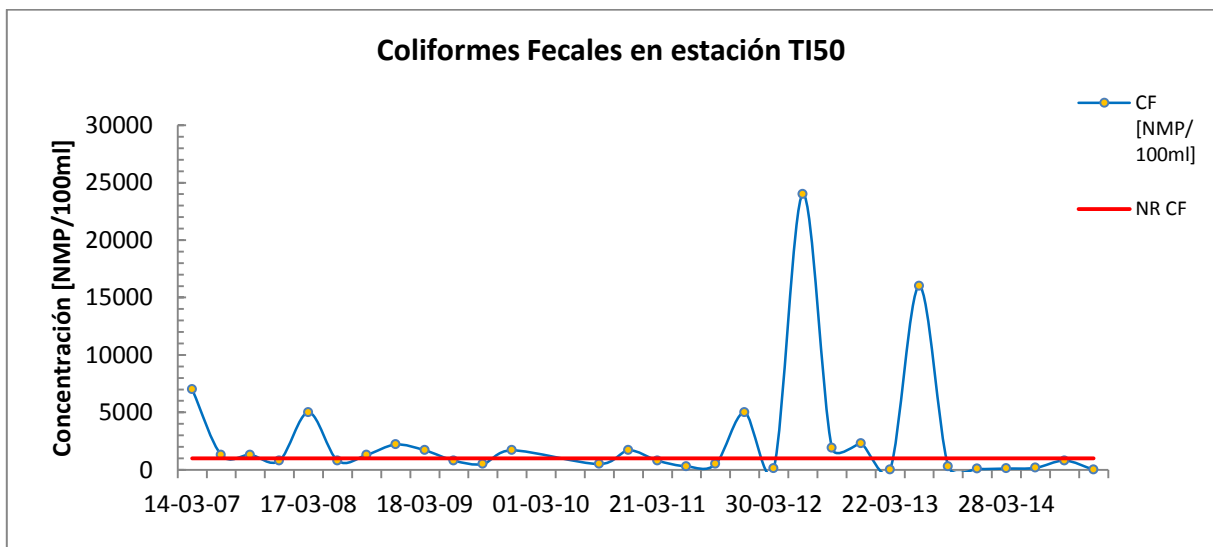
---

## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, los cuales son comparados directamente con la norma chilena N°1333/78 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.

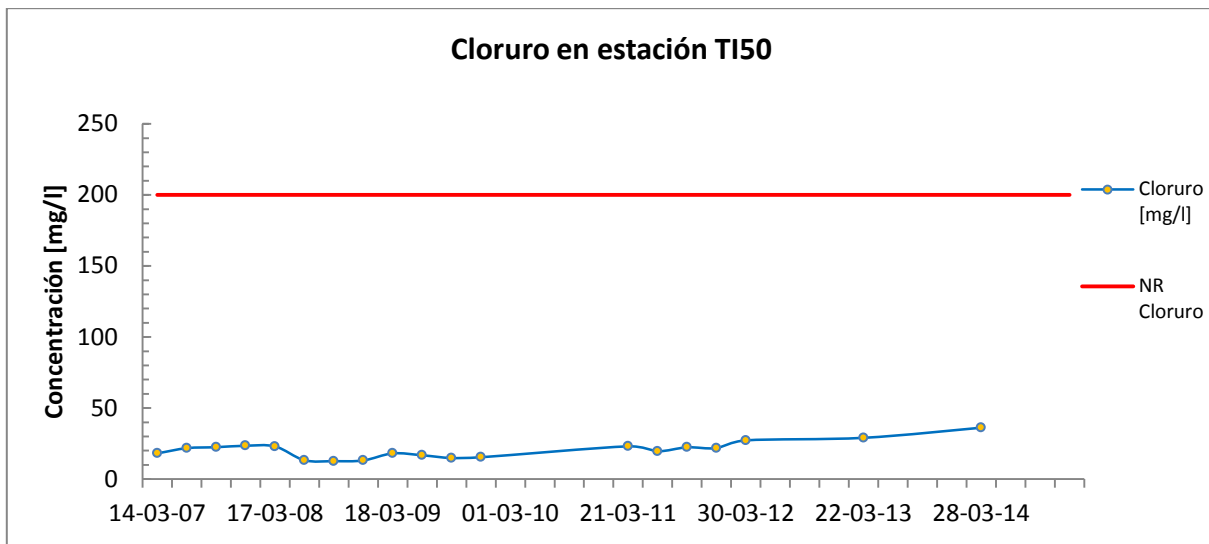


Como se puede observar, el tramo de vigilancia TI50 ha tenido históricamente una mala calidad de aguas desde el punto de vista microbiológico. Desde el comienzo de las campañas de muestreo las concentraciones de coliformes fecales registradas han evidenciado grandes fluctuaciones con las cuales se han superado en reiteradas ocasiones los límites de la norma chilena de riego.

Sin embargo todas las mediciones realizadas durante el año 2014 mostraron una disminución en la concentración de coliformes fecales a concentraciones por debajo del límite máximo exigido por la norma de riego, lo cual implica una mejora importante en la calidad de este tramo. Esta situación debe ser observada para calificar el tramo en buena calidad y establecer recomendaciones para el riego de cultivos agrícolas que crecen a ras de suelo y que se consumen crudos, sin tratamiento de las aguas a nivel predial.

### **Cloruro:**

El Cloruro es un anión inorgánico presente tanto en aguas naturales como residuales. Es un elemento esencial en muchas plantas, pero a altas concentraciones es frecuente que cause problemas de fitotoxicidad especialmente a los cultivos menos tolerantes a la salinidad.

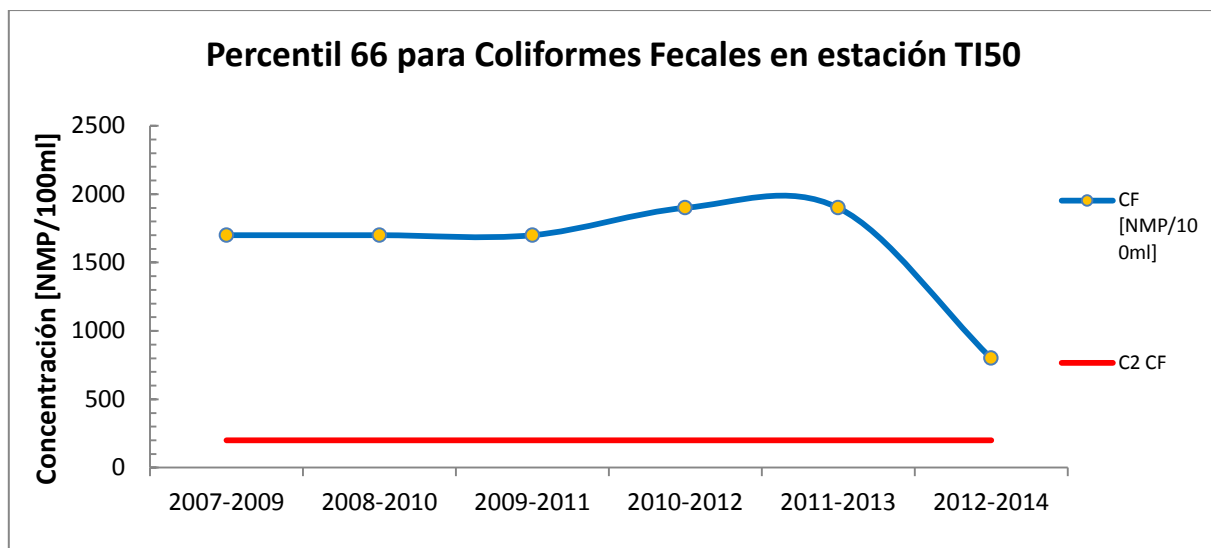


Tal Como se muestra en el gráfico en el total de los muestreos realizados las concentraciones de Cloruro se mantuvieron muy por debajo de las concentraciones permitidas para riego de cultivos agrícolas sin restricción lo que denota una muy buena calidad de aguas sin riesgo de latencia ni saturación del sistema.

## ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUA

Para establecer la calidad de cada parámetro se utiliza el percentil 66 móvil de un periodo de 3 años. Para la evaluación de los parámetros se consideraron los siguientes períodos; años (2006-2008); (2007-2009); (2008-2010); (2009-2011); (2010-2012); (2011-2013) y (2011-2014.)

### *Coliformes Fecales:*

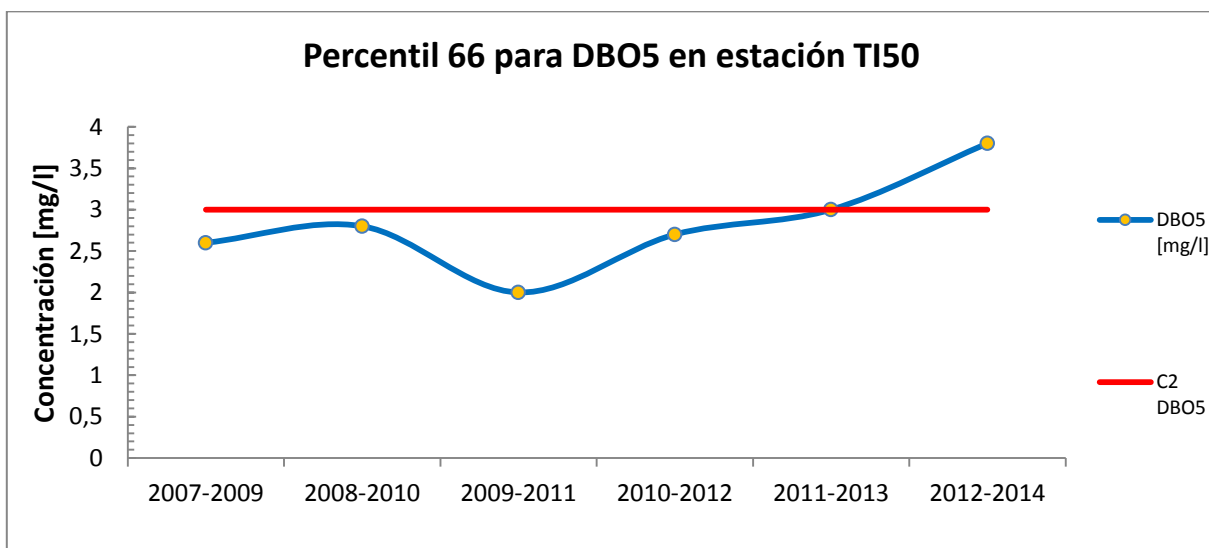


Como se observa en el gráfico históricamente, los percentiles en esta área de vigilancia han mostrado una mala calidad de agua desde la perspectiva ambiental, ya que en cada uno de los 6 periodos evaluados, las concentraciones de coliformes fecales han superado el límite propuesto para clase 2 en el anteproyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel.

No obstante, en el último periodo evaluado (2012-2014) se muestra una leve mejora que, aun estando sobre clase 2, presenta una concentración de 800 [NMP/100ml] con lo cual estaría bajo los límites de la norma chilena de riego.

### **DBO5:**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno requerido para que una población heterogénea de microorganismos estabilicen 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.

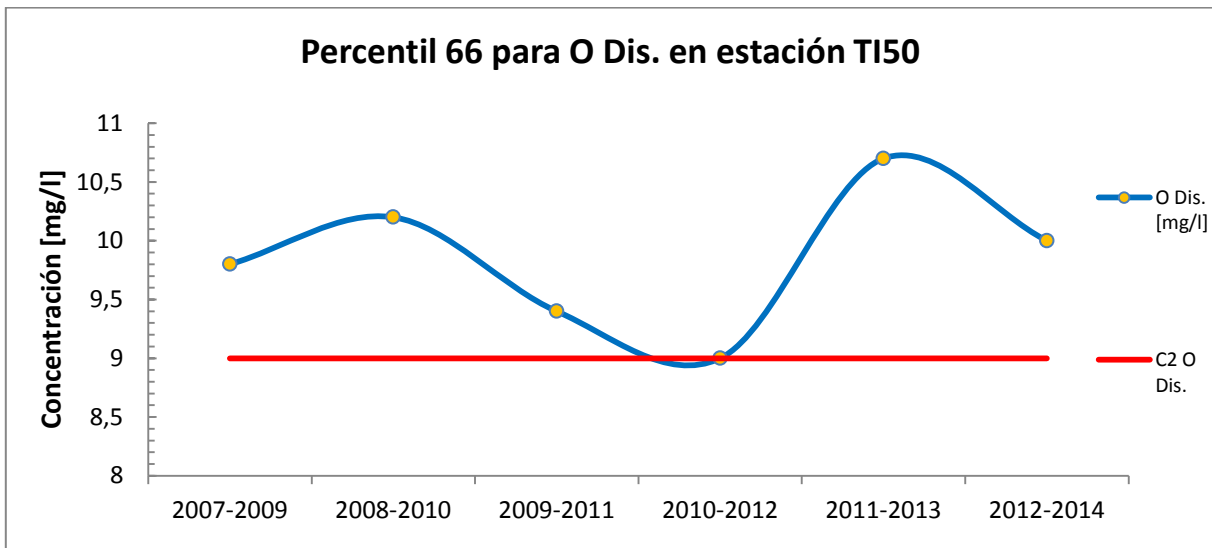


Según lo mostrado en el gráfico, el área de vigilancia TI50 en 5 de los 6 periodos evaluados ha presentado valores de DBO5 bajo o iguales a los valores propuestos para la clase 2. Sin embargo desde el periodo 2009-2011 en adelante se observa un marcado incremento en las concentraciones, llegando a presentar en el último periodo de evaluación un valor de DBO5 (calculado como percentil 66) de 3,8[mg/l] superando el límite propuesto para clase 2, con lo cual actualmente, se estima, que este tramo no podría ser clasificado como excelente calidad para la mantención de la vida acuática más sensible.

### ***Oxígeno Disuelto:***

El oxígeno disuelto (OD) 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.



Como se puede observar en el gráfico, las concentraciones de oxígeno disuelto en 5 de los 6 periodos evaluados se encontraron sobre los límites propuestos para clase 2 considerada de buena calidad ambiental, adicionalmente el periodo 2010-2012 mostró una concentración igual al límite de clase 2. De lo anterior, se puede inferir que los valores experimentales observados reflejan una buena calidad de oxigenación para las comunidades acuáticas presentes en el área de vigilancia.

# ESTERO CHIMBARONGO EN SECTOR MORZA (CH10)

---

UBICADO EN LA COMUNA DE CHIMBARONGO, LOCALIDAD DE HUEMUL EN PUENTE BLANCO



## Descripción Visual

Sitio de muestreo con riberas intervenidas con vegetación de tipo matorral exótica. El cauce presenta una caja hidráulica moderada con un bajo caudal, baja velocidad de corriente.

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

331.342 – 6.141.551  
320.413 – 6.139.817

## Actividades del Tramo

Tramo en el sector de Morza, asociado a población rural.

---

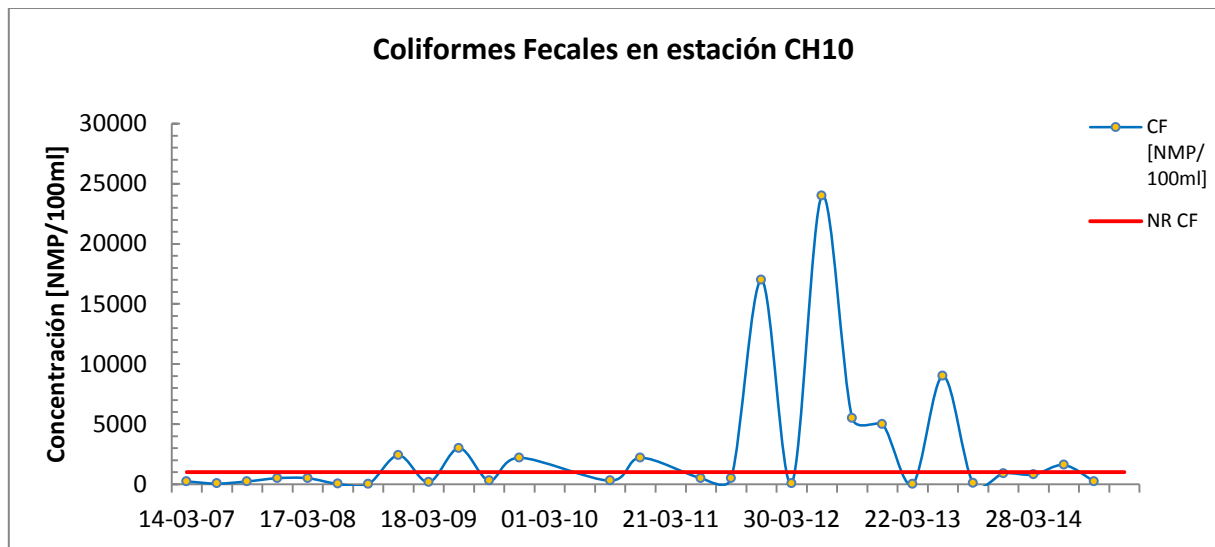


## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, 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, el área de vigilancia CH10 muestra un irregular comportamiento respecto de la calidad microbiológica de sus aguas ya que a partir del año 2009 las concentraciones de Coliformes Fecales registradas han superado constantemente los límites establecidos por la norma chilena de riego.

Respecto del año 2014 ésta situación ha mostrado una cierta mejora observándose una disminución general en las concentraciones de Coliformes Fecales, sin embargo para la campaña del mes de junio de 2014 se registró una concentración de 1.600 [NMP/100ml] lo cual supera los límites de la norma chilena de riego.

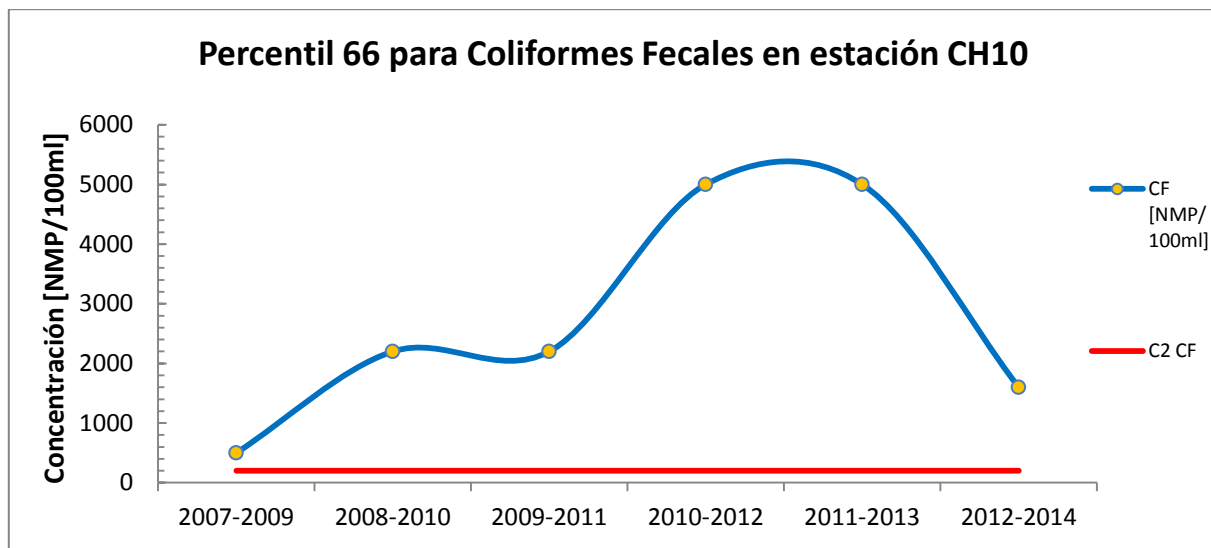
Dada la situación actual del área de vigilancia evaluada y la irregularidad histórica de la calidad se recomienda continuar con los monitoreos microbiológica con objeto de corroborar esta tendencia a la mejora.



## ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUA

Para establecer la calidad de cada parámetro se utiliza el percentil 66 móvil de un periodo de 3 años. Para la evaluación de los parámetros se consideraron los siguientes periodos; años (2006-2008); (2007-2009); (2008-2010); (2009-2011); (2010-2012); (2011-2013) y (2011-2014).

### *Coliformes Fecales:*



Según lo presentado en el gráfico el área de vigilancia evaluada muestra una desfavorable evolución respecto al cálculo de percentiles de la calidad microbiológica de sus aguas, observándose en cada uno de los 6 periodos evaluados concentraciones de Coliformes Fecales que superan los límites propuestos para la clase 2 del anteproyecto de norma secundaria para Rapel, considerada como de buena calidad para los ecosistemas acuáticos. Aun así en el periodo de evaluación más reciente (2012-2014) se muestra una clara mejora.

# 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

320.413 – 6.139.817  
282.329 – 6.174.520

## Actividades del Tramo

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

---

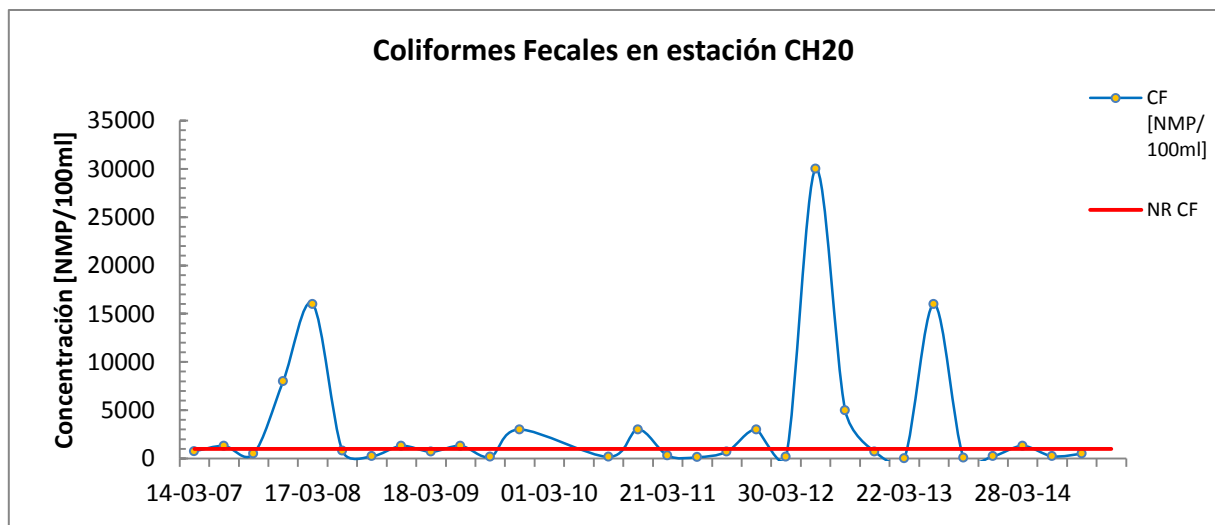


## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, 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:***

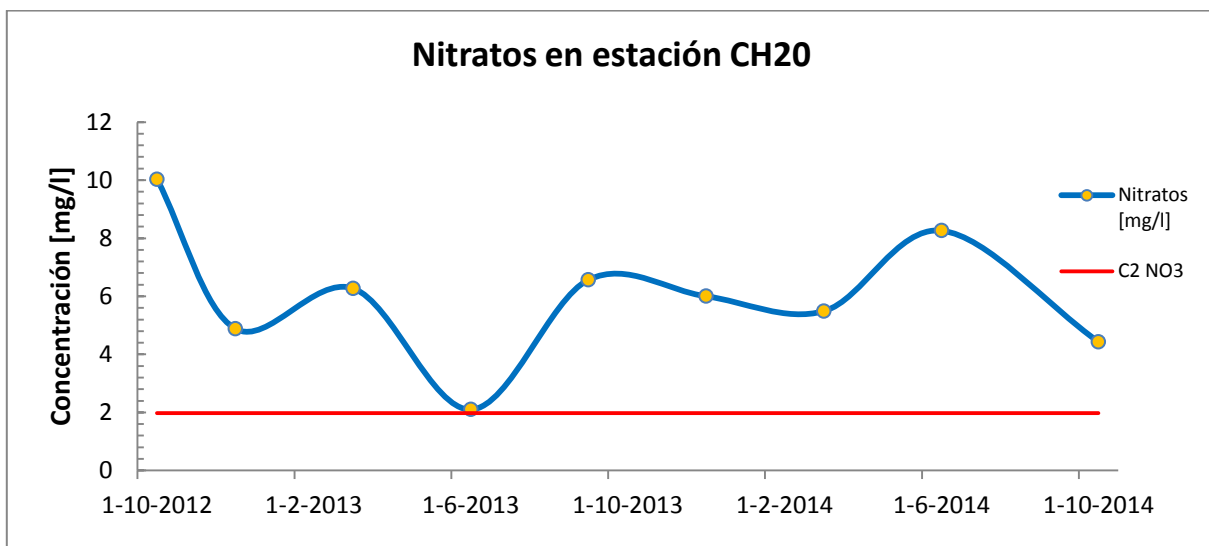
Los coliformes fecales son básicamente microorganismos que se transmiten por medio de los excrementos. Estos se consideran como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales, 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, ya que desde el inicio de las campañas de muestreo, las concentraciones de coliformes fecales han superado los límites establecidos por la norma chilena de riego en reiteradas ocasiones sin observarse una mejora de esta situación. Sin embargo a finales de 2013 y durante el curso del año 2014 se puede apreciar una tendencia hacia la mejora en la calidad de las aguas ya que, aunque se observan concentraciones sobre el límite establecido, estas excedencias son menores a las registradas en períodos anteriores. No obstante y dadas sus fluctuaciones este tramo se califica con una regular calidad en el parámetro coliformes fecales.

### **Nitratos:**

Los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) son un contaminante peligroso para el agua utilizada para beber y tienen un efecto perjudicial en la mantención del equilibrio de los ecosistemas acuáticos ya que aporta a la eutrofización de las aguas. Las fuentes habituales de los nitratos son el exceso de fertilización, el escurrimiento por el almacenamiento de estiércol aplicado en suelo como abono en riego y una instalación inadecuada en el ámbito sanitario tanto rural como urbano.



Tal como se observa en el gráfico el comportamiento de las concentraciones de Nitratos en la estación CH20 históricamente ha sido bastante irregular, observándose valores que van en el rango de 2 a 10 [mg/l] y sin presentar ninguna tendencia clara en cuanto a la estacionalidad de los valores máximos y mínimos registrados, propio de la contaminación difusa.

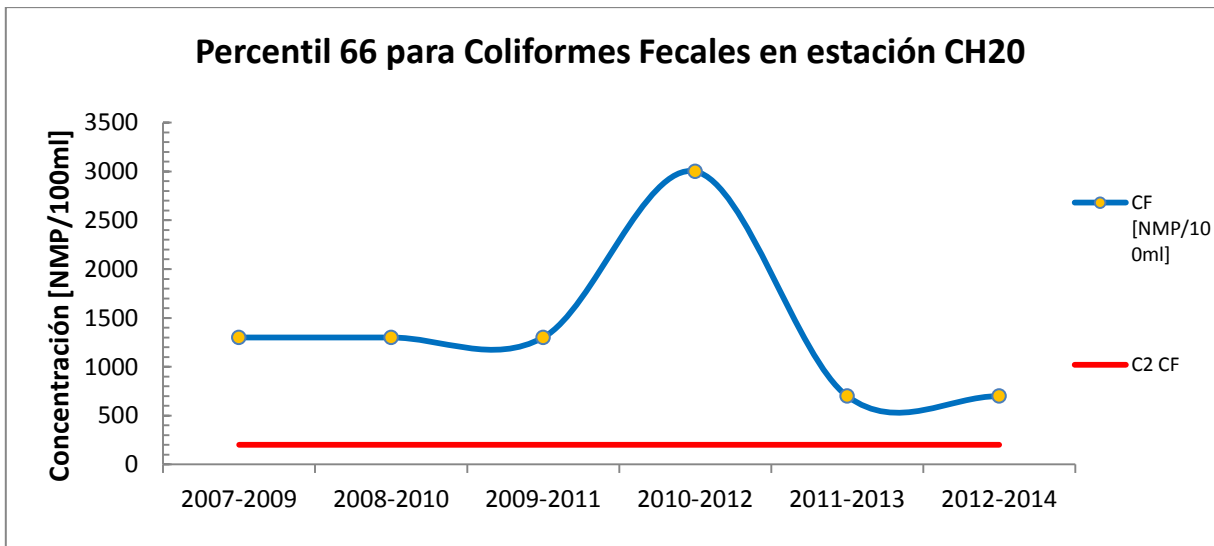
Dadas las concentraciones de Nitratos observadas, respecto de los límites propuestos para la clase 2 del anteproyecto de norma secundaria para la cuenca Rapel, todos los valores registrados desde que comenzaron las mediciones de Nitratos en 2012 han estado sobre el límite de clase 2, con lo cual éste tramo no podría clasificarse como de excelente calidad.

Según estos resultados, este parámetro es precursor de los fenómenos de eutrofización que podría experimentar el tramo evaluado.

## ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE AGUA

Para establecer la calidad de cada parámetro se utiliza el percentil 66 móvil de un periodo de 3 años. Para la evaluación de los parámetros se consideraron los siguientes periodos; años (2006-2008); (2007-2009); (2008-2010); (2009-2011); (2010-2012); (2011-2013) y (2011-2014).

### *Coliformes Fecales:*



De acuerdo a lo observado en el gráfico, para cada uno de los 6 periodos evaluados las concentraciones de Coliformes Fecales se encuentran sobre los límites propuestos para la clase 2 del anteproyecto de norma secundaria para Rapel, la cual se considera como de buena calidad para la mantención óptima de la vida acuática.

# RÍO CLARO, LOCALIDAD DE PUENTE NEGRO (CL10)

---

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

352.348 – 6.130.155  
327.943 – 6.161.105

## 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 llegada de turistas.

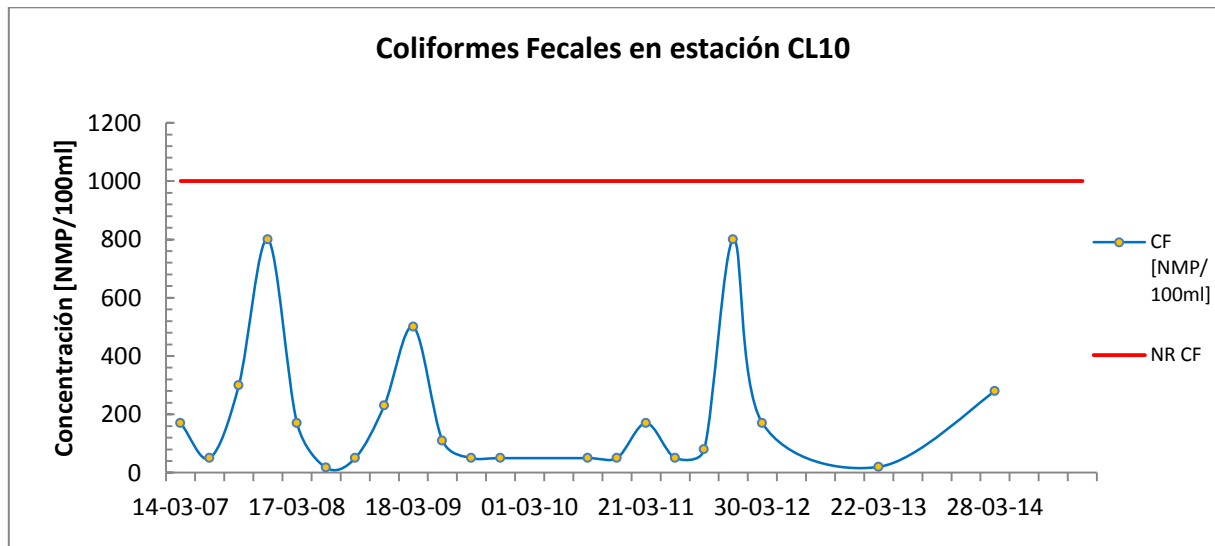
---

## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, los cuales son comparados directamente con la norma chilena N°1333/78 sobre usos del agua, en la cual se encuentra a modo indicativo, la calidad de aguas para riego en la agricultura.

### ***Coliformes Fecales:***

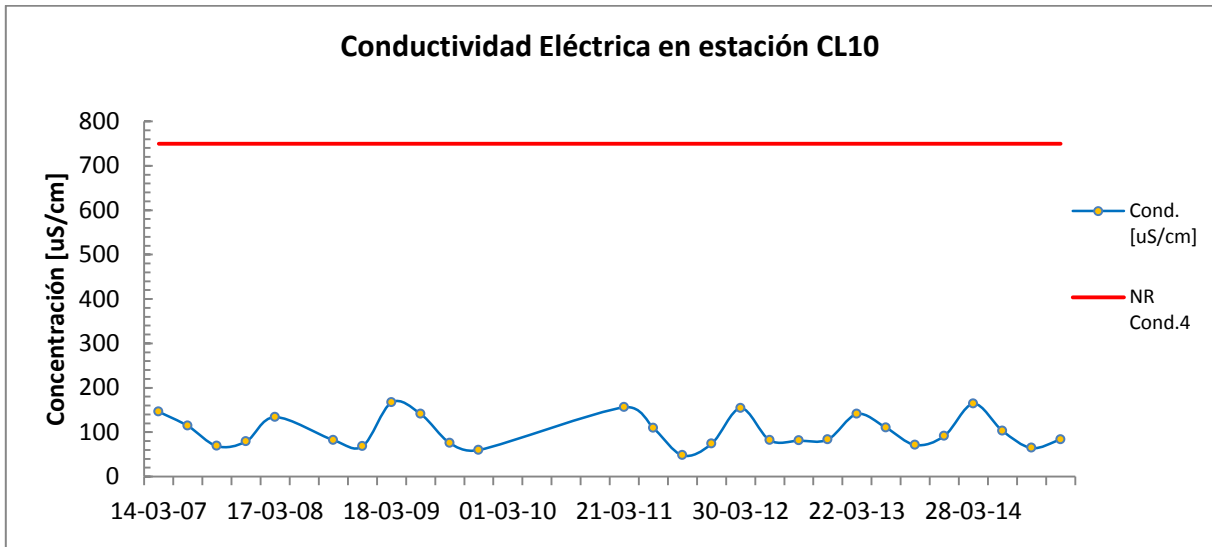
Los coliformes fecales son básicamente microorganismos que se transmiten por medio de los excrementos. Estos se consideran como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales,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



Según lo presentado en el gráfico se observa que, en el total de los muestreos realizados, los valores de coliformes fecales se mantuvieron por debajo de las concentraciones permitidas por la norma chilena de riego llegando en marzo de 2014 a una concentración de 280 [NMP/100ml]. Lo anterior da cuenta de una muy buena calidad de aguas desde la perspectiva microbiológica y clasifica a las aguas del tramo como aptas para riego irrescrito de cultivos agrícolas.

### **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 muestra en el gráfico, y coincidente con la calidad histórica del tramo, en el total de los muestreos realizados los valores de Conductividad Eléctrica se mantuvieron muy por debajo de los límites permitidos para riego de cultivos agrícolas sin restricción según la norma chilena de riego, situación que da cuenta de una muy buena calidad de aguas.



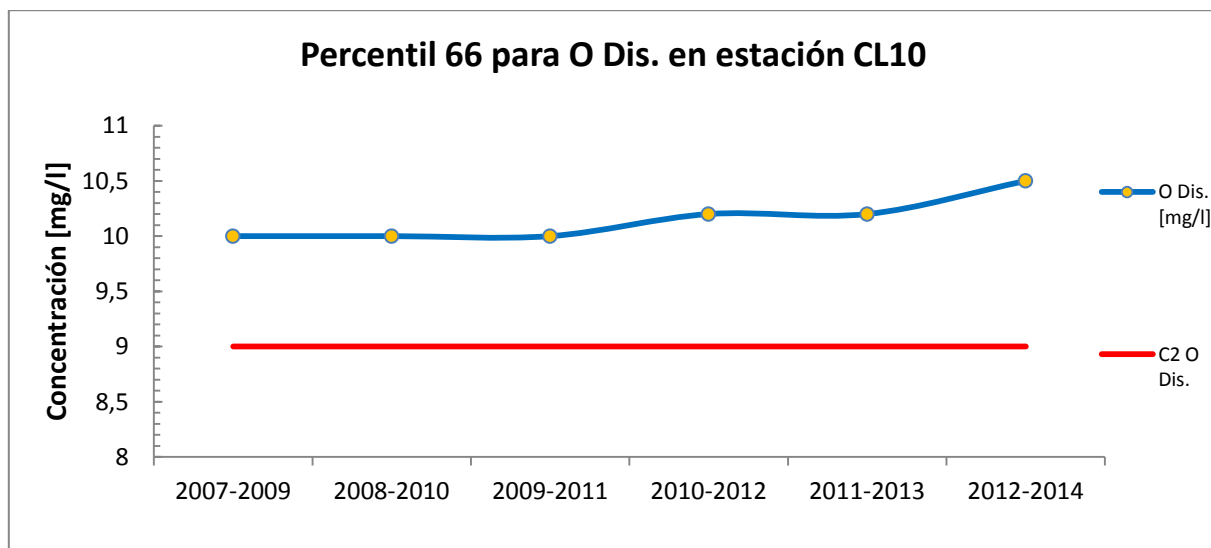
## Estadísticas de Calidad de Aguas

Para establecer la calidad de cada parámetro se utiliza el percentil 66 móvil de un periodo de 3 años. Para la evaluación de los parámetros se consideraron los siguientes períodos; años (2006-2008); (2007-2009); (2008-2010); (2009-2011); (2010-2012); (2011-2013) y (2011-2014).

### ***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.

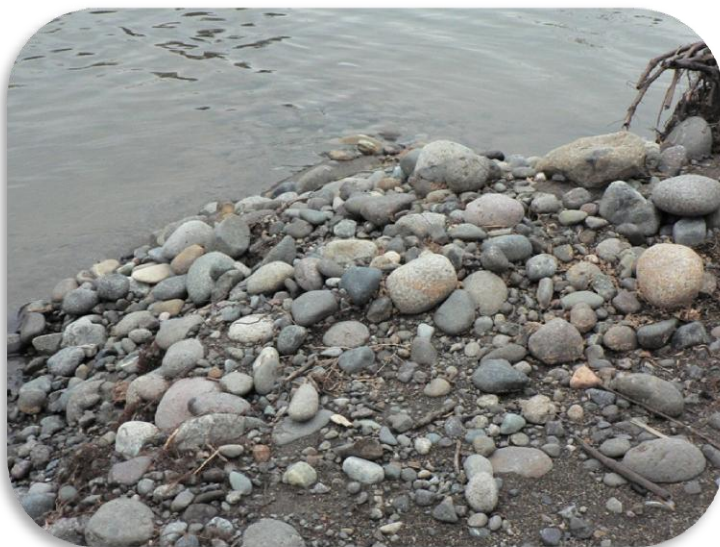


Como se muestra en el gráfico anterior, en cada uno de los 6 periodos controlados, el agua en esta área de vigilancia presenta niveles de oxígeno disuelto sobre los límites establecidos en clase 2 considerada de buena calidad. De lo anterior, se puede inferir que los valores experimentales observados reflejan muy buena calidad de oxigenación para las comunidades acuáticas presentes.

# ESTERO LAS TOSCAS EN VADEO CALLEUQUE, (LT10)

---

UBICADO EN LA COMUNA DE PERALILLO, LOCALIDAD DE CALLEUQUE



## Descripción Visual

En este sector se observa un estero con una importante intervención en su cauce debido a la construcción del puente Calleuque. Las riberas presentan una abundante vegetación del tipo arbórea con especies exóticas principalmente. En relación a su cauce este presenta con aguas turbias, una velocidad y caudal moderado.

Sustrato compuesto por clastos de un tamaño aproximado a 9cm en promedio, con importantes embancamientos de grava y arena (gruesa y media). Se observa una importante alteración en la ribera de este curso de agua.



## Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19

278.704 – 6.174.166

276.562 – 6.193.263

## Actividades del Tramo

Tramo de características rurales altamente influenciado por la actividad agrícola.

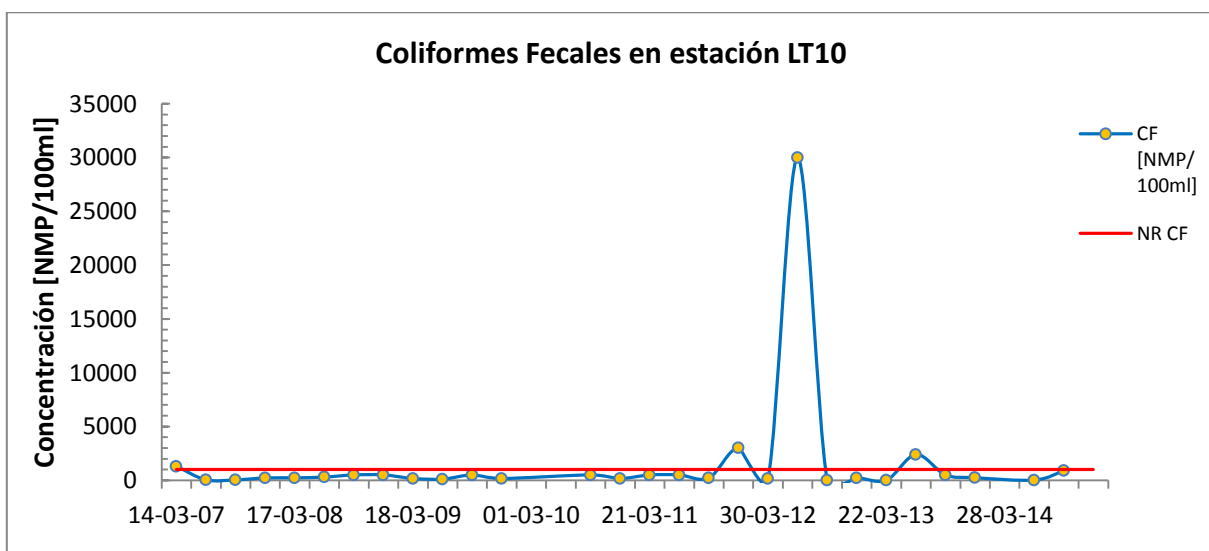
---

## GRÁFICOS DE CALIDAD

Las gráficas de calidad están construidas con los valores trimestrales de cada parámetro desde el año 2007 hasta el año 2014, los cuales son comparados directamente con la norma chilena N°1333/78 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 históricamente la estación LT10 ha mostrado concentraciones de coliformes fecales bajo los límites establecidos por la norma chilena de riego, mostrando una buena calidad de aguas desde la perspectiva microbiológica con excepción de 1 pick aislado registrados entre en el año 2012

Por otro lado en cuanto a los resultados obtenidos para el año 2014, las concentraciones de coliformes fecales registradas muestran una buena calidad de aguas coincidente con el comportamiento histórico del tramo, presentando valores bajo la norma de riego en el total de monitoreos realizados con lo que las aguas del tramo actualmente clasificarían como aptas para riego irrestricto de cultivos agrícolas.