



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

DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN HÍDRICA APLICADA A LA
MUNICIPALIDAD DE PETORCA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PABLO JULIO VILLALOBOS MONTES

PROFESOR GUÍA:
GERARDO DÍAZ RODENAS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
RAÚL URIBE DARRIGRANDI
RONALD FISCHER BARKAN

SANTIAGO DE CHILE
2023

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR

AL TÍTULO DE: Ingeniero Civil Industrial

POR: Pablo Julio Villalobos Montes

FECHA: 2023

PROFESOR GUÍA: Gerardo Díaz Rodenas

Desarrollo de una estrategia de gestión hídrica aplicada a la Municipalidad de Petorca

La investigación realizada por la Fundación Chile en el año 2019 denominada "Transición Hídrica: el futuro del agua en Chile", concluye que el 44% de la escasez de agua en el país se debe a una mala gestión hídrica y gobernanza del recurso; bajo un marco normativo e institucional inadecuado; descoordinación de las instituciones; información escasa, fraccionada y contradictoria; como limitada fiscalización. En respuesta a esto, el objetivo de la investigación es *Desarrollar una Estrategia de Gestión Hídrica aplicada a la Municipalidad de Petorca* que genere una propuesta de intervención en la comuna que apunte a acortar la brecha hídrica existente, y de esta manera, contribuya como una aplicación metodológica del enfoque de Marco Lógico a la consolidación de una estrategia eficiente de planificación en las áreas municipales asociadas a la gestión hídrica. Esta estrategia, a diferencia de las Estrategias Hídricas Locales existentes, apunta desde la institución más cercana a la población, La Municipalidad, ofrecer una propuesta de abastecimiento para consumo humano en la comuna, pues actualmente en la zona, por sobre todo las comunidades rurales y semirurales de la población, se abastecen a través de recursos de emergencia con la compra y distribución por camiones aljibe, solución que ha demostrado requerir de altos costos de operación para un servicio que no respalda las condiciones de abastecimiento idóneas en calidad y cantidad del recurso.

Se lleva a cabo una colaboración conjunta con el Encargado de Asuntos Hídricos de la comuna de Petorca, con el propósito de recopilar experiencias relacionadas con la gestión del recurso hídrico y evaluar la situación actual en la comuna. El objetivo es identificar las intervenciones que se han implementado en la zona, analizar la problemática hídrica existente y proponer una solución que permita a las comunidades prescindir de la entrega de agua de emergencia por medio de camiones aljibe, a la vez que se promueven soluciones sostenibles para el abastecimiento de agua en dichas comunidades.

La propuesta de solución que resulta de la Estrategia de Gestión Hídrica contempla la intervención a las redes hídricas, la incorporación de pozos, telemetría y plantas con generadores atmosféricos, en conjunto a propuestas complementarias que buscan concientizar a la población y fiscalizar la extracción ilegal del agua en la comuna.

Agradecimientos

La realización de esta memoria ha sido posible gracias a la energía conjunta de muchas personas que han participado directa e indirectamente en esta investigación.

Agradezco el apoyo de los profesores guía y co-guía Gerardo Díaz y Raúl Uribe, que a través de sus consejos y apoyo contribuyeron a mi formación profesional.

Agradezco también a Vladimir Vicencio, encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca quién ha estado dispuesto en todo momento a contribuir a través de su experiencia en la gobernanza hídrica a la creación de esta memoria, otorgando información relevante, conocimientos del área, comunicación con otros actores, y mucho más.

A mi familia, que con su energía y cariño me han apoyado en cada objetivo que he tomado.

A mi compañera Loreto Mejías por su apoyo incondicional, cariño, paciencia y mucho amor entregado en todo el proceso.

A mis amigos José Toledo, Javier Cortés, Geraldine Martínez, Javier Ruy-Pérez y Felipe Parada que me han acompañado a lo largo de mi vida.

A todas aquellas personas que durante este tiempo me han apoyado, logrando que este objetivo se hiciera realidad.

Tabla de contenido

Resumen	i
Agradecimientos	ii
Tabla de contenido.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de ilustraciones.....	vii
Índice de gráficos	vii
Capítulo 1: Introducción	1
Capítulo 2: Objetivos y Metodología	3
2.1 Objetivos.....	3
2.1.1 Objetivo General.....	3
2.1.2 Objetivos Específicos.....	3
2.2 Metodología	4
Capítulo 3: Marco Conceptual	11
3.1 Definición de la Estrategia de Gestión Hídrica.....	11
3.2 Brecha Hídrica	13
3.2.1 Demanda Hídrica	13
3.2.2 Oferta Hídrica	14
3.3 Riesgo Hídrico.....	14
3.4 Estrés Hídrico	14
3.5 Decretos de escasez.....	14
3.6 Servicios Sanitarios Rurales (SSR).....	14
Capítulo 4: Contexto General de la Comuna de Petorca	15
4.1 Relación pobreza y recurso hídrico.....	15
4.2 Regulaciones.....	16
4.3 Localización.....	18
4.4 Datos demográficos y sociales	19
4.5 Contexto social.....	20
4.5.1 Localidades	20
4.6 Contexto ambiental	21
4.6.1 Red hidrométrica	21
4.6.2 Clima.....	21
4.6.3 Usos del suelo	22

Capítulo 5: Contexto Hídrico de la Comuna de Petorca	23
5.1 Hidrografía	23
5.1.1 Cuencas y subcuencas.....	23
5.2 Derechos de aprovechamiento de agua (DAA).....	24
Capítulo 6: Radiografía de la Gestión Hídrica en la comuna de Petorca	25
6.1 Agua Potable Rural (APR).....	25
6.1.1 Necesidades de las APR.....	28
6.2 Camiones Aljibe	32
6.2.1 Delegación Presidencial Provincial de Petorca	33
6.2.2 Por compra Municipal.....	35
6.2.3 Situación General de los camiones aljibes	38
6.3 Aducción Río Petorca.....	40
6.4 Pozos.....	41
6.5 ESVAL	41
6.6 Proyectos relevantes.....	42
6.6.1 Embalse Las Palmas.....	42
6.6.2 Planta Desalinizadora.....	43
6.6.3 Proyectos en la APR	44
6.6.4 Optimización de las rutas de camiones aljibe.....	45
6.6.5 Plan Agua para Petorca 2018 - 2022	45
6.7 Análisis de involucrados	46
6.8 Análisis del problema.....	49
Capítulo 7: Estrategia de Gestión Hídrica para la comuna de Petorca.....	52
7.1 Árbol de Problemas	54
7.1.1 Causas	55
7.1.2 Efectos.....	57
7.2 Árbol de objetivos.....	59
7.2.1 Poda	60
7.2.2 Medios y fines.....	61
7.3 Análisis de alternativas de solución.....	62
7.3.1 Identificación de alternativas	62
7.3.2 Criterios de elección	64
7.3.3 Selección de la alternativa óptima.....	65
7.3.4 Tamaño del proyecto	84

7.3.5 Localización del Proyecto.....	86
7.3.6 Especificaciones técnicas de las obras.....	86
7.3.7 Costos del proyecto.....	89
7.3.8 Análisis ambiental.....	96
7.5 Estructura analítica del proyecto (EAP).....	99
7.6 Matriz de Marco Lógico.....	100
7.7 Implementación.....	114
7.8 Financiamiento.....	116
7.9 Síntesis de Resultados.....	118
7.10 Recomendaciones.....	119
Capítulo 8: Conclusiones.....	121
Bibliografía.....	123
Anexos.....	133
Anexo A: Proceso de solicitud de agua mediante la Delegación Provincial.	133
Anexo B: Información de costos asociados al servicio de camiones aljibe vía Delegación Provincial.....	135
Anexo C: Información de cálculo de metros cúbicos asociados al servicio de camiones aljibe por compra municipal.....	137
Anexo D: Información de cálculo de costos asociados al servicio de camiones aljibe por compra municipal.....	139
Anexo E: Plan Agua Para Petorca 2018-2022.....	143
Anexo F: Oferta económica compañía WINDSUN.....	153
Anexo G: Resumen de iteración realizada en conjunto a Vladimir Vicencio, encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca, acerca de las necesidades de las comunidades.....	154
Anexo H: Costos totales para la incorporación de una planta con generadores atmosféricos.....	156

Índice de tablas

- Tabla 1: Ejes temáticos a tratar con encargado de asuntos hídricos
- Tabla 2: Explicación Enfoque Marco Lógico
- Tabla 3: Índice Brecha Hídrica
- Tabla 4: Tipo de abastecimiento regular en los sistemas de APR
- Tabla 5: Listado de necesidades de las APR de la comuna de Petorca
- Tabla 6: Obtención de costos y metros cúbicos otorgados a cada comunidad por vía de camiones aljibes Delegación
- Tabla 7: Resumen de costos por la vía de compra a través de la Delegación Provincial para el año 2021
- Tabla 8: Tabla de metros cúbicos y valor total de la compra del agua para los períodos entre 2012 a 2018 para la comuna de Petorca
- Tabla 9: Detalle de los proveedores del agua vía Delegación Provincial
- Tabla 10: Resumen de demanda y costos por compra Municipal
- Tabla 11: Promedio de la demanda mensual asociada a cada comunidad
- Tabla 12: Resumen de compra de agua vía Camiones Aljibes Municipal en Petorca para el año 2021
- Tabla 13: Resumen de costos asociado a compra de agua, combustibles y sueldos mensuales por vía Municipal
- Tabla 14: Demandas y costos en escenario promedio y escenario más exigente en base a la planilla de registro de agua municipal a través de camiones aljibe para el año 2021.
- Tabla 15: Metros cúbicos y costos totales por ambas vías de compra
- Tabla 16: Descripción de proyectos asociados a las APR
- Tabla 17: Estado de Cumplimiento Medidas DGA del Plan Agua para Petorca Eje I
- Tabla 18: Estado de Cumplimiento Medidas DGA del Plan Agua para Petorca Eje II
- Tabla 19: Estado de Cumplimiento Medidas DOH del Plan Agua para Petorca, Eje III
- Tabla 20: Iniciativas de Inversión Terminadas Plan de Sequía Provincia de Petorca
- Tabla 21: Iniciativas de inversión que actualmente se encuentran en desarrollo
- Tabla 22: Iniciativas de Inversión con Financiamiento en Proceso de Licitación
- Tabla 23: Actores claves temática hídrica en provincia de Petorca.
- Tabla 24: Alternativas de solución por cada categoría
- Tabla 25: Ventajas y desventajas de intervenir con redes de distribución
- Tabla 26: Ventajas y limitaciones de la intervención con pozos
- Tabla 27: Ventajas y desventajas de los tipos de aducción
- Tabla 28: Comparación de generadores
- Tabla 29: Oferta económica sistema de generación de agua atmosférico WINDSUN
- Tabla 30: Oferta económica fuente eléctrica panel solar para generador de 1000 litros por día WINDSUN
- Tabla 31: Oferta económica fuente eléctrica panel solar para generador de 500 litros por día WINDSUN
- Tabla 32: Resumen de iteración realizada en conjunto a encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca, acerca de las necesidades de las comunidades

Tabla 33: Detalle de la propuesta de solución seleccionada
Tabla 34: Resumen de las intervenciones propuestas
Tabla 35: Resumen de cantidad de generadores por intervención
Tabla 36: Dimensiones de un generador atmosférico de agua
Tabla 37: Costo total de estructura a disponer para la planta de generadores
Tabla 38: Costos asociados a la cantidad de generadores a incorporar por comunidad
Tabla 39: Tabla de valores de referencia de las intervenciones
Tabla 40: Detalle de los costos totales por intervención
Tabla 41: Modelo de Presión - Estado - Respuesta (PER)
Tabla 42: Matriz de Marco Lógico
Tabla 43: Identificación de supuestos

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación Petorca en Quinta Región y comunas colindantes
Ilustración 2: Indicadores demográficos y sociales de la comuna de Petorca
Ilustración 3: Mapa de Petorca con sus localidades
Ilustración 4: Ubicación de estaciones climatológicas en la comuna
Ilustración 5: Cuencas y Subcuencas de la Provincia de Petorca
Ilustración 6: Descripción de las APR existentes en la comuna de Petorca
Ilustración 7: Proceso de solicitud de agua mediante la Delegación Provincial
Ilustración 8: Árbol de Problemas
Ilustración 9: Árbol de Objetivos
Ilustración 10: Estructura Analítica del Proyecto
Ilustración 11: Ilustración de actores claves ligados al proyecto

Índice de gráficos

Gráfico 1: Clases de usos de suelo en Petorca
Gráfico 2: Matriz impacto versus facilidad de implementación

Capítulo 1

Introducción

Una gran cantidad de organizaciones públicas y privadas han alertado la presente crisis hídrica en el mundo, datos de la ONU mencionan que más del 40% de la población mundial vive en condiciones de escasez hídrica (Naciones Unidas, 2018) y Chile es uno de los más afectados, con más de 12 años de sequía (Dirección Meteorológica de Chile, 2020). Cumple con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad enunciados por la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CR2, 2020) situándose en el primer puesto en América Latina y en el puesto 18 a nivel global con la categoría de “estrés hídrico alto” (World Resources Institute, 2019). Sin ir más lejos, en el año 2022, la Dirección General de Aguas reconoce que más del 50% de las comunas del país se encuentra bajo escasez hídrica, afectando al 47,5% de la población de Chile (DGA, 2022). Convirtiéndose en uno de los desafíos más urgentes para el desarrollo socioeconómico y humano en el país (UNESCO, 2015).

Fundación Chile, en su investigación denominada “Transición Hídrica, el futuro del agua en Chile, evidencia que la mayor causa asociada a la escasez hídrica del país corresponde en un 44% a una ineficiente gestión hídrica y gobernanza del recurso hídrico (Fundación Chile, 2021). Expertos, como Pablo García-Cevesich, académico del departamento de Ingeniería Civil y Ambiental en la Escuela de Minas de Colorado, Estados Unidos y miembro del Programa Hidrológico Intergubernamental de la Unesco, señala que “los últimos gobiernos han basado su sistema de gestión del agua en soluciones parche como los camiones aljibe, embalses, recarga de napas, etc.

El propósito de esta investigación es contribuir a la mejora en la calidad de vida de los vecinos que han sido afectados por la crisis hídrica mediante un instrumento, denominado Estrategia de Gestión Hídrica que permite a los gobiernos locales generar propuestas de solución integrales en la gestión del agua para el consumo de la población. Pretende ser un ejemplo de aplicación de la metodología de Enfoque Marco Lógico que permite el diseño de un proyecto que contempla un diagnóstico, planificación y acciones para la implementación.

Esta estrategia apunta a acortar la brecha hídrica desde la entidad gubernamental más cercana a los vecinos, las Municipalidades, quienes se encargan de satisfacer las necesidades de la comunidad local, asegurando su participación en el progreso económico, social y cultural (Subdere, 2006). Es el órgano más cercano a la comunidad y el encargado de resolver sus necesidades más urgentes, ya que al estar más ligados con la vida cotidiana de las personas, los municipios posibilitan una gestión más acorde a la realidad y necesidades concretas de cada comuna (Centro Políticas Públicas UC, 2019). En efecto, los gobiernos locales son la cara más visible y cercana del Estado, y para la población son la institución con mayor capacidad para solucionar los problemas locales (Irrarrázaval, 1996). Por lo tanto, la cuantiosa experiencia e información con la que cuentan los municipios, son de gran valor para la ejecución de proyectos que permitan resolver problemáticas cruciales para el uso sostenido del recurso hídrico.

Esta investigación se realiza en la comuna Petorca, comuna que se ha convertido en un caso icónico a nivel nacional en relación a la inequidad en el acceso al agua, debido a los problemas de fiscalización y a su manejo, donde la agricultura consume la mayor proporción, produciendo contradicciones entre las políticas de gestión del recurso y el funcionamiento de los sistemas ecológicos y las necesidades de las comunidades locales (CR2, 2020).

Se espera que este instrumento contribuya en acortar la brecha hídrica en la comuna de Petorca, y colabore a otros Municipios del país, o en cualquier localidad que requiera una solución a problemáticas hídricas, a través de la aplicación del enfoque de marco lógico en el contexto de las zonas afectadas. Se dirige a encargados de asuntos hídricos y/o integrantes del área del Medioambiente de las Municipalidad, como también alcaldes, o cualquier actor asociado a la temática hídrica que quiera utilizar como ejemplo este instrumento como base para construir líneas estratégicas de acción.

Capítulo 2

Objetivos y Metodología

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Desarrollar un instrumento de Gestión Hídrica, mediante la metodología de enfoque Marco Lógico, aplicado a la comuna de Petorca con el propósito de incorporar herramientas de gestión de proyectos que promuevan el objetivo de acortar la brecha hídrica en la comuna.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un diagnóstico de la situación actual a través de información existente, diagnósticos realizados y experiencia, que detalle la información hídrica y demográfica de la comuna a intervenir.
- Indicar proyectos que puedan ser ejecutados y aporten a la solución de la problemática hídrica en la comuna.
- Diseñar una propuesta de solución que permita acortar la brecha hídrica de la comuna.
- Detallar la aplicación del Enfoque de Marco Lógico a la realidad hídrica de la comuna de Petorca con el fin de mostrar a modo de ejemplo el uso de esta metodología a nivel municipal.
- Incorporar un instrumento de planificación sostenible en el tiempo que sea añadido a las estrategias hídricas del área de Medioambiente de la Municipalidad.

2.2 Metodología

El ciclo de vida de los proyectos generalmente se compone de cinco etapas: el inicio, planificación, ejecución, desempeño y cierre (Project Management Institute, 2017). La Estrategia de Gestión Hídrica se desarrolla en la etapa de planificación, por lo tanto, requiere del desarrollo previo de la etapa de inicio para sintetizar el escenario hídrico.

En la etapa de inicio, se realiza un diagnóstico o diagnóstico para la situación actual que pretende detallar lo más cercano posible el escenario hídrico de la comuna para conocer mejor la realidad local (Rodríguez, 2007) y sentar las bases para la planificación. Se utiliza como referencia la Estrategia Hídrica Local 2021 realizada en la comuna de San Pedro de la Provincia de Melipilla que otorga las directrices del contexto a investigar, estas se presentan como: "Contexto General de la Comuna de Petorca", "Contexto Hídrico de la Comuna de Petorca" y la "Radiografía de la Gestión Hídrica en la Comuna de Petorca".

Para su desarrollo, se extrae información de investigaciones realizadas por entidades Gubernamentales, Fundaciones y Municipalidades. Así como también, entrevistas con actores claves que incluyen, encargados de APR, personal de la DGA y directores de liceos de la comuna. Además, se trabaja en estrecha colaboración con el encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca, quién proporciona a través de reuniones semanales, información basada en su experiencia como gestor ambiental.

En esta etapa, se incorpora la estimación de la demanda hídrica y del costo del recurso para consumo humano, en particular, se considera el agua que se otorga por la vía de emergencia a través de camiones aljibes. La información se extrae de dos fuentes, la Oficina de Asuntos Hídricos de la comuna de Petorca, a través de la planilla de registro de entrega de agua Municipal, junto a la información proveniente de la investigación denominada "*Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile*"; que estudió 1753 órdenes de compra solicitadas por la Gobernación Provincial entre el período de 2012 al 2018 para proveer de agua a la provincia de Petorca.

Para la recreación del escenario hídrico de la comuna, se proponen los siguientes ejes temáticos que permitirán clasificar y analizar la problemática del agua:

Ejes temáticos	Detalle de temas
Comunicación	Entre actores hídricos involucrados en la temática
	Entre actores hídricos Municipales
	Relación Municipalidad y vecinos
	Con APR
Planificación	Planificación de la gestión Municipal
	Planificación estratégica de la gestión en el largo plazo
Distribución del recurso	Gestión de la red Hídrica
	Rutas de camiones aljibes
Abastecimiento	Acuíferos
	Compra del recurso hídrico
	Situación Agua Potable Rural
Difusión del uso consciente del agua	En establecimientos educacionales
	Población general
	Dirigentes de APR o SSR
Manejo de agua en bienes de uso público	Plazas y/o zonas de uso de esparcimiento comunal
Fiscalización	Extracción ilegal de agua por agrícolas
	Cumplimiento de ordenanzas asociadas al buen uso del agua
Normativas	Institucionalidad y normativa hídrica

Tabla 1: Ejes temáticos a tratar con encargado de asuntos hídricos.
Fuente de elaboración propia.

Estos ejes temáticos se iteran constantemente en la reunión con el encargado de asuntos hídricos a fin de conocer desde su experiencia en la gestión hídrica un mayor detalle de la situación que se vive en la comuna.

Tras el Diagnóstico de la situación actual, se estructura la etapa de Planificación, que tiene como objetivo el desarrollo de una propuesta de

solución o diseño que permita satisfacer los requisitos de la población. (Coronel, 2012). La planificación dota de método y estructura a una serie de acciones conjuntas (Pérez, 2015) que llevan a cabo una propuesta de solución que busca acortar la brecha hídrica en la comuna. Esta fase, se estructura en base a la metodología de Marco Lógico que se define como una herramienta que facilita el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Esta metodología permite presentar de forma sintética y lógica los objetivos de un programa y sus relaciones de causalidad, así como también, definir los factores externos al programa que pueden influir en su consecución (DIPRES, 2020). Se centra en la orientación hacia grupos beneficiarios y la comunicación entre las partes beneficiarias (CEPAL, 2005). Se elabora para la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a finales de los 60 (NORAD, 1993) como una manera de estructurar los principales elementos de un proyecto, subrayando los lazos lógicos entre los insumos previstos, las actividades planeadas y los resultados esperados (NORAD, 1993). Además, ha sido utilizado por la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ), el Comité de ayuda al desarrollo de la OCDE; que promueve su uso entre los países nórdicos, y en Canadá se utiliza, no solamente en la ayuda al desarrollo, sino también en las inversiones públicas nacionales en general (NORAD, 1993).

La Metodología de Marco Lógico contempla el análisis del problema, los involucrados, la jerarquía de objetivos y selección de una estrategia de implementación óptima. El producto de esta metodología analítica es la Matriz de Marco Lógico, que resume lo que el proyecto pretende hacer, cómo, cuáles son los supuestos claves y cómo los insumos y productos del proyecto serán monitoreados y evaluados (AusGUIDE, 2003).

Considera la realización de dos etapas que se desarrollan paso a paso en las fases de identificación y de diseño del ciclo de vida del proyecto, estas se denominan: "*Identificación del problema y alternativas de solución*" y "*Etapas de planificación*" (Comisión Europea, 2001).

En la etapa de "*Identificación del problema y alternativas de solución*", se analiza la situación existente para crear una visión de la situación deseada y se seleccionan las estrategias que se aplicarán para conseguirla. En esta etapa se desarrollan el análisis de involucrados, el análisis de problemas y el análisis de las estrategias (Comisión Europea, 2001).

En la "*Etapas de planificación*", se elabora la Matriz de Marco Lógico que da paso al plan operativo de la idea del proyecto (Comisión Europea, 2001). Esta

investigación se considera una etapa preliminar a la planificación definitiva ya que no se lleva a cabo la implementación debido a que aún no se incorpora la participación de los beneficiarios en la identificación del problema. Se reconoce como una aproximación de propuestas que podrían surgir desde la Municipalidad previo al trabajo en conjunto con los beneficiarios seleccionados considerando la información previa recopilada por el Municipio desde su experiencia en la gestión y estudios relacionados a la temática.

El diseño de esta propuesta comprende el desarrollo de un árbol de problemas y objetivos que identifican las causas y los efectos, además de los medios y fines con el propósito de identificar las líneas de acción que permiten luego enlistar alternativas de solución a evaluar. Tras decidir criterios de elección se seleccionan las alternativas más pertinentes con la información que hay disponible. La elección de las alternativas seleccionadas se transforman en la propuesta a diseñar, que define la intervención a realizar por cada comunidad de la comuna, se detalla el objetivo del proyecto, su tamaño, localización, especificaciones técnicas de las obras a realizar, costos de su implementación, análisis ambiental, desarrollo de la matriz de marco lógico, detalles de la implementación, su financiamiento, y conclusiones.

A continuación se presentan los 10 pasos que conforman la metodología de Marco Lógico (Ortegon et al., 2005) detallando el nombre de los pasos a realizar, el propósito por el cual se utiliza, las actividades que comprende y el instrumento a utilizar.

	Pasos	Propósito	Actividades	Instrumentos
1	Análisis de involucrados	Para la metodología es importante la participación de los principales involucrados por lo que es necesario identificar los grupos y organizaciones que pueden estar directa o indirectamente relacionados con el problema	1-Identificar los involucrados	1- Información Secundaria e informes 2- Tabla de actores claves

2	Análisis del problema	Realizar un buena identificación del problema, con causas y efectos, es determinante para un buen resultado de un proyecto, a partir de esto se genera la estrategia que implica la preparación del proyecto, En este sentido, la primera cuestión a resolver en el análisis es la de identificar el problema central	1-Definir el problema central 2-Graficar el árbol de efectos 3-Graficar el árbol de causas 4-Graficar el árbol de problemas	1- Información Secundaria e informes 2-4 Árbol de problemas, entrevistas
3	Análisis de objetivos	Se describe y declara la situación futura a la cual se desea llegar con el proyecto, resolviendo el problema o necesidad	1-Graficar árbol de medios y fines 2-Validar el árbol de medios y fines	1-2 Árbol de objetivos
4	Selección de la estrategia óptima	Se deben formular acciones para solucionar el problema planteado, para esto se debe utilizar como herramienta el árbol de objetivos (medios) con el fin de buscar de manera creativa, una acción que lo concrete efectivamente en la práctica.	1-Identificación de acciones 2-Postulación de alternativas 3-Seleccionar la estrategia óptima	1-3 Árbol de objetivos 3- Análisis causal, Matriz impacto y esfuerzo
5	Elaborar la estructura analítica del proyecto	Se construye la Estructura Analítica del Proyecto, que consiste en diagramar un árbol de objetivos ajustado a la alternativa seleccionada pero con 4 niveles jerárquicos: fin, propósito, componentes y actividades. Son la base para la Matriz de marco lógico	1-Elaborar la estructura analítica del proyecto	1-Estructura Analítica del proyecto
6	Resumen narrativo de objetivos y actividades	El propósito es construir la columna de resumen narrativo de la Matriz de marco lógico, este sintetiza las actividades del proyecto, los productos que se entregarán, y los resultados de corto, mediano y largo plazo que se esperan lograr en la población objetivo.	1-Redacción de la columna de objetivos 2-Evaluación de la columna de objetivos	1-2 Matriz marco lógico (MML)

7	Indicadores	Los indicadores definen operacionalmente lo escrito en la columna de objetivos de la MML y aparecen a cada nivel de dicha matriz. También describen las metas del proyecto en cada nivel de objetivos: Fin, Propósito o componente esperado. Son el punto de referencia para guiar las actividades de gestión/monitoreo y evaluación del proyecto.	1-Lista de indicadores 2-Selección de indicadores 3-Evaluación de la columna de indicadores 4-Establecer resultados intermedios	1-4 Matriz marco lógico (MML)
8	Medios de verificación	se deben precisar los métodos y fuentes de recolección de información que permitirán evaluar y monitorear los indicadores y metas propuestos para observar el logro de los objetivos de la intervención	1-Realizar cuadro resumen con medios de verificación	1-Matriz marco lógico (MML)
9	Supuestos	Se definen los supuestos en cada uno de los niveles de objetivos del proyecto: fin, propósito, componentes y actividades. Los supuestos son los factores externos que están fuera del control de la institución responsable de la intervención, que inciden en el éxito o fracaso del mismo.	1-Lluvia de supuestos 2-Selección de supuestos 3-Redacción de los supuestos en MML 4-Lógica vertical de la MML	1-4 Matriz marco lógico (MML)
10	Evaluación intermedia	La evaluación intermedia durante la ejecución del proyecto, centra su atención sobre las metas intermedias, permite al Gerente de Proyecto conocer cómo está progresando la intervención. Así mismo, permite identificar correcciones para mejorar la probabilidad de alcanzar el Objetivo de Desarrollo (Propósito) del proyecto (Ilpes, et.al).	1-Análisis de los indicadores de actividades y componentes 2-Monitoreo de los supuestos 3-Probabilidad de logro de los objetivos del proyectos 4-Problemas y acciones	1-4 Matriz marco lógico (MML)

Tabla 2: Explicación Enfoque Marco Lógico

Fuente de elaboración propia con información extraída de: Manual CEPAL, Naciones Unidas, 2005 y Metodología de marco lógico para la gestión de proyectos, IDABlog, 2017.

En cuanto al paso 10, la evaluación intermedia se lleva a cabo después de la ejecución del proyecto. Para fines de esta investigación, se proporcionará una recomendación sobre cómo aplicar las actividades de la etapa de implementación.

En la etapa de implementación, se detallan los pasos que debe seguir un equipo para lograr una meta u objetivo compartido. El propósito de contar con un plan de implementación es garantizar que el equipo pueda responder quién, qué, cuándo, cómo y por qué se lleva a cabo el proyecto antes de avanzar a la etapa de ejecución (Asana, 2021). Para efectos de la investigación, se comenta de posibles acciones a seguir para llevar a cabo la validación de la intervención en la población como también la conformación del grupo de trabajo, considerando que de la Estrategia de Gestión Hídrica sólo expondrá una propuesta que debe ser consultada a los actores claves pertinentes. Se incluye también un punto asociado a las recomendaciones.

La última fase a tratar en la investigación es el Financiamiento, que nos permite conocer cómo llevar a cabo el proyecto en términos monetarios (Sánchez, 2004). Para ello, se realiza una búsqueda por portales en los que se promueven programas de financiamiento y se consulta a actores claves para exponer los más adecuados a la propuesta de solución.

Capítulo 3

Marco Conceptual

3.1 Definición de la Estrategia de Gestión Hídrica

La Estrategia de Gestión Hídrica es una herramienta de planificación que tiene como propósito impulsar iniciativas que respondan a las necesidades hídricas de cada territorio y de los habitantes (Municipalidad San Pedro, 2021). En su estructura, contempla el desarrollo de las primeras dos etapas del ciclo de un proyecto: el diagnóstico; enfocado en el análisis del contexto hídrico, y la planificación; que desarrolla la metodología de Marco Lógico para generar una propuesta de solución.

Surge como una respuesta ante el cambio climático y sus efectos, que con el tiempo son más visibles y frecuentes, como la disminución gradual de las precipitaciones totales anuales, el aumento sostenido de las temperaturas máximas y mínimas en regiones interiores, el enfriamiento de las temperaturas diurnas en zona costeras, la elevación de las isotermas afectando a las reservas en la Cordillera de Los Andes y un ligero cambio de estacionalidad de las precipitaciones (ODEPA, 2018). Sumado a los antecedentes expuestos en el estudio denominado "Transición Hídrica: El Futuro del agua en Chile" que atribuye un 60% de la escasez del agua en Chile a causa de una mala gestión del recurso, aumento de demanda y el sobre otorgamiento de derechos (Fundación Chile, 2019).

Si bien se han impulsado múltiples iniciativas como el "Plan estratégico de gestión hídrica en las cuencas La Ligua, Petorca y Quilimarí 2020" (DGA, 2020), el "Plan Sequía" (Gobierno de Chile, 2022), el "Plan de Aguas para Petorca 2018 - 2021" (MOP, 2018), entre otros, no es habitual la aplicación de estrategias hídricas en los municipios, considerando que son la cara más visible y cercana del Estado, y para la población son la institución con mayor capacidad para solucionar los problemas locales (Irrarázaval, 1996), cuentan con un mayor conocimiento de la vida cotidiana de las personas, permitiendo una gestión más acorde a la realidad y necesidades concretas de la comuna (Centro de políticas públicas UC, 2019), por lo tanto, poseen información actualizada de las problemáticas de la zona, que podría ser de utilidad para mejorar la toma de decisiones e intervenciones de los órganos con mayor poder.

Recientemente, se han incorporado en algunos municipios una herramienta de gestión hídrica denominada Estrategia Hídrica Local, que también apunta a la planificación de iniciativas. Ejemplo de su aplicación se encuentran en las comunas de San Pedro, Provincia de Melipilla, y Renca, a través de la empresa

consultora EBP (EBP, 2021). Asimismo, en la región Metropolitana, se ha aplicado en la municipalidad de Providencia (Municipalidad de Providencia, 2020), y se encuentra en curso el programa "Estrategias Hídricas Locales 2022" que ha seleccionado 30 comunas de la región y el gran Santiago para su elaboración (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), 2022).

Tanto la Estrategia de Gestión Hídrica como la Estrategia Hídrica Local comparten una estructura similar, fundamentada en el desarrollo de un diagnóstico hídrico y la utilización de la metodología de Marco Lógico para la planificación de iniciativas con un enfoque causal. Se diferencian en que la Estrategia de Gestión Hídrica no restringe la selección de las iniciativas a las competencias que tiene la municipalidad, debido a que se centra en mejorar las condiciones de abastecimiento para consumo humano, que es un derecho humano fundamental e inalienable que le corresponde al Estado garantizar. Por ende existen instituciones que se encargan de velar por que se cumplan, como el Ministerio de Obras Públicas (MOP), la Dirección General de Aguas (DGA), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), entre otros organismos.

Este criterio, permite por lo tanto, incluir en las estrategias del municipio, el proporcionar información basada en experiencias y datos, a los organismos con mayores responsabilidades, de modo que acelere el proceso de otorgar un acceso sostenible del recurso en la población, que es el gran desafío de las zonas semirurales y rurales del país, que viven en sitios complejos de intervenir, donde las soluciones hídricas convencionales pueden resultar costosas y complejas de implementar. Sin embargo, no es excluyente que de la estrategia se puedan obtener soluciones de menor alcance que puedan ser ejecutadas por el municipio como complemento al plan de abastecimiento principal.

La investigación se lleva a cabo en la comuna de Petorca, un territorio emblemático de la crisis hídrica en la zona central de Chile. Durante los últimos diez años, debido a la mega sequía, se han registrado déficits de más del 300% en comparación con la década anterior (Fragkou et al., 2022). A pesar de esta situación, el municipio no ha implementado una estrategia hídrica que les permita planificar sus iniciativas, por lo tanto, se espera que esta investigación contribuya a sentar las bases para la implementación de un instrumento estratégico a la municipalidad.

En particular, esta investigación es una etapa previa a la aplicación de la Estrategia de Gestión Hídrica, debido a que es necesario trabajar el diagnóstico en conjunto a los beneficiarios, y el municipio, liderado por su alcalde, deben definir claramente la visión hídrica que sienta las bases para incorporar una estrategia a la comunidad. Por lo tanto, en esta iteración se espera trabajar desde la experiencia del encargado de asuntos hídricos de la municipalidad de Petorca, en conjunto a conversaciones con actores claves,

datos, investigaciones sobre la distribución de agua por camiones aljibe en la comuna y estudios secundarios, para obtener una aproximación previa a la incorporación de esta estrategia a la entidad, a fin de disponer de una pre visualización de posibles propuestas de solución a incorporar en la comuna.

3.2 Brecha Hídrica

La Brecha Hídrica es un indicador que muestra la relación entre la demanda potencial de agua y la oferta hídrica disponible en las fuentes de abastecimiento (Fundación Chile, 2018). El cálculo se obtiene de la razón entre oferta y demanda que se tiene del recurso, considerando las distintas necesidades (humanas, de ecosistemas, actividad productiva y demandas potenciales), es conocida a nivel internacional como índice de escasez hídrica, avaladas por organizaciones internacionales referentes como la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y UNESCO (Fundación Chile, 2018).

El índice permite categorizar el grado de Brecha Hídrica que afecta a la cuenca y la zona que depende de esa agua.

Índice Brecha hídrica	Porcentaje oferta hídrica utilizada	Color
Alto	> 40%	rojo
Medio	20 - 40%	amarillo
Moderado	10 - 20%	verde
Bajo	<10%	azul

Tabla 3: Índice Brecha Hídrica

Fuente: Rivera et al, 2004

3.2.1 Demanda Hídrica

Se entiende Demanda Hídrica como las potenciales demandas hídricas asociadas a derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), captación de aguas y consumo de aguas que realizan el conjunto de actividades socioeconómicas, como agrícola, minero, agua y saneamiento (doméstico), industrial, forestal, energía y pecuario (Fundación Chile, 2018).

3.2.2 Oferta Hídrica

Oferta Hídrica se define como aquella porción de agua que, después de precipitar sobre la cuenca y satisfacer las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal, escurre por los cauces de los ríos y demás corrientes superficiales; en tanto que la oferta de agua subterránea es aquella que queda almacenada, o se desliza, cuando el agua de lluvia, o la que proviene de ríos o lagos, llega hasta las capas impermeables de la tierra, luego de atravesar las permeables (Fundación Chile, 2018).

3.3 Riesgo Hídrico

El riesgo hídrico es la posibilidad de que ocurra un daño social, ambiental y/o económico en un territorio y periodo de tiempo determinado, derivado de la cantidad y la calidad de agua disponible para su uso (Fundación Chile, 2018).

3.4 Estrés Hídrico

Se considera como situación de estrés hídrico cuando el indicador de Falkenmark establece que una disponibilidad hídrica per cápita por debajo de los 1.700 m³/hab/año (Amulén, 2022).

3.5 Decretos de escasez

Los decretos de escasez se dictan con el objeto de proveer determinadas herramientas a usuarios del agua y a la población en general para reducir al mínimo los daños derivados de la sequía. Da atribuciones a la DGA para establecer criterios y delimitaciones para las autorizaciones de extracción de aguas (DGA, 2022).

3.6 Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

En la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, se crea la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales, para gestionar los Servicios Sanitarios Rurales (SSR), ex sistemas de Agua Potable Rural (APR) de acuerdo a la nueva ley sobre la materia (Ley N° 20.998 de 2017, del Ministerio de Obras Públicas) (BCN, 2018) con nuevas funciones, entre las cuales se destaca la ejecución de la política de asistencia y promoción de las organizaciones sociales, capacitando, apoyando, asistiendo y asesorando a los servicios sanitarios rurales, en el proceso de implementación de la Ley y en el pleno funcionamiento de los Servicios Sanitarios Rurales del país (MOP, 2020).

Capítulo 4

Contexto General de la Comuna de Petorca

4.1 Relación pobreza y recurso hídrico

Hoy en día, se ha vuelto más habitual escuchar o leer por medios de comunicación un sin fin de testimonios de vecinos de diversas localidades que cuentan cómo el flujo del agua ha bajado en el sector. La crisis hídrica en Chile ha afectado directamente a 383.204 viviendas que se encuentran carentes de agua potable y en el mundo rural, al 47,2% de la población que se abastece de pozos, ríos, vertientes, esteros o camiones aljibes (Censo, 2017).

Cuando las comunidades tienen carencia de servicios básicos, además de no tener el bien básico para su subsistencia, se ven afectadas en múltiples dimensiones: como en la salud, al no tener claridad de la fuente del agua extraída, las personas están más propensas a contraer enfermedades, de hecho, el saneamiento deficiente y el agua contaminada también están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, la disentería, la hepatitis A y la fiebre tifoidea; afecta también en lo económico pues la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que por cada dólar invertido en suministro de agua potable se ahorran entre 3 y 34 dólares en sanidad, perjudicando aún más a las mujeres puesto que suelen ser ellas quienes tienen la labor de ir por la búsqueda de agua para abastecer a la comunidades, al parecer, el tiempo destinado imposibilita a las mujeres realizar una labor económica que aumente su autonomía y el ingreso familiar; y en educación, pues muchos niños y en especial niñas también tienen este rol, dejando de asistir a sus establecimientos educacionales por encargarse de la recolección del agua diariamente (OMS, 2012).

Investigaciones sobre la relación entre la falta del recurso hídrico y la pobreza explicitan que, "en Chile, se evidencia que de las 347 comunas presentes en el territorio, 194 (55.9%) registran un índice de pobreza multidimensional y una carencia de agua mayores que al promedio nacional" (Fragkou & Tapia, 2021). Por otro lado, "se ha demostrado que los pobres pagan más caro el litro de agua que aquellos que cuentan con un suministro potable por redes formales en sus hogares. Esto se debe a que, en gran medida, deben complementar su abastecimiento comprando bidones de agua y el valor por litro es de \$150 versus los \$0,36 que vale el litro del agua en tubería suministrada por una empresa sanitaria" (Fragkou & Tapia, 2021).

4.2 Regulaciones

Al indagar en las políticas acerca del recurso hídrico, es evidente que las regulaciones son negligentes. Si bien se reconoce al agua como un bien público, también se reconoce como un bien económico. La Constitución del año 1980, vigente hasta la fecha, define el derecho de propiedad de los privados por sobre las aguas entregadas por el Estado, lo que llevó a mercantilizar el recurso. Sustentado por el código de aguas de 1981 es que se consiguió reducir el control del Estado sobre la apropiación de los derechos de agua, a través de la ambigüedad entre un bien nacional de uso público y un bien económico. Entrega de derechos de aguas gratuitos y perpetuos a privados, quienes pueden comprar, vender, hipotecar o arrendar estos derechos sin ninguna intervención del Estado. Separación de la propiedad del agua del dominio de la tierra, permitiendo que existan privados que tienen acceso al agua sin tener terrenos, mientras que campesinos tienen tierras sin derechos a agua (Panez et al., 2016).

De hecho, entre el año 2005 y 2008 se realizaron 20.000 transacciones de agua entre privados por un total de 4,8 billones de dólares (Banco Mundial, 2011). Estas acciones, terminan provocando que las comunidades queden desabastecidas, perdiendo incluso sus animales, plantaciones y entorno. Y por lo tanto, deteriorando sus condiciones de vida.

No obstante, se ha incorporado en el año 2022, una reforma al Código de Aguas que afectará la manera en que se gestiona el recurso. El principal cambio que contempla la reforma es el reconocimiento del acceso al agua y saneamiento como un derecho humano esencial e irrenunciable que debe ser garantizado por el Estado. El nuevo texto reafirma que las aguas en cualquiera de sus estados son bienes nacionales de uso público, por lo tanto, su dominio y uso pertenece a todos los habitantes de la nación (BCN, 2022).

Se considera además, una norma para los territorios indígenas donde el Estado velará por la integridad entre tierra y agua, e igualmente se protegerán las aguas existentes para beneficio de las comunidades indígenas. Se añade también el cambio al modelo y características de concesiones, con esto los Derechos de Aprovechamientos no se otorgarán de manera indefinida, sino que tendrán una duración de 30 años. También, estarán sujetos a caducidad en los casos que se acredite que no están en uso o que existe una afectación a la fuente. Los derechos constituidos previamente a la nueva ley permanecerán vigentes, sólo caducarán por su no inscripción en el registro de propiedad de agua de Bienes Raíces (BCN, 2022).

Otros cambios introducidos a la reforma del código de agua es acerca de las aguas del minero, que contempló que los concesionarios mineros deberán informar a la DGA su utilización de las agua, fijando un plazo de 90 días, para

que dicha repartición evalúe si la extracción afecta la sustentabilidad de los acuíferos o los derechos de terceros, manteniendo la restricción acordada en el Senado, de que tales aguas sólo pueden utilizarse en faenas de explotación. Así mismo, se determinó que en caso de término, caducidad, extinción o renuncia de un Derecho de Aprovechamiento, las aguas quedarán libres para ser reservadas por el Estado y para la constitución de nuevos derechos sobre ellas (BCN, 2022).

Adicionalmente, modifica los Derechos de Aprovechamiento de Aguas, reconoce una nueva categoría de derecho para usos no extractivos o de uso en su fuente y restringe el uso de ciertos Derechos de Aprovechamiento de aguas en situaciones de escasez (BCN, 2022).

En nuevo texto, también indica que no podrán otorgarse Derechos de Aprovechamiento en áreas de importancia internacional y que no se podrán constituir Derechos de Aprovechamiento en las áreas declaradas bajo protección de la biodiversidad, como los parques nacionales, reservas nacional, reservas de regiones vírgenes, monumento natural, santuario de la naturaleza, humedales de importancia internacional y en glaciares (BCN, 2022).

Esto con el propósito de resguardar los ecosistemas y la biodiversidad. De esta manera, el proyecto que actualiza el Código de Aguas busca reforzar el carácter de bien público del recurso hídrico y consagrar una nueva regulación para la constitución, ejercicio y extinción de los nuevos Derechos de Aprovechamientos de Aguas. Así como proteger y fortalecer la función que cumple el agua dulce en los ecosistemas terrestres (CRHIAM, 2022).

4.3 Localización

La comuna de Petorca se ubica en la zona noreste de la Quinta Región de Valparaíso, pertenece a la Provincia de Petorca junto a las comunas de La Ligua, Cabildo, Zapallar y Papudo. Se encuentra a 280 kilómetros al norte de la Región Metropolitana y a 190 kilómetros al norte de la comuna de Valparaíso, capital de la Región de Valparaíso. (Gobernación Provincial de Petorca, 2015). Su principal acceso es a través de la conexión Ruta 5 Norte (kilómetro 148) a Ruta E-35, pasando por la comuna de La Ligua (El Diario de la Ligua, 2022).

Limita por el norte con la Cuarta Región de Coquimbo (comuna de Los Vilos y Salamanca), por el oeste con la comuna de La Ligua, por el este con la comuna de Salamanca y en el sur con la comuna de Cabildo (Biblioteca del Congreso Nacional / BCN, 2022).

El territorio que abarca la comuna es de 1.517 kilómetros cuadrados (BCN, 2017).



Ilustración 1: Ubicación Petorca en Quinta Región y comunas colindantes
Fuente de elaboración propia con información extraída de (Satelitespro, 2022)

4.4 Datos demográficos y sociales

Con el fin de caracterizar a la población, en esta sección se presentan una serie de indicadores demográficos, sociales y económicos obtenidos de información Municipal, del Censo 2017 y reportes comunales de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile BCN.

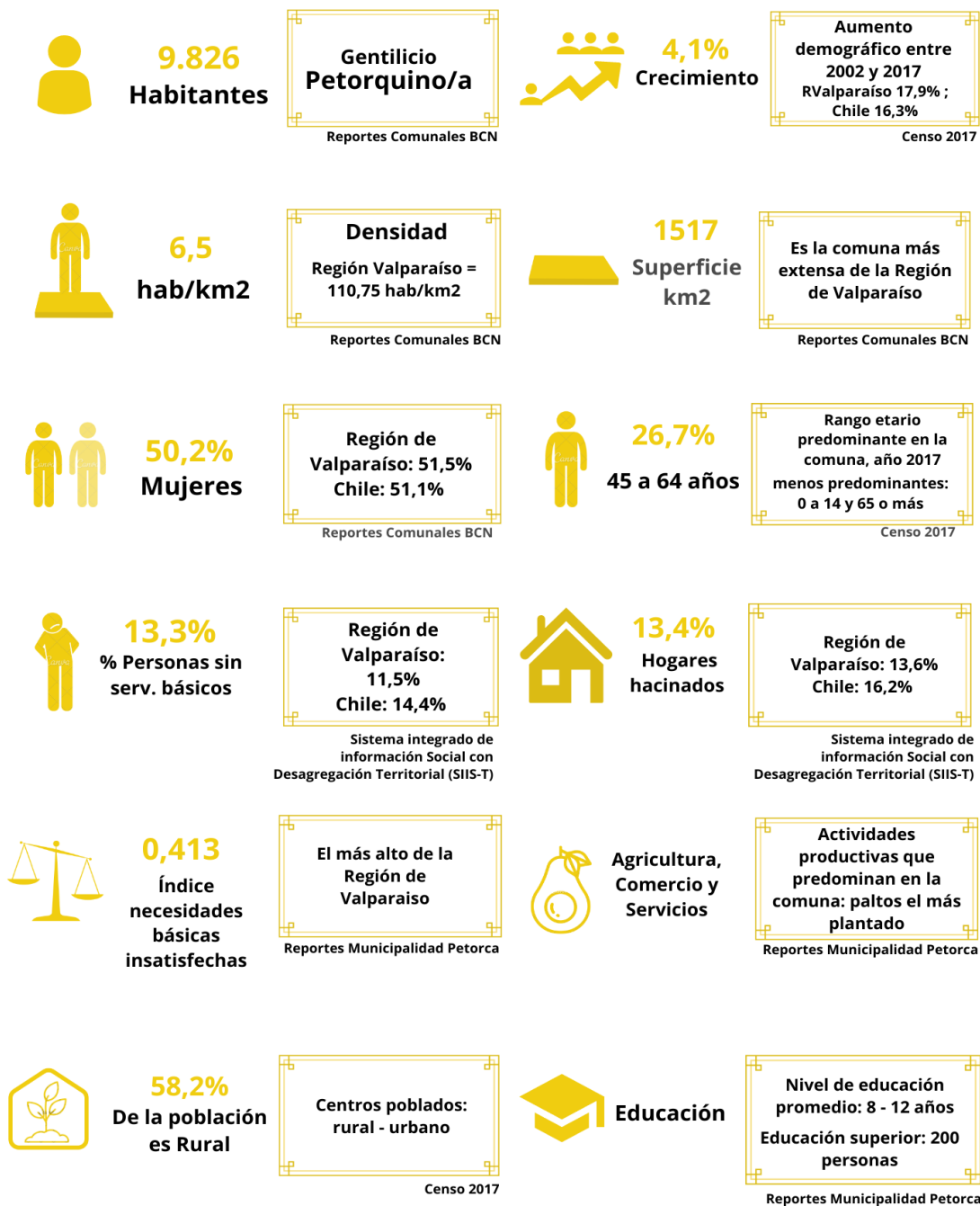


Ilustración 2: Indicadores demográficos y sociales de la comuna de Petorca
Fuente: (BCN, 2021)

4.5 Contexto social

4.5.1 Localidades

La comuna de Petorca distribuye su población en un 58,2% en el área rural y un 41,8% en área urbana (Censo, 2017). De los hogares, un 52% son hogares nucleares (familias conformadas por padre, madre o ambos e hijos), y un 22,7% está conformado por una persona (Censo, 2017). En su mayoría, el 56,5% de las personas pertenece al pueblo originario Mapuche, también se destaca la participación del pueblo Diaguita con un 27,1%.

A continuación se presentan las localidades presentes en la comuna:



Ilustración 3: Mapa de Petorca con sus localidades
Fuente: Elaboración propia con información Municipal

La comuna de Petorca se caracteriza por su actividad económica ligada a la agricultura, se destaca en la producción de árboles frutales como la palta y los cítricos siendo una de las zonas que más exporta este tipo de productos. Se complementa económicamente a través del comercio y la transacción de diversos servicios (BCN, 2021).

4.6 Contexto ambiental

4.6.1 Red hidrométrica

En la comuna de Petorca existen 5 sistemas de medición. Tres Estaciones Climatológicas, ubicadas en la localidad de Palquico, Manuel Montt y Hierro Viejo (se visualiza con los íconos de color naranja y violeta), en Chincolo una Estación Pluviométrica, y en la comunidad de Petorca, se encuentran las estaciones AgroMeteorológica y TermoPluviométrica (Dirección General de Aeronáutica, 2022).



Ilustración 4: Ubicación de estaciones climatológicas en la comuna
Fuente: Información extraída de (Dirección General de Aeronáutica Civil, 2022)

4.6.2 Clima

La temperatura promedio entre Octubre a Marzo es de 18,6° Celsius, y en el mes de enero la temperatura máxima promedio ronda los 27° Celsius. En la estación de invierno se presentan en promedio 159 mm de precipitaciones, mientras que en verano solo 6 mm de precipitaciones (Observatorio Institucional, 2021). La humedad relativa promedio en la zona, para los meses de Julio a Agosto del año 2022 fue de 52,3% (Red Agroclimática Nacional AGROMET ,2022).

Los cielos suelen ser límpidos a causa de la baja humedad atmosférica, los cielos se ven despejados con alta luminosidad. Las lluvias aún suelen ser escasas e irregulares, a pesar de que los totales anuales superan los 200 milímetros, estas suelen presentarse en invierno y son de origen ciclónico (Portal V Región, 2019).

La zona al no tener influencia del océano, provoca que las temperaturas presenten una importante amplitud tanto diaria como anual, registrándose heladas en los sectores bajos en invierno (Portal V Región, 2019).

4.6.3 Usos del suelo

Las clases de uso de suelo que predominan en la comuna de Petorca son las praderas y matorrales con 95,7 mil hectáreas, lo sigue el bosque nativo con 31,7 mil hectáreas y áreas desprovistas de vegetación con 16,3 mil hectáreas (Observatorio Institucional, 2021). El suelo utilizado como terreno agrícola es de 5,7 mil hectáreas que equivalen al 3,8% del suelo total. En el siguiente gráfico se puede apreciar la proporción que tienen las distintas clases de uso de suelo en Petorca:

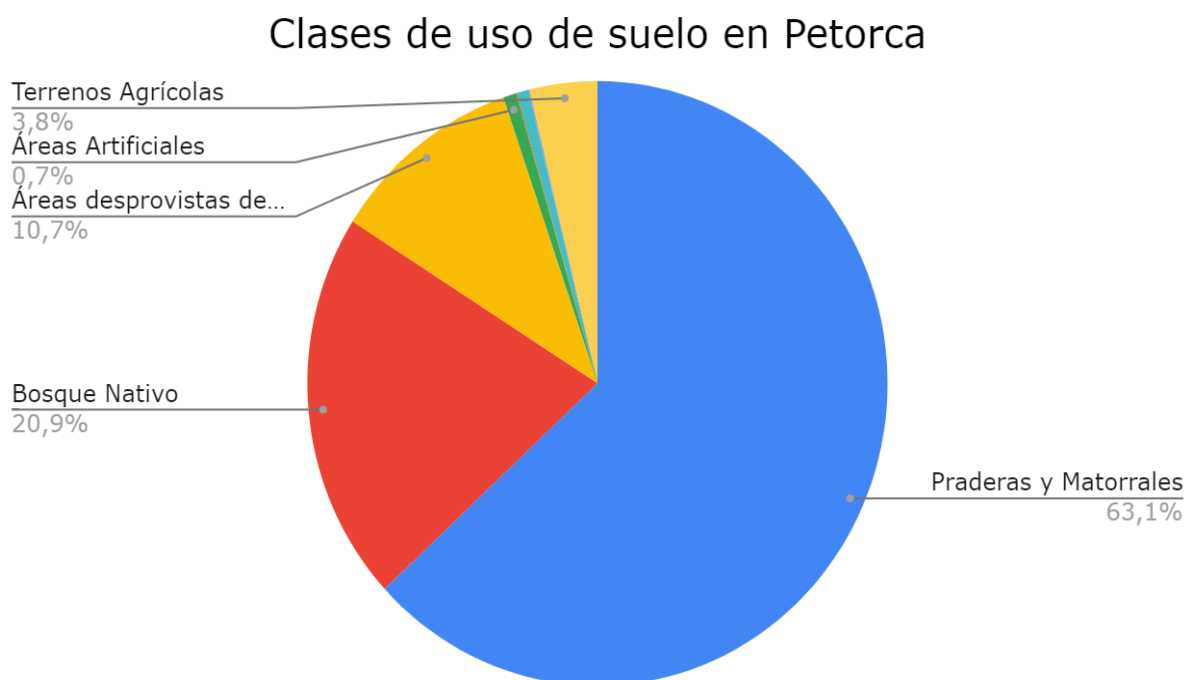


Gráfico 1: Clases de usos de suelo en Petorca
Fuente: Información extraída de Observatorio Institucional 2021

La comuna se caracteriza por ser un gran exportador de frutas. Las principales variedades frutícolas que se distribuyen, producen y exportan en la comuna de Petorca son la paltas Hass con 13,3 mil toneladas; luego, Mandarino con 7,5 mil toneladas, seguidos por el limón, naranjo y nogal con 2,5, 2,3 y 2,1 mil toneladas respectivamente (CIREN, 2021).

Capítulo 5

Contexto Hídrico de la Comuna de Petorca

5.1 Hidrografía

5.1.1 Cuencas y subcuencas

La complejidad del relieve que posee la quinta región de Valparaíso abre paso a numerosos cursos de agua que componen la red hidrográfica de la zona. Los ríos más relevantes son el Río Petorca, La Ligua y El Aconcagua, siendo el Río Petorca quien abastece a la comuna del mismo nombre, este nace en la Cordillera de los Andes y se genera de la confluencia en el sector precordillerano de Chincolco, del estero Pedernal y río el Sobrante. La cuenca tiene una extensión aproximada de 2.669 km², su pendiente es de 3,22% con una dirección general hacia el sudoeste desembocando en el mar. Por lo general sus aguas se utilizan para el riego en el Valle de Petorca y abastecimiento local (Portal V Región, 2019).



Ilustración 5: Cuencas y Subcuenca de la Provincia de Petorca
Fuente: Elaboración propia con información Municipal

5.2 Derechos de aprovechamiento de agua (DAA)

Según el Catastro Nacional de Aguas y la información levantada por la Oficina de Asuntos Hídricos, en la comuna de Petorca existen 464 titulares de DAA diferentes, quienes acumulan en total 3576 l/s en 1019 pozos inscritos, existiendo 113 DAA subterránea sin datos de referencia que engloba a un total de 969,18 l/s (Oficina Asuntos Hídricos, 2022).

De acuerdo a la tipología del Ministerio de Obras Públicas asociadas a los Servicios Sanitarios Rurales (como se le denomina actualmente a las APR), la comuna de Petorca cuenta con 2 Servicios Sanitarios Rurales medianos y 22 de categoría pequeños. De los 24 SSR existentes en la comuna, solo 12 cuentan con pozos propios en funcionamiento y 4 otras que poseen pozo pero no han logrado regularizar completamente sus derechos de aprovechamiento de aguas. En conjunto, las 16 APR que poseen derechos de aprovechamiento de aguas acumulan un total de 115,4 litros por segundo (Información Municipal 2021).

Respecto de todo el caudal otorgado en la comuna se destaca que el 58,8% del recurso hídrico lo poseen solo 30 titulares de los 464 que existen, estos en su mayoría están vinculados al área agrícola (Oficina Asuntos Hídricos, 2022).

Tras el levantamiento de información realizada en la Municipalidad se observa que las principales problemáticas asociadas a los derechos de agua son los siguientes:

- No todos los pozos están inscritos
- No todos los pozos inscritos se encuentran registrados en el Catastro Nacional DGA
- Se desconocen todos los drenes construidos en el lecho del río. Algunos de estos son construidos en el interior de los pozos noria, y parecen verdaderas galerías mineras.
- Se desconocen todas las obras realizadas para desviar agua del río, y captar agua desde vertientes mediante tuberías.
- Se desconoce cuántos pozos inscritos se encuentran secos
- Existen herramientas de monitoreo, pero su implementación es parcial e incompleta
- Faltan recursos y personas para una fiscalización efectiva y eficaz, ya que solo hay 4 fiscalizadores DGA para toda la región (Diagnóstico Municipal, 2022).

Capítulo 6

Radiografía de la Gestión Hídrica en la comuna de Petorca

6.1 Agua Potable Rural (APR)

El Programa de Agua Potable Rural (APR) nace en 1964 con el propósito de abastecer de agua potable a localidades rurales concentradas y semiconcentradas, a través de la elaboración de proyectos de inversión y asesoría en cada comunidad (Donoso, 2015). Es administrado por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas, a través de la Subdirección de Agua Potable Rural y las Direcciones Regionales respectivas, apoyadas por las Unidades Técnicas (Empresas Sanitarias) (DIPRES, 2020).

Los comités APR se vinculan con el Estado a través del Ministerio de Obras Públicas, atendidos en Petorca por la oficina de asistencia técnica de ESVAL a través de un convenio con la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). Los servicios que no están vinculados al MOP son apoyados por las municipalidades a través de SUBDERE, con el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) y Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) o con recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), del Gobierno Regional (MINAGRI, 2018).

Además de la población abastecida por APR, informes de la Gobernación Provincial de Petorca habla de más de 900 personas que se abastecen a través de camiones aljibes, número que aumenta cuando las APR sufren problemas para proveer del servicio.

La comuna de Petorca, abastece a través de 24 APR a 5.500 habitantes aproximadamente, correspondientes a la mitad de la población de la comuna (Alcalde Petorca et al., 2022), entre ellos, pozos propios, camiones aljibes, aducción y vertientes otorgan el recurso a los vecinos. Además, se encuentran las redes de la compañía ESVAL que cubren las localidades de Chicolco y Petorca utilizando fuentes de abastecimiento de su autoría. A continuación se presenta una ilustración de la distribución de las APR que encontramos en la comuna:



Ilustración 6: Descripción de las APR existentes en la comuna de Petorca
Fuente: Elaboración propia con información Municipal

El detalle de las APR presentes en las comunidades de la comuna de Petorca se presenta en la tabla 4. En esta se identifica si es que el sistema APR cuenta con pozo propio, el tipo de abastecimiento; por camiones aljibes vía Municipal o por compra de la Delegación Regional, y si se abastece por aducción o por vertiente:

N°	Sistema APR	Tipo de Abastecimiento Regular				
		Pozo propio	Camión Aljibe		Aducción	Vertiente
			Municipal	Delegación		
1	El Sobrante	x	x			
2	Chalaco	x	x			
3	Calle Larga	x	x			
4	Valle de los Olmos	x	x	x		
5	Los Comunes	x	x	x		
6	Polcura / La Chimba	x	x			
7	Quebrada de Castro		x		x	
8	Villa Alberto Callejas				x	
9	El Bronce / El Durazno		x	x		
10	La Ñipa	x	x	x	x	
11	Hierro Viejo	x	x	x	x	
12	La Canelilla				x	
13	Manuel Montt / Paraíso		x	x	x	

N°	Sistema APR	Tipo de Abastecimiento Regular				
		Pozo propio	Camión Aljibe		Aducción	Vertiente
			Municipal	Delegación		
	Perdido					
14	Sor Teresita / Santa Julia		x (S Julia)	x	x	
15	El Francés/ San Ramón	x	x (el Francés)	x	x	
16	Padre Hurtado	x				
17	Pedegua		x	x	x	
18	El Manzano		x	x		
19	El Pedernal		x			x
20	Las Palmas	x	x	x		
21	Frutillar Alto		x			
22	Frutillar Bajo		x			
23	Palquico	x	x			
24	Quebrada Honda	x	x			

Tabla 4: Tipo de abastecimiento regular en los sistemas de APR.

Las **x** en color rojo muestran las zonas en que se abastece ocasionalmente a un sector de la comunidad (obtenido de la planilla de compra del recurso Municipal, Municipalidad de Petorca 2022)

Las **x** en color negro caracterizan las zonas que reconoce la Municipalidad aportar directamente a las APR (obtenido de la planilla maestra de las APR, Municipalidad de Petorca 2022)

De esta tabla podemos observar que de las 24 APR existentes, hay 12 sistemas de APR que cuentan con un pozo propio y 12 sistemas APR sin un pozo propio a disposición. Son 20 las comunidades que reciben abastecimiento por camiones aljibes, 9 se abastecen con el sistema de aducción y 1 a través de una vertiente.

En total son dos APR las que pueden satisfacer su demanda solo con un tipo de abastecimiento regular, uno a través de pozo propio: Padre Hurtado, y uno a través de Aducción: Villa Alberto Callejas.

De las 12 APR con pozo propio, solo uno logra sostener su consumo solo a través de este, mientras que los 11 restantes dependen además de otros sistemas de abastecimiento.

La comunidades de El Manzano, El Bronce/El Durazno, reciben abastecimiento del recurso solo por la vía de Camiones aljibe a través de las dos vías de compra del recurso (Oficina de Asuntos Hídricos, 2022).

6.1.1 Necesidades de las APR

La Provincia de Petorca se abastece a través de 74 sistemas de APR, de estos, un 57% no están adscritos al Programa de APR del MOP. Coincide con que son quienes tienen mayores carencias, ya que no cuentan con saneamiento básico (66 APR (89%)), no cuentan con alcantarillado, ni tratamiento de aguas servidas, infraestructura deficiente, recurso hídrico limitado (15% no tiene fuentes de agua) y dificultades administrativas y organizativas (MINAGRI, 2018).

A continuación se presentan las necesidades que se han podido recabar de las comunidades que poseen un sistema de APR en la comuna de Petorca (los principales problemas y necesidades que están marcados con negrita son más relevantes):

Sistema APR	Abast. emergencia	PTAS	Principales problemas y necesidades
El Sobrante		No	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión de red hidráulica APR. Mejoramiento Integral • Análisis de funcionamiento sistema hidráulico. • Instalación estanque de respaldo. • Instalación sistema solar pozo 2 • Generadores eléctricos de respaldo (pozo noria) • Instalación postación eléctrica y luz en sector estanques • Instalación de PTAS y alcantarillado • Hacer cambio de algunos I/s desde el punto de captación pozo noria N°1 al pozo profundo N°2
Chalaco		No	<ul style="list-style-type: none"> • Recambio de red hidráulica • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta solar • Extensión red hidráulica a sectores de Chalaco Alto • Mejoramiento postación sistema eléctrico.
Calle Larga		No	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitación oficina de atención público • Instalación de caudalímetro • Aumentar tuberías de diámetro • Instalación de válvulas de aire y de corte • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta fotovoltaica. • Instalación de PTAS y alcantarillado
Valle Los Olmos	Sí	Sí	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y habilitación de fuente de abastecimiento de agua potable • Proyecto de planta fotovoltaica (bombeo pozo) • Generador eléctrico de respaldo. • Reposición de sopladores en PTAS • Baja participación comunitaria • Que la conexión a la aducción no les cueste

			dinero, y que el funcionamiento de los pozos no perjudique los pozos de la comunidad.
Los Comunes	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de defensa Fluvial Pozo • Generador eléctrico de respaldo • Instalación de PTAS y alcantarillado • Proyecto de planta fotovoltaica. • Actualizar datos de instalaciones SSR (pozos y caseta)
La Polcura / La Chimba		No	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de PTAS y alcantarillado • Ampliación sistema fotovoltaico • Generador eléctrico de respaldo
Quebrada de Castro		No	<ul style="list-style-type: none"> • Profundización pozo existente • Extensión sistema fotovoltaico • Generador eléctrico de respaldo • Existe una casa donde no llega agua.
Villa Alberto Callejas		No	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de PTAS y alcantarillado • Mejoramiento matriz de agua y anexos • Habilitar franja de terreno para mejoramiento matriz de agua. • Instalación de estanques de respaldo • Entrega de subsidios de agua • Proyecto de planta fotovoltaica. • Generador eléctrico de respaldo • Construcción y habilitación de nueva fuente de abastecimiento.
El Bronce/El Durazno	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los avances en la instalación del sistema de redes hidráulicas. • Finalización de instalación sistema hidráulico. • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta fotovoltaica • La comunidad no posee DAA (terminar trámite)
La Ñipa	Sí	Sí	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitación nuevo pozo APR • Mejoramiento y revisión funcionamiento Planta PTAS • Proyecto de planta fotovoltaica • Revisión funcionamiento red hidráulica.
Hierro Viejo	Sí	Sí	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la cantidad de pérdidas que tiene el APR (40%) • Análisis del sistema hidráulico • Generador eléctrico trifásico de respaldo. • Proyecto de planta fotovoltaica. • Resolución de conflicto respecto al pozo N°3. • Mejoramiento integral PTAS. • Seguimiento y fiscalización de las captaciones ilegales.
La Canelilla		No	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de estanque extra (10 m3) • Resolución de conflictos legales concernientes al lugar donde se encuentra el pozo del APR y la

			<p>caseta de cloración.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilitar legalmente el paso de servidumbre. • Generador eléctrico de respaldo • Instalación de PTAS y alcantarillado • Proyecto de planta fotovoltaica
Manuel Montt/Paraíso o Perdido	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y habilitación de fuente de abastecimiento • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta fotovoltaica • Instalación de PTAS y construcción de alcantarillado. • Cambio de la matriz principal a HDPE (2 km; 2"- 63 mm)
Sor Teresita / Santa Julia		No	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y habilitación de fuente de abastecimiento de agua potable • Proyecto de planta fotovoltaica • Generador eléctrico de respaldo • Instalación de PTAS y alcantarillado.
El Francés/San Ramón	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> • Pozo 2 y 3 APR no tienen DAA. Realizar traspaso de DAA. • Válvulas de aire y válvulas de corte. • Generador eléctrico de respaldo • Instalación de PTAS y alcantarillado • Proyecto de planta fotovoltaica • Sensor de nivel para estanque de 50 m3 • Habilitación de pozo N°3 • Análisis hidráulico en detalle de red de agua. • Construcción de estanque de regulación.
Padre Hurtado		No	<ul style="list-style-type: none"> • Generador eléctrico de respaldo • Instalación de PTAS y alcantarillado • Proyecto de planta fotovoltaica. • Instalación de estanque de mayor tamaño. • Pozo no posee DAA • No existe certeza jurídica de que el terreno donde está el pozo sea del comité APR.
Pedegua		Sí	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del funcionamiento y mejoramiento PTAS • Construcción y habilitación de nueva fuente de abastecimiento. • Revisión funcionamiento red hidráulica. • Instalación de estanques comunitarios en sectores con problemas de abastecimiento. • Proyecto de planta fotovoltaica. • Generador eléctrico de respaldo
El Manzano	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de fuente de abastecimiento (pozo) • Evaluación funcionamiento red hidráulica. • Pavimentación calle de acceso a sector estanques. • Proyecto de planta fotovoltaica.

			<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de PTAS y alcantarillado. • La comunidad no posee DAA (terminar trámite)
Pedernal			<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de clorador en sistema hidráulico que viene de la vertiente. • Habilitación de pozo profundo • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta fotovoltaica • Instalación de PTAS y alcantarillado • Pozos no poseen DAA inscritos
Las Palmas	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y habilitación nueva fuente de abastecimiento • Proyecto de planta fotovoltaica • Generador eléctrico de respaldo • Instalación de PTAS • Pozo no posee DAA inscrito
Frutillar Alto		No	<ul style="list-style-type: none"> • Conformación y formalización de Comité APR • Construcción y habilitación de fuente de abastecimiento • Diseño y construcción red hidráulica APR • Instalación de PTAS • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta fotovoltaica
Frutillar Bajo		No	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y habilitación de fuente de abastecimiento • Diseño y construcción red hidráulica APR • Instalación de PTAS y alcantarillado • Generador eléctrico de respaldo • Proyecto de planta fotovoltaica. • La comunidad no posee DAA. Es necesario adquirir al menos 1 l/s.
Palquico		No	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación de redes hidráulicas en ruta E -325 (implica romper pavimento) • Instalación de estanque de respaldo sector Villorrio • Proyecto de Planta Fotovoltaica • Instalación de PTAS y alcantarillado. • Extensión Red SSR a sectores en Toma • Generador eléctrico de respaldo
Quebrada Honda		No	<ul style="list-style-type: none"> • Profundización pozo existente • Proyecto de planta fotovoltaica • Instalación de PTAS y alcantarillado • Generador eléctrico de respaldo.

Tabla 5: Listado de necesidades de las APR de la comuna de Petorca

Fuente: Información extraída de "Levantamiento de información SSR Petorca, principales problemas y necesidades"

6.2 Camiones Aljibe

La distribución y compra de agua mediante camiones aljibe se ha convertido en una de las soluciones más relevantes en la comuna para hacer frente al desabastecimiento. De hecho, de un total de 34 comunidades en la comuna, sólo 3 no reciben el recurso por medio de este sistema de suministro (tabla 4).

La implementación de esta medida de emergencia se origina a partir de la segunda mitad de la década de los 90, cuando la comuna experimentó un incremento significativo en la superficie cultivada de paltos, pasando de 2 mil hectáreas a más de 16 mil. Que sumado a los efectos del cambio climático, llevó a que en 1997 se declarase agotado el río de Petorca y en 2004 se hiciera lo mismo con el río La Ligua (Velásquez, 2018).

En la comuna de Petorca la compra y distribución del agua potable por camiones aljibes como medida de emergencia se tramita por dos vías principales: con fondos de emergencia del Ministerio del Interior, a través de la Delegación Presidencial Provincial de Petorca o por compra del Municipio. Ambos servicios no realizan cobros a los habitantes.

A la fecha esta propuesta ha sido bastante cuestionada pues el primer análisis integral sobre la distribución de agua potable mediante camiones aljibe en Chile realizado en la provincia de Petorca, investigación denominada: *"Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile"*, que estudió 1753 órdenes de compra que se solicitaron entre el período de 2012 al 2018 por la Delegación Provincial para proveer de agua por medio de camiones aljibes a las comunidades. Concluyó que se repartieron un total de 1.494.492 m³ de agua, equivalente a un gasto de más de \$8.754 millones de pesos que permitieron abastecer a 41 localidades. Además, se evidencia que 23 proveedores que extrajeron agua de cinco sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC), distribuyeron el recurso dentro de estos mismos sectores, identificando al menos tres proveedores que tienen derechos inscritos para uso agrícola.

Los resultados indican que *"las redes de abastecimiento hídrico conformadas por camiones aljibe se basan en un mecanismo burocrático que implica un alto y constante esfuerzo administrativo, económico y operacional que no corresponde a una medida de emergencia que entrega un recurso vital. Al mismo tiempo, no logra satisfacer la demanda total de las localidades y cubrir el déficit hídrico de los usos afectados, ya que el consumo promedio repartido por persona ha llegado a ser 50 litros por persona al día, apenas el 30% del consumo promedio nacional de 170 litros por persona diario"* (Fragkou et al., 2022). El año 2021, la Corte Suprema ordena proveer 100 litros de agua al

día por cada habitante, cifra que tampoco logra cubrir el promedio nacional (El Mercurio, 2021).

Por otro lado, *la instalación de este sistema de abastecimiento desplaza la urgencia de desarrollar soluciones para destrabar la crisis a largo plazo, mientras instala un mercado muy rentable para los principales aguatenientes de la zona. El hecho de que este mercado esté dominado por unos pocos actores locales, con una fuerte participación de empresas y particulares del sector agrícola, apoya el argumento de que en Petorca no existe una escasez física y absoluta, sino una desigual distribución del agua* (Fragkou et al., 2022).

A fin de visualizar la situación general de los camiones aljibes, se detalla el proceso de obtención del recurso, los costos y demanda asociada a la entrega del recurso por ambas vías, de modo que se pueda exponer en una sola tabla, los costos y las demandas totales del servicio de distribución de agua por camiones aljibe en la actualidad.

6.2.1 Delegación Presidencial Provincial de Petorca

El proceso de solicitud de agua mediante la Delegación Provincial consta de tres etapas administrativas (solicitud, ejecución y rendición), estas son esquematizadas en la ilustración 7 adjunta en los anexos. En el que se distinguen actores claves asociados a la temática hídrica como las comunidades de APR, Municipios, Delegación Provincial, ONEMI, Subsecretaría del Interior y proveedores de aguas.

El servicio es contratado por la Delegación Provincial de forma trimestral, y actualmente son 11 las comunidades que se abastecen en la comuna de Petorca: Hierro Viejo, Los Comunes, El Manzano, El Francés/San Ramón, Pedegua, Santa Julia, Las Palmas, Valle Los Olmos, La Ñipa, El Bronce/El Durazno y Manuel Montt.

A continuación se presenta el resumen de los costos y metros cúbicos mensuales otorgados a cada comunidad para el año 2021:

Servicio APR	Costo Mensual	Valor prom. por metro cúbico	Metros cúbicos	Referencia
La Ñipa	\$16.571.853	\$5.320	3.115	
Hierro Viejo	\$15.536.759	\$5.541	2.804	El Bronce
Pedegua	\$11.062.240	\$6.402	1.728	San Ramón
El Francés/ San Ramón	\$9.293.543	\$6.957	1.336	prom. El Francés y San Ramón

Valle Los Olmos	\$14.098.596	\$11.444	1.232	
Manuel Montt	\$11.033.906	\$10.000	1.103	Santa Julia
El Manzano	\$9.857.960	\$17.310	569	
Santa Julia	\$5.392.842	\$10.000	539	Palquico
El Bronce/ El Durazno	\$2.913.104	\$5.541	526	
Los Comunes	\$3.977.623	\$11.444	348	Valle los Olmos
Las Palmas	\$883.008	\$10.871	81	
Total	\$100.621.434	9.166	13.381	

Tabla 6: Obtención de costos y metros cúbicos otorgados a cada comunidad por vía de camiones aljibes Delegación
Fuente: Elaboración propia con información Municipal.

En la tabla 6, se extrae que el costo total aproximado mensual por esta vía es de 101 millones de pesos, correspondiente a 1207 millones de pesos anuales. Los costos mensuales expuestos son el promedio de los costos registrados por la municipalidad para cada comunidad por un período de 5 meses (tabla 7, anexo B).

Para determinar los metros cúbicos asignados a cada comunidad, se calcula la proporción entre los costos mensuales por comunidad proporcionados en la tabla 6, y el valor promedio por metro cúbico de agua asociado a cada comunidad (tabla 8, anexo B), en base al estudio realizado a los camiones aljibe de la Provincia de Petorca. En el caso de no existir un costo asociado a esa comunidad, se toma el valor de referencia de un servicio de APR cercano (como máximo se distancian entre 10,9 km).

Hasta el año 2022, La Delegación Provincial cuenta con 4 proveedores que abastecen a 11 comunidades de la comuna de Petorca. Se puede observar en la siguiente tabla, las comunidades que tienen asociadas, los ingresos mensuales promedio por la compra del agua y los metros cúbicos otorgados:

Proveedor	Comunidades a las que abastece	Ingresos aprox.	Metros cúbicos
Pedro Silva	Las Palmas	\$883.008	81
	Los Comunes	\$3.977.623	348
	Valle los Olmos	\$14.098.596	1.232
	Total	\$18.959.227	1.661
	El Bronce / El Durazno	\$2.913.104	526

Danilo Saavedra	El Manzano	\$9.857.960	569
	Total	\$12.771.064	1.095
SATA Spa	Manuel Montt	\$11.033.906	1.103
	Hierro Viejo	\$15.536.759	2.804
	Total	\$11.033.906	3.907
DHOP	La Ñipa	\$16.571.853	3.115
	El Francés / San Ramón	\$9.293.543	1.336
	Total	\$25.865.396	4.451

Tabla 9: Detalle de los proveedores del agua vía Delegación Provincial.
Fuente: Información Municipal.

6.2.2 Por compra Municipal

Los camiones aljibe municipales distribuyen el recurso a habitantes que cumplen ciertas condiciones, como no tener factibilidad de agua en sus hogares, que sea única vivienda, que vivan en un sector que presenta problemas de abastecimiento constante y en casos de emergencia como corte de suministro por fuerza mayor (Encargado Asuntos Hídricos, 2022).

La distribución del agua inicia cuando los camiones aljibes van en busca del recurso al proveedor. Esta registra en una planilla los metros cúbicos solicitados. En el momento en el que se reparte el recurso, se anota en otra planilla, las personas que reciben el agua y la cantidad otorgada (Encargado Asuntos Hídricos, 2022).

Al mes de junio del año 2022 existen más de 90 personas beneficiarias de agua en la comuna, de las cuales aproximadamente, más de la mitad, se tiene su ubicación exacta (Encargado Asuntos Hídricos, 2022).

A continuación se presenta el resumen de los costos y metros cúbicos mensuales otorgados a cada comunidad:

Comunidades	Demanda mensual (Promedio m3 anual)	Costo mensual compra recurso	Costos mensual total (Promedio anual)
La Ñipa	178	\$254.184	\$658.291
Frutillar	154	\$219.912	\$569.533

Chincolco	114	\$162.792	\$421.602
El Bronce / El Durazno	80	\$114.240	\$295.861
El Manzano	67	\$95.676	\$247.784
Chalaco	60	\$85.680	\$221.896
Petorca	42	\$59.976	\$155.327
Palquico	42	\$59.976	\$155.327
Calle Larga	38	\$54.264	\$140.534
Manuel Montt	37	\$52.836	\$136.836
Santa Julia	35	\$49.980	\$129.439
Los Comunes	30	\$42.840	\$110.948
Pedernal	27	\$38.556	\$99.853
Pedegua	23	\$32.844	\$85.060
La Chimba	22	\$31.416	\$81.362
La Gruta	19	\$27.132	\$70.267
Quebrada Honda	17	\$24.276	\$62.870
El Canelo	16	\$22.848	\$59.172
El Sobrante	13	\$18.564	\$48.077
Las Palmas	12	\$17.136	\$44.379
Hierro Viejo	7	\$9.996	\$25.888
Valle Los Olmos	6	\$8.568	\$22.190
La Canelilla	6	\$8.568	\$22.190
Quebrada Castro	5	\$7.140	\$18.491
Zapallar	5	\$7.140	\$18.491
Paraíso Perdido	5	\$7.140	\$18.491
Costanera	4	\$5.712	\$14.793
El Francés / San Ramón	3	\$4.284	\$11.095
Potrero Seco	3	\$4.284	\$11.095
Las Placetas	1	\$1.428	\$3.698
El Llano	1	\$1.428	\$3.698

Total General Camiones Aljibes	1.072	\$1.530.816	\$3.964.539
---	--------------	--------------------	--------------------

Tabla 10: Resumen de demanda y costos por compra Municipal.
Fuente: Elaboración propia con información de la planilla de entrega de agua por vía Municipal.

La demanda promedio mensual de cada comunidad se obtiene de la planilla de registros de entrega de aguas municipal por camiones aljibe. Para calcular este promedio, se toma en cuenta el promedio de las demandas realizadas durante todo el año 2021 (tabla 11, anexo C). Las filas destacadas con color rojo son consideradas por el autor como comunidades con *demanda de ocasión*, definidas como comunidades que solicitan agua a lo más dos instancias en el año. Son relevantes porque visibilizan un sobre consumo en algunas zonas de las comunidad, por ejemplo, La comunidad el Francés, los Comunes y Valle los Olmos, también reciben el recurso por la vía de la Delegación Provincial. Este mayor consumo puede estar asociado a situaciones estacionales ya que Valle los Olmos, Las Placetas, Las Palmas solicitaron un mayor abastecimiento durante los meses de enero y febrero (Oficina de asuntos hídricos, 2022).

El total de metros cúbicos distribuidos por esta vía es de 1.072 metros cúbicos mensuales, equivalentes a 12.864 metros cúbicos anuales aproximadamente.

Las comunas de Petorca y Cabildos a diferencia de las otras comunas de la provincia de Petorca, solo licitan el agua y no el servicio de transporte a través de los camiones aljibe, esto se debe a que les fueron entregados camiones aljibes municipales con recursos de emergencia. En particular, la comuna de Petorca tiene a disposición 4 camiones con capacidad de 10 metros cúbicos cada uno, conducido por 4 choferes contratados por el Municipio (Municipalidad de Petorca, 2021).

Debido a esto, se expone una columna que se asocia solo a la compra del recurso hídrico al proveedor, que para el municipio es solo uno, su nombre es Agrícola Santa Carolina, y el acuerdo de compra es de 1.200 pesos más iva por metro cúbico de agua, equivalentes a 1.428 pesos (Oficina de asuntos hídricos, 2022). Este costo se traduce en un valor de 1.530.816 pesos mensuales (tabla 10), equivalente a 16.235.880 pesos anuales (tabla 12, anexo C).

Los costos totales por lo tanto, incorporan al costo del recurso, un proporcional de los costos asociados al pago del combustible para los camiones aljibe y los costos atribuidos a las remuneraciones de los conductores (el cálculo se expone en el anexo D).

6.2.3 Situación General de los camiones aljibes

La compra de agua y distribución por medio de camiones aljibes ha sido una propuesta de solución bastante cuestionada en el último tiempo, una de las razones son los altos costos que requiere esta solución. Para ello se presenta la tabla 15, que muestra la panorámica completa respecto de la cantidad de metros cúbicos que en promedio demanda cada comunidad que es abastecida por las dos vías de compras y los costos mensuales totales:

Comunidades	Demandas mensuales			Costos mensuales		
	Demanda Delegación (m3)	Demanda Municipalidad (m3)	Demanda total (m3)	Costos Delegación	Costos Municipalidad	Costos totales
La Ñipa	3.115	178	3.293	\$16.571.853	\$658.291	\$17.230.144
Hierro Viejo	2.804	7	2.811	\$15.536.759	\$25.888	\$15.562.647
Pedegua	1.728	23	1.751	\$11.062.240	\$85.060	\$11.147.300
El Francés / San Ramón	1.336	3	1.339	\$9.293.543	\$11.095	\$9.304.638
Manuel Montt	1.103	37	1.140	\$11.033.906	\$136.836	\$11.170.742
Valle Los Olmos	1.232	6	1.238	\$14.098.596	\$22.190	\$14.120.786
El Bronce / El Durazno	526	80	606	\$2.913.104	\$295.861	\$3.208.965
El Manzano	569	67	636	\$9.857.960	\$247.784	\$10.105.744
Santa Julia	539	35	574	\$5.392.842	\$129.439	\$5.522.281
Los Comunes	348	30	378	\$3.977.623	\$110.948	\$4.088.571
Frutillar		154	154		\$569.533	\$569.533
Chalaco		60	60		\$221.896	\$221.896
Chincolco		114	114		\$421.602	\$421.602
Las Palmas	81	12	93	\$883.008	\$44.379	\$927.387
Pedernal		27	27		\$99.853	\$99.853
Calle Larga		38	38		\$140.534	\$140.534

Petorca		42	42		\$155.327	\$155.327
Palquico		42	42		\$155.327	\$155.327
Quebrada Honda		17	17		\$62.870	\$62.870
La Chimba		22	22		\$81.362	\$81.362
El Canelo		16	16		\$59.172	\$59.172
La Gruta		19	19		\$70.267	\$70.267
El Sobrante		13	13		\$48.077	\$48.077
La Canelilla		6	6		\$22.190	\$22.190
Quebrada Castro		5	5		\$18.491	\$18.491
Zapallar		5	5		\$18.491	\$18.491
Paraíso Perdido		5	5		\$18.491	\$18.491
Costanera		4	4		\$14.793	\$14.793
Potrero Seco		3	3		\$11.095	\$11.095
Las Placetas		1	1		\$3.698	\$3.698
El Llano		1	1		\$3.698	\$3.698
Total General Camiones Aljibes	13.381	1.072	14.453	\$100.621.434	\$3.964.538	\$104.585.972

Tabla 15: Metros cúbicos y costos totales por ambas vías de compra

Fuente: Elaboración propia

Se extrae de la tabla, que la demanda total para la población que recibe el recurso por la vía de emergencia es de 14 mil metros cúbicos aproximadamente, correspondiente a un costo mensual aproximado equivalente a 105 millones de pesos, 1.255 millones de pesos anuales, de los cuales, un 96,2% corresponde a costos por la vía de la Delegación.

Las comunidades que actualmente se encuentran bajo el servicio permanente de camiones aljibe se encuentra, La Ñipa, Hierro Viejo, Pedegua, El Francés / San Ramón, Manuel Montt, Valle los Olmos, El Bronce /Los Durazos, El Manzano, Santa Julia y los Comunes.

6.3 Aducción Río Petorca

Una aducción es un sistema de conducción de agua que suele ser utilizado para transportar el recurso desde una fuente de abastecimiento hasta una comunidad o zona que se requiera (Ministerio del Medio Ambiente Colombia, 2002).

El sistema de aducción del Río Petorca es una infraestructura de conducción de agua potable que se extiende a lo largo de 33 kilómetros (42 kilómetros desde agosto de 2022). En la actualidad, este sistema conecta a 11 APR, siendo 9 de ellas pertenecientes a la comuna de Petorca, como Quebrada de Castro, Villa Alberto Callejas, La Ñipa, Hierro Viejo, La Canelilla, Manuel Montt, Santa Julia, El Francés/San Ramón y Pedegua. Estas APR se abastecen de diversas fuentes de agua, como cauces de ríos y pozos ubicados en los sectores de Río Tinto y El Peñón (Asuntos Hídricos et al., 2022).

Actualmente se está llevando a cabo la ampliación de la aducción, agregando 9 kilómetros a su trazado para permitir la conexión con dos nuevos pozos abastecedores en el sector de El Sobrante y Valle Los Olmos. Esta extensión tiene como objetivo principal distribuir agua en las comunidades mencionadas, incluyendo Los Comunes. El propósito de esta expansión es proporcionar apoyo a las APR, para que puedan abastecerse cuando su fuente de agua propia no tenga la capacidad suficiente para cubrir las necesidades de toda la comunidad. La gestión y administración de este sistema recae en una organización gremial denominada Aducción Río Petorca, que cuenta con la participación de los representantes legales de las 11 APR conectadas (Asuntos Hídricos et al., 2022). En la comunidad Valle Los Olmos existe una necesidad de mayor abastecimiento, ya que actualmente dependen de agua de emergencia proporcionada por la Delegación Provincial y de un acuerdo de comodato con una empresa agrícola (Asuntos Hídricos et al., 2022).

En la actualidad, 7000 personas abastecidas por la red de aducción se encuentran en crisis sanitaria, comunidades como Villa Alberto Callejas, Hierro Viejo, Manuel Montt, Santa Julia, La Canelilla, El Francés / San Ramón y Pedegua se abastecen con agua de emergencia debido a la disminución en los niveles de los pozos que alimentan la aducción, esto coincide con las comunidades que son abastecidas con el servicio de camiones aljibe visualizadas en la tabla 15.

6.4 Pozos

Del registro otorgado por el municipio, se cuenta con un total de 13 APR que disponen de pozos propios, de un total de 24 APR en la comuna. Durante la temporada de sequía entre los años 2021 y 2022, la mayoría de estos pozos experimentaron descensos significativos en sus niveles de agua. A pesar de ello, estos pozos fueron cruciales para evitar que la comunidad sufriera escasez de agua.

Es importante destacar que de estas 12 comunidades, 4 aún no han regularizado sus derechos de aprovechamiento de agua en los puntos de captación aprovechados (Asuntos Hídricos et al., 2022).

6.5 ESVAL

La compañía ESVAL es una empresa de servicios sanitarios que opera en la comuna de Petorca desde el año 2002, se encarga de la distribución de agua potable, la recolección y tratamiento de aguas servidas (ESVAL, 2020). Actualmente sus servicios están enfocados en las comunidades de Petorca, con 1100 hogares, y Chicolco, con 779 hogares (ESVAL, 2021).

El sistema de producción de agua se ubica en la localidad de Chicolco y se compone de una planta de captación subterránea denominada Chicolco. Este sistema se compone de cuatro drenes operativos denominados dren El Pimiento, pozo noria El Espino, pozo noria El Acacio y sondaje 2048, que presentan una capacidad de producción de 1 L/s, 1,9 L/s, 0,225 L/s y 4 L/s, respectivamente. La red consiste en aproximadamente 9,68 kilómetros de tuberías que cubren el territorio operacional (ESVAL, 2020).

En sectores de la Población O'Higgins y la toma de terrenos del Llano Los Cáceres en Chicolco, aún no existe un red de abastecimiento de agua potable. En estas zonas, el suministro de agua se realiza mediante camiones aljibe municipales (ESVAL, 2020). En el segundo semestre del año 2022, se ha puesto en marcha un proyecto que tiene como objetivo beneficiar a 650 hogares en Chicolco a través de la mejora de la infraestructura actual (ESVAL, 2022). y la expansión de la cobertura de abastecimiento de agua potable a quienes no contaban con este servicio.

6.6 Proyectos relevantes

Como reacción al crítico escenario hídrico presente en la comuna, entidades gubernamentales han apoyado proyectos que buscan reducir la brecha hídrica presente en la comuna, entre los proyectos más relevantes se encuentran:

6.6.1 Embalse Las Palmas

El proyecto denominado "Concesión Embalse Las Palmas" se encuentra ubicado en el Estero Las Palmas, a unos 17 km al oeste de la comunidad de Petorca, en la comunidad de Palquico, Región de Valparaíso. Consiste en la construcción, mantención y explotación de un embalse cuyo principal objetivo es asegurar y permitir el riego de la zona media y baja de la cuenca del valle del Río Petorca, aunque también incluye el servicio de agua para consumo humano. El Embalse Las Palmas se destina a abastecer principalmente las necesidades de riego de la zona media y baja de la cuenca del valle del Río Petorca con un volumen total de 55 millones de metros cúbicos de capacidad, abastecido por el estero Las Palmas, inundando una superficie total de aproximadamente 252 hectáreas (Dirección General de Concesiones, 2020).

El contratante principal de este proyecto es la Dirección General de Concesiones. Según lo estipulado en el contrato, se establece que la construcción de las obras comenzará en 2019 y se espera que el servicio se encuentre en funcionamiento de manera definitiva en 2025. Para ello se cuenta con un presupuesto de 3.880.000 UF más IVA para el proyecto (Dirección General de Concesiones, 2020), equivalente a 110.580.000.000 pesos, (considerando el uf del año 2020 cuyo valor promedio rondaba los 28.500 pesos (Sii, 2020)).

Existen testimonios de vecinos de la comunidad de Palquico que consideran que el proyecto no es viable en el sector debido a que la zona no posee abundante agua (MODATIMA, 2021). El día 11 de agosto se solicita la suspensión del contrato por la empresa concesionaria China Harbour Engineering Company (CHEC) bajo la presentación de estudios hídricos que pretenden demostrar que los antecedentes referenciales adolecen de errores significativos en cuanto a la disponibilidad de agua. El proyecto, que hasta la fecha cuenta con un progreso del 16,8%, fue inspeccionado por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) quién corrobora la información (Salgado, 2021).

6.6.2 Planta Desalinizadora

El proyecto para incorporar una planta desalinizadora pretende abastecer de agua desalinizada a través de un sistema de ósmosis inversa a los sistemas rurales y pequeños agricultores con déficit, en localidades rurales de La Ligua, Cabildo y Petorca. Esta estará ubicada en el sector costero de Pullally y Longotoma (Ministerio de Obras Públicas, 2016).

El proyecto considera incluir las siguientes obras:

- Planta Desalinizadora en sector Pullally y en sector Longotoma
- 12 Plantas Elevadoras de agua
- 162 kilómetros de tuberías de impulsión HDPE.
- Interconexiones hacia estanques de APR en sistemas con déficit
- Cantidad de agua producida: 1 metro cúbico por segundo.
- Beneficiarios al año 2035: 44 mil habitantes (Ministerio de Obras Públicas, 2016).

Las localidades beneficiadas en este proyecto para la comuna de Petorca son: Pedegua, San Ramón, Santa Julia, Palquico, Hierro Viejo, Petorca, La Polcura-Chimba Azul, Valle los Olmos y Calle Larga (Ministerio de Obras Públicas, 2016).

Los costos asociados a este proyecto, considerando sólo la intervención en la cuenca de Petorca, es de 140.501 millones de pesos chilenos. Esta considera la construcción de una planta de osmosis inversa, plantas elevadoras e impulsión - conducción (Ministerio de Obras Públicas, 2016).

Si bien es una propuesta que inicia el año 2015, recién el año 2022 se constituye una mesa hídrica entre autoridades comunales y regionales, además de APR, servicios públicos, agricultores, productores, canalistas, regantes, dirigentes y actores del sector privado con el fin de respaldar la idea e iniciar el proceso de validación de la localización de la planta (Radio Biobio, 2022).

A la fecha, la Delegación Presidencial Provincial de Petorca, a cargo de Luis Soto, ha establecido un acuerdo con la Universidad de Playa Ancha para incorporar una desalinizadora en las costas de Pullaly como instancia experimental para abastecer a la agricultura familiar campesina de la Ligua (Delegación Provincial de Petorca, 2023).

6.6.3 Proyectos en la APR

Los proyectos que se encuentran en ejecución en la actualidad son:

Comunidad	Proyectos	Financiamiento
El Sobrante	• Cambio en el punto de energía y electrobombas	Proyecto PMB Subdere
	• Reposición SSR	Cartera PMDT
Chalaco	• Reposición SSR	Cartera PMDT
Calle Larga	• Mejoramiento del SSR en Prefactibilidad, Diseño y Ejecución	Cartera PZDR
	• Estudio básico de regularización predial	Cartera PMDT
Valle los Olmos	• Reposición SSR y Ampliación red de alcantarillados	Cartera PMDT
Los Comunes	• Estudio básico de regularización predial	Cartera PMDT
	• Obras de conservación por sequía Los Comunes	Cartera BIP sequía
La Polcura/La Chimba	• Reposición de Matrices de agua	DOH
Villa Alberto Callejas	• Estudio básico de regularización predial	Cartera PMDT
	• Construcción sistema de alcantarillado	Cartera PMDT
El Bronce / El Durazno	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Ejecución (2021-2023)	Cartera PZDR
El Durazno	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Prefactibilidad (2021 - 2023)	Cartera PZDR
	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Diseño (2024-2026)	Cartera PZDR
	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Ejecución (2026-2027)	Cartera PZDR
	• Obras de conservación por sequía El Bronce El Durazno Unido	Cartera BIP sequía
La Canelilla	• Obras de conservación por sequía La Canelilla para aducción río Petorca	Cartera PMDT
Sor Teresita/Santa Julia	• Construcción Alcantarillado	Cartera PMDT
El Manzano	• Construcción sistema alcantarillado	Cartera PMDT
	• Obras de conservación por sequía El Manzano	Cartera BIP sequía
Pedernal	• Construcción Sistema Alcantarillado	Cartera PMDT
	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Prefactibilidad (2021 - 2023)	Cartera PZDR

	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Diseño (2024-2026)	Cartera PZDR
	• Instalación Servicio Agua Potable Rural - Ejecución (2026-2027)	Cartera PZDR
	• Obras de conservación por sequía Frutillar Bajo	Cartera BIP sequía

Tabla 16: Descripción de proyectos asociados a las APR

Fuente: Información Municipal

Los proyectos asociados a la instalación de un Servicio de agua potable rural para las comunidades del Manzano y El Bronce no se llevaron a cabo debido a que la única empresa que ofreció sus servicios considera que realizar el proyecto tiene un costo de 1200 millones de pesos mientras que el presupuesto a disposición era de 600 millones de pesos (Encargado Asuntos Hídricos, 2022).

6.6.4 Optimización de las rutas de camiones aljibe

En el contexto de la modalidad de "Prácticas Integrales" para la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, interviene un grupo de alumnos a cargo de un profesor coordinador las rutas de los camiones aljibes municipales con el propósito de bajar costos asociados a la compra de combustible (Asuntos Hídricos et al., 2022).

6.6.5 Plan Agua para Petorca 2018 - 2022

Se crea un plan de acción de Agua para Petorca que contempla 3 ámbitos:

- Gestión del agua en las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua, cuyo objetivo es mejorar la información para poder realizar una gestión sustentable.
- Fiscalización y autorregulación, con el fin de fortalecer el control e inspección de la DGA-MOP y potenciar la constitución y empoderamiento de las organizaciones de usuarios de aguas.
- La solución de los servicios sanitarios rurales, a través de un plan de mejoramiento de los APRs (DGA, 2018).

Se inicia con el proceso de Adquisición de Derechos de Aprovechamiento de Aguas a través de dos licitaciones públicas, por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP, que contribuyen a la regularización de las APR. (DGA, 2018).

Se proponen 3 operativos de fiscalización en el que se utiliza la teledetección para inspeccionar 34 predios con usos aparentemente superiores a sus derechos de aguas, que a modo de balance, de un total de 265 captaciones fiscalizadas, se abrieron 194 expedientes. Como resultado del primer operativo hubo 7 sancionados. (DGA, 2018).

Se impulsa la autorregulación de las organizaciones de usuarios del agua con medidas como la constitución de la Junta de Vigilancia del Río Petorca y de 12 Comunidades de Aguas Subterráneas (CASUB) de la Provincia, y la próxima conformación de la Junta de Vigilancia del Río La Ligua (DGA, 2018).

Se identifican los sistemas APR con dificultades de operación y de calidad del servicio, a través de una visita a los 42 sistemas de APR adscritos al Programa de APR del MOP. Además, se han realizado labores de sondajes para buscar agua en las cercanías que aquellos sistemas de APR en estado crítico y otro punto importante es la agilización de los trámites de derechos de aprovechamiento de aguas por parte de la DGA-MOP para los APR (DGA, 2018).

Se puede apreciar en el anexo E: las tablas 17 al 22, asociadas al Plan de Aguas para Petorca 2018-2021, el detalle del estado de cumplimiento de las medidas tomada por la Dirección General de Aguas (DGA); el estado de cumplimiento de las medidas tomada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH); iniciativas de inversión terminadas del Plan de Sequía Provincia de Petorca; iniciativas de inversión que actualmente se encuentran en desarrollo; y las iniciativas de inversión con financiamiento en proceso de licitación.

6.7 Análisis de involucrados

El agua al ser unos de los recursos vitales y de gran importancia posee una multiplicidad de actores involucrados. En Chile, se han identificado 102 funciones relacionadas con el agua, lo que habla de la falta de una estructura clara que defina políticas y objetivos sectoriales que una esfuerzos, financiamiento, información, capacidad y coordinación institucional (CCG, 2016). Esta complejidad genera una superposición de atribuciones y a la vez descoordinación (Gobierno de Chile, 2012). Especialmente la falta de claridad en la priorización de objetivos en el territorio y en el uso del agua,

imposibilitando llegar a consensos colectivos en los territorios (Dourejanni, et al., 2010).

Se identifican en la Provincia de Petorca actores institucionales a nivel central, regional, provincial y local que han surgido por el desarrollo de la escasez hídrica. De hecho, se incorpora el rol de Delegado Presidencial del Recurso Hídrico. En la comuna de Petorca se incorpora la oficina de asuntos hídricos e intervienen desde el Ministerio de Obras Públicas, en coordinación con el Gobierno Regional y local con un Plan de Agua para Petorca 2018 (CSIRO, 2021).

A continuación se presentan los actores identificados en el estudio de Validación estratégica del “Programa Territorial Integrado de Gestión Hídrica y Desarrollo Sustentable del Sector Frutícola, Provincia de Petorca”, para el año 2021, que son parte de la comuna de Petorca e inciden directa e indirectamente en la toma de decisión de proyectos hídricos:

Actores Claves	Detalle
Institucionales, autoridades y/o equipos técnicos de instituciones públicas regionales	Nivel Regional
	Gobierno Nacional Desconcentrado <ul style="list-style-type: none"> - Comisión Nacional de Riego Zona V - ProChile Valparaíso (Min. Relaciones Exteriores) - Dirección de Obras Hidráulicas Regional - Dirección General de Aguas Regional Gobierno Regional (GORE) <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Planificación (DIRPLAN) - Consejo Regional (CORE) - Consejo para el Desarrollo y Sostenibilidad Hídrica de la Región de Valparaíso - SEREMI Agricultura - SEREMI MA - SEREMI MOP - SEREMI Economía - SEREMI Minería
	Nivel Provincial
	<ul style="list-style-type: none"> - Gobernación Provincial - Dirección de Obras Hidráulicas Provincial - INDAP (Agencia de Área) - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Oficina Petorca

	<p style="text-align: center;">Nivel Municipal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Municipalidades - Oficina de Asuntos Hídricos (Solo en Petorca) - Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) - Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) - Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) - Fundación Para La Innovación Agraria (FIA) - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIA), Centro Regional La Cruz - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) - Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
<p>Empresas, Organizaciones de Usuarios de Aguas y asociaciones empresariales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gremios y Asociaciones empresariales del sector frutícola - Gremios con representación nacional (Chile Nut, Comité de Palta Hass, ChileOliva, etc.) - Empresas y agrupaciones de abastecimiento y tratamiento de agua potable (urbano y rural), - Consumidores de agua en la provincia (minería e industria). - Organizaciones de Usuarios de Agua - Sanitarias - Asociaciones de Agua Potable Rural (En la Provincia de Petorca existen 2 Asociaciones de Canalistas y 2 Juntas de Vigilancia de reciente) - En las cuencas media y baja se encuentran 97 comunidades de agua superficial - ESVAL - APR
<p>Academia, Centros de Investigación y otros organismos, no gubernamentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programa Estratégico Regional Fruticultura Sustentable para la Región de Valparaíso - Universidad de Valparaíso - Universidad Católica de Valparaíso - Universidad Playa Ancha - Universidad Federico Santa María - Centro de innovación Hortofrutícola de la Región (CERES) - Fundación para el Desarrollo de Petorca (FODEPE) - Centro Regional de Estudios en Alimentos y Salud (CREAS) - Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) - Liceo Agrícola Cordillera de Chincolco - Escuela Agroecológica Germinar Quebradilla - Escuela Libre Nuevo Paine

Tabla 23: Actores claves temática hídrica en provincia de Petorca.
Fuente de elaboración propia basada en la investigación (CSIRO, 2021).

6.8 Análisis del problema

La comuna de Petorca se caracteriza por un extenso territorio que ha dado lugar a la incorporación de comunidades distanciadas entre sí, dificultando la implementación de soluciones hídricas integrales, resultando en la adopción de medidas locales, como la incorporación de pozos y la construcción de aducciones conectadas bajo redes hídricas que no se encuentran en óptimas condiciones y/o se encuentran con niveles bajos de agua.

Como solución al desabastecimiento hídrico, en las zonas rurales, se ha recurrido al uso de camiones aljibes que si bien han logrado abastecer a la población, el volumen de agua suministrado resulta ineficiente, ya que se limita a 100 litros diarios por persona, cubriendo apenas las necesidades básicas. La investigación da cuenta de que el servicio de abastecimiento a través de camiones aljibes es una solución con altos costos, dominado por pocos proveedores, como empresas particulares y del sector agrícola, que han concentrado derechos de agua y puesto en venta el recurso en la misma zona debido a lo rentable de esta actividad (Fragkou et al., 2022), sin ir más lejos, el único proveedor de la Municipalidad se denomina Agrícola Santa Carolina. Esta situación revela la dimensión social de la escasez hídrica en la zona, puesto que indica que más que una falta física de agua en las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua, existe una inequidad distributiva de los derechos de aprovechamientos de agua (DAA) que afecta a los comités y cooperativas de APR, agravada con la insuficiente infraestructura al servicio de estas comunidades (Fundación Amulén et al., 2019; Oppliger et al., 2019) y la ubicación distante de las comunidades.

Se evidencia que esta solución no ha logrado acortar la brecha económica sobre el valor del recurso, por ejemplo, un hogar de cuatro personas que consume 100 litros diarios por persona consumiría en total 12 metros cúbicos por mes, lo que costaría entre 6.000 y 8.000 pesos en las comunidades APR de Petorca bajo condiciones normales de disponibilidad hídrica; si el mismo hogar se abastece de agua con camiones aljibe, este mismo volumen le costaría más de 32.000 pesos” (Fragkou et al., 2022).

Desde la Delegación se han realizado esfuerzos por reducir el costo del metro cúbico de agua, como la licitación del servicio con otras compañías que ofrecen tarifas más económicas. No obstante, esta situación ha generado preocupación, ya que el Delegado Presidencial de Petorca, Luis Soto, ha

denunciado serias amenazas por parte de los antiguos proveedores hacia los nuevos proveedores de camiones aljibe que suministran agua en la comuna de La Ligua, con el objetivo que renuncien a los contratos adquiridos (Biobio Chile, 2022).

Además de ser un mecanismo burocrático que implica un alto y constante esfuerzo administrativo, económico y operacional que no corresponde a una medida de emergencia que entrega un recurso vital, no logra satisfacer la demanda total de las localidades (Fragkou & Tapia, 2021). La instalación de este sistema de abastecimiento desplaza la urgencia de desarrollar soluciones para destrabar la crisis a largo plazo, mientras instala un mercado muy rentable para los principales aguatenientes de la zona (Universidad de Chile, 2022).

La investigación realizada por fundación denominada Transición Hídrica, el futuro del agua en Chile revela que una de las principales causantes de la escasez corresponde a una deficiente gestión hídrica en las cuencas, situación que en el diagnóstico se puede observar pues se ve una marcada priorización de proyectos que velan por la mejora económica en el sector de la agricultura versus soluciones definitivas para el abastecimiento en la población, como el convenio CNR-GORE, proyecto que busca mejorar la distribución de riego en una superficie de 120 hectáreas para 80 familias en la comuna de Cabildo, Provincia de Petorca que tuvo un costo de más de 200 millones de pesos para mejorar el riego de los agricultores, mientras, las comunidades aledañas solo se abastecen por camiones aljibe. Si bien se ha invertido en soluciones para abastecer a la población, como el uso de nuevas fuentes como pozos, aducciones a ríos y plantas desalinizadoras, pareciera que hay una lejanía de las instituciones con las comunidades, como con la incorporación del Embalse las Palmas por ejemplo, proyecto que no contempló la opinión de quienes habitan el sector y que luego se ha abandonado por no disponer de agua suficiente para el funcionamiento.

Sumado a esto, las fiscalizaciones que se han llevado a cabo, como “el Plan de Aguas para Petorca 2018-2022” que incorpora acciones de fiscalización, como también, la creación de Juntas de Vigilancias del Río Petorca, son iniciativas que han permitido regular las extracciones ilegales de agua pero que se realizan pero que no suelen ser actividades permanentes, privando de tecnologías como el uso de drones e instrumentos técnicos que permitan dar acuse de las extracciones ilegales que se realicen.

Sumado a esto, las fiscalizaciones que se han llevado a cabo, como “el Plan de Aguas para Petorca 2018-2022” que incorpora acciones de fiscalización, son iniciativas que han permitido regular las extracciones ilegales de agua pero que suelen no tener continuidad en el territorio permitiendo que se vuelva al hurto puesto que las extracciones no autorizadas de agua aumentan, en tanto aumenta la escasez y el desarrollo de las actividades productivas, y que la multa vigente está lejos de disuadir la conducta. Multas máximas ascendentes a cuatrocientos mil pesos como sanción por haber extraído aguas sin contar con autorización, para regar plantaciones de cien hectáreas de árboles frutales, por más de siete años, no son las adecuadas (Trujillo, 2018). Sin embargo, se constituye en la comuna una nueva organización denominada Juntas de Vigilancias del Río Petorca que se espera cumpla con este rol.

Se ha evidenciado que las regulaciones que rigen el uso del recurso hídrico no han favorecido históricamente a la población. Esto se refleja claramente en la comuna de Petorca, donde se puede observar cómo los cultivos de paltos y cítricos prosperan como oasis en medio de una comunidad desprotegida. No obstante, en el año 2022 se realiza una modificación al Código de Aguas que busca reforzar el carácter de bien público del recurso hídrico y consagrar una nueva regulación para la constitución, ejercicio y extinción de los nuevos Derechos de Aprovechamientos de Aguas. Así como proteger y fortalecer la función que cumple el agua dulce en los ecosistemas terrestres (CRHIAM, 2022).

Capítulo 7

Estrategia de Gestión Hídrica para la comuna de Petorca

Existen claras evidencias de que las instituciones no han logrado gestionar de manera correcta los efectos de una escasez hídrica que continúa en ascenso. Un 44% de las causas de la escasez se deriva de la ineficiente gestión hídrica y gobernanza de los principales actores del agua. Consecuencia de la descoordinación de las instituciones, producto de la gran cantidad de organismos vinculados a su gestión; falta de transparencia del mercado, producto de un marco normativo e institucional inadecuado para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos que genera inequidad distributiva de los derechos de agua perjudicando a las comunidades que se abastecen por APR; Información limitada, fraccionada y contradictoria sobre los recursos hídricos que genera desconfianza entre los actores; Desconocimiento e insuficiente fiscalización de extracciones ilegales de agua; y limitada fiscalización a los usuarios por incumplimiento de ordenanzas (Fundación Chile, 2021).

La Estrategia de Gestión Hídrica nace con el propósito de generar una propuesta de solución integral a la comunidad con el fin de acortar las brechas existentes en la comuna de Petorca, como también, ser un ejemplo de la aplicabilidad del enfoque de Marco Lógico a la realidad de una comuna en crisis hídrica.

En este capítulo se desarrolla la Estrategia de Gestión Hídrica que corresponde a la etapa de planificación, bajo la estructura de la metodología de Marco Lógico. En esta etapa, se procede al desarrollo del árbol de problemas, centrándose en el escenario hídrico que afecta a la población bajo la problemática central, que en este caso es “la escasez hídrica y acceso al agua en la comuna de Petorca”, identificando las causas que la originan y los efectos que proporcionan.

Tras el análisis del problema, se ha identificado que la propuesta de solución que apunta al abastecimiento de la población mediante la compra y entrega de agua por medio de camiones aljibe ha permitido suministrar el recurso en las comunidades a través de altos costos operacionales, que han llevado a que solo unas pocas empresas, algunas incluso del sector agrícola, suministren

cantidades limitadas de agua en condiciones precarias de infraestructura a las comunidades de Petorca.

Bajo este criterio, y apuntando a mejorar las condiciones de vida de la comuna de Petorca es que se considera como hipótesis que la compra y distribución del recurso por camiones aljibe debe ser reemplazada por una propuesta de solución que permita mejorar las condiciones de abastecimiento en la población través de una solución sostenible en el tiempo, en calidad y cantidad del recurso.

La siguiente iteración se enfoca en el criterio que prioriza el abastecimiento para consumo humano puesto que es la comunidad la actualmente se encuentra en una situación límite, por lo tanto, se enfoca en propuestas de soluciones que no le corresponde a la municipalidad ejecutarlos debido a que existen instituciones que velan por el acceso al agua como la Dirección General de Agua (DGA), el Ministerio de Obras públicas (MOP), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Gobernación Regional, Delegado Presidencial Provincial, entre otros. Por lo tanto, se espera que puedan ser comunicadas a instituciones con mayores potestades de ejecución. Sin embargo también se considera la caracterización de proyectos que puedan ser desarrollados por el Municipio que complementen el proyecto principal.

El resumen de la planificación de las iniciativas que propondrá la estrategia, se expresa en la Matriz de Marco Lógico. Durante los siguientes capítulos se entrega el detalle de su aplicación a la comuna de Petorca junto a las recomendaciones para su validación.

El Municipio de Petorca cuenta con un consolidado área del Medio Ambiente, a través de la oficina de asuntos hídricos conformada en el año 2016, nace para abordar los problemas de coordinación e integración de las políticas públicas sectoriales en materia territorial y del agua, promueve la participación comunitaria, proporciona información oportuna y orienta hacia la gestión y el desarrollo de acciones que permitan asegurar el acceso al agua, tanto en cantidad como en calidad para los habitantes de la comuna (Municipalidad de Petorca, 2019). Como resultado de esta investigación se espera que, quién lidera esta área, bajo el rol de encargado de asuntos hídricos, sea también, el gestor protagonista en la incorporación de este instrumento en la municipalidad de tal manera de que se integre una visión estratégica e integral del recurso hídrico.

7.1 Árbol de Problemas

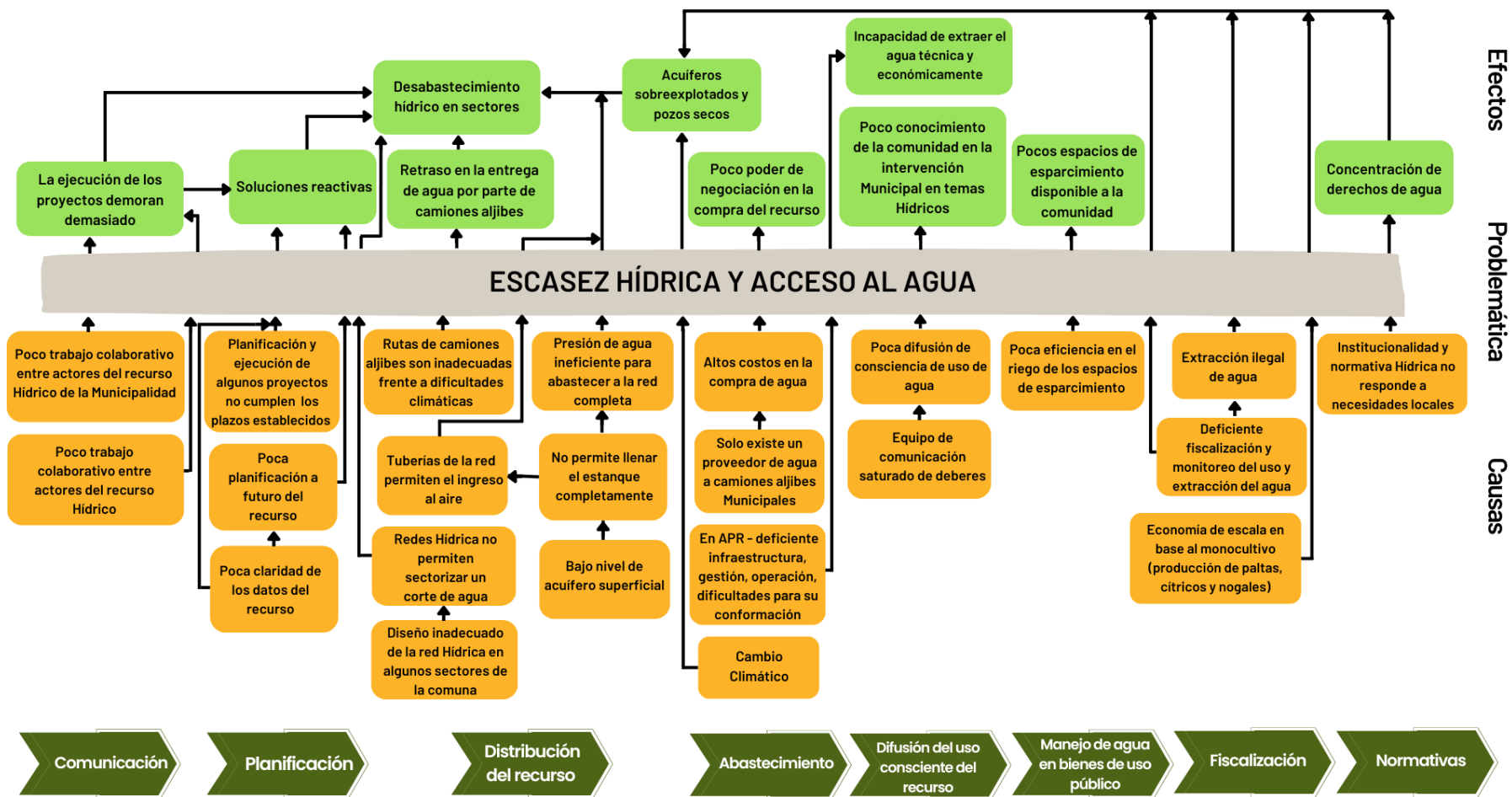


Ilustración 8: Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia a través de mesa de trabajo con encargado de asuntos hídricos de la Municipalidad de Petorca.

7.1.1 Causas

Ante la necesidad de abordar la escasez hídrica en la comuna, se han llevado a cabo importantes colaboraciones entre los actores clave con el objetivo de incorporar propuestas de solución. Por ejemplo, se ha establecido la creación de Mesas Hídricas comunales, como la realizada en la comuna de Cabildo en febrero de 2022. Durante dicha reunión, se logró llegar a un acuerdo entre el Gobernador Regional, los alcaldes de la Provincia, los dirigentes de los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la Provincia, los pequeños productores, los regantes, los canalistas, así como los servicios públicos como el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), la Dirección General de Aguas (DGA), la Seremi de Salud, y el sector privado representado por la empresa Minera Las Cenizas. En dicha reunión se determinó que la solución más viable para abastecer a la población es la incorporación de una planta desalinizadora (Gutiérrez, 2022).

Esta instancia ha adquirido un carácter histórico en la Provincia, permitiendo la incorporación de propuestas más integrales. Sin embargo, es crucial seguir fomentando la colaboración entre los actores hídricos, ya que la implementación de las Plantas desalinizadoras no abarca completamente el abastecimiento de toda la población de la comuna. Por lo tanto, es necesario incluir otras propuestas que complementen la oferta del recurso, especialmente en los sectores más remotos y aislados.

La institucionalidad pública con injerencia en la gestión de los recursos hídricos en Chile ha sido definida amplia, compleja y centralista (Akmouch, 2012). Se han identificado 102 funciones relacionadas con el agua en Chile, lo que habla de la falta de una estructura clara que defina políticas y objetivos sectoriales que una los esfuerzos, financiamiento, información, capacidad y coordinación institucional (CCG, 2016). Esta complejidad genera una superposición de atribuciones y a la vez descoordinación (Gobierno de Chile 2012). Específicamente, la falta de claridad en la priorización de objetivos territoriales y en el uso del agua se convierte en un obstáculo para alcanzar consensos colectivos en las comunidades. (Dourejanni, et al., 2010).

En ocasiones, se observa una falta de eficiencia en la planificación de intervenciones, ya que se ha evidenciado una experiencia de retraso en proyectos que exceden considerablemente los plazos establecidos. En el ámbito de la planificación a nivel municipal, se cuenta con un área de Medio

Ambiente consolidada, la cual cuenta con un representante designado como encargado de asuntos hídricos. Este profesional ha recopilado información relevante sobre el contexto hídrico de la comuna, y se encarga actualmente de resolver las problemáticas que las comunidades puedan tener relacionadas con el agua. Sin embargo, se reconoce que no existe claridad de la demanda hídrica actual de la comuna.

Existen problemas de pérdidas del recurso debido al hurto y mal diseño de las redes hídricas. Existen zonas de la comuna que son muy antiguas y requieren de un cambio parcial o total de su infraestructura, como también, no es posible realizar cortes sectorizados cuando se produce una avería, perjudicando a todos los vecinos de la comunidad cuando se requiere realizar una reparación.

La gran sequía que ha afectado al territorio nacional también ha afectado a la comuna, permitiendo observar bajos niveles de los acuíferos superficiales que abastecen a la población, esto ha provocado que las comunidades tengan que otorgar mayor profundidad a sus pozos, que los estanques no se llenen completamente, permitan el ingreso al aire y baje la presión en los hogares. Cabe destacar que para el año 2022, hubo un aumento en las lluvias que permitió subir levemente el nivel de los acuíferos.

Otra situación que se presenta y que afecta a la distribución del recurso, es que algunas rutas son inadecuadas frente a las intensas lluvias ya que en ocasiones ha retrasado la entrega del recurso, sobretodo en sectores más cercanos a la cordillera.

El abastecimiento por la compra de agua Municipal cuenta con un solo proveedor de aguas y por la vía de la Delegación Provincial solo 4 proveedores.

Las problemáticas asociadas a las APR, que incluyen, en algunos casos, unas deficientes infraestructuras, problemas de gestión, de operación y dificultades para su conformación también producen un desabastecimiento (en el capítulo denominado "Gestión hídrica en la comuna" se enuncian en detalle las diferentes necesidades asociadas a cada APR de la comuna).

Se reconoce que el equipo de comunicaciones se encuentra saturado de deberes y que debido a ello se ha realizado poca difusión de consciencia de uso del agua, por eso podría haber una concentración de información solo en los actores claves de la temática hídrica más que en la población en general.

Se explicita además que no han existido campañas de concientización, por lo que se encuentran al debe en esa temática.

Se menciona que hay poca eficiencia en el riego de los espacios públicos, hasta el momento existe personal municipal encargado del mantenimiento y riego de las plazas que suele regar con manguera (en algunos sectores se han incorporado aspersores), pero, si bien su intención es mejorar la eficiencia del riego, en ocasiones, se ha observado que los operadores han ubicado mal el rango de riego apuntando incluso a la acera.

La fiscalización y monitoreo del uso y extracción del agua presentan deficiencias evidentes, ya que solo se disponen de 4 fiscalizadores para abarcar la totalidad de la región de Valparaíso. Esta situación se agrava con la incorporación de la industria agrícola, que basada en el modelo de economía en escala y el monocultivo, demanda una gran cantidad de agua, apropiándose de una parte significativa del caudal disponible.

La falta de respuesta de la institucionalidad y normativa hídrica a las necesidades locales se atribuye principalmente a la falta de priorización de soluciones definitivas para abordar la problemática del abastecimiento de agua en la población local. En lugar de enfocarse en una gestión integral de los recursos hídricos, se han implementado medidas y políticas que no han logrado cerrar las brechas existentes en la comuna. Como resultado, las necesidades de la población no han sido adecuadamente atendidas en términos de acceso y disponibilidad de agua.

7.1.2 Efectos

Las causas antes mencionadas generan impacto en la población, muchos de ellos están relacionados entre sí. Se pueden observar por ejemplo: el retraso de la implementación de algunos proyectos, que han ocasionado el responder con soluciones reactivas más que soluciones planificadas y estudiadas. También se evidencian retrasos en la entrega de agua por parte de los camiones aljibes a la comunidad debido a que en condiciones meteorológicas con lluvia intensa los suelos, al ser de tierra se ven dañados, complejizando la entrega del recurso a toda la comunidad. Además se han visto efectos como el poco poder de negociación en la compra del recurso por parte del Municipio debido a que solo tienen un proveedor de agua.

En ocasiones, las problemáticas asociadas a las APR generan incapacidad de extraer el recurso de manera técnica y económica ya que los instrumentos pueden tener fallas, o las condiciones pueden no ser las adecuadas para un eficiente rendimiento. Además, la conformación de una agrupación y postulación puede no ser costeable por la comunidad.

La poca difusión de consciencia de uso del agua ha ocasionado una brecha de información entre los actores asociados a la temática hídrica y la ciudadanía en general, siendo los primeros quienes saben más de las tecnologías y consciencia del uso del agua.

Se observa como efecto también, la concentración de derechos de agua de algunos titulares asociados a las empresas agrícolas, además de acuíferos sobreexplotados y pozos secos, que han ocasionado el desabastecimiento hídrico en algunos sectores.

7.2 Árbol de objetivos



Ilustración 9: Árbol de objetivos
Fuente: Elaboración Propia

El árbol de objetivos nos permite dar un cambio de sentido a la problemática visualizada, transformando el problema en objetivo central, las causas en medios y los efectos en fines. Para efectos de la investigación, se declara que el objetivo de este árbol es: "Mejoras a la escasez hídrica y acceso al agua".

De manera de otorgar realidad de ejecución a la propuesta, se aplica al árbol una "poda" (o una eliminación) de las causas y efectos que son muy poco probables o imposibles de tratar. Estas se identifican en la ilustración con los cuadros sin rellenos y las flechas grises.

7.2.1 Poda

Para los medios asociados al árbol de objetivos se poda:

- Alto Nivel de Acuífero superficial:
Se decide podar debido a que la única forma de incrementar los niveles de agua en la zona es a través de un aumento en las precipitaciones. Es importante destacar que durante el año 2022 se registró un ligero incremento en las precipitaciones, lo cual ha contribuido a un leve aumento en los niveles de agua en comparación con años anteriores.
- Cambio Climático:
Se descarta debido a que esta causa involucra las consecuencias del vivir de la población mundial y la demanda de innumerables productos y servicios para su existencia.
- Los cultivos permiten la sostenibilidad del recurso hídrico:
No existe intención de los actores asociados a la agricultura para el cambio del monocultivo a un método mucho más sostenible pues la diversificación de las especies de cultivo requiere de una mayor cantidad de especialistas, pérdidas en la producción por el cambio de árboles, mayor intervención en sus terrenos y mayores costos. No obstante se pueden mejorar los sistemas de riego, incorporar inteligencia artificial para la toma de decisiones de cultivo, entre otros.
- Institucionalidad y normativa hídrica responde a las necesidades locales:
Si bien el Municipio puede otorgar recomendaciones sobre las intervenciones a realizar en la comuna, este no puede modificar

la normativa hídrica como el Código de aguas por ejemplo. De todas formas, el año 2022 se realiza una reforma al Código de aguas que ha puesto el foco en la priorización de abastecimiento por sobre los intereses de privados.

Los fines que fueron podados tras la poda de los medios, son:

- No existe concentración de derechos de agua:
Ya que es un fin al que no podremos llegar sin cambiar la institucionalidad y normativa hídrica.

7.2.2 Medios y fines

Tras la poda se observa un árbol de objetivos más acotado que el árbol inicial. Ahora se muestra la situación positiva de nuestra problemática, transformando causas en medios y efectos en fines. El detalle de estos se aprecia en la ilustración 9: árbol de objetivos.

7.3 Análisis de alternativas de solución

7.3.1 Identificación de alternativas

A continuación se presentan las alternativas de solución que se proponen para cada medio del árbol de objetivos:

Ejes temáticos	Propuesta de solución
Comunicación	Incorporar un buzón electrónico Hídrico Comunal, como canal de comunicación entre la comunidad, los actores locales y el municipio.
	Incorporar mesas de trabajo entre el Municipio y la DGA/DOH, para afrontar problemáticas de abastecimiento y saneamiento.
	Generar sesiones de trabajo entre los actores del agua de la Municipalidad, con el fin de crear estrategias de acción más eficaces.
	Mesa Hídrica Comunales frecuentes con todos los actores hídricos de la Provincia (al menos 2 instancias anuales).
Gestión y Planificación	Crear un Plan Hídrico Comunal Anual.
	Crear un Comité Hídrico Comunal, como mesa de trabajo colaborativa entre diferentes actores.
	Levantar y sistematizar información sobre el consumo comunal por sectores (domiciliario, productivo, comercial e institucional).
	Aumentar la periodicidad de entrega del recurso en fechas que se demanda más agua.
Distribución del recurso	Intervenir las redes de distribución de agua potable (instalación, mejoras, extensión).
	Pavimentar las zonas críticas de la ruta de los camiones aljibes.
Abastecimiento	Incorporar tecnologías de monitoreo a distancia en APR.
	Incorporar planta colectora de agua de niebla.
	Mejorar infraestructuras de las APR de comunidades que lo requieran.
	Generar alianza para compra de generadores eléctricos de respaldo.
	Instalar sistema de alimentación eléctrica a través de paneles solares en APR.
	Incorporar depósitos de agua como reserva para suplir excesos de demanda en APR.
	Incorporar válvulas de despiches en tuberías para extraer aire.

	<p>Instalar válvulas de seccionamiento en puntos estratégicos que permita sectorizar cortes.</p> <p>Incorporar Pozos en las comunidades que lo requieran.</p> <p>Incorporar sistemas de aducción en las comunidades que lo requieran.</p> <p>Incorporar plantas con generadores atmosféricos de agua en comunidades que lo requieran.</p>
Difusión del uso consciente del recurso	<p>Incorporar Escuelas Hídricas (Instalación de sistema de reciclaje y Talleres).</p> <p>Incentivar concursos escolares para la creación de soluciones locales.</p> <p>Crear, planificar y postular a financiamiento una campaña educativa de conciencia comunal, desde el área de Medioambiente.</p> <p>Elaborar guías y recomendaciones sobre el consumo responsable del agua a nivel residencial.</p> <p>Elaborar información para difusión de las ordenanzas existentes.</p> <p>Generar material informativo para el proceso de conformación de una APR.</p> <p>Crear un indicador llamado "Sello de Hogar azul" para casas que utilizan reutilización de aguas, otorgar incentivos como descuentos en el comercio.</p> <p>Contratar más personal para el área de Difusión en la Municipalidad.</p> <p>Solicitar información actualizada a actores asociados al agua en la comuna que puedan ser útiles para generar conciencia.</p>
Manejo de aguas en bienes de uso público	<p>Incorporar tecnologías de riego controlados electrónicamente por un programador central como prueba en un espacio de esparcimiento.</p> <p>Cambiar plantas a bajo requerimiento en lugares públicos.</p> <p>Incorporar sistemas de riego semiautomáticos como aspersores y/o goteo en los espacios de esparcimiento de la comuna.</p>
Fiscalización	<p>Contratar personal municipal para fiscalizar extracción ilegal de agua.</p> <p>Crear ordenanzas asociadas al uso sostenible del recurso.</p> <p>Realizar investigación que muestre la cantidad de agua hurtada en la comuna.</p> <p>Contratar personal para fiscalizar extracción ilegal de agua y aplicar ordenanzas asociadas al uso sostenible del recurso.</p> <p>Incorporar tecnologías, como drones, que permitan identificar zonas donde se puedan ocasionar hurtos o desvíos del caudal.</p>

Tabla 24: Alternativas de solución por cada categoría.
Fuente: Elaboración Propia.

Las alternativas complementarias en este listado son aquellas combinaciones de las propuestas de solución asociadas a las temáticas de Abastecimiento y Distribución del recurso. Entre ellas: incorporar pozos en comunidades que lo requieren; incorporar sistemas de aducción en las comunidades que lo requieran; instalar una planta recolectora de agua niebla e instalar una planta con generadores atmosféricos de agua en comunidades, en conjunto a intervenir las redes hídricas de las comunidades.

En general, ninguna de las alternativas es excluyente una de otra, ya que todas proporcionan algún valor a la problemática. En ese caso se debe tener en cuenta que si bien todas pueden ser complemento de otras, hay combinaciones que pueden ser más eficaces y que se pueden adecuar mejor al contexto de cada comunidad.

7.3.2 Criterios de elección

El árbol de objetivos estudiado tiene como objetivo general el: "otorgar Mejoras a la escasez hídrica y acceso al agua". Dada la investigación realizada, se acota a: **"incorporar nuevas fuentes de abastecimiento a las comunidades que lo requieran con el propósito de otorgar una mayor autonomía, continuidad y eficacia en la entrega del recurso, como también, sustituir la compra a proveedores de la zona.**

En consecuencia, se debe priorizar que las comunidades cuenten con una fuente de abastecimiento propio, que les permita sostener la demanda actual y a futuro, que además, cuenten con un sistema de distribución estable y continuo en el tiempo. A raíz de lo mencionado, la alternativa de solución debe estar enfocada en las propuestas de solución de los ejes temáticos "Distribución del recurso" y "Abastecimiento".

Si bien una de las características de la comuna es que su población tiende a ser dispersa en algunos sectores, se debe entender que la propuesta de solución seleccionada debe adecuarse a las distintas condiciones de concentración de la población, distancia entre las comunidades y terreno.

Las propuestas de solución de las categorías que no coincidan con las mencionadas anteriormente también son analizadas con el fin de indagar cuál se puede considerar un Quick Wins (o alternativa con ganancia rápida) que permita complementar la propuesta de solución asociada a la distribución y abastecimiento con soluciones de baja complejidad e inversión pero con un interesante impacto potencial.

7.3.3 Selección de la alternativa óptima

Considerando los criterios de elección de la alternativa óptima a seleccionar. Se analizan las alternativas asociadas a los ejes temáticos denominados **“Distribución del recurso”** y **“Abastecimiento”**.

Las propuestas de solución para el eje temático de distribución del recurso hídrico abarca el *“mejorar condiciones del suelo de los camiones aljibes para evitar problemas de corte del suministro en temporadas climáticas lluviosas”* e *“intervenir las redes hídricas de las comunidades (instalación, mejoras, extensión)”*.

7.3.3.1 Pavimentar las zonas críticas de la ruta de los camiones aljibes

En cuanto a las mejoras de las condiciones de distribución, podemos decir que no se alinea al objetivo de la propuesta de solución óptima, pues se espera, que la compra de agua y distribución del recurso por camiones aljibe, no sea requerido en un futuro.

7.3.3.2 Intervenir las redes de distribución de agua potable de las comunidades que lo requieran (instalación, mejoras, extensión)

Una red de distribución es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria (Comisión Nacional del Agua, 2013). Usualmente, en los sistemas de distribución de agua bien planificados y diseñados, se trata el agua previamente a su distribución hacia el usuario final, incluyendo una etapa de desinfección con cloro para evitar la recontaminación (Scott, 2018).

El agua que procede de la planta de tratamiento o tanque de almacenamiento se distribuye hacia la red matriz (CARE & AVINA, 2012), encargada de mantener las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema. La red matriz (tubería principal) se conecta a una red secundaria, sobre la cual se instalan generalmente las conexiones domiciliarias. El conjunto de ambas redes conforma el sistema de distribución de agua potable.

Según la forma del circuito y el tamaño de la población la red de distribución puede ser de 2 tipos básicos: abierta o ramificada y cerrada o mallada (en forma de malla). La primera, es para poblaciones cuyas viviendas están localizadas a lo largo de una vía o son poblaciones dispersas, mientras que la segunda es para poblaciones que están desarrolladas por manzanas o cuadradas, simulando una matriz con un circuito cerrado (CARE & AVINA, 2012).

Las ventajas y desventajas de la intervención a través de redes hídricas son:

Ventajas	Desventajas
Cuando las redes de distribución son pequeñas, hay menos riesgo de recontaminación o deficiencia en el proceso de mantenimiento y operación.	El suministro de agua puede sufrir interrupciones por factores técnicos como fuga de agua o rotura de tuberías.
Es más fácil involucrar a pequeñas empresas de zonas rurales en los procesos de operación y mantenimiento de estos sistemas.	En conjunto se necesita de mucha infraestructura (planta de tratamiento, tuberías, bombas de agua, etc.), por lo que no es factible para zonas con casas dispersas.
Preserva la calidad microbiana del agua y reduce el riesgo de contaminación entre el tratamiento y el uso.	Las interrupciones en la operación del sistema pueden causar la contaminación del agua.
Un sistema de distribución con conexiones domiciliarias es una de las opciones más apropiada y segura para hacer llegar el agua a los usuarios.	La situación del terreno en algunas comunidades torna inviable, tanto técnica como económicamente, la implantación de un sistema de distribución.
Si el suministro es continuo entonces no se requiere de un almacenamiento seguro en el hogar.	La inversión necesaria para la construcción de la infraestructura es significativa, y esto se ve agravado por los costos asociados a su operación y mantenimiento.
El agua puede transportarse por gravedad, lo que disminuye los costos de bombeo.	

Tabla 25: Ventajas y desventajas de intervenir con redes de distribución.
Fuente: (Gur & Spuhler, 2018).

Los sistemas de abastecimiento frecuentemente tienen que producir el volumen máximo de agua para el que están diseñados mucho antes de lo planificado, debido exclusivamente a las grandes pérdidas ocasionadas por las averías en los tramos subterráneos de la red (Andrade, 2011).

La propuesta de solución: “*intervenir las redes de distribución de agua potable de las comunidades que lo requieran*”, apunta a que las comunidades dispongan de redes hídricas en buenas condiciones para permitir incorporar fuentes de abastecimiento que cubran la demanda local, de manera continua y sin pérdidas del recurso. Se reconoce en la tabla de necesidades de las APR que hay localidades, semirurales y urbanas, que requieren de una mejora, recambio, instalación y/o extensión de sus redes para tener una eficiente distribución del agua.

De todos modos, se debe considerar la opción de que en localidades en las que sea imposible por su geografía la intervención de redes hídricas, o la demanda no sea alta como para ser una alternativa rentable.

7.3.3.3 Abastecimiento en las comunidades

Las alternativas de solución asociadas al abastecimiento son las siguientes:

- Mejorar infraestructuras de las APR de comunidades que lo requieran
- Generar alianza para compra de generadores eléctricos de respaldo
- Instalar sistema de alimentación eléctrica a través de paneles solares en APR
- Incorporar depósitos de agua como reserva para suplir excesos de demanda en APR
- Incorporar válvulas de despiches en tuberías para extraer aire
- Instalar válvulas de seccionamiento en puntos estratégicos que permita sectorizar cortes
- **Incorporar tecnologías de monitoreo a distancia en APR**
- Incorporar planta colectora de agua de niebla
- **Incorporar pozos en las comunidades que lo requieran**
- **Incorporar sistemas de aducción en las comunidades que lo requieran**
- **Incorporar planta con generadores atmosféricos de agua en comunidades que lo requieran**

De las alternativas mencionadas se analizan aquellas que tienen como finalidad ser una fuente de abastecimiento para una comunidad (otorgar una porción o la totalidad del agua demandada) u otras que generen valor.

Las alternativas, "Mejorar infraestructuras de las APR de comunidades que lo requieran", "Generar alianza para compra de generadores eléctricos de respaldo", "Instalar sistema de alimentación eléctrica a través de paneles solares en APR", "Incorporar depósitos de agua como reserva para suplir excesos de demanda en APR", "Incorporar válvulas de despiches en tuberías para extraer aire" e "Instalar válvulas de seccionamiento en puntos estratégicos que permita sectorizar cortes", son alternativas que apuntan a la continuidad y mejoramiento de las infraestructura por donde se abastece a la población, por lo tanto, es necesario incorporar como complemento a las propuestas de solución que tienen como objetivo satisfacer la demanda de la población.

7.3.3.4 Incorporar tecnologías de monitoreo a distancia en APR

Consiste en diseñar un mecanismo de diagnóstico, automatización y monitoreo en línea para los sistemas de APR, que incorpora mejoras tecnológicas, equipamiento, infraestructura y acompañamiento durante la implementación del programa con foco en el fortalecimiento de capacidades. Destaca la implementación de un software que permite al operador controlar y automatizar su sistema en forma remota (Angloamerican, 2022).

Esta iniciativa se ha incorporado en 62 APR desde el 2019 en algunas localidades de las regiones Metropolitana y de Valparaíso: Chacabuco, Los Andes, Quillota y San Felipe. Ha beneficiado a más de 100 mil personas a través del ahorro en el consumo energético, la disminución de la rotura de matrices, mejora exponencial en el índice de vaciados de estanques y, lo más importante, mayor disponibilidad de agua para consumo humano (Angloamerican, 2022). En promedio, los resultados obtenidos por el programa Agua Potable Rural durante el año 2020 cuentan que existe un 20% menos de pérdidas del recurso y una ahorro del 20% en el consumo eléctrico.

Fernanda Lizama, de la APR Santa Sara de la localidad de Batuco, corrobora la participación de esta APR en el conjunto de intervenciones realizadas por Angloamerican en colaboración con We Techs. Comenta que la intervención ha generado un ahorro a nivel operacional, ya que no es necesario visitar las copas para tener información actualizada de la situación, además, ha disminuido considerablemente las roturas y filtraciones. El proyecto ha sido financiado en un 50% del costo por la empresa Angloamerican y el 50% restante por la APR equivalente a 5 millones de pesos para cuatro sondajes. En total esta optimización tiene un valor aproximado de 10 millones de pesos.

7.3.3.5 Incorporar Pozos en las comunidades que lo requieran

La búsqueda de fuentes de abastecimientos para la población e industrias han ocasionado que la incorporación de pozos sea una opción cada vez más habitual observar como solución en las comunidades, ya que se estima que el 97% de la disponibilidad de agua dulce de nuestro planeta se encuentra en depósitos subterráneos (Guerra, 2021). A nivel mundial, el agua subterránea proporciona alrededor del 50% de toda el agua potable y el 43% de todo el riego agrícola (FAO, 2010). Una gran dependencia, equivalente a 2.500 millones de personas aproximadamente que necesitan exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua (UNESCO, 2012).

A nivel nacional, el número estimado de personas que reciben el recurso a través de pozos APR es de 1.735.312 en base a 1.754 servicios de agua potable rural disponible. En promedio, cada sistema beneficia a 989 personas (Dirección General de Aguas, 2016).

La comuna de Petorca, también ha requerido de la extracción de agua a través de pozos, puesto que, son 13 las APR que se abastecen por esta vía. Sin embargo, si se ha de considerar su incorporación, se debe ser cuidadoso en la etapa de factibilidad debido a que Emilie Jaque, integrante de la Delegación Provincial, comenta que en la comuna de Petorca, en las zonas bajas, es compleja la intervención con pozos ya que los acuíferos podrían no tener agua, situación que se evidencia con los antecedente de que en Hierro Viejo, el pozo

incorporado se secó a los 7 meses de su funcionamiento; en Los Comunes y Frutillar también se observan pozos con poco recurso.

Si bien en algunas comunidades existe dificultad para encontrar un acuífero, los pozos han demostrado que pueden otorgar una mayor autonomía a las comunidades, dotándolas de una fuente de abastecimiento propia para el sector. En la siguiente tabla se explicitan ventajas y limitaciones de la intervención con pozos:

Ventajas del agua subterránea	Limitaciones
El agua subterránea a menudo se encuentra cerca de donde se requiere.	El agua subterránea no es omnipresente y en algunas situaciones puede requerir de un esfuerzo considerable para ubicar sitios idóneos para pozos.
El agua subterránea puede desarrollarse a un costo relativamente bajo, de forma progresiva para satisfacer la demanda y con una inversión de capital baja a diferencia de muchos esquemas de aguas superficiales.	A medida que incrementa la cobertura, las áreas que quedan son más difíciles y cuyo abastecimiento es más costoso.
El agua subterránea, en general, presenta una excelente calidad natural y suele ser adecuada para el abastecimiento de agua potable, requiriendo poco o ningún tratamiento.	Algunas áreas poseen problemas naturales de calidad, tal como altos niveles de fluoruro y arsénico.
El agua subterránea tiene una cubierta de protección que le brinda el suelo y la zona no está saturada.	A medida que incrementa con rapidez el desarrollo, la contaminación puede exceder la capacidad del suelo para atenuar los contaminantes.
El agua subterránea generalmente está disponible en tiempos de sequía del agua superficial.	El aumento de la demanda de agua subterránea resulta en la sobreexplotación del recurso. El cambio climático puede reducir la recarga en algunas áreas.

Tabla 26: Ventajas y limitaciones de la intervención con pozos.
Fuente: (Smith and Cross, 2016).

Se reconoce de las iniciativas de inversión implementadas por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), contempladas en el Plan Agua para Petorca 2018 - 2022, que las intervenciones asociadas al incorporar una APR con un pozo en la comuna de Petorca (contabilizando etapas de prefactibilidad, factibilidad, diseño y ejecución) tiene un costo de 600 millones de pesos.

Las comunidades del Bronce y El Manzano estuvieron consideradas en la incorporación de un APR con pozo en la localidad. Se dispuso por el gobierno de 600 millones de pesos que no fueron utilizados debido a que el servicio de

pozo para las comunidades fue licitado por una empresa con un costo de 1200 millones de pesos.

7.3.3.6 Incorporar sistemas de aducción en las comunidades que lo requieran

La infraestructura utilizada para el transporte del agua desde las fuentes a los centros de consumo se denomina líneas de aducción (también llamadas conductoras). Están constituidas por la tubería, que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de abastecimiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella (Simoes, 2010).

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía de la región, las líneas de aducción pueden ser por gravedad o por bombeo. Dependiendo si las fuentes de abastecimientos se encuentran a elevaciones superiores e inferiores respectivamente, por gravedad, se distribuye el agua desde alturas a lugares más bajos, mientras que por bombeo se utiliza una bomba para la extracción (Simoes, 2010).

Ambas extracciones se pueden incorporar, o no, con un sistema de tratamiento, dependiendo de la calidad de la fuente que se utilice. A continuación se observa la tabla con las ventajas y desventajas de utilizarlas:

Sistema de abastecimiento de agua	Ventajas	Desventajas
Por bombeo con tratamiento	-Calidad del agua para consumo	-Requiere de personal altamente capacitado para operar y mantener el sistema. -Requiere mayores costos de inversión, de operación y mantenimiento que los sistemas de bombeo sin tratamiento. -Las tarifas del servicio son las más altas entre los diferentes sistemas convencionales de abastecimiento de agua. -Sistema complejos y de poca confiabilidad si no hay buena organización
Por gravedad con tratamiento	-Mejora la calidad del agua. -Normalmente, se dispone de agua las 24 horas del día. -Nivel de servicio por conexiones domiciliarias y/o	-Requiere de personal capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento. -Puede demandar el uso de

	piletas públicas.	productos químicos para el tratamiento del agua. -Requiere desinfección obligatoria.
--	-------------------	---

Tabla 27: Ventajas y desventajas de los tipos de aducción
Fuente obtenida de (Organización Panamericana de la salud, 2006).

Según Emilie Jaque, miembro de la Delegación Provincial de Petorca, comenta que hasta la fecha, la alternativa de solución más rentable en las zonas altas de la Provincia de Petorca, es la incorporación de sistemas de aducción. Mientras que, en las zonas bajas, los sistemas de aducción no están logrando abastecer a la población debido a la disminución de los niveles de agua en las fuentes disponibles.

7.3.3.7 Incorporar planta con generadores atmosféricos de agua en comunidades que lo requieran.

La incorporación de nuevas tecnologías como fuentes de abastecimiento cada vez está tomando más fuerza como alternativa para cubrir la demanda hídrica de comunidades. Actualmente, las compañías especializadas en generadores de aire han propuesto diversas soluciones basadas en el principio de generar agua a partir de la condensación de la humedad relativa. Estos sistemas funcionan impulsando el aire hacia una cámara condensadora, que además de aprovechar para filtrar y eliminar partículas de polvo, captura la humedad que luego se almacena en un contenedor para su consumo directo o distribución a través de redes hídricas (Acosta et al., 2021).

Los avances en estas tecnologías de generación de agua atmosférica indican que aún no se ha explotado completamente su potencial y podrían representar una alternativa emergente para abordar la problemática de escasez hídrica. No obstante, es importante mencionar que estas tecnologías requieren un consumo energético elevado, lo cual limita su implementación a gran escala en las comunidades (Raveesh et al., 2021). Sin embargo, en la actualidad se está observando el uso creciente de fuentes de energía renovable, como la solar, para compensar este consumo energético.

El rendimiento de estas máquinas está influenciado por factores como la temperatura y la humedad, siendo mayores los rendimientos en condiciones de mayor humedad relativa y temperatura (Moghimi et al., 2021). En el caso específico de la comuna de Petorca, se registra una humedad relativa del 52,3% (Red Agroclimática Nacional AGROMET, 2022) y temperaturas que pueden oscilar en verano entre máximas de 28°C y mínimas de 11°C, mientras que en los meses más fríos las temperaturas pueden situarse entre mínimas de 2°C y máximas de 11°C (Meteoblue, 2023). Estas variables permiten explorar la viabilidad de la generación de agua atmosférica y convertirla en una solución factible para hacer frente a la escasez hídrica.

En el mercado existen diversos formatos de generadores de agua atmosférica que varían en su funcionalidad y rendimiento. Los generadores más productivos pueden llegar a obtener hasta 1000 litros por día en condiciones ideales de alta humedad (99%).

En cuanto a su valor, se identifican dos compañías que podrían otorgar factibilidad en la incorporación de plantas en la comuna. A continuación se presentan los valores y sus características:

Compañía	VODA	WindSun
Modelo	GEN-350	Generador 1000 l/d
Rendimiento máx	900 litros	1000 litros
Costo	\$70.160.000.000	\$38.452.000.000
Opción con paneles solares	No considera	\$32.016.670.000
Total	\$70.160.000.000	\$70.468.670.000

Tabla 28: Comparación de generadores
Fuente: (VODA, 2022) y cotización de WindSun

La propuesta realizada por WindSun es la más conveniente hasta la fecha, incluso, si se quisiera incorporar una fuente eléctrica a través de paneles solares los valores son similares. (en anexos se incluye la información de la oferta económica propuesta por la compañía).

Las características modulares de esta alternativa permite que se puedan acoplar de manera consecutiva hasta cubrir la demanda deseada de agua. Además, estos sistemas pueden ubicarse estratégicamente en cualquier lugar de la comunidad como puntos de abastecimiento adicionales. Únicamente se requiere considerar la construcción de una base de cemento y un techo para garantizar su durabilidad.

Es importante mencionar que esta alternativa no contempla la construcción de una red hídrica para la distribución del agua generada. En su lugar, se requiere la colaboración de los vecinos que necesitan del recurso para la recolección del agua generada, o bien, adaptar las redes hídricas existentes para su abastecimiento directo.

7.3.3.8 Quick Wins (Victoria rápida)

Los Quick wins son aquellas soluciones que se pueden implementar más rápido que otros y tienen un impacto positivo en el proyecto, se caracterizan por ser fáciles, rápidas y económicas de implementar. Al usar este enfoque se puede probar el cambio a pequeña escala para ver si está teniendo el efecto que se predijo. Entonces se sabrá si es necesario adoptar el cambio más

ampliamente, adaptar (cambiar y reintentar) o abandonar (porque no funciona)(Redesign Solution Design, 2018).

En el siguiente esquema se representa la posición de los proyectos que se identifican como ganancias rápidas (se reconocen como quicks wins los proyectos en el recuadro verde):

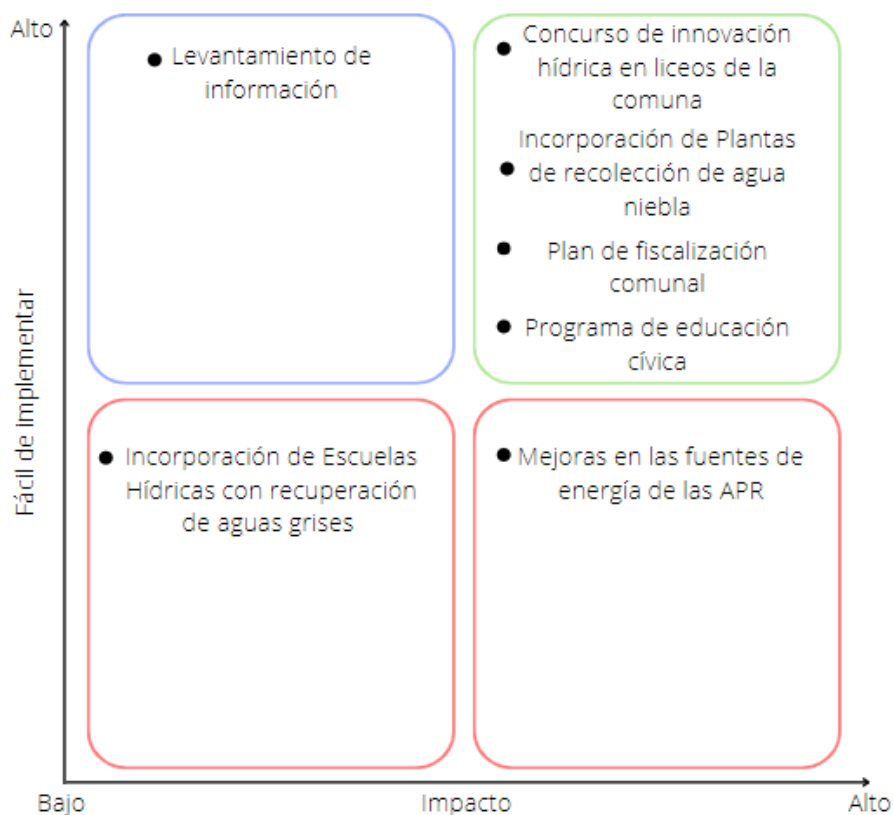


Gráfico 2: Matriz impacto versus facilidad de implementación
Fuente: Elaboración propia

Entre los proyectos evaluados se distingue que el concurso de innovación hídrica en los liceos de la comuna, en conjunto al programa de educación cívica, generan un valor asociado a la concientización del buen uso de los recursos.

También se considera que se lleven a cabo investigaciones concluyentes respecto de las zonas que cuentan con las condiciones propicias como Palquico y Las Palmas, para incorporar plantas de recolección de agua niebla.

Se debe considerar nuevamente el incorporar operativos de fiscalización en terreno, como generar fiscalizaciones de manera satelital, continuar con los sistemas de control y medición de extracciones, además de potenciar la consolidación de las juntas de vigilancia, para proteger la sustracción ilegal del recurso.

7.3.3.9 Conclusiones

La investigación ha revelado diversas iniciativas que tienen como objetivo abastecer a la población, siendo una de las más destacadas la creación de mesas hídras que involucran a autoridades comunales y regionales, así como a APR, servicios públicos, agricultores, productores, canalistas, regantes, dirigentes y actores del sector privado. Estas mesas han llegado a un consenso para respaldar la implementación de una Planta Desalinizadora en la comuna de La Ligua, específicamente en el sector de Pullaly, con el fin de proporcionar agua a las comunidades y sectores privados como el sector agropecuario y minero.

Esta solución es de gran relevancia en la actualidad, ya que refleja la opinión de numerosos usuarios del agua en la Provincia y tiene el potencial de solucionar el problema de abastecimiento de agua potable en las comunidades de Pedegua, San Ramón, Santa Julia, Palquico, Hierro Viejo, Petorca, La Chimba/La Polcura, Valle los Olmos y Calle Larga. Estas localidades se encuentran en condiciones críticas debido a la disminución significativa de los niveles de agua en las fuentes de abastecimiento que las proveen.

La iniciativa del Plan de Agua para Petorca 2018-2022 también se reconoce como un avance significativo para abordar la brecha hídrica existente en la comuna. Este plan incluye propuestas para gestionar los derechos de aprovechamiento de agua, implementar un plan de fiscalización y realizar mejoras en las APR (Agua Potable Rural). Además, se busca integrar nuevas fuentes de abastecimiento en comunas como Manuel Montt, Hierro Viejo y Valle los Olmos, que han requerido abastecimiento de emergencia.

Sin embargo, es necesario continuar con la intervención en la comuna, ya que la compra de agua a terceros y su posterior distribución a través de camiones aljibe genera costos elevados que podrían ser destinados a mejorar las fuentes de abastecimiento y las redes de distribución del agua en la zona. Es fundamental priorizar inversiones que permitan incrementar la autosuficiencia hídrica de la comuna y reducir la dependencia de abastecimientos externos de emergencia.

Al no contar con información detallada sobre la cantidad de familias involucradas en el abastecimiento de emergencia, no se tiene claridad de la demanda exacta por comunidad, complejizando la tarea de disponer de un parámetro mínimo de metros cúbicos a cubrir en la propuesta. Aun así, se

considera que las propuestas de solución deben responder al menos a un 50% extra de la demanda promedio por comunidad expuestas en la tabla 15 que detalla el resumen de la demanda y costos por camiones aljibe.

Para la decisión de la alternativa de solución óptima, se priorizan las categorías asociadas a las mejoras en la distribución y fuentes de abastecimiento bajo el objetivo del criterio de elección, que apunta a dotar de autonomía hídrica a las comunidades, para que la compra y transporte del recurso hídrico no se requiera más. Por lo tanto, se pretende realizar múltiples intervenciones en las comunidades, utilizando las alternativas de solución seleccionadas: **intervención en las redes de distribución** de las comunidades que lo requieran, **incorporar pozos** en comunidades que lo requieran, **incorporar planta con generadores atmosféricos de agua alimentados por paneles solares** en comunidades que lo requiera e **incorporar tecnologías de monitoreo a distancia en las APR.**

Las propuestas de solución óptimas asociadas a cada comunidad, expuestas en la tabla 33, se escogen del cruce de información de la tabla 4: Tipo de abastecimiento regular en los sistemas de APR; la tabla 5: Listado de necesidades de las APR de la comuna de Petorca; la tabla 32: Resumen de iteración realizada en conjunto a encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca, acerca de las necesidades de las comunidades; diagnóstico de la situación actual y el análisis de las alternativas de solución.

Cabe recalcar que las plantas con generadores atmosféricos de agua están sujetos a la investigación del rendimiento que puedan tener en la zona, y de la cantidad de agua que puedan otorgar a las comunidades, ya que mensualmente un generador atmosférico de agua, podría otorgar cerca de 15,7 metros cúbicos mensuales, oferta que lo podría categorizar como un abastecimiento complementario. Por ejemplo, si la comunidad de La Ñipa quisiera incorporar esta propuesta como solución, considerando que su demanda es de 4.090 metros cúbicos mensuales, se requeriría de una planta con 315 generadores atmosféricos, cifra que podría tornar inviable esta propuesta como solución principal. De todas maneras, la planta de generadores atmosféricos de agua se presenta como solución hídrica a las comunidades de Frutillar Alto y Bajo, ya que se han identificado pozos secos, con poca factibilidad de encontrar un acuífero cercano que de baste a la población, además, de encontrarse lejano a un punto de aducción que los limita a fuentes con mayores caudales. Ahora bien, cada comunidad sólo demanda aproximadamente 116 metros cúbicos, equivalente a una planta con

8 generadores. La más grande dentro de las soluciones de abastecimiento por generadores atmosféricos de agua.

Dentro de las propuestas no se considera la alternativa de intervenir con líneas de aducción a las comunidades, debido a que las aducciones que cuentan con factibilidad, como las comunidades de Valle los Olmos, El Sobrante y Los Comunes, ya se encuentran consideradas para su intervención.

Se evidencia que son 10 las comunidades que solicitan el 95% de las aguas por vías de emergencia Municipal y Delegación Provincial, Estas comunidades, ordenadas de mayor a menor demanda son: La Ñipa, Hierro Viejo, Pedegua, EL Francés/San Ramón, Manuel Montt, Valle los Olmos, El Bronce/El Durazno, El Manzano y Santa Julia. De estas comunidades se decide, que en La Ñipa, Hierro Viejo, Manuel Montt, EL Bronce/El Durazno y El Manzano son comunidades que podrían incorporar pozos como solución al desabastecimiento, en particular, El Bronce y El Manzano no cuentan con fuentes de abastecimiento locales, por lo que se ha apuntado a incorporar pozos como solución, hasta el momento se han realizado licitaciones pero a la fecha no hay adjudicaciones debido a que el dinero estimado para los proyectos es de 600 millones de pesos por pozo, mientras que las compañías han licitado por un valor de 1.200 millones de pesos por pozo.

Se espera que las comunidades como Pedegua, El Francés/San Ramón, Valle los Olmos, Santa Julia y Los Comunes quienes no presentan factibilidad en la incorporación de pozos, sean abastecidas por el proyectos de Planta desalinizadora que los considera. Inclusive, las comunidades Valle los Olmos y Los Comunes, además son considerados en el proyecto de extensión de la Aducción.

Es importante contar con redes hídricas disponibles y en buen estado para la distribución del recurso, por lo tanto, se contabiliza en función de las necesidades de las comunidades si se intervienen la redes hídricas, a través de mejoras, extensiones, recambios e instalación de nuevas redes para la correcta distribución del recurso, disminuyendo las pérdidas que se le atribuyen a esta infraestructura.

También se incorporan generadores atmosféricos de agua en las comunidades como complemento a las fuentes de abastecimientos principales para las comunidades que constantemente solicitan baja cantidad del recurso por camiones aljibe.

Se incorpora además en la propuesta, la incorporación de tecnologías de monitoreo a distancia para aquellas APR que lo requieran, a fin de reducir las pérdidas y disminuir las problemáticas por operación puesto que se dispondrá de un mayor control del sistema.

Las plantas con generadores atmosféricos de agua, se incorporan como solución en las comunidades que en promedio tienen una baja demanda por la vía de emergencia, ya sea porque son comunidades dispersas o las fuentes de abastecimiento no cubren toda la necesidad hídrica.

A medida que las APR se establezcan y las pérdidas de recursos sean reducidas, las plantas de generadores atmosféricos que ya no sean necesarias podrán ser reutilizadas en otras comunidades que sí requieran de ellas. Esta posibilidad se debe a que la solución no requiere más que un terreno plano, estructura que los cubra y paneles solares, lo que facilita su traslado a otras comunidades con problemas hídricos. Además, estas plantas pueden funcionar como una solución de emergencia en situaciones que requieran una respuesta de abastecimiento ágil.

Las comunidades de Chicolco y Petorca reciben abastecimiento a través de las redes de la compañía ESVAL, pero existen zonas aisladas que no se han conectado aún, ya sea porque son dispersas o porque son terrenos en toma. Mientras se regularice la situación, Chicolco se encuentra en condiciones de habilitar un pozo, mientras que Petorca puede intervenir a través de una planta con generadores atmosféricos para abarcar la demanda completa.

A continuación se presenta el resumen de la propuesta de solución seleccionada:

Comunidades	Demanda mensual total (50% extra)	Intervención a redes hídricas	Detalles	Pozo	Detalles	Planta de generadores atmosféricos	Detalles	Tecnología de monitoreo a distancia	Información relevante	
La Ñipa	4.940	si	realizar recambio de la red	si	requiere habilitar pozo	no		si		
Hierro Viejo	4.217	si	mejorar la red existente	si	requiere habilitar pozo	no		si	Pozos que alimentan la aducción se encuentran bajos	Se considera para la Planta desalinizadora
Pedegua	2.627	si	extender la red y mejorar la red existente	no	por la ubicación, es complejo instalar pozo	no		no	Pozos que alimentan la aducción se encuentran bajos	Se considera para la Planta desalinizadora
El Francés / San Ramón	2.009	si	extender la red y mejorar la red existente	no		no		si	Pozos que alimentan la aducción	Se considera para la Planta

									n se encuentran bajos	desalinizadora
Manuel Montt	1.710	si	instalación de redes	si	se han secado, iniciar procesos de factibilidad en otra zona	no		si	Pozos que alimentan la aducción se encuentran bajos	
Valle Los Olmos	1.857	si	extender la red y mejorar la red existente	no		no		no	Incluido en la extensión de Aducción	Se considera para la Planta desalinizadora
El Bronce / El Durazno	909	no	en proceso de finalización de instalación de redes	si	no tiene fuente de abastecimiento	no		si	No resulta licitación de pozos como fuentes de abastecimiento por presupuesto	
El Manzano	954	si	instalación de redes	si	no tiene fuente de abastecimiento	no		si	No resulta licitación de pozos como fuentes de abastecimiento por presupuesto	

Santa Julia	861	si	extender la red	no		no		no	Pozos que alimentan la aducción se encuentran bajos	Se considera para la Planta desalinizadora
Los Comunes	567	si	extender la red	no	se han secado pozos	no		no	Incluido en la extensión de Aducción	
Frutillar Alto	115,5	si	instalación de redes	no	se han secado pozos	si	Se considera como fuente de abastecimiento	no		
Frutillar Bajo	115,5	si	instalación de redes	no	se han secado pozos	si	Se considera como fuente de abastecimiento	no		

Chalaco	90	si	extender la red y realizar recambio de la red	si	Incorporación de pozo	no		si	
Chincolco	171	si	extender la red	si	Incorporación de pozo	no		no	
Las Palmas	139,5	si	extender la red	si	Incorporación de pozo	no		si	Se considera para la Planta desalinizadora
Pedernal	40,5	si	instalación de redes	no		si	Se agrega a planta	no	
Calle Larga	57	si	mejorar la red existente	no		si	Se agrega a planta	no	Se considera para la Planta desalinizadora
Petorca	63	si	extender la red	no		si	Se agrega a planta	no	Se considera para la Planta desalinizadora
Palquico	63	si	mejorar la red existente	no		si	Se agrega a planta	no	Se considera para la Planta desalinizadora
Q Honda	25,5	si	extender la red	si	Profundizar pozo	no		si	
La Chimba/La Polcura	33	no		no		si	Se agrega a planta	no	Se considera para la Planta desalinizadora

El Canelo	24	no		no		si	Se agrega a planta	no	
La Gruta	28,5	no		no		si	Se agrega a planta	no	
El Sobrante	19,5	si	extender la red y mejorar la red existente	no		no		si	Incluido en la extensión de Aducción
La Canelilla	9	no		no		si	Se agrega a planta	no	Pozos que alimentan la aducción se encuentran bajos
Quebrada Castro	7,5	no		si	Profundizar pozo			si	
Zapallar	7,5	no		no		si	Se agrega a planta	no	
P Perdido	7,5	no		no		si	Se agrega a planta	no	
Costanera	6	no		no		si	Se agrega a planta	no	

Potrero Seco	4,5	no		no		si	Se agrega a planta	no	
Las Placetas	1,5	no		no		si	Se agrega a planta	no	
El Llano	1,5	no		no		si	Se agrega a planta	no	
Total General Camiones Aljibes	16.740	20		10		16		11	

Tabla 33: Detalle de la propuesta de solución seleccionada
Fuente de elaboración propia

Si bien es cierto, se espera con esta intervención que las comunidades adquieran autonomía del abastecimiento de emergencia, aún se debe continuar incorporando proyectos de mejoras en las infraestructuras y continuidad eléctrica de las antiguas APR, como de la incorporación de plantas de tratamiento de aguas servidas, alcantarillados y traspaso de derechos de agua a los pozos de las comunidades.

7.3.4 Tamaño del proyecto

La propuesta considera la intervención a un total de 32 comunidades de la comuna de Petorca (Tabla 32).

Los metros cúbicos del recurso que se esperan cubrir como mínimo bajo esta propuesta, son de aproximadamente 16.740 metros cúbicos que equivalen a cubrir 200.880 metros cúbicos al año. Aunque, con las intervenciones a realizar, se espera que todas las comunidades dispongan de una mayor cantidad de agua para los períodos que suelen ser más exigentes.

Este nuevo plan de mejoramiento hídrico, se compone de 4 propuestas de solución seleccionadas: intervención a las redes de distribución hídrica, plantas con generadores atmosféricos de agua, tecnologías de monitoreo a distancia e incorporación de APR pozos.

A continuación se presenta el resumen de las intervenciones propuestas:

Tipo de intervención	Cantidad de comunidades intervenidas	Cantidad de intervenciones a realizar	Tipo de intervenciones a realizar
Intervención a las redes de distribución hídrica	20	25	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar recambio de redes - Mejorar la red existente - Extender la red - Instalar nuevas redes
Incorporación de APR pozos	10	10	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar pozo - Profundizar pozo - Habilitar pozo
Plantas con generadores atmosféricos de agua	16	16	- Instalar planta con generadores atmosféricos de agua
Tecnologías de monitoreo a distancia	11	11	- Instalar sistema de monitoreo a distancia
Total	57	62	

Tabla 34: Resumen de las intervenciones propuestas
Fuente de elaboración propia con datos de la tabla 32

Se extrae de la tabla que son 62 las intervenciones totales a proponer, además, hay 6 comunidades que se contabilizan con intervención doble debido a que se considera un recambio o mejora a las redes actuales.

A continuación, se presenta el resumen de la cantidad de generadores por cada comunidad a incorporar. Se considera la demanda mensual, teniendo en cuenta la demanda promedio y la demanda con un incremento del 50% adicional, con el objetivo de asegurar que la propuesta esté preparada para abastecer a la población en situaciones en las cuales la demanda sea especialmente exigente, y/o exista un aumento de esta por crecimiento poblacional.

Se toma como supuesto que la humedad relativa de Petorca, equivalente al 52,3%, es proporcional al rendimiento del generador atmosférico de agua, por lo tanto, un generador que proporciona 1000 litros en estado ideal, debería otorgar 0,52 metros cúbicos al día, equivalentes a 15,7 metros cúbicos al mes.

Comunidades	Demanda mensual promedio	Cant. de generadores para igualar demanda promedio	Demanda mensual (50% extra)	Cant. de generadores para igualar demanda con 50% extra
Frutillar Alto	77	5	115,5	8
Frutillar Bajo	77	5	115,5	8
Calle Larga	38	3	57	4
Petorca	42	3	63	4
Palquico	42	3	63	4
Pedernal	27	2	40,5	3
La Chimba/La Polcura	22	2	33	3
El Canelo	16	1	24	2
La Gruta	19	2	28,5	2
La Canelilla	6	1	9	1
Zapallar	5	1	7,5	1
P Perdido	5	1	7,5	1
Costanera	4	1	6	1
Potrero Seco	3	1	4,5	1
Las Placetas	1	1	1,5	1
El Llano	1	1	1,5	1

Total metros cúbicos involucrados	385	33	577,5	45
--	------------	-----------	--------------	-----------

Tabla 35: Resumen de cantidad de generadores por intervención

Fuente: Elaboración propia

Se extrae de la tabla, que una Planta de generadores atmosféricos de agua a lo más tendrá 8 módulos, como es el caso de Frutillar Alto y Bajo, que utilizará esta propuesta como fuente de abastecimiento.

En total se requerirán 45 generadores para las comunidades mencionadas, permitiendo disponer de 702 metros cúbicos (en base al rendimiento mensual de 15,6) para cubrir una demanda total de 578 metros cúbicos.

7.3.5 Localización del Proyecto

Las zonas comprometidas para cada comunidad se deben evaluar en las etapas correspondientes a la prefactibilidad y factibilidad, incluyendo la participación de profesionales técnicos. Aun así, se relaciona cada propuesta a una comunidad correspondiente.

7.3.6 Especificaciones técnicas de las obras

Se identifica la propuesta de solución expuesta como un proyecto público que cuenta con etapas de preinversión; idea, perfil, prefactibilidad y factibilidad e inversión; dividida en diseño y ejecución y operación; junto a mantenimiento (SUBDERE). Para ello se prevé realizar una licitación pública.

Tomando como ejemplo la licitación adjudicada a la extensión de red de agua potable Callejón San Francisco, Comuna de Santa María, Región de Valparaíso, que consiste de la ejecución de extensión de una matriz de agua potable de aproximadamente 246 metros, entre las especificaciones técnicas generales se describen las siguientes intervenciones (Municipalidad de Santa María, 2022):

- Estudio previo del terreno
- Instalación de faenas
- Movimientos de tierras
- Incorporación de cañerías y piezas especiales
- Pruebas de tuberías y piezas especiales

- Incorporación de obras complementarias
- Incorporación de obras domiciliarias
- Conexión a red existente
- Desinfección y limpieza de redes

Las especificaciones técnicas para los pozos, se extraen de mercado público, en particular, licitación adjudicada para la construcción de un pozo profundo de 200 metros, APR Las Cabras, comuna de Santa María, región de Valparaíso (Municipalidad Santa María, 2022):

La instalación de los pozos APR considera:

- Estudio previo del terreno
- Análisis de la salubridad del agua a extraer
- Instalación y levante de faenas
- Perforación
- Proposición del sistema captante y del desarrollo del pozo
- Entubación definitiva
- Rejillas
- Pared de grava seleccionada y relleno estabilizador
- Desarrollo del pozo y desinfección
- Sello o relleno sanitario y Brocal de terminación
- Prueba de bombeo e informe
- Verificación Hidráulica
- Análisis físico químico y bacteriológico
- Suministro e instalación de línea de aire
- Suministro e instalación de equipo de bombeo
- Suministro e instalación de tubería de conexión al sistema de distribución
- Plano de construcción
- Informe final (predictivo, preventivo y correctivo)

De la cotización realizada a la Municipalidad de Petorca por la compañía WindSun, se considera que una planta de generadores atmosféricos de agua considera:

- Sistema de generación de agua atmosférico (AWG) (1000 l/d)
- Sistema paquetizado en container
- Tanque pulmón
- Bombas de suministro

- Pintura
- Conexión eléctrica
- Documentación de Ingeniería
- Instalación y puesta en marcha
- Incorporación de paneles solares
- Capacitación

Para ello, la Municipalidad debe disponer de la estructura de la planta, que contempla la realización de obras de emparejamiento de terreno, construcción de base de cemento y construcción de una estructura que permita cubrir de las lluvias a los generadores atmosféricos de agua.

En cuanto a la incorporación de sistemas de monitoreo a distancia, se toma en cuenta la licitación propuesta por la Municipalidad de Olmué, con el nombre de "Implementación del sistema de telemetría y control para el flujo interconectado de producción de agua potable en el Servicio Sanitario Rural Quebrada de Alvarado, comuna de Olmué", en esta se especifican las siguientes obras (Municipalidad de Olmué, 2022):

- Instalación de faenas y letrero de obra
- Retiro de escombros y excedentes
- Incorporación de sensor de nivel freático
- Incorporación de nivel hidrostático
- Incorporación de analizador de red
- Incorporación de flujómetro Electromagnético
- Incorporación de equipo de telemetría con enlace a plataforma web
- Incorporación de medidor de aislación automático
- Incorporación de línea de aire
- Puesta en marcha, capacitación y planos

7.3.7 Costos del proyecto

Para encontrar un costo aproximado del proyecto, se extraen datos de licitaciones transadas en la página de mercado público con intervenciones idénticas en cuanto al producto final, tomando en cuenta las obras a realizar y el contexto de la comuna, para ello se considera solo licitaciones realizadas en la comuna de Petorca o de la región de Valparaíso:

Nombre proyecto	Valor	Licitación de referencia	Detalle
Intervención Red de abastecimiento hídrico	\$ 67.366.530	Construcción Extensión de Matriz AP callejón Montenegrino, comuna de Santa María"	Consiste en la ejecución de extensión de una matriz de agua potable de aproximadamente 410 metros, con un total de 11 arranques
Total	\$ 67.366.530		
Incorporación de APR pozo	\$ 46.000.000	Diseño APR Bartolillo, Cabildo	Diseño de APR para 378 familias.
	\$ 227.453.175	Construcción de un pozo profundo para el APR Las Cabras	Construcción de pozo de 200 metros de profundidad con 14" de diámetro de perforación y 10" de diámetro para la entubación, instalación de bomba y su conexión a la red eléctrica, para extracción de agua para consumo humano APR Las Cabras.
	\$ 330.000.000	"Habilitación, captación e impulsión pozo en Peñablanca Montegrande"	Tabla 21: Iniciativas de Inversión con Financiamiento en Proceso de Licitación Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas región de Valparaíso, MOP, año 2020.
Total	\$ 603.453.175		

Incorporación de plantas de generadores atmosféricos de agua (valor por generador)	\$38.452.000	Proyecto sistema de generación de agua atmosférico 1000 L/d.	Se utilizan datos de oferta económica de empresa Windsun (tabla 29, Anexo C)
	\$32.016.670	Oferta económica Paneles solares para 1000 L/d.	Se utilizan datos de oferta económica de empresa Windsun (tabla 30, anexo C)
	\$2.980.176	Costo total de la estructura que cubre los generadores atmosféricos.	(tabla 37, Anexo E)
Total	\$73.448.846		
Incorporación de monitoreo de APR a distancia	\$20.000.000	Dato otorgado por Fernanda Lizama, de la APR Santa Sara de la localidad de Batuco.	Se contabiliza el doble del dinero comentado por Fernanda Lizama
Total	\$20.000.000		

Tabla 39: Tabla de valores de referencia de las intervenciones

Fuente: Licitaciones extraídas de Mercado Público (Municipalidad de Santa María, 2022), (Dirección de Obras Hidráulicas, 2022)

Para conocer el coste aproximado de la propuesta expuesta, se consideran, todas las intervenciones asociadas a la red de abastecimiento, como la instalación de nuevas redes, recambio de redes antiguas y mejoras en las redes existentes, con el valor de la licitación de referencia que involucra la extensión de una matriz de agua potable en la comuna de Santa María.

Se reconocen tres licitaciones que reúnen el proceso para la incorporación de un pozo, contando con las etapas de diseño, construcción y habilitación del sistema. En total suman alrededor de 600 millones de pesos que podrían aumentar, para algunas comunidades, a 1200 millones de pesos (considerando la información de que solo una empresa ha licitado para las comunidades del Bronce y El Manzano por 1200 millones de pesos).

Se exponen los valores aproximados de la intervención para un generador atmosférico de agua que rinde en condiciones perfectas 1000 litros por día, correspondiente a \$73.448.846, este valor considera los costos por la fuente

de alimentación, que en este caso es a panel solar, el generador atmosférico de agua y el valor unitario por estructura.

El sistema de monitoreo a distancia para las APR, suelen considerar actividades referentes a añadir tecnologías de conexión a distancia, que no suelen variar entre los pozos. En este caso no se encuentra una licitación adjudicada, entonces se toma el valor comentado por Fernanda Lizama, de la APR Santa Sara, con un margen extra de 10 millones de pesos, para el caso en que existan imprevistos o se quiera realizar un programa de capacitación con un mayor seguimiento.

A continuación se presenta la tabla resumen del costo de las intervenciones a realizar:

Comunidades	Metros cúbicos mensuales totales por comunidad	Cant. de intervención en la red	Detalle	Costos	Cant. intervenciones de pozo	Detalles	Costos	Cant. de generadores atmosféricos	Detalles	Costos	Tecnología de monitoreo a distancia	Costos
La Ñipa	4940	1	realizar recambio de la red	\$67.366.530	1	requiere habilitar pozo	\$330.000.000	0			1	\$20.000.000
Hierro Viejo	4217	1	mejorar la red existente	\$67.366.530	1	se ha secado un pozo, se quiere incorporar un pozo	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
Pedegua	2627	2	extender la red y mejorar la red existente	\$134.733.060	0	por la ubicación, es complejo instalar pozo		0			0	
El Francés / San Ramón	2009	2	extender la red y mejorar la red existente	\$134.733.060	0			0			1	\$20.000.000
Manuel Montt	1710	1	instalación de redes	\$67.366.530	1	se han secado, iniciar procesos de factibilidad en otra zona	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
Valle Los Olmos	1857	2	extender la red y mejorar la red existente	\$134.733.060	0			0			0	

El Bronce / El Durazno	909	0	en proceso de finalización de instalación de redes		1	no tiene fuente de abastecimiento	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
El Manzano	954	1	instalación de redes	\$67.366.530	1	no tiene fuente de abastecimiento	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
Santa Julia	861	1	extender la red	\$67.366.530	0			0			0	
Los Comunes	567	1	extender la red	\$67.366.530	0	se han secado pozos		0			0	
Frutillar Alto	116	1	instalación de redes	\$67.366.531	0	se han secado pozos		8	Se considera como fuente de abastecimiento	\$587.590.768	0	
Frutillar Bajo	116	1	instalación de redes	\$67.366.532	0	se han secado pozos		8	Se considera como fuente de abastecimiento	\$587.590.768	0	
Chalaco	90	2	extender la red y realizar recambio de la red	\$134.733.060	1	Incorporación de pozo	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
Chincolco	171	1	extender la red	\$67.366.530	1	Incorporación de pozo	\$603.453.175	0			0	
Las Palmas	140	1	extender la red	\$67.366.530	1	Incorporación de pozo	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000

Pedernal	41	1	instalación de redes	\$67.366.530	0			3	Se agrega a planta	\$220.346.538	0	
Calle Larga	57	1	mejorar la red existente	\$67.366.530	0			4	Se agrega a planta	\$293.795.384	0	
Petorca	63	1	extender la red	\$67.366.530	0			4	Hasta conectar se a ESVAL	\$293.795.384	0	
Palquico	63	1	mejorar la red existente	\$67.366.530	0			4	Se agrega a planta	\$293.795.384	0	
Q Honda	26	1	extender la red	\$67.366.530	1	Profundizar pozo	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
La Chimba/La Polcura	33	0	no		0			3	Se agrega a planta	\$220.346.538	0	
El Canelo	24	0	no		0			2	Se agrega a planta	\$146.897.692	0	
La Gruta	29	0	no		0			2	Se agrega a planta	\$146.897.692	0	
El Sobrante	20	2	extender la red y mejorar la red existente	\$134.733.060	0						1	\$20.000.000
La Canelilla	9	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	
Quebrada Castro	8	0	no		1	Profundizar pozo	\$603.453.175	0			1	\$20.000.000
Zapallar	8	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	

P Perdido	8	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	
Costanera	6	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	
Potrero Seco	5	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	
Las Placetas	2	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	
El Llano	2	0	no		0			1	Se agrega a planta	\$73.448.846	0	
Total General Camiones Aljibes	21.680	25		\$1.684.163.250	10		\$5.761.078.575	45		\$3.305.198.070	11	\$220.000.000

Tabla 40: Detalle de los costos totales por intervención

Fuente: Realizada en conjunto a la tabla 39: Tabla de valores de referencia de las intervenciones

El valor total del proyecto suma 10.970.439.895 pesos. Se espera que con esta inversión la comuna pueda tener una mayor autonomía respecto de la compra del recurso a terceros.

Si tomamos en cuenta que el costo anual del servicio de camiones aljibe asciende a \$1.255.031.664 pesos, la inversión actual necesaria para el desarrollo del proyecto igualará los costos de abastecimiento por camiones aljibe en un período de 8,7 años.

7.3.8 Análisis ambiental

La propuesta de solución reúne una importante cantidad de construcciones que requieren del movimiento del suelo y las aguas, recursos que son parte de los ciclos de la naturaleza, de la flora y fauna que conviven en la zona. Por lo tanto, es imprescindible tener conocimiento de los efectos ambientales involucrados para las alternativas que incorporan redes de distribución hídrica e instalación de pozos APR, ya que, de considerarse la intervención, el alterar la superficie del terreno de las comunidades puede ocasionar impactos ambientales considerables como la destrucción del hábitat (comprometiendo flora, fauna y población); pérdida de productividad de los suelos (sufriendo lateralización o preponderancia a la erosión); alteraciones a las configuraciones superficiales de flujo y filtración; baja del nivel freático; disminución de la recarga del agua subterránea; contaminación del suelo por material de tuberías; como daño al terreno superficial por instalación de faenas (Banco Mundial, 1991). Teniendo en cuenta los posibles daños, se debe decidir cuáles son los procedimientos y las soluciones constructivas con menor efecto que permita ahorrar impactos ambientales significativos a futuro (Sanjuan-Delmás, 2014).

Existe más cantidad de agua dulce oculta en acuíferos subterráneos que en cualquier otra fuente del planeta (salvo los mantos de hielo) (Borunda, 2020). Por ello, es que resulta tentador utilizar esta fuente para su extracción, con soluciones como los pozos que resuelven en gran medida la situación hídrica de las zonas rurales, pero que también se encuentran en un gran riesgo, ya que gran parte del agua se extrae mucho más rápido de lo que puede reabastecerse. Si bien existen regulaciones respecto de los derechos de aguas que monitorean el que no exista una sobreexplotación de la cuenca, se han identificado hurtos del recurso a través de desvíos o pozos ilegales que generan una mayor demanda ocasionando un desbalance en el sistema.

A continuación se presenta el modelo de Presión - Estado - Respuesta (PER), que implica la elaboración general de una progresión causal de las acciones humanas que ocasionan una presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales que llevan a un cambio en el estado del medio ambiente, al cual la sociedad responde con medidas o acciones para reducir o prevenir el impacto. Se aplica para los proyectos: redes de distribución hídrica e instalación de pozos APR.

Variable	Presión	Estado	Impacto	Respuesta
Población	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la población (%) - Migración neta (#) - Tasa de crecimiento de la población rural 	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de la población (p/ha) - Población (#) - Población rural (#,p <2000) 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribución de la población (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecciones de la población (#)
Flora	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de la flora por instalación de faenas (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Población de flora (#) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desaparición de la flora silvestre del sector (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de acción reforestación - Proyecciones de deforestación (ha/año)
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro del hábitat de animales silvestres por instalación de faenas (%) - Invasión Biológica producto de la incorporación de obras (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Población de fauna (#) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desaparición de la fauna silvestre del sector (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar la zona de proyecto, respetando el hábitat de los animales
Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la recarga del agua subterránea (#) - Alteraciones a las configuraciones superficiales de flujo y filtración (#) - Extracción anual de aguas como % del total - Consumo doméstico per cápita (metros cúbicos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos de agua renovables per cápita (metros cúbicos) - Extracción sectorial de aguas (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Población con escasez hídrica (%) - Concentración de coliformes en aguas (#/litro) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aguas tratadas en las zonas de captación (%) - % de la población con acceso a aguas tratadas
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de productividad en los suelos; lateralización (%) - Pérdida de productividad en los suelos; preponderancia a la erosión (%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie afectada (ha) - Índice de uso de tierras 	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas afectadas por la erosión (ha) - Áreas afectadas por lateralización (ha) 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilización a través taludes - Proyecciones de uso de tierras (has) - Superficie

				restaurada/rehabilitada (ha)
Infraestructura	- Materiales de conducción inapropiados para el transporte de agua (#)	- Materiales de conducción propensos a emitir contaminantes (#)	- Terreno alterado (metros)	- Reemplazar los materiales propuestos para el transporte del agua (#)
Salud	- Personas contagiadas por insalubridad del agua (#)	- Calidad del agua (pH, Sólidos totales, Conductividad, Contaminación microbiana) (%)	- Patologías a la población por baja calidad de las aguas (#)	- Mejora a sistemas de extracción de agua

Tabla 41: Modelo de Presión - Estado - Respuesta (PER)
Fuente de elaboración propia basado en las investigaciones (IDEAM, 2011).

La incorporación de plantas de abastecimiento a través de generadores atmosféricos de agua no genera residuos, ya que utiliza una fuente de agua renovable en combinación con una fuente de energía renovable, como lo son los paneles solares, por lo tanto los equipos no tienen impacto ambiental (GENAQ, 2021).

7.5 Estructura analítica del proyecto (EAP)

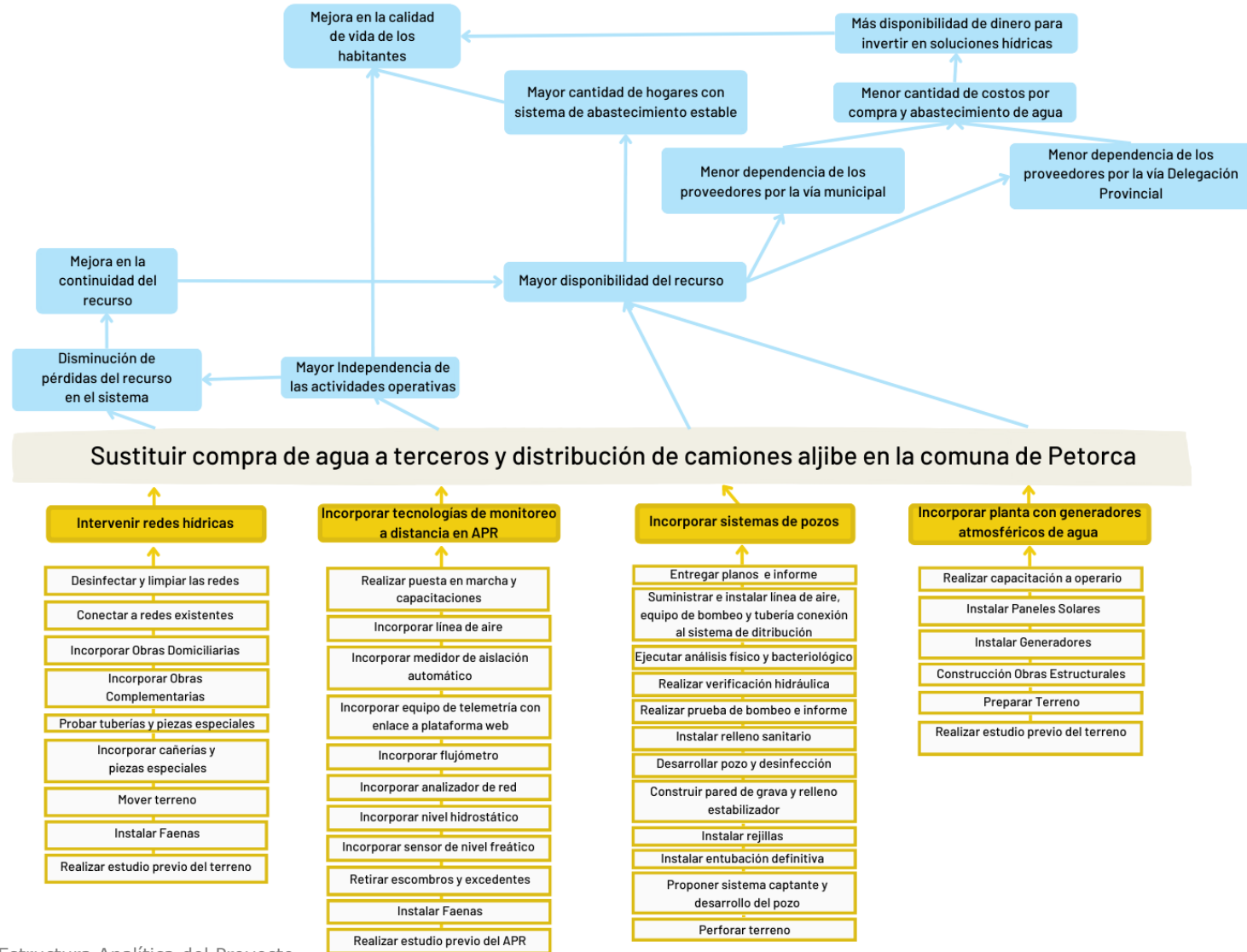


Ilustración 10: Estructura Analítica del Proyecto

Fuente: elaboración propia en base al punto de especificaciones técnicas y árbol de objetivos

Con la información que se recogió para la selección de la estrategia óptima se construye la Estructura Analítica del Proyecto, que consiste en diagramar un árbol de objetivos ajustado a la alternativa seleccionada, pero con 4 niveles jerárquicos: fin, propósito, componentes y actividades, estos se visualizan en la ilustración en orden descendente (CEPAL, 2005).

El propósito central, “sustituir compra de agua a terceros y distribución de camiones aljibe en la comuna de Petorca”, se desprende del objetivo general del árbol de problemas que apunta a las “mejoras a la escasez hídrica y acceso al agua”. Se considera por el autor como el objetivo estratégico a llevar a cabo y uno de los puntos relevantes para la discusión entre los actores hídricos.

7.6 Matriz de Marco Lógico

El Marco Lógico es una herramienta de trabajo con la cual un evaluador puede examinar el desempeño de un programa en todas sus etapas. Permite presentar de forma sistemática y lógica los objetivos de un programa y sus relaciones de causalidad. Asimismo, sirve para evaluar si se han alcanzado los objetivos y para definir los factores externos que pueden influir en su consecución (DIPRES, 2015).

Si bien, aún es necesario incorporar diálogo con las instituciones y hogares a intervenir para validar la propuesta de solución, se incorpora una matriz de Marco Lógico que expone información sobre la evaluación a su desarrollo. En la columna de *Resumen Narrativo* se incorpora la Estructura Analítica del Proyecto (EAP) del que se desprenden propuestas de indicadores y medios de verificación. En cuanto a los supuestos, se desarrolla luego de la presente tabla una clasificación acerca de las áreas que afecta cada uno de ellos:

Nivel	Resumen Narrativo		Indicador	Medios de Verificación				Supuestos
				Fuente de información	Método de recolección	Método de análisis	Frecuencia	
Fines	F.1	Contribuir en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades intervenidas	F.1.1 Cantidad de personas con complicaciones médicas por beber agua en la comuna	Registro recopilado de centros de asistencia pública de la comuna	Revisión de registros	Verificación previa consulta a los centros	Anual	Área de salud de la Municipalidad
			F.1.2 Cantidad de brecha hídrica por cada comunidad	Registros de APR de oferta y demanda hídrica	Encuesta	Estadístico	Anual	Dirección de obras - Oficina de asuntos hídricos
			F.1.3 Calidad del agua en las comunidades	Reporte de muestreo de calidad de agua	Pruebas por muestra	Comparación de calidad con resultados de estudio	Anual	Oficina de asuntos hídricos
			F.1.4 Porcentaje de mejora en el bienestar de las personas	Representantes de hogares intervenidos	Encuesta	Estadístico	Anual	Oficina de asuntos hídricos
			F.1.5 Cantidad de hogares en situación de escasez hídrica (cantidad disponible de al menos el promedio nacional)	Registro de APR del volumen de extracción - Consulta a hogares	Encuesta	Verificación - Estadístico	Semestral	Comunidades de Agua potable rurales
	F.2	Mayor cantidad de hogares con sistema de abastecimiento estable en la comuna	F.2.1 Cantidad de cortes de agua por mes	Registro de eventos con cortes del recurso hídrico	Revisión de registros	Verificación	Mensual	Dirección de Operaciones de la Municipalidad
	F.3	Más disponibilidad de dinero para invertir en soluciones hídricas en la comuna	F.3.1 Cantidad de dinero municipal disponible para soluciones hídricas en la comuna	Registro contable Municipal	Revisión de registros	Verificación	Anual	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad

	F.4	Menor cantidad de costos por compra y abastecimiento de agua en la comuna	F.4.1 Cantidad de costos asociados a la compra de agua por vía municipal	Registro contable Municipal	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad	
			F.4.2 Cantidad de costos por compra de combustible debido a la distribución por camiones aljibe municipales	Registro contable Municipal	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad	
			F.4.1 Cantidad de costos asociados a la compra de agua por vía Delegación Provincial	Registro contable Delegación Provincial	Revisión de registros	Verificación	Trimestral	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad	
			F.4.2 Cantidad de costos por compra de combustible debido a distribución por camiones aljibe de la Delegación Provincial	Registro contable Delegación Provincial	Revisión de registros	Verificación	Trimestral	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad	
	F.5	Menor dependencia de los proveedores por la vía Municipal	F.5.1 Cantidad de metros cúbicos comprados al proveedor vía Municipal	Planilla de registro de metros cúbicos comprado a los proveedores en la Municipalidad	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad	
	F.6	Menor dependencia de los proveedores por la vía de la Delegación Provincial	F.6.1 Cantidad de metros cúbicos comprados a los proveedores vía Delegación Provincial	Registro de metros cúbicos comprado a los proveedores en la Delegación Provincial	Revisión de registros	Verificación	Trimestral	Departamento Administración y Finanzas Delegación Provincial	
			F.6.2 Cantidad empresas que proveen agua a la Delegación Provincial	Registro contable Delegación Provincial	Revisión de registros	Verificación	Anual	Departamento Administración y Finanzas Municipalidad	

Propósito	F.7	Mayor disponibilidad del recurso hídrico en la comuna	F.7.1 Cantidad de metros cúbicos aproximados disponibles para las comunidades	Registros de rendimiento de APR / Registros de Telemetría	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Comunidades de Agua potable rurales	
	F.8	Mejora en la continuidad del recurso hídrico en la comuna	F.8.3 Porcentaje de hogares con disponibilidad continua de agua	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Anual	Municipalidad	
	F.9	Disminución de pérdidas del recurso en el sistema	F.9.1 Cantidad de averías en líneas de distribución hídrica	Registro de eventos de emergencia	Revisión de registros	Verificación	Mensual	Dirección de Obras de la Municipalidad	
			F.9.2 Cantidad de emergencias con fuga de agua	Registro de eventos de emergencia	Revisión de registros	Verificación	Mensual	Dirección de Operaciones de la Municipalidad	
	F.10	Mayor independencia de las actividades operativas de las APR en la comuna	F.10.1 Número de cortes no programados	Registro de eventos de emergencia	Revisión de registros	Verificación	Mensual	Dirección de Operaciones de la Municipalidad	
	P	Sustituir compra y distribución de camiones aljibe en la comuna de Petorca	P.1 Cantidad de intervenciones realizadas en un plazo	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Anual	DOH	
			P.2 Cantidad de comunidades sin requerimiento de abastecimiento de emergencia Municipal	Registros Municipales	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Encargado de asuntos hídricos	
			P.3 Cantidad de comunidades sin requerimiento de abastecimiento de emergencia vía Delegación Municipal	Registros Delegación Provincial	Revisión de registros	Verificación	Trimestral	Delegación Provincial	

Componentes	C.1	Intervenir las redes hídricas de la comuna	Cantidad de intervenciones de tipo redes de distribución hídrica finalizadas en concordancia con las normas vigentes	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Municipalidad - DOH	
			Cantidad de kilómetros construidos	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Municipalidad - DOH	
	C.2	Incorporar pozos en las comunidades que lo requieran	Cantidad de intervenciones del tipo APR pozos finalizadas en concordancia con las normas vigentes	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Municipalidad - DOH	
	C.3	Incorporar planta con generadores atmosféricos de agua en comunidades que lo requieran	Cantidad de intervenciones con plantas de generadores atmosféricos de agua finalizadas en concordancia con las normas vigentes	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Municipalidad - DOH	
	C.4	Incorporar tecnologías de monitoreo a distancia en APR	Cantidad de intervenciones del tipo tecnologías de monitoreo a distancia finalizadas en concordancia con las normas vigentes	Registros del proyecto	Revisión de registros	Verificación	Semestral	Municipalidad - DOH	

Actividades		Evaluación de Prefactibilidad						
	A.1.1	visita en terreno para categorizar intervención:recambio de las redes/mejorar las existentes/instalar redes/extensión de redes						
		Evaluación de Factibilidad						
	A.1.2	Evaluar terrenos a intervenir						
	A.1.3	Evaluar magnitud de los proyectos (contabilizar cant de hogares (personas) beneficiadas)						
		Diseño						
	A.1.4	Realizar diseño de las redes hídricas de todas las comunidades a intervenir	Ejecución Presupuestaria	Presupuesto, Registros Contables, Inventarios, Informes Financieros de avance del proyecto	Ingreso de Recursos (Revisión de registros)	Verificación	Anual	Municipalidad
		Ejecución del proyecto						
	A.1.5	Licitación de los proyectos						
	A.1.6	Instalar faenas						
	A.1.7	Mover terreno						
	A.1.8	Incorporar cañerías y piezas especiales						
	A.1.9	Probar cañerías y piezas especiales						
	A.1.10	Incorporar obras complementarias						
A.1.11	Realizar construcción							
A.1.12	Otras actividades (gastos de honorarios, fiscalización, controles administrativos, procesos de contratación)							

A.1.13	Realizar terminaciones							
A.1.14	Incorporar obras domiciliarias							
A.1.15	conectar a redes existentes							
A.1.16	Desinfectar y limpiar las redes hídricas							
	Evaluación de Prefactibilidad							
A.2.1	visita en terreno para evaluar prefactibilidad de cada pozo en la comunidad seleccionada							
	Evaluación de Factibilidad							
A.2.2	Evaluar terreno a intervenir							
A.2.3	Evaluar magnitud de los proyectos (contabilizar cant de hogares (personas) beneficiadas)							
	Diseño							
A.2.4	Realizar diseño de los pozos a realizar							
A.2.5	Realizar diseño de estructuras complementarias							
	Ejecución del proyecto							
A.2.6	Licitación de los proyectos							
A.2.7	Realizar obras previas							
A.2.8	Perforar terreno							
A.2.9	Proponer Sistema captante y desarrollo del pozo							

A.2.10	Instalar entubación definitiva							
A.2.11	Instalar rejillas							
A.2.12	Construir pared de grava y relleno estabilizador							
A.2.13	Desarrollar pozo y desinfección							
A.2.14	Instalar relleno sanitario							
A.2.15	Realizar prueba de bombeo e informe							
A.2.16	Realizar verificación hidráulica							
A.2.17	Ejecutar análisis físico y bacteriológico							
A.2.18	Suministrar e instalar línea de aire, equipo de bombeo y tubería para conexión al sistema de distribución							
A.2.19	Otras actividades (gastos de honorarios, fiscalización, controles administrativos, procesos de contratación)							
A.2.20	Realizar terminaciones							
A.2.21	Realizar obras complementarias							
A.2.22	Entregar planos e informe							
	Evaluación de Prefactibilidad							
A.3.1	Visita en terreno para categorizar intervención: recambio de las redes/mejorar las existentes/instalar redes/extensión de redes							

	Evaluación de Factibilidad							
A.3.2	Evaluar terrenos a intervenir							
A.3.3	Evaluar magnitud de los proyectos (contabilizar cant. de hogares (personas) beneficiadas)							
	Diseño							
A.3.4	Realizar diseño de las redes hídricas de todas las comunidades a intervenir							
	Ejecución del proyecto							
A.3.5	Licitación de los proyectos							
A.3.6	Instalar faenas							
A.3.7	Realizar obras previas							
A.3.8	Instalar planta reelevadora y tratamiento: sentina de acumulación							
A.3.9	Instalar interconexiones hidráulicas							
A.3.10	Instalar caseta de tratamiento							
A.3.11	Instalar sistema de impulsión							
A.3.12	Instalar estanque de regulación de hormigón armado semienterrado							
A.3.13	Instalar cierre perimetral							
A.3.14	Realizar aducción al río Petorca							
A.3.15	Incorporar Obras de control de telemetría							

A.3.16	Realizar Instalaciones eléctricas							
A.3.17	Realizar instalaciones domiciliarias							
A.3.18	Otras actividades (gastos de honorarios, fiscalización, controles administrativos, procesos de contratación)							
A.3.19	Realizar obras complementarias							
A.3.20	Realizar terminaciones							
	Evaluación de Prefactibilidad							
A.4.1	Identificar terreno para la instalación de plantas de generadores atmosféricos							
	Evaluación de Factibilidad							
A.4.2	Evaluar terrenos a intervenir							
A.4.3	Comprar terrenos (Si se requiere)							
A.4.4	Evaluar magnitud de los proyectos (contabilizar cant de hogares (personas) beneficiadas)							
	Diseño							
A.4.5	Diseñar la estructura de los generadores							
A.4.6	Diseñar puntos de abastecimiento							
	Ejecución del proyecto							
A.4.7	Licitación construcción de estructura de los generadores (radial y techo)							

A.4.8	Licitar compra e implementación de generadores							
A.4.9	Preparar terreno a intervenir							
A.4.10	Construir estructura de los generadores							
A.4.11	Incorporar generadores							
A.4.12	Instalar paneles solares							
A.4.13	Construir punto de abastecimiento							
A.4.14	Capacitar a operario							
	Evaluación de Prefactibilidad							
A.5.1	Visitar terreno para evaluar condiciones de las APR a intervenir							
	Evaluación de Factibilidad							
A.5.2	Evaluar factibilidad de incorporar tecnología de telemetría							
A.5.3	Evaluar magnitud de los proyectos (contabilizar cant de hogares (personas) beneficiadas)							
	Diseño							
A.5.4	Diseño de caseta de telemetría							
A.5.5	Diseño de la intervención para cada APR							
	Ejecución del proyecto							
A.5.6	Licitación construcción de caseta de telemetría (en el caso en el que la							

		municipalidad quiera incorporar este servicio)							
A.5.7		Licitación compra e implementación de telemetría							
A.5.8		Instalar faenas							
A.5.9		Retirar escombros y excedentes							
A.5.10		Construir caseta de telemetría							
A.5.11		Incorporar sensor de nivel freático							
A.5.12		Incorporar sensor de nivel hidrostático							
A.5.13		Incorporar analizador de red							
A.5.14		Incorporar flujómetro							
A.5.15		Incorporar equipo de telemetría con enlace a plataforma web							
A.5.16		Incorporar medidor de aislamiento automático							
A.5.17		Incorporar línea de aire							
A.5.18		Realizar puesta en marcha y capacitaciones							

Tabla 42: Matriz de Marco Lógico.

Fuente: elaboración propia bajo la metodología expuesta en (CEPAL, 2005).

A continuación se identifican los supuestos de la matriz categorizados por los factores de riesgo que comprende, reconociendo si son del tipo financiero, político, social, ambiental, y/o legal:

Nivel	Resumen Narrativo	Factores de riesgo				
		Financiero	Político	Social	Ambiental	Legal
Fin	Se entiende como mejor calidad de vida a la mejora en la disponibilidad del recurso, buena calidad, mayores espacios con vegetación, seguridad hídrica.			X		
	El dinero que se ahorre debido a la Estrategia de Gestión Hídrica, es utilizado para invertir en soluciones hídricas en la comuna	X	X			
	Los proveedores no ejercen presión financiera por disminuir la compra de agua	X				X
Propósito	Los proveedores de agua no ejercen presión bajo el incentivo de disminuir la cantidad de metros cúbicos comprados, vendiendo el recurso hasta que se deje de depender	X				X
	Los actores hídricos involucrados llegan a un acuerdo en la propuesta de solución detallada		X	X		
Componentes	Existe el contexto hídrico adecuado para incorporar propuestas de solución factibles en todas las comunidades				X	

	El análisis ambiental permite corroborar que los pozos u aducciones no están sobreexplotando los recursos				X	
	Los habitantes de las comunidades que incorporan plantas de generadores atmosféricos de agua aceptan retirar el agua en un punto estratégico			X		
	Existe la motivación de la comunidad para consolidar organizaciones de usuarios que gestionen y administren las APR		X	X		
	Los habitantes que deben moverse a un punto estratégico de retiro de agua, cuentan con movilidad para retirarlo			X		
Actividades	Las licitaciones de las obras se llevan a cabo según los planes de ejecución del proyecto: plazos, calidad, cantidad.	X				
	Se encuentran los terrenos necesarios para incorporar todas las propuestas de solución	X		X	X	X
	Se mantiene el interés de la comunidad por las soluciones planteadas			X		

Tabla 43: Identificación de supuestos.
Fuente: Elaboración propia.

7.7 Implementación

La propuesta de solución seleccionada a través de la Estrategia de Gestión Hídrica fue concebida bajo el supuesto de cubrir al menos un 50% de la demanda promedio bajo solicitud de recursos de emergencia (considerando períodos del año 2021 y 2022), por lo tanto, es vital que los proyectos planteados sean corroborados bajo el conocimiento de la cantidad de habitantes de cada localidad, su consumo aproximado y su proyección de demanda a futuro. Bajo esta validación, se debe tener en cuenta que la prioridad se encuentra en que las comunidades cuenten con las fuentes de abastecimiento necesarias para no depender del abastecimiento de emergencia.

Le corresponde al Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de sus órganos como la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), proveer de infraestructura que permita el óptimo aprovechamiento del agua, la protección del territorio y de las personas (ChileAtiende, 2022). Es por ello que las propuestas de solución que apuntan a la intervención de las redes de distribución hídricas, incorporación y mejoramiento de APR de pozos e incorporación de telemetría, suelen ser resueltas por estas instituciones debido a su rol. Las Municipalidades en su posición, pueden contribuir a través de información cualitativa y cuantitativa relevante, diagnósticos estudiados, postulación a fondos públicos para solución a las comunidades, generar alianza con instituciones para la cooperación, entre otros.

Luego de validar las propuestas de solución para cada comunidad, el municipio, debe gestionar mesas de trabajos con los actores claves involucrados, entre los cuales se encuentra la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Dirección General de Aguas (DGA), Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales (SSR), Gobierno Regional, Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA), comunidades a intervenir, entre otros.

A continuación se presenta un diagrama de los actores claves involucrados en la propuesta de solución extraída de la Estrategia de Gestión Hídrica presentada, en esta se identifican instituciones, organizaciones y servicios ligados a la temática hídrica:



Ilustración 11: Ilustración de actores claves ligados al proyecto

La propuesta de solución asociada a la incorporación de plantas de generadores atmosféricos de agua, no se ha considerado por las autoridades, como una opción posible de fuente de abastecimiento primaria, debido a que la tecnología empleada es muy costosa, y la relación costo - beneficio ha favorecido a opciones como pozos y aducciones. Dada la interesante cotización presentada por la empresa WindSun a la Municipalidad de Petorca, se abre la posibilidad de incorporar plantas con generadores en las comunidades en que es más complicado intervenir con las clásicas soluciones, debido a que los acuíferos se encuentran agotados como para incluir pozos, o que la localidad se encuentra demasiado lejos de un punto de aducción.

Debido a que tampoco se tiene muy claro el rendimiento real que tendría un generador, se torna necesario iniciar con un prototipo de una planta de abastecimiento que permita extraer información sobre su eficiencia, planificación, operación y posibles daños ambientales. Se espera que paulatinamente los camiones aljibe sean de menos utilidad en la comuna, afectando las labores del área que gestiona estos servicios, por lo tanto, se debe conversar con los funcionarios respecto de un cambio de actividades, como el apoyo al funcionamiento de estas plantas en las comunidades.

Se espera que la coordinación de las iniciativas presentadas en la Estrategia de Gestión Hídrica recaiga en el encargado de asuntos hídricos designado por la municipalidad. En caso de que un municipio no cuente con esta función, se recomienda considerar la incorporación de dicho rol con el fin de administrar de manera más eficiente los recursos hídricos. Alternativamente, también se podría delegar esta responsabilidad al área de medio ambiente de la municipalidad.

7.8 Financiamiento

Las dificultades hídricas en Chile han avanzado a tal nivel que 188 de las 346 comunas del país se encuentran bajo decreto de escasez hídrica (54,3% de las comunas), comprendiendo un total de más de 8 millones 350 mil personas (47.5% de la población de Chile) (DGA, 2022). Problemática que con el tiempo ha presionado a los gobiernos de turno a invertir en proyectos que den solución a las comunidades. Según la primera versión del “Informe sobre gasto público en recursos hídricos” elaborado por la Contraloría General de la República (CGR), la inversión pública fue clave para mantener en funcionamiento los sistemas de agua potable rural (APR) en Chile, puesto que entre los distintos servicios públicos y programas incorporados, el Estado gastó más de 691 mil millones de pesos en la gestión de los recursos hídricos durante el año 2021, equivalentes al 91% del total del presupuesto asignado y un aumento del 37,5% respecto a los 503 mil millones de pesos del año 2020. Siendo el Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas y Agua Potable Rural, los organismos que mayores montos utilizaron el año 2021, concentrando el 69,4% del total (CGR, 2022).

El Ministerio de Obras Públicas, debido a sus funciones, es quien suele costear obras de Agua Potable Rural (APR) provenientes de la Dirección de Obras Hidráulicas con su Programa de Agua Potable Rural u otras unidades como la Subdirección de Agua Potable Rural en lo que concierne a la incorporación, mejoras, innovación, recuperación y continuidad de las infraestructuras. Por lo tanto, las propuestas de solución que hacen referencia a la incorporación de redes de distribución hídrica, intervención de pozos y telemetría, en la comuna se pueden financiar por estos organismos competentes. A través del “Fondo Social Presidente de la República (FSPR)” con un máximo de 28 millones de pesos, como el aporte de 6 mil millones de pesos destinados a 21 proyectos de investigación nacional para el apoyo a la sequía (CALBUCANO, 2022), la aprobación de 15 mil millones de pesos para tres proyectos de Agua Potable Rural en la región de Valparaíso (Aguirre, 2022), o incluir en un Plan de Aguas como el desarrollado en la provincia de Petorca para los años 2018-2022. Los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) que no están vinculados al Ministerio de Obras Públicas (MOP), reciben apoyo de la Municipalidad a través de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), con el programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) o recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) del gobierno regional (MINAGRI, 2018).

Las APR también pueden optar a un mejoramiento de sus servicios, a través de fondos concursables que le otorgan a los propios ciudadanos la responsabilidad de definir e implementar lo que ellos consideren necesarios para mejorar su calidad de vida (DECOOP, 2016). Entre los que se encuentran el Fondo Nacional De Desarrollo Regional (FNDR) que financia todo tipo de proyectos de infraestructura social, estudios y programas de los sectores de

inversión pública establecidos por MIDEPLAN (DECOOP, 2016). Para la incorporación de sistemas de telemetría y costear el prototipo de la planta de generadores eléctricos, se puede postular en Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).

Luego de la investigación de las plantas con generadores atmosféricos de agua, se podría evaluar la posibilidad de financiamiento a través de la Dirección de Obras Hidráulicas como una fuente de abastecimiento para localidades en las que no es rentable incorporar grandes sistemas de agua. Siendo parte quizás de un nuevo Plan de Agua para Petorca.

Hay organizaciones privadas que generan programas de financiamiento para proyectos hídricos en las comunidades. Angloamerican por ejemplo, ha financiado sistemas de telemetría en 62 APR en cuatro provincias de las regiones Metropolitana y Valparaíso a través del "Programa Agua Rural" (Angloamerican, 2022). Agrosuper, a través de su programa "Impulsa Agua" otorga 50 millones de pesos a 3 APR (AGROSUPER, 2022). Estas iniciativas también se podrían gestionar ya que podrían acelerar la incorporación de las propuestas desde el sector privado.

7.9 Síntesis de Resultados

La presente investigación ha comprendido el desarrollo de una Estrategia de Gestión Hídrica con una base metodológica de enfoque marco lógico que ha permitido estructurar la planificación de una propuesta de solución a 31 comunidades de la comuna de Petorca, cubriendo como mínimo una demanda estimada de 16.740 metros cúbicos. La propuesta se traduce en 20 intervenciones a las redes de distribución hídrica, incorporación de 10 APR tipo pozos, 16 Plantas con 62 generadores atmosféricos de agua e implementación de 11 sistemas de monitoreo a distancia. Que surgen del desarrollo de un diagnóstico hídrico contextual que permitió una aproximación a la demanda de cada comunidad que ha recibido el recurso entre los años 2021 y 2022, a través de un servicio de emergencia con evidentes costos de operación y compra de agua.

La estrategia también ha incluido otros proyectos que podrían ejecutarse en la comuna con mayor velocidad, complementado la intervención central de manera positiva, apuntando a abarcar brechas de información, educación, concientización, seguridad y fiscalización. Entre los cuales se encuentran: los concursos de innovación hídrica en liceos de la comuna, incorporación de plantas de recolección de agua niebla en Palquico y Las Palmas, programas de educación cívica y Plan de fiscalización municipal.

Se añade un acercamiento a la matriz de Marco Lógico, que otorga una idea secuencial de la propuesta, incorporando un objetivo estratégico más específico que le da sentido a la ejecución. Se añade un listado de indicadores que permiten evaluar el estado de avance de la propuesta a través del respaldo de los medios de verificación. Incluyendo también, supuestos de eventos que deben suceder para llevar a cabo la intervención.

Se espera que esta investigación constituya una iteración de la aplicación de la metodología a nivel municipal. Con este fin, se han detallado los pasos seguidos para la formulación de la propuesta. Esta estrategia podría ser utilizada por áreas del Medio Ambiente u oficinas encargadas de asuntos hídricos, que se dedican a la gestión del recurso, como una base para respaldar la creación de un Plan Hídrico comunal. De esta manera, a través del establecimiento de objetivos claros, se podrá avanzar de manera más eficiente y reducir la brecha hídrica en las comunidades de manera más rápida.

7.10 Recomendaciones

No existe información respecto de la cantidad de hogares que reciben el recurso por la vía de emergencias, sin tal catastro es complejo asociar propuestas de solución precisas a las comunidades que lo requieren ya que es necesario tener clara la cantidad de familias involucradas. Para la investigación, se utiliza la demanda aproximada por la vía de abastecimiento de emergencia, que permite acercarnos a la demanda real, pero se pierden datos respecto de la dimensión y cantidad de los hogares. A razón de esto, se recomienda realizar un catastro claro de la cantidad de personas y hogares involucrados para datar los metros cúbicos exigidos por la población y observar si la propuesta concuerda con la demanda que se puede tener a un futuro.

Se debe considerar establecer conversaciones tanto con líderes de la zona, como con los hogares a involucrar, para reconocer el recibimiento de estas soluciones, así como también el conocer posibles candidatos para la operación de los proyectos.

En la actualidad, el abastecimiento de emergencia por ambas vías, otorga el recurso a las comunidades de forma gratuita. La incorporación de soluciones hídricas en modalidad APR por ejemplo, cede la gestión del agua a la administración que queda a cargo, e incorpora un cobro mensual por los servicios. Esta solución podría generar reticencia en la población, por lo tanto, la Municipalidad debe proporcionar espacios de comunicación que permita evaluar la aceptación de las propuestas en la población.

Cuando se haya consolidado la información sobre la demanda de agua de las comunidades, proyectar su demanda a futuro, corroborar la propuesta de solución y aceptación en las comunidades, se recomienda comunicar al SEREMI de Obras Públicas (encargado de participar en la elaboración de los Planes de Desarrollo Regional, informar al Ministerio de Obras Públicas del funcionamiento de los servicios a su cargo, entre otras labores (MOP, 2022)), así como a organizaciones competentes, acerca de la propuesta decidida.

En ocasiones, cuando se incorporan APR en las zonas de escasez, se suele añadir un sistema de telemetría que pierde su funcionalidad conforme pasa el tiempo, debido a que las capacitaciones a quienes quedan gestionando el sistema son ineficientes (encargado de asuntos hídricos, 2022). La Municipalidad, también se puede hacer cargo de mejorar los sistemas de telemetría existentes, evaluando si conviene incorporar programas de capacitación a los gestores o incorporar un sistema centralizado, que permita controlar desde una nueva área en la Municipalidad o a través de los servicios de una empresa externa.

Se podrían generar alianzas con instituciones interesadas en las que se ponga en marcha un primer prototipo de una planta de generadores atmosféricos de agua, en esta, se identificaría las actividades necesarias para su funcionalidad.

Se debe considerar para la propuesta central, sugerir a las autoridades competentes (DOH y DGA), incorporar proyectos asociadas a la regularización de las APR con la adquisición de Derechos de Aprovechamiento de Aguas, Fiscalización al hurto de agua en la comuna, Fiscalización de ordenanzas hídricas y Programas de educación, que permitan complementar el programa central. En cuanto a la Municipalidad, esta podría incorporar proyectos de categoría "Quick win" o ganancias rápidas, como la intervención a colegios y comunidad en general con proyectos educativos del uso consciente del agua, incorporar planta de prueba para la captación de agua de neblina y fiscalización Municipal.

Finalmente, se recomienda que las comunas que se encuentran bajo el decreto de escasez hídrica, deberían incorporar, en el área del Medio Ambiente, una oficina de asuntos hídricos en el que se trabaje bajo un Plan Hídrico Comunal que defina las estrategias y objetivos a seguir para solucionar los problemas hídricos de los vecinos. Se espera que este documento pueda apoyar como referencia a ese plan, siendo un ejemplo de las directrices a seguir para conformarlo.

Capítulo 8

Conclusiones

El desarrollo de la Estrategia de Gestión Hídrica ha permitido tratar un tema muy complejo a nivel nacional. Si bien, no se pretende resolver la problemática como tal, se espera otorgar una mirada estratégica desde la Ingeniería Industrial, a través de la metodología enfoque Marco Lógico a la gestión hídrica. La presente investigación ha sido elaborada con el fin de proponer iniciativas que permitan disminuir la brecha hídrica existente en la comuna de Petorca, y generar un aporte, como ejemplo de aplicación de la estrategia, a las soluciones de gobernanza en la gestión del recurso hídrico desde una mirada Municipal, entidad más cercana a la comunidad.

El diagnóstico de la situación actual, permite visualizar lo importante que son los sistemas de Agua Potable Rural para las comunidades y la gran cantidad de problemas que tienen que sobrellevar para disponer del recurso, revelando que la vía de abastecimiento de emergencia, que involucra la compra y traslado del agua por medio de camiones aljibe, exige altos costos mensuales, 105 millones de pesos aproximadamente, para un total de 13.381 metros cúbicos demandados.

La principal limitación del estudio es la poca información existente sobre la demanda actual de las comunidades, situación que genera inconvenientes a la hora de incorporar propuestas apegadas al consumo real.

Si bien esta estrategia expone proyectos que se han llevado a cabo en la comuna, es necesario continuar con las intervenciones, ya que gran parte de la población se encuentra expuesta a consecuencias de la escasez hídrica. La investigación aporta con proponer soluciones directas en las comunidades que reciben abastecimiento de emergencia, a través de intervenciones en las redes de distribución hídrica, sistemas de APR tipo pozos y telemetría, vinculándose con comunidades específicas. Así como también considerar la posibilidad de que las plantas de generadores atmosféricos de agua puedan cubrir demandas más exigentes en los lugares en que existe mayor complejidad para incorporar las clásicas soluciones.

Se propone también, el objetivo estratégico de sustituir la compra de agua a terceros y su distribución por camiones aljibe, con el fin de utilizar los altos costos asociados a los servicios, en proyectos de agua potable rural con mayor autonomía, sostenibilidad en el tiempo y calidad del servicio. De hecho, la propuesta de solución desarrollada, pese a que incorpora diversos proyectos, se espera igualar los costos por camiones aljibe en un período de 8,7 años.

Se abre la posibilidad de estudiar la incorporación de sistemas de telemetría monitoreados por el municipio, empresa externa, o en su defecto, evaluar la incorporación de programas de capacitación para operadores junto a una actualización de los instrumentos. Como también, la evaluación de los puntos de distribución para las plantas con generadores atmosféricos de agua.

Bibliografía

- Abreu, F., Silva, L. F., & BBC. (2015, mayo 29). Chile: los atrapanieblas que capturan agua en Atacama, uno de los lugares más secos del mundo.
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/05/150521_atrapanieblas_chile_desierto_lp
- Acosta, S., Fandiño, D., & Vargas, E. (2021). *Estudio de factibilidad para la implementación de generadores atmosféricos de agua potable, para una comunidad indígena Wayúu.*
https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12591/5/TE.PRO_AcostaWilmar-Fandi%C3%B1oDiego-VargasEdwin_2021.pdf
- AGROSUPER. (2022). *Impulsa Agua.* <https://www.impulsaagua.cl/>
- Aguirre, K. (2022, Diciembre 22). *Gobierno Regional de Valparaíso aprueba fondos para tres proyectos de Agua Potable Rural.*
<https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-valparaiso/2022/12/22/gobierno-regional-de-valparaiso-aprueba-fondos-para-tres-proyectos-de-agua-potable-rural.shtml>
- Amulén. (2022). *SEQUÍA : LA BRECHA MAS PROFUNDA.*
https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2022/07/Informe-Sequi%CC%81afinal_compressed.pdf
- Andrade, E. (2011, Diciembre 14). *Impacto Ambiental de las Redes de Distribución.* <https://civilgeeks.com/2011/12/14/impacto-ambiental-de-las-redes-de-distribucion/>
- Angloamerican. (2022). *Programa Agua Rural.*
<https://chile.angloamerican.com/programas-sociales/programa-agua-rural.aspx>
- Asuntos Hídricos, Vicencio, V., Espinoza, M., & Villalobos, I. (2022). *Carta a SEREMI de Obras Públicas.*
Banco Mundial. (1991). *Libro de consulta para evaluación ambiental.*
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/573681468154456046/pdf/WTP1540SPANISH10Box338902B01PUBLIC1.pdf>
- BCN. (2018). *Servicios Sanitarios Rurales a nivel nacional, en la región de Coquimbo y comuna de Canela.*
https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26706/2/Informe_SSR.pdf
- BCN. (2021). *Reporte Comunal | 2021.* Petorca.
https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=5404
- Borunda, A., & National Geographic. (2020, Marzo 5). *La sobreexplotación de los acuíferos está acabando con nuestros ríos.*
<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2020/03/sobreexplotacion-acuiferos-esta-acabando-con-rios>

- CALBUCANO. (2022, Enero 4). *GOBIERNO DESTINA \$6 MIL MILLONES PARA ACELERAR 21 PROYECTOS DE CIENCIA*. <https://www.elcalbucano.cl/2022/01/gobierno-destina-6-mil-millones-para-acelerar-21-proyectos-de-ciencia/>
- CARE & AVINA. (2012). *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CARE-AVINA%202012.%20Operaci%C3%B3n%20y%20mantenimiento%20de%20sistemas%20de%20agua.pdf
- Centro Políticas Públicas UC. (2019). *LA IMPORTANCIA DE LAS MUNICIPALIDADES Y SU IMPACTO EN LA VIDA DE LAS PERSONAS*. <https://puentesuc.cl/novedades/la-importancia-de-los-municipios#:~:text=Las%20municipalidades%20son%20corporaciones%20aut%C3%B3nomas,progreso%20econ%C3%B3mico%2C%20social%20y%20cultural.>
- CEPAL. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518es.pdf>
- CGR. (2022, Septiembre 22). *Primera versión de Informe sobre gasto público en recursos hídricos*. https://www.contraloria.cl/web/cgr/detalle-noticia/-/asset_publisher/cSCBr158rmW5/content/primera-version-de-informe-sobre-gasto-publico-en-recursos-hidricos?inheritRedirect=false
- ChileAtiende. (2022). *Dirección de Obras Hidráulicas*. <https://www.chileatiende.gob.cl/instituciones/AM007#:~:text=Proveer%20de%20servicios%20de%20Infraestructura,etapas%20de%20los%20proyectos%2C%20para>
- Comisión Nacional del Agua. (2013). *Diseño de Distribución de Agua Potable*. https://www.academia.edu/35449561/Diseno_de_Nets_de_Distribucion_de_Agua_Potable
- CSIRO. (2021, Febrero 17). *Validación estratégica del "Programa Territorial Integrado Gestión Hídrica y Desarrollo Sustentable del Sector Frutícola Provincia de Petorca"*. <https://codesser.cl/licitaciones-pti-programas-territoriales-integrados/>
- DECOOP. (2016). *FONDOS CONCURSABLES A LOS QUE PUEDE POSTULAR UN SERVICIO DE APR*. <https://www.decoopchile.cl/a-que-fondos-concursables-puedo-acceder-como-apr/>
- DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION. (2005). *ANÁLISIS DE LOS POSIBLES IMPACTOS POR EXTRACCIÓN DE AGUA EN EL ACUIFERO DE CALAMA. SEGUNDA REGIÓN*. <https://snia.mop.gob.cl/sad/SUB4528.pdf>
- DGA. (2018). *Agua para Petorca. Sendas del Agua, (4), 4*. <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/Documents/Sendas%20del%20Agua%20N%C2%B0%204%202018.pdf>

- DGA. (2022). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2022, Marzo 10). *Escasez Hídrica para el 47,5% de la población*. <https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=835>
- DGA. (2022, Marzo 10). *Escasez Hídrica para el 47,5% de la población*. <https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=835>
- DIPRES. (2015). *"Evaluación Ex-post: Conceptos y Metodologías"*. https://www.dipres.gob.cl/598/articles-139847_doc_pdf.pdf
- DIPRES. (2020). *FICHAS EVALUACIÓN EX ANTE DE PROGRAMAS PÚBLICOS FORMULACIÓN PRESUPUESTARIA 2020*. https://www.dipres.gob.cl/597/articles-198728_doc_pdf.pdf
- Dirección de Obras Hidráulicas. (2022). *Resolución de aprobación de gastos*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/Attachment/ViewAttachment.aspx?enc=PmyCrNHpUQHK4mDcEA057m%2bPdmsoalTD06Z9FrvdcWivsaShVU%2bP2BCJVz35K%2beHTZH4kmfZXfiUBv%2br4MrUTuKgakLtICWFB2oE06oS7HgZMfe2%2bgTMPF5%2byWm1cQrRqtwWkrmU3PG9BZVS1asXRJjoLT3Yx%2>
- Dirección General de Aguas. (2016). *Atlas de Chile 2016*. <https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf>
- Donoso, G. (2015). *PROGRAMA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE AGUA POTABLE RURAL (APR)*. https://www.dipres.gob.cl/597/articles-141243_r_ejecutivo_institucional.pdf
- Dourojeanni, A., Chevaleraud, Y., & Acevedo, P. (n.d.). *Las mesas del agua y la gestión de cuencas en Chile, s.l.: Centro Atacama Agua y Energía*. <https://research.csiro.au/gestionrapel/wp-content/uploads/sites/79/2016/12/Las-mesas-del-agua-y-la-gesti%C3%B3n-de-cuencas-en-Chile-2010.pdf>
- FAO. (2010). *Agua*. <https://www.fao.org/water/es/>
- FogQuest. (2018). *Soluciones sostenibles de agua*. <http://www.fogquest.org/>
- Fragkou, & Tapia. (2021). *Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile*. <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/138hvkkhCvcerO44go4UMG3n7XycmrVn9>
- Fundación Chile. (2021). *Escenarios Hídricos 2030*. <https://fch.cl/noticias/un-76-de-la-superficie-chilena-esta-afectada-por-sequia-y-suelo-degradado/>
- Gleseson, T., & Wada, Y. (2012). *Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint*.

- http://www.groundwaterscienceandsustainability.org/uploads/5/6/1/7/56172195/15_gleeson_et_al_2012_nature_groundwater_footprint.pdf
- Gobierno de Chile. (2012). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 - 2025*. https://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf
 - Google Maps. (n.d.). *Mapa online Palquico, Petorca*. <https://www.google.cl/maps/place/Palquico,+Petorca,+Valpara%C3%ADso/@-32.3114524,-71.3512816,11.77z/data=!4m5!3m4!1s0x9688fc31b03ee177:0xd3055e07c4ae65a!8m2!3d-32.2533008!4d-71.1379579>
 - Guerra, F. (2021). *Aguas subterráneas en Chile. tipos de aguas subterráneas 2021*. <https://agualibre.cl/aguas-subterranas/>
 - Gur, E., & Spuhler, D. (2018). *Water distribution pipes*. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria>
 - IDEAM. (2011). *INDICADORES AMBIENTALES CALCULADOS POR EL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SEGUNDO MARCO DE BUSQUEDA: MODELO PRESIÓN (P) - ESTADO (E) - RESPUESTA (R)*. [http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222734/15082012_Modelo+PER.pdf/677be720-5c47-4c3f-be22-2e09f542079e#:~:text=El%20modelo%20Presi%C3%B3n%2DEstado%2DRespuesta,en%3A%20i\)%20Indicadores%20que%20reflejan](http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222734/15082012_Modelo+PER.pdf/677be720-5c47-4c3f-be22-2e09f542079e#:~:text=El%20modelo%20Presi%C3%B3n%2DEstado%2DRespuesta,en%3A%20i)%20Indicadores%20que%20reflejan)
 - Marzol Jaén, M. V. (2005). *La captación del agua de la niebla en la isla de Tenerife*. <https://www.divulgameteo.es/ampliab/4/396/La-captacion-del-agua-de-la-niebla-en-la-isla-de-Tenerife.html>
 - MINAGRI. (2018). *Informe APR Provincia de Petorca*. Comisión público-privada APR Provincia de Petorca. <https://bibliotecadigital.indh.cl/bitstream/handle/123456789/774/misi-on-petorca-2018.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
 - Ministerio del Interior. (2015). *Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015*. https://www.interior.gob.cl/media/2014/04/recursos_hidricos.pdf
 - Ministerio de Obras Públicas. (2022, Julio). *Licitación sistemas de aducción*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=BkrGJX1ZGpFcl3pxN/pifg==>
 - MOP. (2020). *LEY N° 20.998 DE SERVICIOS SANITARIOS RURALES*. <https://doh.mop.gob.cl/SSR/index.html>
 - MOP. (2022). *Seremi Metropolitana*. <http://metropolitana.mop.cl/acercadelaseremi/Paginas/default.aspx#:~:text=Coordinar%2C%20supervigilar%20y%20fiscalizar%20los,y%20administrativas%20en%20su%20funcionamiento>
 - Municipalidad de Olmué. (2022). *SISTEMA DE TELEMETRIA Y CONTROL SSR*. Q. ALVARADO.

- <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=PDWY9/EtEuEFSlimvR9j/A==>
- Municipalidad de Petorca. (2022). *Anexo administrativo*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/Attachment/ViewAttachment.aspx?enc=WBpM%2bQIx%2fGXQHehoP1e5mKBiEHfUPVRL6CPhJLaJwqhIBhJMtVroy0zZDsBoL2fJBxX2%2b8BG9AqLLQM72oOmO48XmQHdFCk%2fdpS9yWYZZaWy9bjg%2f3yNP%2fMYjsOltII%2bSkCF2%2fop685M%2fSwmXYMTFGU4>
 - Municipalidad de Santa María. (2022). *Especificaciones técnicas especiales San Francisco*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/Attachment/ViewAttachment.aspx?enc=n3shlrrou%2bOd3vHexKqCHhquDA5kSVyl%2bEI76mBYTF2J9QfvdHiEve6fR%2bGThbt4WFEGnoWc3fhNts88RslcfqbJnMTZ504v6pFUKze2HpSKjpUVhGi5L3WPBNQRmZZ5iV8pZlY9%2baoBg mX38oyD6fFf91fAB92QdjZ3>
 - Municipalidad de Santa María. (2022). *LICITACIÓN CONSTRUCCIÓN MATRIZ AGUA POTABLE MONTENEGRINO*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=26lzd79D90P91PjsreblQg==>
 - Municipalidad de Santa María. (2022). *LICITACION CONSTRUCCIÓN POZO APR LAS CABRAS SANTA MARÍA*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=k8hugxMvEC+WY5Z2OKNU5Q==>
 - Municipalidad de Santa María. (2022). *Licitación de construcción matriz de agua potable San Francisco*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=Uv4avaRresPu4ieOEGG4pg==>
 - Municipalidad Santa María. (2022). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: CONSTRUCCIÓN POZO PROFUNDO APR LAS CABRAS, COMUNA DE SANTA MARÍA*. <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=k8hugxMvEC+WY5Z2OKNU5Q==>
 - Oficina Asuntos Hídricos. (2022). *Carta a Director DGA*. OMS. (2012). *Agua y saneamiento: en la búsqueda de nuevos paradigmas para las Américas*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51544/9789275116692_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - Organización Panamericana de la salud. (2006). *CRITERIOS BÁSICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN LOS ÁMBITOS RURAL Y DE PEQUEÑAS CIUDADES*. [https://www.academia.edu/22007995/CRITERIOS B%C3%81SICOS PARA LA IMPLEMENTACI%C3%93N DE SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN LOS %C3%81MBITOS RURAL Y DE PEQUE%C3%91AS CIUDADES](https://www.academia.edu/22007995/CRITERIOS_B%C3%81SICOS_PARA_LA_IMPLEMENTACI%C3%93N_DE_SISTEMAS_DE_AGUA_Y_SANEAMIENTO_EN_LOS_%C3%81MBITOS_RURAL_Y_DE_PEQUE%C3%91AS_CIUDADES)
 - Redesign Solution Design. (2018). *Prioritising Solutions and Making Quick Wins*.

- https://aci.health.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0008/486782/Solutions-Quick-wins.pdf
- Sanjuan-Delmás, D. (2014). *Environmental assessment of different pipelines for drinking water transport and distribution network in small to medium cities: a case from Betanzos, Spain.* <https://core.ac.uk/download/pdf/78526452.pdf>
 - Satellitespro. (2022). *Ubicación Petorca.* https://satellites.pro/mapa_de_Chile#-32.348642,-70.839844,9
 - Scott, P. (2018). *What is a Water Pipe.* <https://www.aboutmechanics.com/what-is-a-water-pipe.htm>
 - Simoes, F. (2010, Abril 10). *Acueductos y cloacas, Fuentes de abastecimiento: líneas de aducción y estanques de almacenamiento.* <https://es.slideshare.net/francysdanielle/fuentes-de-abastecimientos-lineas-de-aduccion-estanques-de-almacenamiento>
 - Smith, M., & Cross, K. (2016). *Acuíferos: Gestión sostenible de las aguas subterráneas.* <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2016-039-Es.pdf>
 - SUBDERE. (n.d.). *Ciclo de Vida de un Proyecto.* http://territoriosdeconvergencia.subdere.gov.cl/files/doc_zonas_rezagadas/Ciclo%20de%20Vida%20de%20un%20Proyecto.pdf
 - Subdere. (2006). *LEY N° 18.695, ORGANICA CONSTITUCIONAL DE MUNICIPALIDADES.* <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=251693>
 - SudAustral Consulting SpA. (2016). *ACTUALIZACIÓN DE CIFRAS Y MAPAS DE DESERTIFICACIÓN; DEGRADACIÓN DE LA TIERRA Y SEQUÍA EN CHILE A NIVEL DE COMUNAS.* https://www.researchgate.net/publication/311910528_ACTUALIZACION_DE_CIFRAS_Y_MAPAS_DE_DESERTIFICACION_DEGRADACION_DE_LA_TIERRA_Y_SEQUIA_EN_CHILE_A_NIVEL_DE_COMUNAS
 - UNESCO. (n.d.). *AGUA PARA UN MUNDO SOSTENIBLE. DATOS Y CIFRAS.* Retrieved 2012, from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232273_spa
 - UNESCO. (2015). *Abordar la escasez y la calidad del agua.* <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
 - Universidad de Chile. (2022, Febrero 20). *Desigualdad hídrica en Petorca: Estudio revela que proveedores de agua de camiones aljibe son agricultores de la misma zona.* <https://www.uchile.cl/noticias/184165/desigualdad-hidrica-en-petorca-estudio-revela-el-circuito-del-agua>
 - USGS. (2013). *The United States Geological Survey Science Data Lifecycle Model.* <https://pubs.usgs.gov/of/2013/1265/>
 - VODA. (2022). *Generador de Agua Gen-M.* <https://www.vodachile.cl/generador-de-agua-gen-m/>

- Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). (2022). *Programa Estrategia Hídrica Local*. https://www.ascc.cl/pagina/estrategias_hidricas_locales#:~:text=Una%20estrategia%20h%C3%ADdrica%20local%20es,el%20uso%20eficiente%20del%20agua.
- AusGUIDE. (2003). *The Logical Framework Approach*. <https://www.mande.co.uk/wp-content/uploads/2003/ausguidelines-logical%20framework%20approach.pdf>
- BCN. (2021). *Reporte Comunal 2021*. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=5404
- BCN. (2022). *Reforma el Código de Aguas. Ley 21435*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1174443>
- Biobio Chile. (2022, Julio 6). *Gobierno denuncia amenazas contra nuevos proveedores de camiones aljibe en la región de Valparaíso*. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-valparaiso/2022/07/06/gobierno-denuncia-amenazas-contranuevos-proveedores-de-camiones-aljibe-en-la-region-de-valparaiso.shtml>
- CEPAL. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Chiletrabajos. (2023, Mayo). *Sueldos de chofer camión en Mayo 2023*. <https://www.chiletrabajos.cl/sueldos/chofer/camion>
- Comisión Europea. (2001). *Manual de Gestión del Ciclo de Proyecto*. https://www.bantaba.ehu.eus/formarse/ficheros/view/Manual_de_Gesti%C3%B3n_del_Ciclo_del_Proyecto.pdf?revision%5Fid=69497&package%5Fid=69454
- Copec. (2023). *Valor diesel en bencinera La Ñipa*. <https://preciobencina.cl/detalles-bencinera.php?i=co540401>
- CR2. (2020). *Policy brief (CR)2: Crisis hídrica en la cuenca de Petorca: una combinación entre la megasequía y el manejo del agua*. <https://www.pucv.cl/uuaa/dendrolab/noticias/policy-brief-cr-2-crisis-hidrica-en-la-cuenca-de-petorca-una>
- CRHIAM. (2022). *Reforma al Código de Aguas*. https://www.youtube.com/watch?v=CnFcI7VZKgs&ab_channel=CRHIAM
- Delegación Provincial de Petorca. (2023, Febrero 7). *Proyecto de aducción del Río Ligua permitirá abastecer de agua potable a más de 21 mil personas*. <https://dpppetorca.dpp.gob.cl/2023/02/07/proyecto-de-aduccion-del-rio-ligua-permitira-abastecer-de-agua-potable-a-mas-de-21-mil-personas/>
- DGA. (2020). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS LIGUA, PETORCA Y QUILIMARÍ*. <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/handle/20.500.13000/125659>

- EBP. (2021). *Estrategia Hídrica Local (EHL)*. <https://www.ebpchile.cl/es/proyectos/estrategia-hidrica-local-ehl>
- El Mercurio. (2021, Maro 25). Tercera Sala establece deber irrenunciable del Estado y ordena proveer 100 litros de agua al día a cada habitante de Petorca. <https://www.elmercurio.com/Legal/Noticias/Noticias-y-reportajes/2021/03/25/Suprema-establece-deber-irrenunciable-del-Estado-y-ordena-proveer-100-litros-de-agua-al-dia-a-cada-habitante-de-Petorca.aspx>
- ESVAL. (2020). *Historia de ESVAL*. <https://www.esval.cl/personas/nosotros/historia/>
- ESVAL. (2020). *Servicio de agua potable y servicio de alcantarillado sistema Chicolco*. <https://www.esval.cl/media/hdmm4xfw/pd-chicolco.pdf>
- ESVAL. (2021). *Memoria Anual ESVAL 2021*. <https://www.esval.cl/media/qnbqq3hb/memoria-anual-esval-2021.pdf>
- ESVAL. (2022, Noviembre 30). *Esval inicia renovación de redes de agua potable en Petorca con inversión de \$235 millones*. <https://www.esval.cl/personas/noticias/listado-de-noticias/esval-inicia-renovaci%C3%B3n-de-redes-de-agua-potable-en-petorca-con-inversi%C3%B3n-de-usd235-millones/>
- Fragkou, M. C., Monsalve, T., Pereira, V., & Bolados, M. (2022). *Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile*. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612022000300004&script=sci_arttext
- GENAQ. (2021). *Resuelve tus problemas del agua*. <http://www.genaq.com/es/>
- Gobierno de Chile. (2022). *Plan Sequía*. <https://www.gob.cl/plansequia/emergencia/>
- Google Maps. (2023). *Cálculo aproximado de ruta, para 4 camiones aljibe de Petorca*. <https://www.google.com/maps/place/Petorca,+Valpara%C3%ADso/@-32.2738315,-71.0740421,10.22z/data=!4m6!3m5!1s0x9688f353cfb7ebe1:0x50f6e8d1626d140!8m2!3d-32.2501986!4d-70.9239735!16s%2Fm%2F0cnzv6c?hl=es&entry=ttu>
- Gutiérrez, J. M. (2022, Enero 31). *Planta desalinizadora para Petorca: Mesa hídrica trabaja para solucionar crisis en la zona*. <https://www.biobiochile.cl/especial/aqui-tierra/noticias/2022/01/31/planta-desalinizadora-para-petorca-mesa-hidrica-trabaja-para-solucionar-crisis-en-la-zona.shtml>
- Meteoblue. (2023). *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Petorca*. https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/petorca_chile_3876416

- Ministerio del Medio Ambiente Colombia. (2002). *Guía Ambiental para Sistemas de Acueducto*, Capítulo 6. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18918>
- MODATIMA. (2021). *Embalse Las Palmas (Petorca) ¿Traerá beneficios a la comunidad o más problemas?* https://www.youtube.com/watch?v=OwhJQ6CTNQE&ab_channel=MODATIMA
- Moghimi, F., Ghoddusi, H., Asiabanpour, B., & Behroozikhah, M. (2021, Enero 14). ¿Es la generación de agua atmosférica una solución económicamente viable? *Tecnologías Limpias y Política Ambiental*, 23. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-020-02015-6#Sec1>
- MOP. (2018, Agosto 20). *MOP impulsa Plan Agua para Petorca que contempla 28 medidas de gestión, fiscalización e inversión en materia hídrica.* <https://www.mop.gob.cl/mop-impulsa-plan-agua-para-petorca-que-contempla-28-medidas-de-gestion-fiscalizacion-e-inversion-en-materia-hidrica/>
- Municipalidad de Petorca. (2019, Septiembre 17). *Política Ambiental Comunal.* <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=OFICIOFISCALIZACIONRESPUESTA&prmID=84397&prmNUMERO=481&prmRTE=0>
- Municipalidad de Petorca. (2021, Diciembre 29). *Comuna de Petorca recibe primeros camiones aljibes financiados por el Gobierno Regional de Valparaíso para ir en apoyo ante crisis hídrica.* <https://munipetorca.cl/comuna-de-petorca-recibe-primeros-camiones-aljibes-financiados-por-el-gobierno-regional-de-valparaiso-para-ir-en-apoyo-ante-crisis-hidrica%EF%BF%BC/>
- Municipalidad de Providencia. (2020). *Estrategia Hídrica Local 2020-2030.* https://providencia.cl/provi/site/docs/20230104/20230104164126/estrategia_hidrica_local.pdf
- ODEPA. (2018). *El cambio climático y los recursos hídricos de Chile.* <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/cambioClim12parte.pdf>
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).* Project Management Institute. <http://faspa.ir/wp-content/uploads/2017/09/PMBOK6-2017.pdf>
- Raveesh, G., Goyal, R., & Tyagi. (2021). Advances in atmospheric water generation technologies. *Energy Conversion and Management*, 239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890421004027>
- REDECAM. (2020). *¿Cuánto combustible consume un camión?* <https://www.redecam.cl/cuanto-combustible-consume-un-camion/>
- Salgado, D. (2021, Septiembre 3). *Embalse Las Palmas: concesionaria pide suspender contrato por insuficiencia de agua en Petorca.* *BioBioChile.* <https://www.biobiochile.cl/especial/aqui->

[tierra/noticias/2021/09/03/embalse-las-palmas-concesionaria-pide-suspender-contrato-por-insuficiencia-de-agua.shtml](https://www.sii.cl/valores_y_fechas/uf/uf2020.htm)

- Sii. (2020). *UF* 2020.
https://www.sii.cl/valores_y_fechas/uf/uf2020.htm
- Trujillo, A. (2018). *Multa óptima para sancionar la extracción no autorizada de aguas subterráneas.*
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151799/Multa-%C3%B3ptima-para-sancionar-la-extracci%C3%B3n-no-autorizada-de-aguas-subterr%C3%A1neas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velásquez, F., & Diario UChile. (2018, Marzo 12). *Empresas de palta hass reventaron ecosistemas y secaron Petorca.*
<https://radio.uchile.cl/2018/03/12/monocultivo-de-palta-hass-las-exportaciones-que-secaron-petorca/>

Anexos

Anexo A: Proceso de solicitud de agua mediante la Delegación Provincial.

A continuación, se detalla el proceso de solicitud de agua mediante la Delegación Provincial. Información presentada en la investigación denominada Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile.

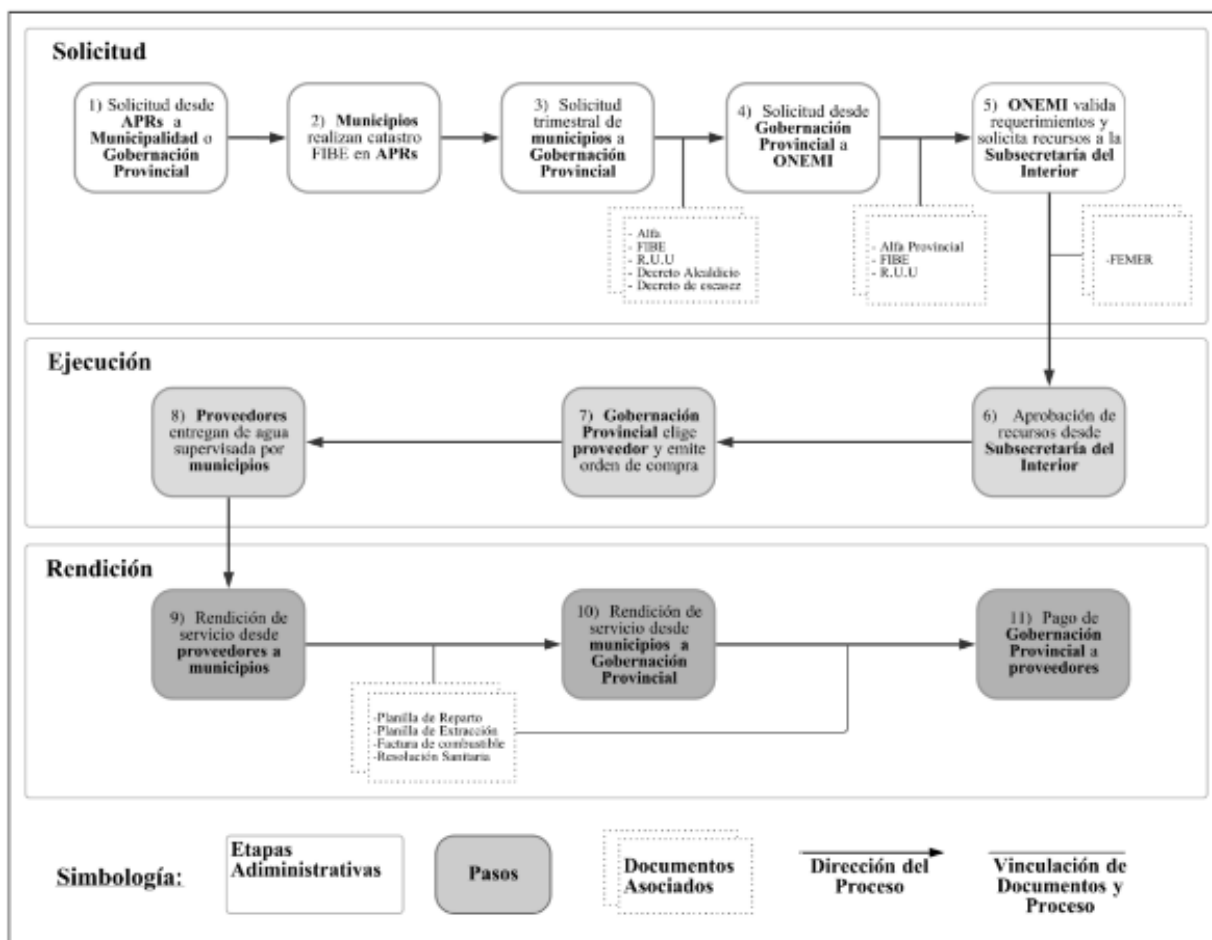


Ilustración 7: proceso de solicitud de agua mediante la Gobernación Provincial

La primera etapa de solicitud se inicia con el aviso de falta de agua a los municipios, o directamente a la Gobernación, por parte de las cooperativas o comités de APR (paso n° 1). En respuesta, funcionarios municipales visitan el sector y catastran a la población afectada usando la Ficha Básica de Emergencia (FIBE) (paso n° 2), como indica la Subsecretaría del Interior (2016). Con base en el catastro de la encuesta FIBE, los municipios deben

calcular la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población según el Oficio 18.867 del Ministerio del Interior del año 2016.

Una vez obtenida la estimación de la demanda de agua, el siguiente paso es la elaboración de un informe llamado Alfa, el cual da cuenta de la situación de emergencia y lleva adjuntas las fichas FIBE, el Registro Único de Usuarios que resume la FIBE, y un oficio del alcalde de cada comuna que solicita la entrega de cierta cantidad de agua con base en los catastros realizados, explica la situación y cita decretos de escasez o emergencia (paso n° 3). Todos estos documentos son entregados trimestralmente a la Gobernación Provincial, la cual, a su vez, realiza un informe Alfa con los mismos adjuntos, pero a nivel provincial, para ser entregado a la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI) (paso n° 4). Esta entidad revisa la documentación, valida las solicitudes de emergencia generando un código de seguimiento en los denominados FEMER (Formularios de Solicitud de Recursos de Emergencia) (paso n° 5) y pide los recursos a la Subsecretaría del Interior, que revisa nuevamente y aprueba el gasto (o no lo hace).

Una vez aceptada la compra de agua (paso n° 6), comienza la etapa de ejecución mediante una orden de compra que emite la Gobernación Provincial, luego de licitar o contratar directamente a proveedores que cuenten con una fuente de extracción de agua con resolución sanitaria (paso n° 7). De acuerdo con la Coordinadora Regional de Asuntos Hídricos, Subsecretaría del Interior, los contratos se suelen repetir trimestralmente, debido a que es difícil conseguir nuevos proveedores que puedan asumir la tarea con precios competitivos fuera de la zona y que tengan la capacidad de invertir. Estas órdenes, en la mayoría de los casos estudiados, corresponden a la compra conjunta de agua y su transporte, salvo en el caso de las destinadas a abastecer localidades de Petorca y Cabildo, donde solo se licita el agua, debido a que estas municipalidades poseen camiones entregados con recursos de emergencia.

Posteriormente, los municipios coordinan con el proveedor contratado por la Gobernación y fiscalizan el suministro a través de una planilla de reparto, que debe llevar la firma de recepción del encargado en cada comunidad de APR (paso n° 8). Adicionalmente se entrega una planilla de extracción, que registra el día y lugar donde fue obtenida el agua. Estos documentos permiten hacer la rendición del servicio por parte del proveedor a los municipios (paso n° 9) y de estos a la Gobernación Provincial (paso n° 10), la que paga por la entrega de agua, generalmente luego de un año (paso n° 11). Según la Gobernación

Provincial, esta condición restrictiva reduce la disponibilidad de proveedores y, por lo tanto, de los puntos de extracción de agua a lo largo de la provincia, lo que perjudica la durabilidad de la red.

Anexo B: Información de costos asociados al servicio de camiones aljibe vía Delegación Provincial

A continuación se presenta el resumen de costos por la vía de compra a través de la Delegación Provincial para el año 2021:

Servicio APR	Costo por 5 meses (Enero a inicios de Junio)	Costo Mensual	Costo Anual (Año 2021)
Hierro Viejo	\$77.683.795	\$15.536.759	\$186.441.108
Los Comunes	\$19.888.113	\$3.977.623	\$47.731.471
El Manzano	\$49.289.800	\$9.857.960	\$118.295.520
El Francés / San Ramón	\$46.467.715	\$9.293.543	\$111.522.516
Pedegua	\$55.311.200	\$11.062.240	\$132.746.880
Santa Julia	\$26.964.210	\$5.392.842	\$64.714.104
Las Palmas	\$4.415.040	\$883.008	\$10.596.096
Valle Los Olmos	\$70.492.982	\$14.098.596	\$169.183.157
La Ñipa	\$82.859.264	\$16.571.853	\$198.862.234
El Bronce / El Durazno	\$14.565.519	\$2.913.104	\$34.957.246
Manuel Montt	\$55.169.531	\$11.033.906	\$132.406.874
Total	\$503.107.169	\$100.621.434	\$1.207.457.206

Tabla 7: Resumen de costos por la vía de compra a través de la Delegación Provincial para el año 2021.

Fuente: Elaboración propia con información otorgada por la Municipalidad de los gastos de la Delegación entre el mes de Enero a inicios de Junio del año 2021.

Se extrae de la investigación "Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile", el detalle de las comunidades que reciben el recurso por la vía de emergencias de la Gobernación de la quinta región, evidenciando los metros cúbicos y costos asociados al servicio durante el período 2012 a 2018.

Agua Potable Rural (APR)	m3 totales	Costo promedio m3 (pesos chilenos)	Costos de m3 totales (c/iva)(pesos chilenos)
Valle los Olmos	77.389	11.444	597.496.620
No Especifica	76.251	5.072	428.777.825
El Sobrante	14.820	9.897	179.856.600
Calle Larga	10.615	13.082	169.996.855
Villa Alberto Callejas	23.670	4.636	130.562.040
Las Palmas	9.928	10.871	128.732.124
La Ñipa	13.586	5.320	87.450.720
El Manzano	3.223	17.310	66.466.417
Palquico	3.029	10.839	39.129.541
Quebrada de Castro	1.881	14.936	33.740.013
Frutillar Bajo	1.320	17.697	27.798.311
El Bronce	2.915	5.541	19.487.440
El Francés	2.861	7.512	16.833.835
San Ramón	935	6.402	7.032.900
Total	242.423		1.933.361.241

Tabla 8: Tabla de metros cúbicos y valor total de la compra del agua para los períodos entre 2012 a 2018 para las comunidades de la comuna de Petorca

Fuente: Elaboración propia en base a la investigación (Fragkou & Tapia, 2021).

Se destaca la gran cantidad de agua distribuida para la comunidad de Valle los Olmos que equivalen aproximadamente a un cuarto del total de los costos para el rango antes dicho. Se visualiza una gran brecha con la siguiente comunidad que más solicita el recurso que es Villa Alberto Callejas con 55 mil metros cúbico menos solicitados, aun así se destaca también la localidad de El Sobrante y Calle Larga que pese a que solicitan menos metros cúbicos de agua, el valor promedio del metro cúbico tiene un alto precio que se evidencia también en el alto costo que se ha tenido que pagar para el abastecimiento. Por último, llama la atención que no hay especificación respecto de los 76.251 metros cúbicos dentro del rango de estudio con un costo total de 428 millones de pesos.

Anexo C: Información de cálculo de metros cúbicos asociados al servicio de camiones aljibe por compra municipal.

A continuación se presenta la tabla de las demandas promedio que se obtiene de los datos registrados para el período de Enero a Junio del año 2022 (primer semestre) y para el período de Julio a Diciembre se utiliza el segundo semestre del año 2021. En esta se indica la demanda mínima y máxima de metros cúbicos solicitados en el rango de tiempo de un año:

Comunidad	Promedio demanda mensual	Min	Max
Hierro Viejo	7	0	10
El Manzano	67	20	130
Pedegua	23	10	30
Santa Julia	35	25	49
La Ñipa	178	138	210
El Bronce	111	87	131
El Durazno	48	36	75
Manuel Montt	37	30	40
Calle Larga	38	22	72
Chalaco	60	0	170
La Chimba	22	13	32
Chincolco	114	82	142
Costanera	4	0	6
El Canelo	16	5	32
Frutillar	154	122	181
La Gruta	19	14	27
Paraíso Perdido	5	2	7
Potrero Seco	3	3	5
Palquico	42	32	53
Pedernal	27	0	73
Petorca	42	21	58
Quebrada Honda	17	0	40
El Sobrante	13	0	22
Zapallar	5	3	7

Quebrada Castro	5	0	10
El Francés/San Ramón	3	0	20
El Llano	1	0	1
Las Palmas	12	0	40
Las Placetas	1	0	2
Los Comunes	30	0	103
Valle los Olmos	6	0	20
La Canelilla	6	0	12
No Informado	14	0	49
Blanco	16	0	39
Total General	1190	663	1882

Tabla 11: Promedio de la demanda mensual asociada a cada comunidad

Fuente de elaboración propia a partir de la planilla de registro de entrega de agua de la Municipalidad

La Oficina de Asuntos Hídricos de la Municipalidad detalla que para el año 2021 se entregaron un total anual de 13.530 metros cúbicos de agua que equivalen a \$19.320.697 pesos, a continuación se presenta el resumen de compra de agua vía camiones aljibes:

Mes	Metros cúbicos	Costo	Costo + IVA
Enero	1.245	\$1.493.400	\$1.777.146
Febrero	1.233	\$1.479.120	\$1.760.153
Marzo	1.438	\$1.725.000	\$2.052.750
Abril	1.227	\$1.471.800	\$1.751.442
Mayo	990	\$1.187.400	\$1.413.006
Junio	1.071	\$1.284.600	\$1.528.674
Julio	886	\$1.062.600	\$1.264.494
Agosto	832	\$997.800	\$1.187.382
Septiembre	929	\$1.114.800	\$1.326.612
Octubre	1.109	\$1.330.800	\$1.583.652
Noviembre	1.406	\$1.687.200	\$2.007.768
Diciembre	1.168	\$1.401.360	\$1.667.618
Promedio mensual	1.128	\$1.352.990	\$1.610.058
Total anual	13.530	\$16.235.880	\$19.320.697

Tabla 12: Resumen de compra de agua vía Camiones Aljibes Municipal en Petorca para el año 2021

Fuente: Información Municipal

Se extrae de la tabla 11, que el costo promedio mensual por vía de compra Municipal para los meses entre enero y diciembre del año 2021 es de \$1.610.058 pesos chilenos con una desviación estándar de \$278.382 pesos chilenos.

Anexo D: Información de cálculo de costos asociados al servicio de camiones aljibe por compra municipal.

A continuación se presenta el detalle de los costos totales mensuales asociados a la compra del recurso hídrico por la vía municipal:

Descripción	Costos	Costos escenario max
Costo promedio mensual compra de agua	\$1.610.058	\$2.826.012
Pago por combustible	\$1.326.316	\$1.326.316
Pago por sueldos	\$3.166.536	\$3.166.536
Costos mensuales agua Municipalidad Petorca	\$6.102.910	\$7.318.864

Tabla 13: Resumen de costos asociado a compra de agua, combustibles y sueldos mensuales por vía Municipal.
Fuente: Elaboración propia

El cálculo incorpora 3 ítems, el costo por la compra del recurso al proveedor, el costo por combustible y el costo del sueldo de los conductores.

El costo promedio mensual del recurso se calcula a partir de la información proporcionada en la tabla 12 del anexo C, que muestra el desglose de los costos incurridos por el municipio durante el año 2021.

El municipio no dispone de un registro preciso de las rutas seleccionadas por los conductores al entregar el recurso, por lo tanto, se realiza una aproximación en su cálculo. Se estima que una ruta de suministro a la población abarca aproximadamente 300 kilómetros (Google Maps, 2023) para los 4 camiones aljibe. Considerando que cada camión tiene un rendimiento de aproximadamente 3,8 kilómetros por litro (REDECAM, 2020), se deduce que se utilizan aproximadamente 79 litros en cada ruta. Según el precio del diésel en la estación de servicio de la compañía COPEC en la comunidad de La Ñipa, que es de 1.050 pesos por litro (Copec, 2023), se determina que el costo de combustible por ruta es de 331.579 pesos. Si se considera que se realizan 4 rutas por mes, el costo total de combustible asciende a 1.326.316 pesos.

La remuneración asociada a un conductor de camiones aljibe equivale a 791.634 pesos aproximadamente (Chiletrabajos, 2023) que se traduce en un total de 3.166.536 pesos considerando los 4 conductores contratados.

En la tabla también se expone el costo total que considera el escenario hídrico con mayor demanda que puede requerir el municipio, este se obtiene de la plantilla de registro de abastecimiento por camiones aljibe. Equivalente a 7.318.864 pesos.

En esta tabla, se presentan las demandas y costos en escenario promedio y escenario más exigente en base a la planilla de registro de agua municipal a través de camiones aljibe para el año 2021. En esta tabla, además se encuentra el proporcional que se incorpora por concepto de combustible y remuneraciones de los conductores de camiones aljibe.

Comunidades	Demanda mensual (Promedio m3 anual)	Demanda mensual (Margen max m3)	Costo mensual (Promedio m3 anual)	Costo mensual (Margen max m3)	Proporción	Costos mensual total (Promedio anual)	Costo mensual total (Margen max)
La Ñipa	178	210	\$254.184	\$299.880	0,090	\$658.291	\$703.987
Hierro Viejo	7	10	\$9.996	\$14.280	0,004	\$25.888	\$30.172
Pedegua	23	30	\$32.844	\$42.840	0,012	\$85.060	\$95.056
El Francés / San Ramón	3	20	\$4.284	\$28.560	0,002	\$11.095	\$35.371
Manuel Montt	37	210	\$52.836	\$299.880	0,019	\$136.836	\$383.880
Valle Los Olmos	6	20	\$8.568	\$28.560	0,003	\$22.190	\$42.182
El Bronce / El Durazno	80	205	\$114.240	\$292.740	0,040	\$295.861	\$474.361
El Manzano	67	130	\$95.676	\$185.640	0,034	\$247.784	\$337.748
Santa Julia	35	49	\$49.980	\$69.972	0,018	\$129.439	\$149.431
Los Comunes	30	103	\$42.840	\$147.084	0,015	\$110.948	\$215.192
Frutillar	154	181	\$219.912	\$258.468	0,078	\$569.533	\$608.089
Chalaco	60	170	\$85.680	\$242.760	0,030	\$221.896	\$378.976
Chincolco	114	142	\$162.792	\$202.776	0,058	\$421.602	\$461.586
Las Palmas	12	40	\$17.136	\$57.120	0,006	\$44.379	\$84.363
Pedernal	27	73	\$38.556	\$104.244	0,014	\$99.853	\$165.541
Calle Larga	38	72	\$54.264	\$102.816	0,019	\$140.534	\$189.086

Petorca	42	58	\$59.976	\$82.824	0,021	\$155.327	\$178.175
Palquico	42	53	\$59.976	\$75.684	0,021	\$155.327	\$171.035
Q Honda	17	40	\$24.276	\$57.120	0,009	\$62.870	\$95.714
La Chimba	22	32	\$31.416	\$45.696	0,011	\$81.362	\$95.642
El Canelo	16	32	\$22.848	\$45.696	0,008	\$59.172	\$82.020
La Gruta	19	27	\$27.132	\$38.556	0,010	\$70.267	\$81.691
El Sobrante	13	22	\$18.564	\$31.416	0,007	\$48.077	\$60.929
La Canelilla	6	12	\$8.568	\$17.136	0,003	\$22.190	\$30.758
Quebrada Castro	5	10	\$7.140	\$14.280	0,003	\$18.491	\$25.631
Zapallar	5	7	\$7.140	\$9.996	0,003	\$18.491	\$21.347
Paraíso Perdido	5	7	\$7.140	\$9.996	0,003	\$18.491	\$21.347
Costanera	4	6	\$5.712	\$8.568	0,002	\$14.793	\$17.649
Potrero Seco	3	5	\$4.284	\$7.140	0,002	\$11.095	\$13.951
Las Placetas	1	2	\$1.428	\$2.856	0,001	\$3.698	\$5.126
El Llano	1	1	\$1.428	\$1.428	0,001	\$3.698	\$3.698
Total General Camiones Aljibes	1.072	1.979	\$1.530.816	\$2.826.012	1	\$3.964.539	\$5.259.735

Tabla 14: Demandas y costos en escenario promedio y escenario más exigente en base a la planilla de registro de agua municipal a través de camiones aljibe para el año 2021.

Anexo E: Plan Agua Para Petorca 2018-2022

Eje I:

El objetivo es contar con la mejor información para que la toma de decisiones permita propender hacia una gestión sustentable del agua.

Tabla 17: Estado de Cumplimiento Medidas DGA del Plan Agua para Petorca Eje I

MEDIDAS DGA PLAN "AGUA PARA PETORCA"		ESTADO DE LAS MEDIDAS	COMENTARIO U OBSERVACIÓN
MEDIDA 1.	Catastro de Derechos de Aguas y Disponibilidad de Agua en Cuencas de Petorca y La Ligua	CUMPLIDA	Enero 2019 se dio a conocer resultado Catastro de DAA de los APR y necesidades de DAA adicionales para el 2018, 2030 y 2040.
MEDIDA 2.	Monitoreo y Análisis de los Niveles de los Acuíferos	CUMPLIDA	
MEDIDA 3.	Actualización y Evaluación	CUMPLIDA	
MEDIDA 4.	Zona de Prohibición Acuíferos La Ligua y Petorca	CUMPLIDA	Decreto DGA 19, 25 de julio 2018: Zona de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas a los SHAC de las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca.
MEDIDA 5.	Informe Justificación Reducción de Extracciones	CUMPLIDA	Simulaciones y análisis indican existencia de un desbalance en el sistema acuífero La Ligua-Petorca, siendo las extracciones muy superiores por sobre la recarga.
			Se realizó una exposición del informe a las Casubs y participantes de la mesa provincial del agua dirigida por el Seremi.
			Se acordó agendar un plan de trabajo con cada Casubs para avanzar

Tabla 17: Estado de Cumplimiento Medidas DGA del Plan Agua para Petorca Eje I

Fuente: Dirección General de Aguas, MOP, 2020.

Eje II:

Además de fortalecer la función fiscalizadora de la DGA para evitar la extracción ilegal de agua, se busca potenciar el rol de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs) en la autorregulación por parte de los propios usuarios.

Tabla 18: Estado de Cumplimiento Medidas DGA del Plan Agua para Petorca Eje II

MEDIDAS DGA PLAN "AGUA PARA PETORCA"		ESTADO DE LAS MEDIDAS	COMENTARIO U OBSERVACIÓN
MEDIDA 6.	Primer operativo de fiscalización en terreno:	CUMPLIDA	2018 - Expedientes abiertos: 212 - Expedientes sancionados: 21
MEDIDA 7.	Segundo operativo de fiscalización en terreno	EN EJECUCIÓN	2019 - Expedientes abiertos: 43 - Expedientes resueltos: 33 - Recursos de reconsideración pendientes: 06 - Expedientes con sanciones: 04 - Incluye fiscalización satelital 2020 - Expedientes abiertos: 10 - Expedientes resueltos: 04 - Recursos de reconsideración pendientes: 0 - Expedientes con sanciones: 01
MEDIDA 8.	Acciones de Fiscalización Satelital	CUMPLIDA	Nuevo protocolo de fiscalización de aguas subterráneas. Guía para las actividades y acciones de fiscalización en terreno y estandarizar las metodologías de medición y estimación del caudal que circula por una tubería a presión para verificar si la extracción desde obras de captación de aguas subterráneas se ajusta o no a

			<p>derecho. Instrucciones sobre la apertura de períodos de información previa Objetivo: disponer de antecedentes para la elaboración de planes de fiscalización y previo a la realización de un procedimiento sancionatorio de oficio.</p>
MEDIDA 9.	Sistemas de Control y Medición de Extracciones	EN EJECUCIÓN	<p>Publicación de resoluciones, que definen los plazos y condiciones técnicas: -Resolución D.G.A. N° 1238 (Exenta) de 21 de junio de 2019, que determina las condiciones técnicas y los plazos a nivel nacional para cumplir con la obligación de instalar y mantener un sistema de monitoreo y transmisión de extracciones efectivas en las obras de captación de aguas subterráneas. Publicada en el Diario Oficial el 1 de julio de 2019. -Resolución D.G.A. Región de Valparaíso (Exenta) N° 1065 de 24 de junio de 2019, que ordena a los titulares de ddaa de la provincia de Petorca, instalar y mantener sistemas de medición y transmisión de extracciones efectivas. Publicada en el Diario Oficial el 1 de julio de 2019. -Resolución D.G.A. N° 564 (Exenta) de 13 de abril de 2020, que rectifica Resolución D.G.A. N° 1238 (Exenta) de 21 de junio de 2019. Implementación en acuíferos de Ligua y Petorca mediante Resolución D.G.A. Región de Valparaíso (Exenta) N° 1065</p>

			de 24 de junio de 2019, que ordena a los titulares de derecho de aprovechamiento de la provincia de Petorca, instalar y mantener sistemas de medición y transmisión de extracciones efectivas. Publicada en el Diario Oficial el 1 de julio de 2019.
MEDIDA 10.	Concurso Instalación Sistema de Control y Medición de Extracciones (CNR)	CUMPLIDA	Concurso de la Comisión Nacional de Riego para Sistema de Control y Medición de Extracciones. Se benefició a 4 proyectos de CASUBS.
MEDIDA 11.	Recepción de información de extracciones de aguas superficiales.	EN EJECUCIÓN	- Expedientes aprobados: 150 - Expedientes denegados: 50 - Expedientes desistidos: 16 - Expedientes pendientes: 230 - Expedientes eliminados: 7
MEDIDA 12.	Junta de Vigilancia del Río La Ligua	EN EJECUCIÓN	Se trabaja en su conformación.
MEDIDA 13.	Comunidades de Aguas Subterráneas (CASUB)	CUMPLIDA	Constituidas las 12 CASUB y en septiembre 2019 se entregó la versión actualizada del rol de usuarios de cada CASUB.
MEDIDA 14.	Nueva Junta de Vigilancia del Río Petorca	CUMPLIDA	Constituida.
MEDIDA 15.	Fono Denuncias	CUMPLIDA	Formulario ingreso de denuncias desde el sitio web DGA

Tabla 18: Estado de Cumplimiento Medidas DGA del Plan Agua para Petorca Eje II

Fuente: Dirección General de Aguas, MOP, 2020

Eje III:

En lo que corresponde a este ámbito, la DOH lleva adelante las gestiones para resolver los problemas en los sistemas de APR que se distribuyen en 13 medidas, cuyo estado se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 19: Estado de Cumplimiento Medidas DOH del Plan Agua para Petorca, Eje III

MEDIDAS DGA PLAN "AGUA PARA PETOR		ESTADO DE LAS MEDIDAS	COMENTARIO U OBSERVACIÓN
MEDIDA 16.	Catastro de sistemas APR	CUMPLIDA	Informe entregado 19.07.2019 [42 Sistemas APR Mop]
MEDIDA 17.	Identificar APR no adscritos al programa MOP	CUMPLIDA	Informe entregado 19.07.2019 [32 Sistemas APR No Mop]
MEDIDA 18.	Programa de trabajo e inversiones	EN EJECUCIÓN 23,7% avance	Invertido: MM\$7.964.- (31 agosto 2020)
MEDIDA 19.	Programa para mejorar sistemas de APR	CUMPLIDA	Sincronización de Fuentes APR Peñablanca - Montegrande.
MEDIDA 20.	Estudio de alternativas de abastecimiento de sistemas dispersos	CUMPLIDA	Informe Final Aprobado entregado en agosto de 2019 (12 APRs no MOP y 8 APRs Mop)
MEDIDA 21.	Sondaje para detección de acuíferos	CUMPLIDA	Metodología UTFSM utilizada en pozos de Valle Hermoso
MEDIDA 22.	Sondaje para nuevas fuentes de agua	CUMPLIDA	Pozo Perforado en APR Quebradilla los Maitenes en Dic. 2018, Caudal de Prueba 20 [l/s], está en producción con inversión privada. Se mejorará la conducción con financiamiento Sectorial.
MEDIDA 23.	Comprar Derechos de Agua	EN EJECUCIÓN	En una primera etapa se determinó la necesidad de adquirir 35,5 l/s, se han desarrollado varios procesos de licitación pública mediante los cuales se han adquirido 26 l/s, la inversión alcanza a M\$303.400.- (ANEXO N° 4) Hacienda identificó fondos para compra de DAA en decreto N° 663, por un monto de MM\$330. Se efectuó un nuevo proceso de licitación para la adquisición de DAA para asignarlos al APR John Kennedy, sin embargo no hubo oferentes, se efectuará un nuevo proceso de licitación. Ver detalle en cuadro N°8 Anexo A4.

MEDIDA 24.	Instalar Oficina del Agua	CUMPLIDA	Oficina Provincial de Petorca funcionando con 5 profesionales contratados por DOH. (3 Ingenieros, 1 Asistente Social y 1 Abogado)
MEDIDA 25.	Regularizar proyectos sin resolución sanitaria	EN EJECUCIÓN	El catastro inicial de los APR MOP presentan 15 Sistemas con Resolución de Funcionamiento; 21 APR tienen expediente ingresado en el MINSAL, 6 APR con expediente elaboración.
MEDIDA 26.	Agilizar tramitación de derechos de aguas en DGA	EN EJECUCIÓN	Estado de los Expedientes: - Aprobados 72 - Denegados 25 - Pendientes 20 - Desistidos 1 - Eliminados 6 TOTAL 124 En los 42 sistemas de APR se catastraron 124 expedientes.
MEDIDA 27.	Regularizar terrenos y derechos de agua para APRs	EN EJECUCIÓN	Los 42 APR MOP de la provincia se encuentran en 215 terrenos.
MEDIDA 28.	Traspasar derechos de agua a APRs	EN EJECUCIÓN	El Subsecretario de OOPP firmó el 30-11-18 el protocolo de acuerdo con el Municipio de Petorca para el traspaso de DAA por 4 [l/s] para mejorar el abastecimiento en los APR : - Hierro Viejo 1 [l/s]. - Las Palmas 1 [l/s]. - El Canelillo 1 [l/s]. - Quebrada de Castro 1 [l/s]. En agosto del 2020 se hizo formal el traspaso de DAA al APR Quebrada de Castro.

Tabla 19: Estado de Cumplimiento Medidas DOH del Plan Agua para Petorca, Eje III
Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas región de Valparaíso, MOP, año 2020

A continuación se muestra el estado de avance de las Iniciativas de Inversión contempladas en el Plan Agua para Petorca 2018-2022.

En el cuadro N°4 se listan las 34 iniciativas de estudios, diseño y obras terminadas al 31 de julio de 2020.

Tabla 20: Iniciativas de Inversión Terminadas Plan de Sequía Provincia de Petorca

ITEM	NOMBRE PROYECTO	COMUNA	FAMILIAS	MONT O (MM\$)
1	Conservación APR Peñablanca Montegrande	Cabildo	118	84
2	Conservación APR Chalaco	Petorca	127	84
3	Construcción de Fuente APR San Lorenzo – Casas Viejas	La Ligua	164	60
4	Construcción de Fuente APR Quebradilla – Los Maitenes	La Ligua	168	165
5	Construcción de Fuente APR Las Salinas. Perforado por U. Sondaje DOH	Papudo	69	0
6	Construcción de Fuente APR John Kennedy	Zapallar	410	115
7	Construcción de Fuente APR el Carmen	La Ligua	179	56
8	Conservación APR La Higuera	La Ligua	244	96
9	Conservación APR Ex Hacienda Catapilco	Zapallar	297	83
10	Conservación de Urgencia APR Ex Hacienda Catapilco	Zapallar	297	187
11	Suministro Caudalímetros, Sensores de Nivel, Dispositivos de Visualización y Registro de Datos, Comuna de Petorca	Petorca	2283	292
12	Suministro Caudalímetros, Sensores de Nivel, Dispositivos de Visualización y Registro de Datos, Comuna de Cabildo	Cabildo	2674	236
13	Suministro Caudalímetros, Sensores de Nivel, Dispositivos de Visualización y Registro de Datos, Comuna de La Ligua	La Ligua	3953	345

14	Suministro Caudalímetros, Sensores de Nivel, Dispositivos de Visualización y Registro de Datos, Comuna de Zapallar y Papudo	Zapallar, Papudo	830	166
15	Construcción de Fuente APR Artificio	Cabildo	432	13
16	Estudio Alternativas Abastecimiento Sistemas Dispersos	Varias	850	111
17	Conservación Sistema de Agua Potable Rural Valle Hermoso	La Ligua	1692	295
18	Diseño de Conducción Los Molinos a Peñablanca-Montegrande, La Higuera, El Carmen y Valle Hermoso	Cabildo, La Ligua	2474	102
19	Diseño Mejoramiento San José del Carmen		149	21
20	Conservación Sistema APR La Viña - La Vega	Cabildo	854	160
21	Conservación Sistema de APR John Kennedy	Zapallar	684	842
22	Construcción Fuente APR La Higuera	La Ligua	899	121
23	Construcción de Fuente APR Las Palmas	Petorca	61	146
24	Construcción Fuente APR Palquico	Petorca	100	146
25	Construcción Fuente APR Manuel Montt para la Aducción Hierro Viejo	Petorca	330	337
26	Construcción Fuente APR Hierro Viejo para la Aducción Hierro Viejo	Petorca	117	337
27	Construcción Fuente APR Valle Los Olmos para la Aducción Hierro Viejo	Petorca	336	392
28	Construcción Fuente APR Artificio	Petorca	128	240
29	Construcción Fuente APR Peñablanca Montegrande	Cabildo	186	240
30	Construcción Fuente APR San José El Carmen	Cabildo	150	240
31	Construcción Fuente APR Ex Hacienda Catapilco	Zapallar	413	155

32	Conservación APR Manuel Montt	Petorca	125	122
33	Conservación APR Santa Julia	Petorca	132	122
34	Conservación APR Palquico	Petorca	97	122
			10.690	6.233

Tabla 20: Iniciativas de Inversión Terminadas Plan de Sequía Provincia de Petorca
Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas región de Valparaíso, MOP, año 2020

En la tabla 21 se presentan las iniciativas de inversión que actualmente se encuentran en desarrollo.

ITEM	NOMBRE PROYECTO	COMUNA	FAMILIAS	MONT O (MM\$)	AVAN CE (%)
1	Conservación Sistema de Agua Potable Rural Valle Hermoso	La Ligua	1700	1833	98
2	Estudio Hidrogeológico y Construcción Fuente APR Pullancón	La Ligua	124	423	10
3	Diseño Manuel Montt Hierro Viejo (habilitación Fuentes Aducción)	Petorca - Cabildo	1530	52	50
4	Diseño APR Bartolillo	Cabildo	378	46	20
5	Diseño APR San Lorenzo	Cabildo	256	30	20
6	Diseño APR Artificio	Cabildo	539	36	20
7	Diseño APR Valle Hermoso	La Ligua	1700	158	20
8	Diseño APR Pichicuy	La Ligua	588	32	95
9	Diseño APR Las Salinas	La Ligua	90	32	95
10	Conservación APR Santa Marta	La Ligua	147	117	35
11	Conservación APR La Viña La Vega	Cabildo	833	94	5
12	Conservación APR El Carmen	La Ligua	217	98	5
13	Conservación APR Trapiche	La Ligua	174	105	5
14	Ampliación APR San Lorenzo Casas Viejas	La Ligua	163	686	5
			8.439	3.742	

Tabla 21: Iniciativas de inversión que actualmente se encuentran en desarrollo
Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas región de Valparaíso, MOP, año 2020

En la tabla 22 se presentan las iniciativas de inversión que ya cuentan con financiamiento asignado y se encuentran en proceso de licitación o cotización.

Tabla 22: Iniciativas de Inversión con Financiamiento en Proceso de Licitación

Nombre de Iniciativa	Monto de Inversión (M\$)	Inversión 2020 (M\$)	Inversión 2021 (M\$)
La Higuera			
Ejecución de impulsión desde Peñablanca-Montegrande	440.000	220.000	220.000
Peñablanca Montegrande			
Habilitación captación e impulsión	330.000	220.000	110.000
San José el Carmen			
Habilitación captación e impulsión	275.000	165.000	110.000
Manuel Montt			
Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
Hierro Viejo			
Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
San Ramón / El francés			
Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
Sor Teresita Santa Julia			
Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
Pedegua			
Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
Valle los olmos			
Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
Villa Alberto Callejas			

Habilitación fuentes APR Manuel Montt y Hierro Viejo (Aducción río Petorca)	428.572	1.429	427.143
Ex Hacienda Catapilco			
Habilitación captación e impulsión	330.000	220.000	110.000

Tabla 22: Iniciativas de Inversión con Financiamiento en Proceso de Licitación

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas región de Valparaíso, MOP, año 2020

Anexo F: Oferta económica compañía WINDSUN

Oferta económica AWG Generadores	
Proyecto sistema de generación de agua atmosférico 500 L/d	\$31.390.000
Proyecto sistema de generación de agua atmosférico 1000 L/d	\$38.452.000

Tabla 29: Oferta económica sistema de generación de agua atmosférico WINDSUN

Fuente: Cotización WindSun

Oferta económica Paneles solares para 1000 l/d	
Equipos Principales e insumos	\$23.445.378
Insumos generales	\$1.500.000
Ingeniería	\$361.200
Logística, Construcción, Abastecimiento y Administración	\$2.294.000
Subtotal	\$27.600.578
Utilidad 13%	\$3.588.075
Gastos Generales 3%	\$828.017
Total Neto	\$32.016.670

Tabla 30: Oferta económica fuente eléctrica panel solar para generador de 1000 litros por día WINDSUN

Fuente: Cotización WindSun

Oferta económica Paneles solares para 500 l/d	
Equipos Principales e insumos	\$16.545.153
Insumos generales	\$1.500.000
Ingeniería	\$361.200
Logística, Construcción, Abastecimiento y Administración	\$2.294.000

Subtotal		\$20.700.353
Utilidad	13%	\$2.691.046
Gastos Generales	3%	\$6218.011
Total Neto		\$24.012.409

Tabla 31: Oferta económica fuente eléctrica panel solar para generador de 500 litros por día WINDSUN

Fuente: Cotización WindSun

Anexo G: Resumen de iteración realizada en conjunto a Vladimir Vicencio, encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca, acerca de las necesidades de las comunidades

Comunidad	Observación
La Ñipa	-Cuenta con un pozo, solo se debe habilitar.
	-Hay que evaluar si el pozo da con la demanda
Hierro Viejo	-Antes de mejorar la red, determinar qué partes hay que mejorar (realizar estudio de prefactibilidad)
	-Están mejorando un pozo y se quiere realizar otro pozo
	.Utilizar dinero SUBDERE
Pedegua	-Depende 100% de aducción
	-Por la ubicación de la comunidad, es complejo incorporar pozo
	-La comunidad podría incorporar puntos de abastecimientos de agua en más lugares
El Francés /San Ramón	- Cuentan con pozo
	- Cuentan con aducción
	-Quieren añadir válvulas de despiches en redes hídricas
Manuel Montt	-No tienen fuente propia, se han secado
	- La aducción tiene factibilidad de agua
	-Considerar dinero para extender red hídrica

Valle los Olmos	-No tiene conexión a aducción, pero el sistema pasa cerca, solo hay que extender
El Bronce	-Instalar la red a la aducción
El Manzano	-Falta fuente de abastecimiento
	-La aducción está a 30 km
Santa Julia	-Esta la aducción, conectar hogares que reciben agua por camiones aljibe municipal
Los Comunes	-Existe población junta para conectar a la aducción y otros dispersos que no conviene conectar
	-Están construyendo pozo para abastecer agricultores y comunidad
Frutillar	-Se encuentra a 40km de la aducción
	-hay un pozo profundo sin agua
	-probar con generadores
Chalaco	-La comunidad que lo requiere no está cerca de la aducción
	-Mejorar la red porque no es adecuada (tiene mucha inclinación)
Chincolco	-Se encuentran redes ESVAL
	- Hay población en toma que recibe camiones aljibe
Las Palmas	-Se encuentra a 20 km de aducción

Tabla 32: Resumen de iteración realizada en conjunto al encargado de asuntos hídricos de la comuna de Petorca, acerca de las necesidades de las comunidades

Fuente: entrevista al encargado de asuntos hídricos de la municipalidad de Petorca

Anexo H: Costos totales para la incorporación de una planta con generadores atmosféricos

Se analiza a través de los costos más convenientes encontrados en el mercado, para el contexto de Petorca, utilizando datos de la oferta económica de la propuesta otorgada por WindSun.

Debido a que la propuesta de solución no contempla la estructura de soporte de la planta con generadores que se compone de la incorporación de un radier o plataforma de cemento y un techo.

Dimensiones	Medida
Alto	2,1 m
Ancho	1,5 m
Largo	2,2 m

Tabla 36: Dimensiones de un generador atmosférico de agua
Fuente: Cotización WindSun

Se obtiene el costo total de la estructura que se debe proveer por cada generador:

Detalle	Costo
Mano de obra radier (m2)	\$446.696
Materiales radier (m2)	\$446.696
Mano de obra radier por generador (3m2)	\$1.340.088
Materiales radier por generador (3m2)	\$1.340.088
Costos maquinaria por generador	\$100.000
Costos techo por generador	\$200.000
Costo total estructura	\$2.980.176

Tabla 37: Costo total de la estructura a disponer para la planta de generadores
Fuente: Cotización WindSun.

A continuación, se presenta el detalle de los costos de incorporar plantas con generadores atmosféricos por cada comunidad en la comuna de Petorca:

Comunidades	Demanda mensual promedio	Cant. de generadores para igualar demanda promedio	Costo de planta por comunidad	Demanda mensual (50% extra)	Cant. de generadores para igualar demanda con 50% extra	Costo de planta por comunidad (50% extra)
Frutillar Alto	77	5	\$367.244.230	115,5	8	\$587.590.768
Frutillar Bajo	77	5	\$367.244.230	115,5	8	\$587.590.768
Calle Larga	38	3	\$220.346.538	57	4	\$293.795.384
Petorca	42	3	\$220.346.538	63	4	\$293.795.384
Palquico	42	3	\$220.346.538	63	4	\$293.795.384
Pedernal	27	2	\$146.897.692	40,5	3	\$220.346.538
La Chimba/La Polcura	22	2	\$146.897.692	33	3	\$220.346.538
El Canelo	16	1	\$73.448.846	24	2	\$146.897.692
La Gruta	19	2	\$146.897.692	28,5	2	\$146.897.692
La Canelilla	6	1	\$73.448.846	9	1	\$73.448.846
Zapallar	5	1	\$73.448.846	7,5	1	\$73.448.846
P Perdido	5	1	\$73.448.846	7,5	1	\$73.448.846
Costanera	4	1	\$73.448.846	6	1	\$73.448.846
Potrero Seco	3	1	\$73.448.846	4,5	1	\$73.448.846
Las Placetas	1	1	\$73.448.846	1,5	1	\$73.448.846
El Llano	1	1	\$73.448.846	1,5	1	\$73.448.846

Total metros cúbicos involucrados	385	33	\$2.423.811.918	577,5	45	\$3.305.198.070
--	------------	-----------	------------------------	--------------	-----------	------------------------

Tabla 38: Costos asociados a la cantidad de generadores a incorporar por comunidad
Fuente: Elaboración Propia