



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA SEQUENTIAL
ANAEROBIC AND ALGAL MEMBRANE BIOREACTOR (A2MBR) Y
HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA APLICACIONES DE REÚSO EN
RECARGA DE ACUÍFEROS: CASO ACUÍFERO CUENCA DEL RÍO
CACHAPOAL, CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

GRACIELA ESPINA COFRÉ

PROFESORA GUÍA:
ANA LUCÍA PRIETO SANTA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
KATHERINE LIZAMA ALLENDE
JUVENAL LETELIER VILLALÓN

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por:
CAPTA

SANTIAGO DE CHILE
2022

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA SEQUENTIAL ANAEROBIC AND ALGAL MEMBRANE BIOREACTOR (A2MBR) Y HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA APLICACIONES DE REÚSO EN RECARGA DE ACUÍFEROS: CASO ACUÍFERO CUENCA DEL RÍO CACHAPOAL, CHILE

El presente trabajo busca analizar una de las alternativas de nuevas fuentes de agua como es el reúso de aguas residuales tratadas, específicamente como fuente de recarga de acuíferos. Para lo anterior se realiza un estudio de prefactibilidad donde se comparan 2 métodos de tratamiento de aguas residuales. El primero de ellos, el Sequential Anaerobic and Algal Membrane Bioreactor (A2MBR), corresponde a un sistema de tratamiento avanzado basado en la filtración de membrana y el segundo, el humedal construido, corresponde a un sistema de fitodepuración.

Para lo anterior se caracterizan las aguas servidas que no reciben tratamiento de 4 sectores de la provincia del Cachapoal en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Luego, a partir de información de la literatura, se analiza la capacidad de remoción de distintos contaminantes (DBO₅, Fósforo Total, Nitrógeno Total y Sólidos Suspendidos Totales) de los sistemas de tratamiento. Con la información anterior se obtiene la calidad de agua que podrían llegar a generar los sistemas y se compara con la calidad del efluente de los sistemas de tratamiento cercanos (Lagunas aireadas y lodos activados) y con las normas de calidad chilenas.

Con respecto a los resultados obtenidos, la capacidad de remoción de contaminantes del humedal construido es similar a la capacidad de remoción de los sistemas que existentes cercanos a la zona de estudio. Por su lado, la capacidad de remoción del A2MBR es superior a la capacidad de los 3 sistemas mencionados (Humedal construido, lagunas aireadas y lodos activados). Pese a lo anterior, tanto el humedal construido como el A2MBR cumplen con distintas normas de calidad.

Finalmente, con el fin de realizar un estudio económico de los sistemas, se analizan los costos de inversión y operación. Para lo anterior se diseña el sistema de alcantarillado que llevaría las aguas servidas desde los sectores donde se generan hasta los sistemas de tratamiento, se analizan costos de terreno, costos de sistema de pretratamiento y tratamiento primario y costos de capital y operación del A2MBR y el humedal construido.

Con los resultados se obtiene que el costo de tratamiento de los sistemas estudiados es aproximadamente el doble del costo de tratamiento de los sistemas cercanos a la zona de estudio.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Escasez hídrica en Chile	2
1.2. Reúso de aguas servidas tratadas	2
1.3. Recarga gestionada de acuíferos	3
1.4. Innovaciones tecnológicas en el tratamiento de aguas servidas	4
1.4.1. A2MBR	5
1.4.1.1. Biorreactor de membrana anaeróbico	5
1.4.2. Humedales construidos	6
2. Metodología	9
2.1. OE1: Caracterización del efluente generado por los sistemas en estudio	9
2.1.1. Tarea 1: Caracterización de la zona de estudio	9
2.1.2. Tarea 2: Caracterización del afluente de los sistemas	10
2.1.3. Tarea 3: Caracterización del efluente generado por el A2MBR	12
2.1.4. Tarea 4: Caracterización del efluente generado por el humedal construido	12
2.2. OE2: Caracterización del acuífero en estudio	13
2.2.1. Tarea 5: Caracterización de la capacidad de infiltración de las balsas de Doñihue	13
2.2.2. Tarea 6: Análisis de las normas de calidad relacionadas vigentes en Chile	13
2.2.2.1. Directrices para el uso de aguas residuales tratadas	13
2.2.2.2. Normas de emisión	17
2.2.2.3. NCh 1333/1978: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos	18
2.3. OE3: Estudio de factibilidad del uso del agua tratada	19
2.3.1. Tarea 7: Diseño y cálculo de redes del sistema de alcantarillado	19
2.3.2. Tarea 8: Estudio de los costos de inversión y operación	20
2.3.3. Tarea 9: Comparación con los sistemas de tratamiento de las PTAS cercanas a la zona de estudio	24
3. Resultados y discusión	26
3.1. Características afluente y efluente	26
3.1.1. Afluente de los sistemas	26
3.1.2. Efluente generado por los sistemas	26
3.1.2.1. Capacidad de remoción de contaminantes	26
3.2. Características del acuífero en estudio	27
3.2.1. Capacidad de infiltración	27
3.2.2. Cumplimiento de las normas de calidad asociadas	28

3.2.2.1.	Directrices para el uso de aguas residuales tratadas	28
3.2.2.2.	Normas de emisión	28
3.2.2.3.	NCh 1333/1978: Requisitos de calidad del agua para diferen- tes usos	29
3.3.	Estudio de factibilidad	29
3.3.1.	Diseño sistema de alcantarillado	29
3.3.2.	Costos de inversión y operación	31
3.3.3.	Estudio comparativo PTAS	34
3.3.3.1.	Capacidad de remoción PTAS cercanas	34
3.3.3.2.	Costos de tratamiento PTAS cercanas	35
Bibliografía		37
Anexos		39
A. Calidad afluente y efluente PTAS cercanas a la zona de estudio		40
B. Pendientes mínimas para tuberías de diámetros nominales 175 mm a 500 mm		125
C. Presupuesto construcción HC-FHSS		126

Índice de Tablas

2.1.	Remoción sistema A2MBR.	12
2.2.	Capacidad de remoción [%] humedales construidos HC-FHSS	13
2.3.	Ejemplo de niveles máximos de nutrientes de ART utilizadas para riego. Fuente: NCh3456-1/2021	14
2.4.	Calidad sugerida de aguas residuales tratadas de acuerdo con parámetros químicos, físicos y biológicos. Fuente: NCh3456-2/2021	15
2.5.	Clasificación de la calidad del agua regenerada para aplicación de reúso de agua no potable en relación al nivel de tratamiento. Fuente: NCh3483/2021	16
2.6.	Ejemplos de tipos de niveles de tratamiento y tecnologías adecuadas para varias aplicaciones de reúso. Fuente: NCh3678-1/2021	17
2.7.	Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a distintos tipos de cuerpos de agua. Fuente: D.S. N°90/2000	17
2.8.	Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a acuíferos de distintas vulnerabilidades. Fuente: D.S. N°46/2002	18
2.9.	Costos unitarios de componentes del sistema de alcantarillado	21
2.10.	Costos componentes sistema de pretratamiento y tratamiento primario	21
2.11.	Costo de construcción A2MBR. Fuente: Espinoza, 2022	22
2.12.	Costos de operación A2MBR, Fuente: Espinoza, 2022	22
2.13.	Materiales empleados en el diseño y construcción de humedales horizontales. Fuente: Delgadillo al., 2010	23
3.1.	Calidad del afluente de las PTAS cercanas a la zona de estudio. Fuente: SISS, 2021	26
3.2.	Volumen diario a tratar por los sistemas. Fuente: DOH, 2021	26
3.3.	Calidad generada por los sistemas de tratamiento	27
3.4.	Porcentaje de infiltración con respecto al a la situación óptima de recarga. Fuente: CNR, 2021	27
3.5.	Características de las tuberías del sistema de alcantarillado	31
3.6.	Costos previos al tratamiento secundario de los sistemas	31
3.7.	Costo de construcción A2MBR, $Q=360 \text{ m}^3/\text{día}$	32
3.8.	Costos de operación A2MBR, $Q=360\text{m}^3/\text{día}$	32
3.9.	Parámetros utilizados para calcular el área superficial del humedal	33
3.10.	Parámetros utilizados para calcular el área vertical, ancho y largo del humedal	33
3.11.	Costo de construcción humedal construido 5570 m^2	34
3.12.	Capacidad de remoción PTAS Lagunas Aireadas	35
3.13.	Capacidad de remoción PTAS Lodos Activados	35
3.14.	Valor del $m^3_{Tratado}$ para VAN de 5 y 15 años	35
3.15.	Costos de tratamiento por m^3 de los distintos sistemas de tratamiento	35
A.1.	Calidad afluente PTAS Coinco. Fuente: SISS, 2021	41

A.2.	Calidad afluente PTAS Coltauco. Fuente: SISS, 2021	48
A.3.	Calidad afluente PTAS Doñihue. Fuente: SISS, 2021	55
A.4.	Calidad afluente PTAS Olivar Alto. Fuente: SISS, 2021	63
A.5.	Calidad efluente PTAS Coinco. Fuente: SISS, 2021	71
A.6.	Calidad efluente PTAS Coltauco. Fuente: SISS, 2021	83
A.7.	Calidad efluente PTAS Doñihue. Fuente: SISS, 2021	95
A.8.	Calidad efluente PTAS Olivar Alto. Fuente: SISS, 2021	110
B.1.	Pendientes mínimas para tuberías de diámetros nominales 175 mm a 500 mm. Fuente: NCh1105/2019	125
C.1.	Presupuesto construcción HC-FHSS, Fuente: Espinoza, 2017	126

Índice de Ilustraciones

1.1.	Flujo en el reactor secuencial	6
2.1.	Ubicación de las balsas de infiltración.	10
2.2.	Balsas de infiltración	10
2.3.	PTAS y servicios de APR cercanos a la zona de estudio.	11
3.1.	Diseño del sistema de alcantarillado	29
3.2.	Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Hijuela del Medio Vista Hermosa	29
3.3.	Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Lo de Cuevas	30
3.4.	Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Hijuela del Medio Vista Hermosa junto al APR Lo de Cuevas	30
3.5.	Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR California	30
3.6.	Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Rinconada de Doñihue	30
3.7.	Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR California junto al APR Rinconada de Doñihue	31

Capítulo 1

Introducción

Cada vez con mayor frecuencia, se hace latente en Chile el problema de la escasez hídrica, ello debido al sostenido aumento de la demanda y la disminución de la oferta del recurso hídrico, la insostenible extracción subterránea, su distribución desequilibrada y excesiva contaminación de esta. Dicha escasez, obliga a adoptar algún paradigma emergente de la gestión sustentable de recursos hídricos. Una opción y componente histórico en la gestión de los recursos hídricos es el almacenamiento de agua como un medio para asegurar su disponibilidad en el largo plazo. Los embalses han sido la respuesta tradicional como método para almacenar, porque permiten un llenado y liberación de agua de manera rápida, proporcionan un potencial de almacenaje considerable y son relativamente fáciles de administrar y monitorear. No obstante, los altos costos financieros, sociales y medioambientales de los embalses, junto con su vulnerabilidad ante la contaminación, las altas tasas de evaporación y la menor disponibilidad de terrenos, han empujado las investigaciones hacia métodos de almacenaje alternativos, tales como la Recarga de Acuíferos Gestionada (CSIRO, 2020).

Por otro lado, en muchos países la creciente escasez de agua y los esfuerzos por controlar la contaminación de esta han hecho que las aguas residuales tratadas municipales e industriales sean un medio adecuado y de bajo costo para aumentar el suministro de agua existente, especialmente cuando se comparan con alternativas costosas como la desalinización o el desarrollo de nuevas fuentes de agua que involucran represas y reservorio (INN, 2021a).

La motivación de este trabajo es estudiar dos tecnologías que permiten tratar aguas residuales con el fin de dejarlas aptas para la recarga de acuíferos. Una de ellas, el A2MBR, consiste en un biorreactor con sistema secuencial anaeróbico y de membrana de algas que, al operar, además de recuperar agua, recupera energía y nutrientes (Prieto, 2011). La segunda tecnología corresponde a un humedal construido de flujo horizontal subsuperficial. Los humedales construidos que corresponden a sistemas de fitodepuración que reemplazan el tratamiento secundario e inclusive, bajo ciertas condiciones, al terciario de las aguas residuales (Delgadillo et al., 2010).

Revisión de literatura

1.1. Escasez hídrica en Chile

Chile es un país rico en agua al comparar la disponibilidad per cápita nacional con el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Sin embargo, debido a factores climáticos, normativos y de gestión, hay sectores que presentan dificultades (Naciones Unidas Chile, 2021). Por ejemplo, debido a la disminución de las precipitaciones en la zona centro-norte, el país experimenta desde hace más de una década una sequía recurrente. Actualmente, las regiones entre Atacama y Ñuble mantienen un déficit de precipitación de casi 100 % con respecto al promedio histórico 1981- 2010 y los acuíferos muestran una tendencia a la baja entre la región de Coquimbo y el Maule (Dirección General de Aguas, 2020).

En febrero de 2022, eran 184 comunas entre las regiones de Atacama y Aysén las que se encontraban bajo uno de los 22 decretos de escasez hídrica. Los decretos de escasez se dictan con el objeto de proveer determinadas herramientas a usuarios del agua y a la población en general para reducir al mínimo los daños derivados de la sequía y da atribuciones a la DGA para establecer criterios y delimitaciones para las autorizaciones de extracción de agua (DGA, 2022).

“La escasez de agua constituye una amenaza importante al crecimiento económico y la estabilidad en el mundo, y el cambio climático está agravando el problema”, declaró el presidente del Banco Mundial Jim Yong Kim. “Nuestro análisis muestra que, si los países no adoptan medidas para mejorar la gestión de los recursos hídricos, algunas regiones densamente pobladas podrían verse afectadas por largos períodos de crecimiento económico negativo. Pero los países pueden adoptar ahora políticas que los ayudarán a gestionar el agua en forma sostenible durante los próximos año” (Fundación Chile, 2016).

En pos de lo anterior, la búsqueda de nuevas fuentes de agua se destaca como una propuesta real de solución, ya sea como complemento o suplemento del recurso disponible. La captación de aguas lluvias, transporte o trasvase de agua desde cuencas, desalinización de agua de mar y reúso de aguas residuales tratadas, se cuentan entre las alternativas de nuevas fuentes (Fundación Chile, 2016).

1.2. Reúso de aguas servidas tratadas

El reúso de aguas residuales tratadas permite valorizar un residuo líquido que se elimina a través de los sistemas de tratamiento existente (PTAS urbanas, rurales y emisarios submarinos), el que podría ser recuperado en su totalidad. Actualmente existe la tecnología para tratar y dejar el agua con una calidad tal, que se le puede dar un uso posterior, tanto productivo, de abastecimiento o de mitigación de las situaciones de estrés hídrico (Fundación Chile, 2016).

Desde los años cincuenta ha ido tomando fuerza la idea de considerar las aguas residuales como recurso hídrico utilizable para diversos fines, después de ser sometido a un tratamiento

adecuado. Sus posibles usos son riego agrícola, acuicultura, uso industrial, uso minero, riego de zonas de recreación, riego de áreas verde, recarga de aguas subterráneas (acuíferos), y –en situaciones de escasez extrema– incluso como agua potable o para higiene personal (Fundación Chile, 2016).

1.3. Recarga gestionada de acuíferos

Los acuíferos, estratos geológicos permeables que contienen agua, se reponen naturalmente a través de la lluvia que infiltra el suelo y la roca o por la infiltración de cursos de agua. Las actividades humanas que ocasionan la recarga de los acuíferos se pueden dividir en tres categorías (Dillon et al., 2009):

1. No intencional, producida por la infiltración en zonas de riego o por fugas de tuberías en las redes de agua potable y alcantarillado.
2. No gestionada, generada por los pozos y sumideros de drenaje de aguas lluvias y por pozos sépticos creados para eliminar el agua no deseada sin pensar en la reutilización.
3. Gestionada, a través de mecanismos como pozos de inyección y lagunas de infiltración.

La Dirección General de Aguas considera como recarga artificial (gestionada) a cualquier acción antrópica destinada a incrementar la tasa de infiltración natural sobre un acuífero con el objeto de aprovechar la capacidad de regulación natural de éste para su aprovechamiento en un tiempo posterior o bien para reducir el nivel de sobreexplotación de largo plazo.

Además, establece que los principales objetivos de la recarga artificial son:

- Almacenar en acuíferos agua superficial excedente, evitando las pérdidas por evaporación, utilizando la función capacitiva del acuífero, e incrementando el volumen del recurso agua disponible.
- Transvasar agua de un punto a otro, sin necesidad de obras de conducción, actuando el acuífero no sólo como almacén sino también como elemento de transporte.
- Crear barreras para:
 - Frenar el descenso regional del nivel de aguas subterráneas
 - Frenar el avance de la intrusión marina
 - Limitar la extensión del cono de drenaje producido por un drenaje minero u excavación subterránea
- Actuar frente a problemas de subsidencia

El desarrollo de obras de recarga artificial requiere de ciertas condiciones que favorecen o facilitan el proceso de infiltración y almacenado de las aguas en el acuífero. Aunque no son totalmente limitantes pueden condicionar de forma importante el objetivo de una obra de recarga. Dichas condiciones tienen que ver con contar con suelos permeables que condicionan el método de recarga, un acuífero suficientemente permeable para asegurar un proceso de infiltración eficiente hasta la napa y un agua de recarga de calidad adecuada tanto física (desprovista de sedimentos), como química (que no afecte la calidad natural del agua de la

napa) (DGA, 2013).

La recarga gestionada de acuíferos también puede jugar un papel importante en el uso de agua recuperada (efluentes de aguas servidas tratadas o aguas pluviales). Muchas ciudades alrededor del mundo infiltran agua recuperada a los acuíferos a través de piscinas de infiltración o pozos y luego reutilizan esta agua en el suministro de agua potable o de riego (CSIRO, 2020).

La selección del tratamiento de aguas servidas para su uso en un proyecto recarga gestionada de acuíferos es particularmente importante, por ejemplo, la desnitrificación para reducir los niveles altos de nitrógeno a fin de manejar las obstrucciones en la operación del sistema (CSIRO, 2020).

1.4. Innovaciones tecnológicas en el tratamiento de aguas servidas

En Chile, el tratamiento de las aguas servidas se realiza a través de 301 plantas operativas, de las cuales 184 corresponden a lodos activados, 33 a emisarios submarinos, y el resto corresponde a lagunas y otros sistemas de tratamiento (SISS, 2020).

Con la rápida evolución de la innovación y el desarrollo tecnológico, existe un impulso cada vez mayor en pos de un cambio de paradigma hacia la gestión de aguas como componente de una economía circular. En lugar de considerar la reutilización de agua como un agregado costoso en las plantas de tratamiento de aguas, suscita cada vez más atención la idea de transformarlas en «fábricas de recuperación de recursos» que utilicen aguas residuales y lodos como materia prima y que recuperen productos valiosos para luego comercializarlos a usuarios finales (Naciones Unidas, 2017).

Las innovaciones tecnológicas más recientes en materia de tratamiento de aguas residuales son (Naciones Unidas, 2017):

Filtración por membrana. A través de los avances en la tecnología de membranas se logró no solamente reducir los riesgos que implican las aguas residuales tratadas para la salud humana y el medio ambiente, sino que también se generaron nuevas oportunidades para la utilización de aguas residuales, como la reutilización como agua potable. La utilización de tecnologías de membrana (ósmosis inversa, microfiltración, ultrafiltración, etc.) es cada vez más habitual en el tratamiento terciario o avanzado, especialmente en países desarrollados, ya que la calidad de las membranas es cada vez mejor y los costos operativos disminuyen.

Los biorreactores de membrana (MBR) son una nueva tecnología que nace a partir de ciertas innovaciones que buscaban intensificar la separación de la membrana al incorporarla con el proceso de lodos activados. Algunas de las ventajas de esta tecnología son su diseño compacto, flexibilidad y la capacidad de operarla a distancia con seguridad.

Las células de combustible microbianas, una innovación tecnológica que se basa en los procesos bioelectromecánicos de las bacterias, comenzaron a aplicarse en el tratamiento

de aguas residuales en la última década para captar energía (corriente eléctrica) por medio de la digestión anaeróbica que reproduce las interacciones bacterianas de la naturaleza. Por medio de esta tecnología se puede reducir considerablemente el costo de los procesos de tratamiento y la cantidad de lodos remanentes. Sin embargo, como es difícil poner en práctica el sistema a gran escala, es necesario seguir investigando y lograr mejoras tecnológicas para poder superar la alta demanda de energía.

Los nuevos avances en los procesos de tratamiento biológico se han podido aplicar con éxito por el alto nivel de eficiencia y los bajos costos de inversión y operación. Algunos ejemplos son los procesos innovadores para eliminar nitrógeno como SHARON® (sistema de reactor único para la eliminación de amonio de alta densidad sobre el nitrito), ANAMMOX® (oxidación anaerobia del amonio) y BABE® (aumento biológico mejorado por lotes), y también los procesos de cristalización de minerales para la recuperación y reutilización del fósforo. También han surgido procesos de tratamiento con lodo granular que utilizan estructuras microbianas artificiales. El primer proceso de tratamiento con lodo granular se comercializó con la denominación NEREDA®.

La **nanotecnología es un campo incipiente en crecimiento**, con posibles aplicaciones prometedoras en materia de purificación de agua y tratamiento de aguas residuales, así como en el control de la calidad del agua y de las aguas residuales. En la actualidad, las aplicaciones de la nanotecnología en materia de agua y tratamiento de aguas residuales se centran en la maduración de la tecnología y experimentación a gran escala.

Cada vez más se pueden aplicar **sistemas de supervisión y control de las aguas residuales** a medida que mejoran las tecnologías. Los avances tecnológicos más prometedores incluyen: técnicas innovadoras de control que utilizan nuevos sensores, dispositivos informáticos de telemetría y nuevas herramientas para el análisis de datos. Se registran grandes avances en la investigación sobre sensores y el control de sistemas. Surgen de forma permanente nuevos métodos para controlar el tratamiento de aguas residuales, incluido el uso de aplicaciones móviles para operar el sistema SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos) que permite supervisar y controlar los sistemas de aguas residuales en forma remota.

Los **sistemas de tratamiento naturales (sistemas de humedales artificiales)** constituyen opciones naturales e innovadoras cada vez más atractivas, que subsanan las limitaciones tecnológicas actuales y que se enmarcan en una tendencia de la ciencia a centrarse en los procesos naturales.

En este trabajo se estudiarán 2 de las tecnologías mencionadas anteriormente: por un lado un sistema secuencial compuesto por 2 MBR (un MBR anaeróbico junto a un MBR de algas) denominado A2MBR y por otro lado un humedal construido.

1.4.1. A2MBR

1.4.1.1. Biorreactor de membrana anaeróbico

El biorreactor anaeróbico de membrana (AnMBR) es un sistema integrado que consiste en un biorreactor anaeróbico y una filtración por membrana de ultrafiltración o microfiltración a baja presión. Debido a que las membranas MF/UF pueden retener físicamente los sólidos

en suspensión, incluida la biomasa en suspensión y los sólidos inertes, el AnMBR puede lograr una separación completa entre tiempo de retención de sólidos y el tiempo de retención hidráulica, independiente de las características de las aguas residuales, las condiciones del proceso biológico y las propiedades del lodo (Chang, 2014).

En particular, el biorreactor anaeróbico de membrana que compone al A2MBR posee levantamiento de gas (Gl-AnMBR). Este biorreactor utiliza biogás para proporcionar un flujo de dos fases a través de la vertical de membranas tubulares. Al incluir burbujas de biogás en la alimentación de la membrana, el potencial de ensuciamiento de la membrana se reduce debido al cizallamiento adicional sobre la superficie de la membrana proporcionada por las burbujas ascendentes. Además, la recirculación del concentrado es mejorada por el gas-lift y se necesita una menor velocidad de flujo cruzado para impulsar la filtración. Los requisitos de bombeo para la recirculación y la filtración se minimizan permitiendo menos consumo de energía (Prieto, 2011).

El segundo componente del A2MBR consiste en un biorreactor de fotomembrana de algas con levantamiento de gas (APMBR). Esta tecnología se ha desarrollado como una nueva herramienta para el crecimiento y cosecha de algas y como tratamiento adicional para la reutilización de aguas residuales (Prieto, 2011).

El sistema se presenta en la Figura 1.1.

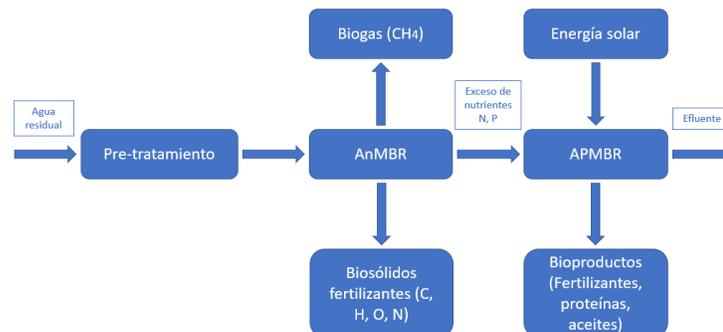


Figura 1.1: Flujo en el reactor secuencial

1.4.2. Humedales construidos

El incremento en la generación de aguas residuales ha obligado a la ingeniería a buscar, encontrar y aplicar alternativas de tratamiento de depuración eficientes, autónomas y económicamente viables. Entre las soluciones más atractivas se encuentran los tratamientos que emulan los fenómenos que ocurren espontáneamente en la naturaleza. Estos sistemas se denominan tratamientos naturales de aguas residuales y cada día es más frecuente el uso de lagunajes, de sistemas de infiltración, de humedales artificiales de toda la variedad de sistemas, pues producen efluentes de buena calidad, al mismo tiempo que presentan bajos costos de inversión, operación y mantenimiento y no requieren personal altamente capacitado. El uso de humedales para depurar aguas se ha incrementado durante los últimos veinte años y, hoy por hoy, son una opción de tratamiento de aguas residuales reconocida y recomendada. Se ha demostrado que son efectivos en la reducción de la materia orgánica, para transformar

y asimilar nutrientes y retienen y/o eliminan sustancias tóxicas que de otra manera serían vertidas sin tratamiento alguno al medio ambiente (Arias, 2005).

Los humedales artificiales son sistemas de fitodepuración de aguas residuales. El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrófitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente (Delgadillo et al., 2010).

En un humedal artificial se desarrollan diferentes mecanismos de remoción de contaminantes del agua residual. Los principales mecanismos son (Delgadillo et al., 2010):

- Remoción de sólidos suspendidos
- Remoción de materia orgánica
- Remoción de nitrógeno
- Remoción de fósforo
- Remoción de metales pesados
- Remoción de bacterias

Los humedales basados en macrófitas enraizadas emergentes pueden ser de dos tipos, de acuerdo a la circulación del agua que se emplee: 1) humedales de flujo superficial, si el agua circula en forma superficial por entre los tallos de las macrófitas y 2) humedales de flujo subsuperficial, si el agua circula por debajo de la superficie del estrato del humedal (Delgadillo et al., 2010).

Los humedales para tratamiento de flujo subsuperficial se subdividen en humedales de flujo subsuperficial horizontal (FHSS) y humedales de flujo vertical (FVSS), dependiendo de la dirección del flujo de agua. Para evitar la colmatación del material filtrante poroso, los humedales de FHSS y FVSS se utilizan generalmente para el tratamiento secundario de las aguas residuales (Dotro et al., 2017).

Objetivo general

El principal objetivo de la investigación corresponde a realizar un estudio de prefactibilidad donde se compara un método de tratamiento avanzado de aguas residuales domésticas (Sistema A2MBR) con uno natural (Humedales construidos) para la potencial generación de recarga del acuífero Doñihue-Coinco-Coltauco en provincia del Cachapoal región del Libertador General Bernardo O'Higgins en Chile.

Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos de esta memoria se encuentran:

1. Caracterizar la cantidad y calidad del efluente generado a partir del tratamiento realizado por el biorreactor secuencial de membrana A2MBR y el humedal construido.
2. Caracterizar la capacidad de infiltración del acuífero y la calidad del agua requerida para esta.
3. Evaluar la factibilidad del uso del agua tratada por los sistemas para la recarga del acuífero en estudio.

Capítulo 2

Metodología

2.1. OE1: Caracterización del efluente generado por los sistemas en estudio

2.1.1. Tarea 1: Caracterización de la zona de estudio

El sector de estudio se encuentra ubicado en la zona central de Chile, en la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins, cuya actividad económica se distribuye en diferentes rubros, destacando la actividad agrícola, la industria de los alimentos y la minería como las más representativas.

En particular, la zona de estudio se encuentra en el fundo “Quimávida”, administrado por la Fundación Escuela Agrícola San Vicente de Paul en la provincia del Cachapoal. En dicho lugar, desde agosto del año 2019, la Comisión Nacional de Riego está realizando un diagnóstico piloto de recarga de acuífero con balsas de infiltración cuyo objetivo es evaluar y monitorear una experiencia piloto de recarga artificial de acuífero, para generar conocimientos específicos en el diseño y operación de este tipo de obras, en apoyo al desarrollo de proyectos de infiltración futuros que mejoren la disponibilidad del recurso hídrico para el riego.

Las balsas de infiltración se encuentran en la subcuenca del Cachapoal Bajo y recargan al Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) Doñihue-Coinco-Coltauco, clasificado como acuífero de vulnerabilidad baja¹ y con 268 Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) asignados que corresponden a un caudal anual promedio de 3.823,11 l/s (DGA, 2022).

En la Figura 2.1 se presenta la subcuenca y el SHAC donde se encuentran las balsas de infiltración y en la Figura 2.2 las balsas que permiten la infiltración hacia el acuífero.

¹ Vulnerabilidad intrínseca de un acuífero: La vulnerabilidad intrínseca de un acuífero dice relación con la velocidad con la que un contaminante puede migrar hasta la zona saturada del acuífero. Se definirá como alta, media y baja, en términos tales que, en general, a mayor rapidez mayor vulnerabilidad. La Dirección General de Aguas, de acuerdo a los antecedentes que posea, determinará la vulnerabilidad del acuífero

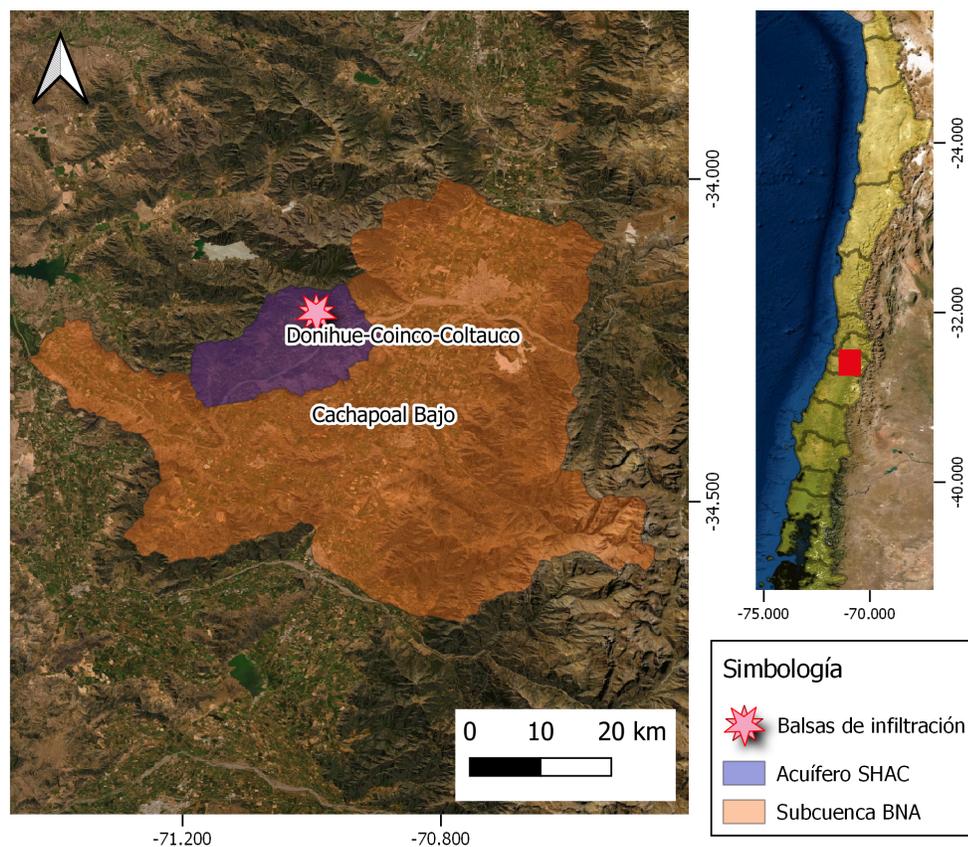


Figura 2.1: Ubicación de las balsas de infiltración.

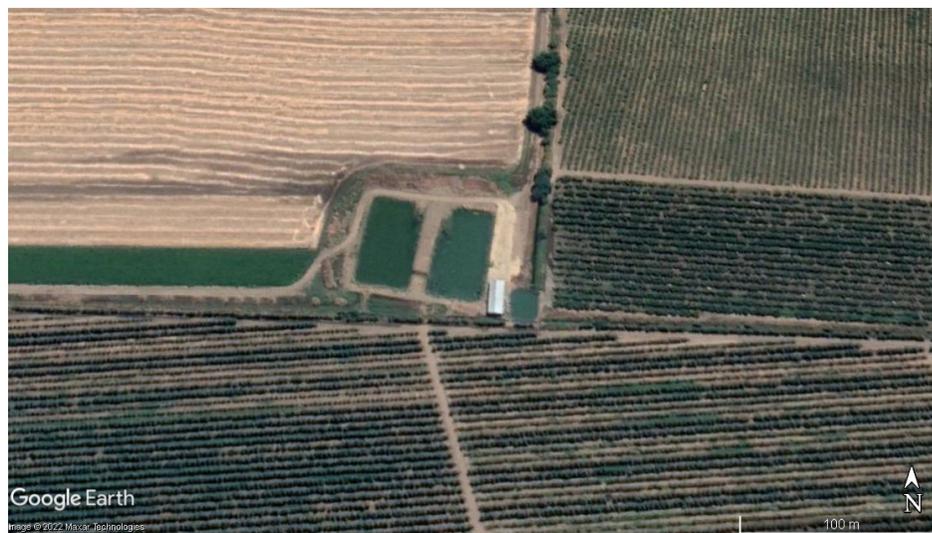


Figura 2.2: Balsas de infiltración

2.1.2. Tarea 2: Caracterización del afluente de los sistemas

Para caracterizar la calidad de las aguas servidas domésticas que llegan a los sistemas de tratamiento estudiados, se asume que estas poseen una calidad similar a los afluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas cercanas a las balsas (PTAS-Doñihue,

PTAS-Olivar Alto, PTAS-Coltauco y PTAS-Coinco). Esta información facilitada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) a través del Portal de Transparencia (Ver Anexo A) y corresponde a mediciones semanales del año 2020 de los siguientes parámetros: DBO₅, Fósforo Total (PT), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Para cuantificar el volumen por tratar, se calcula el caudal medio diario de aguas residuales establecido por la NCh1105/2019: Alcantarillado de aguas residuales - Diseño y cálculo de redes. Éste se define como:

$$Q_{md\ AS} = \frac{P \cdot D \cdot R}{86.400} [L/s] \quad (2.1)$$

Donde:

- $Q_{md\ AS}$: Caudal medio diario de aguas servidas, expresado en litros por segundo [L/s]
- P : Población a servir
- R : Coeficiente de recuperación
- D : Dotación de consumo de agua potable, expresado en litros por habitante por día [L/hab/día]

Cabe mencionar que el parámetro P se define como la cantidad de beneficiarios de los servicios de Agua Potable Rural cercanos a la zona (APR-Hijuela del Medio, APR-Lo de Cuevas, APR-California y APR-Rinconada de Doñihue) y que los parámetros R y D son supuestos como 0,9 y 150 respectivamente.

En la Figura 2.3 se presenta la ubicación de las PTAS y los servicios de APR cercanos a la zona de estudio. La ubicación de los sistemas de APR junto a la cantidad de beneficiarios fue solicitada por Ley de Transparencia a la Dirección de Obras Hidráulicas.

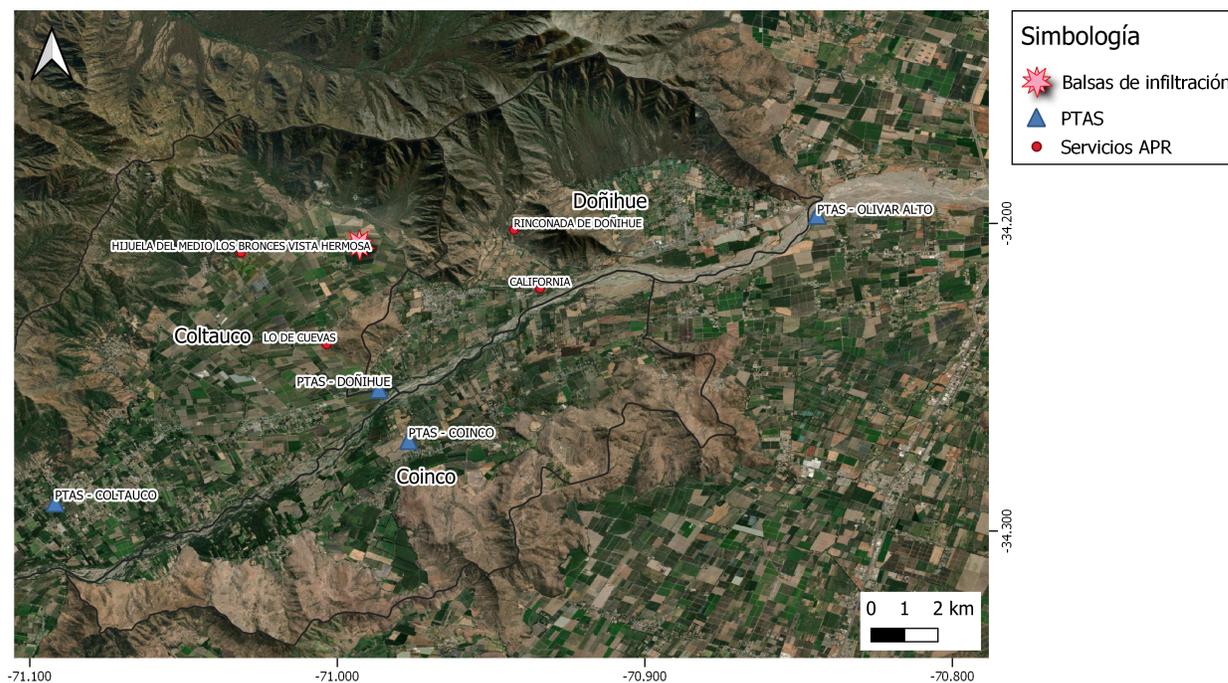


Figura 2.3: PTAS y servicios de APR cercanos a la zona de estudio.

2.1.3. Tarea 3: Caracterización del efluente generado por el A2MBR

Para determinar la calidad del agua obtenida a partir del tratamiento efectuado por el sistema A2MBR se acude al estudio de Prieto (2011), el cual presenta las siguientes capacidades de remoción: 80 % de DQO, 100 % de PO_4^{-3} y 63 % de NTK.

Para este estudio se hacen los siguientes supuestos:

- El agua en estudio se considera de concentración débil ya que los valores de los parámetros en estudio son similares a los de dicho tipo de concentración (DBO_5 : 110 mg/l; P: 4 mg/l; N: 20 mg/l; SST: 100 mg/l)(Metcalf and Eddy, 1995). Debido a los anterior, se asume que la relación DQO/ DBO_5 es 2,3.
- El PO_4^{-3} representa más del 60 % del PT en las aguas servidas (Henze et al., 2002)
- Por tratarse de un sistema basado en membranas, considera una remoción del 99 % de SST

Con las consideraciones anteriores la remoción de contaminantes sería la que se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Remoción sistema A2MBR.

Parámetro	Remoción [%]
DBO_5	98
PT	60
NTK	63
SST	99

2.1.4. Tarea 4: Caracterización del efluente generado por el humedal construido

Para establecer la calidad del agua obtenida a partir del tratamiento efectuado por el humedal construido se acude a la literatura. Debido a que se ha realizado un mayor número de investigaciones sobre los humedales de flujo subsuperficial horizontal (HC-FHSS) en comparación a los humedales de flujo subsuperficial vertical (HC-FVSS), se decide estudiar uno de tipo horizontal.

Para lo anterior, se analizan 3 investigaciones, 2 de ellas corresponden a estudios de plantas pilotos construidas en Chile (Rojas et al., 2013) y la tercera corresponde a la evaluación de los primeros 8 años de operación de 11 plantas de tratamiento instaladas en Cataluña, España (Vera et al., 2011).

La capacidad de remoción de las plantas estudiadas se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Capacidad de remoción [%] humedales construidos HC-FHSS

Parámetro	Fuente		
	Rojas et al., 2013	Rojas et al., 2013	Vera et al., 2011
DBO ₅	50	56-80	78-96
PT	74-84	83-99	39-58
NTK	25-65	18-69	48-66
SST	5-21	1-59	65-88

2.2. OE2: Caracterización del acuífero en estudio

2.2.1. Tarea 5: Caracterización de la capacidad de infiltración de las balsas de Doñihue

La capacidad de infiltración de las balsas se obtiene a partir del estudio “Diagnóstico Piloto de Recarga Artificial de Acuífero, cuenca del Río Cachapoal” que Con Potencial está desarrollando para la Comisión Nacional de Riego (CNR) desde agosto del año 2019. Dicho estudio tiene como objetivo dimensionar, implementar, evaluar y monitorear una experiencia piloto de recarga artificial de acuíferos para generar conocimientos específicos en el diseño y operación de este tipo de obras, en apoyo al desarrollo de proyectos de infiltración futuros que mejoren la disponibilidad del recurso hídrico para el riego.

2.2.2. Tarea 6: Análisis de las normas de calidad relacionadas vigentes en Chile

Debido a que el agua que se extrae del acuífero se utiliza para riego, las normas chilenas de calidad que se analizan son:

2.2.2.1. Directrices para el uso de aguas residuales tratadas

- **NCh3456-1/2021: Directrices para el uso de aguas residuales tratadas en proyectos de riego - Parte 1: Base de un proyecto de reúso para riego**

Esta norma contiene directrices para el desarrollo y la ejecución de proyectos que pretenden utilizar aguas residuales tratadas (ART) para el riego y considera los parámetros del clima y el suelo. El propósito de estas directrices es proporcionar asistencia en beneficio de los usuarios de ART para el riego. Adicionalmente, estas directrices proporcionan especificaciones para todos los elementos de un proyecto que utilizan ART para riego, incluidos el diseño y la construcción de los sistemas cuando se utilizan para lo siguiente:

- Riego sin restricciones de cultivos agrícolas
- Riego restringido de cultivos agrícolas
- Riego de jardines y áreas de paisajes públicos y privados, incluidos parques, campos deportivos, campos de golf, cementerios, etc.
- Riego de jardines privados individuales

Ninguna de las partes de esta norma está diseñada para fines de certificación. Estas directrices sugieren los parámetros de calidad de las ART. Estos parámetros incluyen lo siguiente:

- Parámetros agronómicos: nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y factores de salinidad (contenido total de sal, cloruro, boro y concentración de sodio)
- Otros parámetros de elementos químicos (metales pesados)
- Parámetros microbianos

Cada uno de estos parámetros puede tener posibles impactos en los cultivos, el suelo y la salud pública.

De esta directriz se extrae la Tabla 2.3, en ella se presenta un ejemplo de niveles máximos de nutrientes en ART utilizadas para riego.

Tabla 2.3: Ejemplo de niveles máximos de nutrientes de ART utilizadas para riego. Fuente: NCh3456-1/2021

Parámetro	Unidades	Media aritmética mensual	Valor máximo
Nitrógeno amonio	mg/l	20	30
NTK	mg/l	25	35
PT	mg/l	5	7

• **NCh3456-2/2021: Directrices para el uso de aguas residuales tratadas en proyectos de riego - Parte 2: Desarrollo del proyecto**

Esta norma cubre los siguientes temas:

- Los criterios para el diseño de proyectos de riego de ART destinados a prevenir los riesgos para la salud pública dentro de la población, según lo que regula la autoridad competente, y que han estado en contacto directo o indirecto con el ART o con cualquier producto que haya estado en contacto con ART.
- Las especificaciones de lo siguiente:
 1. La calidad de la ART que se puede utilizar para el riego
 2. Los tipos de cultivos que pueden ser regados con ART
 3. La combinación las calidades del ART para riego y los tipos de cultivos que pueden ser regados
 4. La estrategia de usar barreras que pueden reducir los riesgos que surgen del riego con ART
 5. La correlación entre la calidad del ART, el riego de cultivo, y los tipos de barreras que pueden ser usadas
 6. La distancia requerida entre las áreas de riego con ART y las áreas residenciales

De esta directriz es posible extraer la calidad sugerida de ART de acuerdo con parámetros químicos, físicos y biológicos. La información anterior se presenta en la Tabla 2.4. Cabe destacar que los límites recomendados se elaboraron sobre la base de regulaciones internacionales, por ejemplo OMS y USEPA.

Tabla 2.4: Calidad sugerida de aguas residuales tratadas de acuerdo con parámetros químicos, físicos y biológicos. Fuente: NCh3456-2/2021

Categoría	Tipo de agua regenerada	DBO ₅	SST	Turbiedad	Coliformes termotolerantes		Usos potenciales sin barreras ^a	Posible tratamiento correspondiente
		mg/l	mg/l	NTU	n°/100 ml			
		Máx	Máx	Máx	95 %	Máx		
A	Aguas regeneradas de muy alta calidad	10	10	5	≤10 o menos del límite de desinfección	100	Riego urbano sin restricciones y riego agrícola de cultivos alimenticios consumidos crudos	Secundario, filtración por contacto o filtración por membrana y desinfección
B	Aguas regeneradas de alta calidad	20	25	-	≤200	1.000	Riego urbano restringido y riego agrícola de cultivos alimenticios procesados	Secundario, filtración y desinfección
C	Aguas regeneradas de buena calidad	35	50	-	≤1.000	10.000	Riego agrícola de cultivos no alimentarios	Secundario y desinfección
D	Aguas regeneradas de mediana calidad	35	80	-	≤10.000	10.000	Riego restringido de cultivos industriales y sembrados	Secundario o clarificación de alta velocidad con coagulación, floculación

^a Barrera: Cualquier medio que incluya pasos físicos o de proceso que reduzcan o prevengan el riesgo de infección humana al prevenir el contacto entre las ART y el producto ingerido u otros medios que, por ejemplo, reduzcan la concentración de microorganismos en las ART o eviten su supervivencia en el producto ingerido

• **NCh 3483/2021: Directrices para la clasificación de la calidad del agua regenerada para el reúso no potable**

Esta norma entrega directrices para la clasificación de la calidad del agua regenerada para ayudar a los usuarios a determinar la idoneidad y calidad de ésta, con aplicaciones seguras de reúso no potable, basados en el nivel de exposición. La intención es permitir identificar la calidad del agua en el punto de uso.

De esta directriz se extrae la clasificación de calidad del agua regenerada para aplicación de reúso de agua no potable en relación al nivel de tratamiento. La información anterior se presenta en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5: Clasificación de la calidad del agua regenerada para aplicación de reúso de agua no potable en relación al nivel de tratamiento. Fuente: NCh3483/2021

Calidad del agua regenerada según su categoría	Exposición posible	Tipos de aplicación	Requerimientos mínimos de tratamiento
A	Contacto corporal directo -Abierto el acceso público -Acceso a niños -Potencial para inhalación e ingestión no intencionada	Urbano (ejemplos): -Riego de jardines con libre acceso al público -Uso en inodoros -Lavado de vehículos -Riego de calles para evitar polvo -Uso en extinción de incendios Recreativos (ejemplos): -Riego de áreas verdes públicas con libre acceso al público -Riego de campos deportivos -Otras zonas con libre acceso al público -Parques o plazas, áreas verdes de establecimientos educacionales, cementerios parque, entre otros Agricultura (ejemplos) -Riego agrícola de cultivos alimentarios de frutas y verduras que no crecen a ras de suelo y que suelen ser consumidas crudas por personas	Tratamiento secundario con filtración y desinfección
B	Contacto corporal incidental (contacto directo con el cuerpo no es advertido)	Ornamentales (ejemplos): -Uso de estanques o embalses de paisaje, sin acceso al público Urbanos (ejemplos): -Aplicaciones de agua para uso industrial -Instalación eléctrica y agua de refrigeración Agrícolas (ejemplos): -Riego agrícola de cultivos alimentarios procesados -Riego de cultivos tales como viñedos, frutales y horticultura	Tratamiento secundario y desinfección
C y D	Prohibición de contacto corporal	Ornamentales (ejemplos): -Riego de áreas verdes y jardines ornamentales sin acceso al público Riego (ejemplos): -Riego de cultivos sembrados -Riego de cultivo de forraje agrícola	Tratamiento secundario Clarificación de alto rango con estanques de coagulación, floculación o estabilización

- **NCh 3678-1/2021: Directrices para la evaluación del desempeño de tecnologías de tratamiento para sistemas de reutilización de agua - Parte 1: Generalidades**

Esta norma entrega directrices sobre la evaluación de desempeño de tecnologías de tratamiento para sistemas de reúso de agua. Proporciona parámetros típicos de calidad de agua y eficiencia de tratamiento que se asocian con el desempeño de las tecnologías de tratamiento. También incluye una comparación de valores medidos y esperados, y proporciona requisitos funcionales y no funcionales de tecnologías de tratamiento.

De esta directriz es posible extraer los ejemplos de tipos de niveles de tratamiento y tecnologías adecuadas para varias aplicaciones de reúso. La información anterior se presenta en la Tabla 2.6

Tabla 2.6: Ejemplos de tipos de niveles de tratamiento y tecnologías adecuadas para varias aplicaciones de reúso. Fuente: NCh3678-1/2021

Nivel de tratamiento	Niveles de tratamiento crecientes →			
	Preliminar/ primario	Secundario	Terciario	Avanzado
Proceso	Cribado, remoción de grasa y arena Sedimentación	Oxidación biológica seguida de una separación de líquidos y sólidos	Coagulación química, remoción de nutrientes químicos o biológicos, y filtración	Adsorción de carbón activado/biofiltración intercambio de iones, tecnologías de membrana, procesos de oxidación avanzada, ozonización, tratamiento suelo-acuífero
Uso final	Sin usos recomendados	-Riego de superficie de huertos y viñedos -Riego de cultivos no comestibles -Embalses de vista restringida -Humedales, hábitat de vida salvaje, aumento de arroyos -Procesos industriales	-Riego de paisajes y campos de golf -Descargas sanitarias -Lavado de vehículos -Riego de cultivos comestibles -Embalses recreacionales no restringidos -Sistemas industriales, por ejemplo, enfriamiento -Recarga de aguas subterráneas de acuíferos no potables	-Aumento de reservas de aguas superficiales -Recarga directa de acuíferos (por ejemplo, barrera contra la intrusión marina) -Sistema industrial, por ejemplo, caldera

2.2.2.2. Normas de emisión

- **D.S. N°90/2000: Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales**

Establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales.

De esta norma es posible extraer los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales (con y sin capacidad de dilución), cuerpos de agua lacustres y cuerpos de agua marinos (dentro y fuera de la zona de protección litoral) En la Tabla 2.7 se presentan los límites de descarga para los contaminantes de interés de este trabajo para los distintos tipos de cuerpos de agua.

Tabla 2.7: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a distintos tipos de cuerpos de agua. Fuente: D.S. N°90/2000

Contaminante	Límite cuerpos de agua fluviales [mg/l]	Límite cuerpos de agua fluviales con capacidad de dilución [mg/l]	Límite cuerpos de agua lacustres [mg/l]	Límite cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral [mg/l]	Límite cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral [mg/l]
DBO ₅	35	300	35	60	n/a
PT	10	15	2	5	n/a
NTK	50	75	10	50	n/a
SST	80	300	80	100	300

- **D.S. N°46/2002: Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas**

Determina las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos

líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo.

De esta norma es posible extraer los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a aguas subterráneas. En la Tabla 2.8 se presentan los límites de descarga para los contaminantes de interés de este trabajo para acuíferos de distintas vulnerabilidades.

Tabla 2.8: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a acuíferos de distintas vulnerabilidades. Fuente: D.S. N°46/2002

Contaminante	Límite acuífero con vulnerabilidad media [mg/l]	Límite acuífero con vulnerabilidad baja [mg/l]
DBO ₅	n/a	n/a
PT	n/a	n/a
NTK	10	15
SST	n/a	n/a

Cabe destacar que si el contenido natural de la zona saturada del acuífero excede al límite máximo permitido en este decreto, el límite máximo de la descarga será igual a dicho contenido natural. Además, si la vulnerabilidad del acuífero es calificada por la Dirección General de Aguas como alta, sólo se podrá disponer residuos líquidos mediante infiltración, cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural del acuífero.

2.2.2.3. NCh 1333/1978: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos

Esta norma fija un criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado. Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por la contaminación con residuos de cualquier tipo u origen. Esta norma se debe aplicar a las aguas destinadas a los usos siguientes:

- Agua de consumo humano
- Agua para la bebida de animales
- Riego
- Recreación y estética
- Vida acuática

2.3. OE3: Estudio de factibilidad del uso del agua tratada

2.3.1. Tarea 7: Diseño y cálculo de redes del sistema de alcantarillado

Para diseñar el sistema de alcantarillado que conducen las aguas servidas desde el lugar de su uso hasta los sistemas de tratamiento se utiliza la NCh1105/2019: Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales - Diseño y cálculo de redes.

La norma anterior, además de definir el Caudal medio diario de aguas servidas según la Fórmula 2.1, define el Caudal máximo horario de aguas servidas según los siguientes criterios:

1. En áreas con 1.000 o más habitantes se utiliza el coeficiente de Harmon, el que, multiplicado por el caudal medio diario, entrega el caudal máximo horario.

De esta manera:

$$Q_{max,hAS} = M \cdot Q_{mdAS} \quad (2.2)$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1.000}}} \quad (2.3)$$

Donde:

- $Q_{max,hAS}$: Caudal máximo horario de aguas servidas
 - Q_{mdAS} : Caudal medio diario de aguas servidas
 - M : Coeficiente de Harmon
 - P : Población servida ($P > 1.000$ habitantes)
2. Para poblaciones de menos de 100 habitantes, se puede utilizar la tabla de caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E.).
 3. Para poblaciones comprendidas entre 100 y 1.000 habitantes, se interpola entre el valor entregado por la B.S.C.E. para 20 casas, que es 3,6 L/s, y el caudal máximo horario calculado para 1.000 habitantes con el coeficiente de Harmon u otro factor debidamente justificado.

La NCh1105/2019 también establece las siguientes consideraciones:

- **Capacidad de las tuberías**

La capacidad de la tubería se debe calcular con el diámetro interior (D), de modo que la razón entre la altura de agua dentro de la tubería (h) y el diámetro interior (D) quede entre los límites que se indican:

1. Para el caudal máximo de diseño, h/D :
 - 0,70
 - 0,80, para casos debidamente fundamentados

2. Para el caudal mínimo, $h/D \geq 0,30$ o el valor equivalente en altura al caudal entregado por la Boston Society of Civil Engineering.

- **Velocidad de agua en la tubería**

La velocidad del agua en la tubería se debe calcular utilizando la ecuación de Manning u otra equivalente validada por la Autoridad Competente y debe estar dentro de los siguientes límites:

1. Máximo: 3 m/s o el valor aceptado por la Autoridad Competente para casos específicos
2. Mínimo ($h=D$): 0,6 m/s

- **Pendientes**

En el Anexo B se indican las pendientes mínimas a considerar en el diseño.

- **Cámaras de inspección**

Las cámaras de inspección se deben instalar en los casos siguientes:

- Al comienzo de los nacientes y laterales, de preferencia sobre las tuberías existentes o proyectadas
- Cambios de dirección
- Cambios de pendiente
- Cambios de diámetro
- Cambios de material
- Confluencia de dos o más tuberías, exceptuando los empalmes directos de uniones domiciliarias
- Cada 120 m para diámetros nominales de tuberías menor o igual que 500mm
- Cada 150 m para diámetros nominales de tuberías mayor que 500mm

- **Diámetros de tuberías**

El diámetro nominal mínimo a utilizar en tuberías laterales y cañerías debe ser 200 mm, salvo en casos especiales de pasajes o calles sin posibilidades de conexión de futuras extensiones de red, con tramos que sumados no superen los 200 m, en cuyo caso se puede utilizar el diámetro nominal de 175mm para tuberías de hormigón simple o su equivalente para otros materiales.

2.3.2. Tarea 8: Estudio de los costos de inversión y operación

Los costos de inversión se separan en costos de terreno, sistema de alcantarillado, sistema de pretratamiento y tratamiento primario y gastos de capital de los sistemas y el costo de operación corresponde al costo permanente para el funcionamiento de los sistemas.²

- **Costo de terreno**

El costo del terreno donde se emplazarían los sistemas se considera el mismo para ambas PTAS. El sitio donde se construirían los sistema seria contiguo a las balsas de infiltración, se considera una hectárea de terreno y el valor del m² se obtiene del SII.

² El valor del USD se considera 770 CLP

- **Sistema de alcantarillado**

El costo de inversión del sistema de alcantarillado se considera el mismo para ambos sistemas de tratamiento y se calcula a partir de los costos tuberías³ y cámaras de inspección que se presentan en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9: Costos unitarios de componentes del sistema de alcantarillado

	Costo [USD]	Fuente
Tuberías	58,76	Hidrocentro, 2022
Cámaras de inspección	85,70	Easy, 2022

- **Sistema de pretratamiento y tratamiento primario**

El costo del sistema de pretratamiento y tratamiento primario se considera el mismo para ambos sistemas de tratamiento y se calcula a partir de los costos del desgrasador y estanque que se presentan en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10: Costos componentes sistema de pretratamiento y tratamiento primario

	Valor [USD]	Fuente
Desgrasador	91	BIOPLASTIC, 2022
Estanque decantador	758	BIOPLASTIC, 2022

- **A2MBR**

Los costos de inversión y operación se obtienen a partir del estudio realizado por Espinoza en 2022. En el estudio se diseña el biorreactor considerando un caudal de 1000 m³/día, por lo que para este estudio se deben escalar dichos resultados (a 360m³/día). En la Tabla 2.11 y Tabla 2.12 se presentan los resultados de costos de construcción y operación de Espinoza.

³ Costo de tubería de 6 metros de la largo

Tabla 2.11: Costo de construcción A2MBR. Fuente: Espinoza, 2022

	Costo total [USD]	Consideraciones
Blower (ELEKTOR RD 84, QB= $5400 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; Lifetime: 5,7 años)	\$13.570	1000 [m ³ /día]
Rotary Lobe pump (INOXPA, QP $140 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	\$250.000	1000 [m ³ /día]
PBR Algal 6 (250 m ² , 12,5 m ³)	\$54.000	1000 [m ³ /día]
Tubular membrane MO 315G 66.03 I8 LE ($>750 \text{ l/m}^2 \text{ h } 100 \text{ kPA}$)	\$242.332	1000 [m ³ /día]
Galpón encalado de lodos, ton/día	\$1.883	1000 [m ³ /día]

Tabla 2.12: Costos de operación A2MBR, Fuente: Espinoza, 2022

	[USD]
Limpieza de membranas [m ³]	0,013
Tratamiento de lodos, incluye productos químicos, energía eléctrica, materiales y repuestos, servicios de laboratorio, transporte y disposición de lodos, servicios de operación y mantención (control de procesos de la PTAS, mantenimiento de la obra civil y mantenimiento) [m ³]	0,47

- **Humedal construido**

Para obtener el costo de construcción del humedal primero se debe diseñar. Para lo anterior se siguen las orientaciones de Deldadillo et al. para humedales subsuperficiales de flujo horizontal:

- **Cálculo del área superficial**

El cálculo del área superficial se realiza en función al parámetro contaminante que se desea disminuir o remover, generalmente los diseños se realizan para disminución de la DBO₅.

El área superficial se calcula a través de ecuación 2.4:

$$AS = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)}{K_T \cdot h \cdot \eta} \quad (2.4)$$

Donde:

Q = Caudal de diseño del humedal(m³/día)

C = Concentración efluente (mg/l)

C_0 = Concentración afluente (mg/l)

K_T = Constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura (d⁻¹)

h = Profundidad del humedal (m)

η = Porosidad del medio granular (porcentaje expresado en fracción)

La constante de reacción de primer orden se calcula mediante la ecuación 2.5:

$$K_T = 1,104 \cdot 1,06^{T_2-20} \quad (2.5)$$

Donde:

T_2 = Temperatura del agua (°C)

– Sustrato

En la Tabla 2.13 se muestra las características principales de los sustratos usados en los humedales.

Tabla 2.13: Materiales empleados en el diseño y construcción de humedales horizontales. Fuente: Delgadillo al., 2010

Tipo de material	Tamaño efectivo D10 [mm]	Conductividad hidráulica, ks [m ³ /m ² /d]	Porosidad, η %
Arena gruesa	2	100-1.000	28-32
Arena gravosa	8	500-5.000	30-35
Grava fina	16	1.000-10.000	35-38
Grava media	32	10.000-50.000	36-40
Roca gruesa	128	50.000-250.000	38-45

– Relación Largo–Ancho

Para calcular el ancho del humedal se considera la ley de Darcy (ecuación 2.6), para flujo en medio poroso.

$$A_c = \frac{Q}{(ks \cdot S)} \quad (2.6)$$

Donde:

A_c = Área vertical en m²

Q = Caudal medio en m³/s

ks = Conductividad hidráulica (m/s)

S = Pendiente (m/m)

El ancho del humedal (m) se determina en función al área vertical y la profundidad

del nivel de agua a tratar (ecuación 2.7):

$$W = \frac{Ac}{h} \quad (2.7)$$

El largo del humedal se determina en función al ancho y al área superficial como se muestra en la ecuación 2.8:

$$L = \frac{AS}{W} \quad (2.8)$$

Donde:

AS= Área superficial del humedal (m²)

W= Ancho del humedal (m)

Las consideraciones que son necesarias mencionar son:

- El valor del caudal Q es extraído de la Tabla 3.2.
- La concentración C_0 de DBO₅ del afluente corresponde a la mediana de los datos entregados por la SISS y la concentración del efluente C es calculada considerando un porcentaje de remoción del 90 %.
- Se considera una profundidad h de 0,5m y una pendiente S de 0,005 ya que la profundidad del humedal generalmente varía de 0,3 a 1m, con una pendiente de 0,1 a 1 %, siendo el valor usual de 0,5 % (Delgadillo et al., 2010).
- En relación al sustrato, se recomienda utilizar grava con menos de 30 mm. Si se utiliza grava con diámetros muy grandes de sustrato, origina que se incremente la velocidad del paso del agua, resultando en un flujo turbulento y que no se cumpla la ley de Darcy para el diseño . En el caso contrario, con grava de tamaño demasiado pequeño, esta reduce la velocidad del paso de agua originando zonas con presencia de agua en la superficie y flujos preferenciales (Delgadillo et al., 2010). Considerando lo anterior, se diseña con Grava media con una conductividad ks igual a 3.000 m³/m²/d y porosidad η igual a 0,36.
- Mientras mayor es la relación largo-ancho se tiene mejor depuración de las aguas, pero se tiene problemas de cortocircuitos, flujos preferenciales, presencia de agua sobre el lecho de grava y otros. Por lo anterior se recomienda relación largo – ancho de: 2 a 1, 3 a 1 y 4 a 1 (Delgadillo et al., 2010).

Con la información de la superficie del humedal es posible escalar los costos de otros proyectos de humedales construidos con las dimensiones requeridas. Para lo anterior se utilizan los costos obtenidos por Espinoza en 2017 ⁴ presentados en el Anexo C.

Con respecto al costo de operación del humedal se considera nulo.

2.3.3. Tarea 9: Comparación con los sistemas de tratamiento de las PTAS cercanas a la zona de estudio

Se realiza la comparación de capacidad de remoción entre los sistemas estudiados (A2MBR y humedal construido) y los sistemas de tratamiento de las PTAS cercanas (Lagunas aireadas: PTAS-Doñihue y PTAS Olivar Alto; Lodos activados: PTAS-Coinco y PTAS-Coltauco).

⁴ En algunas partidas se omite información de detalle y valores por requerimiento de Humedal Chile (Empresa que preparó el presupuesto)

La capacidad de remoción de las PTAS cercanas se calcula a partir de la calidad del afluente y efluente de las plantas. La información anterior es facilitada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) a través del Portal de Transparencia (Ver Anexo A) y consiste en mediciones semanales del año 2020.

Además, se realiza la comparación de costos de operación de los sistemas. Para el caso de los sistemas estudiados en este trabajo, se utilizan los costos obtenidos en el capítulo anterior con el fin de calcular el costo del m^3 de agua tratada para obtener un VAN=0 (Proyecto rentable) en 5 y 15 años con una tasa de descuento de 6 %. Por otro lado, para el caso de las lagunas aireadas y lodos activados se utiliza la tarifa vigente fijada por ESSBIO S.A..

Capítulo 3

Resultados y discusión

3.1. Características afluente y efluente

3.1.1. Afluente de los sistemas

La información de calidad de las PTAS cercanas a la zona de estudio es presentada en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Calidad del afluente de las PTAS cercanas a la zona de estudio.
Fuente: SISS, 2021

	PTAS - COINCO	PTAS - COLTAUCO	PTAS - DOÑIHUE	PTAS - OLIVAR ALTO
DBO ₅ [mg/l]	159,0±144,3; 35	91,5±44,8; 36	133,8±59,7; 41	216,3±98,3; 36
PT [mg/l]	3,1±3,2; 36	2,0±1,3; 36	2,0±1,6; 41	3,9±2,4; 36
NTK [mg/l]	29,0±16,1; 36	17,5±8,4; 36	23,2±8,2; 38	28,6±8,1; 36
SST [mg/l]	132,5±126,1; 36	77,3±47,7; 36	99,2±54,0; 41	223,6±106,8; 36

Asimismo, el volumen a aguas residuales a tratar se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2: Volumen diario a tratar por los sistemas. Fuente: DOH, 2021

Servicio de APR	Beneficiarios (Población a servir)	Caudal medio diario AS [l/s]	Volumen diario [l]
Hijuela del medio los bronces vista hermosa	1.132	1,77	152.820
Lo de Cuevas	661	1,03	89.235
California	488	0,76	65.880
Rinconada de Doñihue	380	0,59	51.300
Total	2.661	4,16	359.235

3.1.2. Efluente generado por los sistemas

3.1.2.1. Capacidad de remoción de contaminantes

En la Tabla 3.3 se presenta la calidad del efluente que sería generado por el A2MBR y por el humedal construido a partir del promedio ponderado de los datos de calidad de las 4

Tabla 3.3: Calidad generada por los sistemas de tratamiento

Parámetro	Concentración afuente [mg/l]	Remoción A2MBR [%]	Concentración efluente A2MBR [mg/l]	Remoción humedal [%]	Concentración efluente humedal [mg/l]
DBO ₅	130,53	98	2,61	78-96	16,97
PT	2,20	60	0,88	39-58	1,13
NTK	22,31	63	8,25	48-66	9,59
SST	106,29	99	1,06	65-88	24,98

3.2. Características del acuífero en estudio

3.2.1. Capacidad de infiltración

Las balsas construidas para recargar artificialmente el acuífero en estudio fueron diseñadas de manera que se lograra infiltrar aproximadamente su volumen completo en 1 día y a la vez se redujeran los m³ de excavación necesarios.

Para lo anterior, se consideró un descenso diario de 1,7m, correspondiente a un valor de permeabilidad de 2×10^{-3} cm/s obtenido a partir de pruebas de infiltración directa en la zona y un caudal de alimentación disponible de entre 50 y 200 l/s desde el Canal Doñihue – Parral durante los meses de abril a agosto.

Considerando lo anterior, fueron construidas 2 balsas de 25x50m con una profundidad de 3m con el fin de infiltrar 4,32 millones de litros al día.

Durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre del año 2020 se realizaron pruebas de infiltración en las balsas. Si bien estas últimas fueron diseñadas para infiltrar 50 l/s, el caudal disponible para las pruebas fue menor, por lo que otras fuentes de agua, como las domésticas tratadas, serían un aporte conveniente. En la Tabla 3.4 se presentan los resultados de las pruebas de infiltración.

Tabla 3.4: Porcentaje de infiltración con respecto al a la situación óptima de recarga. Fuente: CNR, 2021

Análisis	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Caudal promedio ingresado a balsas desde el canal (l/s)	50	20	22	26	5
Volumen total infiltrado real a acuífero (m ³)	85.146	53.481	60.116	68.528	3.703
Días de infiltración efectiva	21	31	31	30	9
Altura promedio en balsa 1 (m)	1,7	1,2	1,3	1,5	0,5
Altura máxima en balsa 1 (m)	2,5	2,4	2,4	2,5	2,2
Altura promedio en balsa 2 (m)	1,1	0,8	1,1	1,2	0,02
Altura máxima en balsa 2 (m)	3,0	2,9	2,8	3,0	0,96
Tasa de infiltración diaria (m ³ /día)	3.978	1.725	1.940	2.284	411
Porcentaje de infiltración con respecto a la situación óptima de recarga	100 %	43 %	49 %	57 %	10 %

3.2.2. Cumplimiento de las normas de calidad asociadas

3.2.2.1. Directrices para el uso de aguas residuales tratadas

- **NCh3456-1/2021:** Directrices para el uso de aguas residuales tratadas en proyectos de riego - Parte 1: Base de un proyecto de reúso para riego
Con respecto a los valores de NTK y PT del efluente que sería generado por el A2MBR y por el humedal construido, es posible notar que son menores al valor máximo sugerido por esta directriz.
- **NCh3456-2/2021:** Directrices para el uso de aguas residuales tratadas en proyectos de riego - Parte 2: Desarrollo del proyecto
Con respecto a la clasificación del efluente generado por el A2MBR, este sería de tipo A (Aguas regeneradas de muy buena calidad). Debido a lo anterior, podría ser utilizado para riego urbano sin restricciones y riego agrícola de cultivos alimenticios consumidos crudos.
Por otro lado, el efluente generado por el humedal construido sería clasificado de tipo B (Aguas regeneradas de alta calidad), por lo tanto podría ser utilizado en riego urbano restringido y riego agrícola de cultivos alimenticios procesados.
- **NCh3483/2021:** Directrices para la clasificación de la calidad del agua regenerada para el reúso no potable
Debido a que efluente del A2MBR es de categoría A, la exposición posible puede ser el contacto corporal directo (Abierto el acceso pública, acceso a niños, potencial para la inhalación e ingestión no intencionada).
Por otro lado, el efluente del humedal construido al ser categorizado como tipo B, permite el contacto corporal incidental.
- **NCh3678-1/2021:** Directrices para la evaluación del desempeño de tecnologías de tratamiento para sistemas de reúso de agua — Parte 1: Generalidades
Debido a que ambos tratamientos corresponden a tratamientos secundarios las posibles aplicaciones de reúso son: Riego de superficie de huertos y viñedos, riego de cultivos no comestibles, embalses de vista restringida, humedales y procesos industriales.

3.2.2.2. Normas de emisión

- **D.S. N°90/2000:** Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales
Los efluentes generados por ambos sistemas de tratamientos podrían ser descargados en cuerpos de agua fluviales con y sin capacidad de dilución, cuerpos de agua lacustres y cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral debido a que los valores de los parámetros estudiados son menores a los límites establecidos por esta norma.
- **D.S. N°46/2002:** Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas
Esta norma sólo estudia el límite del NTK. El valor de este parámetro en los efluentes generados por ambos sistemas es menor al establecido en la norma, por lo que podría ser descargado en acuíferos de vulnerabilidad media y baja.

3.2.2.3. NCh 1333/1978: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos

Esta norma no analiza los parámetros estudiados en este trabajo.

3.3. Estudio de factibilidad

3.3.1. Diseño sistema de alcantarillado

El trazado del sistema de alcantarillado se presenta en la Figura 3.1. Además, en las Figuras 3.2, 3.3, 3.4, 3.6, 3.5 y 3.7 se muestran los perfiles longitudinales de los distintos tramos que componen el sistema.

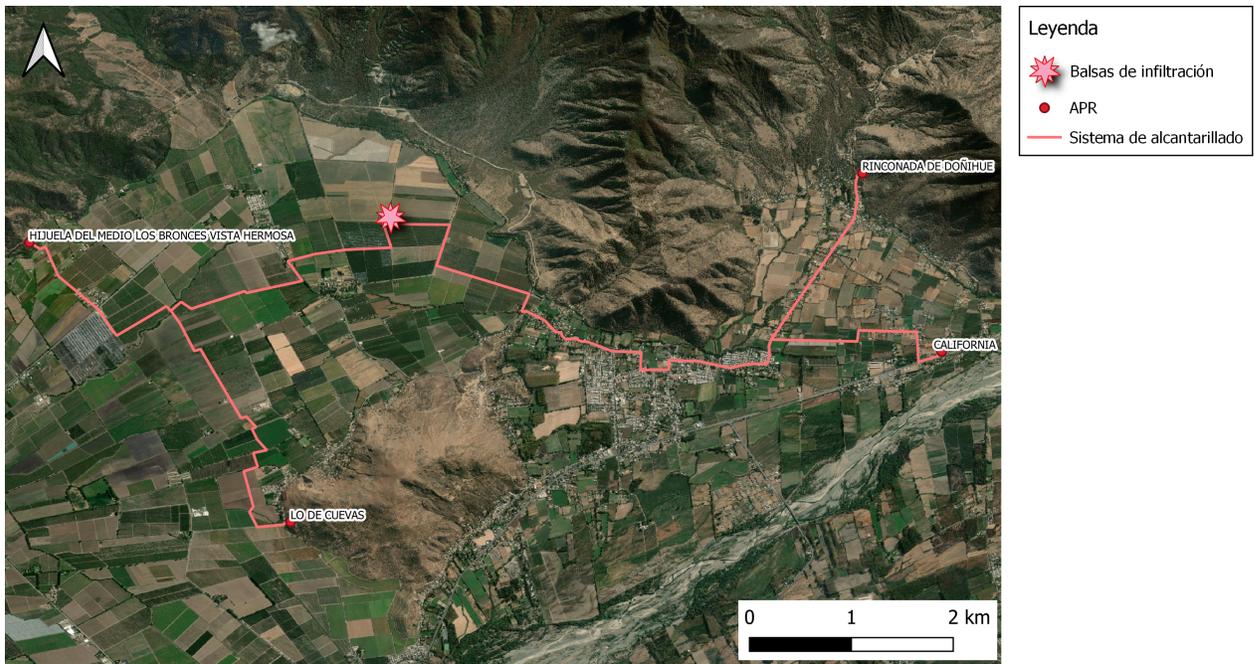


Figura 3.1: Diseño del sistema de alcantarillado

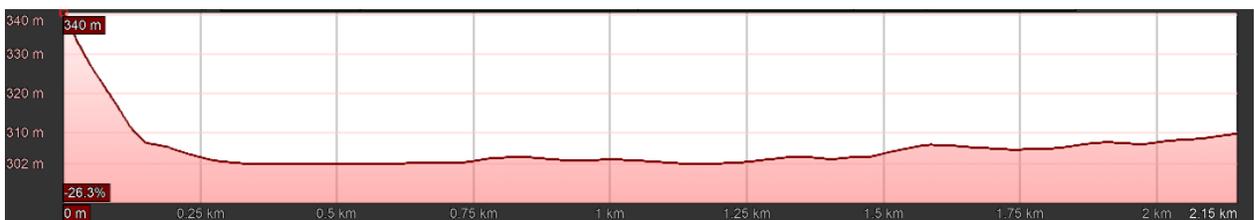


Figura 3.2: Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Hijuela del Medio Vista Hermosa



Figura 3.3: Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Lo de Cuevas



Figura 3.4: Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Hijuela del Medio Vista Hermosa junto al APR Lo de Cuevas



Figura 3.5: Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR California

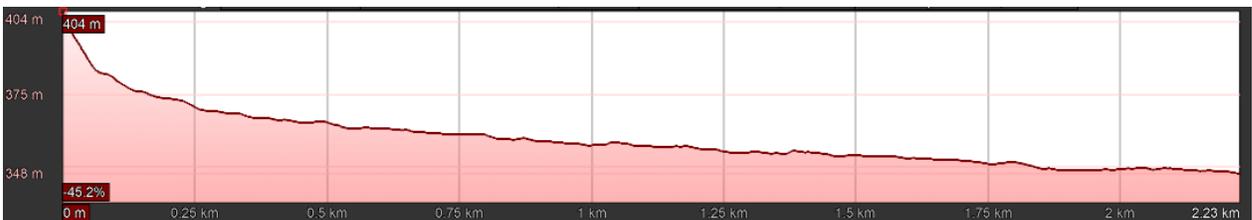


Figura 3.6: Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR Rinconada de Doñihue



Figura 3.7: Perfil longitudinal correspondiente al tramo de recolección del APR California junto al APR Rinconada de Doñihue

En la Tabla 3.5 se presenta las características de los tramos de tuberías. Las tuberías que se utilizan son de Policloruro de vinilo (PVC) de un diámetro de 200mm (Manning PVC: 0,009). Además, cabe destacar que debido a la pendiente del terreno el flujo es gravitacional y no se requieren bombas de elevación.

Tabla 3.5: Características de las tuberías del sistema de alcantarillado

Servicio de APR	Caudal máximo horario AS [l/s]	Largo tubería [m]	Pendiente [m/m]	Velocidad [m/s]	Tirante normal [m]	N° cámaras
Hijuela del medio los bronces vista hermosa	7,89	2.150	0,005	0,87	0,07	19
Lo de Cuevas	5,06	3.560	0,005	0,77	0,05	36
Hijuela del medio los bronces vista hermosa + Lo de Cuevas	12,95	3.040	0,005	1,00	0,09	31
California	4,61	2.190	0,005	0,75	0,05	18
Rinconada de Doñihue	4,33	2.231	0,024	1,28	0,03	20
California + Rinconada de Doñihue	8,93	5.570	0,007	1,02	0,06	56

3.3.2. Costos de inversión y operación

- **Costo de terreno, sistema de alcantarillado, pretratamiento y tratamiento primario**

El costo del terreno, sistema de alcantarillado, pretratamiento y tratamiento primario se presenta en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Costos previos al tratamiento secundario de los sistemas

	Costo total [USD]
Terreno	67.259
Tuberías	183.539
Cámaras de inspección	15.426
Desgrasador	91
Estanque decantador	758
Total	267.073

- **A2MBR**

En la Tabla 3.7 y Tabla 3.8 se presentan los costos de construcción y operación del A2MBR para un caudal de 360m³/día.

Tabla 3.7: Costo de construcción A2MBR, Q=360 m³/día

	Costo [USD]
Blower (ELEKTOR RD 84, QB= 5400 m ³ · h ⁻¹ ; Lifetime: 5,7 años)	4.885
Rotary Lobe pump (INOXPA, QP 140 m ³ · h ⁻¹)	90.000
PBR Algal 6 (250 m ² , 12,5 m ³)	19.440
Tubular membrane MO 315G 66.03 I8 LE (>750 l/m ² h 100 kPA)	87.239
Galpón encalado de lodos, ton/día	677
Costo total de inversión	202.242

Tabla 3.8: Costos de operación A2MBR, Q=360m³/día

	[USD/año]
Limpieza de membranas [m ³]	1.708
Tratamiento de lodos, incluye productos químicos, energía eléctrica, materiales y repuestos, servicios de laboratorio, transporte y disposición de lodos, servicios de operación y mantención (control de procesos de la PTAS, mantenimiento de la obra civil y mantenimiento) [m ³]	61.758
Costo total de operación	63.466

- **Humedal construido**
Diseño del humedal

Para dimensionar el humedal según la metodología de Delgadillo et al. se utilizan los valores presentados en la Tabla 3.9 y 3.10.

Tabla 3.9: Parámetros utilizados para calcular el área superficial del humedal

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Q	359,24	m ³ /d
C	12,72	mg/l
Co	127,23	mg/l
KT (T=15°C)	0,82	d ⁻¹
h	0,50	m
η	0,36	-
AS	5570,34	m²

Tabla 3.10: Parámetros utilizados para calcular el área vertical, ancho y largo del humedal

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Q	359,24	m ³ /d
ks	3.000	m ³ /m ² /d
S	0,005	-
Ac	23,95	m²
W	47,90	m
L	116,30	m
TRH	7,75	d

En la Tabla 3.11 se presenta el costo de construcción de un humedal de 5570 m².

Tabla 3.11: Costo de construcción humedal construido 5570 m²

Sistema de tratamiento		
Obra Gruesa	Unidad	Total humedal
Zanja para tuberías	hr/máq	1.315
Movimiento de tierra	hr/máq	21.043
Arena para Tubería	m ³	2.051
Relleno (Bolones)	m ³	19.807
Relleno (Gravilla)	m ³	46.218
Geotextil	m ²	27.882
Geomembrana	m ²	46.988
Instalación Geomembrana	gl	31.565
Estanques y Fitting		
Cámara de inspección	un	12.624
Reducción	un	98
Válvulas	un	1.773
Tubería PCV-S	m	3.959
Tee 1	un	64
Tapa 1	un	61
Tubería PVC-P	un	1.431
Unión Estanque	un	977
Tee 2	un	396
Tapa 1	un	214
Vinilit 473 cc	un	389
Plantas		
Plantas Scirpus Spp	un	37.003
Mano de obra		
Jornales	día	9.864
Gastos generales	gl	14.799
	Total Neto	280.530
	I.V.A. (19%)	53.300
	Total Presupuesto	333.831

3.3.3. Estudio comparativo PTAS

3.3.3.1. Capacidad de remoción PTAS cercanas

En la Tabla 3.12 se presenta la capacidad de remoción de las PTAS con sistema de lagunas aireadas y en la Tabla 3.13 la capacidad de remoción de las PTAS con sistema de lodos activados.

Tabla 3.12: Capacidad de remoción PTAS Lagunas Aireadas

Parámetro	Remoción [%]	
	Donihue	Olivar Alto
DBO ₅	77,81 ± 8,70	89,01 ± 4,89
PT	32,39 ± 26,50	41,17 ± 34,83
NTK	34,84 ± 16,22	50,62 ± 21,28
SST	68,42 ± 23,18	92,85 ± 3,36

Tabla 3.13: Capacidad de remoción PTAS Lodos Activados

Parámetro	Remoción [%]	
	Coinco	Coltauco
DBO ₅	93,81 ± 2,68	89,23 ± 5,50
PT	35,31 ± 40,76	45,21 ± 20,31
NTK	85,19 ± 7,68	62,80 ± 16,65
SST	95,27 ± 2,00	90,40 ± 5,09

3.3.3.2. Costos de tratamiento PTAS cercanas

En la Tabla 3.14 se presentan los valores del m^3 de agua tratada por los sistemas.

Tabla 3.14: Valor del $m^3_{Tratado}$ para VAN de 5 y 15 años

Sistema de tratamiento	Valor $m^3_{Tratado}$ [USD]	Valor $m^3_{Tratado}$ [USD]
	VAN: 5 años	VAN: 15 años
A2MBR	2,57	2,36
Humedal Construido	2,73	2,47

Además, en la Tabla 3.15 se presentan los costos de tratamiento de las PTAS basadas en lodos activos y lagunas de aireación cercanas a la zona de estudio.

Tabla 3.15: Costos de tratamiento por m^3 de los distintos sistemas de tratamiento

Sistema de tratamiento	Valor $m^3_{Tratado}$ [USD]
A2MBR	2,36
Humedal Construido	2,47
Lodos activados	1,25
Lagunas de aireación	1,25

Conclusiones

De este trabajo es posible concluir que el objetivo general de realizar un estudio de prefactibilidad comparando 2 métodos distintos de tratamiento de aguas residuales domésticas con el fin recargar acuíferos se cumple.

Lo anterior ya que se logró caracterizar el efluente de los sistemas, se comprobó que el volumen y calidad generadas serían útiles para recargar el acuífero y se obtuvieron los costos de implementar los sistemas.

Con respecto a los valores de calidad obtenidos, es posible notar que el efluente generado por el A2MBR cumple con los límites máximos de DBO₅, Fósforo total, Nitrógeno total y Sólidos Suspendidos Totales fijados por las directrices para el uso de aguas residuales tratadas, el D.S. N°90 y el D.S. N°46. Según la NCh 3456-2, es posible clasificar el agua generada como categoría A (Agua regenerada de muy alta calidad), por lo que se podría utilizar para riego urbano sin restricciones y riego agrícola de cultivos alimentarios consumidos crudos (Cabe destacar que del acuífero en estudio se extrae agua para riego).

Por otro lado, con respecto al efluente generado por el humedal construido, es posible notar que los parámetros estudiados cumplen con las directrices para el uso de aguas residuales tratadas, el D.S. N°90 y el D.S. N°46. El efluente generado podría clasificarse como categoría B en la NCh3456-2, por lo que podría ser utilizado para riego urbano restringido y riego agrícola de cultivos alimenticios procesados.

Al comparar la capacidad de remoción con las PTAS cercanas (Lagunas de aireación y lodos activados) con los sistemas estudiados se extrae que el A2MBR es más eficiente en la remoción de nutrientes y SST, pero al tratarse de agua que posteriormente será extraída para riego puede que no sea necesario remover gran cantidad de nutrientes ya que pueden ser utilizados como fertilizantes.

Con respecto a los costos, el costo del tratamiento de los sistemas estudiados es prácticamente el doble del de los sistemas de las PTAS cercanas pero este valor no puede ser tan concluyente debido a que no existe un sistema de alcantarillado que lleve las aguas servidas desde las comunidades a las PTAS existentes.

Finalmente, en caso de implementar alguno de los sistemas, se recomienda seguir las sugerencias de monitorio de la NCh3456-4 ya que en este estudio no se realizaron pruebas de calidad.

Bibliografía

- Arias, C. (2005). Humedales Artificiales Para el Tratamiento de Aguas Residuales. *Revista Científica José María Cordova*, 3, 40–44.
- Chang, S. (2014). Anaerobic Membrane Bioreactors (AnMBR) for Wastewater Treatment. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 04 (01), 56–61. doi: 10.4236/aces.2014.41008
- CSIRO. (2020). Marco operativo para proyectos de recarga artificial en acuíferos. , 1, 123.
- Delgadillo, O., Camacho, A., y Serie, M. A. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*.
- DGA. (2013). Análisis y Síntesis Preliminar de Iniciativas Sobre Recarga Artificial en Chile.
- DGA. (2022).
- DGA. (2022). *Decretos vigentes*.
- Dillon, P., Pavelic, P., Page, D., Beringen, H., y Ward, J. (2009). Managed aquifer recharge: An Introduction. doi: 10.1007/BF01929660
- Dirección General de Aguas. (2020). Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. , 54.
- Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., y von Sperling, M. (2017). *Tratamiento biológico de aguas residuales, Volumen 7*.
- Espinoza, B. (2022). Estudio de prefactibilidad técnico-económica de sistema de tratamiento Sequential Anaerobic and Algal Membrane Bioreactor (A2MBR) para generación de agua y su aplicación de reuso directo potable en Chile: Caso estudio Cuenca del Río Maipo.
- Espinoza, M. (2017). Humedales Artificiales en mercado de tratamiendo de aguas residuales, análisis de una potencial transición hacia una economía con enfoque circular. , 2.
- Fundación Chile. (2016). *Aguas residuales como nueva fuente de agua*.
- Henze, M., Harremoës, P., La Cour, J., y Arvin, E. (2002). *Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes* (Vol. 4) (n.º 1).
- INN. (1987). NCh 1333 Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. , 15.
- INN. (2021a). NCh 3456/1 Directrices para el uso de aguas residuales tratadas en proyectos de riego — Parte 1: Base de un proyecto de reúso para riego.
- INN. (2021b). NCh 3456/2 Directrices para el uso de aguas residuales tratadas en proyectos de riego — Parte 2: Desarrollo del proyecto.
- INN. (2021c). NCh 3483 Directrices para la clasificación de la calidad del agua regenerada para el reúso no potable.
- INN. (2021d). NCh 3678/1 Directrices para la evaluación del desempeño de tecnologías de tratamiento para sistemas de reúso de agua — Parte 1: Generalidades.
- Metcalf and Eddy. (1995). *Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización*.

- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2000). D.S. 90 Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2002). D.S. 46 Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Naciones Unidas. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*.
- Naciones Unidas Chile. (2021). Escasez hídrica en Chile: Desafíos pendientes.
- Prieto, A. L. (2011). Sequential Anaerobic and Algal Membrane Bioreactor (A2MBR) System for Sustainable Sanitation and Resource Recovery from Domestic Wastewater. *System*(2011).
- Rojas, K., Vera, I., y Vidal, G. (2013). *Influencia de la estación y de las especies Phragmites australis y Schoenoplectus californicus en la eliminación de materia orgánica y nutrientes contenidos en aguas servidas durante la operación de puesta en marcha de humedales construidos de flujo horiz.*
- SISS. (2020). Informe de gestión del sector sanitario. , 3.
- Vera, I., García, J., Sáez, K., Moragas, L., y Vidal, G. (2011). Performance evaluation of eight years experience of constructed wetland systems in Catalonia as alternative treatment for small communities. *Ecological Engineering*, 37(2), 364–371. doi: 10.1016/j.ecoleng.2010.11.031

Anexos

Anexo A

Calidad afluyente y efluente PTAS cercanas a la zona de estudio

La información de calidad de afluyente de las PTAS facilitada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios se presenta en la Tabla A.1, A.2, A.3 y A.4.

Tabla A.1: Calidad afluente PTAS Coinco. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
08-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-01-2020	DBO5	=	189	mg/l
08-01-2020	FOSFORO	=	5	mg/l
08-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22	mg/l
08-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	77	mg/l
20-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-01-2020	DBO5	=	176	mg/l
20-01-2020	FOSFORO	=	6	mg/l
20-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	32	mg/l
20-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	130	mg/l
28-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
28-01-2020	DBO5	=	105	mg/l
28-01-2020	FOSFORO	=	5	mg/l
28-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30	mg/l
28-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	64	mg/l
05-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-02-2020	DBO5	=	148,7	mg/l
05-02-2020	FOSFORO	=	6	mg/l
05-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,4	mg/l
05-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	192	mg/l
13-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-02-2020	DBO5	=	158	mg/l
13-02-2020	FOSFORO	=	4,11	mg/l
13-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,8	mg/l
13-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	80,7	mg/l

24-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-02-2020	DBO5	=	151,67	mg/l
24-02-2020	FOSFORO	=	5,65	mg/l
24-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	41,6	mg/l
24-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	115,7	mg/l
05-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-03-2020	DBO5	=	141,67	mg/l
05-03-2020	FOSFORO	=	5,32	mg/l
05-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	25,3	mg/l
05-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	103,5	mg/l
16-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
16-03-2020	DBO5	=	68,8	mg/l
16-03-2020	FOSFORO	=	4,7	mg/l
16-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,3	mg/l
16-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	40	mg/l
26-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-03-2020	DBO5	=	32,3	mg/l
26-03-2020	FOSFORO	=	5,77	mg/l
26-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	43,7	mg/l
26-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	97,5	mg/l
06-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-04-2020	DBO5	=	132,9	mg/l
06-04-2020	FOSFORO	=	1,88	mg/l
06-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	31,5	mg/l
06-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	79,1	mg/l
15-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-04-2020	DBO5	=	209,33	mg/l

15-04-2020	FOSFORO	=	4,68	mg/l
15-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29	mg/l
15-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	193,7	mg/l
27-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-04-2020	DBO5	=	176,23	mg/l
27-04-2020	FOSFORO	=	3,76	mg/l
27-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	49,7	mg/l
27-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	266	mg/l
06-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-05-2020	DBO5	=	906,67	mg/l
06-05-2020	FOSFORO	=	18,15	mg/l
06-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	53,5	mg/l
06-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	762	mg/l
13-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-05-2020	DBO5	=	172,47	mg/l
13-05-2020	FOSFORO	=	4,14	mg/l
13-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	47,6	mg/l
13-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	120	mg/l
25-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-05-2020	DBO5	=	115,07	mg/l
25-05-2020	FOSFORO	=	2,62	mg/l
25-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,8	mg/l
25-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	110	mg/l
04-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-06-2020	DBO5	=	152	mg/l
04-06-2020	FOSFORO	=	2,62	mg/l
04-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	92,1	mg/l

04-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	81,2	mg/l
15-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-06-2020	DBO5	=	142,47	mg/l
15-06-2020	FOSFORO	=	0,8	mg/l
15-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	31,4	mg/l
15-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	86	mg/l
15-06-2020	TEMPERATURA	=	9,3	°C
24-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-06-2020	DBO5	=	37,4	mg/l
24-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
24-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,8	mg/l
24-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	28	mg/l
08-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-07-2020	DBO5	=	31,17	mg/l
08-07-2020	FOSFORO	=	0,83	mg/l
08-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,01	mg/l
08-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	37,4	mg/l
14-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-07-2020	DBO5	=	113,23	mg/l
14-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
14-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29,8	mg/l
14-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	91,2	mg/l
21-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-07-2020	DBO5	=	107,8	mg/l
21-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
21-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	3,2	mg/l
21-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	73,4	mg/l

06-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-08-2020	DBO5	=	86,2	mg/l
06-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
06-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	36,9	mg/l
06-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	41,8	mg/l
19-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-08-2020	FOSFORO	=	2,19	mg/l
19-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,4	mg/l
19-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	82,8	mg/l
25-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-08-2020	DBO5	=	160,83	mg/l
25-08-2020	FOSFORO	=	3,39	mg/l
25-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,36	mg/l
25-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	115,8	mg/l
08-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-09-2020	DBO5	=	166,93	mg/l
08-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
08-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	40	mg/l
08-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	199,4	mg/l
10-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-09-2020	DBO5	=	269,9	mg/l
10-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
10-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13,8	mg/l
10-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	183,6	mg/l
23-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-09-2020	DBO5	=	155,5	mg/l
23-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l

23-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	36,2	mg/l
23-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	244,6	mg/l
07-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-10-2020	DBO5	=	113,73	mg/l
07-10-2020	FOSFORO	=	3,1	mg/l
07-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,8	mg/l
07-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	80,8	mg/l
14-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-10-2020	DBO5	=	121,8	mg/l
14-10-2020	FOSFORO	=	3,14	mg/l
14-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,6	mg/l
14-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	82,4	mg/l
22-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-10-2020	DBO5	=	97,2	mg/l
22-10-2020	FOSFORO	=	0,8	mg/l
22-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19,6	mg/l
22-10-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
22-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	119	mg/l
05-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-11-2020	DBO5	=	26,37	mg/l
05-11-2020	FOSFORO	=	1,59	mg/l
05-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,5	mg/l
05-11-2020	PH	=	7,47	unidades de pH
05-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	84,3	mg/l
05-11-2020	TEMPERATURA	=	16,2	°C
11-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-11-2020	DBO5	=	86,37	mg/l

11-11-2020	FOSFORO	=	0,68	mg/l
11-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,7	mg/l
11-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	51,1	mg/l
26-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-11-2020	DBO5	=	217,23	mg/l
26-11-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
26-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	28	mg/l
26-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	194	mg/l
26-11-2020	TEMPERATURA	=	15	°C
03-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-12-2020	DBO5	=	199,23	mg/l
03-12-2020	FOSFORO	=	1,59	mg/l
03-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	38,4	mg/l
03-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	95,8	mg/l
22-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-12-2020	DBO5	=	90,8	mg/l
22-12-2020	FOSFORO	=	4,37	mg/l
22-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29,6	mg/l
22-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	70,8	mg/l
28-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
28-12-2020	DBO5	=	305,2	mg/l
28-12-2020	FOSFORO	=	1,49	mg/l
28-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,8	mg/l
28-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	294,8	mg/l

Tabla A.2: Calidad afluente PTAS Coltauco. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
06-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-01-2020	DBO5	=	82	mg/l
06-01-2020	FOSFORO	=	3	mg/l
06-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19	mg/l
06-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	51	mg/l
15-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-01-2020	DBO5	=	51	mg/l
15-01-2020	FOSFORO	=	3	mg/l
15-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13	mg/l
15-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	105	mg/l
27-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-01-2020	DBO5	=	68	mg/l
27-01-2020	FOSFORO	=	4	mg/l
27-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12	mg/l
27-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	100	mg/l
27-01-2020	TEMPERATURA	=	15	°C
03-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-02-2020	DBO5	=	74	mg/l
03-02-2020	FOSFORO	=	3,96	mg/l
03-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,6	mg/l
03-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	59,8	mg/l
10-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-02-2020	DBO5	=	93,33	mg/l
10-02-2020	FOSFORO	=	4,13	mg/l
10-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	24,7	mg/l

10-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	68	mg/l
19-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-02-2020	DBO5	=	64,17	mg/l
19-02-2020	FOSFORO	=	2,48	mg/l
19-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	25,6	mg/l
19-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	89,7	mg/l
02-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-03-2020	DBO5	=	100,6	mg/l
02-03-2020	FOSFORO	=	3,55	mg/l
02-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,74	mg/l
02-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	93,3	mg/l
23-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-03-2020	DBO5	=	176,3	mg/l
23-03-2020	FOSFORO	=	4,22	mg/l
23-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,5	mg/l
23-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	59,2	mg/l
24-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-03-2020	DBO5	=	68,33	mg/l
24-03-2020	FOSFORO	=	3,59	mg/l
24-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	25,5	mg/l
24-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	52,6	mg/l
01-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-04-2020	DBO5	=	90,17	mg/l
01-04-2020	FOSFORO	=	3,97	mg/l
01-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,27	mg/l
01-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	109,3	mg/l
13-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

13-04-2020	DBO5	=	89,53	mg/l
13-04-2020	FOSFORO	=	2,92	mg/l
13-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	16,7	mg/l
13-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	61,7	mg/l
22-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-04-2020	DBO5	=	136	mg/l
22-04-2020	FOSFORO	=	1,3	mg/l
22-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	28,2	mg/l
22-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	122,5	mg/l
04-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-05-2020	DBO5	=	227,07	mg/l
04-05-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
04-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	16,3	mg/l
04-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	70	mg/l
12-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
12-05-2020	DBO5	=	124,03	mg/l
12-05-2020	FOSFORO	=	2,92	mg/l
12-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,9	mg/l
12-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	223,2	mg/l
18-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
18-05-2020	DBO5	=	98,17	mg/l
18-05-2020	FOSFORO	=	1,76	mg/l
18-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27	mg/l
18-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	72,5	mg/l
01-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-06-2020	DBO5	=	67,6	mg/l
01-06-2020	FOSFORO	=	1,32	mg/l

01-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,3	mg/l
01-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	30,4	mg/l
10-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-06-2020	DBO5	=	45,83	mg/l
10-06-2020	FOSFORO	=	2,73	mg/l
10-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	39,4	mg/l
10-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	39,9	mg/l
18-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
18-06-2020	DBO5	=	75,03	mg/l
18-06-2020	FOSFORO	=	0,81	mg/l
18-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,69	mg/l
18-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	31,4	mg/l
01-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-07-2020	DBO5	=	26,13	mg/l
01-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
01-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,5	mg/l
01-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	12,3	mg/l
06-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-07-2020	DBO5	=	11,97	mg/l
06-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
06-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,46	mg/l
06-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	14,5	mg/l
20-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-07-2020	DBO5	=	49,5	mg/l
20-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
20-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	10,1	mg/l
20-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	45,8	mg/l

03-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-08-2020	DBO5	=	121,53	mg/l
03-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
03-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	23,4	mg/l
03-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	56,1	mg/l
10-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-08-2020	DBO5	=	104,07	mg/l
10-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
10-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	10,5	mg/l
10-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	84,8	mg/l
24-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-08-2020	DBO5	=	91,17	mg/l
24-08-2020	FOSFORO	=	2,59	mg/l
24-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12,2	mg/l
24-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	57,6	mg/l
01-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-09-2020	DBO5	=	138	mg/l
01-09-2020	FOSFORO	=	2,37	mg/l
01-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	15,5	mg/l
01-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	108	mg/l
09-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
09-09-2020	DBO5	=	170,5	mg/l
09-09-2020	FOSFORO	=	1,9	mg/l
09-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	24,6	mg/l
09-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	86,8	mg/l
21-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-09-2020	DBO5	=	102,7	mg/l

21-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
21-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,2	mg/l
21-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	76,5	mg/l
01-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-10-2020	DBO5	=	79,87	mg/l
01-10-2020	FOSFORO	=	3,03	mg/l
01-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30	mg/l
01-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	61,3	mg/l
20-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-10-2020	DBO5	=	45,8	mg/l
20-10-2020	FOSFORO	=	1,4	mg/l
20-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	11	mg/l
20-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	27,5	mg/l
26-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-10-2020	DBO5	=	54,07	mg/l
26-10-2020	FOSFORO	=	1,18	mg/l
26-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	5,84	mg/l
26-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	77	mg/l
03-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-11-2020	DBO5	=	86,87	mg/l
03-11-2020	FOSFORO	=	0,92	mg/l
03-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,09	mg/l
03-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	83,6	mg/l
09-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
09-11-2020	DBO5	=	108,7	mg/l
09-11-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
09-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,43	mg/l

09-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	50,5	mg/l
16-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
16-11-2020	DBO5	=	172,7	mg/l
16-11-2020	FOSFORO	=	1,34	mg/l
16-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27,6	mg/l
16-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	170,4	mg/l
01-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-12-2020	DBO5	=	71,5	mg/l
01-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
01-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	11,5	mg/l
01-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	222,2	mg/l
09-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
09-12-2020	DBO5	=	48,73	mg/l
09-12-2020	FOSFORO	=	1,07	mg/l
09-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	16,6	mg/l
09-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	41,1	mg/l
14-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-12-2020	DBO5	=	80,13	mg/l
14-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
14-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27,4	mg/l
14-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	69	mg/l

Tabla A.3: Calidad afluente PTAS Doñihue. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
07-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-01-2020	DBO5	=	100	mg/l
07-01-2020	FOSFORO	=	4	mg/l
07-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13	mg/l
07-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	171	mg/l
16-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
16-01-2020	DBO5	=	100	mg/l
16-01-2020	FOSFORO	=	4	mg/l
16-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29	mg/l
16-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	86	mg/l
21-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-01-2020	DBO5	=	130	mg/l
21-01-2020	FOSFORO	=	4	mg/l
21-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14	mg/l
21-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	97	mg/l
04-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-02-2020	DBO5	=	133,77	mg/l
04-02-2020	FOSFORO	=	4,83	mg/l
04-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	35,3	mg/l
04-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	221	mg/l
12-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
12-02-2020	DBO5	=	122,03	mg/l
12-02-2020	FOSFORO	=	3,13	mg/l
12-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,5	mg/l
12-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	47,5	mg/l

20-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-02-2020	DBO5	=	95,87	mg/l
20-02-2020	FOSFORO	=	5,49	mg/l
20-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29,6	mg/l
20-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	118	mg/l
04-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-03-2020	DBO5	=	81,93	mg/l
04-03-2020	FOSFORO	=	3,69	mg/l
04-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,6	mg/l
04-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	104,3	mg/l
12-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
12-03-2020	DBO5	=	125,17	mg/l
12-03-2020	FOSFORO	=	5,24	mg/l
12-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,9	mg/l
12-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	140,5	mg/l
24-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-03-2020	DBO5	=	144,67	mg/l
24-03-2020	FOSFORO	=	4,28	mg/l
24-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22,2	mg/l
24-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	162	mg/l
02-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-04-2020	DBO5	=	64,5	mg/l
02-04-2020	FOSFORO	=	3,63	mg/l
02-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	17,9	mg/l
02-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	100,7	mg/l
14-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-04-2020	DBO5	=	80,3	mg/l

14-04-2020	FOSFORO	=	0,81	mg/l
14-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,7	mg/l
14-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	106	mg/l
23-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-04-2020	DBO5	=	173	mg/l
23-04-2020	FOSFORO	=	1,65	mg/l
23-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13,2	mg/l
23-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	108	mg/l
05-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-05-2020	DBO5	=	115,2	mg/l
05-05-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
05-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,9	mg/l
05-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	52	mg/l
11-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-05-2020	DBO5	=	211,13	mg/l
11-05-2020	FOSFORO	=	1,12	mg/l
11-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,6	mg/l
11-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	81,6	mg/l
19-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-05-2020	DBO5	=	65,67	mg/l
19-05-2020	FOSFORO	=	1,12	mg/l
19-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,1	mg/l
19-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	45,4	mg/l
03-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-06-2020	DBO5	=	104,67	mg/l
03-06-2020	FOSFORO	=	1,37	mg/l
03-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	17,92	mg/l

03-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	88,7	mg/l
11-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-06-2020	DBO5	=	55,1	mg/l
11-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
11-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22,3	mg/l
11-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	95	mg/l
22-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-06-2020	DBO5	=	184	mg/l
22-06-2020	FOSFORO	=	0,5	mg/l
22-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,6	mg/l
22-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	205,3	mg/l
07-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-07-2020	DBO5	=	79,83	mg/l
07-07-2020	FOSFORO	=	1,07	mg/l
07-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22,6	mg/l
07-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	60	mg/l
13-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-07-2020	DBO5	=	178,57	mg/l
13-07-2020	FOSFORO	=	2,16	mg/l
13-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13,1	mg/l
13-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	223,4	mg/l
27-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-07-2020	DBO5	=	207,43	mg/l
27-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
27-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	28,4	mg/l
27-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	48,3	mg/l
05-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

05-08-2020	DBO5	=	53,93	mg/l
05-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
05-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,9	mg/l
05-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	35,2	mg/l
11-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-08-2020	DBO5	=	108,73	mg/l
11-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
11-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,4	mg/l
11-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	63,8	mg/l
17-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
17-08-2020	DBO5	=	127,63	mg/l
17-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
17-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	31,2	mg/l
17-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	77	mg/l
30-08-2020	DBO5	=	133,33	mg/l
30-08-2020	FOSFORO	=	3,43	mg/l
30-08-2020	PODER ESPUMOGENO	=	5,7	mm
30-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	72,3	mg/l
02-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-09-2020	DBO5	=	163,17	mg/l
02-09-2020	FOSFORO	=	1,73	mg/l
02-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	15,65	mg/l
02-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	140,5	mg/l
05-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-09-2020	DBO5	=	125,37	mg/l
05-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
05-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	24	mg/l

05-09-2020	PODER ESPUMOGENO	=	9,3	mm
05-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	82,6	mg/l
06-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-09-2020	DBO5	=	122,67	mg/l
06-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
06-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,9	mg/l
06-09-2020	PODER ESPUMOGENO	=	10	mm
06-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	99,8	mg/l
14-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-09-2020	DBO5	=	201,83	mg/l
14-09-2020	FOSFORO	=	2,01	mg/l
14-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	34,8	mg/l
14-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	95	mg/l
19-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-09-2020	DBO5	=	27	mg/l
19-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
19-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
19-09-2020	SOLIDOS SEDIMENTABLES	<	0,5	ml/l h
19-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	21,1	mg/l
20-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-09-2020	DBO5	=	144,07	mg/l
20-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
20-09-2020	PODER ESPUMOGENO	=	2,7	mm
20-09-2020	SOLIDOS SEDIMENTABLES	<	0,5	ml/l h
20-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	61	mg/l
22-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-09-2020	DBO5	=	299,87	mg/l

22-09-2020	FOSFORO	=	3,3	mg/l
22-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29,4	mg/l
22-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	179,2	mg/l
06-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-10-2020	DBO5	=	222,53	mg/l
06-10-2020	FOSFORO	=	2,43	mg/l
06-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	34,4	mg/l
06-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	83,2	mg/l
13-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-10-2020	DBO5	=	285,37	mg/l
13-10-2020	FOSFORO	=	0,92	mg/l
13-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	9,71	mg/l
13-10-2020	PH	=	7,06	unidades de pH
13-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	57,6	mg/l
13-10-2020	TEMPERATURA	=	10,6	°C
21-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-10-2020	DBO5	=	203,3	mg/l
21-10-2020	FOSFORO	=	1,7	mg/l
21-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,6	mg/l
21-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	229	mg/l
04-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-11-2020	DBO5	=	112,27	mg/l
04-11-2020	FOSFORO	=	0,7	mg/l
04-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	40,7	mg/l
04-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	46	mg/l
17-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
17-11-2020	DBO5	=	72,57	mg/l

17-11-2020	FOSFORO	=	3,15	mg/l
17-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	23,5	mg/l
17-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	42,4	mg/l
23-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-11-2020	DBO5	=	164,6	mg/l
23-11-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
23-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,2	mg/l
23-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	112,6	mg/l
02-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-12-2020	DBO5	=	162,9	mg/l
02-12-2020	FOSFORO	=	0,53	mg/l
02-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	33,4	mg/l
02-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	53	mg/l
15-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-12-2020	DBO5	=	97,6	mg/l
15-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
15-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	41,2	mg/l
15-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	91	mg/l
15-12-2020	TEMPERATURA	=	19,9	°C
21-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-12-2020	DBO5	=	102,27	mg/l
21-12-2020	FOSFORO	=	2,63	mg/l
21-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27,8	mg/l
21-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	63	mg/l

Tabla A.4: Calidad afluente PTAS Olivar Alto. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
22-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-01-2020	DBO5	=	450	mg/l
22-01-2020	FOSFORO	=	11	mg/l
22-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29	mg/l
22-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	314	mg/l
23-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-01-2020	DBO5	=	290	mg/l
23-01-2020	FOSFORO	=	9	mg/l
23-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	39	mg/l
23-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	204	mg/l
30-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
30-01-2020	DBO5	=	114	mg/l
30-01-2020	FOSFORO	=	6	mg/l
30-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27	mg/l
30-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	183	mg/l
11-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-02-2020	DBO5	=	136,87	mg/l
11-02-2020	FOSFORO	=	3,64	mg/l
11-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,8	mg/l
11-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	90,7	mg/l
19-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-02-2020	DBO5	=	64,83	mg/l
19-02-2020	FOSFORO	=	3,06	mg/l
19-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	36,8	mg/l
19-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	83,5	mg/l

19-02-2020	TEMPERATURA	=	19,3	°C
26-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-02-2020	DBO5	=	74,7	mg/l
26-02-2020	FOSFORO	=	5,42	mg/l
26-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	44,2	mg/l
26-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	31,5	mg/l
05-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-03-2020	DBO5	=	400,87	mg/l
05-03-2020	FOSFORO	=	8,49	mg/l
05-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,6	mg/l
05-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	240,5	mg/l
10-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-03-2020	DBO5	=	197,07	mg/l
10-03-2020	FOSFORO	=	6,83	mg/l
10-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	25,8	mg/l
10-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	85,3	mg/l
25-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-03-2020	DBO5	=	217,87	mg/l
25-03-2020	FOSFORO	=	7,12	mg/l
25-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	39,3	mg/l
25-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	166,7	mg/l
07-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-04-2020	DBO5	=	250,4	mg/l
07-04-2020	FOSFORO	=	3,3	mg/l
07-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27	mg/l
07-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	221	mg/l
13-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

13-04-2020	DBO5	=	108,23	mg/l
13-04-2020	FOSFORO	=	2,64	mg/l
13-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30	mg/l
13-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	240,7	mg/l
22-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-04-2020	DBO5	=	214,93	mg/l
22-04-2020	FOSFORO	=	4,29	mg/l
22-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	33,2	mg/l
22-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	222	mg/l
07-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-05-2020	DBO5	=	294,87	mg/l
07-05-2020	FOSFORO	=	1,8	mg/l
07-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	41	mg/l
07-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	304	mg/l
13-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-05-2020	DBO5	=	126,83	mg/l
13-05-2020	FOSFORO	=	4,16	mg/l
13-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27,9	mg/l
13-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	111,2	mg/l
27-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-05-2020	DBO5	=	305,43	mg/l
27-05-2020	FOSFORO	=	0,67	mg/l
27-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	23,7	mg/l
27-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	127,4	mg/l
09-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
09-06-2020	DBO5	=	128,83	mg/l
09-06-2020	FOSFORO	=	3,1	mg/l

09-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22,8	mg/l
09-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	258,4	mg/l
17-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
17-06-2020	DBO5	=	162,3	mg/l
17-06-2020	FOSFORO	=	0,53	mg/l
17-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,7	mg/l
17-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	177,5	mg/l
22-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-06-2020	DBO5	=	209,77	mg/l
22-06-2020	FOSFORO	=	0,97	mg/l
22-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	25,5	mg/l
22-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	175	mg/l
07-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-07-2020	DBO5	=	214,9	mg/l
07-07-2020	FOSFORO	=	4,06	mg/l
07-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	41,9	mg/l
07-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	214,8	mg/l
14-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-07-2020	DBO5	=	192,67	mg/l
14-07-2020	FOSFORO	=	1,63	mg/l
14-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26,2	mg/l
14-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	227,7	mg/l
28-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
28-07-2020	DBO5	=	289,03	mg/l
28-07-2020	FOSFORO	=	3,18	mg/l
28-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30	mg/l
28-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	254	mg/l

06-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-08-2020	DBO5	=	411,5	mg/l
06-08-2020	FOSFORO	=	3,56	mg/l
06-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,7	mg/l
06-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	350	mg/l
18-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
18-08-2020	DBO5	=	174,73	mg/l
18-08-2020	FOSFORO	=	3,29	mg/l
18-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	10,9	mg/l
18-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	161,2	mg/l
26-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-08-2020	DBO5	=	421,67	mg/l
26-08-2020	FOSFORO	=	5,7	mg/l
26-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30,2	mg/l
26-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	393	mg/l
08-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-09-2020	DBO5	=	195,03	mg/l
08-09-2020	FOSFORO	=	3,97	mg/l
08-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	27,4	mg/l
08-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	185	mg/l
23-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-09-2020	DBO5	=	199	mg/l
23-09-2020	FOSFORO	=	1,72	mg/l
23-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30,2	mg/l
23-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	238,3	mg/l
28-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
28-09-2020	DBO5	=	101,13	mg/l

28-09-2020	FOSFORO	=	4,1	mg/l
28-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	10,2	mg/l
28-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	214,3	mg/l
08-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-10-2020	DBO5	=	203,27	mg/l
08-10-2020	FOSFORO	=	5,09	mg/l
08-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19,1	mg/l
08-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	164,8	mg/l
20-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-10-2020	DBO5	=	183,47	mg/l
20-10-2020	FOSFORO	=	3,51	mg/l
20-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	35,6	mg/l
20-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	169	mg/l
27-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-10-2020	DBO5	=	186,4	mg/l
27-10-2020	FOSFORO	=	1,42	mg/l
27-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	32,5	mg/l
27-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	272,8	mg/l
10-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-11-2020	DBO5	=	209	mg/l
10-11-2020	FOSFORO	=	3,84	mg/l
10-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	42,3	mg/l
10-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	187,4	mg/l
19-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-11-2020	DBO5	=	209	mg/l
19-11-2020	FOSFORO	=	2,57	mg/l
19-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,5	mg/l

19-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	371,2	mg/l
25-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-11-2020	DBO5	=	291,07	mg/l
25-11-2020	FOSFORO	=	1,24	mg/l
25-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	28,4	mg/l
25-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	180,4	mg/l
10-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-12-2020	DBO5	=	131,1	mg/l
10-12-2020	FOSFORO	=	1,84	mg/l
10-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30,6	mg/l
10-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	623,5	mg/l
17-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
17-12-2020	DBO5	=	316,17	mg/l
17-12-2020	FOSFORO	=	4,03	mg/l
17-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30,8	mg/l
17-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	299,8	mg/l
29-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
29-12-2020	DBO5	=	108,3	mg/l
29-12-2020	FOSFORO	=	5,3	mg/l
29-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,6	mg/l
29-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	307,5	mg/l

La información de calidad de efluente de las PTAS facilitada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios se presenta en la Tabla A.5, A.6, A.7 y A.8.

Tabla A.5: Calidad efluente PTAS Coinco. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
08-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-01-2020	DBO5	=	8	mg/l
08-01-2020	FOSFORO	=	3	mg/l
08-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	1	mg/l
08-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
08-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
08-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
08-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
08-01-2020	TEMPERATURA	=	21	°C
15-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
15-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
15-01-2020	TEMPERATURA	=	23	°C
20-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-01-2020	DBO5	=	10	mg/l
20-01-2020	FOSFORO	=	3	mg/l
20-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2	mg/l
20-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
20-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
20-01-2020	TETRACLOROETENO	<	0	mg/l
20-01-2020	TRICLOROMETANO	<	0	mg/l
20-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
20-01-2020	TEMPERATURA	=	23	°C
28-01-2020	COLIFORMES FECALES	=	17	NMP/100 ml
28-01-2020	PH	=	7	unidades de pH

28-01-2020	TEMPERATURA	=	24	°C
05-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-02-2020	DBO5	=	7,75	mg/l
05-02-2020	FOSFORO	=	3,61	mg/l
05-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	0,56	mg/l
05-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
05-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
05-02-2020	TEMPERATURA	=	12,9	°C
05-02-2020	COLIFORMES FECALES	=	2400	NMP/100 ml
05-02-2020	PH	=	7,71	unidades de pH
05-02-2020	TEMPERATURA	=	23,4	°C
11-02-2020	COLIFORMES FECALES	=	8	NMP/100 ml
11-02-2020	PH	=	7,24	unidades de pH
11-02-2020	TEMPERATURA	=	23,1	°C
13-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-02-2020	DBO5	=	7,53	mg/l
13-02-2020	FOSFORO	=	4,11	mg/l
13-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,92	mg/l
13-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
13-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
13-02-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
13-02-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
13-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
13-02-2020	PH	=	7,29	unidades de pH
13-02-2020	TEMPERATURA	=	21,4	°C
21-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
21-02-2020	PH	=	6,91	unidades de pH

21-02-2020	TEMPERATURA	=	20,6	°C
24-02-2020	COLIFORMES FECALES	=	300	NMP/100 ml
24-02-2020	PH	=	7,3	unidades de pH
24-02-2020	TEMPERATURA	=	20,6	°C
05-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-03-2020	DBO5	=	9,73	mg/l
05-03-2020	FOSFORO	=	3,01	mg/l
05-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	1,28	mg/l
05-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
05-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
05-03-2020	COLIFORMES FECALES	=	8	NMP/100 ml
05-03-2020	PH	=	7,08	unidades de pH
05-03-2020	TEMPERATURA	=	21,7	°C
11-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-03-2020	PH	=	6,87	unidades de pH
11-03-2020	TEMPERATURA	=	22,8	°C
16-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
16-03-2020	DBO5	=	11,03	mg/l
16-03-2020	FOSFORO	=	3,77	mg/l
16-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	3,65	mg/l
16-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
16-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
16-03-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
16-03-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
16-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
16-03-2020	PH	=	6,72	unidades de pH
16-03-2020	TEMPERATURA	=	22,2	°C

26-03-2020	COLIFORMES FECALES	=	110	NMP/100 ml
26-03-2020	PH	=	6,96	unidades de pH
26-03-2020	TEMPERATURA	=	20,8	°C
06-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
06-04-2020	PH	=	6,71	unidades de pH
06-04-2020	TEMPERATURA	=	19,2	°C
07-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-04-2020	DBO5	=	8,27	mg/l
07-04-2020	FOSFORO	=	1,35	mg/l
07-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,47	mg/l
07-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
07-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
07-04-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
07-04-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
15-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-04-2020	DBO5	=	9,1	mg/l
15-04-2020	FOSFORO	=	2,03	mg/l
15-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	5,15	mg/l
15-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
15-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
15-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
15-04-2020	PH	=	7,04	unidades de pH
15-04-2020	TEMPERATURA	=	17,7	°C
21-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	30	NMP/100 ml
21-04-2020	PH	=	7,11	unidades de pH
21-04-2020	TEMPERATURA	=	19,2	°C
27-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	80	NMP/100 ml

27-04-2020	PH	=	7,36	unidades de pH
27-04-2020	TEMPERATURA	=	17,3	°C
06-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-05-2020	DBO5	=	6,35	mg/l
06-05-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
06-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,42	mg/l
06-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
06-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
06-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
06-05-2020	PH	=	6,96	unidades de pH
06-05-2020	TEMPERATURA	=	17,3	°C
13-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-05-2020	DBO5	=	16,57	mg/l
13-05-2020	FOSFORO	=	2,46	mg/l
13-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	7,03	mg/l
13-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
13-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
13-05-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
13-05-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
13-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
13-05-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
13-05-2020	TEMPERATURA	=	15,2	°C
20-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-05-2020	PH	=	7,01	unidades de pH
20-05-2020	TEMPERATURA	=	17,2	°C
25-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
25-05-2020	PH	=	7,11	unidades de pH

25-05-2020	TEMPERATURA	=	18,1	°C
04-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
04-06-2020	PH	=	6,96	unidades de pH
04-06-2020	TEMPERATURA	=	9	°C
09-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-06-2020	PH	=	6,97	unidades de pH
09-06-2020	TEMPERATURA	=	14,9	°C
15-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-06-2020	DBO5	=	8,1	mg/l
15-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
15-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,14	mg/l
15-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
15-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
15-06-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
15-06-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
15-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
15-06-2020	PH	=	6,97	unidades de pH
15-06-2020	TEMPERATURA	=	15	°C
24-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-06-2020	DBO5	=	7,9	mg/l
24-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
24-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	0,96	mg/l
24-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
24-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
24-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-06-2020	PH	=	6,97	unidades de pH
24-06-2020	TEMPERATURA	=	13,3	°C

02-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
02-07-2020	PH	=	6,98	unidades de pH
02-07-2020	TEMPERATURA	=	14,9	°C
08-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-07-2020	DBO5	=	6,45	mg/l
08-07-2020	FOSFORO	=	0,72	mg/l
08-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	0,61	mg/l
08-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
08-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
14-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
14-07-2020	PH	=	7,13	unidades de pH
14-07-2020	TEMPERATURA	=	14,5	°C
21-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-07-2020	DBO5	=	8,37	mg/l
21-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
21-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,08	mg/l
21-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
21-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
21-07-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
21-07-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
21-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
21-07-2020	PH	=	7,1	unidades de pH
21-07-2020	TEMPERATURA	=	14,1	°C
30-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
30-07-2020	PH	=	6,87	unidades de pH
30-07-2020	TEMPERATURA	=	13,6	°C
06-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml

06-08-2020	PH	=	7,19	unidades de pH
06-08-2020	TEMPERATURA	=	14,6	°C
10-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-08-2020	PH	=	7,21	unidades de pH
10-08-2020	TEMPERATURA	=	15,1	°C
19-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
19-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,54	mg/l
19-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
19-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
19-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
19-08-2020	PH	=	6,95	unidades de pH
19-08-2020	TEMPERATURA	=	14,2	°C
25-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-08-2020	DBO5	=	6,4	mg/l
25-08-2020	FOSFORO	=	1,48	mg/l
25-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,11	mg/l
25-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
25-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
25-08-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
25-08-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
25-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
25-08-2020	PH	=	7	unidades de pH
25-08-2020	TEMPERATURA	=	16,1	°C
31-08-2020	DBO5	=	7,5	mg/l
03-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-09-2020	PH	=	6,69	unidades de pH

03-09-2020	TEMPERATURA	=	20,4	°C
10-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-09-2020	DBO5	=	7,9	mg/l
10-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
10-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,48	mg/l
10-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
10-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
10-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-09-2020	PH	=	6,7	unidades de pH
10-09-2020	TEMPERATURA	=	16,9	°C
14-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
14-09-2020	PH	=	6,86	unidades de pH
14-09-2020	TEMPERATURA	=	15,5	°C
23-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-09-2020	DBO5	=	8,37	mg/l
23-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
23-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	3	mg/l
23-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
23-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
23-09-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
23-09-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
29-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
29-09-2020	PH	=	6,96	unidades de pH
29-09-2020	TEMPERATURA	=	15,7	°C
07-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-10-2020	DBO5	=	8,3	mg/l
07-10-2020	FOSFORO	=	1,22	mg/l

07-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	3,36	mg/l
07-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
07-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
07-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-10-2020	PH	=	7,21	unidades de pH
07-10-2020	TEMPERATURA	=	19,7	°C
14-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-10-2020	DBO5	=	6,85	mg/l
14-10-2020	FOSFORO	=	0,78	mg/l
14-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,37	mg/l
14-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
14-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
14-10-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
14-10-2020	TRICLOROMETANO	=	0,01	mg/l
14-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
14-10-2020	PH	=	7,04	unidades de pH
14-10-2020	TEMPERATURA	=	19,5	°C
22-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
22-10-2020	PH	=	6,95	unidades de pH
22-10-2020	TEMPERATURA	=	21,1	°C
27-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
27-10-2020	PH	=	6,94	unidades de pH
27-10-2020	TEMPERATURA	=	17,3	°C
05-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
05-11-2020	PH	=	7,06	unidades de pH
05-11-2020	TEMPERATURA	=	19,3	°C
11-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

11-11-2020	DBO5	=	7,7	mg/l
11-11-2020	FOSFORO	=	2,53	mg/l
11-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	5,39	mg/l
11-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
11-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
11-11-2020	TEMPERATURA	=	15,6	°C
11-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-11-2020	PH	=	7,26	unidades de pH
11-11-2020	TEMPERATURA	=	19,4	°C
16-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
16-11-2020	PH	=	6,98	unidades de pH
16-11-2020	TEMPERATURA	=	22,3	°C
24-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-11-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
24-11-2020	TEMPERATURA	=	20,6	°C
26-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-11-2020	DBO5	=	7,15	mg/l
26-11-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
26-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	1,74	mg/l
26-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
26-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
26-11-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
26-11-2020	TRICLOROMETANO	<	0,005	mg/l
03-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-12-2020	DBO5	=	7,27	mg/l
03-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
03-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20,4	mg/l

03-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
03-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
07-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-12-2020	PH	=	6,93	unidades de pH
07-12-2020	TEMPERATURA	=	20	°C
16-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
16-12-2020	PH	=	7	unidades de pH
16-12-2020	TEMPERATURA	=	23,2	°C
22-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-12-2020	DBO5	=	6,4	mg/l
22-12-2020	FOSFORO	=	0,56	mg/l
22-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	<	0,2	mg/l
22-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
22-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
22-12-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
22-12-2020	TRICLOROMETANO	<	0,005	mg/l
23-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
23-12-2020	PH	=	6,92	unidades de pH
23-12-2020	TEMPERATURA	=	21,8	°C
28-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
28-12-2020	PH	=	6,72	unidades de pH
28-12-2020	TEMPERATURA	=	23,5	°C

Tabla A.6: Calidad efluente PTAS Coltauco. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
06-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
06-01-2020	DBO5	=	6	mg/l
06-01-2020	FOSFORO	=	2	mg/l
06-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6	mg/l
06-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
06-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
06-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
06-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
06-01-2020	TEMPERATURA	=	20	°C
15-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-01-2020	DBO5	=	11	mg/l
15-01-2020	FOSFORO	=	2	mg/l
15-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	5	mg/l
15-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
15-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	5	mg/l
15-01-2020	TETRACLOROETENO	<	0	mg/l
15-01-2020	TRICLOROMETANO	<	0	mg/l
15-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
15-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
15-01-2020	TEMPERATURA	=	22	°C
24-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
24-01-2020	TEMPERATURA	=	22	°C
27-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
27-01-2020	PH	=	7	unidades de pH

27-01-2020	TEMPERATURA	=	23	°C
03-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-02-2020	DBO5	=	7,47	mg/l
03-02-2020	FOSFORO	=	1,84	mg/l
03-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,18	mg/l
03-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
03-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
03-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-02-2020	PH	=	7,23	unidades de pH
03-02-2020	TEMPERATURA	=	23,1	°C
10-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-02-2020	DBO5	=	10,5	mg/l
10-02-2020	FOSFORO	=	1,19	mg/l
10-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12,7	mg/l
10-02-2020	PH	=	7,23	unidades de pH
10-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
10-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
10-02-2020	TEMPERATURA	=	21,9	°C
10-02-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
10-02-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
19-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
19-02-2020	PH	=	7,63	unidades de pH
19-02-2020	TEMPERATURA	=	17,4	°C
26-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
26-02-2020	PH	=	7,11	unidades de pH
26-02-2020	TEMPERATURA	=	21,2	°C

02-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-03-2020	DBO5	=	5,35	mg/l
02-03-2020	FOSFORO	=	1,81	mg/l
02-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	11,04	mg/l
02-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
02-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
02-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
02-03-2020	PH	=	7,11	unidades de pH
02-03-2020	TEMPERATURA	=	21,4	°C
11-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-03-2020	DBO5	=	5,7	mg/l
11-03-2020	FOSFORO	=	3,28	mg/l
11-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	7,52	mg/l
11-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
11-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	5,5	mg/l
11-03-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
11-03-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
11-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-03-2020	PH	=	7,11	unidades de pH
11-03-2020	TEMPERATURA	=	21,8	°C
20-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-03-2020	PH	=	7,17	unidades de pH
20-03-2020	TEMPERATURA	=	20,7	°C
23-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
23-03-2020	PH	=	7,22	unidades de pH
23-03-2020	TEMPERATURA	=	19	°C
01-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

01-04-2020	DBO5	=	7,1	mg/l
01-04-2020	FOSFORO	=	2,15	mg/l
01-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,1	mg/l
01-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
01-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	7,2	mg/l
01-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	70	NMP/100 ml
01-04-2020	PH	=	6,95	unidades de pH
01-04-2020	TEMPERATURA	=	19,3	°C
09-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-04-2020	PH	=	7,09	unidades de pH
09-04-2020	TEMPERATURA	=	19,4	°C
13-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-04-2020	DBO5	=	15	mg/l
13-04-2020	FOSFORO	=	0,85	mg/l
13-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,7	mg/l
13-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
13-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
13-04-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
13-04-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
13-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	4	NMP/100 ml
13-04-2020	PH	=	7,23	unidades de pH
13-04-2020	TEMPERATURA	=	20,5	°C
22-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
22-04-2020	PH	=	7,15	unidades de pH
22-04-2020	TEMPERATURA	=	20,5	°C
04-05-2020	COLIFORMES FECALES	=	110	NMP/100 ml
04-05-2020	PH	=	7,1	unidades de pH

04-05-2020	TEMPERATURA	=	17,9	°C
12-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
12-05-2020	DBO5	=	11,03	mg/l
12-05-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
12-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	7,48	mg/l
12-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
12-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
12-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
12-05-2020	PH	=	6,98	unidades de pH
12-05-2020	TEMPERATURA	=	16,3	°C
18-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
18-05-2020	DBO5	=	6,83	mg/l
18-05-2020	FOSFORO	=	1,03	mg/l
18-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19,8	mg/l
18-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
18-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
18-05-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
18-05-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
18-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
18-05-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
18-05-2020	TEMPERATURA	=	17	°C
25-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
25-05-2020	PH	=	7,2	unidades de pH
25-05-2020	TEMPERATURA	=	17,4	°C
01-06-2020	COLIFORMES FECALES	=	500	NMP/100 ml
01-06-2020	PH	=	7,11	unidades de pH
01-06-2020	TEMPERATURA	=	17,8	°C

10-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-06-2020	DBO5	=	6,15	mg/l
10-06-2020	FOSFORO	=	0,73	mg/l
10-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,46	mg/l
10-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
10-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
10-06-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
10-06-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
10-06-2020	COLIFORMES FECALES	=	13	NMP/100 ml
10-06-2020	PH	=	6,93	unidades de pH
10-06-2020	TEMPERATURA	=	14	°C
18-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
18-06-2020	DBO5	=	6,55	mg/l
18-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
18-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,4	mg/l
18-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
18-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
18-06-2020	COLIFORMES FECALES	=	80	NMP/100 ml
18-06-2020	PH	=	6,7	unidades de pH
18-06-2020	TEMPERATURA	=	15	°C
23-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
23-06-2020	PH	=	7	unidades de pH
23-06-2020	TEMPERATURA	=	15,1	°C
01-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-07-2020	DBO5	=	6,8	mg/l
01-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
01-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	0,45	mg/l

01-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
01-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	5,7	mg/l
06-07-2020	COLIFORMES FECALES	=	13	NMP/100 ml
06-07-2020	PH	=	6,96	unidades de pH
06-07-2020	TEMPERATURA	=	15	°C
15-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
15-07-2020	PH	=	6,98	unidades de pH
15-07-2020	TEMPERATURA	=	13,7	°C
20-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-07-2020	DBO5	=	7,3	mg/l
20-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
20-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,55	mg/l
20-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
20-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
20-07-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
20-07-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
20-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-07-2020	PH	=	6,91	unidades de pH
20-07-2020	TEMPERATURA	=	14,7	°C
29-07-2020	COLIFORMES FECALES	=	110	NMP/100 ml
29-07-2020	PH	=	7,06	unidades de pH
29-07-2020	TEMPERATURA	=	16,4	°C
03-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-08-2020	PH	=	6,94	unidades de pH
03-08-2020	TEMPERATURA	=	16,2	°C
10-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-08-2020	PH	=	7,17	unidades de pH

10-08-2020	TEMPERATURA	=	15,9	°C
11-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-08-2020	DBO5	=	5,35	mg/l
11-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
11-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	1,69	mg/l
11-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
11-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
17-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
17-08-2020	PH	=	7,02	unidades de pH
17-08-2020	TEMPERATURA	=	15	°C
24-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
24-08-2020	DBO5	=	7,85	mg/l
24-08-2020	FOSFORO	=	0,77	mg/l
24-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,4	mg/l
24-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
24-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
24-08-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
24-08-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
24-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-08-2020	PH	=	7,04	unidades de pH
24-08-2020	TEMPERATURA	=	16,5	°C
01-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
01-09-2020	PH	=	6,83	unidades de pH
01-09-2020	TEMPERATURA	=	16	°C
09-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
09-09-2020	DBO5	=	6,05	mg/l
09-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l

09-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	5,96	mg/l
09-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
09-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	10,5	mg/l
09-09-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
09-09-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
09-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-09-2020	PH	=	6,93	unidades de pH
09-09-2020	TEMPERATURA	=	15,2	°C
16-09-2020	COLIFORMES FECALES	=	14	NMP/100 ml
16-09-2020	PH	=	7,31	unidades de pH
16-09-2020	TEMPERATURA	=	15,4	°C
21-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
21-09-2020	DBO5	=	9,8	mg/l
21-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
21-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,54	mg/l
21-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
21-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	6,4	mg/l
28-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
28-09-2020	PH	=	6,91	unidades de pH
28-09-2020	TEMPERATURA	=	15,6	°C
05-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
05-10-2020	PH	=	7,07	unidades de pH
05-10-2020	TEMPERATURA	=	15,5	°C
16-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
16-10-2020	PH	=	6,81	unidades de pH
16-10-2020	TEMPERATURA	=	17,7	°C
20-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

20-10-2020	DBO5	=	6,75	mg/l
20-10-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
20-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,03	mg/l
20-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
20-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	7,1	mg/l
20-10-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
20-10-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
20-10-2020	COLIFORMES FECALES	=	23	NMP/100 ml
20-10-2020	PH	=	7,05	unidades de pH
20-10-2020	TEMPERATURA	=	18,5	°C
26-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-10-2020	DBO5	=	6,25	mg/l
26-10-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
26-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,55	mg/l
26-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
26-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	6,7	mg/l
26-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
26-10-2020	PH	=	6,76	unidades de pH
26-10-2020	TEMPERATURA	=	19,8	°C
03-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-11-2020	DBO5	=	12,43	mg/l
03-11-2020	FOSFORO	=	0,72	mg/l
03-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	3,1	mg/l
03-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
03-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	6,6	mg/l
03-11-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
03-11-2020	TRICLOROMETANO	=	0,006	mg/l

03-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-11-2020	PH	=	6,92	unidades de pH
03-11-2020	TEMPERATURA	=	20,4	°C
09-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-11-2020	PH	=	6,91	unidades de pH
09-11-2020	TEMPERATURA	=	21,1	°C
16-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
16-11-2020	DBO5	=	10,2	mg/l
16-11-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
16-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,67	mg/l
16-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
16-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
16-11-2020	TEMPERATURA	=	15,3	°C
16-11-2020	COLIFORMES FECALES	=	13	NMP/100 ml
16-11-2020	PH	=	7,01	unidades de pH
16-11-2020	TEMPERATURA	=	19,5	°C
23-11-2020	COLIFORMES FECALES	=	800	NMP/100 ml
23-11-2020	PH	=	6,89	unidades de pH
23-11-2020	TEMPERATURA	=	20,7	°C
01-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
01-12-2020	DBO5	=	8,93	mg/l
01-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
01-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,81	mg/l
01-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
01-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
01-12-2020	COLIFORMES FECALES	=	7	NMP/100 ml
01-12-2020	PH	=	6,88	unidades de pH

01-12-2020	TEMPERATURA	=	20,3	°C
09-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-12-2020	PH	=	6,92	unidades de pH
09-12-2020	TEMPERATURA	=	19,9	°C
14-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-12-2020	DBO5	=	14,17	mg/l
14-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
14-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12,5	mg/l
14-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
14-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	22,6	mg/l
14-12-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
14-12-2020	TRICLOROMETANO	<	0,005	mg/l
22-12-2020	COLIFORMES FECALES	=	23	NMP/100 ml
22-12-2020	PH	=	7,01	unidades de pH
22-12-2020	TEMPERATURA	=	18,1	°C
29-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
29-12-2020	PH	=	7,2	unidades de pH
29-12-2020	TEMPERATURA	=	20	°C

Tabla A.7: Calidad effluente PTAS Doñihue. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
07-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-01-2020	DBO5	=	22	mg/l
07-01-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	9	mg/l
07-01-2020	FOSFORO	=	3	mg/l
07-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	0	mg/l
07-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
07-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	29	mg/l
07-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	<	5	mg/l
07-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
07-01-2020	TEMPERATURA	=	23	°C
16-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
16-01-2020	DBO5	=	18	mg/l
16-01-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	15	mg/l
16-01-2020	FOSFORO	=	4	mg/l
16-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	16	mg/l
16-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
16-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	16	mg/l
16-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	15	mg/l
16-01-2020	TETRACLOROETENO	<	0	mg/l
16-01-2020	TRICLOROMETANO	<	0	mg/l
16-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
16-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
16-01-2020	TEMPERATURA	=	24	°C
21-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml

21-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
21-01-2020	TEMPERATURA	=	26	°C
30-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
30-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
30-01-2020	TEMPERATURA	=	24	°C
04-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-02-2020	DBO5	=	31,57	mg/l
04-02-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	29,53	mg/l
04-02-2020	FOSFORO	=	3,03	mg/l
04-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	24,6	mg/l
04-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
04-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	13	mg/l
04-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	13	mg/l
04-02-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
04-02-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
04-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
04-02-2020	PH	=	7,31	unidades de pH
04-02-2020	TEMPERATURA	=	18,4	°C
12-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
12-02-2020	DBO5	=	23,87	mg/l
12-02-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	22,41	mg/l
12-02-2020	FOSFORO	=	3,84	mg/l
12-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	15,4	mg/l
12-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
12-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	14	mg/l
12-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	14	mg/l
12-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml

12-02-2020	PH	=	7,63	unidades de pH
12-02-2020	TEMPERATURA	=	16,4	°C
20-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-02-2020	PH	=	7,47	unidades de pH
20-02-2020	TEMPERATURA	=	18,6	°C
27-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
27-02-2020	PH	=	7,13	unidades de pH
27-02-2020	TEMPERATURA	=	21,7	°C
04-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-03-2020	DBO5	=	34,13	mg/l
04-03-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	32,4	mg/l
04-03-2020	FOSFORO	=	3,47	mg/l
04-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13,8	mg/l
04-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
04-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	11,4	mg/l
04-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	11,4	mg/l
04-03-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
04-03-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
04-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
04-03-2020	PH	=	7,15	unidades de pH
04-03-2020	TEMPERATURA	=	22	°C
12-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
12-03-2020	DBO5	=	31,1	mg/l
12-03-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	28,65	mg/l
12-03-2020	FOSFORO	=	4,22	mg/l
12-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,1	mg/l
12-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm

12-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	15,6	mg/l
12-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	15,6	mg/l
12-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
12-03-2020	PH	=	7,22	unidades de pH
12-03-2020	TEMPERATURA	=	22,5	°C
20-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-03-2020	PH	=	7,33	unidades de pH
20-03-2020	TEMPERATURA	=	20,1	°C
24-03-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-03-2020	PH	=	7,31	unidades de pH
24-03-2020	TEMPERATURA	=	19,7	°C
02-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-04-2020	DBO5	=	20,9	mg/l
02-04-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	19,26	mg/l
02-04-2020	FOSFORO	=	2,16	mg/l
02-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,38	mg/l
02-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
02-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	21,6	mg/l
02-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	16,7	mg/l
02-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	2	NMP/100 ml
02-04-2020	PH	=	6,85	unidades de pH
02-04-2020	TEMPERATURA	=	17,2	°C
14-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-04-2020	DBO5	=	5,9	mg/l
14-04-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	4,69	mg/l
14-04-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
14-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	4,18	mg/l

14-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
14-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	6,8	mg/l
14-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	<	5	mg/l
14-04-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
14-04-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
14-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	11	NMP/100 ml
14-04-2020	PH	=	7,17	unidades de pH
14-04-2020	TEMPERATURA	=	20,3	°C
23-04-2020	COLIFORMES FECALES	=	9000	NMP/100 ml
23-04-2020	PH	=	7,24	unidades de pH
23-04-2020	TEMPERATURA	=	18,4	°C
28-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
28-04-2020	PH	=	7,2	unidades de pH
28-04-2020	TEMPERATURA	=	20,2	°C
29-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
29-04-2020	PH	=	7,2	unidades de pH
29-04-2020	TEMPERATURA	=	19,8	°C
05-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-05-2020	DBO5	=	34,8	mg/l
05-05-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	34,24	mg/l
05-05-2020	FOSFORO	=	1,39	mg/l
05-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18	mg/l
05-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
05-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	42,7	mg/l
05-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	40,4	mg/l
05-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
05-05-2020	PH	=	7,06	unidades de pH

05-05-2020	TEMPERATURA	=	17	°C
11-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-05-2020	PH	=	7,15	unidades de pH
11-05-2020	TEMPERATURA	=	16,3	°C
19-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-05-2020	DBO5	=	34,07	mg/l
19-05-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	33,61	mg/l
19-05-2020	FOSFORO	=	0,73	mg/l
19-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12,9	mg/l
19-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
19-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	33,8	mg/l
19-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	31,8	mg/l
19-05-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
19-05-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
19-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
19-05-2020	PH	=	7,24	unidades de pH
19-05-2020	TEMPERATURA	=	15,6	°C
29-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
29-05-2020	PH	=	7,16	unidades de pH
29-05-2020	TEMPERATURA	=	16,7	°C
03-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
03-06-2020	DBO5	=	19,13	mg/l
03-06-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	18,72	mg/l
03-06-2020	FOSFORO	=	0,52	mg/l
03-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	7,98	mg/l
03-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
03-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	15,3	mg/l

03-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	13,4	mg/l
03-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-06-2020	PH	=	7,07	unidades de pH
03-06-2020	TEMPERATURA	=	14,2	°C
11-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
11-06-2020	DBO5	=	35,5	mg/l
11-06-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	34,29	mg/l
11-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
11-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	17,7	mg/l
11-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
11-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	22,5	mg/l
11-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	18,7	mg/l
11-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-06-2020	PH	=	7,21	unidades de pH
11-06-2020	TEMPERATURA	=	10,9	°C
12-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
12-06-2020	PH	=	7,11	unidades de pH
12-06-2020	TEMPERATURA	=	10,7	°C
17-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
17-06-2020	PH	=	7,08	unidades de pH
17-06-2020	TEMPERATURA	=	10,3	°C
22-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-06-2020	DBO5	=	23,67	mg/l
22-06-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	23,24	mg/l
22-06-2020	FOSFORO	=	1,05	mg/l
22-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	9,39	mg/l
22-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm

22-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	16,7	mg/l
22-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	14,7	mg/l
22-06-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
22-06-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
22-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
22-06-2020	PH	=	7,19	unidades de pH
22-06-2020	TEMPERATURA	=	13,3	°C
03-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-07-2020	PH	=	7	unidades de pH
03-07-2020	TEMPERATURA	=	13,3	°C
07-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-07-2020	DBO5	=	23	mg/l
07-07-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	22,56	mg/l
07-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
07-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12,6	mg/l
07-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
07-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	20,8	mg/l
07-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	18,7	mg/l
13-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
13-07-2020	PH	=	6,79	unidades de pH
13-07-2020	TEMPERATURA	=	12,1	°C
24-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-07-2020	PH	=	7	unidades de pH
24-07-2020	TEMPERATURA	=	9,5	°C
27-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-07-2020	DBO5	=	34,43	mg/l
27-07-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	33,23	mg/l

27-07-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
27-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	13,7	mg/l
27-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
27-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	25,5	mg/l
27-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	21,7	mg/l
27-07-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
27-07-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
27-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
27-07-2020	PH	=	6,84	unidades de pH
27-07-2020	TEMPERATURA	=	12,1	°C
05-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
05-08-2020	DBO5	=	28	mg/l
05-08-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	27,29	mg/l
05-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
05-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	10,4	mg/l
05-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
05-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	23,2	mg/l
05-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	20,5	mg/l
05-08-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
05-08-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
05-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
05-08-2020	PH	=	7,13	unidades de pH
05-08-2020	TEMPERATURA	=	13,1	°C
11-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-08-2020	PH	=	7,15	unidades de pH
11-08-2020	TEMPERATURA	=	11,7	°C
17-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l

17-08-2020	DBO5	=	48,5	mg/l
17-08-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	47,93	mg/l
17-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
17-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19,3	mg/l
17-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
17-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	54,8	mg/l
17-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	52,5	mg/l
17-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
17-08-2020	PH	=	7,1	unidades de pH
17-08-2020	TEMPERATURA	=	10,6	°C
24-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-08-2020	PH	=	7,01	unidades de pH
24-08-2020	TEMPERATURA	=	13,6	°C
01-09-2020	DBO5	=	25,43	mg/l
01-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	25,43	mg/l
01-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	37,4	mg/l
02-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-09-2020	DBO5	=	43,23	mg/l
02-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	43,23	mg/l
02-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
02-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,64	mg/l
02-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
02-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	32,7	mg/l
02-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	32,2	mg/l
02-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
02-09-2020	PH	=	7,26	unidades de pH
02-09-2020	TEMPERATURA	=	18,5	°C

08-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
08-09-2020	PH	=	7,02	unidades de pH
08-09-2020	TEMPERATURA	=	14,4	°C
14-09-2020	DBO5	=	70,23	mg/l
14-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	70,23	mg/l
14-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	55,1	mg/l
14-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
14-09-2020	PH	=	7,26	unidades de pH
14-09-2020	TEMPERATURA	=	13,8	°C
22-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-09-2020	DBO5	=	70	mg/l
22-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	70	mg/l
22-09-2020	FOSFORO	=	0,55	mg/l
22-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	24,2	mg/l
22-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
22-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	97,2	mg/l
22-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	96,3	mg/l
22-09-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
22-09-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
24-09-2020	DBO5	=	77,37	mg/l
24-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	77,37	mg/l
24-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	79,2	mg/l
28-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
28-09-2020	PH	=	6,99	unidades de pH
28-09-2020	TEMPERATURA	=	16,1	°C
01-10-2020	DBO5	=	90,17	mg/l
01-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	90,17	mg/l

01-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	218	mg/l
06-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
06-10-2020	PH	=	7,1	unidades de pH
06-10-2020	TEMPERATURA	=	16,2	°C
13-10-2020	DBO5	=	22,93	mg/l
13-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	22,93	mg/l
13-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	30,1	mg/l
13-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
13-10-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
13-10-2020	TEMPERATURA	=	20,1	°C
19-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-10-2020	DBO5	=	22,8	mg/l
19-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	22,8	mg/l
19-10-2020	FOSFORO	=	2,16	mg/l
19-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	5,91	mg/l
19-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
19-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	37,8	mg/l
19-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	36,6	mg/l
21-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
21-10-2020	PH	=	6,97	unidades de pH
21-10-2020	TEMPERATURA	=	21,2	°C
27-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-10-2020	DBO5	=	18,6	mg/l
27-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	18,6	mg/l
27-10-2020	FOSFORO	=	0,82	mg/l
27-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	28,3	mg/l
27-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm

27-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	14,9	mg/l
27-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	13,7	mg/l
27-10-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
27-10-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
29-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
29-10-2020	PH	=	7,16	unidades de pH
29-10-2020	TEMPERATURA	=	17,4	°C
04-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
04-11-2020	DBO5	=	10,53	mg/l
04-11-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	10,53	mg/l
04-11-2020	FOSFORO	=	0,64	mg/l
04-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	30,1	mg/l
04-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
04-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	10,6	mg/l
04-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	9,4	mg/l
04-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
04-11-2020	PH	=	7,25	unidades de pH
04-11-2020	TEMPERATURA	=	21,3	°C
09-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-11-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
09-11-2020	TEMPERATURA	=	20,9	°C
17-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
17-11-2020	DBO5	=	7,87	mg/l
17-11-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	7,87	mg/l
17-11-2020	FOSFORO	=	0,52	mg/l
17-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,6	mg/l
17-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm

17-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	13,6	mg/l
17-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	13,1	mg/l
17-11-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
17-11-2020	TRICLOROMETANO	=	0,008	mg/l
17-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
17-11-2020	PH	=	7,04	unidades de pH
17-11-2020	TEMPERATURA	=	20,1	°C
23-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
23-11-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
23-11-2020	TEMPERATURA	=	17,4	°C
02-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
02-12-2020	DBO5	=	14,37	mg/l
02-12-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	14,37	mg/l
02-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
02-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,6	mg/l
02-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
02-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	13,7	mg/l
02-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	12,9	mg/l
07-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-12-2020	PH	=	7,12	unidades de pH
07-12-2020	TEMPERATURA	=	24	°C
15-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
15-12-2020	DBO5	=	31,73	mg/l
15-12-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	31,73	mg/l
15-12-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
15-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	29,8	mg/l
15-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm

15-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	17,8	mg/l
15-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	16	mg/l
15-12-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
15-12-2020	TRICLOROMETANO	<	0,005	mg/l
15-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
15-12-2020	PH	=	6,98	unidades de pH
15-12-2020	TEMPERATURA	=	25,1	°C
21-12-2020	COLIFORMES FECALES	=	2	NMP/100 ml
21-12-2020	PH	=	7,26	unidades de pH
21-12-2020	TEMPERATURA	=	25,3	°C
30-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
30-12-2020	PH	=	7,01	unidades de pH
30-12-2020	TEMPERATURA	=	21,3	°C

Tabla A.8: Calidad efluente PTAS Olivar Alto. Fuente: SISS, 2021

Fecha Control	Parámetro	Signo	Valor Informado	Unidad Medida
03-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
03-01-2020	TEMPERATURA	=	26	°C
16-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
16-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
16-01-2020	TEMPERATURA	=	25	°C
23-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-01-2020	DBO5	=	17	mg/l
23-01-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	15	mg/l
23-01-2020	FOSFORO	=	2	mg/l
23-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	15	mg/l
23-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
23-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	8	mg/l
23-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	8	mg/l
23-01-2020	TETRACLOROETENO	<	0	mg/l
23-01-2020	TRICLOROMETANO	<	0	mg/l
23-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
23-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
23-01-2020	TEMPERATURA	=	25	°C
30-01-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
30-01-2020	PH	=	7	unidades de pH
30-01-2020	TEMPERATURA	=	24	°C
31-01-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
31-01-2020	DBO5	=	12	mg/l
31-01-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	10	mg/l

31-01-2020	FOSFORO	=	2	mg/l
31-01-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21	mg/l
31-01-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
31-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<	5	mg/l
31-01-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	<	5	mg/l
07-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-02-2020	PH	=	6,58	unidades de pH
07-02-2020	TEMPERATURA	=	21,8	°C
11-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
11-02-2020	PH	=	6,6	unidades de pH
11-02-2020	TEMPERATURA	=	22,5	°C
19-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
19-02-2020	DBO5	=	11,17	mg/l
19-02-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	7,06	mg/l
19-02-2020	FOSFORO	=	4,39	mg/l
19-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	20	mg/l
19-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
19-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	9,3	mg/l
19-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	<	5	mg/l
19-02-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
19-02-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
19-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
19-02-2020	PH	=	6,81	unidades de pH
19-02-2020	TEMPERATURA	=	20,9	°C
26-02-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-02-2020	DBO5	=	25,77	mg/l
26-02-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	17,73	mg/l

26-02-2020	FOSFORO	=	5,48	mg/l
26-02-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,2	mg/l
26-02-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
26-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	11,1	mg/l
26-02-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	<	5	mg/l
26-02-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
26-02-2020	PH	=	6,6	unidades de pH
26-02-2020	TEMPERATURA	=	19,3	°C
05-03-2020	FOSFORO	=	3,71	mg/l
06-03-2020	COLIFORMES FECALES	=	800	NMP/100 ml
06-03-2020	PH	=	6,99	unidades de pH
06-03-2020	TEMPERATURA	=	18,3	°C
10-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-03-2020	DBO5	=	6,5	mg/l
10-03-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	5,29	mg/l
10-03-2020	FOSFORO	=	4,49	mg/l
10-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,38	mg/l
10-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
10-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	6,7	mg/l
10-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	6,7	mg/l
10-03-2020	COLIFORMES FECALES	=	2	NMP/100 ml
10-03-2020	PH	=	7,05	unidades de pH
10-03-2020	TEMPERATURA	=	22,1	°C
13-03-2020	COLIFORMES FECALES	=	13	NMP/100 ml
13-03-2020	PH	=	7	unidades de pH
13-03-2020	TEMPERATURA	=	22,6	°C
20-03-2020	COLIFORMES FECALES	=	2	NMP/100 ml

20-03-2020	PH	=	6,77	unidades de pH
20-03-2020	TEMPERATURA	=	21,1	°C
25-03-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-03-2020	DBO5	=	20,4	mg/l
25-03-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	17,94	mg/l
25-03-2020	FOSFORO	=	3,49	mg/l
25-03-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	18,1	mg/l
25-03-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
25-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	14,2	mg/l
25-03-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	11,3	mg/l
25-03-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
25-03-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
03-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
03-04-2020	PH	=	6,85	unidades de pH
03-04-2020	TEMPERATURA	=	19,8	°C
07-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-04-2020	DBO5	=	21,27	mg/l
07-04-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	21,27	mg/l
07-04-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
07-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	10,9	mg/l
07-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
07-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	9,8	mg/l
07-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	9,8	mg/l
07-04-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
07-04-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
07-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-04-2020	PH	=	6,69	unidades de pH

07-04-2020	TEMPERATURA	=	20,3	°C
13-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
13-04-2020	PH	=	6,48	unidades de pH
13-04-2020	TEMPERATURA	=	17,4	°C
22-04-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
22-04-2020	DBO5	=	28,5	mg/l
22-04-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	28,5	mg/l
22-04-2020	FOSFORO	=	0,61	mg/l
22-04-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	12,5	mg/l
22-04-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
22-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	16	mg/l
22-04-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	15,7	mg/l
22-04-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
22-04-2020	PH	=	6,92	unidades de pH
22-04-2020	TEMPERATURA	=	19,5	°C
07-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
07-05-2020	PH	=	6,67	unidades de pH
07-05-2020	TEMPERATURA	=	16,6	°C
13-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
13-05-2020	DBO5	=	25,57	mg/l
13-05-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	25,57	mg/l
13-05-2020	FOSFORO	=	1,3	mg/l
13-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,62	mg/l
13-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
13-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	13,7	mg/l
13-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	13,7	mg/l
13-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml

13-05-2020	PH	=	6,43	unidades de pH
13-05-2020	TEMPERATURA	=	13,9	°C
18-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
18-05-2020	PH	=	6,39	unidades de pH
18-05-2020	TEMPERATURA	=	15,1	°C
23-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
23-05-2020	PH	=	6,87	unidades de pH
23-05-2020	TEMPERATURA	=	11,9	°C
24-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
24-05-2020	PH	=	6,63	unidades de pH
24-05-2020	TEMPERATURA	=	14,7	°C
25-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
25-05-2020	PH	=	6,72	unidades de pH
25-05-2020	TEMPERATURA	=	14,1	°C
27-05-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-05-2020	DBO5	=	17,73	mg/l
27-05-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	17,73	mg/l
27-05-2020	FOSFORO	=	1,08	mg/l
27-05-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	7,49	mg/l
27-05-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
27-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	15,5	mg/l
27-05-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	15,5	mg/l
27-05-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
27-05-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
27-05-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
27-05-2020	PH	=	6,85	unidades de pH
27-05-2020	TEMPERATURA	=	14,2	°C

01-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
01-06-2020	PH	=	6,47	unidades de pH
01-06-2020	TEMPERATURA	=	14,3	°C
09-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
09-06-2020	DBO5	=	7,23	mg/l
09-06-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	7,23	mg/l
09-06-2020	FOSFORO	=	1,31	mg/l
09-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	2,51	mg/l
09-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
09-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	11	mg/l
09-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	11	mg/l
09-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
09-06-2020	PH	=	6,59	unidades de pH
09-06-2020	TEMPERATURA	=	12,4	°C
17-06-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
17-06-2020	DBO5	=	20	mg/l
17-06-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	20	mg/l
17-06-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
17-06-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	8,63	mg/l
17-06-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
17-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	13,4	mg/l
17-06-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	13,4	mg/l
17-06-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
17-06-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
17-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
17-06-2020	PH	=	6,76	unidades de pH
17-06-2020	TEMPERATURA	=	12,3	°C

17-06-2020	PH	=	8,16	unidades de pH
17-06-2020	TEMPERATURA	=	12,3	°C
22-06-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
22-06-2020	PH	=	7,15	unidades de pH
22-06-2020	TEMPERATURA	=	12,4	°C
01-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
01-07-2020	PH	=	6,82	unidades de pH
01-07-2020	TEMPERATURA	=	13,2	°C
07-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
07-07-2020	DBO5	=	21,4	mg/l
07-07-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	21,4	mg/l
07-07-2020	FOSFORO	=	2,81	mg/l
07-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	21,6	mg/l
07-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
07-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	18,1	mg/l
07-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	18,1	mg/l
14-07-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
14-07-2020	DBO5	=	23,13	mg/l
14-07-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	23,13	mg/l
14-07-2020	FOSFORO	=	1,61	mg/l
14-07-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,2	mg/l
14-07-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
14-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	24,9	mg/l
14-07-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	24,9	mg/l
14-07-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
14-07-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
14-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml

14-07-2020	PH	=	6,95	unidades de pH
14-07-2020	TEMPERATURA	=	13,2	°C
21-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
21-07-2020	PH	=	7,09	unidades de pH
21-07-2020	TEMPERATURA	=	12	°C
28-07-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
28-07-2020	PH	=	6,73	unidades de pH
28-07-2020	TEMPERATURA	=	12,2	°C
06-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
06-08-2020	PH	=	6,85	unidades de pH
06-08-2020	TEMPERATURA	=	12,8	°C
10-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-08-2020	PH	=	6,67	unidades de pH
10-08-2020	TEMPERATURA	=	13,7	°C
18-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
18-08-2020	DBO5	=	28,13	mg/l
18-08-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	28,13	mg/l
18-08-2020	FOSFORO	=	1,68	mg/l
18-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	1,89	mg/l
18-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
18-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	29,4	mg/l
18-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	29,4	mg/l
18-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
18-08-2020	PH	=	6,94	unidades de pH
18-08-2020	TEMPERATURA	=	12,6	°C
26-08-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
26-08-2020	DBO5	=	21,53	mg/l

26-08-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	21,53	mg/l
26-08-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
26-08-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	6,95	mg/l
26-08-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
26-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	18,7	mg/l
26-08-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	18,4	mg/l
26-08-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
26-08-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
26-08-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
26-08-2020	PH	=	6,91	unidades de pH
26-08-2020	TEMPERATURA	=	15,7	°C
01-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
01-09-2020	PH	=	6,99	unidades de pH
01-09-2020	TEMPERATURA	=	13,4	°C
08-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
08-09-2020	DBO5	=	21,9	mg/l
08-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	21,9	mg/l
08-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
08-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,6	mg/l
08-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
08-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	21,6	mg/l
08-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	21,6	mg/l
08-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
08-09-2020	PH	=	7,26	unidades de pH
08-09-2020	TEMPERATURA	=	19,4	°C
14-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
14-09-2020	PH	=	6,93	unidades de pH

14-09-2020	TEMPERATURA	=	17,5	°C
23-09-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
23-09-2020	DBO5	=	33,2	mg/l
23-09-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	33,2	mg/l
23-09-2020	FOSFORO	<	0,5	mg/l
23-09-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19,4	mg/l
23-09-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
23-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	23	mg/l
23-09-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	23	mg/l
23-09-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
23-09-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
28-09-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
28-09-2020	PH	=	7,02	unidades de pH
28-09-2020	TEMPERATURA	=	17,1	°C
28-09-2020	PH	=	7,27	unidades de pH
28-09-2020	TEMPERATURA	=	18	°C
08-10-2020	COLIFORMES FECALES	=	2	NMP/100 ml
08-10-2020	PH	=	7,28	unidades de pH
08-10-2020	TEMPERATURA	=	17,1	°C
13-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
13-10-2020	PH	=	7,3	unidades de pH
13-10-2020	TEMPERATURA	=	20	°C
20-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
20-10-2020	DBO5	=	46,5	mg/l
20-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	46,5	mg/l
20-10-2020	FOSFORO	=	3,59	mg/l
20-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	26	mg/l

20-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
20-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	11,3	mg/l
20-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	11,3	mg/l
20-10-2020	TETRACLOROETENO	<	0,01	mg/l
20-10-2020	TRICLOROMETANO	<	0,01	mg/l
20-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
20-10-2020	PH	=	7,3	unidades de pH
20-10-2020	TEMPERATURA	=	23,5	°C
27-10-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
27-10-2020	DBO5	=	20,57	mg/l
27-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	20,57	mg/l
27-10-2020	FOSFORO	=	1,62	mg/l
27-10-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22,6	mg/l
27-10-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
27-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	14,8	mg/l
27-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	14,8	mg/l
27-10-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
27-10-2020	PH	=	7,32	unidades de pH
27-10-2020	TEMPERATURA	=	17	°C
28-10-2020	DBO5	=	33,9	mg/l
28-10-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	33,9	mg/l
28-10-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	14	mg/l
02-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
02-11-2020	PH	=	7,25	unidades de pH
02-11-2020	TEMPERATURA	=	23,4	°C
10-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-11-2020	DBO5	=	33,57	mg/l

10-11-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	33,57	mg/l
10-11-2020	FOSFORO	=	2,78	mg/l
10-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	22,6	mg/l
10-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
10-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	8,3	mg/l
10-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	8,3	mg/l
10-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-11-2020	PH	=	7,32	unidades de pH
10-11-2020	TEMPERATURA	=	26,7	°C
19-11-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
19-11-2020	PH	=	7,29	unidades de pH
19-11-2020	TEMPERATURA	=	22,6	°C
25-11-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
25-11-2020	DBO5	=	12,53	mg/l
25-11-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	12,53	mg/l
25-11-2020	FOSFORO	=	2,57	mg/l
25-11-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	19,1	mg/l
25-11-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
25-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	16,2	mg/l
25-11-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	16,2	mg/l
25-11-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
25-11-2020	TRICLOROMETANO	<	0,005	mg/l
25-11-2020	COLIFORMES FECALES	=	23	NMP/100 ml
25-11-2020	PH	=	7,29	unidades de pH
25-11-2020	TEMPERATURA	=	23,9	°C
01-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
01-12-2020	PH	=	7,26	unidades de pH

01-12-2020	TEMPERATURA	=	27,5	°C
10-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
10-12-2020	DBO5	=	10,23	mg/l
10-12-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	10,23	mg/l
10-12-2020	FOSFORO	=	1	mg/l
10-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	14,6	mg/l
10-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
10-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	11,6	mg/l
10-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	11,6	mg/l
10-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
10-12-2020	PH	=	7,25	unidades de pH
10-12-2020	TEMPERATURA	=	25,4	°C
21-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
21-12-2020	PH	=	7,03	unidades de pH
21-12-2020	TEMPERATURA	=	24	°C
29-12-2020	ACEITES Y GRASAS	<	14	mg/l
29-12-2020	DBO5	=	29,03	mg/l
29-12-2020	DBO5 SIN ALGAS	=	29,03	mg/l
29-12-2020	FOSFORO	=	4,99	mg/l
29-12-2020	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	=	16,8	mg/l
29-12-2020	PODER ESPUMOGENO	<	2	mm
29-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	=	11,2	mg/l
29-12-2020	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SIN ALGAS	=	11,2	mg/l
29-12-2020	TETRACLOROETENO	<	0,005	mg/l
29-12-2020	TRICLOROMETANO	<	0,005	mg/l
29-12-2020	COLIFORMES FECALES	<	2	NMP/100 ml
29-12-2020	PH	=	7,44	unidades de pH

29-12-2020	TEMPERATURA	=	27,7	°C
------------	-------------	---	------	----

Anexo B

Pendientes mínimas para tuberías de diámetros nominales 175 mm a 500 mm

Tabla B.1: Pendientes mínimas para tuberías de diámetros nominales 175 mm a 500 mm. Fuente: NCh1105/2019

Pendientes ‰					
Diámetro nominal		Tramos no iniciales		Tramos iniciales	
DN/OD	DN/ID	Mínimas recomendables	Críticas	Mínimas recomendables	Críticas
180	175	5‰	3‰	10‰	7‰
200	200	5‰	3‰	10‰	6‰
250	250	4‰	3‰	-	-
315	300	3‰	2‰	-	-
355	350	3‰	2‰	-	-
400	400	3‰	2‰	-	-
500	500	3‰	2‰	-	-

El diámetro nominal interior corresponde a las tuberías de hormigón, metálicas, HDPE perfilado y estructurado.
El diámetro nominal exterior corresponde a las tuberías lisas de PVC y PE.

Anexo C

Presupuesto construcción HC-FHSS

Tabla C.1: Presupuesto construcción HC-FHSS, Fuente: Espinoza, 2017

	Unidad	Cantidad	Precio unitario [USD]	Costo [USD] 110 m ²	Costo [USD] 5570 m ²
Obra Gruesa					
Zanja para tuberías	hr/máq	1	26,0	26,0	1315,2
Movimiento de tierra	hr/máq	16	26,0	415,6	21043,7
Arena para Tubería	m ³	2,4	16,9	40,5	2051,8
Relleno (Bolones)	m ³			391,2	19807,8
Relleno (Gravilla)	m ³			912,7	46218,0
Geotextil	m ²	169,6	3,2	550,6	27882,9
Geomembrana	m ²	169,6	5,5	928,0	46988,2
Instalación Geomembrana	gl	1	623,4	623,4	31565,5
Estanques y Fitting					
Cámara de inspección	un			249,3	12624,2
Reducción	un			2,0	98,9
Válvulas	un			35,0	1773,6
Tubería PCV-S	mt			78,2	3959,5
Tee 1	un	1	1,3	1,3	64,3
Tapa 1	un	2	0,6	1,2	61,3
Tubería PVC-P	un			28,3	1431,5
Unión Estanque	un	5	3,9	19,3	977,2
Tee 2	un	5	1,6	7,8	396,2
Tapa 1	un	6	0,7	4,2	214,6
Vinilit 473 cc	un	1	7,7	7,7	389,0
Plantas					
Plantas Scirpus Spp	un			730,8	37003,5
Mano de obra					
Jornales	día	5	39,0	194,8	9864,2
Gastos generales	gl	1		292,3	14799,7
Total Neto				5540,1	280530,9
I,V,A, (19%)				1052,6	53300,9
Total presupuesto				6592,7	333831,8