

ESTUDIO PREFACTIBILIDAD PARA DEFINIR SOLUCIÓN AL DÉFICIT SANITARIO DE CURARREHUE

ETAPA 4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

SEPTIEMBRE 2022

Contenido

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO	2
3. ETAPAS DEL ESTUDIO	3
4. ANTECEDENTES	5
5. NORMATIVA QUE REGULA EL ESTUDIO	6
6. DESARROLLO ETAPA 4	7
6.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	7
6.2. DEFINICIÓN DE BASES DE CÁLCULO Y DISEÑO, PRE DIMENSIONAMIENTO.....	20
6.3. ANÁLISIS MULTICRITERIO.	23
6.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	43
6.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.	43
6.6. REUNIONES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA (PAC N°3).....	46
7. ANEXOS	55

Listado de Figuras

Figura 1: Solución colectiva Curarrehue-Catripulli.....	8
Figura 2: Solución separada Curarrehue.....	9
Figura 3: Solución separada Catripulli.....	9
Figura 4: Solución localizada Puala Bajo.	10
Figura 5: Solución Localizada Curarrehue Urbano.	11
Figura 6: Solución localizada Pichicurarrehue.....	11
Figura 7: Terrenos para emplazamiento de PTAS sector Curarrehue Urbano.....	13
Figura 8: Terreno para emplazamiento de PTAS sector Catripulli.	14
Figura 9: Terreno para emplazamiento de PTAS sector Pisciculturas.....	14
Figura 10: Sistema de tratamiento secundario STAM.....	15
Figura 11: Sistema de tratamiento secundario Lodos Activados.....	16
Figura 12: Sistema de tratamiento terciario SBR.	16
Figura 13: Sistema de tratamiento secundario Lombifiltro.	17
Figura 14: Sistema de tratamiento secundario Biodisco.....	17
Figura 15: Sistema de tratamiento secundario Humedales.	18
Figura 16: Tasa de crecimiento intersencial.....	20
Figura 17: Reunión Puala Bajo.....	24
Figura 18: Reunión Angostura.....	24
Figura 19: Reunión Complejo Educacional MFVS.	24

Figura 20: Reunión PichiCurarrehue.	24
Figura 21: Reunión aldea intercultural Trawupeyun.	24
Figura 22: Reunión Santiago Calfual.	24
Figura 23: Reunión Catripulli.	25
Figura 24: Resultados estimación tasa de pobreza por ingreso, resultados CASEN 2020 región de la Araucanía.	27
Figura 25: Aporte de fosforo total anual de cada una de las fuentes contaminantes al lago Villarrica.	29
Figura 26: Asistente reunión MMA.	30
Figura 27: Sistema de alcantarillado al vacío.	32
Figura 28: Inversión Alcantarilla con PTAS SBR, en millones de pesos.	36
Figura 29: Inversión alcantarillado con PTAS SBR, en UF por vivienda beneficiada.	36
Figura 30: Diagrama calculo valor social del proyecto.	37
Figura 31: Resultados de la evaluación social de alternativas.	38
Figura 32: Tarifa de alcantarillado, en pesos, de las diferentes alternativas.	40
Figura 33: Tarifa de alcantarillado, en pesos, para la alternativas de ubicación de PTAS en Catripulli.	40
Figura 34: Tarifa de alcantarillado, en pesos, de la opción 4 considerando tratamiento terciario y secundario.	41
Figura 35: Tarifa alcantarillado para distintos tipos de tecnología de PTAS.	41
Figura 36: Tarifa alcantarillado para sistema al vacío.	42
Figura 37: Tarifa Alcantarillado, en pesos, tratamiento secundario Catripulli y terciario Curarrehue.	44
Figura 38: Tarifa Alcantarillado, en pesos, tratamiento terciario-Catripulli y Curarrehue.	44
Figura 39: Reunión Aldea intercultural Trawupeyun, Curarrehue.	49
Figura 40: Reunión Sede APR, Catripulli.	49

Listado de Tablas

Tabla 1: Resumen de alternativas de solución.	18
Tabla 2: Descripción de sectores con soluciones particulares.	19
Tabla 3: Parámetros de diseño.	20
Tabla 4: Detalle de las PEAS diseñadas.	22
Tabla 5: Límite máximo de los principales contaminantes del DS. N°90.	28
Tabla 6: Comparación técnica - operacional de los tipos de sistema de alcantarillado.	31
Tabla 7: Comparación técnica - operacional de la ubicación de las plantas de tratamiento.	31
Tabla 8: Principales características del sistema de alcantarillado al vacío.	32
Tabla 9: Principales características de los sistemas de alcantarillado, por opción evaluada.	35
Tabla 11: Comparación técnica de las opciones de PTAS.	45
Tabla 12: Asistencia participaciones ciudadanas N°1, N°2 y N°3.	50
Tabla 13: Resumen opiniones reunión Curarrehue 28/07/2022.	51
Tabla 14: Resumen opiniones reunión Catripulli 30/06/2022.	52

Listado de Planos:

Código	Nombre	N° Lámina	Rev.	Fecha
P0552_E4_AS_ALT1_L01_02	Planta General Alternativa N°1	01-02	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L03_04	Planta General Alternativa N°2	03-04	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT3_L05_06	Planta General Alternativa N°3	05-06	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L07_08_09	Planta General Alternativa N°2	07-08-09	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L10_11	Planta General Alternativa N°2	10-11	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L12_13	Planta General Alternativa N°2	12-13	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L14_15	Planta General Alternativa N°2	14-15	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L16_17	Planta General Alternativa N°2	16-17	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L18_19_20	Planta General Alternativa N°2	18-19-20	B	10/06/2022
P0552_E4_AS_ALT2_L21_22	Planta General Alternativa N°2	21-22	B	10/06/2022

1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio se enmarca en el requerimiento de la Ilustre Municipalidad de Curarrehue para desarrollar un análisis de prefactibilidad técnica de un sistema de alcantarillado con planta de tratamiento para Curarrehue Urbano, Catripulli y el eje que une ambos centros poblados a través de la Ruta Internacional.

En la actualidad, existe un déficit sanitario en esta zona ya que, si bien gran parte de la población de Curarrehue urbano cuenta con alcantarillado, estas aguas no reciben tratamiento y son descargadas directamente sobre el río Trancura. Tanto Catripulli, como el resto de los sectores de la comuna, cuentan con soluciones particulares domiciliarias del tipo fosa séptica o pozo negro.

Dado que la descarga del sistema de alcantarillado se realiza directamente al río Trancura sin previo tratamiento, y que las soluciones de fosa séptica requieren limpieza periódica, sin que existan en la zona vertederos autorizados para la disposición de estos residuos, es que se ha definido por la Municipalidad el déficit sanitario en las unidades territoriales de Curarrehue y Catripulli como la totalidad de las viviendas existentes.

Por lo anterior es que el Municipio ha impulsado este estudio que permitirá definir la factibilidad técnica para ampliar y mejorar la cobertura de alcantarillado, considerando además la instalación de una (o más de una) planta de tratamiento de aguas servidas para Curarrehue, Catripulli y el eje que une ambos centros poblados, lo que permitirá que las personas accedan a servicios sanitarios y obras de urbanización para de mejorar su calidad de vida.

El producto final del presente estudio es la postulación a la etapa de diseño de una solución al déficit sanitario de Curarrehue y Catripulli, que sea factible desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, y que sea visada por SUBDERE Y MIDESO.

El presente documento corresponde a la **Etapa 4** del Estudio, denominada **Análisis de Alternativas**, en la cual se presentan y desarrollan las diferentes alternativas de solución, a nivel de prefactibilidad, para el alcantarillado del área de estudio y el tipo y ubicación de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). Estas soluciones son analizadas bajo distintos parámetros de evaluación, tales como parámetros sociales, ambientales, técnicos-operacionales y económicos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO

Elaborar un Estudio de Prefactibilidad que permita avanzar en reducir las condiciones de marginalidad sanitaria de la comuna de Curarrehue, por medio del mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado existente para Curarrehue, Catripulli y el corredor que une ambas localidades, además de la implementación del tratamiento de sus aguas servidas previo a su disposición final.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO

Realizar un catastro sanitario y proyectar la factibilidad técnica de todas las obras involucradas en la instalación del servicio del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS), con las correspondientes propuestas de redes, plantas elevadoras, impulsiones, tratamiento y disposición final de las aguas tratadas y obras afines.

En particular, este estudio tiene los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una recopilación, revisión y análisis de los antecedentes disponibles para establecer un diagnóstico de la situación actual y que sean necesarios para el adecuado desarrollo del estudio de prefactibilidad.
- Elaborar en base a lo anterior un catastro de la infraestructura sanitaria actual (recolección y disposición de aguas residuales).
- Evaluar el estado actual de las redes de alcantarillado.
- Confeccionar un catastro de terrenos disponibles para el emplazamiento de una(s) futura(s) planta(s) de tratamiento de aguas servidas.
- Confeccionar un catastro de sitios de significación histórica y/o cultural dentro del área de cobertura del proyecto.
- Evaluar las zonas vulnerables a riesgos naturales, para ser excluidas de la elección del terreno donde se emplazará la o las planta(s) de tratamiento.
- Identificar y analizar parámetros que definirán el tipo de solución para el tratamiento de las aguas servidas.
- Definir y proponer la mejor alternativa de solución para el sistema de alcantarillado, mediante la evaluación técnico-económica del proyecto, de acuerdo a la normativa vigente del MIDESO, y considerando la minimización de los costos de inversión, operación y mantención.
- Definir y proponer la mejor alternativa de solución para el sistema de tratamiento de las aguas servidas, mediante una evaluación técnico-económica del proyecto, de acuerdo a la normativa vigente del MIDESO, y considerando la minimización de los costos de inversión, operación y mantención.
- Realizar el saneamiento de título del terreno definido para el emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas servidas.
- Socializar el desarrollo y resultados del estudio con la ciudadanía para su validación.
- Preparar el Informe de Perfil a presentar al MIDESO para realizar la postulación del proyecto a la etapa de diseño.

3. ETAPAS DEL ESTUDIO

La consultoría se ha dividido en siete etapas, las cuales se indican a continuación, con su respectivo alcance:

Etapa 1. Diagnóstico

- Recopilación y levantamiento de información en terreno.
- Diagnóstico de la Situación Actual.
- Participación Ciudadana (Reunión inicial).

Etapa 2. Catastros

- Confección de Catastro Infraestructura Sanitaria Actual.
- Confección de catastro de terrenos de emplazamiento de PTAS.
- Confección de catastro de sitios de significación histórica y cultural.
- Talleres de sociabilización y trabajo con la comunidad (PAC 1).

Etapa 3. Topografía

- Levantamiento topográfico básico.
- Alternativas preliminares de solución.
- Visitas a plantas de tratamiento .
- Reuniones de Participación ciudadana (PAC 2).

Etapa 4. Análisis de alternativas

- Planteamiento de alternativas.
- Definición de Bases de Cálculo y Diseño, Predimensionamiento.
- Análisis multicriterio.
- Evaluación económica.
- Selección de alternativa.
- Reuniones de Participación Ciudadana (PAC 3).

Etapa 5. Factibilidades

- Factibilidad técnica agua y electricidad.
- Saneamiento de terrenos.

Etapa 6. Desarrollo de la alternativa seleccionada

- Presentación del informe preliminar y estudio de factibilidad.
- Participación Ciudadana (Difusión resultados del estudio).

Etapa 7. Postulación del diseño

- Elaboración de documentación
- Postulación del proyecto en plataforma

El presente informe, corresponde al trabajo realizado en la Etapa 4, Análisis de Alternativas, cuyo contenido se ha estructurado de la siguiente manera:

Etapa 4. Análisis de Alternativas

1) Planteamiento de alternativas.

Se identifican distintos tipos de alternativas de solución, considerando como base el alcantarillado existente del sector de Curarrehue urbano y las 7 descargas directas al río, extendiendo el trazado a toda el área en estudio y brindándole un correcto tratamiento a las aguas servidas recolectadas.

2) Definición de Bases de Cálculo y Diseño, Predimensionamiento.

Se presentan los principales cálculos y parámetros de diseño considerados para el dimensionamiento de las obras del sistema de recolección y tratamiento.

3) Análisis multicriterio.

Se realiza un análisis de las alternativas de solución propuestas, a partir de distintos tipos de parámetros de evaluación, tales como: parámetros sociales, ambientales, técnicos-operacionales y económicos.

4) Evaluación económica.

Dentro del análisis multicriterio se realiza una evaluación económica y económica-social de las obras, entregando como resultado una estimación de los costos de inversión y tarifas del proyecto.

5) Selección de alternativa.

En relación a las alternativas presentadas, se realiza la selección de la alternativa óptima en función del análisis multicriterio y del cálculo de la rentabilidad social del proyecto.

6) Reuniones de Participación Ciudadana (PAC 3).

Se realizan reuniones informativas con el fin de socializar la alternativa seleccionada con la comunidad y obtener la aceptación y acuerdo de los vecinos.

4. ANTECEDENTES

Se mencionan a continuación los antecedentes técnicos que, de acuerdo a lo indicado en los Términos de Referencia, se encuentran disponibles para el desarrollo del Estudio:

- Nómima de potenciales beneficiarios elaborada y entregada por el Municipio.
- Copia impresa de Planos del trazado del sistema de alcantarillado actual del Comité APR Curarrehue. Comité APR Curarrehue.
- Estudio Mitigación Riesgo Volcánico y Geológico Asociados. Comuna de Villarrica, Pucón y Curarrehue, Región de La Araucanía, Etapa I
- Levantamiento Base Cartográfica desarrollado por la DOH y la empresa Cruz y Dávila Ingenieros Consultores. Ortofotomosaico de fotografías aéreas escala 1:10.000 del área comuna de Pucón, Villarrica y Curarrehue año 2007. Modelo de elevación digital resolución 5 metros comuna de Pucón, Villarrica y Curarrehue, Región de La Araucanía, Etapa 11 Estudios Hidrológicos, Geológicos y Vulcanológicos desarrollado por la DOH y el Instituto Nacional de Hidráulica.
- Topografía básica elaborada para los proyectos "Búsqueda de Fuente y Diseño Mejoramiento SAPR de Curarrehue" y "Reposición y Ampliación SAPR Catripulli". A ser proporcionada por la Municipalidad
- Informe de mecánica de suelos elaborados para los proyectos "Búsqueda de Fuente y Diseño Mejoramiento SAPR de Curarrehue" y "Reposición y Ampliación SAPR Catripulli", a ser gestionado en la Dirección de Obras Hidráulicas.
- El Plan de Desarrollo Comunitario de Curarrehue 2018-2020. Disponible en la página web de la Municipalidad.
- Todos los antecedentes técnicos con que cuente el Municipio al momento de la licitación que puedan ser relevantes para la ejecución del Estudio de prefactibilidad:
- Catastro de Organizaciones sociales de la comuna.
- Catastro de Comunidades Indígenas de la comuna.
- Títulos de Merced de Comunidades Indígenas presentes en el área de cobertura del proyecto.
- Catastro social elaborado en el año 2016.

Adicionalmente, los antecedentes utilizados para la realización del presente informe son:

- Imágenes Google Earth.
- Reuniones de proyecto con las partes involucradas.
- Reconocimiento de terreno, en visita realizada por personal de INGEMAB.
- Bases técnicas y administrativas del proyecto, entregado por el municipio de Curarrehue.
- Plan de descontaminación del Lago Villarrica.
- Memoria de Título de Jaime Careu Carimán: "Propuesta de un Sistema de Depuración Natural para tratar las aguas Residuales de la comuna de Curarrehue.
- Cartografía IGM.
- Diseño de Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable Rural Curarrehue, etapa VI Informe Final (elaborado por Geolambda para DOH-MOP, 2016).

- Diseño de Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable Rural Catripulli, etapa V Informe Final (elaborado por Geolambda para DOH-MOP, 2017).

5. NORMATIVA QUE REGULA EL ESTUDIO

En el desarrollo del presente Estudio, se considerarán las siguientes normativas:

- Las Normas y Reglamentos que rigen al FNDR: Normas, Instrucciones y Procedimientos para el Proceso de Inversión Pública, -NIP; Orientaciones Sectoriales para: el Sector Agua Potable y Alcantarillado, Evacuación de Aguas Lluvias, Proyectos de Evacuación y Disposición de Aguas Servidas en el Sector Rural; Orientaciones Sectoriales para el Sector Vivienda, Programa Mejoramiento de Barrios; Instructivo para el Análisis para Proyectos de Alcantarillado y Tratamientos de Aguas Servidas en el Sector Rural.
- Las Normas del Programa de Mejoramiento de Barrios de la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE).
- Ley N° 18.138, Ley que faculta a las Municipalidades para desarrollar Programas de Construcción de Viviendas y de Infraestructuras Sanitarias.
- Decreto N° 804 que Aprueba el Reglamento de la Ley 18.138 y sus modificaciones.
- Decreto N° 829 que Reglamenta el Programa Mejoramiento de Barrios y sus modificaciones.
- Guía operativa del PMB aprobada por Resolución Exenta N°5973 de fecha 11 de mayo del 2009.
- Guía operativa del Programa Saneamiento Sanitario, aprobada por Resolución Exento N°17457/2017, de SUBDERE
- Ley N° 19.300, Ley de Bases del Medio Ambiente y su Reglamento.
- Guía para la formulación de Proyectos PMB de la SEREMI de Desarrollo Social, Julio 2012.
- Ley de Presupuestos del Sector Público de cada año.
- Ley N° 18.695 de 1992 "Orgánica Constitucional de Municipalidades" y sus modificaciones.
- Ley N° 19.175 de 1993 "Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional" y sus modificaciones.
- D.S. 66 del Ministerio de Desarrollo Social, Subsecretaría de Servicios Sociales.
- Oficio Ordinario N° 3.900 del Ministerio de Desarrollo Social.
- Normativa vigente del Instituto Nacional de Normalización (INN) pertinente al diseño.
- Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA), de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- Ley N° 19.253Y Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo.
- Decreto N°43 que Declara Zona Saturada Por Clorofila "A", Transparencia y Fósforo Disuelto, a la Cuenca del Lago Villarrica.
- Manual de Participación Ciudadana para Proyectos de Inversión PMB.

6. DESARROLLO ETAPA 4

6.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.

En la etapa 3 del estudio se presentó un análisis preliminar de las posibles alternativas de solución, considerando distintas extensiones de alcantarillado, ubicación de las plantas de tratamiento y opciones de tecnologías para tratar las aguas servidas. En la presente etapa, se esquematizó este análisis en 3 alternativas, de las que se desprenden posteriormente distintas combinaciones de solución para las evaluaciones respectivas (8 en total). Estas opciones son seleccionadas con el fin de evaluar la mayor cantidad de casos y, aplicando los distintos criterios de evaluación poder seleccionar la alternativa óptima para la comunidad.

6.1.1. Alternativas preliminares de solución.

Se definieron, de manera preliminar, distintos tipos de soluciones desde un punto de vista técnico, ambiental, social y económico. Estas alternativas consideraron 3 aspectos relevantes de diseño:

- I. Alternativas de cobertura de alcantarillado.
- II. Alternativas de ubicación de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS).
- III. Alternativas del tipo de tecnología a implementar para el tratamiento de las aguas servidas (PTAS).

A continuación, se detalla cada uno de los 3 aspectos indicados:

- **Alternativas preliminares de cobertura de alcantarillado.**

En relación a la cobertura de alcantarillado se presentan las 3 alternativas de solución:

1. Solución colectiva Curarrehue-Catripulli:

Esta solución considera dos sistemas de colectores de alcantarillado, uno en cada centro poblado (Curarrehue y Catripulli). En esta alternativa, estos dos sistemas se proyectan unidos a través de una impulsión que dirigirá las aguas del sistema de Catripulli hacia el sistema de Curarrehue, donde se emplazará la Planta de Tratamiento (PTAS) que tratará las aguas servidas de ambos sectores, tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1: Solución colectiva Curarrehue-Catripulli.

2. Solución separada Curarrehue-Catripulli:

Al igual que la alternativa anterior, esta solución considera dos sistemas de colectores de alcantarillado, uno en cada centro poblado (Curarrehue y Catripulli). Sin embargo, a diferencia de la alternativa anterior, ésta no contempla la conexión de ambos sistemas de alcantarillado, por lo que se considera el emplazamiento de 2 PTAS, una para cada sector.

En el caso de Curarrehue, la solución contempla conectar tanto el sector de Puala Bajo (de forma gravitacional) como el de PichiCurarrehue (mediante una impulsión) al sector de Curarrehue urbano, tal como se presenta en la Figura 2.

En el caso de Catripulli, la solución contempla conectar el sector de Angostura (sólo las viviendas conectadas al APR Catripulli) y Casa de Lata al sector de Catripulli urbano, tal como se muestra en la Figura 3.

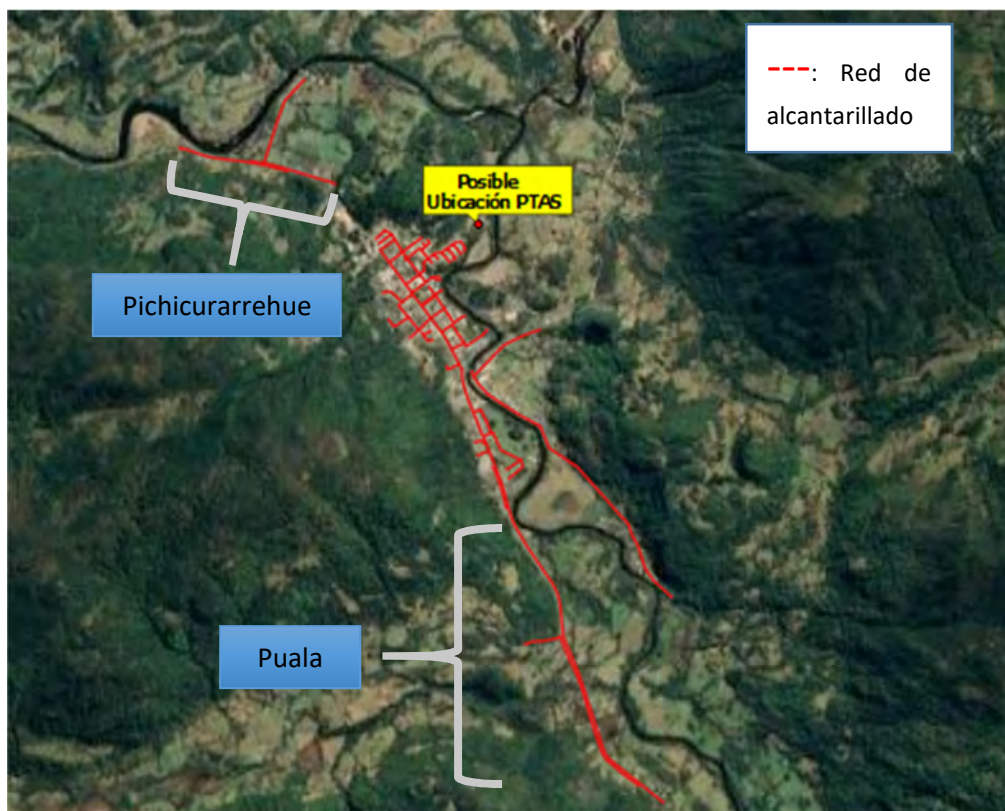


Figura 2: Solución separada Curarrehue.



Figura 3: Solución separada Catripulli.

3. Solución localizada por sector:

Esta solución considera sistemas de alcantarillado para cada sector (Puala Bajo, Curarrehue Urbano, PichiCurarrehue y Angostura/Catripulli/Casa de Lata), y 4 PTAS que traten las aguas de cada sector.

En la Figura 4 se presenta la solución para el sector de Puala Bajo, donde las aguas servidas son recolectadas de manera gravitacional y dirigidas a una PTAS potencialmente ubicada en un terreno particular a un costado del estanque de la nueva red de agua potable.

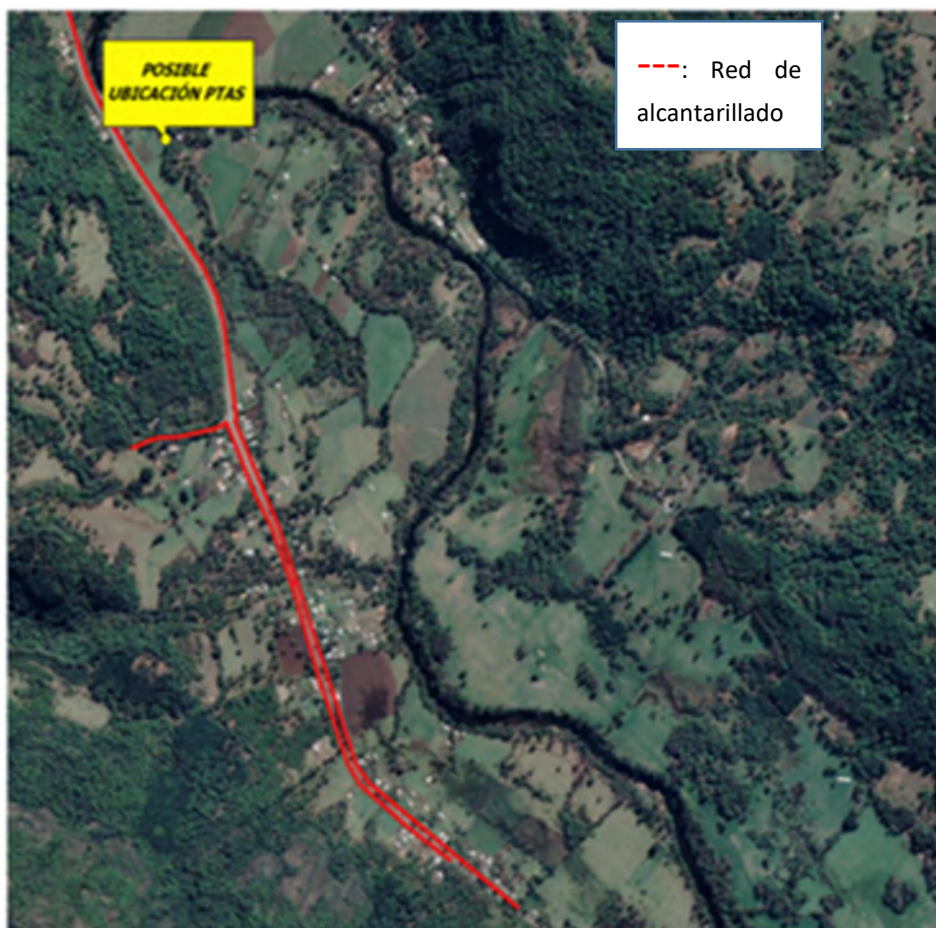


Figura 4: Solución localizada Puala Bajo.

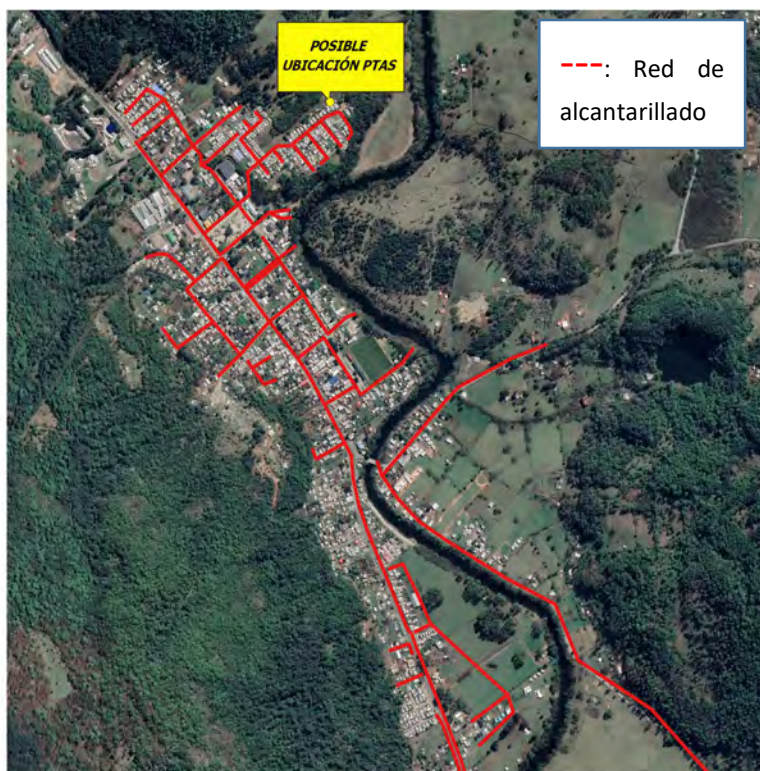


Figura 5: Solución Localizada Curarrehue Urbano.

En la Figura 5 se presenta la solución para el sector de Curarrehue Urbano, donde se muestra tanto el trazado proyectado de colectores como la posible ubicación para la PTAS.

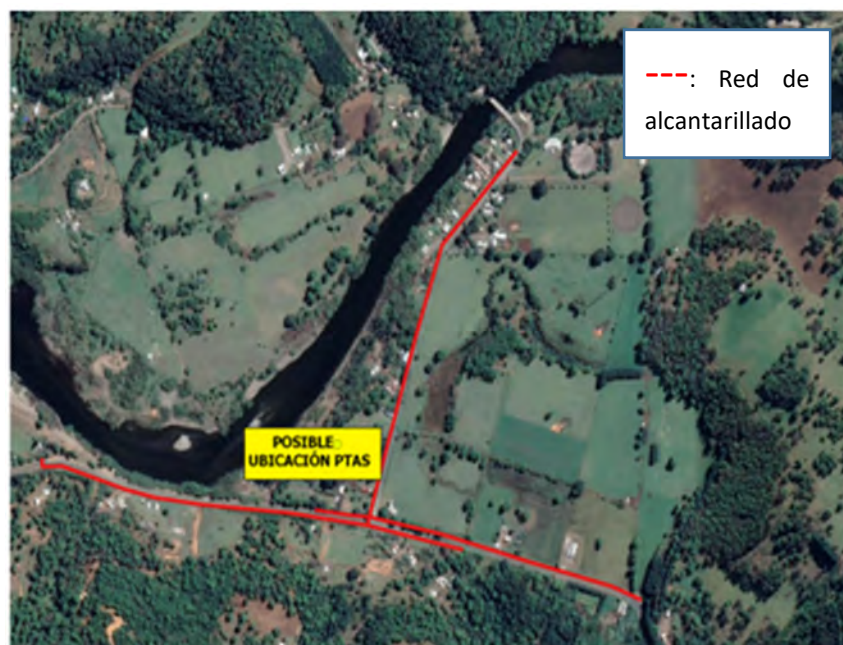


Figura 6: Solución localizada Pichicurarrehue.

En la Figura 6 se presenta la solución para el sector de Pichicurrarehue, en donde las aguas son recolectadas de manera gravitacional, y dirigidas a la PTAS, potencialmente ubicada en el punto más bajo de la red de alcantarillado proyectada. Finalmente, para el caso de los sectores de Angostura (APR Catripulli)/Catripulli/Casa de Lata, la solución corresponde a la misma presentada en la Figura 3.

Dado que en el sector de Curarrehue urbano existe un sistema de alcantarillado, para las tres alternativas de solución se mantendrá el trazado actual y se ampliara a los sectores sin conexión, reemplazando todos los colectores de cemento comprimido (Asbesto Cemento) dado que ya cumplieron su vida útil. En el caso de los sectores que cuentan con colectores de PVC (urbanizaciones más nuevas), estos tramos se mantendrán realizando conexiones en las cámaras respectivas. La identificación de los sectores con alcantarillado de cemento comprimido y PVC se desarrolló durante la etapa II del estudio. En los planos P0552_E4_AS_ALT2_L18, P0552_E4_AS_ALT2_L19 y P0552_E4_AS_ALT2_L20 se presenta la red de alcantarillado existente, indicando la materialidad de cada tramo, además de los puntos de conexión entre el alcantarillado proyecto y los tramos de PVC existente.

La red de colectores planteada en las 3 alternativas permite eliminar las 7 descargas actuales de aguas servidas al río Trancura mediante sistemas de plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS) e impulsiones de HDPE.

Es importante recordar que en el sector denominado Angostura existe un tramo en el que abastece de agua potable el APR Curarrehue y el otro sector lo abastece el APR Catripulli. Esta división es considerada dentro de la evaluación de alternativas, en específico para indicar hacia qué sector urbano (Catripulli o Curarrehue) se recolectan las aguas servidas respectivas

- **Alternativas preliminares de ubicación planta de PTAS.**

A continuación, se presentan los **posibles terrenos** para el emplazamiento de las PTAS. El motivo de la elección de estos sitios es la cercanía con los distintos sectores poblados, y los comentarios de la comunidad en las distintas participaciones ciudadanas. Además, se realizó un catastro de los sitios de significación cultural para la comunidad con el fin de evitar generar posibles externalidades negativas en estos terrenos con el proyecto.

La delimitación de los terrenos se realizó en la etapa de catastro del estudio (segunda etapa) mediante las visitas a terreno en conjunto con los operadores de ambos APRs. Cabe destacar que la elección de alguno de estos terrenos u otros, estará directamente relacionado con la opción de cobertura de alcantarillado escogida.

En la Figura 7 se presenta el resultado del catastro de terrenos que fueron identificados como factibles para una futura ubicación de una PTAS en el sector de Curarrehue Urbano. Como referencia, en el primero de estos terrenos se ubica la cancha de fútbol “El Bosque”. Se debe destacar que en 2 de los 6 terrenos está programada la construcción de viviendas y de un nuevo CESFAM para la comuna, por lo que el emplazamiento de la PTAS en alguno de los 4 terrenos restantes favorecería la descarga de estas nuevas obras hacia la planta.



Figura 7: Terrenos para emplazamiento de PTAS sector Curarrehue Urbano.

En las Figura 8 y Figura 9 se presentan los terrenos que fueron identificados como factibles para la ubicación de una PTAS en el sector de Catripulli. El terreno de la Figura 8 pertenece al comité de vivienda Loma cortada, mientras que el segundo terreno (Figura 9) es de propiedad de un particular, y se ubica en la zona donde se encuentra emplazada la industria de la piscicultura.



Figura 8: Terreno para emplazamiento de PTAS sector Catripulli.



Figura 9: Terreno para emplazamiento de PTAS sector Pisciculturas.

- **Alternativas preliminares de tecnología de tratamiento de las PTAS.**

En el análisis de alternativas de tratamiento para las aguas servidas se consideran sistemas de tratamiento del tipo biológico convencional, que son los que presentan mejores resultados para el tratamiento de las aguas servidas, de acuerdo a la experiencia nacional e internacional.

Cabe señalar que genéricamente los sistemas de tratamiento se clasifican en 3 tipos: del tipo Primario, que consiste únicamente en la decantación de sólidos gruesos suspendidos, con un porcentaje menor de degradación de materia orgánica; del tipo Secundario, que presenta un tratamiento de remoción de materia orgánica a través de su oxidación; y del tipo Terciario, que además de la remoción de la materia orgánica remueve un mayor porcentaje de los nutrientes presentes en las aguas servidas.

En base a la experiencia de INGEMAB en diseño de plantas de tratamiento, y a la literatura de la experiencia nacional de los distintos tipos de tratamiento de aguas servidas domésticas, se proponen y analizan 6 tecnologías para el tratamiento de las aguas servidas de Curarrehue, todos con tratamiento secundario o terciario, y que corresponden a los sistemas más utilizados a nivel nacional para localidades de similares características, incluyendo el tratamiento mediante humedales mencionado por la comunidad en las actividades de participación ciudadana, realizadas previamente.

Las 6 tecnologías se detallan a continuación:

1. Sistema STAM: Este tratamiento secundario es del tipo lecho mixto. Su estructura principal corresponde a una rueda giratoria conformada por tubos cilíndricos y que es accionada por un motor exterior mediante una cadena, tal como se ve en la Figura 10. Al girar esta rueda se permite la oxigenación de las aguas y que los microorganismos se adhieran a las paredes de los tubos. De forma complementaria el sistema presenta aireadores en la parte inferior para proporcionar una mayor oxigenación a las aguas.



Figura 10: Sistema de tratamiento secundario STAM.

2. Sistema Lodos Activados: Este tratamiento secundario es del tipo lecho suspendido. La oxigenación de las aguas servidas se genera a partir de aireadores que se ubican en la

parte inferior. Destacar que este tipo de tecnología es el más utilizado a nivel nacional en sistemas rurales y concesionados.



Figura 11: Sistema de tratamiento secundario Lodos Activados.

3. Sistema SBR: Este tratamiento secundario es del tipo lecho suspendido. La estructura del sistema es muy similar a la de lodos activados, y la diferencia radica en que el agua servida pasa por procesos de aeróbicos (alta presencia de oxígeno), anaeróbicos (nula presencia de oxígeno) y anóxicos (baja presencia de oxígeno), generando remoción de materia orgánica y nutrientes.



Figura 12: Sistema de tratamiento terciario SBR.

4. Sistema Lombifiltro: Este tratamiento secundario es del tipo lecho fijo. En él se riegan las aguas servidas sobre un lecho de 3 capas: Piedras en la parte inferior, grava en el centro y aserrín en la parte superior. El tratamiento lo realizan las lombrices que se colocan en la parte superior, que además de consumir la materia orgánica permiten oxigenar este lecho para que actúen los microorganismos presentes en las aguas servidas.



Figura 13: Sistema de tratamiento secundario Lombifiltro.

5. Sistema Biodisco: Este tratamiento secundario es del tipo lecho fijo. Su estructura principal corresponde a discos giratorios que se encuentran semisumergidos y que al girar permiten oxigenar las aguas servidas y que los microorganismos se adhieran a las paredes de los discos, tal como se muestra en la Figura 14.



Figura 14: Sistema de tratamiento secundario Biodisco.

6. Sistema Humedales: Este tratamiento secundario es del tipo lecho fijo. Las aguas servidas escurren por un filtro de gravas, donde se alojan las raíces de las plantas, y que al entrar en contacto con las plantas estas degradan parte de la materia orgánica y absorben ciertos nutrientes. Además, los propios microorganismos presentes en el agua se encargan de degradar la materia orgánica restante con ayuda de la oxigenación que aportan las plantas.



Figura 15: Sistema de tratamiento secundario Humedales.

Del total de tecnologías propuestas, 5 corresponden a tratamientos del tipo secundario, mientras que las plantas del tipo Secuencial Batch Reactor (SBR) son las únicas capaces (dentro de las plantas propuestas) de realizar un tratamiento terciario de las aguas.

6.1.2. Elección de las alternativas de solución para análisis.

A partir de las distintas alternativas preliminares de solución presentadas en la sección anterior, se determinaron un total de 8 combinaciones de alcantarillado - ubicación PTAS para el análisis de alternativas. El detalle de estas alternativas se presenta a continuación:

Tabla 1: Resumen de alternativas de solución.

Alternativas	Sistema	Nº sistemas de alcantarillado	Ubicación de la(s) PTAS	Sectores con Soluciones Particulares	Nº SP*
1	Colectivo Catripulli-Curarrehue	1	Curarrehue	-	
1	Colectivo Catripulli-Curarrehue	1	Curarrehue	Angostura-Casa de Lata-Santa Helena	67
2	Separado Catripulli-Curarrehue	2	Curarrehue, Loma Cortada	Angostura	25
2	Separado Catripulli-Curarrehue	2	Curarrehue, Loma Cortada	Angostura-Casa de Lata-Santa Helena	67
2	Separado Catripulli-	2	Curarrehue, Piscicultura	Angostura-Casa de Lata-Santa Helena-	87

Alternativas	Sistema	Nº sistemas de alcantarillado	Ubicación de la(s) PTAS	Sectores con Soluciones Particulares	Nº SP*
	Curarrehue			Correo Viejo	
3	Localizados por sector	4	Puala, Curarrehue, Pichicurrarehue, Loma Cortada	Angostura	25
3	Localizados por sector	4	Puala, Curarrehue, Pichicurrarehue, Loma Cortada	Angostura-Casa de Lata-Santa Helena	67
3	Localizados por sector	4	Puala, Curarrehue, Pichicurrarehue, Piscicultura	Angostura-Casa de Lata-Santa Helena-Correo Viejo	87

*SP: Soluciones particulares.

En la determinación de las distintas combinaciones se tiene en cuenta parámetros técnicos relevantes para el diseño de los sistemas de alcantarillado, tales como la densidad habitacional del sector y lejanía con respecto a sectores poblados, entre otros. A partir de estos criterios, se evalúa la inclusión de soluciones particulares de alcantarillado en ciertos sectores, por las dificultades técnicas y económicas que presenta la conexión de estas viviendas a un sistema colectivo de alcantarillado. En la Tabla 1 se indica la cantidad de soluciones particulares consideradas para cada alternativa, mientras que en la Tabla 2, se detalla a qué sector corresponden las viviendas en esta condición.

Tabla 2: Descripción de sectores con soluciones particulares.

Sector	Ubicación Viviendas
Angostura	APR Curarrehue
Casa de Lata	Al poniente del puente Casa de Lata
Santa Helena	Camino S-951
Correo Viejo	Camino S-935

Para la evaluación de alternativas, no resulta determinante la ubicación exacta de la PTAS del sector de Curarrehue (entre los cuatro terrenos evaluados y presentados en la Figura 7), dada la cercanía de los terrenos y sus características similares.

6.2. DEFINICIÓN DE BASES DE CÁLCULO Y DISEÑO, PRE DIMENSIONAMIENTO.

Para realizar la evaluación económica de las 3 alternativas de alcantarillado, representadas por las 8 opciones de la Tabla 1, es necesario realizar un dimensionamiento, **a nivel de prefactibilidad**, de las distintas obras que se deben considerar para la ejecución de las soluciones proyectadas.

El cálculo y diseño de las obras utiliza como referencia la norma chilena NCh-1105. Según lo define esta misma norma, el dimensionamiento de estas obras requiere la definición de ciertos parámetros de diseño, tales como el número de habitantes por vivienda, la dotación de consumo de agua potable, el coeficiente de recuperación de AS, y la tasa de crecimiento poblacional. En la Tabla 3 se presentan los parámetros de diseño considerados en el presente estudio:

Tabla 3: Parámetros de diseño.

Parámetro	Valor	Unidad
Habitantes por Vivienda	4	hab/viv
Dotación consumo AP	150	l/hab/día
Coeficiente recuperación AS	0.8	-
Tasa de Crecimiento	4	%

Con respecto a la tasa de crecimiento, para su determinación lo primero que se realizó fue analizar los datos oficiales del INE. En la Figura 16 se presentan las tasas de crecimiento de los 2 últimos periodos censales. Entre 1992 y 2002 se observa una tasa de crecimiento intercensal de 2,9% (1.527 viviendas en 1992 y 2.048 viviendas en 2002), mientras que entre 2002 y 2017 se observa una tasa de crecimiento intercensal del 3,1% (3.282 viviendas en 2017).

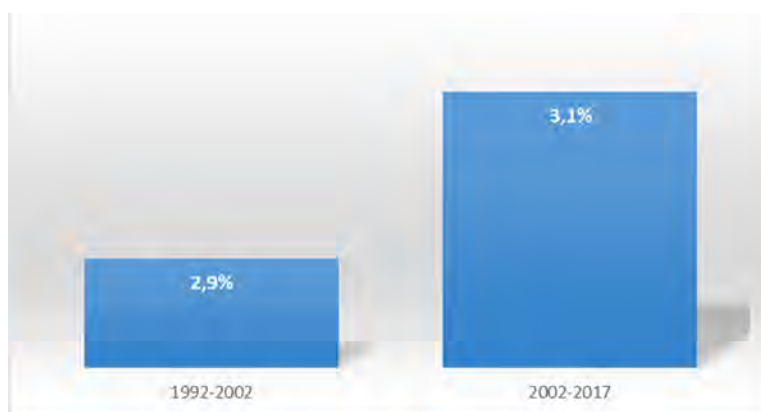


Figura 16: Tasa de crecimiento intercensal.

Considerando los criterios que se definen en el manual de agua potable rural de la DOH, actualizado a Julio de 2019, donde para localidades o sectores que no presentan registro o información que respalden el cálculo (en este caso referido a los sectores dentro del área de estudio), la tasa de crecimiento que se debe adoptar es del 4% (dentro de la región de la Araucanía).

Finalmente, en base a lo que se define en el manual y respaldado con el análisis de las estadísticas intercensales de la comuna, se adopta una tasa de crecimiento del 4%.

Para el trazado y dimensionamiento de la red de alcantarillado se consideran los resultados del catastro de beneficiarios y la topografía presentados en la etapa 2 y 3 del presente estudio.

El caudal de diseño de cada uno de los colectores proyectados se calcula considerando la suma entre el caudal máximo horario de aguas servidas (Q_{max}^h), calculado mediante la fórmula de Harmon, y el caudal aportante por concepto de infiltración, el cual, dada las características propias del sector, fue estimado en 0,15 l/s/km.

El caudal máximo horario de AS se calcula según los siguientes criterios:

- 1) **Poblaciones mayores a 1000 habitantes:** En este caso se utiliza la relación (1)

$$Q_{max}^h = M * Q_{md} \quad (1)$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1.000}}}$$

Donde:

M = Coeficiente de Harmon;

P = Población Servida;

Q_{max}^h = Caudal máximo horario de AS (l/s);

Q_{md} = Caudal medio diario de AS (l/s).

El caudal medio diario se calcula a partir de la relación (2)

$$Q_{md} = \frac{P * D * R}{86.400} \quad (2)$$

Donde:

R = Coeficiente de recuperación;

D= Dotación de consumo AP (l/hab/día).

- 2) **Poblaciones menores a 100 habitantes:** En este caso se utiliza la tabla de caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E.).

- 3) **Poblaciones entre 100 y 1000 habitantes:** se interpola entre el valor entregado por la B.S.C.E. para 100 habitantes (3.6 l/s) y el caudal máximo horario calculado para 1000 habitantes.

Para la determinación del diámetro de los colectores se considera el diámetro mínimo en colectores públicos normados por la NCh-1105, que es D= 200 mm, y se calcula la capacidad de

porteo, que corresponde al caudal que transporta el colector considerando que la altura máxima del agua dentro de la tubería es 0,7 de la altura máxima del colector. Luego se comprueba que la capacidad de porteo sea mayor que el caudal de diseño de la obra.

En algunos casos, donde los colectores presentan un caudal de diseño mayor y no cumplen con esta verificación, se recalcula la capacidad de porteo considerando un diámetro de diseño de D= 250 mm, y verificando nuevamente que sea mayor que el caudal de diseño.

Luego de determinar el trazado de los colectores y las dimensiones de los mismos, se diseñan las plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS). Dadas las características geográficas de la zona de estudio se requiere de una cantidad importante de PEAS para la disposición de las aguas servidas de ciertos sectores en los colectores principales o para la disposición en la(s) PTAS. A partir del cálculo del caudal máximo horario de los colectores se puede determinar el caudal de diseño de las bombas para el año 0 y 10 de proyecto, asumiendo que en este último año existe un recambio de equipos.

En la Tabla 4 se presenta el detalle de las PEAS consideradas para la red de alcantarillado. Es importante destacar que el número de PEAS varía según la combinación de solución presentada en la Tabla 1, es decir que cada una de estas 8 opciones no presenta las 10 PEAS diseñadas, si no que se ajusta según los sectores considerados.

Tabla 4: Detalle de las PEAS diseñadas.

ID PEAS - Impulsión	Disposición		Desnivel (m)	Largo (m)	Diámetro nominal (mm)	Potencia Año 0 (Kw)	Potencia Año 10 (Kw)
	Origen	Fin					
I	Colector I	Colector II	2,0	90	90	0,2	0,2
II	Colector IV	Cañería 2-III	2,0	864	90	0,6	0,7
III	Puente Reigolil	Colector XII	3,0	102	90	0,3	0,3
IV	Colector VII	Colector XII	4,0	69	90	0,5	0,6
V	Colector XII	Cañería 3-XVII	6,4	348	160	3,8	3,6
VI	Colector XIX	PTAS Curarrehue	13,0	853	250	11,3	10,5
VII	Colector XI	Colector XIX	21,0	1137	90	2,2	2,5
VIII	Colector XVI	Colector XI	10,3	5520	90	3,9	4,4
IX	Colector II	PTAS Piscicultura	12,0	3377	160	19,5	18,6
X	Colector II	Colector XIX	31,0	11504	160	62,6	59,6

6.3. ANÁLISIS MULTICRITERIO.

Para la evaluación de alternativas presentadas en la Tabla 1 y la elección de la solución óptima para el sistema de alcantarillado se utilizan y evalúan 4 variables de estudio: Variables Sociales, Variables ambientales, Variables técnicas – operacionales y Variables económicas.

6.3.1. Evaluación Social.

Durante el desarrollo de la etapa 3 del estudio se desarrolló el segundo proceso de participación ciudadana, el que tuvo como **objetivo presentar las alternativas preliminares de solución** y conocer la opinión de la comunidad acerca cada una de ellas.

Estas participaciones se realizaron entre los días miércoles 06/10/2021 y viernes 08/10/2021, totalizando con éxito las siete actividades programadas. A continuación, se presenta un registro fotográfico de las actividades:



Figura 17: Reunión Puala Bajo.



Figura 18: Reunión Angostura.



Figura 19: Reunión Complejo Educativo MFVS.



Figura 20: Reunión PichiCurarrehue.



Figura 21: Reunión aldea intercultural Trawupeyun.



Figura 22: Reunión Santiago Calfual.



Figura 23: Reunión Catripulli.

En cada una de las reuniones se recopilaban las respuestas generales acerca de los temas propuestos en ellas. A continuación, se presenta un resumen de las respuestas a las tres preguntas que guiaron este ciclo de reuniones:

- ¿Cuál es la alternativa más adecuada para ustedes?
- ¿Dónde sería la mejor ubicación para la planta?
- ¿Qué tipo de planta sería la más adecuada para este sector?

Tabla 5: Resumen Opiniones Comunidad.

INSTANCIA	CONSULTA		
	¿Cuál es la alternativa más adecuada para ustedes?	¿Dónde sería la mejor ubicación para la planta?	¿Qué tipo de planta sería la más adecuada para este sector?
06.10.2021 Puala	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Desde la cancha El Bosque hacia La Junta	SBR / STAM
	Solución localizada: implica 4 plantas de tratamiento	Sin comentario	Humedales
06.10.2021 Angostura	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Puntos descartados por inundaciones	Sin comentario
07.10.2021 Complejo MFVS	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Detrás de la Cancha El Bosque	Sin comentario
07.10.2021	Solución Colectiva: una	Sin comentario	Sin comentario

INSTANCIA	CONSULTA		
	¿Cuál es la alternativa más adecuada para ustedes?	¿Dónde sería la mejor ubicación para la planta?	¿Qué tipo de planta sería la más adecuada para este sector?
Pichicurarrehue	única planta para los dos sectores.		
	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Sin comentario	Sin comentario
08.10.2021 Koyawtün	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Información a entregar	Información a entregar
08.10.2021 Santiago Calfual	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Detrás de la Cancha El Bosque	Stam y Lombrifiltro
08.10.2021 Catripulli	Solución separada para cada sector, Catripulli y Curarrehue	Camino a Rinconada, sector de piscicultura	SBR / Lombrifiltro

Además de las preferencias expresadas por los asistentes al segundo proceso de participación ciudadana, otra variable social importante a considerar es la vulnerabilidad económica que presentan los vecinos de la comuna. En este caso, se puede evidenciar la condición de comuna vulnerable mediante los resultados de la encuesta CASEN.

Este punto tiene una gran importancia, dado que el correcto funcionamiento y mantenimiento de las plantas mediante los APR o comités de agua potable rural dependen fuertemente del pago de la tarifa de los usuarios del servicio, en este caso los vecinos del sector.

En la Figura 24 se presentan los resultados, a nivel comunal, de la estimación de la tasa de pobreza por ingreso de la encuesta CASEN 2020 en la región de la Araucanía. En la figura se puede observar que Curarrehue es la comuna de la Región que presenta un mayor porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos, alcanzando el 24,8% y registrando un alza con respecto a los 22,8% que se alcanzó en la CASEN 2017.

La situación es más compleja si se compara con la comuna vecina de Pucón, que presenta una PTAS con tratamiento terciario y que alcanza solo el 15,3% de personas en situación de pobreza por ingreso. Aún más grave es si se compara con la situación de la capital regional Temuco o el promedio a nivel nacional que alcanzan los 14,8% y 13% de personas en situación de pobreza por ingreso, respectivamente.

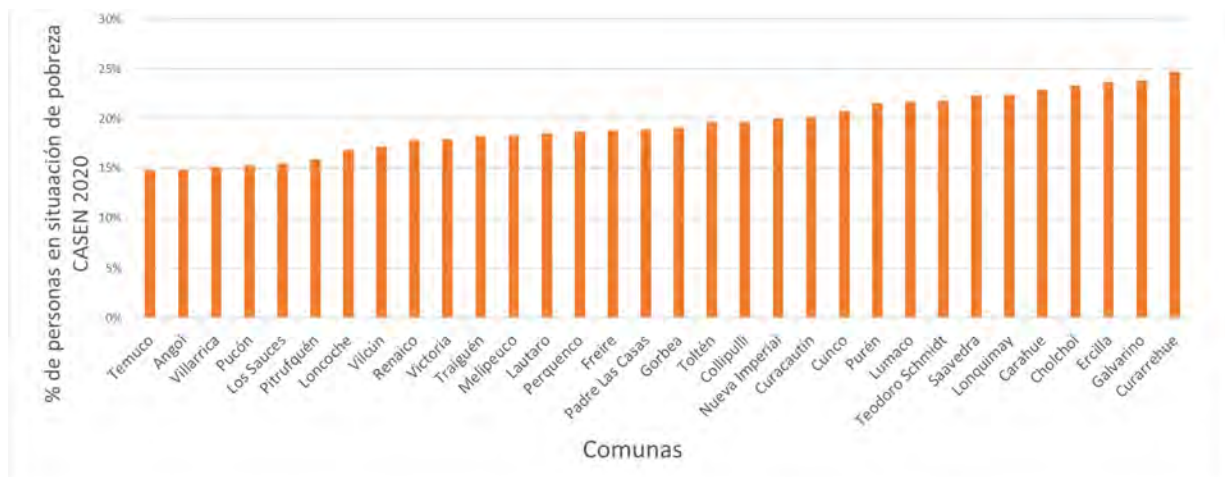


Figura 24: Resultados estimación tasa de pobreza por ingreso, resultados CASEN 2020 región de la Araucanía.

Estos resultados deben ser considerados al momento de revisar la proyección y auto-sostenibilidad económica de la planta de tratamiento, producto de que tarifas muy altas pueden dificultar el cumplimiento del compromiso de la comunidad a pagar por el servicio, generando problemas en la operación del sistema de tratamiento, y por lo tanto en la disposición de las aguas tratadas al río.

6.3.2. Evaluación Ambiental.

Una de las principales variables al momento de realizar un análisis multicriterio es la evaluación ambiental del proyecto, que tiene como objetivo identificar y generar planes de mitigación a los posibles impactos. A nivel de prefactibilidad, el análisis se reduce a identificar los posibles impactos de las descargas de aguas tratadas por las PTAS, regulando los niveles máximos de contaminantes presentes en ellas.

La normativa que regula estas descargas y su alcance se presenta a continuación:

6.3.2.1. Decreto Supremo N°90

El decreto supremo N°90, tal como se plantea en la misma norma, tiene por objetivo prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales mediante el control de los contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.

La norma separa los cuerpos receptores en 3 tipos:

- 1.- Cuerpos de agua fluviales, tales como el río Trancura, regulados por la tabla N°1 de la norma.
- 2.- Cuerpos de agua fluviales con capacidad de dilución, regulados por la tabla N°2 de la norma.
- 3.- Cuerpos de agua lacustres, tales como el lago Villarrica, regulados por la tabla N°3 de la norma.

Si bien esta norma regula diversos contaminantes, en la Tabla 5 se presenta un listado con los principales contaminantes analizados en el estudio, considerando que el sistema de alcantarillado solo recolecta las aguas servidas proveniente de las viviendas (no de industrias) y que descarga a un río afluente del lago Villarrica.

Tabla 5: Límite máximo de los principales contaminantes del DS. N°90.

Contaminante	Unidad	Tabla N°1	Tabla N°2	Tabla N°3
DBO5	mgO2/L	35	300	35
Fosforo	mg/L	10	15	2
Nitrógeno Total	mg/L	50	75	10
SST	mg/L	80	300	80

6.3.2.2. Plan de descontaminación del lago Villarrica.

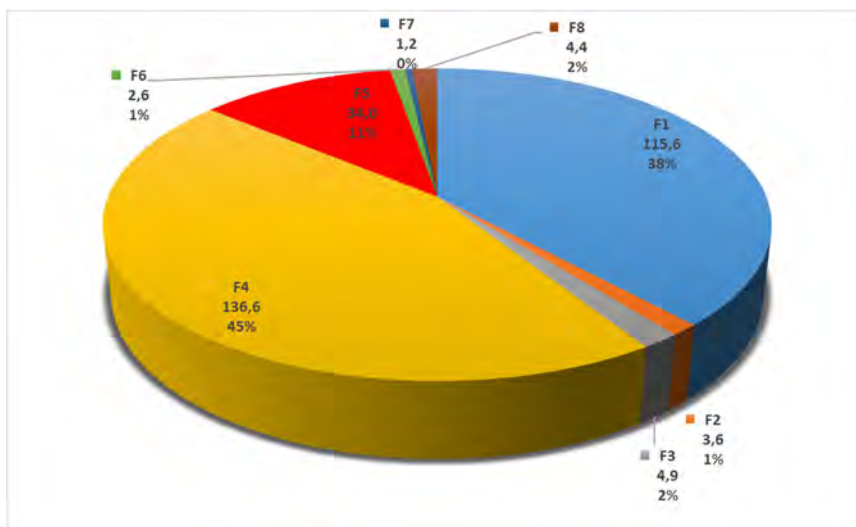
Además del DS. N°90, en el caso particular de las descargas de la comuna de Curarrehue es necesario analizar las posibles implicancias de la futura aprobación y puesta en marcha del plan de descontaminación del lago Villarrica. Esta

Este plan tiene sus inicios en el año 2017, ya que en ese año a partir del DS N° 43 se declaró como **Zona Saturada la subcuenca del Lago Villarrica por la Superación de los parámetros Transparencia, Clorofila "a" y Fósforo Disuelto**, producto de los resultados que presentaban las mediciones realizadas en el lago entre los periodos 2014-2015 y 2015-2016.

En el informe técnico de la declaración en cuestión, se concluyó que los niveles elevados de *Clorofila "a"* son un indicador del aumento de la trofia del lago Villarrica. Este aumento se explica principalmente por el ingreso de nutrientes desde las subcuencas hidrográficas aportantes al lago. Los últimos estudios realizados a la fecha mostraban que los niveles de nutrientes superaban la norma entre 2,0 y 3,4 veces para el *Nitrógeno*, y entre 1,3 y 2,2 veces para el *Fósforo*.

Dada la existencia del DS N° 43/2017 donde se declara zona saturada a este cuerpo lacustre se procede a la generación de un plan de descontaminación por *Clorofila "a"*, *Transparencia* y *fósforo* disuelto a la cuenca del lago Villarrica, al que se dio inicio mediante la resolución exenta N° 1066/2018, y que a la fecha se encuentra en desarrollo.

En la Figura 25 se presentan los resultados generales del inventario de emisiones año base 2017, presentados en el anteproyecto del plan de descontaminación del Lago Villarrica. A partir de estos resultados se fijaron metas de reducción por fuente en un periodo de 15 años, donde la reducción porcentual de cada fuente se determinó a partir de distintos factores, como la proporcionalidad entre cantidad de fuentes emisoras y tecnologías de tratamiento para cada tipo de descarga.



F1: Pisciculturas.
F2: Concesionadas AS.
F3: Alcantarillado Curarrehue.
F4: Cobertura Suelos Naturales.
F5: Cobertura Suelos Antrópicos.
F6: AS sin saneamiento en área concesionada.
F7: AS sin saneamiento en borde lago.
F8: AS sin saneamiento en zona rural.

Figura 25: Aporte de fósforo total anual de cada una de las fuentes contaminantes al lago Villarrica.

Se puede observar que el aporte de fósforo a partir de las descargas de aguas servidas del alcantarillado de la comuna de Curarrehue (F3) es significativamente menor a las otras fuentes de emisión, por lo que el alcantarillado de Curarrehue presenta la exigencia porcentual más alta de las 8 fuentes (90% de remoción con respecto a la situación actual).

En este escenario, las descargas de aguas servidas tratadas de la comuna de Curarrehue al río Trancura deberán cumplir con los límites máximos indicados en el Plan de Descontaminación del Lago Villarrica. Si bien estas descargas son recibidas por el río Trancura, debiendo cumplir la tabla N°1 del DS. N°90 (Tabla 5), las exigencias de fósforo en las descargas corresponden a los niveles presentados en la tabla N°3 del decreto, siendo necesario considerar tecnologías de tratamiento que presenten altos porcentajes de remoción de nutrientes (sistemas con tratamiento terciario), las cuales a la fecha han sido escasamente implementadas en el tratamiento de zonas rurales.

Dentro de las alternativas analizadas se evaluaron plantas de tratamiento del tipo terciario. En particular se analizó la planta SBR, aunque también se estudió una modificación de los lodos activados de aireación extendida denominada LLA Phoredox, que dada su configuración permite remover nutrientes en el tratamiento.

Otro tipo de tecnología que presenta remoción de nutrientes sin ser de tratamiento terciario son las plantas tipo humedales, aunque presenta porcentajes de remoción mucho menor y que no permiten cumplir con los porcentajes de remoción impuestos en el Plan de Descontaminación citado.

6.3.2.3. Reunión MMA.

En el contexto del desarrollo del Plan de descontaminación, y las diversas interpretaciones que se pueden hacer acerca de sus limitaciones y de las limitaciones del DS. N°90, el día viernes 06/05 se realizó una reunión virtual vía Microsoft TEAMS donde participan representantes del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), quienes se encuentran elaborando el plan de descontaminación, además

de representantes de la municipalidad de Curarrehue, de la dirección de obras hidráulicas regional (DOH) y de la consultora INGEMAB.

Esta reunión tuvo como objetivo presentar los alcances y avances del estudio a la fecha, además de obtener un pronunciamiento oficial acerca del criterio de calidad de descarga de aguas servidas tratadas que deberán presentar las plantas de tratamiento de Curarrehue y Catripulli. En el Anexo 1 se presenta la minuta de la reunión.

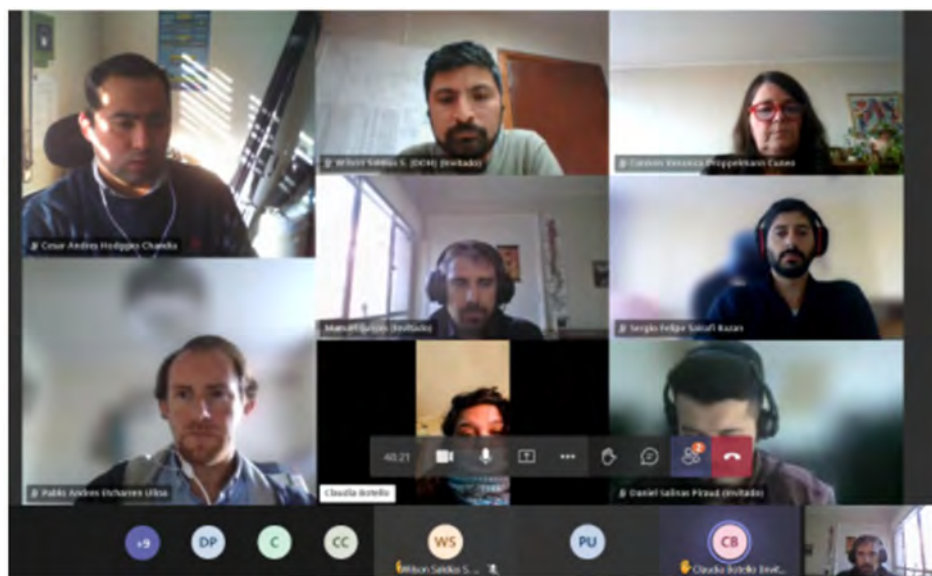


Figura 26: Asistente reunión MMA.

Uno de los principales resultados que se obtuvo desde la reunión fue la definición sobre el tipo de tecnología que se debe aplicar para el tratamiento de las aguas servidas en el alcantarillado de la comuna. En el caso del sector de Curarrehue, a partir de las limitaciones que introducirá el plan de descontaminación del Lago Villarrica cuando sea dictado como norma, se sugiere considerar un tratamiento del tipo terciario para tratar sus aguas servidas, previo a su descarga al río Trancura. En el caso de sectores rurales con menor población, como es el caso del sector de Catripulli, se evaluará incluir en el Plan de descontaminación ciertas consideraciones que permitan una exigencia menor en los límites máximos de los parámetros de nutrientes que puedan ser descargados al río Trancura (o sus afluentes), lo que permitiría la implementación de plantas de tratamiento del tipo secundario, evitando el impacto tarifario que significaría la instalación de plantas de tratamiento del tipo terciario en estos sectores de menor población y mayor vulnerabilidad socio-económica.

6.3.3. Evaluación Técnico-Operacional.

Las opciones de la Tabla 1 presentan distintas ventajas y desventajas desde el punto de vista técnico - operacional, que es de importancia a la hora de tomar la decisión de cuál es la solución óptima para el sistema de alcantarillado dentro del área de estudio. A continuación, se presenta la comparación de estas variables para los distintos sistemas de cobertura de alcantarillado propuestos (Tabla 6) y las distintas alternativas de ubicación para la PTAS (Tabla 7).

Tabla 6: Comparación técnica - operacional de los tipos de sistema de alcantarillado.

Tipo de sistema de Alcantarillado	Ventajas	Desventajas
Colectivo Catripulli-Curarrehue	<ul style="list-style-type: none"> • PTAS ubicada fuera de la zona inundable. • Operación y mantención de una PTAS. • Una descarga de aguas tratadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desnivel geográfico e impulsión 11,6 km. • Administración conjunta de los APRs. • Complejidad instalación tuberías Angostura. • Catripulli: Oposición a recibir las AS de Curarrehue.
Separado Catripulli-Curarrehue	<ul style="list-style-type: none"> • Administración separada de los APRs. • No se requiere impulsión de 11,6 km. • Catripulli trata sus propias AS. 	<ul style="list-style-type: none"> • PTAS catripulli ubicada en zona de inundación. • Operación y mantención de dos PTAS.
Localizados por sector	<ul style="list-style-type: none"> • Administración separada de los APRs. • No se requiere impulsión de 11,6 km. • Catripulli trata sus propias AS. • Menor cantidad PEAS. 	<ul style="list-style-type: none"> • PTAS catripulli ubicada en zona de inundación. • Operación y mantención de cinco PTAS.

Tabla 7: Comparación técnica - operacional de la ubicación de las plantas de tratamiento.

Ubicación de PTAS	Sector	Ventajas	Desventajas
Catripulli	Loma Cortada	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno Municipal. • No requiere una impulsión de 3 km. 	<ul style="list-style-type: none"> • PTAS en zona inundable.
	Piscicultura	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación fuera del área urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno Privado. • Impulsión de 3 km.
Curarrehue		No presentan diferencias significativas.	

Otras de las alternativas que surgieron para la red de alcantarillado en el sector de **Catripulli**, dado sus problemas topográficos y la presencia de napa superficial, es la de un sistema de alcantarillado al vacío. Este sistema, como el que se presenta en la Figura 27, tiene como principio el uso de presión negativa de aire al interior de la red. Las aguas se recolectan de forma gravitacional, en grupos de entre 4 a 6 viviendas en un cámara de recolección, y luego son impulsadas a la PTAS mediante la acción de una estación de vacío, que remueve el aire presente en las tuberías para transportar las aguas servidas.

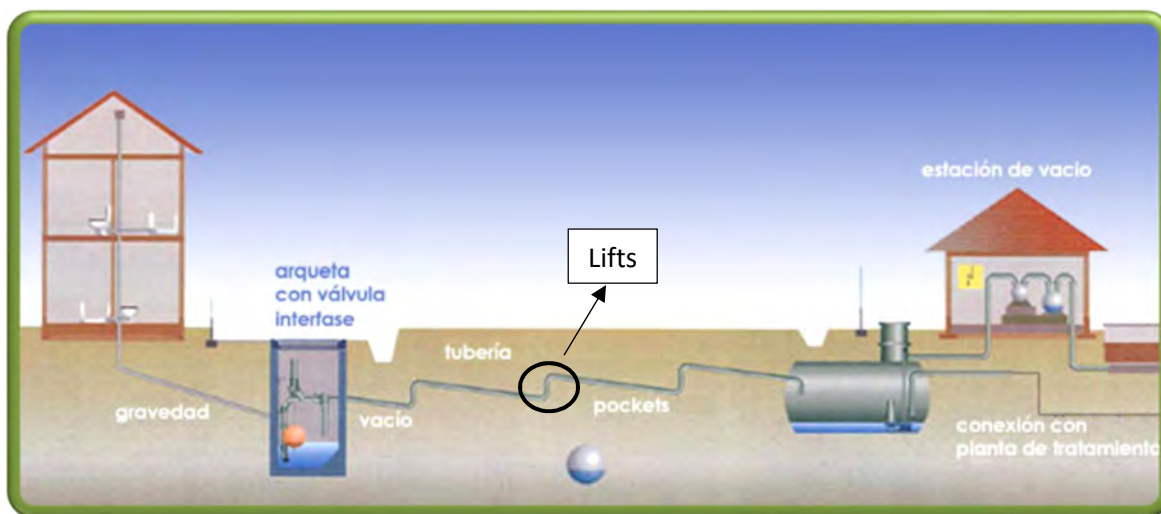


Figura 27: Sistema de alcantarillado al vacío.

Este sistema presenta diversas ventajas, entre ellas que es un sistema que puede ser dispuesto de forma casi superficial, ya que a diferencia del sistema gravitacional la profundización de las redes a medida que se avanza en la dirección del flujo se sortea con singularidades denominadas “lifts”, sin embargo, presenta desventajas importantes, tales como el alto costo inversión y de operación, lo que incide directamente en las tarifas de los usuarios. Por otro lado, existen pocas experiencias en Latinoamérica, por lo que es difícil verificar su resultado a nivel local. A continuación, se presenta un cuadro resumen con las principales ventajas y desventajas del sistema:

Tabla 8: Principales características del sistema de alcantarillado al vacío.

Ventajas	Desventajas
Se adaptan a cualquier terreno	Económicamente competitivo solo en terrenos con geografía particular
Sistema completamente hermético	Dependen mucho del correcto funcionamiento de la estación de vacío
Se pueden conectar 6 viviendas por cámara	No existen restricciones de conexión por tramo de red
Rápida detección de infiltración por la variación de presión en la red	Difícil detección de infiltraciones
	Pocas experiencia en latinoamérica
	Sistema debe ser importado en su totalidad

6.3.4. Evaluación Económica.

La evaluación económica de las alternativas se realiza considerando dos criterios de evaluación:

1. Costos sociales de implementación del Proyecto (Inversión por beneficiario, VAC y CAE), y
2. Tarifas a pagar por los usuarios del futuro servicio de alcantarillado, asociado a los costos de operación, mantenimiento y administración del sistema.

6.3.4.1. Inversión Neta.

Para estimar la inversión neta del proyecto se reparten las obras entre 12 ítems o partidas, las que son estimadas en planillas de cálculo de diseño desarrolladas por la consultora en proyectos de alcantarillado a nivel de ingeniería de detalle. En estas planillas, y para este caso, se realizan ciertas consideraciones especiales dado que corresponde a un proyecto a nivel de prefactibilidad, como el considerar una profundidad media de los colectores con respecto al terreno, y ubicaciones con un nivel de detalle acorde al estudio de prefactibilidad.

La valorización de los precios unitarios se realiza en base a proyectos similares desarrollados por la consultora, tanto en ubicación geográfica como en dimensiones de alcantarillado. Sumado a ello, también se considera como referencia el presupuesto de construcción del proyecto de la nueva red de agua potable de Curarrehue, y valores asociados a cotizaciones realizadas en ciertas partidas.

A continuación, se pasa a detallar cada una de estas 12 partidas:

- I. Obras Provisorias e instalaciones de Faenas: En esta partida se incluyen todas las obras previas necesarias para el inicio de la ejecución como tal del proyecto. Destacan las obras provisorias del proyecto, el aseo y despeje del terreno.
- II. Movimiento de Tierra: Se incluyen todos aquellos ítems que tengan relación con la remoción, manejo y disposición de tierra con respecto solamente a la red de alcantarillado. Este ítem incorpora las excavaciones de tierra, el escarpe de material, los rellenos, el retiro de excedentes y las entibaciones. Es la partida con mayor peso dentro de la evaluación de inversión.
- III. Obras de Instalación de Tuberías: Esta partida considera el suministro, transporte y colocación de los colectores de HDPE PN10 de la red de alcantarillado. Corresponde a la tercera partida con mayor peso dentro de la evaluación de la inversión, detrás del movimiento de tierra y la PTAS.
Para la estimación de los precios unitarios del suministro de las redes, se realizaron cotizaciones a empresas especializadas en el área, obteniendo respuestas favorables de una de ellas. Estos valores fueron contrastados con los valores referenciales de otros proyectos.
- IV. Obras de Hormigón: Se incluyen todas aquellas obras especiales que se requiere materializar en hormigón, como lo son las cámaras de inspección, elementos de hormigón para cámara de rejillas, entre otros.

- V. Rotura y Reposición de Soleras: Esta partida considera todos los elementos para la rotura, remoción y reposición de las **soleras** que se requieren intervenir en la ejecución de las obras.
- VI. Rotura y Reposición de Calzada: Esta partida considera todos los elementos para la rotura, remoción y reposición de las **calzadas** que se requieren intervenir en la ejecución de las obras.
- VII. Otras obras viales: Se consideran todos los atravesos a rutas viales.
- VIII. Cámaras y uniones domiciliarias: Este ítem considera la inversión por cada una de las uniones domiciliarias (UD) de los beneficiarios del proyecto, además de la respectiva cámara de conexión.
- IX. Planta(s) elevadora (s) de AS de disposición: Se consideran todos los costos asociados al suministro e instalaciones de las PEAS, a nivel de prefactibilidad.
- X. Impulsión de disposición: Esta partida incluye todas las obras de movimiento de tierra e instalación de tuberías de las impulsiones de disposición, además de otras obras menores.
- XI. Planta de tratamiento de Aguas Servidas: Este ítem considera el diseño, montaje y puesta en marcha de la PTAS para el tratamiento de las aguas servidas asociada a la red de alcantarillado. Además, en las opciones de solución que considera la ubicación de la planta en terrenos privados (PTAS en Curarrehue y/o PTAS Piscicultura) se incorpora la compra de un paño de ellos para el emplazamiento de la PTAS.
- La evaluación económica de las PTAS se obtiene a partir de cotizaciones realizadas a empresas especialistas en el diseño de plantas de tratamiento. De las variadas cotizaciones que se realizaron, solo se obtuvo respuesta de 2 empresas: La primera desarrolla plantas del tipo STAM, que corresponde a un tratamiento secundario, y la segunda empresa desarrolla plantas del tipo SBR con un tratamiento terciario. En el Anexo 2 se presentan las cotizaciones de las plantas de tratamiento.
- Para el caso de Curarrehue y Catripulli, se dimensionan para el escenario del año 20 utilizando los parámetros que se presentan en la Tabla 3 y considerando las nuevas villas que se van a incorporar con la actualización del nuevo plano regulador de la comuna.
- XII. Soluciones Particulares: Este ítem considera la instalación de soluciones particulares del tipo fosa séptica con infiltración por drenes, para todos aquellos beneficiarios dentro del área de estudio que no se puedan conectar a la red de alcantarillado.

A raíz de la ubicación de la napa en el sector de Catripulli, la que se encuentra muy cercana a la superficie, y dado los problemas constructivos que esto puede originar es que se mayor en un 30% las siguientes partidas en el presupuesto del sector (**Solo en Catripulli**): Partidas II, III, VIII y X. Este porcentaje se calcula en base a la experiencia de la consultora en este tipo de proyecto y consultas técnicas realizadas a diversos especialistas del rubro.

En la Tabla 9 se presenta los valores obtenidos de la cubicación desarrollada para las principales partidas presupuestarias. Se puede notar, por ejemplo, que las opciones que presentan un menor movimiento de tierra y extensión de la red de alcantarillado (en verde) coinciden con las de menor número de UD's.

Tabla 9: Principales características de los sistemas de alcantarillado, por opción evaluada.

Ítem	Alternativa 1		Alternativa 2			Alternativa 3		
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Movimiento de Tierra (m ³)	214.392	173.639	191.984	173.639	164.333	191.984	173.639	164.333
Extensión Colectores (km)	33,8	26,5	29,8	26,5	24,9	29,8	26,5	24,9
Nº PEAS	8	7	7	6	7	6	5	6
Largo (km) Impulsiones	14,5	13,6	3,0	2,1	5,5	1,8	1,0	4,3
Nº PTAS	1	1	2	2	2	4	4	4
Nº Uniones domiciliarias	1.345	1.278	1.320	1.278	1.258	1.320	1.278	1.258
Nº Soluciones Particulares	-	67	25	67	87	25	67	87

Se presenta a continuación, los valores de inversión neta, a nivel de prefactibilidad, obtenidas para cada una de las alternativas evaluadas, detallado considerando los principales ítems presupuestarios:

Se puede notar en las Figura 28 y Figura 29 que la solución con una menor inversión neta corresponde al caso 2 de la alternativa 2, la que presenta 2 sistemas de alcantarillado, uno para Catripulli y uno para Curarrehue, con sus respectivas PTAS individuales. Notar además que, para el caso de los sistemas colectivos, la solución óptima es el caso 2 y para los sistemas localizados la solución óptima es el caso 2.

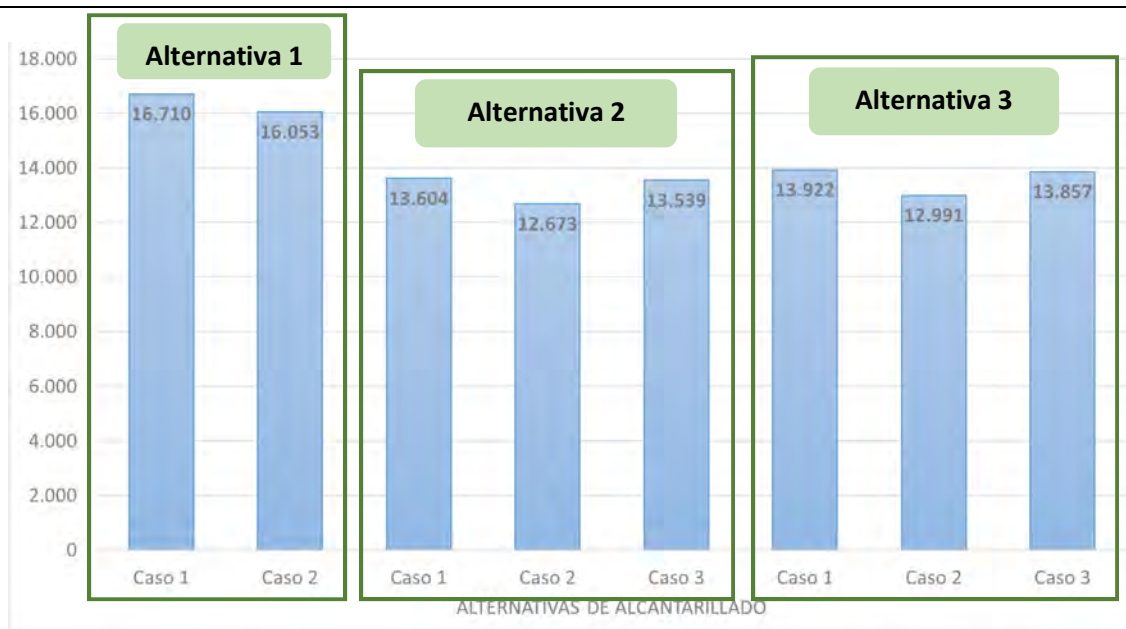


Figura 28: Inversión Alcantarilla con PTAS SBR, en millones de pesos.

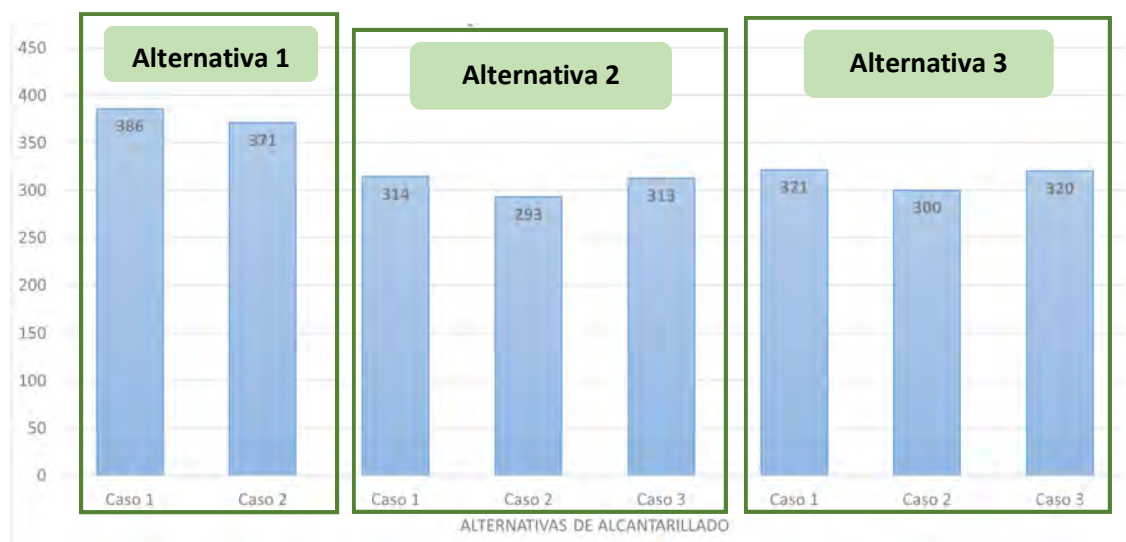


Figura 29: Inversión alcantarillado con PTAS SBR, en UF por vivienda beneficiada.

En las Figura 28 y Figura 29 se realizó la evaluación considerando una PTAS con un tratamiento del tipo terciario. En el caso de la localidad de Catripulli, donde podría proponerse una planta del tipo secundario, los costos de inversión disminuirían en las alternativas 2 y 3 (en un 2% aproximadamente).

El detalle del cálculo de la inversión neta se presenta en el Anexo 3.

6.3.4.1. Inversión Social.

La inversión social se determina utilizando los resultados de la inversión neta del proyecto y aplicando la metodología de inversión del Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Esta metodología

consiste en valorizar y separar el costo de inversión en 2 ítems: por un lado, se tiene el costo social de la mano de obra (CSMO), que corresponde al costo de oportunidad en que incurre la sociedad por la contratación de mano de obra en proyectos públicos, y por el otro lado se tiene el costo social de los materiales (CSM), que corresponde a la diferencia entre el costo de inversión neta y el costo social de la mano de obra. A su vez, el CSMO se diferencia en 3 subcategorías: Mano de obra Calificada (MOC), Mano de obra semiCalificada (MOSC) y Mano de obra No Calificada (MONC). A continuación, se presenta un diagrama con la metodología:

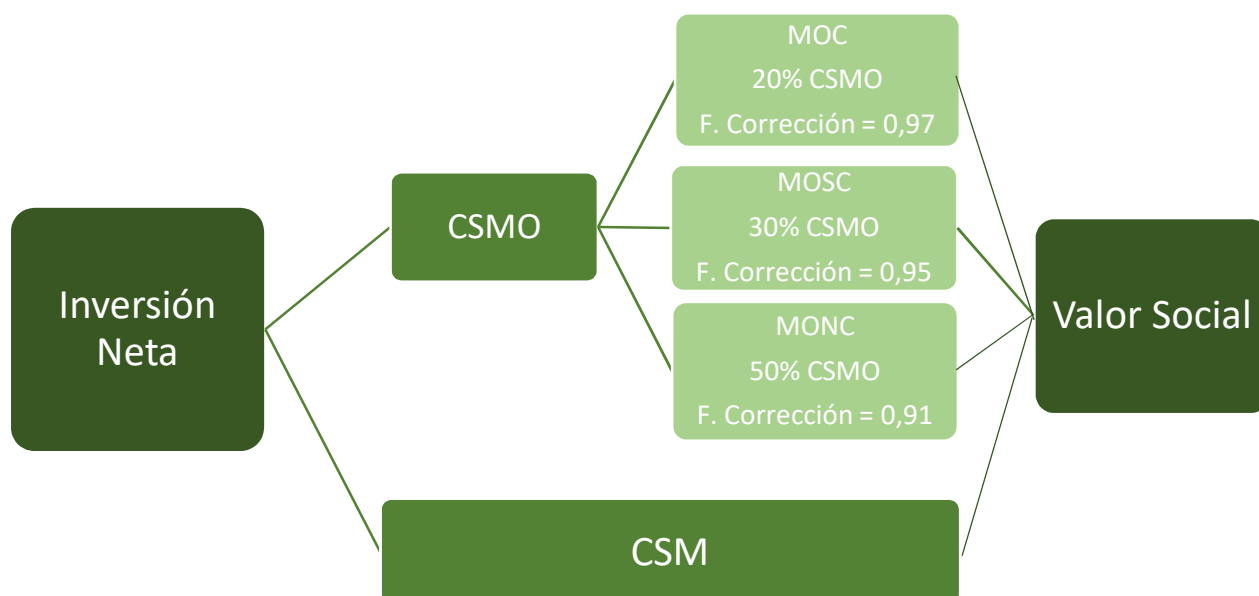


Figura 30: Diagrama calculo valor social del proyecto.

En la Figura 31 se presentan los resultados de la inversión social. Se puede notar que la opción que presenta una mayor rentabilidad social (menor inversión social) es para la alternativa 2.

A partir de estos resultados, y considerando un horizonte de evaluación de 20 años, se estiman otros indicadores como el valor actual de costos (VAC) y el costo social equivalente (CAE), ambos utilizando como base la inversión social.

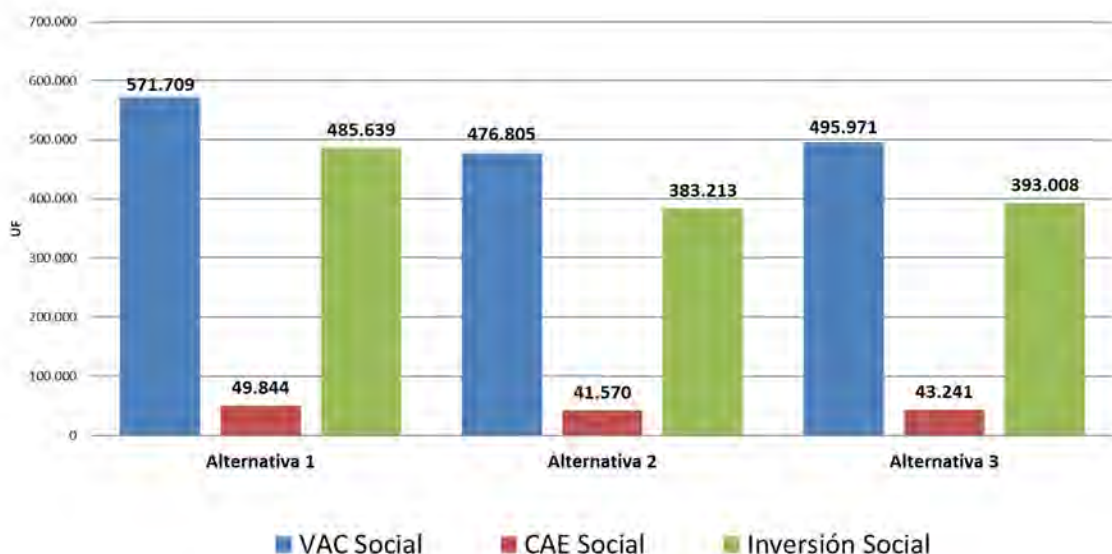


Figura 31: Resultados de la evaluación social de alternativas.

El detalle del cálculo de la inversión social de las 8 opciones se presenta en el Anexo 4.

6.3.4.2. Tarifas.

La metodología utilizada para el cálculo de tarifas divide los costos totales anuales en 3 grandes ítems: Costos de operación, administración y mantenimiento. El detalle de cada uno se presenta a continuación:

1. **Costos de Operación:** Corresponden a los costos asociados por el consumo de energía eléctrica y la mano de obra directa. Este ítem aporta **en promedio** el 82% de los costos totales anuales del sistema.

La energía eléctrica consumida considera el aporte de la(s) PTAS, tanto para la línea de tratamiento como el alumbrado del recinto, y la(s) PEAS. El consumo energético de la(s) PTAS se obtiene a partir de las propuestas presentadas por las empresas especialistas en el diseño de estas plantas (SBR Y STAM). Para la(s) PEAS, la energía consumida se calcula a partir de la altura geométrica del sistema, el caudal y la eficiencia de la bomba, que para sistema de aguas servidas corresponde a un 65%.

Los valores de consumo de energía eléctrica se calcularon a partir de las tarifas eléctricas definidas por la empresa CGE, empresa responsable del servicio en la comuna, **al mes de mayo del 2022**.

En el caso de la mano de obra directa, se considera el pago de sueldos para el o los operadores, tanto encargado como de respaldo, y la(el) secretaria(o). El sueldo del operador se fija en el monto de \$900.000 brutos, prorrateados según la dedicación del mismo. En el caso de la secretaria se considera un sueldo bruto de \$300.000 y un trabajo de media jornada.

2. **Costos de Administración:** Este ítem considera los gastos asociados a la contabilidad de los costos e ingresos del sistema, y también otros varios como documentos (boletas y

facturas), materiales de oficina y transporte. Este ítem aporta **en promedio** el 3% de los costos totales anuales del sistema.

3. **Costos de Mantenimiento:** Corresponde a los costos asociados a la mantención de la(s) PTAS, la(s) PEAS y la red de colectores. Este ítem aporta **en promedio** el 15% de los costos totales anuales del sistema.

Sumado a los costos totales anuales se considera un fondo de reposición que tiene por objetivo ser un fondo de reserva frente a cualquier falla o imprevisto que interfiera en el normal funcionamiento del sistema, como por ejemplo un reemplazo de bombas de emergencia u otro similar. En definitiva, los costos finales presentan un aporte del 85% correspondiente a los costos totales anuales y un 15% del fondo de reposición.

El cálculo de la tarifa a pagar por los usuarios se determina considerando los costos finales y la cantidad total de beneficiarios a cancelar por el uso del sistema. Este cálculo se puede realizar considerando 2 métodos: En el primero se utiliza una tarifa del tipo fija + variable, en donde los costos fijos corresponden a los costos de administración y mano de obra directa, y el resto corresponde a costos variables. En el segundo método se utiliza una tarifa solo del tipo variable, que considera que todos los costos son variables.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de las tarifas de las opciones presentadas en la Tabla 1. Estos resultados se presentan considerando una tarifa del tipo fija+variable, y un consumo promedio de 15 m³.

En la Figura 32 se presentan las tarifas del sistema de alcantarillado para las alternativas presentadas en la Tabla 1, considerando en todos los casos una planta del tipo SBR. En este caso se presentan estas soluciones dado que según los resultados de las Figura 28 y Figura 29 son las que presentan una menor inversión neta, entre el tipo de sistema de alcantarillado que presentan (Conjunto, separado, localizado).

Se puede notar que según las tarifas la opción más conveniente es alternativa 1, donde dado que se suman la cantidad de clientes de todos los sectores el costo por beneficiario baja considerablemente a diferencia, por ejemplo, con los casos de Puala y Pichicurarrehue en la alternativa 3.

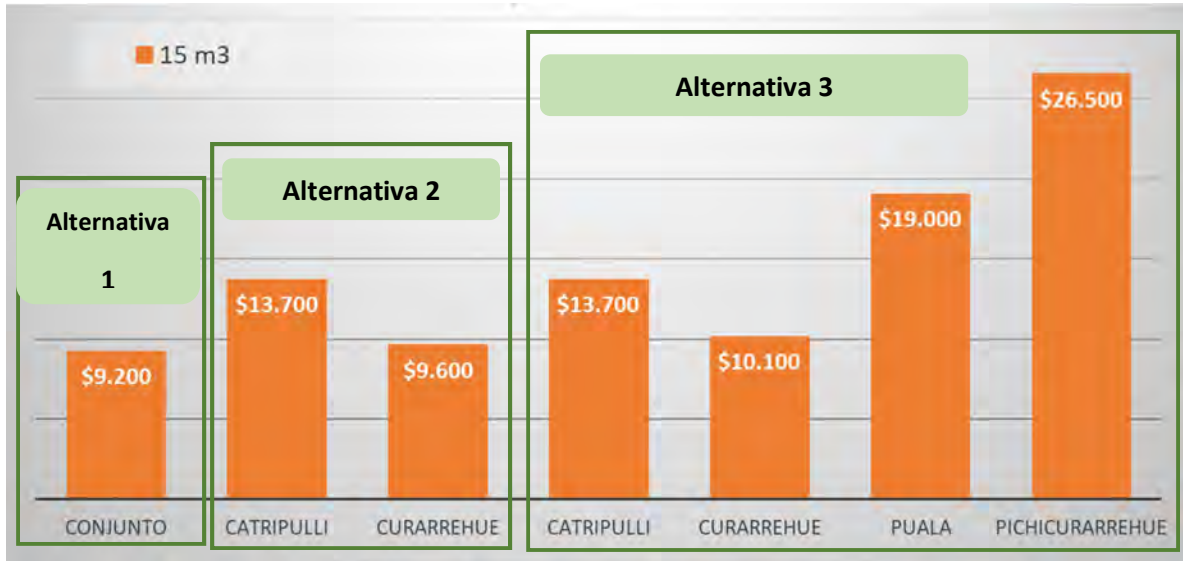


Figura 32: Tarifa de alcantarillado, en pesos, de las diferentes alternativas.

Con respecto a la ubicación de la planta de tratamiento, en el caso del sector de Curarrehue las tarifas no varían significativamente con respecto a cualquiera de las 4 alternativas que se presentan en la Figura 7. Por el contrario, en el caso del sector de Catripulli se generan diferencias importantes entre ubicar la planta en el sector de Loma Cortada o en el sector de las Pisciculturas,

En la Figura 33 se presentan los resultados del cálculo de las tarifas de ambas opciones, donde se puede notar un incremento de más de \$2.400 en la tarifa considerando la ubicación en el sector de las Pisciculturas.



Figura 33: Tarifa de alcantarillado, en pesos, para la alternativas de ubicación de PTAS en Catripulli.

En relación al tipo de tratamiento a implementar para las aguas servidas, y dado los criterios adoptados en la reunión con los representantes del ministerio de medio ambiente, en el sector de Catripulli existe **la opción** de utilizar un sistema de tratamiento del tipo secundario, bajando la exigencia inicial de un sistema del tipo terciario. Para comparar ambos, en la Figura 34 se presentan las tarifas de estos tipos de tratamiento calculados en base a la información entregada

en las cotizaciones realizadas a las distintas empresas que desarrollan estas plantas. Se puede notar que el tratamiento secundario presenta una baja de \$1.900 con respecto a la solución con tratamiento terciario, lo que se traduce en una reducción del 22% en la tarifa.

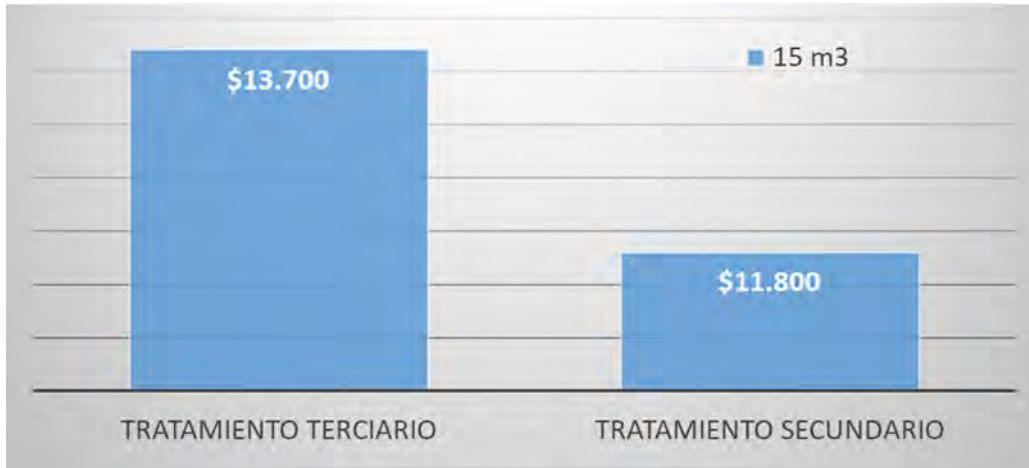


Figura 34: Tarifa de alcantarillado, en pesos, de la opción 4 considerando tratamiento terciario y secundario.

En la figura anterior se calcula la tarifa del tratamiento secundario considerando una PTAS del tipo STAM. En la Figura 35 se presenta una comparación de la tarifa de la tecnología STAM con respecto a las otras 4 opciones de tratamiento secundario presentadas en el estudio. Esta comparación de tarifas se realiza considerando los valores presentados por la consultora en otros proyectos similares.



Figura 35: Tarifa alcantarillado para distintos tipos de tecnología de PTAS.

El detalle del cálculo de tarifas se presenta en el Anexo 5.

Finalmente, se realiza un análisis de la tarifa de un sistema de alcantarillado al vacío versus un sistema de recolección gravitacional, ambos considerando un tratamiento secundario tipo STAM. En la Figura 36 se observa que el sistema de alcantarillado al vacío, independiente del tipo de tratamiento, aumentan los costos en aproximadamente 2.500 pesos por beneficiario, lo que a priori podría hacer menos autosustentable el proyecto.



Figura 36: Tarifa alcantarillado para sistema al vacío.

6.3.5. Alternativas de Financiamiento de terrenos.

A partir de las diversas alternativas de solución para la ubicación de las PTAS que se plantearon en el presente informe, se pueden determinar 2 vías para disponer de estos terrenos

- 1) Terreno para PTAS Catripulli: El terreno considerado es un terreno Municipal, por lo tanto se debe realizar el proceso de subdivisión del predio para definir la porción de terreno a destinar a equipamiento sanitario, para el emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). Se considera un terreno de 1há.
- 2) Terreno para PTAS Curarrehue: El terreno considerado es de un privado, por lo que en el caso de los terrenos particulares, como los que se presentan en las Figura 7 y Figura 9, el municipio debe gestionar la compra del terreno a su nombre.

La adquisición de terrenos, el Municipio la puede realizar mediante fondos propios, o mediante la postulación a fondos de la SUBDERE, de acuerdo a los procedimientos que se indican en la Guía Operativa del Programa de Mejoramiento de Barrios, aprobada mediante Resolución Exenta N°638 del 19 de enero de 2022. Esta guía indica en su punto VI.4 Adquisición de terrenos, que “en la elaboración y/o ejecución de un proyecto, resulta en muchos casos necesaria la adquisición de un terreno para soluciones sanitarias, centros de transferencia, rellenos sanitarios y vertederos, centros de acopio, valorización de residuos sólidos, y similares domiciliarios, disposición final de escombros, para fines deportivos, recreativos (plazas y parques) y cementerios. También para emplazar sondajes, estanques, planta elevadora y/o de tratamiento de agua potable y aguas servidas....”

La documentación mínima requerida es la siguiente:

- Oficio Conductor

- Ficha de postulación PMB
- Tasación fiscal o certificado de avalúo fiscal emitido por el SII y certificado de deuda de la TGR
- Tasación comercial (idealmente bancaria)
- Escritura de promesa de compraventa
- Informe legal
- Informe técnico de la DOM que respalde que el terreno cumple con las características adecuadas para el fin que se le quiere destinar
- Presupuesto detallado, incluyendo valor del terreno, gastos notariales y de inscripción.
- Certificado de informaciones previas y certificado de número.
- Informe del SAG, si el terreno está fuera del radio urbano.
- Certificado de afectación de utilidad pública
- Factibilidad de luz
- Informe técnico favorable SERVIU
- Informe técnico favorable Seremi de Vivienda
- Subir al sistema el proyecto de diseño como el de ejecución y señalar ambas fuentes de financiamiento.
- Oficio del Alcalde

El detalle completo del procedimiento se encuentra en el punto VI.4 Adquisición de terrenos de la Guía Operativa del Programa de Mejoramiento de Barrios, aprobada mediante Resolución Exenta N°638 del 19 de enero de 2022.

6.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se encuentra contenida en el análisis multicriterio, en particular en el ítem 6.3.4, donde se consideran los costos sociales de implementación del Proyecto (Inversión por beneficiario, VAC y CAE), y tarifas a pagar por los usuarios del futuro servicio de alcantarillado, asociado a los costos de operación, mantenimiento y administración del sistema.

6.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.

6.5.1. Opción recomendada.

A partir del análisis realizado en el presente informe y en base a los resultados de las evaluaciones social, ambiental, técnico – operacional y económica de las 8 opciones presentadas, la solución recomendada para el sistema de alcantarillado del área de estudio corresponde a **el caso 2 de la alternativa 2** que plantea el diseño y construcción de **2 sistemas de alcantarillado por separado**, uno para Catripulli que considera el sector de angostura (que es parte del APR Catripulli), Catripulli y Correo Viejo, y el otro para Curarrehue que considera el sector de Puala, Curarrehue Urbano y Pichicurrarehue. Esta opción contempla soluciones particulares para los sectores de Casa de Lata y Santa Helena en el alcantarillado de Catripulli, y para el sector de Angostura (que es parte del APR Curarrehue) en el alcantarillado de Curarrehue.

Con respecto a las plantas de tratamiento de aguas servidas PTAS, en el alcantarillado de Catripulli se considera su emplazamiento en el sector de Loma Cortada, tal como se presenta en el plano P0552_E4_AS_ALT2_L09, y en el alcantarillado de Curarrehue se considera su emplazamiento en los terrenos colindantes a la cancha el Bosque, tal como se muestra en el plano P0552_E4_AS_ALT2_L18 Este último emplazamiento es netamente referencial, ya que en la etapa 5 del estudio se definirá en cuál de los 3 terrenos colindantes se podrá emplazar la PTAS.

Con respecto al sistema de tratamiento, la solución recomendada es un sistema del tipo secundario para Catripulli y uno terciario para Curarrehue, tal como se presenta en la Figura 37. En caso que finalmente producto de la aprobación del plan de descontaminación del lago Villarrica no se acepte el implementar un sistema secundario para Catripulli, se recomiendan sistemas terciarios para ambos sectores, tal como se muestra en la Figura 38.

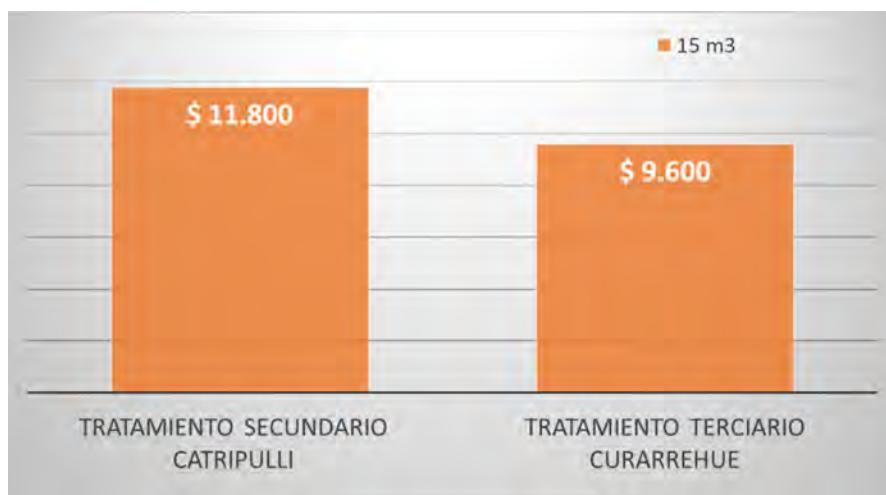


Figura 37: Tarifa Alcantarillado, en pesos, tratamiento secundario Catripulli y terciario Curarrehue.

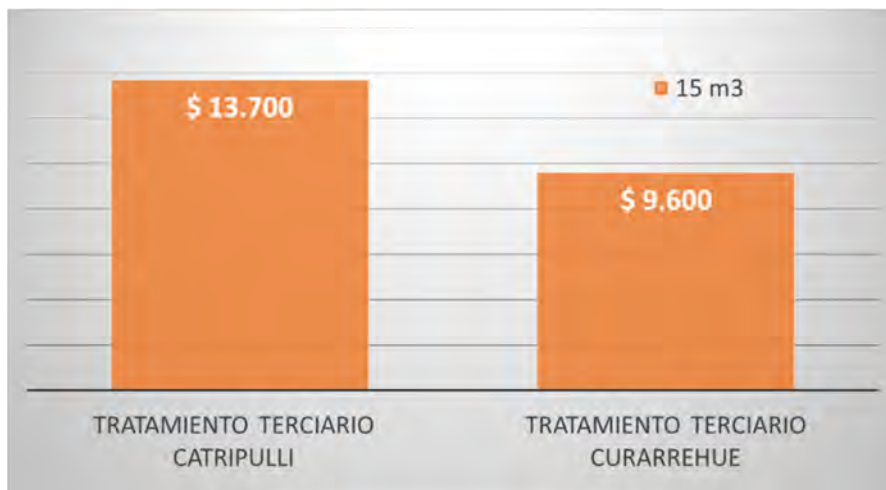


Figura 38: Tarifa Alcantarillado, en pesos, tratamiento terciario-Catripulli y Curarrehue.

Con respecto a los sistemas de tratamiento secundarios, se recomienda implementar un sistema del tipo STAM a partir de lo siguiente:

1.- Tal como se presentó durante el segundo proceso de participación ciudadana (PAC N°2) las plantas tipo STAM presentan diversas ventajas y desventajas técnicas con respecto a las otras opciones de plantas del tipo secundario, tal como se presenta en la Tabla 10, pero que en general es la más equilibrada en estos aspectos de las 5 opciones.

Tabla 10: Comparación técnica de las opciones de PTAS.

Planta de Tratamiento	STAM	Lodos Activados	Lombifiltro	Biodiscos	Humedales
Superficie Requerida	●	●	▲	●	◆
Flex. Operacional	●	●	◆	◆	◆
Impacto Visual	▲	▲	▲	▲	●
Capacitación Operador	▲	◆	●	▲	●

2.- Durante las visitas a terreno, de las 3 plantas del tipo secundario visitadas por la comunidad la que obtuvo los comentarios más positivos a partir de los visitantes fue la planta tipo STAM, ya que no presentaba ningún vector sanitario en el momento de la visita, y su operación (y mantención) es más sencilla que las otras plantas, aspecto muy valorado por la comunidad según las opiniones emanadas en el segundo proceso de participación ciudadana.

3.- Tal como se presenta en la Figura 35, la tarifa de esta tecnología está en un rango medio dentro de las 5 opciones de tratamiento secundario.

En conclusión, si bien esta tecnología no es tan económica en términos de tarifa como un humedal o un lombifiltro, requiere una superficie considerablemente menor que estas dos plantas y permite operar con variaciones de carga orgánica en el caudal afluente a la planta, propiedad importante que no presentan ni los lombifiltros y menos los humedales. Por estas razones, además de las opciones de la comunidad, es que se sugiere implementar este tipo de tecnología.

6.5.2. Plan de mitigación de descargas existentes.

Con el fin de desarrollar un plan de mitigación de las descargas existentes, a continuación se plantean las dos opciones que se sugieren para el correcto cierre de ellas:

1. **Para aquellas descargas que vierten las aguas servidas sobre terreno natural**, se sugiere que una vez cerradas las descargas y en un plazo de 30 días, se realice una limpieza de basura y/o elementos no biodegradables del entorno donde se realizaban las descargas, para posteriormente plantar algún tipo de flora nativa de la zona, a definir por la empresa encargada del diseño. A su vez también colocar un tapón en la tubería expuesta, y tapar con material de relleno de los alrededores.
2. **Para aquellas descargas que vierten directamente sobre el pelo de agua del río**, se sugiere que una vez cerradas las descargas y en un plazo de 30 días, se remueva el tramo de tubería que emerge desde la superficie de terreno, colocar un tapón en la tubería que quede expuesta, y luego tapar con el mismo material de relleno de los alrededores

6.5.3. Recomendaciones finales para diseño.

Finalmente, se presentan varios detalles a considerar para el desarrollo de la etapa 5 del presente estudio y el proyecto de ingeniería de detalle de la solución escogida:

- En el sector de Catripulli, para la conexión del colector II con la PTAS en Loma Cortada se requiere de un paso de servidumbre de 550 metros aproximadamente y así conectar de manera gravitacional el colector a la planta, tal como se muestra entre los planos P0552_E4_AS_ALT2_L09 y P0552_E4_AS_ALT2_L1. En caso de no conseguir tal servidumbre, se debe contemplar el diseño de una nueva PEAS para impulsar las aguas servidas al colector III.
- Caso similar ocurre con el colector IX, ubicado en el sector de Correo Viejo, que requiere un paso de servidumbre de 200 metros aproximadamente y así conectar de manera gravitacional el colector a la planta, tal como se muestra en el plano P0552_E4_AS_ALT2_L09.
- En el sector de Curarrehue, para la conexión del colector VII con la cañería 5-VII se requiere de un paso de servidumbre de 290 metros aproximadamente, tal como se muestra en el plano P0552_E4_AS_ALT2_L20. En caso de no conseguir tal servidumbre, se debe contemplar el diseño de una nueva PEAS para impulsar las aguas servidas al colector XII.
- Es importante aclarar que el colector VII, que comienza en el sector de Puala, no se conecta directamente con el colector XII en la ruta CH199, dado que la profundidad que alcanzarían las cámaras de inspección sería mayor a los 8 metros.
- La planta de tratamiento de tratamiento en el sector de Catripulli se ubica en zona inundable, definida a partir del estudio de Comportamiento hidrológico de la cuenca del río Trancura y sus afluentes (2021), presentados en la etapa 1 del estudio.

A raíz de este riesgo, es necesario que en la etapa de ingeniería de detalle se diseñen todas las obras necesarias para la protección de la PTAS frente a posibles eventos de crecidas e inundación de la zona.

- Para la evaluación de las tarifas, presentadas en el punto 6.3.4.2., no se consideró el efecto de la existencia de un sistema de agua potable, por lo que ciertos ítems de esta evaluación pueden disminuir y permitir rebajar, en cierto porcentaje, las tarifas de los usuarios.
- Si bien no es parte del proyecto y diseño de la opción escogida, ya que es parte del alcantarillado que se va a conservar, se requiere regularizar el estado de la servidumbre que descarga en la avenida El estadio esquina Claudio Elgueta, y que cruza un particular sin una servidumbre de paso. Esta servidumbre por regularizar se presenta en el plano P0552_E4_AS_ALT2_L18 y tiene una longitud de 140 metros aproximadamente.

6.6. REUNIONES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA (PAC N°3).

El tercer proceso de participación ciudadana tenía los siguientes objetivos:

1. Difundir a la comunidad los resultados del estudio.
2. Promover un espacio para la toma de decisiones y validación de éstos con la comunidad.

Se realizaron 2 reuniones (martes 28 y jueves 30 de junio) con el fin de promover la asistencia de una mayor cantidad de personas de la comuna. El calendario consensuado con el municipio fue el siguiente:

1. Martes 28, 17:00 horas Aldea Intercultural Trawupeyün, Equipo Medioambiental de la organización Koyawtün
2. Jueves 30, 17:00 horas en sector Catripulli (Sede APR).

6.6.1. Convocatoria.

Para la convocatoria a las actividades se prepararon dos invitaciones distintas (Anexo 6) las que fueron enviadas vía correo electrónico (92 contactos) y/o WhatsApp (123 contactos). Los convocados fueron personas que ya habían participado de alguna actividad durante el desarrollo de la prefactibilidad, personas que hubieran participado en reuniones de PAC del Plan de Descontaminación del Lago Villarrica y contactos que puso a disposición el Municipio para estos fines (Anexo 7).

Paralelamente se convocó a través de las radios locales de Joaquín Esparza, Sonia Hermosilla y Gastón Arriagada. La DIMAO convocó a través de sus redes sociales:

 <p>Dimao Kurarewe 28 jun. · 🌐</p> <p>Información Importante</p> <p>Hoy martes 28 de junio a las 17 Hrs. importante Reunión para dar a conocer los alcances y valores de la solución sanitaria para Curarrehue. Es muy importante la asistencia de los ciudadanos para conocer en profundidad el alcance de las medidas.</p> <p>Municipalidad de Curarrehue</p> <p>DIMAO Kurarewe Municipalidad de Curarrehue Abel Paine filo Barriga Marisol Marillanca S Nayadeth Contreras Daniel Parra Calabrano Beatriz Carinao Ángel Cesar Carrasco Jimenez Sonia Sabugal</p>  <p>La Municipalidad de Curarrehue, a través de su alcalde Abel Paine filo Barriga, quiere invitarlo a Usted a la última reunión sobre el Estudio De Prefactibilidad Para Definir Solución Al Déficit Sanitario De Curarrehue.</p>	 <p>Dimao Kurarewe 28 jun. · 🌐</p> <p>Información Importante.</p> <p>Jueves 30 de junio a las 17 Hrs. importante Reunión para dar a conocer los alcances y valores de la solución sanitaria para Catripulli. Es muy importante la asistencia de los ciudadanos para conocer en profundidad el alcance de las medidas.</p> <p>Municipalidad de Curarrehue</p> <p>DIMAO Kurarewe Municipalidad de Curarrehue Abel Paine filo Barriga Marisol Marillanca S Ángel Cesar Carrasco Jimenez Nayadeth Contreras Beatriz Carinao Daniel Parra Calabrano Sonia Sabugal</p>  <p>La Municipalidad de Curarrehue, a través de su alcalde Abel Paine filo Barriga, quiere invitarlo a Usted a la última reunión sobre el Estudio De Prefactibilidad Para Definir Solución Al Déficit Sanitario De Curarrehue.</p>
--	--

6.6.2. Reuniones.

Se realizaron las dos reuniones planificadas con una asistencia de 41 personas en total (Anexo 8).



Figura 39: Reunión Aldea intercultural Trawupeyun, Curarrehue.



Figura 40: Reunión Sede APR, Catripulli.

A la fecha se ha logrado una participación de 201 personas en las distintas actividades ciudadana realizadas entre la Etapa 1 y la Etapa 4, sin considerar al equipo consultor (Anexo 9). Esta participación se divide en 45% hombres y 55% mujeres.

A modo de resumen se puede presentar el siguiente desglose por actividad:

Tabla 11: Asistencia participaciones ciudadanas N°1, N°2 y N°3.

Actividad	Hombres	Mujeres	TOTAL
14.07.2021, 10:00 hrs. Complejo MFVS	6	5	11
14.07.2021, 12:00 hrs. Complejo MFVS	5	5	8
14.07.2021, 14:30 hrs. Complejo MFVS	1	4	5
14.07.2021, 16:00 hrs. Complejo MFVS	2	5	7
15.07.2021, 14:00 hrs. Catripulli	8	4	12
20.07.2021, 18:30 hrs. Virtual	9	15	24
27.07.2021, 17:00 hrs. Virtual	10	13	23
16.08.2021, 09:00 hrs. Koyawtün	3	3	6
17.08.2021, 15:30 hrs. Angostura	0	4	4
18.08.2021, 16:00 hrs. Puala	18	10	28
19.08.2021, 11:00 hrs. Complejo MFVS	6	4	10
19.08.2021, 15:30 hrs. Pichicurrehue	10	5	15
19.08.2021, 18:00 hrs. Catripulli	8	7	15
20.08.2021, 10:00 hrs. Los Sauces	8	5	13
20.08.2021, 14:00 hrs. Santiago Calfual	6	8	14
20.08.2021, 11:00 hrs. Complejo MFVS	3	8	11
30.09.2021 Visita PTAS	6	6	12
01.10.2021 Visita PTAS	7	8	15
06.10.2021 16:00 hrs. Puala	7	10	17
06.10.2021 19:00 hrs. Angostura	0	3	3
07.10.2021 15:00 hrs.	0	9	9

Actividad	Hombres	Mujeres	TOTAL
Complejo MFVS			
07.10.2021 18:30 hrs. Pichicurrehue	4	4	8
08.10.2021 09:00 hrs. Koyawtün	3	2	5
08.10.2021 13:00 hrs. Santiago Calfual	3	4	7
08.10.2021 18:30 hrs. Catripulli	7	11	18
28.06.2022 17:00 hrs. Curarrehue	11	12	23
30.06.2022 17:00 hrs. Catripulli	8	10	18

6.6.3. Opiniones de la comunidad.

Si bien cada una de las reuniones cuenta con su propia Sistematización (Anexo 10), a continuación, se presenta un resumen de las principales inquietudes:

Tabla 12: Resumen opiniones reunión Curarrehue 28/07/2022.

CONSULTA	RESPUESTA
Qué pasa si no se llega a acuerdo en la reunión sobre la alternativa de PTAS propuesta por la consultora	No se puede continuar con las Etapa 5, 6 y 7 ya que todas las partes deben estar de acuerdo porque es una solicitud que pide que MDSyF para seguir con el paso siguiente que es la etapa de diseño del Proyecto de Alcantarillado y PTAS.
Posibilidad de que los sectores rurales puedan descargar las aguas servidas en sus PTAS	El estudio no contempla la descarga de las aguas servidas de los camiones limpia fosas. Si bien no se descarta, requiere un proceso adicional.
Razón de descartar el terreno de Pichicurrehue	Se analizó el terreno de Pichicurrehue, pero estaba el inconveniente de que en él se celebra el Guillatún y la Feria Walún. Además, el lugar de la feria Walún fue consignado por los vecinos como un sitio cultural y por ese motivo se sacó del catastro de terrenos disponibles para la instalación de la PTAS
Tamaño de la PTAS propuesta	Se calcula una hectárea, pero no significa que ese vaya a ser el tamaño de la planta, sino que se resguarda la distancia con la población cercana
Necesidad de trabajos para la actual red de alcantarillado que está obsoleta	El proyecto incluye la reposición de redes, salvo en los sectores nuevos
Estudiar terreno al otro	En ese sitio se realiza el Guillatún y que en las mismas reuniones la

CONSULTA	RESPUESTA
lado del río Trancura.	comunidad había pedido excluirlo; por otro lado, la ciudadanía pidió que la solución estuviera dentro de la población que será beneficiada y finalmente al analizar la variable económica se aprecia que cruzar el río encarece bastante la inversión y también se encarece la tarifa porque el río no se puede cruzar de forma gravitacional, sino que hay que impulsarla
La propuesta de la prefactibilidad está enmarcada dentro del Plan Regulador Comunal (PRC) que se está trabajando	Ambas consultorías (PRC y Prefactibilidad de PTAS) están en coordinación y la información ha sido compartida para ambas consultorías quedando así vinculadas.
La prefactibilidad considera un Estudio de Impacto Ambiental	El EIA o la DIA debe ser considerado, en el diseño de ingeniería
Estimación de la cantidad de biomasa que se va a incorporar al río	La prefactibilidad debe asegurar que el proyecto cumpla con la normativa ambiental que define los límites máximos para cada uno de los parámetros contenidos en el agua tratada que se está descargando.

Tabla 13: Resumen opiniones reunión Catripulli 30/06/2022.

CONSULTA	RESPUESTA
Por qué hay que quedar sujetos a los límites de un Comité de Agua Potable	Ahora se llaman Operadores de Servicios Sanitarios Rurales y esta nueva ley regula que los sistemas de agua potable y alcantarillado sean operados y mantenidos por estos nuevos Operadores. Si bien antes podían estar separados, ahora debe ser un conjunto
Tamaño de la PTAS propuesta	La superficie mínima es de media hectárea, lo que considera la planta misma más su entorno: camino de acceso, oficina del operador, área verde, sala eléctrica, bodega, etc.
Terreno en la parte más baja de Catripulli, pero que no requiera bombeo a pesar de que cueste más dinero	Tener la planta en la parte más baja de Catripulli tiene un riesgo mayor de inundación
Olores PTAS de Angol que era abierta	La solución propuesta, tanto para Catripulli como para Curarrehue es cerrada dentro de un galpón para evitar el tema de las temperaturas y evitar la misma lluvia que aporta agua al tratamiento.
Descarga de aguas servidas	existen dos opciones de descarga: río Trancura o río Cabedaña, lo que dependerá de la topografía. El proyecto debe ser aprobado por la DOH y la descarga al río debe ser aprobada por la Dirección General de Aguas (DGA).
Para Curarrehue se vio una planta tipo SBR, y le sorprende que para	El sistema tipo secundario se rige por el Decreto Supremo (DS) N°90, pero el criterio queda sujeto a interpretación porque el DS tiene 3 tablas que hablan del afluente directo, pero si se descarga al río Cabedaña, ese no es el

CONSULTA	RESPUESTA
Catripulli no sea la misma planta	afluente directo y se puede dar la salvedad que se descargue cumpliendo con la tabla 2 que permite un tratamiento secundario. Acá se está proponiendo una solución factible y sustentable, donde el costo de operación se pueda pagar y así mantener. Además, dado que Catripulli es una población más pequeña se da esa posibilidad.
Solicita que la descarga de la planta de tratamiento no descargue en el estero Santa Rosa porque da justo a la pampa del Guillatún que tienen las comunidades. Igualmente, en el río Cabedaña que pasa por el lado de la misma pampa	Una planta de tratamiento se diseña específicamente para no contaminar el río. Se descarga un agua tratada.
parámetros para medir el nivel de contaminación con que llega el agua tratada al río	Se rige por la Tabla 2 del DS 90, donde se habla de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). En el agua servida sin tratar ese parámetro es de 250 miligramos por litro y la norma exige que se baje a 30. Eso es una disminución bastante grande de carga orgánica y después de sacar la carga orgánica el agua se desinfecta y ahí se baja a prácticamente a cero.
Beneficiarios	Antes de que se comience a construir el alcantarillado se hace un catastro de las personas que se van a conectar y ese es el año cero, independiente que a futuro otras personas quieran conectarse, pero tendrán que pagar su conexión de manera particular. Eso queda definido antes de la construcción, con un compromiso y mandato irrevocable.
Valor del terreno en el presupuesto	Los montos presentados tienen que ver con costos de inversión de las redes de alcantarillados, con las plantas elevadoras, las tuberías de impulsión más el valor de la planta de tratamiento. Explica que no considera el valor del terreno porque éste se adquiere por otros medios de financiamiento público.
Consulta ciudadana indígena	Este es un proyecto que se presenta en conjunto entre Curarrehue y Catripulli, aunque sean proyectos separados. Ahora si solo se presenta el proyecto para el sector de Catripulli no es obligación de presentarlo a Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) por la cantidad de población, porque deben ser más de 2.500 habitantes para que sea obligatorio. Eso es independiente a que se ingrese voluntariamente al SEIA.
Sectores de Loncofilo, Los Mellizos ya que el borde del cerro ha crecido y no están considerados en el área de cobertura	El área está definida en la licitación de la prefactibilidad basada donde existe mayor concentración de la población. Es difícil abarcar sectores más alejados que tienen una densidad de población menor porque no da la rentabilidad social para que se financien estos proyectos, pero cuando exista más población en esos sectores se pueden ir agregando nuevos proyectos. En reuniones anteriores la comunidad solicitó que se agregara las localidades de Santa Helena y Correo Viejo y se incorporaron dentro del análisis. Por abarcar más es posible que el proyecto no se financie.

6.6.4. Actas de Acuerdo.

Uno de los objetivos de este tercer proceso era la validación por parte de la comunidad de la solución recomendada por la consultora. **Con la finalidad de tener un registro de esta validación es que en ambas reuniones se firmó un acta de acuerdo, donde la asamblea aprobó (con reparos menores) las propuestas de PTAS presentadas por la consultora.**

A continuación se presenta un resumen de los principales puntos de cada una de las actas, mientras que en los Anexo 11y Anexo 12 se pueden revisar ambos documentos con las firmas de la comunidad asistente.

Curarrehue:

La asamblea **aprueba** la propuesta de la consultora: **UNA SOLUCIÓN SEPARADA PARA CURARREHUE Y CATRIPULLI (ALT.2), DEL TIPO TERCIARIO (SBR) EN LOS TERRENOS COLIDANTES A LA CANCHA DEL BOSQUE.**

Con los siguientes reparos:

- 1.- **Analizar sitios que están frente a la cancha del bosque, cruzando el río, para la ubicación de la PTAS.**
- 2.- **Revisar posibilidad de descarga en la PTAS de camiones limpia fosas de los sectores rurales.**

Catripulli:

La asamblea **aprueba** la propuesta de la consultora: **LA ALTERNATIVA DE PLANTA DE AGUA SERVIDA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO (SUGERENCIA PLANTA TIPO STAM) UBICABLE EN EL TERRENO MUNICIPAL PARA EL SECTOR DE ANGOSTURA (ADMINISTRACIÓN APR CATRIPULLI), CATRIPULLI Y CASA DE LATA.**

Con los siguientes reparos:

- 1.- **No descargar aguas contaminadas ni en el estero Santa Rosa ni en el río Cabedaña.**

7. ANEXOS

Anexo 1: Minuta Reunión MMA.

Anexo 2: Cotizaciones plantas de tratamiento.

Anexo 3: Cálculo de Inversión Neta.

Anexo 4: Cálculo de Inversión Social.

Anexo 5: Cálculo de tarifas.

Anexo 6: Invitaciones a Participaciones Ciudadanas.

Anexo 7: Convocatoria Participaciones Ciudadanas.

Anexo 8: Lista asistencia PAC N°3.

Anexo 9: Base de datos de Participaciones Ciudadanas.

Anexo 10: Sistematización PAC N°3.

Anexo 11: Acta acuerdo PAC N°3 Curarrehue.

Anexo 12: Acta acuerdo PAC N°3 Catripulli.



Anexo 1: Minuta Reunión MMA.



Anexo 2: Cotizaciones Plantas de Tratamiento.



Anexo 3: Cálculo de Inversión Neta.



Anexo 4: Cálculo de Inversión Social.



Anexo 5: Cálculo de Tarifas.



Anexo 6: Invitaciones a Participaciones Ciudadanas.



Anexo 7: Convocatoria Participaciones Ciudadanas.



Anexo 8: Lista asistencia PAC N°3.



Anexo 9: Base de datos de Participaciones Ciudadanas.



Anexo 10: Sistematización PAC N°3.



Anexo 11: Acta acuerdo PAC N°3 Curarrehue.



Anexo 12: Acta acuerdo PAC N°3 Catripulli.