



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

**PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL
VILLASECA Y SAN JULIÁN EN LA COMUNA DE OVALLE, IV REGIÓN DE
COQUIMBO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

PAULA ANDREA CASTILLO CABEZAS

PROFESOR GUÍA

Adolfo Ochoa Llangato

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

Leonardo Cepeda Araya

María José Arellano Hernández

SANTIAGO DE CHILE

2023

**RESUMEN DE MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE INGENIERA CIVIL
POR: PAULA CASTILLO CABEZAS
FECHA: 2023
PROFESOR GUIA: ADOLFO OCHOA LLANGATO**

**Plan de mejoramiento de los sistemas de Agua Potable Rural Villaseca y San Julián,
en la comuna de Ovalle, IV Región de Coquimbo**

En general, el abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de Chile, por diversas razones, se encuentra en una condición desmejorada si se compara con el abastecimiento de agua potable en las ciudades o centros urbanos. Mientras en los segundos funcionan las empresas concesionarias, privadas, que operan con fines de lucro; en los primeros, denominados sistemas de agua potable rural (APR) no son empresas las que operan, sino los propios vecinos, organizados, que manejan la infraestructura, normalmente proveída por el Estado. Los dirigentes no son remunerados y poseen un mínimo de trabajadores, normalmente 2 personas, una para operar y otra para recaudar los cobros mensuales.

Lo anterior hace que sea difícil para los APRs garantizar la calidad del agua suministrada, la cantidad en las dotaciones establecidas por la normativa o jurisprudencia, y la continuidad. Si agregamos a todo ello que los APRs no cuentan con profesionales en su organización, y que la supervisión técnica de parte del Estado es insuficiente para atender el universo de requerimientos de todos los APRs del país, se está ante una situación desmejorada y no óptima.

Es en este contexto que el presente trabajo de título pretende entregar un aporte técnico para dos APRs de la comuna de Ovalle: APR Villaseca y APR San Julián, compuestos por 581 y 277 arranques respectivamente, que equivalen a igual número de viviendas. Para ello se visitaron los dos sistemas en varias oportunidades, se levantó información de terreno con la colaboración de los trabajadores y dirigentes; con todo lo cual se realizaron modelaciones hidráulicas para verificar el funcionamiento de los sistemas. Para ello se usó el software Epanet. Los cálculos y determinación de parámetros, y las modelaciones se hicieron siguiendo la normativa vigente NCh 691 y el manual de diseño de APRs de la DOH (2019).

El levantamiento de información incluyó la detección de problemas de los APRs, según la opinión de los dirigentes y trabajadores, más las propias estimaciones producto de este trabajo. De común acuerdo con las personas se determinaron problemas a resolver: cambio de matriz en APR Villaseca, y ampliación para atender un conjunto de 19 viviendas que se instalarán en un sector de San Julián.

Producto de los análisis realizados se definieron los diseños correspondientes, a nivel de ingeniería conceptual, para ambos proyectos. El resumen de resultados es el siguiente:

Diseño	Tipo tubería	Diámetro exterior (mm)	Largo (m)
Ampliación APR San Julián	PVC	75	305
Cambio de matriz sector Barrancas	HDPE	90	3.434

A Lin

Agradecimientos

A mi madre, siempre, infinitas gracias por estar, por apoyarme a su manera, aguantarme y quererme.

A Solci, por existir y disfrutar siempre tanto las cosas simples juntas.

A mi Gaby, lo más parecido a un alma gemela que me regaló la vida, no puedo estar más agradecida de ser parte de tu vida y viceversa. Tu cariño y apoyo –y el de Javier- son parte fundamental de este pequeño gran paso.

A mi familia, por estar, a mi tía Vivi en especial por recibirme tantas veces como hija postiza.

A mis amigos, por supuesto, por siempre alegrar este acontecido viaje en que las risas nunca faltaron: Cata, Álvaro, Javi, Cony, Isa, Nati, Rodri, gracias por incluirme en su momento, y por alojarme incontables veces en sus hogares.

A las niñas, Zinthia, Here, Vale y Cami peque, por las divertidas e inolvidables aventuras como “bon appetit” en los locos primeros años de universidad, y por las tantas más que -espero- vendrán. Mención especial a Cami V. por acompañarme en este camino desde el primerísimo primer día en adelante. Al Mati por ser como es y hacerme siempre reír mucho, y a Machine por invitar siempre a cvi (para entendidos jaja).

A Lin, por llegar tan aleatoriamente a nuestras vidas hace exactamente un año, por ser la gata más maravillosa y llenar de amor mi corazón todos los días.

A mi profesor guía, por su tremenda empatía y compromiso con las personas, lo que me ayudó en cada paso cuando se me hacía cuesta arriba. Sin su apoyo no lo habría logrado, gracias totales.

Tabla de contenido

Índice de tablas.....	vi
Índice de ilustraciones.....	viii
1. Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivos generales	1
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
2. Metodología y alcances.....	2
3. Marco teórico	2
3.1 Comunidades rurales	2
3.2 Sistemas de Agua Potable Rural	3
3.3 Ley 20.998: Regula los Sistemas Sanitarios Rurales (APRs)	4
3.4 NCh691 Diseño de sistemas de APR	8
3.4.1 General	8
3.4.2 Terminología	8
3.4.3 Cálculos para los proyectos.....	9
3.4.4 Trazados	12
3.5 Manual de diseño de APRs de la DOH	12
3.5.1 General	12
3.5.2 Terminología	13
3.5.3 Anteproyecto	14
3.5.4 Bases de cálculo	15
3.5.5 Coeficientes y fórmulas.....	18
3.5.6 Otros aspectos	19
4. Sistemas de APR estudiados	23
4.1 APR Villaseca	24
4.1.1 Localidad de Villaseca	24
4.1.2 Directiva y operación	24
4.1.3 Descripción del sistema.....	25
4.2 APR San Julián	31
4.2.1 Localidad de San Julián.....	31
4.2.2 Directiva y operación	31

4.2.3	Descripción del sistema.....	32
5.	Problemas y necesidades principales	36
5.1	Problemas detectados APR Villaseca.....	36
5.1.1	Ausencia de equipos de control, de medida y telemetría	38
5.1.2	Control de pérdidas	38
5.1.3	Roturas en la red.....	40
5.1.4	Bomba sumergida en estanque	41
5.1.5	Estanques sin uso	41
5.1.6	Elección del problema a resolver	41
5.2	Problemas detectados APR San Julián.....	41
5.2.1	Ampliación de la red	41
5.2.2	Pérdidas o Aguas no Contabilizadas	43
5.2.3	Elección del problema a resolver	44
6.	Procesamiento de la información y análisis	44
6.1	Levantamiento de información de terreno.....	44
6.2	Modelación hidráulica APR San Julián	48
6.2.1	Cálculo de caudales de diseño.....	48
6.2.2	Información de la red a modelar.....	52
6.2.3	Resultados de la modelación	53
6.3	Modelación hidráulica APR Villaseca	58
6.3.1	Cálculos de caudales de diseño	58
6.3.2	Información de la red	60
6.3.3	Resultados de la modelación	65
6.4	Análisis y recomendaciones	81
6.4.1	Villaseca.....	81
6.4.2	APR San Julián.....	86
7.	Comentarios y conclusiones.....	88
8.	Bibliografía	92
	ANEXOS.....	93
	ANEXO A Encuestas previas a APRs Villaseca y San Julián	93
	ANEXO B Resumen Ley 20.998	98
	ANEXO C Tablas levantamiento de información de redes	111
	C.1. Levantamiento red San Julián.....	111

C.2 Levantamiento red Villaseca	111
ANEXO D Norma NCh 399	117
ANEXO E Norma NCh 398.....	118

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis FODA Ley 20.998. Elaboración propia.	7
Tabla 2. Número de grifos y volumen de incendio según población.	11
Tabla 3. Tasa de crecimiento poblacional según zona del país.	16
Tabla 4. Rangos de dotación para sistemas sin estadísticas de consumo.	17
Tabla 5. Consideraciones para volumen de incendio según tipo de sistema.	20
Tabla 6. Volúmenes y materialidad de estanques tipo desarrollados, en gris.	21
Tabla 7. Presiones mínima y máxima admisibles en una red.....	22
Tabla 8. Coordenadas geográficas de puntos relevantes de la red	25
Tabla 9. Resultados prueba de bombeo pozo 1.....	30
Tabla 10. Esquema tarifario vigente APR Villaseca.....	31
Tabla 11. Valores de producción, consumo y Aguas No Contabilizadas en red pozo1.....	38
Tabla 12. Valores de producción, consumo y Aguas No Contabilizadas en sistema pozo 2.....	39
Tabla 13. Ubicación geográfica de tramo en sector Barrancas.....	40
Tabla 14. Familias beneficiadas con la ampliación de la red.....	42
Tabla 15. Coordenadas geográficas sitio ampliación APR San Julián.....	42
Tabla 16. Producción y consumo de agua APR San Julián, año 2022.....	46
Tabla 17. Producción y consumo red pozo 1 APR Villaseca, año 2021.....	46
Tabla 18. Producción y consumo red pozo 2 APR Villaseca, año 2021.....	47
Tabla 19. Cálculos de consumos promedio mensuales APR San Julián.....	48
Tabla 20. Resultados de ANC APR San Julián.....	48
Tabla 21. Cálculo de caudales de diseño para APR San Julián.....	49
Tabla 22. Distribución de caudales de consumo APR San Julián en la situación actual.....	50
Tabla 23. Resultados de distribución estimada de consumos en la red para situación base al año 2025.....	51
Tabla 24. Resultados de distribución estimada de consumos en la red para situación futura a 2045.....	51
Tabla 25. Resultados APR San Julián para la situación actual, con estanque 1 en funcionamiento.....	53
Tabla 26. Resultados APR San Julián para situación actual, con estanque 2 en funcionamiento.....	54
Tabla 27. Resultados APR San Julián para situación base, con estanque 1 en funcionamiento.....	54
Tabla 28. Resultados APR San Julián para situación base, con estanque 2 en funcionamiento.....	55
Tabla 29. Resultados APR San Julián para situación futura, con estanque 1 en funcionamiento.....	55
Tabla 30. Resultados APR San Julián para situación futura con estanque 2 en funcionamiento.....	57
Tabla 31. Consumos y número de arranques por sector sistema pozo 1 APR Villaseca, año 2021..	58
Tabla 32. Consumos y número de arranques por sector sistema pozo 2 APR Villaseca, año 2021..	59

Tabla 33. Resultados cálculo caudales de diseño APR Villaseca	59
Tabla 34. Resultados cálculo cantidad de arranques para situaciones base y futura.....	60
Tabla 35. Resumen información para modelación red Villaseca (pozo 1).....	61
Tabla 36. Resumen información para modelación red Los Mellizos.....	62
Tabla 37. Resumen información para modelación red El Llano.....	63
Tabla 38. Resumen información para modelación red Canelilla alta.....	65
Tabla 39. Resultados modelación situación actual de red Villaseca (pozo 1).....	66
Tabla 40. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanques Los Mellizos.....	66
Tabla 41. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanque El Llano (tuberías). ..	67
Tabla 42. Resultados modelación situación actual en red El Llano (nodos).....	68
Tabla 43. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanque Canelilla Alta.	69
Tabla 44. Resultados modelación situación base de red Villaseca.	70
Tabla 45. Resultados modelación situación base de red asociada a estanques Los Mellizos.	71
Tabla 46. Resultados modelación situación base de red asociada a estanque El Llano (tuberías)....	71
Tabla 47. Resultados modelación situación base, red El Llano (nodos).	73
Tabla 48. Resultados modelación situación base de red asociada a estanque Canelilla Alta.....	74
Tabla 49. Resultados modelación situación futura de red Villaseca.	75
Tabla 50. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanques Los Mellizos.....	76
Tabla 51. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque El Llano (tuberías). ..	77
Tabla 52. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque El Llano (nodos). ...	79
Tabla 53. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque Canelilla Alta.	80
Tabla 54. Comparación resultados modelación con mediciones de presión realizadas en red Los Mellizos.....	81
Tabla 55. Resultados modelación red Pozo 1 en situación futura con cambio de tubería a HDPE 90mm.....	82
Tabla 56. Resultados modelación situación actual con distintos tipos de tubería.....	83
Tabla 57. Resultados de modelación situación futura, con distintos tipos de tuberías.....	84
Tabla 58. Diseño cambio de matriz sector Barrancas.	85
Tabla 59. Diseño ampliación solicitada APR San Julián.	87
Tabla 60. Presupuesto estimativo ampliación 19 viviendas APR San Julián.....	87
Tabla 61. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR San Julián.....	88
Tabla 62. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red pozo 1.....	89
Tabla 63. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red Los Mellizos.....	89
Tabla 64. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red Canelilla Alta.	89
Tabla 65. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red El Llano.....	89
Tabla 66. Levantamiento cámaras redes APR Villaseca.....	111
Tabla 67. Levantamiento de nodos existentes relevantes redes APR Villaseca.....	114
Tabla 68. Cámaras o nodos a agregar al año 2025.....	115
Tabla 69. Cámaras y nodos situación futura año 2025, APR Villaseca.	116

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Layout sistema pozo 1 APR Villaseca. Elaboración propia.....	26
Ilustración 2. Recinto pozo 1 y elementos al interior.....	26
Ilustración 3. Layout sistema pozo 2 APR Villaseca. Elaboración propia.....	27
Ilustración 4. Ubicación geográfica fuentes de agua y estanques red Villaseca	27
Ilustración 5. Sectores de APR Villaseca. Elaboración propia.	28
Ilustración 6. Tipos de estanques en sistema APR Villaseca.	29
Ilustración 7. Pozo en funcionamiento, APR San Julián.....	32
Ilustración 8. Recinto pozo-sistema tratamiento y sentina APR San Julián.....	33
Ilustración 9. Layout APR San Julián. Elaboración propia.	34
Ilustración 10. Fotografía estanques 1 y 2 APR San Julián.	35
Ilustración 11. Pérdidas de agua pozos 1 y 2 APR Villaseca, año 2021. Elaboración propia.....	39
Ilustración 12. Fotografía de tramo con tubería expuesta en sector barrancas.....	40
Ilustración 13. Vértices de sitio ampliación dibujados en Google Earth. Elaboración propia.	43
Ilustración 14. Red de distribución APR San Julián (azul) e impulsión a estanques (rojo).	44
Ilustración 15. Red de impulsión a estanques APR Villaseca (rojo) y distribución (otros colores)..	45

1. Introducción

El cambio climático y la mega - sequía son temas recurrentes cuando se discute acerca de la seguridad hídrica y las diversas dificultades que afectan el cumplimiento de esta a lo largo de todo Chile. La IV región del país no es la excepción, presentando casos de comunidades rurales que llevan años a la espera de resolver falencias en sus sistemas de Agua Potable Rural (APR), que afectan no sólo la continuidad del suministro, sino también la calidad del agua abastecida a los hogares, provocando enfermedades y atentando contra el derecho humano de acceso al agua y saneamiento (Naciones Unidas, 2010).

Los APR son sistemas de captación, acumulación, producción y distribución de agua potable en localidades a las que una empresa sanitaria convencional no tiene alcance de operación.

En el presente trabajo se aborda una parte de la problemática en que se encuentran muchos APRs en el país. En este caso en particular el trabajo aplica sobre dos localidades rurales de la provincia de Limarí, ubicados en la comuna de Ovalle, y que son los APRs Villaseca y San Julián.

Las comunidades de esas localidades viven estas problemáticas día a día, con una cantidad de 581 y 277 arranques, respectivamente, abasteciendo viviendas, escuelas, comercios, huertos familiares, entre otros, y se ven en urgente necesidad de contar con el apoyo suficiente para dar soluciones efectivas a los problemas de sus sistemas de APR a través de los cuales obtienen el suministro.

1.1 Motivación

Motiva realizar el presente trabajo el poder dar una solución o aporte técnico a los APRs elegidos para el presente trabajo, contribuyendo con ello a su mejoramiento.

Por otro lado, se tiene conocimiento sobre la nueva ley de Servicios Sanitarios Rurales o SSR, N° 20.998 (Ministerio de Obras Públicas, 2017), que en algunas partes de su contenido se evidencia que no se adecúa a la realidad de los APRs, sobre cómo éstos se organizan y desenvuelven.

Sin perjuicio de reconocer lo que el estado ha realizado hasta ahora y desde los inicios del programa de APRs, ocurrido en el año 1964, aún quedan temas por abordar, como por ejemplo, el saneamiento, porque muchos APRs no cuentan con sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas servidas; y otras localidades o zonas del país están desprovistas de este servicio por las condiciones territoriales que no hacen “rentable” o cuya evaluación social no hace posible que cuenten con redes de agua potable.

Además, está el hecho cierto, que de acuerdo a testimonios de algunos dirigentes de APRs de la provincia de Limarí, no reciben la asistencia técnica necesaria de los organismos responsables de ella, que, de acuerdo a la normativa anterior a la nueva ley, correspondía a las empresas concesionarias de agua potable, bajo la tutela de la Dirección de Obras Hidráulicas. La nueva ley traslada esa supervisión a la propia DOH; pero ésta aún no ha implementado mecanismos necesarios para que ello ocurra de manera oportuna y sistemática.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos generales

El objetivo principal de este trabajo es proveer de un plan de acción que permita abastecer de agua potable de manera segura y digna a las comunidades rurales de San Julián y Villaseca, respetando la normativa de calidad, cantidad y continuidad del servicio.

Para esto es necesario determinar los problemas más prioritarios, para elaborar una propuesta de soluciones técnicas a nivel de ingeniería conceptual.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar un levantamiento de información sobre los APRs en las localidades de Villaseca y San Julián.
2. Caracterizar las fuentes, sistema de tratamiento y red de distribución de ambas APR en estudio.
3. Identificar, definiendo las brechas observadas entre la forma de operar actual y el óptimo determinado según normativa vigente.
4. Elaborar un plan de mejoramiento a nivel de ingeniería conceptual para cada uno de los dos sistemas de APR abordados.

2. Metodología y alcances

Para el desarrollo de este trabajo, se realizó una serie de procedimientos y tareas de acuerdo con lo dispuesto por la normativa vigente, como también según supuestos razonables en algunos casos, detallados en el presente capítulo.

- Desarrollo de un levantamiento exhaustivo de información actualizada de carácter técnico de los sistemas en funcionamiento en ambas zonas. Esto a través de reuniones de inicio del proyecto con trabajadores y directiva de ambos sistemas, visitas de reconocimiento de las instalaciones y comunicación fluida durante todo el período de trabajo.
- Elaboración de una revisión bibliográfica que permita establecer un estándar en cuanto equipos y funcionamiento de sistemas de abastecimiento de agua potable, a través del estudio de informes pertinentes y legislación vigente.
- A partir de ambas tareas anteriores, se realizó un contraste entre la situación actual real y aquella definida como óptima según bases normativas vigentes, identificando las falencias a mejorar a través del estudio.
- Posteriormente, al contar con un diagnóstico y habiendo identificado los problemas a abordar, se desarrolló un plan conceptual basado en el marco de la normativa legal vigente, que se estima podrá generar una mejora integral a los sistemas de abastecimiento de agua potable a las comunidades de Villaseca y San Julián.
- Con lo anterior, se elaboró un diseño a nivel de ingeniería conceptual de las mejoras a las problemáticas identificadas en cada uno de los APR.

3. Marco teórico

Como base para el trabajo se estudiaron múltiples fuentes bibliográficas, tanto normativas como estudios previos en el área, los cuales se describen a continuación.

3.1 Comunidades rurales

Las comunidades rurales en Chile son parte fundamental del país tanto productiva como culturalmente. Según información del último censo realizado el año 2017, el país tiene una población total aproximada de 17.5 millones de habitantes de los cuales por lo menos un 12% habita en áreas

rurales. De un total aproximado de 6.5 millones de viviendas censadas, las que se encuentran en zonas rurales son aproximadamente un 15%.

De acuerdo con la definición oficial dada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), una unidad o concentración rural es caracterizada como un asentamiento humano que posee 1.000 o menos habitantes, o bien, entre 1.000 a 2.000 habitantes en que la economía y el trabajo de la comunidad se centra mayoritariamente en el desarrollo de actividades primarias, como la agricultura y ganadería.

El Programa de Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural, por su parte, aplica como criterio de diferenciación entre una población y otra la distancia entre viviendas, resultando en una división del sector rural en tres categorías. En primer lugar, se consideran las localidades concentradas como aquellas que poseen entre 150 y 3.000 habitantes y una densidad mínima de 15 viviendas/km de red de agua potable; luego, las localidades semi – concentradas se definen como aquellas con un mínimo de 80 habitantes y una densidad de al menos 8 viviendas/km de futura red; finalmente, se consideran como dispersas a las localidades rurales que no cumplan con los requisitos anteriores.

3.2 Sistemas de Agua Potable Rural

Los sistemas de APR se crearon en 1964 como vía para abastecer de agua a las comunidades rurales a lo largo de todo el territorio nacional, cuando sólo un 6% de la población rural contaba con acceso al agua potable, lo que se traducía en morbilidad y mortalidad, especialmente infantil, asociadas a la ingesta de agua no potable. Bajo el alero del Programa de Agua Potable Rural (PAPR), financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y desde 1994 en manos del Ministerio de Obras Públicas, se buscó ampliar esta cobertura gradualmente desde comunidades concentradas, alcanzando al año 2010 la totalidad de cobertura, hasta localidades semi – concentradas e incorporando la categoría de dispersas con posterioridad, las que siguen siendo un desafío en términos de tecnologías específicas caso a caso, como de financiamiento dada la baja densidad de habitantes virtualmente beneficiados.

A través del PAPR se provee de la infraestructura de agua potable rural, para su administración, operación y mantención a cargo de los comités o cooperativas preexistentes o constituidos para tal efecto, realizándose la mantención e inversiones para el mejoramiento y ampliación a los sistemas que así lo requirieran. Además, a través de concesionarios de servicios sanitarios se brinda asesoría, capacitación y supervisión a los mencionados comités y cooperativas en apoyo al desempeño de sus funciones (Ministerio de Obras Públicas, 2015).

Los comités de agua potable rural son organizaciones sin fines de lucro, dirigidos, administrados por vecinos de la localidad, lo cuales no son remunerados. Poseen una dotación mínima de trabajadores, compuesto normalmente por un operador u operadora y una secretaria recaudadora. Las directivas están compuestas por un presidente o presidenta, un tesorero(a), un secretario(a) y directores.

La infraestructura normalmente está compuesta por:

- Una fuente de agua, que puede ser un pozo profundo, una noria, una vertiente u otro.
- Una bomba para impulsar al agua hacia la planta de tratamiento.
- Planta de tratamiento, que cuenta con sistemas de filtros y donde normalmente se aplica el cloro u otro producto de acuerdo a la calidad del agua cruda.
- Una impulsión hacia el o los estanques.
- El o los estanques.
- La red de distribución de agua.
- Sistemas de medidas, como caudalímetros, presóstatos, flotadores para controles de niveles y otros elementos como llaves de corte, válvulas, ventosas.

- Normalmente no cuentan con sistemas de telemetría, sólo de manera excepcional en algunos APRs.

3.3 Ley 20.998: Regula los Sistemas Sanitarios Rurales (APRs)

Como medida para resolver las falencias identificadas en el PAPR, se promulgó el 14 de febrero de 2017 la Ley 20.998 que regula los Sistemas Sanitarios Rurales (SSR), incluyendo el saneamiento en esas localidades.

La nueva ley consta de 6 títulos, más un título final y artículos transitorios, totalizando 92 artículos y 19 transitorios. Los títulos cubren:

- a) Disposiciones preliminares
- b) Del servicio sanitario rural
- c) Licencias
- d) De los operadores
- e) De las tarifas
- f) Institucionalidad
- g) Normas adecuatorias, y
- h) Artículos transitorios.

La nueva ley entró en vigencia el año 2020 luego de la promulgación del respectivo reglamento, Decreto 50 del Ministerio de Obras Públicas de 19 de octubre de 2020.

Sin embargo, dada la oposición que ha tenido esta nueva ley, las autoridades aún no han podido ponerla en práctica, y ha sufrido ya dos modificaciones, donde en lo principal, se han postergado algunas actividades contempladas en ella.

Las modificaciones están contenidas en:

- i) Ley 21.401 de 28 de diciembre de 2021 que, en lo principal señala lo siguiente:
 - Otorga un plazo adicional de 12 meses para que los APRs se incorporen a la nueva ley
 - Establece la primera fijación tarifaria en el período de 5 años contados desde el 20 de noviembre de 2023
 - Establece que la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SSS) ejercerá facultades fiscalizadoras a partir de noviembre de 2022, debiendo dictar, previamente, los manuales de fiscalización que establezcan los procedimientos y criterios a aplicar por los fiscalizadores, con excepción en situaciones de emergencia y ante reclamos de usuarios
 - Indica que la obligación de otorgar factibilidad se aplicará a partir del 2º año de vigencia de la ley, para SSR mayores y menores y a partir del 3er año para menores.
- j) Ley 21.520 de 14 de diciembre de 2022, que establece lo siguiente:
 - Incorporación dentro de los dos años siguientes al 20 de noviembre de 2022.
 - Preferencia para acceder al régimen de inversión pública y subsidios.
 - Se posterga la primera fijación tarifaria para mayores y medianos al plazo de cinco años contados desde el 20 de noviembre de 2024. Para ello la SSS definirá un calendario a más tardar en noviembre de 2023.
 - Para los menores, la primera fijación tarifaria se iniciará después de transcurridos tres años desde el 20 de noviembre de 2024 para operadores de más de 150 arranques, o cinco años para aquellos con menos de 150.
 - Llamados a elecciones de concejos regionales, a más tardar el año 2023, para el concejo nacional el año 2024.

- La SSS ejercerá sus facultades desde noviembre de 2024 para los mayores, desde noviembre 2025 para medianos y desde noviembre de 2027 para menores.

En Anexo 9.1 se entrega un resumen del contenido de esta ley.

Del análisis de la nueva ley, se destaca lo siguiente:

- Artículos destacados sobre las licencias:
 - En el art. 8 se define un territorio para cada APR
 - En el art. 9 establece el derecho gratuito de uso de bienes nacionales y a imponer servidumbres, según el código de aguas.
 - En el art. 14 se establece que se podrán transferir sus licencias si 2/3 de los socios están de acuerdo en asamblea con asistencia del 75% de los socios y sin posibilidad de representación.
 - En el art. 16 se establecen licencias de carácter indefinido.
 - En el art. 17 se establece que se hará una evaluación de los APRs cada cinco años.
 - En el art. 19 se establece la posibilidad de solicitar ampliaciones del área de servicio.
 - En el art. 29 se establece la obligación de tener un fondo de reserva que no exceda el total de costos de operación de tres meses.
 - En el art. 30 se indica la caducidad de la licencia si no se cumplen las exigencias del art. 17 o las del decreto correspondiente; también si no se ejecutan las obras de inversión o por incumplimiento de la reglamentación sanitaria.
 - Art. 20 establece los contenidos de la licencia, que son: identificación, vigencia, etapa del SSR, fuentes de agua y derechos, análisis de calidad de agua cruda, otros SSR con los cuales se relacionará, límites geográficos, características de aguas servidas, inventario, cronograma de obras proyectadas para cinco años, con plan de inversiones, propuesta tarifaria y otros antecedentes requeridos por el reglamento.
 - Art. 32 establece que en caso de declaración de riesgo cesan las funciones del directorio, gerente, concejo de administración y se designa un administrador temporal. Esto si no se cumplen las condiciones de la ley o reglamento, y si no se cumple con plan de inversiones.
 - Art. 33 establece la existencia de un administrador temporal, designado por el MOP, por 6 meses prorrogables por una sola vez por igual período. También señala que puede haber sanciones (art. 33). El administrador promoverá la designación de nuevas autoridades y si no lo consigue el MOP llamará a licitación de la licencia.

Artículos destacados sobre los operadores:

- Art. 40 establece que son obligaciones de los operadores la certificación de la factibilidad del servicio, garantizar continuidad, mantener nivel de calidad, cumplir con la ley y reglamento, normativa sanitaria y ambiental y otra; correcto uso de fondos y bienes, priorizando plan de inversiones.
- Art. 42, fondo de reserva, que establece que los operadores medianos y mayores tienen la obligación de constituir un fondo de reserva e incrementarlo con un porcentaje no inferior a 20% de sus remanentes resultantes de cada ejercicio anual, como fondo destinado a reposición y ampliación a largo plazo.
- Art. 46 que establece derechos y deberes de usuarios, señalando que ellos pueden acudir a la SSS.

Sobre derechos del operador:

- Art. 47 establece lo siguiente:

- a. Cobrar por las etapas prestadas
 - b. Cobrar reajustes e intereses corrientes por cuentas no canceladas
 - c. Cobrar costos de cobranza extrajudicial
 - d. Suspender servicio, previo aviso de 30 días, cobrar costos de suspensión y reposición
 - e. Suspender servicio a usuarios que destinen agua a un fin distinto al establecido en el artículo 5 de esta ley
 - f. Suspender servicio a usuarios que han causado daño a las instalaciones, equipos o bienes
 - g. Cobrar costos de reparaciones causadas en arranques y uniones domiciliarias de alcantarillado, redes de distribución y redes de recolección, a causa de mal uso o destrucción por el usuario.
 - h. Proponer y postular en representación de usuario a subsidios de inversión en SSR, en particular al establecido en ley 18.778 y su reglamento.
 - i. Exigir al usuario la conexión a las instalaciones de agua potable o alcantarillado cuando existan causas debidamente calificadas por la autoridad sanitaria
- Art. 55 establece que los operadores deben confeccionar un informe trimestral de gestión administrativa y un informe contable sobre las cuentas y anualmente un balance o cuenta de resultados y someterlo a las comisiones fiscalizadoras. Su incumplimiento será causal de censura para todo el directorio, también lo será el rechazo del balance o cuenta de resultados anual en dos oportunidades sucesivas, por 2/3 de la asamblea como mínimo.
 - Art. 56 establece que la asamblea general podrá acordar por mayoría simple de los miembros representados en ella, viáticos en dinero para sus dirigentes.

Aspectos destacados sobre las tarifas:

- Art. 60 establece que las tarifas serán determinadas cada cinco años.
 - Art. 61 establece que las tarifas se reajustarán una vez al año por IPC y cada vez que se acumule variación de 5%.
 - Art. 62 establece que no existirá gratuidad o rebaja parcial del cobro, ni discriminación alguna.
 - Art. 58 establece que para determinar las tarifas se considerará: ingresos y facturaciones, gastos de operación, inversiones propias, fondo de reserva, población abastecida actual y proyectada, infraestructura de agua potable, infraestructura de aguas servidas y otros antecedentes que la Subdirección estime pertinente.
- Se establece además que la Subdirección deberá mantener actualizada una base de datos técnicos y de infraestructura de los SSR.

Artículos destacados sobre institucionalidad:

- Art. 68 establece la conformación del concejo consultivo con 8 representantes de ministerios, uno de asociación de municipalidad y nueve de asociaciones, federaciones o confederaciones de comités y cooperativas de agua potable rural, de carácter nacional, regional o provincial.
- Art. 66 establece que el concejo aprobará anualmente un programa de capacitación propuesto por la Subdirección.
- Art. 67 declara que la política de los SSR está fundada en los siguientes principios:
 - a. De protección y ayuda mutua
 - b. De igualdad de participación
 - c. De no discriminación
 - d. De eficiencia económica, propendiendo a la auto – sustentabilidad económica

- e. De transparencia en al gestión y administración del servicio
- f. De promoción del uso sostenible del agua y de los demás componentes ambientales
- Art. 70 establece que los operadores se clasifican en tres segmentos: mayor, mediano y menor.
- Art. 72 donde se crea la subdirección de SSR, Servicios Sanitarios Rurales, y define funciones.
- Art. 80 establece que los operadores podrán presentar solicitudes de financiamiento total o parcial de proyectos. El MOP presentará cada año al gobierno regional un listado de proyectos.
- Art. 83 establece que los bienes muebles necesarios para la prestación de los SSR, se declararán de utilidad pública y su expropiación se efectuará por intermedio del MOP, también se aceptarán donaciones.
- Art. 85 establece que la SSS o SISS ejercerá las atribuciones y facultades regulatorias y fiscalizadoras respecto de todo operador según SSR, sin perjuicio de las que correspondan a la autoridad sanitaria.
- Art. 89, sanciones:
 - a. De una a 20 UTM por infracciones como no acatamiento de obligaciones y plazos establecidos en la ley así como órdenes escritas de la SSS y de los plazos fijados.
 - b. De 5 a 50 UTM por deficiencias a la obligatoriedad de los servicios.
 - c. De 5 a 50 UTM por infracciones a la entrega de información falsa o errónea a cualquiera de las autoridades.
 - d. De 5 a 50 UTM por incumplimiento en el plan de inversiones.
 - e. De 5 a 50 UTM por infracciones de calidad del agua, cantidad y continuidad del servicio en porcentaje mayor al 10 % de los usuarios para operadores mayores, 40 % para operadores medianos y 60 % para operadores menores en cualquiera de dichas prestaciones.

En virtud de lo anterior es posible realizar un análisis FODA sobre el contenido de la nueva ley, el cual se presenta a continuación:

Tabla 1. Análisis FODA Ley 20.998. Elaboración propia.

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Profesionalización • Mayor acompañamiento • Institucionalidad específica • Fiscalización • Definición de obligaciones y deberes para las partes 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación en el marco del código de aguas • Aumentar la cobertura a comunidades dispersas. • Saneamiento • Incorporar tecnologías • Fomentar la participación de las comunidades.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Poca difusión de los contenidos. • Baja participación en la gestación de la ley. • No se ajusta a la realidad rural. • Falta de reconocimiento e incentivos a dirigentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en la implementación • Desinformación e incertidumbre • Avance de las concesionarias • Avance de la sequía • Pérdida

A partir de lo anterior surgen las siguientes propuestas:

- a) Promover la asociatividad de los APRs, para resolver temas comunes, a través de Uniones Comunales y Asociaciones Provinciales.
- b) Confeccionar manuales y guías de trabajo para orientar y capacitar a los dirigentes y trabajadores, sobre la nueva ley.
- c) Organizar los sistemas administrativos de las organizaciones de usuarios, para resguardar y mantener adecuadamente la información asociada.
- d) Aumentar la participación de los socios, en las asambleas.
- e) Dar el valor que corresponde a la labor de los dirigentes, quienes por décadas han trabajado de manera voluntaria y sin remuneración.
- f) Buscar mayor apoyo para estas organizaciones, más allá de la Subdirección de SSR, como otras instituciones públicas y universidades, para que reciban mayores y mejores capacitaciones y financiamiento para sus planes de inversión.
- g) Buscar que las capacitaciones sobre la nueva ley y su reglamentación sea realizada por profesionales de la DOH y de la SISS, de tal forma que quienes deben cumplir las fiscalizaciones, sean quienes les señalen a las organizaciones qué es lo que deben hacer y cómo lo deben hacer, para no caer en falencia.

3.4 NCh691 Diseño de sistemas de APR

3.4.1 General

Esta norma dispone las bases para el diseño de sistemas de agua potable (no obliga, pero se usa), tanto en la materialidad como en el cálculo de las dotaciones de acuerdo con criterios demográficos presentes y futuros.

Fue declarada Norma Chilena Oficial de la República por Decreto N°1.839, de 30 de septiembre de 1998, del Ministerio de Obras Públicas, publicado en el diario oficial N°36.198 del 27 de octubre de 1998 (INN, 1998).

Fija la forma de presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado. Establece los procedimientos generales que deben observarse para diseñar un sistema de conducción, regulación y distribución de agua potable desde la fuente hasta el comienzo de la instalación domiciliaria.

Esta norma no aplica a las instalaciones domiciliarias y a los servicios de agua potable rural.

Como referencias considera lo siguiente:

- NCh410: Calidad del agua – vocabulario
- NCh1104: Ingeniería sanitaria, presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y de alcantarillado.
- NCh1646: Grifos de incendio, tipo de columna 100 mm diámetro nominal, requisitos generales.

3.4.2 Terminología

La norma define los siguientes conceptos.

- a. Caudal: volumen de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo.

- b. Conducción: transporte de agua por medio de tuberías o canalizaciones sin servicio domiciliario.
- c. Consumo anual: volumen de agua que se consume durante un año, medido a la salida del estanque de regulación.
- d. consumo diario: volumen de agua que se consume durante 24 h, medido a la salida del estanque de regulación.
- e. consumo medio diario: resultado de dividir el consumo anual por 365.
- f. consumo máximo diario: volumen de agua que se consume en el día de máximo consumo del mes de máximo consumo, medido a la salida del estanque de regulación.
- g. consumo máximo horario: volumen de agua que se consume en la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, medido a la salida del estanque de regulación.
- h. consumo mensual: volumen de agua que se consume durante un mes, medido a la salida del estanque de regulación.
- i. consumo medio mensual: resultado de dividir el consumo anual por 12.
- j. consumo máximo mensual: volumen de agua que se consume en el mes de mayor consumo en un período de uno o más años.
- k. cuartel: sector de la red de distribución en que puede suspenderse temporalmente el suministro de agua potable, sin afectar el suministro general.
- l. desagüe: instalación que permite la evacuación controlada de agua.
- m. distribución: transporte de agua potable por tuberías a las cuales pueden conectarse los servicios domiciliarios.
- n. edificio: toda construcción destinada a la habitación o en la cual una o más personas pueden desarrollar cualquier labor, transitoria o permanente.
- o. estanque de regulación: unidad de almacenamiento de agua potable en un sistema de agua potable, que puede ser elevado, semienterrado o enterrado dependiendo de los requerimientos del proyecto.
- p. regulación: volumen de compensación entre caudales producidos y consumidos.
- q. Cobertura: porcentaje de la población que es abastecida con respecto a la población total.
- r. Aguas no contabilizadas (ANC): pérdidas, imprecisiones en la medición, consumos operacionales y los de incendio. Es la diferencia entre el volumen de agua producido y el volumen de agua facturado, expresado en porcentaje con respecto al volumen de agua producido.

3.4.3 Cálculos para los proyectos

La norma define los siguientes coeficientes y factores de máximo consumo:

- a) Coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC): cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual.
- b) Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC): cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo.
- c) Factor del día de máximo consumo (FDMC): producto entre CMMC y el CDMC.
- d) Factor de la hora de máximo consumo (FHMC): cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario.

En cuanto a las dotaciones señala:

- a) De consumo (D_c): cociente entre el volumen facturado anualmente y el promedio de la población abastecida en el año multiplicado por 365.

$$D_c = \frac{VFA}{Pob * 365}$$

- b) De producción (D_p): cociente entre el volumen de agua producida anualmente, medido a la salida del sistema de producción y el promedio de la población abastecida en el año multiplicado por 365.

$$D_p = \frac{VPA}{Pob * 365} = \frac{D_c}{1 - ANC/100}$$

Donde ANC son las aguas no contabilizadas, como porcentaje.

En cuanto a los caudales establece las siguientes formulaciones:

- a) Caudal medio diario de agua potable (Q_{md}):

$$Q_{md} = \frac{Pob * D_p * Cob}{86400 * 100} (L/s)$$

Pob = población total (hab)

D_p = dotación de producción anual (L/hab/día)

Cob = cobertura anual (en porcentaje)

- b) Caudal máximo diario ($Q_{máxd}$):

$$Q_{máxd} = FDMC * Q_{md} (L/s)$$

$FDMC$ = factor del día de máximo consumo

Q_{md} = caudal medio diario de agua potable (L/s)

- c) Caudal máximo horario ($Q_{máxh}$):

$$Q_{máxh} = FHMC * Q_{máxd} (L/s)$$

$FHMC$ = factor de la hora de máximo consumo

$Q_{máxd}$ = caudal máximo diario de agua potable (L/s)

Respecto de las conducciones define e indica lo siguiente:

- Conducción primaria: entre fuentes de abastecimiento y elementos de regulación inclusive.
- Conducción secundaria: entre elementos de regulación y red de distribución.
- La conducción primaria debe calcularse considerando el volumen diario de agua para el día de máximo consumo previsto.
- La conducción secundaria debe calcularse para el consumo máximo horario previsto (hora de máximo consumo) y verificarse para el consumo del día de máximo consumo más el caudal de incendio.

Sobre la regulación y almacenamiento se tiene lo siguiente:

- Los sistemas de agua potable deben incluir estanques de regulación para efectuar la compensación entre la producción máxima diaria y el consumo máximo diario y disponer de reserva para casos de emergencia, tales como incendio, ruptura de tuberías, cortes de energía.
- Para el cálculo de la capacidad de los estanques se deben considerar los volúmenes de regulación, de incendio y de reserva.
- El volumen de regulación se determina a base de las curvas de conducción primaria y de consumo, correspondiente al día de máximo consumo, con un mínimo de un 15% de éste último volumen.

- Cálculo del volumen de incendio: Para los efectos de cálculo debe considerarse a lo menos 2 hrs de siniestro, con un caudal de 16 l/s en cada grifo de 100 mm de diámetro, según NCh1646, y el número de grifos en uso simultáneo que indica la tabla 1 siguiente:

Tabla 2. Número de grifos y volumen de incendio según población.

Área servida, población en miles de habitantes	Número de grifos en uso simultáneo	Volumen de incendio, mínimo en m ³
Hasta 6	1	115
>6 – 25	2	230
>25 – 60	3	346
>60 – 150	5	576
>150	6	690

- Cuando el volumen de incendio, calculado a base de 2 hrs de siniestro, supere el volumen de regulación, la autoridad competente puede autorizar un valor menor a 2 hrs de siniestro como base de cálculo, pero no inferior a 1 hora, en cualquier caso el volumen del estanque debe ser como mínimo 60 m³.
- Volumen de reserva: el volumen mínimo a considerar debe ser equivalente a 2 horas de consumo en el día de máximo consumo previsto.
- El proyectista debe determinar el volumen de estanque tomando el mayor valor que resulta de las siguientes relaciones:

a) $V_{reg} + V_{inc}$

b) $V_{reg} + V_{reserv}$

Respecto de la distribución:

- Las redes deben diseñarse para la condición de máximo caudal entre el consumo máximo horario y el consumo máximo diario más demanda de incendio, según se cumplan con las presiones indicadas más adelante (7.2).
- Los consumos de incendio deben determinarse considerando la capacidad y el número de grifos de incendios indicados en el numeral anterior.

Respecto de las presiones de servicio:

- A nivel de terreno, sobre la tubería, la presión mínima de servicio en las tuberías de distribución, excluyendo el arranque, debe ser 147 kPa (1,5 kgf/cm²=15 mca), para el consumo máximo horario, con una pérdida de carga máxima de 49 kPa (5 mca) en el arranque.
- A nivel de terreno sobre la tubería, la presión estática en tuberías de distribución no debe ser mayor que 686,47 kPa (7 kgf/cm²=70 mca).
- En el caso de uso de grifos, la presión mínima en la red a nivel de terreno, calculada con las condiciones indicadas antes (7.1.1) debe ser igual o mayor que 49,03 kPa(0,5 kgf/cm²=5 mca).

Sobre el dimensionamiento de las redes:

- a) El área servida por una red debe estar dividida en cuarteles. Los cuarteles se proyectarán de modo que la longitud total de las tuberías sea menor que 1.000 m.
- b) Las distancias entre los grifos y los puntos de incendios serán las siguientes:

- En conjuntos con edificaciones aisladas o pareadas de a dos, la distancia a través de calles o pasajes entre el grifo y la edificación más alejada será de 150 m máximo.
- En conjuntos con edificaciones continuas, constituidas por 3 a 50 unidades habitacionales, oficinas, locales comerciales u otras similares, la distancia a través de calles o pasajes entre el grifo y la unidad más alejada horizontalmente, será de 100 m máximo.
- En conjuntos con edificaciones continuas, constituidas por más de 50 unidades habitacionales, oficinas, locales comerciales u otras similares, la distancia a través de calles o pasajes entre el grifo y la unidad más alejada horizontalmente, será de 50 m máximo.
- c) El vaciamiento de la red puede efectuarse a través de grifos o desagües adecuados.
- d) 7.3.5 En el caso de ramales ciegos, el proyectista debe considerar un mecanismo que evite puntos de aguas quietas en la red.
- e) Diámetros mínimos:
 - El diámetro nominal mínimo de las tuberías debe ser de 100 mm, no obstante, en pasajes puede aceptarse diámetros nominales de 75 mm, siempre que se disponga de conexiones a tuberías de mayor diámetro a menos de 50 m de cualquier punto de la tubería.
 - Las tuberías de diámetro nominal de 75 mm deben comprobarse para el gasto instalado de tres llaves como mínimo por unidad habitacional, oficina, local comercial u otra similar, según el gasto instalado correspondiente, indicado en el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias.
 - Las tuberías para conectar grifos desde el punto de alimentación deben tener un diámetro nominal mínimo de 100 mm.

3.4.4 Trazados

Sobre los trazados, la norma establece lo siguiente:

- La profundidad mínima de la red de agua potable debe ser 1,10 m, medida sobre la clave de la tubería.
- Por razones de seguridad, las canalizaciones paralelas de otros servicios deben instalarse a un mínimo de 0,30 m con respecto al diámetro exterior de las tuberías de agua potable y en ningún caso sobre éstas.
- En los trazados paralelos a redes de alcantarillado de aguas servidas se debe tratar de mantener entre las tuberías de ambos sistemas, una distancia libre mínima de 2 m con las excepciones autorizadas por la Autoridad Competente.
- En los cruces de ambos sistemas las tuberías de agua potable se deben colocar sobre las de alcantarillado, con una distancia libre mínima de 0,30 m con las excepciones autorizadas por la Autoridad Competente.
- En los casos en que no pueda cumplirse con lo estipulado en 7.6.4 se deben adoptar las precauciones sanitarias que el caso requiera.
- Se aceptan ramales ciegos sólo en caso de pasajes con un solo acceso o al final de urbanizaciones.
- Todas las válvulas se deben colocar dentro de cámaras.

3.5 Manual de diseño de APRs de la DOH

3.5.1 General

Este manual establece las disposiciones generales y específicas para la elaboración de proyectos de sistemas de APR. No aplica a proyectos de instalaciones particulares de agua potable (DOH, 2019).

Como referencias menciona las siguientes:

- NCH691 Agua potable-Conducción, regulación y distribución.

- NCH1104 Ingeniería sanitaria- Presentación y contenido de proyectos de sistema de agua potable y alcantarillado.
- NCH2836 Agua Potable – Sistema de Arranque Especificaciones. Normas de Diseño APR SENDOS 1984.
- Estanques Tipo Resolución DOH EX. N°4493 de 28 de junio 2011. Resolución DOH EX. N°7020 de 11 de noviembre 2015.
- Informe Criterios De Diseño De Sistemas De Agua Potable Rural 2019.
- Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural, Organización Panamericana de la salud (OPS) y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 2004
- Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA) D.S. MOP N°50 de 2003
- Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquido. DTO-160 07-Jul-2009 Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

3.5.2 Terminología

El manual define los siguientes conceptos:

- a) Autoridad competente: Autoridad Estatal que tiene competencia en el ámbito del diseño, la construcción, la regulación o la fiscalización de las instalaciones y obras pertinentes a los servicios, de acuerdo con su ámbito de acción, cuando corresponda. Se entenderá por aquella que está definido por la ley o reglamentación para definir o aprobar actividades, proyectos o dar las autorizaciones que se señalen en el presente documento. Para efectos de aprobación técnica de los proyectos de Agua Potable Rural, se entiende por organismo competente a la Dirección de Obras Hidráulicas Regional, Subdirección de Agua Potable Rural o aquella entidad que haya sido definida como Unidad Técnica del proyecto.
- b) Localidad Urbana: Localidades que se encuentran dentro de áreas urbanas de acuerdo a los Planes Reguladores Comunales.
- c) Localidad Rural: Localidades que se encuentran fuera de áreas urbanas de acuerdo a los Planes Reguladores Comunales.
- d) Localidad de Interés Turístico: Localidad con características turísticas, que se ve influenciada por aumento de población en temporadas turísticas.
- e) Sistema Concentrado: Corresponden a sistemas de abastecimiento para atender localidades periurbanas o rurales que poseen una densidad mínima de 15 viviendas por kilómetro de red.
- f) Sistema Semi Concentrado: Corresponden a sistemas de abastecimiento para atender localidades rurales que poseen densidad mínima de 8 viviendas por kilómetro de red.
- g) Sistema Disperso: Corresponde a localidades rurales que poseen densidad inferior a 8 viviendas por kilómetro de red.

- h) Anteproyecto: Descripción del problema, así como también de sus antecedentes. Además, incluye las bases de diseño, el análisis de las alternativas y la solución propuesta, la que debe quedar pre – dimensionada en todos sus aspectos.
- i) Proyecto: Conjunto de elementos que, debidamente fundamentados en datos de elaboración técnica y económica, son necesarios y suficientes para la ejecución de una determinada obra.
- j) Caudal: Volumen de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo.
- k) Conducción: Transporte de agua por medio de tuberías o canalizaciones.
- l) Consumo anual: Volumen de agua que se consume durante un año, medido a la salida del estanque de regulación.
- m) Consumo diario: Volumen de agua que se consume durante 24 h, medido a la salida del estanque de regulación.
- n) Consumo medio diario: Resultado de dividir el consumo anual por 365.
- o) Consumo máximo diario: Volumen de agua que se consume en el día de máximo consumo del mes de máximo consumo, medido a la salida del estanque de regulación.
- p) Consumo máximo horario: Volumen de agua que se consume en la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, medido a la salida del estanque de regulación.
- q) Consumo mensual: Volumen de agua que se consume durante un mes, medido a la salida del estanque de regulación.
- r) Consumo medio mensual: Resultado de dividir el consumo anual por 12.
- s) Consumo máximo mensual: Volumen de agua que se consume en el mes de mayor consumo en un periodo de uno o dos años.
- t) Cuartel: Sector de la red de distribución en que puede suspenderse temporalmente el suministro de agua potable, sin afectar el suministro general.
- u) Desagüe: instalación que permite la evacuación controlada de agua.
- v) Distribución: Transporte de agua potable por tuberías a las cuales pueden conectarse los servicios domiciliarios.
- w) Edificio: Toda construcción destinada a la habitación o en la cual una o más personas pueden desarrollar cualquier labor, transitoria o permanente.
- x) Estanque de regulación: Unidad de almacenamiento de agua potable en un sistema de agua potable, que puede ser elevado, semienterrado o enterrado dependiendo de los requerimientos del proyecto.
- y) Regulación: Volumen de compensación entre caudales producidos y consumidos.

3.5.3 Anteproyecto

A nivel de anteproyecto el manual establece las siguientes actividades para realizar en terreno:

- a) Antecedentes generales de la localidad como información del lugar, aspectos del medio físico, clima y meteorología, geomorfología, catastro de infraestructura existente de agua potable rural, catastro de viviendas, proyectos en desarrollo por parte de otros servicios

- b) Fuentes de abastecimiento como aguas superficiales, aguas subterráneas u otros tipos de abastecimiento
- c) Selección de bomba
- d) Análisis de cantidad y calidad de agua
- e) Levantamiento topográfico
- f) Materialización de puntos de referencia (monolitos para topografía)
- g) Pozos de reconocimiento

3.5.4 Bases de cálculo

En cuanto a las bases para el cálculo, el manual establece lo siguiente:

El dimensionamiento total o parcial del sistema de agua potable se debe efectuar teniendo en consideración los conceptos, estadísticas y los coeficientes que se indican a continuación:

- a) Proyección de Demanda y periodo de diseño Para determinar la demanda y la proyección para el periodo de diseño, se deben definir los siguientes parámetros:
 - Densidad de habitantes (Hab/vivienda)
 - Población Base
 - Tasa de crecimiento
- b) Densidad de Habitantes De acuerdo al levantamiento de información en terreno, se procederá a calcular la densidad real de la localidad, que será determinada de acuerdo a las viviendas encuestadas. Los valores de terreno deben ser contrastados con algún medio oficial como análisis censal e información existente en el municipio respectivo.

$$Densidad\ real = \frac{Número\ de\ habitantes\ (encuesta)}{Número\ de\ viviendas\ encuestadas}$$

Donde:

Número de habitantes: Sumatoria de habitantes encuestados en cada vivienda.

Número de viviendas encuestadas: Sumatoria de viviendas encuestadas.

Una vez determinada la densidad real se debe aproximar la densidad al entero superior, la cual será la densidad adoptada. Excepcionalmente, en caso de que por razones debidamente fundamentadas no se obtenga información respecto a la cantidad de habitantes o bien el levantamiento de información en terreno no sea representativo con la totalidad de la comunidad, se adoptará una densidad máxima de 4 hab/ vivienda.

Para el caso en que la localidad en estudio se trate de una localidad pequeña o aislada, en la cual se presuma que la densidad es inferior a 4 hab/vivienda, se aplicará el promedio comunal para la población rural, obtenido de la información censal vigente.

- i) Cálculo de Población Para determinar la población futura a servir, se procederá primero a calcular la población actual, la que se determinará de la siguiente forma:

Población Actual

$$Población\ actual = N^{\circ}\ viviendas * Densidad\ adoptada + Población\ Escolar + Población\ Turística$$

Donde:

N° de Viviendas: Sumatoria de viviendas a considerar en el proyecto. Estas deben ser como mínimo las viviendas construidas.

Población Escolar: En las localidades en que se cuenta con establecimientos educacionales, se considera el 35% del alumnado total, como número de habitantes adicionales a la población actual. En caso de internado este porcentaje será 85%.

Población Turística: En las localidades de interés turístico, debe estimarse de manera fundamentada la población, de acuerdo a los antecedentes de consumo del sistema existente y/o de los municipios. En caso de no disponer de antecedentes, estimar con antecedentes de alguna localidad de la comuna o cercana de características turísticas similares.

- c) Tasa de crecimiento: En caso de que considere el mejoramiento de un Sistema de Agua Potable Rural o bien que se encuentre información catastrada de periodos anteriores en la localidad, se debe realizar un análisis en base al crecimiento real de la población conectada al sistema existente, el que se determinará de acuerdo a la fórmula de tasa de crecimiento geométrico:

$$Tasa\ de\ crecimiento = \left(\left(\frac{P_{actual}}{P_{previo}} \right)^{\frac{1}{Año_{actual} - Año_{previo}}} - 1 \right) * 100\%$$

Donde:

P_{actual} = N° viviendas x densidad adoptada + población escolar + población turística

$Año_{actual}$ = Año del estudio en ejecución

P_{previo} = Población existente en estudio anterior

Año previo = Año en que se realizó estudio anterior

La tasa de crecimiento calculada se debe respaldar con información documentada a fin de dar veracidad al cálculo realizado. Se hace presente que el proyectista podrá establecer una Tasa de Crecimiento distinta, en base a consideraciones de tipo económico y turístico debidamente fundamentadas. En caso de que no se posea información previa catastrada, o no pueda fundamentarse una tasa de crecimiento para el proyecto, se deberá adoptar la tasa de crecimiento de acuerdo a la zona, la que se presenta a continuación.

Tabla 3. Tasa de crecimiento poblacional según zona del país.

Zona Central (desde región de Valparaíso a región de Ñuble)	Otras zonas
3%	4%

- e) Población proyectada Para determinar la Población a proyectar en el estudio, primero se debe calcular la Población Base de la localidad. La que se determina proyectando la población actual a 3 años (tiempo estimado que ocurre entre que se termina el diseño y se realiza la ejecución del Sistema). Las proyecciones de crecimiento se adoptarán de acuerdo al Modelo de crecimiento Geométrico de la Población

$$Población\ Base = Población\ Actual * (1 + r)^n$$

Donde:

Población Base = Población Inicial a proyectar

Población actual = N° viviendas x densidad adoptada + población escolar + población turística

r = Tasa de crecimiento Anual

n = 3 años, equivalente a los años estimados entre termino de diseño y ejecución de las obras.

Para estimar la demanda de agua potable, se debe estimar previamente la población futura. Para ello se considerará en base a la Población Base con un horizonte de análisis que se extiende por 20 años. Donde el modelo de crecimiento es del Tipo Geométrico:

$$Población\ Futura = Población\ Base * (1 + r)^n$$

Donde:

Población Base = Población Inicial a proyectar

Población Futura = Población Determinada al año n

r = Tasa de crecimiento Anual

n = Número de años

Para las localidades de interés turístico, debe estimarse la población turística de manera fundamentada, con los antecedentes.

- f) Dotación: para el caso de sistemas existentes se deben emplear las estadísticas de consumo de los últimos 12 meses para el cálculo de la dotación media. Los nuevos sistemas pueden dimensionarse mediante la utilización de las estadísticas existentes de localidades con similares características geográficas, socioeconómicas y poblacionales, previa justificación por parte del consultor. En caso de no disponer de información se adoptará la dotación de acuerdo a los parámetros indicados en el cuadro que se muestra a continuación. No obstante, el proyectista deberá justificar la dotación adoptada.

Tabla 4. Rangos de dotación para sistemas sin estadísticas de consumo.

Tipo dotación	Dotación mínima (L/hab/día)	Dotación máxima (L/hab/día)
Dotación actividades de subsistencia (*)	20	30
Dotación consumo familiar	120	150

(*) Esta dotación corresponde a pequeñas actividades comerciales o artesanales. (ej: riego de pequeñas huertas, agua para animales). El Consultor podrá estimar esta dotación, considerando siempre la optimización del recurso (ej: riego tecnificado).

- g) Cobertura: corresponde al valor en porcentaje de la población que es abastecida con respecto a la población total.
- h) Aguas no contabilizadas (A.N.C): estas incluyen las pérdidas de agua en las instalaciones, las imprecisiones en la medición, los consumos operacionales, robo de agua.

El valor de las aguas no contabilizadas se obtiene por la diferencia entre el volumen de agua producido y el volumen de agua facturado por el sistema. Se expresa en porcentaje con respecto al volumen de agua producido. En el caso de no contar con información estadística o bien para sistemas nuevos se considerará un porcentaje de 20%. En casos de tratamientos que generen pérdidas de agua, podrá considerarse un aumento del porcentaje con la debida justificación.

3.5.5 Coeficientes y fórmulas

Definiciones:

- a) Coeficiente del mes de máximo consumo (C.M.M.C): Es el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual
- b) Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C): Es el cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo.
- c) Factor del día de máximo consumo (F.D.M.C.): Corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (C.M.M.C.) y el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C).
- d) Factor de la hora de máximo consumo (F.H.M.C): Es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. Para sistemas existentes a los cuales se está realizando estudio se deben emplear las estadísticas de consumo de los últimos 12 meses que maneja el sistema. En base a la información obtenida se debe calcular el F.D.M.C. y F.H.M.C. real que será el que se adoptará para el estudio. En caso de no disponer de información se debe establecer valores referenciales, por lo que se adoptará 1,5 para el Factor del día de máximo consumo y factor 1,5 para el Factor de la hora de máximo consumo.
- e) dotaciones:

Dotación de consumo (D.C.): Cociente entre el volumen facturado anualmente y el promedio de la población abastecida en el año multiplicado por 365.

$$D_c = \frac{VFA}{PobA * 365}$$

Donde:

D_c = dotación de consumo, expresada en litros por habitante y por día (L/hab-día)

VFA = volumen de agua facturado anualmente, expresado en litros (L)

PobA = población promedio abastecida en el año, expresada en habitantes (hab).

Dotación de producción (D.p.) = Cociente entre el volumen de agua producido anualmente, medido a la salida del sistema de producción y el promedio de la población abastecida en el año publicado por 365.

$$D_p = \frac{VPA}{PobA * 365} = \frac{D_c}{[1 - \frac{ANC}{100}]}$$

Donde:

D_p = dotación de producción, expresada en litros por habitante y por día (L/hab-día)

VPA = volumen de agua producido anualmente, medido a la salida del sistema de producción, expresado en litros (L)

$PobA$ = población promedio abastecida en el año, expresada en habitantes (hab).

ANC = aguas no contabilizadas, expresado en porcentaje (%)

f) Caudales:

i. Caudal medio diario de agua potable (Q_{md}). Queda determinado por la relación:

$$Q_{md} = \frac{Pob * D_p * Cob}{86.400 * 100} \text{ (L/s)}$$

En que:

Pob . = Población total (hab)

D_p = Dotación de producción anual (L/hab/día)

Cob = cobertura anual (en porcentaje).

ii) Caudal máximo diario ($Q_{máxd}$): queda determinado por la relación:

$$Q_{máxd} = FDMC * Q_{md}$$

En que:

$FDMC$ = Factor del día de máximo consumo

Q_{md} = Caudal medio diario de agua potable (L/s).

iii) Caudal máximo horario ($Q_{máxh}$): queda determinado por la relación:

$$Q_{máxh} = FHMC * Q_{máxd} \text{ (L/s)}$$

En que:

$FHMC$ = Factor de la hora de máximo consumo

$Q_{máxd}$ = Caudal máximo diario de agua potable (L/s).

3.5.6 Otros aspectos

a) En cuanto a las conducciones, el manual establece lo siguiente:

- i. Conducción primaria: es entre fuentes de abastecimiento y elementos de regulación. Ésta se debe calcular considerando el volumen diario de agua para el día de máximo consumo previsto. En el caso de impulsión se deberá verificar el efecto de transientes por partida y parada de equipo.
- ii. Conducción secundaria: es entre elementos de regulación y red de distribución. Se debe calcular para el consumo máximo horario previsto y verificarse el consumo del día de máximo consumo más el volumen de incendio cuando corresponda.
- iii. El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6m/s y máxima de 3m/s. El diámetro mínimo de la línea de conducción es de ¾ de pulgada.

b) En cuanto a la regulación y almacenamiento, el manual indica lo siguiente:

Los sistemas de agua potable deben incluir estanques de regulación para efectuar la compensación entre la producción máxima diaria y el consumo máximo diario y disponer de reserva.

El volumen de regulación se determina en base de las curvas de conducción primaria y de consumo, correspondiente al día de máximo consumo. En caso de no contar con estadística, se debe considerar el 20% del volumen del día de máximo consumo.

Solo se considerará volumen de incendio para las localidades que se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Consideraciones para volumen de incendio según tipo de sistema.

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Todas las localidades de estas características	Sólo las que posean más de 400 viviendas	No se considerará volumen de incendio para localidades de estas características

El volumen de incendio se determinará de acuerdo con la demanda y duración del siniestro. Para Sistemas del Segmento Mayor deberá calcularse de acuerdo a lo señalado en la NCh 691 of 2015 o aquella que la reemplace en el futuro.

Para Sistemas del Segmento Medio, cuando el volumen de incendio, calculado en base a 2 h de siniestro, supere el volumen de regulación, considerar 1 h; en cualquier caso, el volumen del estanque debe ser como mínimo 60 m3.

Para Sistemas del Segmento Menor, se instalará válvula de emergencia a la salida de estanque con conexión Storz, como medida de emergencia. En caso de que el acceso al estanque sea difícil para la conexión, considerar instalarla en la matriz.

En cuanto al volumen de estanque señala que éste se debe determinar tomando el valor resultante del volumen de regulación o bien la inclusión de volumen de incendio cuando corresponda:

a) Sistemas Segmento Mayor y Segmento Medio: $V_{regulación} + V_{incendio}$

b) Sistemas Segmento Menor: $V_{regulación}$

Además, indica que los estanques podrán ser elevados o semienterrados, de acuerdo a consideraciones técnicas y la topografía del terreno. Deberá evaluarse siempre la opción de estanque semienterrado con sistema de presurización. Se podrán utilizar estanques tipo, de acuerdo a las resoluciones DOH EX. N°4493 de 28 de junio 2011 y Resolución DOH EX. N°7020 de 11 de noviembre 2015. En la Tabla 6 se indican, en gris, los volúmenes de estanques desarrollados en dichas resoluciones:

Tabla 6. Volúmenes y materialidad de estanques tipo desarrollados, en gris.

Volumen (m3)	Hormigón armado semienterrado	Hormigón armado elevado H: 25 metros	Metálico elevado H: 15 metros	Metálico elevado H: 20 metros	Metálico elevado H: 25 metros
15					
20					
25					
30					
40					
50					
75					
100					
200					

En zonas costeras, se recomienda utilizar de preferencia estanques de Hormigón Armado.

En caso de que el tratamiento considere filtración, se debe verificar que el volumen del estanque permita realizar retro- lavado, así como la altura del estanque para esta actividad del equipo y si es necesario un equipo de elevación para este fin.

Para volúmenes inferiores a 15 m3, se podrán usar estanques prefabricados de materiales plásticos u otros, debidamente autorizados por la Autoridad Sanitaria.

Para estanques elevados se recomienda considerar radio de seguridad equivalente a la altura de la torre más la cuba, en donde no podrán existir viviendas. De todas formas, deberá considerarse como mínimo un radio de seguridad equivalente a la mitad de la altura de la torre más la cuba.

- c) Respecto a la distribución, se menciona lo siguiente:
- i. Generalidades Las redes deben diseñarse para la condición de máximo caudal entre el consumo máximo horario y el consumo máximo diario más demanda de incendio (cuando aplique), el que será considerado a los 20 años del estudio.
Para determinar la proyección de demanda de la localidad, se debe realizar la modelación a través de un software computacional, en la cual se debe lograr apreciar cómo mínimo Presiones, Caudales, Velocidades de flujo, Demanda. Donde se debe modelar para las siguientes situaciones del sistema:
 - Situación Estática.
 - Situación Dinámica año 20.
 - Situación Dinámica año 20 + incendio cuando corresponda.
 - ii. Presiones de servicio Las presiones de trabajo deberán ser tales que no excedan las máximas de trabajo del material de las cañerías utilizadas. El rango de variaciones de la presión en la red será:

Tabla 7. Presiones mínima y máxima admisibles en una red.

Presión de trabajo mínima (dinámica)	Presión de trabajo máxima (estática)
15 m.c.a.	70 m.c.a.

En el caso de uso de grifos, la presión mínima en la red a nivel de terreno debe ser igual o mayor a 5 m.c.a., para el caso de verificación de la red con caudal máximo diario más demanda de incendio, si corresponde.

d) Sobre válvulas y grifos, señala que se deberá considerar un acuartelamiento del área servida, utilizando válvulas de corte. Se consideran válvulas de corte a ambos lados en atravesos de la red en rutas pertenecientes a la Dirección de Vialidad. Se debe considerar válvulas de desagüe en los puntos más bajos de la red. Las distancias entre los grifos y puntos de incendio serán los siguientes:

- Para sistemas del Segmento Mayor deberá tenerse presente lo señalado en la Norma NCh 691/98 o la que lo reemplace en el futuro.
- Para sistemas del Segmento Medio, se deberá instalar como mínimo un grifo cada 50 viviendas teniendo presente que la casa más lejana no podrá quedar a más de 1.000 metros del grifo más cercano.
- Sistemas del Segmento Menor, no considerarán grifos en la red.

e) Respecto de los diámetros mínimos indica que, para sistemas del Segmento Mayor, se aplicará lo señalado en la NCh 691 of 98 o la norma que la reemplace en el futuro. Para el resto de los sistemas, el diámetro nominal mínimo de las tuberías debe ser de 75 mm. No obstante, para pasajes y/o ramales puede aceptarse diámetro nominal de 63 mm. Las tuberías que alimenten grifos deben tener un diámetro nominal mínimo de 100 mm desde el punto de alimentación.

f) En cuanto a materiales para impulsiones y/o conducciones expuestas a la intemperie: deberá utilizarse Acero galvanizado, Acero al carbono o HDPE. El material de la tubería de la red de distribución deberá ser de PVC o HDPE, el cual debe cumplir con calidades mínima de Clase 10 o Presión Nominal 10, según corresponda. Los materiales deben cumplir las normas chilenas aplicables, o en ausencia de éstas, con las especificaciones técnicas del proyecto. Los grifos deben ser fabricados de acuerdo a las normas chilenas aplicables. Las válvulas deberán ser de cierre elastomérico. Los materiales deben contar con Certificación de Calidad de Producto y estar autorizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, o el organismo que la reemplace.

g) Sobre el trazado indica que la profundidad mínima de la red de agua potable debe ser 1,0 m, medida sobre la clave de la tubería. Por razones de seguridad, las canalizaciones paralelas de otros servicios deben instalarse a un mínimo de 0,30 m con respecto al diámetro exterior de las tuberías de agua potable y en ningún caso sobre éstas.

En los trazados paralelos a redes de alcantarillado de aguas servidas se debe tratar de mantener entre las tuberías de ambos sistemas, una distancia libre mínima de 2 m con las excepciones autorizadas por la Autoridad Competente. En los cruces de ambos sistemas las tuberías de agua potable se deben colocar sobre las de alcantarillado, con una distancia libre mínima de 0,30 m. En los casos en que no se pueda cumplir con lo estipulado anteriormente, se deberán adoptar precauciones sanitarias en el

caso que se requiera. Se aceptan ramales ciegos solo en caso de pasajes con un solo acceso o al final de urbanizaciones.

h) Sobre las cámaras señala lo siguiente: en rutas pertenecientes a la Dirección de Vialidad las cámaras deberán ser fabricadas de acuerdo a las exigencias de la Dirección de Vialidad. En caminos vecinales las válvulas podrán ser instaladas con sistema guarda – llave y loseta de un mínimo de 0,3 x 0,3 m o en cámaras prefabricadas, fabricadas con bloques de hormigón, ladrillo y/o Hormigón Armado. En caso de instalación de grifos, cuando corresponda, se deberá instalar una cámara de válvula.

i) Respecto de las conexiones domiciliarias indica que los arranques deben diseñarse de acuerdo a los planos tipo de la DOH. Se proyectarán en cañería de cobre, HDPE o PVC, que cumpla con las normas de fabricación para cañerías de agua potable. El diámetro mínimo de la tubería en la instalación domiciliaria será de 19 mm o hidráulicamente equivalente, salvo justificación técnica de lo contrario. En edificios públicos como postas, colegios y otros deberá seleccionarse el diámetro conforme a lo que resulte del cálculo de la instalación domiciliaria interior. En el proyecto se indicará la longitud media. Asimismo, podrán utilizarse otros materiales en casos justificados.

Finalmente señala que los medidores serán ubicados preferentemente en la línea de cierre o a una distancia máxima de 1 m dentro del sitio del beneficiario. Para mantener uniformidad en las instalaciones, el diseño se hará conforme al plano tipo de la DOH.

4. Sistemas de APR estudiados

El trabajo en los sistemas de APR de la provincia de Limarí se enmarca en un proyecto que busca brindar el apoyo técnico necesario para suplir las necesidades de mejora tan importantes y urgentes de los habitantes de estas localidades rurales. El proyecto cuenta con la coordinación con la Asociación Gremial de APRs de la provincia de Limarí, la cual define, de acuerdo a las necesidades e intereses manifestados, los sistemas de APR a estudiar.

Bajo esta lógica, se definió para este trabajo el estudio de los sistemas de APR Villaseca y San Julián, ubicados en la comuna de Ovalle.

En lo que sigue se describen esos APRs. Para esto se realizaron visitas a terreno, las que ocurrieron en las siguientes fechas:

- Semana del 25 de julio de 2022

- Semana del 22 de agosto de 2022

En ambos casos se la permanencia fue por la semana, lo cual permitió levantar información y volver para verificaciones y retroalimentaciones necesarias, por parte de los dirigentes de los APRs y sus trabajadores.

Adicionalmente, en forma previa a las actividades, se levantó información utilizando una encuesta dirigida a los APRs, mediante la cual manifestaron la importancia o relevancia que tienen para ellos los aspectos mencionados en dicha encuesta. Estos documentos se entregan en Anexo 9.2.

Además de lo anterior se realizaron múltiples consultas telefónicas y reuniones por Zoom, tanto con operadores, secretaria y dirigentes, todo tendiente a contar con la información requerida para este trabajo, que permitiera dar soporte al desarrollo de este estudio.

Además de las visitas mencionadas, que fueron para levantar información de terreno, se realizaron otras visitas a la zona, una en febrero y dos en mayo de 2023. Siendo estas últimas visitas para corroborar información y compartir con dirigentes y operadores, los resultados de los estudios realizados.

4.1 APR Villaseca

4.1.1 Localidad de Villaseca

La localidad rural de Villaseca se encuentra a unos 4 kilómetros al oriente de la ciudad de Ovalle. Tiene una población estimada de 1.132 habitantes al año 2020 (DGA). Cuenta con dos escuelas, además de un jardín infantil.

Las escuelas son Valentín Letelier, ubicada en la propia Villaseca con 153 alumnos; la escuela G 176 de Canelilla Alta con 4 alumnos. En tanto que el jardín infantil se llama “Los Cariñositos” y con una matrícula de 7 niñas y niños.

Sus habitantes se dedican principalmente a la agricultura, y en menor medida a la ganadería.

4.1.2 Directiva y operación

El comité de Agua Potable Rural Villaseca fue fundado en el año 1987. Cuenta con una directiva compuesta por presidente, tesorero, secretaria y directores. En cuanto a la administración del funcionamiento, cuenta con secretaria administrativa, secretaria recaudadora y tres operadores, que se ocupan de la red de agua potable y la planta de tratamiento de aguas servidas. A continuación, se detalla el nombre de las personas que se encuentran actualmente en cada uno de los cargos mencionados.

- Presidente Sr. José Alfonso Palta Maluenda
- Tesorero Sr. Luis Ernesto Tello Adones
- Secretaria Sra. Bertina Margot Fernández Cuello
- Director Sr. Sergio Michea Suárez
- Directora Sra. Amalia Cristina Barrraza Cortés
- Directora Sra. Magdalena Torrejón Balcázar

Esta directiva fue elegida el 5 de diciembre de 2021, y su vigencia es hasta 2024, por tres años.

Además, prestan servicios para el APR las siguientes personas:

- Secretaria administrativa Sra. Angélica Patricia Sena Roco
- Secretaria recaudadora Srta. María Eugenia Ardiles Vergara
- Operador de agua potable Sr. Valentín del Rosario Rojas González
- Operador de agua potable Sr. Roberto Carlos Cisternas Castillo
- Operador Planta de tratamiento de Aguas servidas Sr. Lorenzo del Carmen Acuña Marambio

4.1.3 Descripción del sistema

Actualmente, el sistema atiende un total de 581 arranques, cantidad en constante crecimiento debido a la instalación de nuevas viviendas en el sector, las que reciben el suministro a través de una red construida inicialmente en 1987, mayoritariamente en PVC de 63mm de diámetro, con algunos tramos en HDPE.

Para el suministro de agua potable a sus clientes, el sistema cuenta con dos pozos de extracción, dos plantas de potabilización, dos bombas re - elevadoras y cinco estanques de almacenamiento conectados a dos redes de abastecimiento.

En la Tabla 8 se muestran las coordenadas y cotas de los elementos relevantes del sistema de producción de agua potable. Estos datos fueron tomados con GPS Garmin GPSmap 60CSx.

Tabla 8. Coordenadas geográficas de puntos relevantes de la red

Elemento	Coordenada N	Coordenada E	Altitud msnm
Pozo 1	6617548	293654	265
Pozo 2	6616376	293479	252
Planta P1	6617472	293734	266
Planta P2	6616448	293627	257
Estanque P1	6617180	293748	284
Reelevadora Espinal	6616441	223917	266
Estanque Canelilla Alta	6615850	298225	507
Reelevadora Canelilla Alta	6616143	29603	374
Estanque El Llano	6615720	294959	389
Estanques Los Mellizos	6616140	294040	335

En la Ilustración 1 a continuación, se muestra el *layout* del sistema de producción y almacenamiento del Pozo 1.

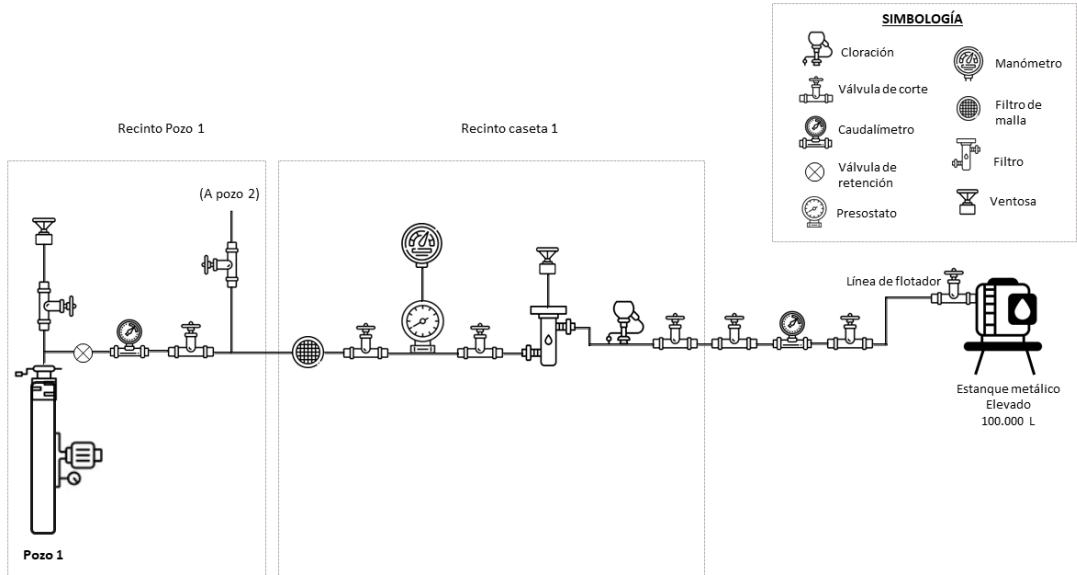


Ilustración 1. Layout sistema pozo 1 APR Villaseca. Elaboración propia.



Ilustración 2. Recinto pozo 1 y elementos al interior.

A continuación, se muestra el *layout* del sistema de producción y almacenamiento del Pozo 2:

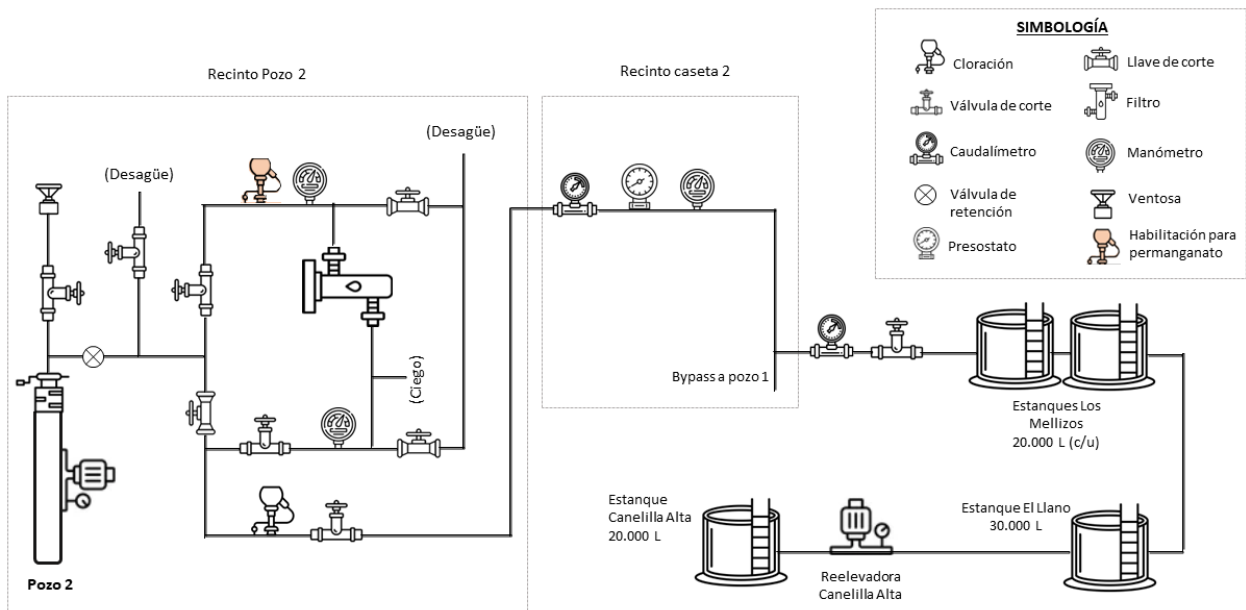


Ilustración 3. Layout sistema pozo 2 APR Villaseca. Elaboración propia.

En la Ilustración 4, extraída de Google Earth, se muestra la ubicación de las fuentes de agua y los estanques:

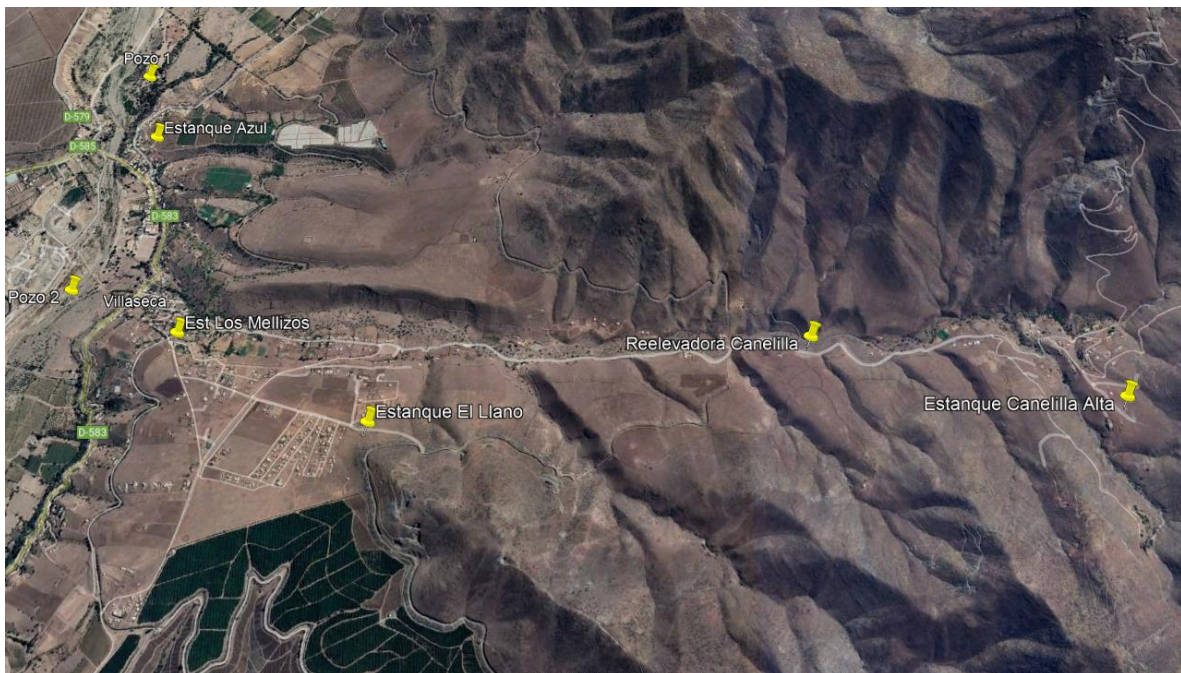


Ilustración 4. Ubicación geográfica fuentes de agua y estanques red Villaseca

En lo que sigue, se describe el sistema de APR.

4.1.3.1 Fuentes de agua

Las fuentes de agua de la localidad consisten en dos pozos profundos, ubicados en el cauce del Río Hurtado, el cual normalmente se encuentra seco, pero cuenta con napa subterránea.

El sistema de extracción de agua consta de los pozos 1 y 2, de 26 y 70 metros de profundidad respectivamente, con el pelo de agua a 3,56 (estático) y 3,86 (dinámico) metros de profundidad en el pozo 1; en el pozo 2, se encuentra a 3,26 (estático) y 6,7 (dinámico) metros de profundidad.

Para cada pozo profundo, se cuenta con bombas de 10 HP, las que funcionan continuamente llenando el estanque, deteniéndose automáticamente (mediante flotador) cada vez que esto se cumple. Desde cada bomba el agua es dirigida hacia la planta potabilizadora respectiva a través de cañerías de PVC, de 110mm y HDPE de 75mm.

Cada pozo cuenta, además, con un caudalímetro para la medición de la producción.

En cuanto a los sectores abastecidos por cada pozo, se presenta el detalle a continuación:

- Pozo 1: Villaseca, Samo Bajo, La Cuca, Villa San Antonio, La Cuca 2.
- Pozo 2: Canelilla Baja, Barrancas, Puntilla, El Espinal, El Llano y Canelilla Alto.

Los sectores señalados se muestran en la Ilustración 5 a continuación:

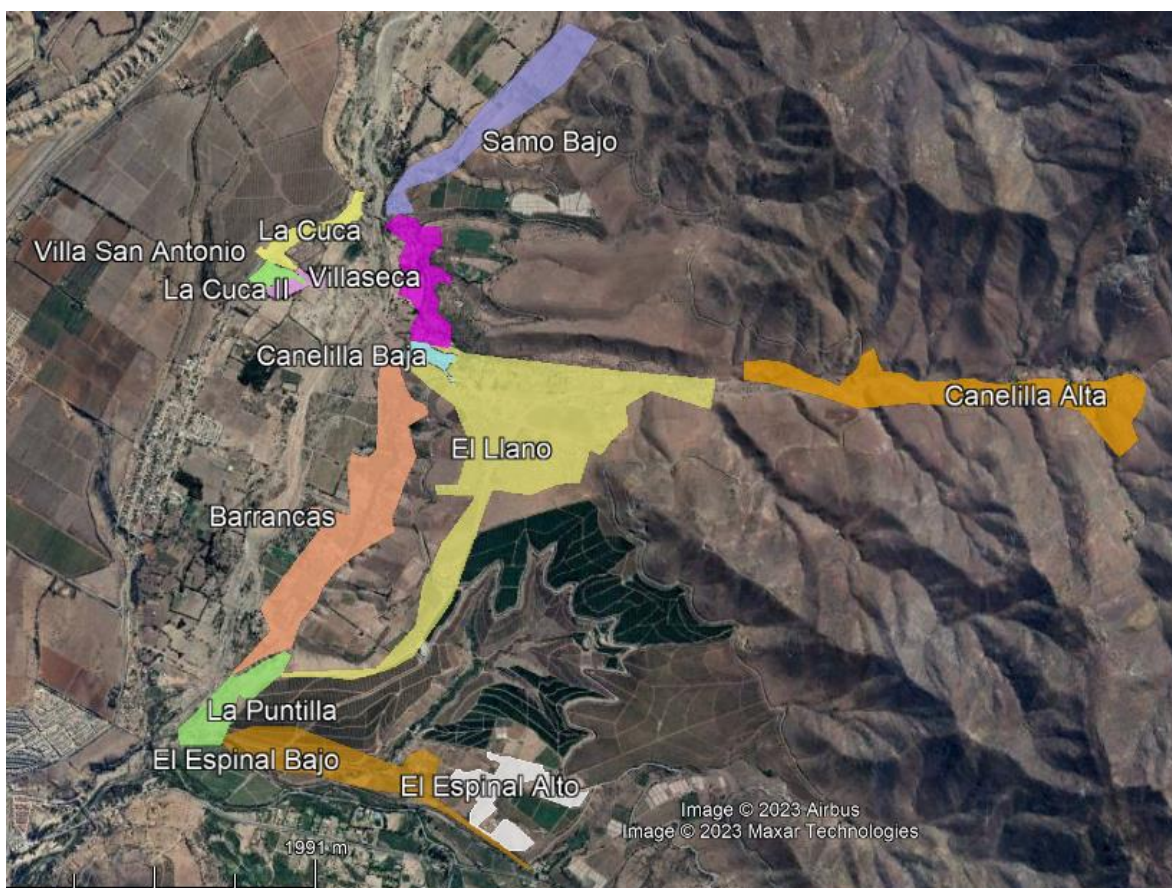


Ilustración 5. Sectores de APR Villaseca. Elaboración propia.

4.1.3.2 Sistema de potabilización

Posterior a la impulsión del agua cruda desde los pozos, y dada su calidad inicial, debe atravesar por sistemas de filtración y cloración, según lo establecido por la norma.

El sistema de filtración se compone de filtros con material particulado que extrae impurezas.

Luego, el último paso de la potabilización consiste en la aplicación de la dosis de cloro requerida por norma, el que se realiza mezclando 800 gramos de cloro granulado en un recipiente de 80 litros, integrando la mezcla al flujo mediante un dosificador calibrado.

4.1.3.3 Sistema de almacenamiento y distribución

Una vez potabilizada, el agua está lista para ser distribuida a través de cañerías que conectan con los sistemas de almacenamiento, que consisten en un estanque elevado de 100.000 litros, a 30 metros de altura para el pozo 1; para el pozo 2, existen dos estanques de 20.000 litros cada uno (Los Mellizos), además de uno de 30.000 litros en El Llano, y otro de 20.000 en Canelilla Alta.

Para el llenado de los estanques del pozo 1 y “Los Mellizos” correspondientes al pozo 2, se utiliza la impulsión inicial de las bombas instaladas en cada pozo, mientras que para el estanque de 30.000 litros se cuenta con planta re - elevadora, como también para el suministro desde este estanque hacia el ubicado en Canelilla Alta.

Desde cada estanque se mide el agua mediante caudalímetros instalados para este propósito, permitiendo identificar el consumo por sector.

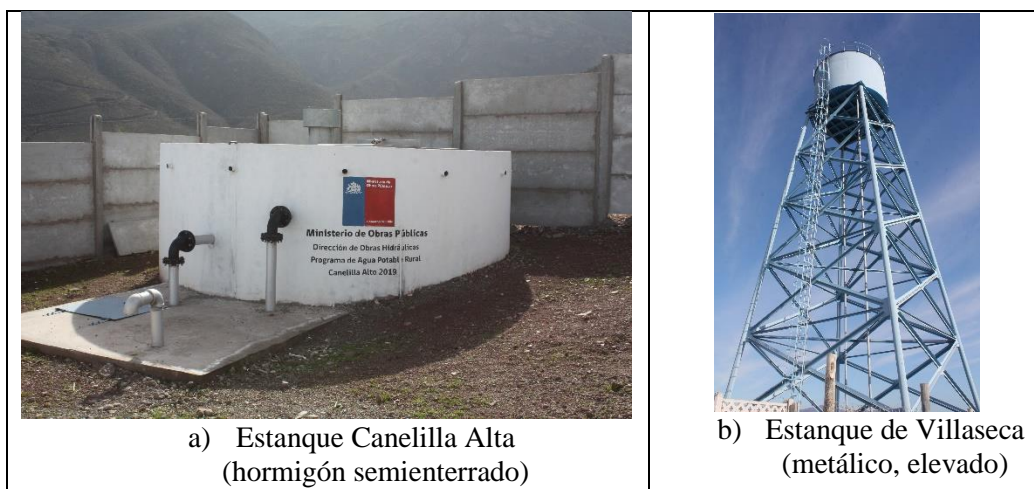


Ilustración 6. Tipos de estanques en sistema APR Villaseca.

4.1.3.4 Operación

Como se ha mencionado, las bombas instaladas en cada pozo funcionan de manera continua, llenando los estanques respectivos, deteniendo su funcionamiento cuando se le indica de manera automática, a través de flotadores ubicados en el interior de cada estanque.

Esto se traduce en un funcionamiento promedio de 8 horas diarias en el pozo 1, aumentando a 12 horas en verano. Para el pozo 2, en verano funciona en promedio 17 horas, mientras que en invierno funciona 11 horas diarias. Como resultado, de acuerdo con los consumos consultados, el caudal de funcionamiento de la bomba para el pozo 1 se estima entre 2,8 y 3,8 litros por segundo, mientras que para el pozo 2, se estima un caudal desde 2,6 hasta 3,8 litros por segundo.

Para el abastecimiento de energía eléctrica, el sistema se encuentra conectado a la red de CGE, contando con tres generadores propios de 20 KVA, ubicados uno en cada pozo y uno en la planta relevadora de el Llano.

4.1.3.5 Cantidad de agua abastecida

Respecto a la disponibilidad de agua en sus fuentes, de acuerdo con los testimonios recogidos, el sistema se sostiene adecuadamente, sin episodios de racionamiento debido a escasez.

Durante las visitas a terreno, se solicitaron los resultados de pruebas de bombeo realizadas en los pozos, información que se presenta a continuación.

Pozo 1

- Prueba de bombeo de gasto variable

Fecha	29 de octubre de 2013
Duración	24 horas
Profundidad de chupador	47 metros
Nivel estático inicial	2,75 metros

Tabla 9. Resultados prueba de bombeo pozo 1.

Caudal (L/s)	Nivel de agua (m)
4,0	7,32
8,0	13,15
12,0	20,42
15,8	31,82

Luego se tomó la recuperación de niveles de agua durante 300 minutos, quedando el pelo de agua a 3,33 m de profundidad.

- Prueba de bombeo de gasto constante

Fecha	30 de octubre de 2013
Caudal	15 L/s
Duración	24 horas
Profundidad de chupador	47 metros
Nivel estático inicial	3,33 metros
Nivel dinámico	30,55 metros

La prueba de gasto constante se finalizó con fecha 01 de noviembre 2013. Posteriormente se tomaron niveles de recuperación durante 840 minutos, quedando el nivel en 2,26 m de profundidad.

4.1.3.6 Calidad del agua

La calidad del agua se mide a través de ensayos de laboratorio, estudiando la presencia de posibles agentes nocivos para la salud.

Se realiza análisis bacteriológico cada dos meses, además de un estudio fisicoquímico anualmente, de manera separada para cada pozo. Adicionalmente, se mide la concentración de cloro presente en

la red, mostrando hasta el momento, para todos los parámetros, resultados de acuerdo con la norma chilena NCh409, que regula la calidad de agua exigida en el agua potable en el país.

La empresa Biodiversa realiza los ensayos anteriormente mencionados, mientras que los operadores toman muestras diariamente del nivel de cloro.

4.1.3.7 Continuidad del suministro

Según la metodología de recolección de información, se consultó a los funcionarios del APR acerca de posibles episodios de corte y/o racionamiento del suministro, donde se mencionan cortes solamente durante episodios de problemas en alguno de los sistemas de la red (usualmente roturas).

A continuación, se detalla el esquema tarifario vigente en el sistema de APR Villaseca.

Tabla 10. Esquema tarifario vigente APR Villaseca.

M3 consumidos por arranque	Valor de m3 en pesos
1 a 10	550
11 a 20	600
21 a 30	1.500
31 a 40	2.000
41 a 50	2.500
51 a 60	3.000
Desde 61	3.500

4.2 APR San Julián

4.2.1 Localidad de San Julián

La localidad de San Julián se ubica a 15 kilómetros. al poniente de la ciudad de Ovalle, y cuenta con 277 arranques.

De acuerdo con la bibliografía general, el promedio de habitantes por vivienda, en este caso por arranque, es de 3,1 personas; por lo que se puede estimar que actualmente la población de San Julián alcanzaría a unas 704 personas. De acuerdo con los testimonios recogidos, las personas de la localidad se dedican a la agricultura, y salen a trabajar a las compañías mineras.

Como infraestructura pública cuentan con una escuela pública básica, estación médico rural, sede comunitaria, capilla católica y dos evangélicas.

El sistema de producción y distribución de agua potable es uno solo y no tienen sistema de alcantarillado. Existen fosas particulares y un camión que las limpia.

4.2.2 Directiva y operación

La directiva del APR está compuesta por las siguientes personas:

- Presidenta Sra. Ismenia Angélica Ramírez Alvarado
- Tesorero Sr. Esteban Segundo Robles Castro
- Secretaria Sra. Blanca Aída Ramírez Zúñiga
- Director Sr. Ibar Perines Rojas
- Director Sr. Luis Roberto Díaz Alvarado
- Director Sra. Cristina Angélica Lizardi Acuña

Esta directiva fue electa el 29 de abril de 2022 y su vigencia es hasta 2025. Además, prestan servicios para el APR las siguientes personas:

- Secretaria administrativa Sra. Ximena del Pilar Elgueta Gutiérrez
- Operador de agua potable Sr. Drago Héctor Barraza Valdés

4.2.3 Descripción del sistema

El sistema comienza en recinto ubicado en la parte baja del valle, hacia el cauce del río. En este recinto se encuentra:

- El pozo de donde se extrae el agua
- La planta de tratamiento para producir el agua potable
- La planta re – elevadora que impulsa el agua hacia los estanques.

En la Ilustración 7 se muestra la instalación del pozo:



Ilustración 7. Pozo en funcionamiento, APR San Julián.

Y en la Ilustración 8, se presentan algunas componentes de las instalaciones del recinto de producción, tratamiento y re elevación del agua.



Ilustración 8. Recinto pozo-sistema tratamiento y sentina APR San Julián.

El sistema de producción comienza con un pozo profundo, de 50 mts., el cual está operativo con su bomba, continúa con el tratamiento del agua mediante filtración y cloración y sigue hacia una planta re – elevadora que la envía hacia los estanques. En el mismo recinto de producción y tratamiento se encuentra un generador; pero que no está operativo.

Hay otro pozo embancado, de 32 m., y que está embancado hasta los 8 m., y por lo tanto inutilizado.

Existen dos bombas, una en el pozo operativo, y otra en planta re elevadora, la cual se ubica en el mismo recinto del pozo, que impulsa 5 litros por segundo hacia dos estanques, uno de 70.000 y otro de 100.000 litros y que se detiene cuando estos se llenan.

No cuentan con pozómetro para medir los niveles freáticos, y no lo miden. Estiman que el espejo de agua está aproximadamente a 4 metros y la bomba está a 14 tubos (cada tubo tiene una longitud de 3 metros), es decir, a 42 metros. Por lo tanto, no tienen registros digitales de medición de niveles freáticos del pozo.

Tampoco cuentan con registros de pruebas de bombeo, por lo cual se desconoce la capacidad del pozo.

La bomba trabaja desde las 23 horas en adelante, y se detiene automáticamente. Usan energía trifásica y no tienen registros del gasto de energía de la bomba, sólo la lectura del tablero eléctrico.

En la Ilustración 9, se muestra el *layout* de los sistemas de producción, tratamiento y almacenamiento del agua.

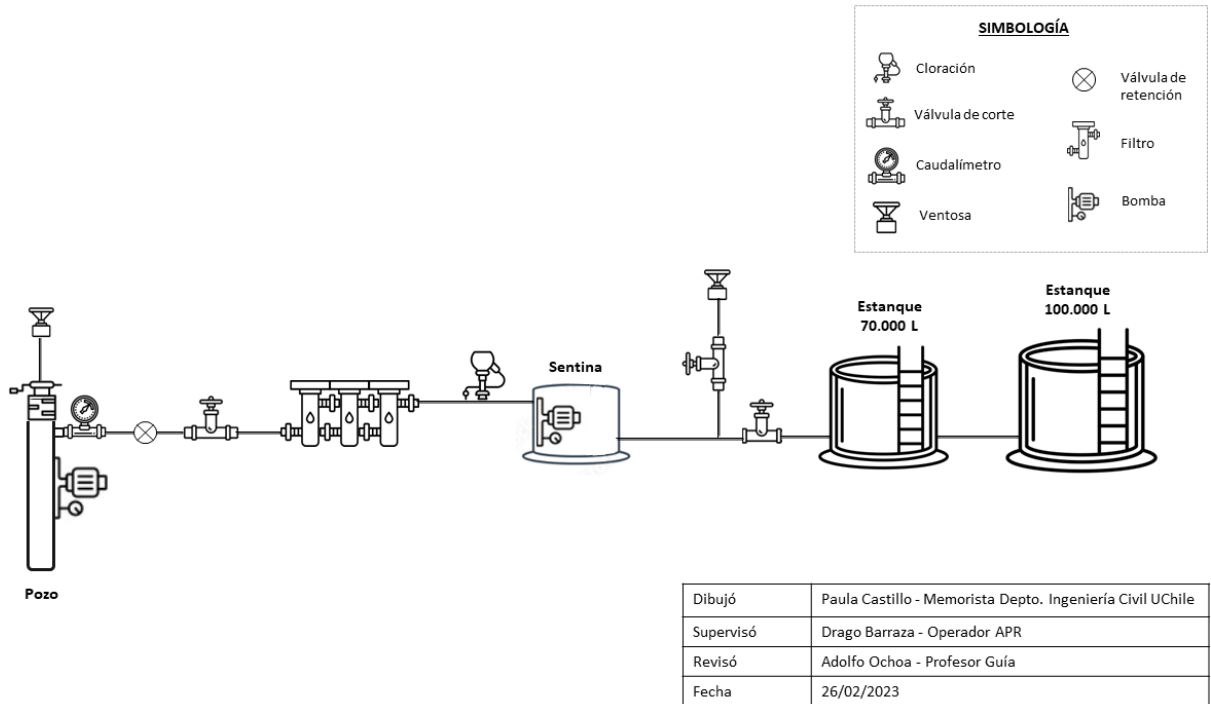


Ilustración 9. Layout APR San Julián. Elaboración propia.

En cuanto al tratamiento aplicado al agua, se cuenta con tres filtros para la extracción de posibles impurezas, agregando posteriormente vía dosificador, de manera diaria una mezcla de 800 gramos de cloro por 100 litros de agua. Adicionalmente, el APR cuenta con una habilitación para permanganato y planta de osmosis inversa, ambas encontrándose fuera de funcionamiento.

La impulsión hacia el tratamiento es mediante tubería 3 pulgadas HDPE.

El sistema posee instrumentos de medición de caudales, con caudalímetros que están en el pozo y a la salida del estanque.

La red de agua potable se encuentra sectorizada y atiende a:

- Cerón
- Asentamiento
- San Julián
- Alto de La Gloria

La red de distribución está materializada completamente en PVC.

Como fuente de energía usan la red pública proveída por la empresa CGE, es trifásica. Además, tienen generador de respaldo, pero no está operativo.

En cuanto a calidad del agua informan que no tienen problemas. Los ensayos y controles los hace la empresa Biodiversa

En cuanto a la continuidad del servicio, informan que no han tenido racionamiento de agua potable. Dan agua durante las 24 horas del día.

Poseen dos estanques, uno de 70.000 (estanque 1, a la izquierda) y otro de 100.000 litros (estanque dos, a la derecha), los cuales se muestran en la Ilustración 10 a continuación.



Ilustración 10. Fotografía estanques 1 y 2 APR San Julián.

4.2.3.1 Fuentes de agua

Las fuentes para el abastecimiento de agua potable son de tipo subterránea, contando actualmente con un pozo en funcionamiento.

4.2.3.2 Sistema de potabilización

De manera similar a lo descrito anteriormente, el agua cruda en este sistema pasa por el proceso de filtración y cloración.

4.2.3.3 Sistema de almacenamiento y distribución

Una vez potabilizada, el agua es impulsada a uno de los dos estanques de almacenamiento del sistema, a partir de una sentina ubicada en el exterior de la sala de tratamiento, que se detiene de manera automática una vez lleno el estanque en funcionamiento, mediante flotador.

Los estanques 1 y 2, de 70.000 y 100.000 litros de capacidad, respectivamente, funcionan de manera alternada abasteciendo la red.

4.2.3.4 Operación

De acuerdo con lo descrito, el sistema funciona bajo la supervisión del operador.

5. Problemas y necesidades principales

La metodología empleada para detectar los problemas que tiene cada APR consistió en lo siguiente:

- Se envió una encuesta a los APRs, a su presidente, para que de un listado de planteamientos eligiera y priorizara aquellas situaciones que considerara relevante. Esta encuesta con sus respuestas se entrega en Anexo 9.2 del presente informe.
- En cada APR hubo una reunión de inicio, donde participaron dirigentes y trabajadores. En esta reunión se expuso el trabajo a realizar como memoria de titulación y se recogió información proporcionada verbalmente por los asistentes.
- Dentro de la información anterior, un aspecto relevante fue saber cuáles temas le preocupaban a cada persona, dirigente o trabajador, en respuestas espontáneas y directas.
- Adicionalmente, el trabajo en terreno permitió ir verificando las situaciones planteadas.

A través de esa metodología de trabajo, se identificaron problemas de diversa magnitud para abordar en este estudio, caracterizando su urgencia y relevancia a partir de las consideraciones de los trabajadores del APR en cuestión, que son a su vez usuarios del sistema.

Sin perjuicio de lo anterior, por la extensión del trabajo, como se explicará más adelante, se eligieron problemas a resolver a través de los diseños a nivel de ingeniería conceptual que se presentan en este informe.

5.1 Problemas detectados APR Villaseca

Los dirigentes del APR entregaron un listado de sus problemas, que es el siguiente:

1. Pozo 1
 - Cordón sumergible de la bomba para el próximo cambio deberá ser reemplazado.
 - Deberá cambiarse cable de las sondas por estar muy dañado por el tiempo en contacto con el agua.
 - Mantener dos bombas de repuesto de las mismas características para el pozo 1 y 2.
 - Proyecto para elevar la potencia eléctrica a 15 HP en ambos pozos.
2. Caseta 1
 - En las inspecciones técnicas de Aguas del Valle informan que el tablero de control es muy antiguo, hay que renovarlo.
3. Estanques de Villaseca
 - Mantenimiento y limpieza del sector. Reparación de portón de acceso.
 - Bajar el rebalse del estanque para que se distribuya mejor el agua. Son aproximadamente 24 mts de tubería de bajada y debe ir lo más cerca de la estructura, con su correspondiente soportación. Se evaluará qué tipo de tubería se instalará.
 - En la impulsión instalar un filtro y ventosa.
 - En la descarga, instalar una válvula de corte.
 - Hacer conexión para el retro lavado. Son aproximadamente 20 mts de tubería de 4", dos codos de 45 y la soportación de la tubería.
 - Instalar un sistema de carga rápida de agua.
 - Hay que ver la forma de dar uso a los estanques antiguos.

4. Sector Cuca
 - Instalar filtro y caudalímetro
5. Plaza de Villaseca
 - Realizar un estudio de mejoramiento o eliminación del sistema antiguo.
6. Pozo 2
 - Proyecto para elevar la potencia eléctrica a 15 HP en ambos pozos.
 - Mejorar el rebalse del estanque para que no caiga el agua sobre el.
 - Mejorar la plataforma para el cambio de bomba similar a la del pozo 1.
 - Instalar un sistema de carga rápida de agua.
7. Caseta 2
 - Trasladar el control del clorador desde la caseta del pozo a la caseta 2.
8. Estanque Los Mellizos
 - Proyecto para cambio de bomba sumergible, dentro del estanque, por una de superficie.
 - Los tableros eléctricos están a la intemperie. Hay que protegerlos.
 - Instalar una cámara para mejorar el caudalímetro.
9. El Llano
 - Traslado de un estanque desde un sitio particular a las instalaciones del comité.
10. Re elevadora Canelilla Alta
 - Mantenimiento y limpieza del sector
 - Compra repuesto de bomba re elevadora
 - Instalar un filtro y ventosa
 - Mejorar la plataforma para el cambio de bomba similar a la del pozo 1
 - Instalar un filtro y un caudalímetro.
11. Estanque Canelilla Alta
 - Instalar filtro y caudalímetro
12. Espinal
 - Entrega parcial del proyecto (sólo documentación de mantenimiento). Se realizaron pruebas. No levantó la presión proyectada.
 - Hay que realizar una extensión de matriz paralela a la ruta D 583 entre las cotas 0.600 y 1.000. En primera instancia para dos casas.
 - Extensión de matriz por la parte superior, alrededor de 500 mts. Solicitud hecha para 6 casas y con posibilidad de aumentar.
13. Barrancas
 - Pedir a Vialidad que normalice la matriz que quedó expuesta cuando se pavimentó. Se sostuvo reunión en terreno con Mauricio Cortés y la presidenta de la Junta de Vecinos de Barrancas, Sra. Claudia Tapia.
 - Instalar filtro y caudalímetro.
14. Puntilla de Barrancas
 - Instalar caudalímetro.

15. Villa San Antonio
 - Instalar filtro y caudalímetro

16. Samo Bajo
 - Instalar filtro y caudalímetro

Lo anterior constituye una lista exhaustiva de situaciones por resolver, y que representa una forma de control y seguimiento del sistema, promovido por sus dirigentes y operadores.

Sin perjuicio de ello, producto de las reuniones de trabajo, se estableció que el principal problema del APR lo constituyen las pérdidas de agua en el sector de Barrancas y las continuas reparaciones que han debido efectuar en esa zona.

En lo que sigue se tratarán algunos aspectos:

5.1.1 Ausencia de equipos de control, de medida y telemetría

Una de las problemáticas identificadas en el recorrido de las instalaciones fue la inexistencia de sensores que permitan la medición del caudal en los diferentes puntos de la red, de manera automática, como de presiones. Esto a pesar de contar con caudalímetros adaptados a la conexión con este tipo de aparatos. Consecuentemente no tienen telemetría.

5.1.2 Control de pérdidas

De acuerdo a la información proporcionada por el APR, se tienen las siguientes producciones, consumos y niveles de pérdida de agua, o aguas no contabilizadas (ANC), que se presentan en las Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11. Valores de producción, consumo y Aguas No Contabilizadas en red pozo1.

POZO 1	Lectura	Producción	Consumo	Pérdida de Agua	
2021	Caudalímetro	(m3)	(m3)	(m3)	%
Diciembre	50,235				
Enero	54,465	4,230	3,440	790	19%
Febrero	59,961	5,496	3,288	2,208	40%
Marzo	63,923	3,962	3,417	545	14%
Abril	67,577	3,654	2,790	864	24%
Mayo	70,677	3,100	2,555	545	18%
Junio	74,237	3,560	2,830	730	21%
Julio	76,857	2,620	2,477	143	5%
Agosto	79,726	2,869	2,613	256	9%
Septiembre	83,311	3,585	3,253	332	9%
Octubre	87,027	3,716	2,920	796	21%
Noviembre	90,516	3,489	3,329	160	5%
Diciembre	94,736	4,220	3,764	456	11%
Total anual	44,501	44,501	36,676	7,825	18%

Tabla 12. Valores de producción, consumo y Aguas No Contabilizadas en sistema pozo 2.

POZO 2 2021	Lectura Caudalímetro	Producción (m3)	Consumo (m3)	Pérdida de Agua (m3)	%
Diciembre	108,096				
Enero	113,521	5,425	4,542	883	16%
Febrero	120,262	6,741	4,303	2,438	36%
Marzo	126,884	6,622	4,444	2,178	33%
Abril	132,740	5,856	3,814	2,042	35%
Mayo	137,957	5,217	3,328	1,889	36%
Junio	142,734	4,777	3,665	1,112	23%
Julio	147,226	4,492	3,226	1,266	28%
Agosto	151,907	4,681	3,229	1,452	31%
Septiembre	158,141	6,234	4,450	1,784	29%
Octubre	163,993	5,852	4,246	1,606	27%
Noviembre	170,874	6,881	4,849	2,032	30%
Diciembre	177,479	6,605	4,538	2,067	31%
Total anual	69,383	69,383	48,634	20,749	30%

La comparación entre ambos pozos se muestra en la siguiente gráfica:

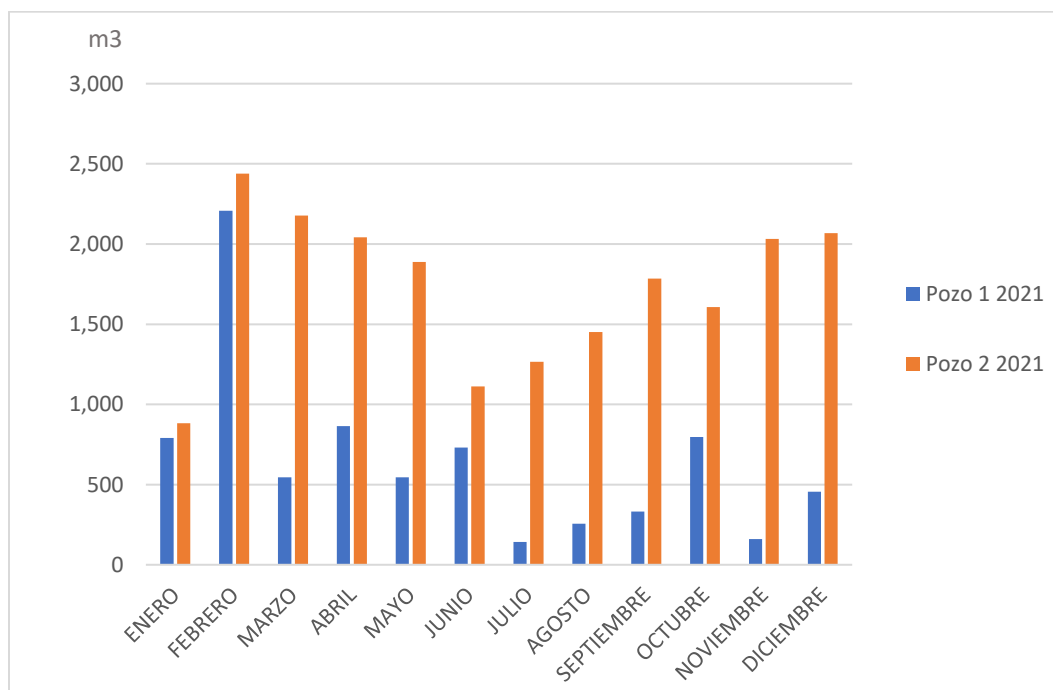


Ilustración 11. Pérdidas de agua pozos 1 y 2 APR Villaseca, año 2021. Elaboración propia.

Si bien las pérdidas son un problema transversal a los APRs, incluso en las concesionarias que entregan el servicio de agua potable en zonas urbanas, es un tema que se debe estudiar de manera particular caso a caso, para definir algunas causas y disminuir su impacto.

En el caso de este APR y considerando la información del 2021, se tiene que el agua perdida en la línea del Pozo 1 implica que cada 4,7 años se perdería agua equivalente a un año de consumo o venta. En tanto que en el caso del Pozo 2 esto sería cada 2,3 años de consumo o venta.

Esta diferencia importante en el nivel de pérdidas entre las redes asociadas a los pozos 1 y 2 es un tema de estudio de interés para el APR y, si bien no forma parte del presente estudio, es posible levantar hipótesis con la información conocida, como la frecuencia de roturas ocurridas en el sector de Barrancas, ubicado en la red Los Mellizos asociada al pozo 2, lo que podría explicar esta diferencia.

5.1.3 Roturas en la red

Se observa, en el sector de Barrancas una gran cantidad de roturas recurrentes, debidas a la inestabilidad del terreno en la zona.

A continuación, se detalla la ubicación geográfica de los puntos de inicio y fin del sector.

Tabla 13. Ubicación geográfica de tramo en sector Barrancas.

Sector Barrancas	Inicio	Fin
Coordenadas UTM	293.699 6.615.833	292.712 6.614.321
Altitud (msnm)	265	240
Error (m)	5	4

También hay un sector con la tubería expuesta debido a un derrumbe, tal como se muestra en la Ilustración 12. Fotografía de tramo con tubería expuesta en sector barrancas. Ilustración 12.



Ilustración 12. Fotografía de tramo con tubería expuesta en sector barrancas.

5.1.4 Bomba sumergida en estanque

Se cuenta con una bomba sumergida en estanque alimentado por el pozo 2, la cual debería ser reemplazada con una de tipo superficial.

5.1.5 Estanques sin uso

A través del apoyo de la Asociación Gremial de APR de Limarí, se obtuvo la entrega de dos estanques plásticos, los que se encuentran en desuso desde su entrega, debido a la inexistencia de un plan para su instalación.

Para la instalación y puesta en uso de los estanques, es necesario realizar una fundación adecuada para su conexión segura a la red, considerando el presupuesto acotado del comité.

5.1.6 Elección del problema a resolver

Un propósito del presente trabajo de título es que sus resultados puedan ser aplicados por el APR, para lo cual el diseño debe avanzar más allá del nivel de ingeniería conceptual. Para ello se requerirá de levantamientos topográficos, que precisen mejor las cotas de los nodos de la red de distribución, para que los resultados de la modelación hidráulicas sean más certeros, así como estudios de mecánica de suelos para la confección de especificaciones técnicas y estimaciones de presupuestos de construcción.

Para el caso del APR Villaseca, en conjunto con profesionales de la I. Municipalidad de Ovalle y de la DOH, se definió como prioritario estudiar el cambio de parte de la matriz de la red de distribución Los Mellizos, que es la que discurre por el sector Barrancas, donde por diversas razones, la tubería existente se ha roto en reiteradas ocasiones, y según los operadores, persisten zonas con pérdidas, fugas de agua, que ha sido imposible detectar.

En consecuencia, en lo que sigue más adelante, éste es el problema que se aborda para diseñar a nivel de ingeniería conceptual.

5.2 Problemas detectados APR San Julián

En la reunión de inicio, las personas, espontáneamente, señalan los siguientes problemas que les preocupan.

1. Factibilidades rechazadas por la DOH
2. Proyectos demoran mucho en ejecutarlos, gestión
3. Turbiedad del agua
4. Cambio de válvulas de desagüe en todas las cámaras
5. Ampliación de red para comunidad Comité Pro Casa Ruta al Sol, para 19 familias, 19 casas.
6. Un pozo nuevo, porque antes tenían dos. Uno se embancó el 2019.
7. Fierros fundidos que quedan en las instalaciones.

Sobre los problemas planteadas, las personas señalaron como lo más importante la ampliación para la comunidad que está esperando poder contar con casa propia.

5.2.1 Ampliación de la red

Actualmente el APR está siendo requerido para una ampliación para el Comité Ruta al Sol, presidido por el Sr. Rodrigo Rojas Carvajal. En la visita efectuada en septiembre, el martes 13, el APR invitó al Sr. Rojas a la reunión, quien expuso, resumidamente, lo siguiente:

- El proyecto contempla la instalación de 19 familias, cuyo listado se entrega más adelante y data de unos 22 años. Serán 19 viviendas, con alcantarillado incluido y una planta de tratamiento de aguas servidas, la que se ubicará en el extremo hacia el río.
- El terreno es de poco más de 1 ha., es de propiedad municipal.
- En el sitio no hay nada construido aún.
- Han avanzado en diversos trámites y gestiones, como cambio uso de suelo, factibilidades de luz y agua y también cuentan con el ahorro para el subsidio.
- También han avanzado en gestiones con la DOH levantando observaciones que esa institución ha emitido.
- No tiene carpeta con antecedentes, que pueda aportar ahora.

El dirigente facilita un listado de las personas o familias que se beneficiarían con la ampliación de la red y que es el presentado en la Tabla 14.

Tabla 14. Familias beneficiadas con la ampliación de la red.

Nº	Nombre	RUT
1	Angela Mercedes Cortés Vivanco	9.555.091-6
2	Camila Fernanda Véliz Cortés	16.849.756-3
3	Héctor Hernán Pizarro Bugueño	8.275.582-9
4	Cruz del Carmen Castro Montaña	9.547.653-8
5	Eleodoro Edmundo Alvarado Berríos	6.956.746-0
6	Eliana Isabel Campusano Campusano	10.871.602-9
7	Estrella del Carmen Castro Villalobos	9.224.674-4
8	Fabiola del Carmen Rivera Bolados	18.493.350-0
9	Héctor Augusto Campusano Campusano	3.201.638-3
10	Jovita Elena Velázquez Rodríguez	10.915.704-K
11	Karen Tatiana Campusano Carvajal	16.596.501-9
12	Luzmira del Carmen Moraleda Luco	11.042.819-7
13	Maritza Aracelly Carvajal Velásquez	16.595.713-K
14	Myriam Lisette Villalobos Barraza	14.371.434-9
15	Cristina Nicole Campusano Cerda	17.113.098-0
16	Rodrigo Andrés Rojas Carvajal	12.770.268-3
17	Susana del Carmen Valdivia Alvarado	15.041.600-0
18	Violeta del Carmen Alvarado Pizarro	11.722.519-4
19	Viviana Valeria García Tabilo	15.968.134-3

Por otra parte, el mismo dirigente señaló in situ los puntos o bordes del terreno, cuyas coordenadas se levantaron con GPS para tener una idea aproximada del sitio. Las coordenadas son:

Tabla 15. Coordenadas geográficas sitio ampliación APR San Julián.

Puntos	Coordenada E	Coordenada N	Altitud (msnm)
1	275454	6607386	151
2	275470	6607384	154
3	275457	6607433	145
4	275514	6607363	139
5	275533	6607641	134

Por su parte, el operador Sr. Drago Barraza, señaló in situ los posibles puntos de conexión de esta ampliación, a la red existente.

El sitio se ubica casi al frente de la sede del APR y muy cerca de la matriz que discurre por la calle principal, frente al sitio.

En la Ilustración 13 Ilustración 13 se muestra la ubicación del sitio, según los puntos señalados in situ por el dirigente.



Ilustración 13. Vértices de sitio ampliación dibujados en Google Earth. Elaboración propia.

5.2.2 Pérdidas o Aguas no Contabilizadas

En cuanto a las producciones, consumos y pérdidas de agua, o aguas no contabilizadas, se tiene la siguiente información básica proporcionada por el APR y sobre la cual se determinaron o calcularon las pérdidas de agua.

Año 2022	Lectura caudalímetro (m3)	Producción (m3)	Facturado (m3)
dic-21	13,916		
ene-22	16,970	3,054	2,919
feb-22	20,056	3,086	2,924
mar-22	22,659	2,603	2,890
abr-22	25,552	2,893	2,480
may-22	27,866	2,314	2,360
jun-22	30,012	2,146	2,164
jul-22	32,199	2,187	2,014
ago-22	35,208	3,009	2,227
sept-22	38,555	3,347	2,517
oct-22	40,961	2,406	2,370
nov-22	43,215	2,254	2,490
dic-22	46,975	3,760	3,078
	Total anual	33,059	30,433

De lo anterior se tiene que el nivel de pérdidas alcanza a un 8%. En lo que sigue, se considerará un valor de 10%.

5.2.3 Elección del problema a resolver

En reuniones efectuadas con los dirigentes y operadores del APR se acordó contribuir a resolver el problema de la ampliación del APR para atender los requerimientos del Comité Ruta al Sol.

6. Procesamiento de la información y análisis

6.1 Levantamiento de información de terreno

Tal como fue expresado anteriormente, se levantó información de las redes de ambos APRs. Esta información se refiere a coordenadas y cotas de las cámaras y puntos singulares. Las coordenadas se tomaron con aplicación telefónica Polaris Navegación GPS y las cotas, en general, fueron tomadas desde la aplicación Google Earth.

Las tablas con esos datos se entregan en Anexo 9.3.

La información anterior fue complementada con las características y longitudes de las tuberías de las redes de distribución, es decir, con el tipo de material y su diámetro, más las distancias entre cámaras o puntos singulares. Todo esto con el propósito de conformar la información básica para la modelación hidráulica que se realizó con el software Epanet.

En el mismo anexo 9.3 ya mencionado, se entrega toda esa información básica que fue ingresada a Epanet

En las Ilustración 14 y Ilustración 15 a continuación, se muestran las redes de ambos APRs, dibujadas en vista satelital a través de Google Earth.

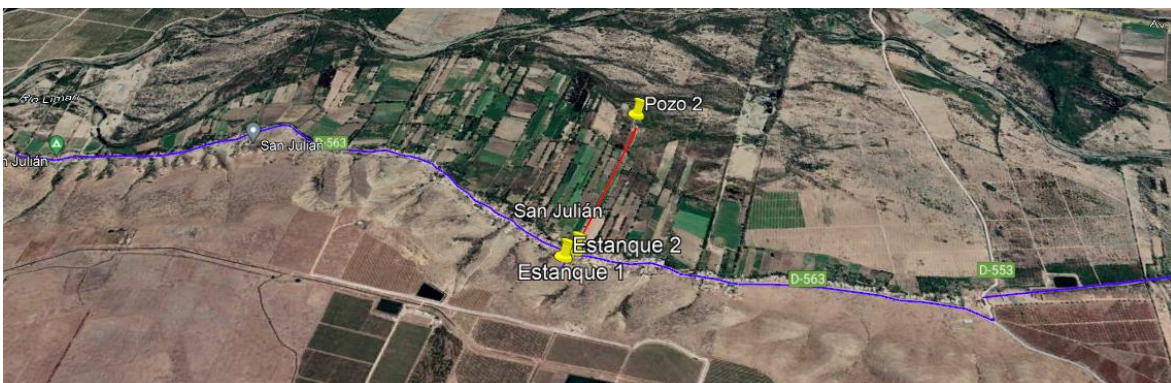


Ilustración 14. Red de distribución APR San Julián (azul) e impulsión a estanques (rojo).



Ilustración 15. Red de impulsión a estanques APR Villaseca (rojo) y distribución (otros colores).

De acuerdo con el manual de diseños de APRs de la DOH, los escenarios a analizar en la modelación hidráulica son los siguientes:

- a) Escenario actual, con los arranques y consumos que existen hoy.
- b) Escenario base, a tres años del año actual, es decir, al 2025.
- c) Escenario futuro, a 20 años, es decir al 2045.

Para las proyecciones de población, el propio manual ya señalado establece la forma de calcular las poblaciones futuras. Para ambos casos de estudio se usa la tasa de crecimiento poblacional anual de 4 %, a lo cual se agrega la población escolar, de cada APR, con un equivalente de personas igual al 35 % de la población escolar. Además, la misma normativa establece la densidad poblacional de 4 personas por vivienda.

En cuanto a los consumos individuales, se ha considerado lo siguiente:

- Para la situación actual, los consumos que resultan de la información proveída por los APRs.
- Para la situación base, se consideran 120 lts/persona/día, que es la recomendación efectuada por la DOH, teniendo en cuenta que ambas localidades no cuentan con alcantarillado.
- Para la situación futura, a 20 años, se consideran 150 lts/persona/día, que es la recomendación efectuada por la DOH, teniendo en cuenta que en el próximo futuro ambas localidades contarán con sistema de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas servidas.

Respecto de los consumos de agua, a continuación, se entrega la información proporcionada por los APRs.

Tabla 16. Producción y consumo de agua APR San Julián, año 2022.

Mes	Caudalímetro	Producción (m3)	Facturado (m3)
dic-21	13916		
ene-22	16,970	3,054	2,919
feb-22	20,056	3,086	2,924
mar-22	22,659	2,603	2,890
abr-22	25,552	2,893	2,480
may-22	27,866	2,314	2,360
jun-22	30,012	2,146	2,164
jul-22	32,199	2,187	2,014
ago-22	35,208	3,009	2,227
sept-22	38,555	3,347	2,517
oct-22	40,961	2,406	2,370
nov-22	43,215	2,254	2,490
dic-22	46,975	3,760	3,078
Total anual		33,059	30,433

Tabla 17. Producción y consumo red pozo 1 APR Villaseca, año 2021.

Mes 2021	Lectura Anterior	Lectura Actual	Producción (m3)	Facturado (m3)
ene-21	50.235	54.465	4.230	3.440
feb-21	54.465	59.961	5.496	3.288
mar-21	59.961	63.923	3.962	3.417
abr-21	63.923	67.577	3.654	2.790
may-21	67.577	70.677	3.100	2.555
jun-21	70.677	74.237	3.560	2.830
jul-21	74.237	76.857	2.620	2.477
ago-21	76.857	79.726	2.869	2.613
sept-21	79.726	83.311	3.585	3.253
oct-21	83.311	87.027	3.716	2.920
nov-21	87.027	90.516	3.489	3.329
dic-21	90.516	94.736	4.220	3.764
Total anual		44.501	44.501	36.676

Las Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18 muestran los consumos actuales de los APRs en los años señalados. Para efectos de la proyección de estos consumos, además de usar las dotaciones ya indicadas (lts/persona/día) se consideró que la distribución de los consumos futuros, por mes, es la misma actual. Por ello es que, sobre la población total proyectada para los escenarios futuros, se calculó el consumo anual, para el año 2025 y año 2045; y éste se distribuyó por mes según la proporción de los consumos actuales.

Tabla 18. Producción y consumo red pozo 2 APR Villaseca, año 2021.

Mes 2021	Caudalímetro	Producción (m3)	Facturado (m3)
dic-20	108.096		
ene-21	113.521	5.425	4.542
feb-21	120.262	6.741	4.303
mar-21	126.884	6.622	4.444
abr-21	132.740	5.856	3.814
may-21	137.957	5.217	3.328
jun-21	142.734	4.777	3.665
jul-21	147.226	4.492	3.226
ago-21	151.907	4.681	3.229
sept-21	158.141	6.234	4.450
oct-21	163.993	5.852	4.246
nov-21	170.874	6.881	4.849
dic-21	177.479	6.605	4.538
Total anual		69.383	48.634

Todo lo anterior es conducente a determinar los caudales de diseño, es decir, los caudales a considerar en las modelaciones hidráulicas. Estos caudales se distribuyen en las redes de los APRs, asignando consumos a los nudos o nodos de la malla de Epanet.

Para la asignación de consumos a los nodos, se consideró lo siguiente:

- Usando la aplicación Google Earth se contabilizaron las viviendas aledañas a los nodos de la red de distribución de agua potable, con lo que se obtuvo una distribución de viviendas por nodos.
- Se determinó el porcentaje de viviendas por nodo, respecto del total de las viviendas asociadas a cada red.
- Ese porcentaje se ocupó para distribuir el consumo total de la red, en los nodos correspondientes.

Cabe hacer notar que, en el caso de Villaseca, ese APR tiene registro de consumos por sectores, no así el APR San Julián.

Respecto de la distribución de viviendas, por ejemplo, para el caso extremo a 20 años, se considera lo siguiente:

1. Una idea es mantener la distribución actual, considerando un crecimiento homogéneo. Es decir, cada sector crecerá en la misma proporción en que hoy participa de los consumos.
2. Otro criterio puede ser el definir, a través de Google Earth, territorios que podrían ser ocupados por nuevas viviendas y asignar consumos a los respectivos sectores que crecerían, más que otros. Podrían ser nuevos sectores con nuevos nodos de la red.
3. También se podría considerar los sectores con demanda de ampliación actual, y que son conocidos.

6.2 Modelación hidráulica APR San Julián

6.2.1 Cálculo de caudales de diseño

A partir de información respecto a la producción y facturación de agua potable mensualizada, proporcionada por la administración del APR, se elaboró la tabla siguiente, donde se calcularon los valores promedio dividiendo el volumen facturado en la cantidad de días de cada mes.

Tabla 19. Cálculos de consumos promedio mensuales APR San Julián.

Año 2022	Lectura caudalímetro	Producido (m3)	Facturado (m3)	Promedio facturado diario (litros)
dic-21	13.916			
ene-22	16.970	3.054	2.919	94.161
feb-22	20.056	3.086	2.924	104.429
mar-22	22.659	2.603	2.890	93.226
abr-22	25.552	2.893	2.480	82.667
may-22	27.866	2.314	2.360	76.129
jun-22	30.012	2.146	2.164	72.133
jul-22	32,199	2,187	2,014	64.968
ago-22	35,208	3,009	2,227	71.839
sept-22	38,555	3,347	2,517	83.900
oct-22	40,961	2,406	2,370	76.452
nov-22	43,215	2.254	2.490	83.000
dic-22	46.975	3.760	3.078	99.290
		33.059	30.433	

Con la información anterior, se puede obtener la cantidad de aguas no contabilizadas (ANC), como la diferencia entre los volúmenes producido y facturado, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 20. Resultados de ANC APR San Julián.

Volumen producido anual (m3)	33,059
Volumen facturado anual (m3)	30,433
Diferencia (m3)	2,626
Diferencia porcentual	8%
ANC adoptado	10%

A partir de esta información base, que es aquella con mayor detalle con que cuenta el APR en estudio, se desarrolló una serie de cálculos siguiendo lo indicado en el Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (3.5) y la norma NCh691 (3.4).

De acuerdo con el manual de proyectos las modelaciones debieran hacerse para la situación actual del APR, para otra condición denominada base y que corresponde a 3 años después de la situación actual, y para una situación futura proyectada a 20 años. En este informe se considera la situación actual al año 2022, la situación base al año 2025, y la situación futura al año 2045.

En la tabla que sigue se muestran los resultados de los cálculos para los escenarios descritos.

Tabla 21. Cálculo de caudales de diseño para APR San Julián.

Conceptos	Red San Julián
Arranques	227
Habitantes por arranque	4
Población escolar	68
Población actual (2022)	932
Tasa crecimiento población	4%
Población Base (2025)	1048
Población Futura (2045)	2297
Cobertura (%)	100
Aguas No Contabilizadas (%)	10
Mayor Consumo Mensual (litros)	3078000
Consumo Medio Mensual (litros)	2536083
CMMC (Coeficiente del Mes de Máximo Consumo)	1.214
Consumo Máximo Diario	s/i
Consumo Medio Diario en Mes de Máx Consumo (litros)	99290
CDMC (Coeficiente del Día de Máximo Consumo)	s/i
FDMC (factor día de máximo consumo)	1.5
FHMC (factor hora de máximo consumo)	1.5
Volumen Facturado Anual (VFA) (litros)	30433000
Promedio población abastecida en el año	908
Dotación de Consumo (Dc)	91.83
Volumen Producido Anual (VPA) (litros)	33059000
Dotación de Producción (Dp)	99.75
Qmd Actual (Caudal medio diario) (litros/s)	1.0758
Qmd Base (litros/s)	1.2101
Qmd Futura (litros/s)	2.6515
Qmaxd Actual (Caudal máximo diario) (litros/s)	1.6137
Qmaxd Base (litros/s)	1.8151
Qmaxd Futura (litros/s)	3.9772
Qmaxh Actual (Caudal máximo horario) (litros/s)	2.4205
Qmaxh Base (litros/s)	2.7227
Qmaxh Futura (litros/s)	5.9658

De acuerdo con el manual de diseño de APR, las verificaciones hidráulicas para la red de distribución se deben realizar con el caudal máximo horario, mostrado en la tabla anterior, para los diferentes escenarios.

Esos caudales máximos horarios se distribuyeron en las cámaras del sistema, con la finalidad de ingresar los valores resultantes a los nodos de la modelación en Epanet. Para esta tarea se utilizó el programa Google Earth, donde se contó la cantidad de viviendas mediante la observación de imágenes satelitales de la zona, asociando cada una a la cámara anterior más cercana según el sentido de escurrimiento del agua. Al ser una técnica imprecisa, se obtuvo una cantidad de viviendas superior al

número de arranques informados por el APR, por lo que se utilizó un factor de corrección con la finalidad de obtener la misma cantidad de viviendas que de arranques totales, manteniendo la distribución identificada visualmente en el paso anterior.

Cabe señalar que este tema representa una fuente de mejora en futuros estudios de APRs, porque en estricto rigor habrá que realizar las encuestas que también contempla el manual de diseño de APRs de la DOH; agregando una geo referenciación de las viviendas conectadas a la red, y aquellas que no lo están; pero que están esperando ser incorporadas porque se encuentran dentro del territorio del APR.

En el presente estudio esa encuesta no se realizó, por tiempo y recursos que son necesarios para ello; pero se estima que para un estudio a nivel de ingeniería conceptual, el procedimiento empleado es adecuado.

En la Tabla 22 se muestra el cálculo señalado para la situación actual. Como se muestra allí, a las cámaras fueron asignadas un número de viviendas y el caudal máximo horario se distribuyó de manera porcentual según las viviendas asignadas a cada cámara. Este mismo procedimiento se ocupó para los escenarios posteriores, con la salvedad de que en esos escenarios se debe decidir en qué zonas o territorios se ubicarían las futuras viviendas, y por lo tanto cómo serían las extensiones de la red actual.

Tabla 22. Distribución de caudales de consumo APR San Julián en la situación actual.

Cámaras	Nº Viviendas	Corregido	Entero	Porcentaje	Distribución Q _{máxh} (l/s)	Consumo (l/s)
1	16	13.974	14	6.2%	0.145	0.000
2	4	3.494	3	1.3%	0.031	0.000
3	5	4.367	4	1.8%	0.042	0.000
4	10	8.734	9	4.0%	0.094	0.166
5	6	5.240	5	2.2%	0.052	0.052
6	19	16.595	17	7.5%	0.177	0.177
7	21	18.341	18	7.9%	0.187	0.187
8	6	5.240	5	2.2%	0.052	0.052
9	24	20.962	21	9.3%	0.218	0.218
10	2	1.747	2	0.9%	0.021	0.021
11	12	10.481	11	4.8%	0.114	0.114
12	13	11.354	11	4.8%	0.114	0.114
13	2	1.747	2	0.9%	0.021	0.021
14	22	19.215	19	8.4%	0.197	0.343
15	33	28.822	29	12.8%	0.301	0.301
16	35	30.569	31	13.7%	0.322	0.322
17	1	0.873	1	0.4%	0.010	0.010
18	15	13.101	13	5.7%	0.135	0.135
19	14	12.228	12	5.3%	0.125	0.125
Total	260	227	227	100%	2.3587	2.3587

A continuación, se muestran los resultados para la situación base.

Tabla 23. Resultados de distribución estimada de consumos en la red para situación base al año 2025.

Cámaras	Viviendas	Porcentaje	Distribución Q _{maxh} (l/s)	Consumo (l/s)	Distribución Q _{verif} (l/s)
1	14	5.3%	0.1945	0.0000	0.0000
2	19	7.3%	0.2639	0.2639	0.2639
3	7	2.7%	0.0972	0.0000	0.0000
4	9	3.4%	0.1250	0.2223	0.2223
5	5	1.9%	0.0695	0.0695	0.0695
6	17	6.5%	0.2361	0.2361	0.2361
7	18	6.9%	0.2500	0.2500	0.2500
8	5	1.9%	0.0695	0.0695	0.0695
9	21	8.0%	0.2917	0.2917	0.2917
10	2	0.8%	0.0278	0.0278	0.0278
11	11	4.2%	0.1528	0.1528	0.1528
12	11	4.2%	0.1528	0.1528	0.1528
13	2	0.8%	0.0278	0.0278	0.0278
14	19	7.3%	0.2639	0.4584	0.4584
15	29	11.1%	0.4028	0.4028	0.4028
16	47	17.9%	0.6529	0.6529	0.6529
17	1	0.4%	0.0139	0.0139	0.0139
18	13	5.0%	0.1806	0.1806	0.1806
19	12	4.6%	0.1667	0.1667	0.1667
Total	262	100%	3.6394	3.6394	3.6394

Tabla 24. Resultados de distribución estimada de consumos en la red para situación futura a 2045.

Cámaras	Viviendas	Porcentaje	Distribución Q _{máxh} (l/s)	Consumo (l/s)	Distribución Q _{verif} (l/s)
1	14	2.4%	0.2431	0	0.1543
2	19	3.3%	0.3300	0.3300	0.2094
3	7	1.2%	0.1216	0	0.0772
4	9	1.6%	0.1563	0.2779	0.0992
5	5	0.9%	0.0868	0.0868	0.0551
6	17	3.0%	0.2952	0.2952	0.1874
7	18	3.1%	0.3126	0.3126	0.1984
8	5	0.9%	0.0868	0.0868	0.0551
9	21	3.7%	0.3647	0.3647	0.2315
10	2	0.3%	0.0347	0.0347	0.0220
11	11	1.9%	0.1910	0.1910	0.1213
12	11	1.9%	0.1910	0.1910	0.1213
13	2	0.3%	0.0347	0.0347	0.0220
14	19	3.3%	0.3300	0.5731	0.2094
15	29	5.1%	0.5036	0.5036	0.3197

16	47	8.2%	0.8162	0.8162	0.5181
17	1	0.2%	0.0174	0.0174	0.0110
18	13	2.3%	0.2258	0.2258	0.1433
19	12	2.1%	0.2084	0.2084	0.1323
20	40	7.0%	0.6946	0.6946	0.4409
21	52	9.1%	0.9030	0.9030	0.5732
22	52	9.1%	0.9030	0.9030	0.5732
23	30	5.2%	0.5210	0.5210	0.3307
24	40	7.0%	0.6946	0.6946	0.4409
25	40	7.0%	0.6946	0.6946	0.4409
26	29	5.1%	0.5036	0.5036	0.3197
27	29	5.1%	0.5036	0.5036	0.3197
Total	574	100%	9.9680	9.9680	6.3272

6.2.2 Información de la red a modelar

Con esta información más aquella relacionada con el levantamiento de la red de distribución, y que corresponde a:

- Material de las tuberías entre nodos de la red
- Diámetro interior de las tuberías
- Longitud de las tuberías entre nodos
- Cotas de los nodos
- Pérdidas según Hazen-Williams
- Características de los estanques

Se comenzó la modelación hidráulica usando Epanet para cada uno de los escenarios señalados.

A continuación, se presenta el detalle de la información obtenida a partir el levantamiento de la red.

Nodo o cámara	Coordenada E UTM	Coordenada S UTM	Altitud m.s.n.m.	Tramo	Distancia (m)	Material	Diámetro exterior (mm)
				E1 a C1	63	PVC	110
				E2 a C2	130	PVC	110
1	275422	6607384	153				
2	275420	6607385	153	2 a 1	3	PVC	75
3	275417	6607386	153	2 a 3	3	PVC	75
4	275304	6607446	152	4 a 3	131	PVC	75
5	275190	6607549	150	4 a 5	156	PVC	75
6	275097	6607613	149	5 a 6	114	PVC	75
7	274814	6607876	138	6 a 7	393	PVC	75
8	274410	6607937	139	7 a 8	420	PVC	75
9	274236	6608068	130	8 a 9	221	PVC	75
10	273713	6607889	131	9 a 10	571	PVC	75
11	273495	6607886	127	10 a 11	219	PVC	75

12	273322	6607857	132	11 a 12	178	PVC	63
13	273150	6607894	129	12 a 13	182	PVC	63
14	275559	6607357	152	1 a 14	141	PVC	75
15	275814	6607304	151	14-15	269	PVC	75
16	276281	6607263	143	15-16	471	PVC	75
17	276930	6607125	152	16-17	696	PVC	75
18	276919	6607211	147	17-18	86	PVC	75
19	277749	6607346	146	18-19	848	PVC	75

Como se aprecia en la tabla, se obtuvo el valor de diámetro exterior de las tuberías a partir del levantamiento, por lo que se consideró un valor de espesor de 3 mm, de acuerdo con la normativa vigente (NCh 399, ver 9.4).

Respecto a las medidas de los estanques, los valores proporcionados por el operador del sistema se detallan a continuación.

Estanque	Volumen (litros)	Altura (m)	Diámetro (m)
1	70.000	4,15	6,1
2	100.000	4,40	6,2

6.2.3 Resultados de la modelación

En este apartado se presentan las tablas con resultados de la modelación de la red del APR San Julián, para las situaciones actual, base y futura.

Tabla 25. Resultados APR San Julián para la situación actual, con estanque 1 en funcionamiento.

Tramo ID	Nodo inicio	Nodo fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Estado	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
2	C17	C18	86	67	0.26	0.07	0.14	Open	C19	0.12	27.32
3	C16	C17	696	67	0.27	0.08	0.15	Open	C17	0.01	21.37
4	C15	C16	471	67	0.59	0.17	0.62	Open	C18	0.14	26.35
5	C14	C15	269	67	0.89	0.25	1.33	Open	C16	0.32	30.47
6	C1	C14	141	67	1.24	0.35	2.43	Open	C15	0.3	22.76
7	Estanque1	C1	63	101	2.36	0.29	1.09	Open	C14	0.34	22.12
8	Estanque2	C2	130	101	0	0	0	Closed	C1	0	21.46
9	C2	C3	3	67	1.12	0.32	2.04	Open	C2	0	21.46
10	C3	C4	131	67	1.12	0.32	2.04	Open	C3	0	21.45
11	C4	C5	156	67	0.96	0.27	1.51	Open	C4	0.17	22.18
12	C5	C6	114	67	0.9	0.26	1.36	Open	C5	0.05	23.95
13	C6	C7	393	67	0.73	0.21	0.91	Open	C6	0.18	24.79
14	C7	C8	420	67	0.54	0.15	0.52	Open	C7	0.19	35.43
15	C8	C9	221	67	0.49	0.14	0.44	Open	C8	0.05	34.21
16	C9	C10	571	67	0.27	0.08	0.15	Open	C9	0.22	43.12
17	C10	C11	219	67	0.25	0.07	0.13	Open	C10	0.02	42.03
18	C11	C12	178	57	0.14	0.05	0.09	Open	C11	0.11	46.01

19	C12	C13	182	57	0.02	0.01	0	Open	C12	0.11	40.99
1	C18	C19	848	67	0.12	0.04	0.03	Open	C13	0.02	43.99
20	C1	C2	3	67	1.12	0.32	2.03	Open	Estanque1	-2.36	2.53
									Estanque2	0	1.53

Tabla 26. Resultados APR San Julián para situación actual, con estanque 2 en funcionamiento.

Tramo ID	Nodo inicio	Nodo fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Estado	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
2	C17	C18	86	67	0.26	0.07	0.14	Open	C19	0.12	53.24
3	C16	C17	696	67	0.27	0.08	0.15	Open	C17	0.01	47.29
4	C15	C16	471	67	0.59	0.17	0.62	Open	C18	0.14	52.27
5	C14	C15	269	67	0.89	0.25	1.33	Open	C16	0.32	56.39
6	C1	C14	141	67	1.24	0.35	2.43	Open	C15	0.3	48.68
7	Estanque1	C1	63	101	0	0	0	Closed	C14	0.34	48.04
8	Estanque2	C2	130	101	2.36	0.29	1.09	Open	C1	0	47.38
9	C2	C3	3	67	1.12	0.32	2.04	Open	C2	0	47.39
10	C3	C4	131	67	1.12	0.32	2.04	Open	C3	0	47.38
11	C4	C5	156	67	0.96	0.27	1.51	Open	C4	0.17	48.12
12	C5	C6	114	67	0.9	0.26	1.36	Open	C5	0.05	49.88
13	C6	C7	393	67	0.73	0.21	0.91	Open	C6	0.18	50.72
14	C7	C8	420	67	0.54	0.15	0.52	Open	C7	0.19	61.37
15	C8	C9	221	67	0.49	0.14	0.44	Open	C8	0.05	60.15
16	C9	C10	571	67	0.27	0.08	0.15	Open	C9	0.22	69.05
17	C10	C11	219	67	0.25	0.07	0.13	Open	C10	0.02	67.97
18	C11	C12	178	57	0.14	0.05	0.09	Open	C11	0.11	71.94
19	C12	C13	182	57	0.02	0.01	0	Open	C12	0.11	66.92
1	C18	C19	848	67	0.12	0.04	0.03	Open	C13	0.02	69.92
20	C2	C1	3	67	1.24	0.35	2.44	Open	Estanque1	0	2.53
									Estanque2	-2.36	1.53

Tabla 27. Resultados APR San Julián para situación base, con estanque 1 en funcionamiento.

Tramo ID	Nodo inicio	Nodo fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Estado	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
2	C17	C18	86	67	0.35	0.1	0.31	Open	C19	0.17	25.74
3	C16	C17	696	67	0.36	0.1	0.25	Open	C17	0.01	19.82
4	C15	C16	471	67	1.01	0.29	1.69	Open	C18	0.18	24.79
5	C14	C15	269	67	1.42	0.4	3.14	Open	C16	0.65	28.99
6	C1	C14	141	67	1.88	0.53	5.27	Open	C15	0.4	21.79
7	Estanque1	C1	63	101	3.64	0.45	2.43	Open	C14	0.46	21.63
8	Estanque2	C2	130	101	0	0	0	Closed	C1	0	21.38
9	C2	C3	3	67	1.5	0.43	3.48	Open	C2	0.26	21.36

10	C3	C4	131	67	1.5	0.43	3.48	Open	C3	0	21.35
11	C4	C5	156	67	1.28	0.36	2.59	Open	C4	0.22	21.9
12	C5	C6	114	67	1.21	0.34	2.33	Open	C5	0.07	23.49
13	C6	C7	393	67	0.97	0.28	1.56	Open	C6	0.24	24.23
14	C7	C8	420	67	0.72	0.21	0.9	Open	C7	0.25	34.61
15	C8	C9	221	67	0.65	0.19	0.75	Open	C8	0.07	33.23
16	C9	C10	571	67	0.36	0.1	0.25	Open	C9	0.29	42.07
17	C10	C11	219	67	0.33	0.09	0.22	Open	C10	0.03	40.93
18	C11	C12	178	57	0.18	0.07	0.15	Open	C11	0.15	44.88
19	C12	C13	182	57	0.03	0.01	0	Open	C12	0.15	39.85
1	C18	C19	848	67	0.17	0.05	0.06	Open	C13	0.03	42.85
20	C2	C1	3	67	-1.76	0.5	4.7	Open	Estanque1	-3.64	2.53
									Estanque2	0	2.53

Tabla 28. Resultados APR San Julián para situación base, con estanque 2 en funcionamiento

Tramo ID	Nodo inicio	Nodo fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Estado	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
2	C17	C18	86	67	0.35	0.1	0.31	Open	C19	0.17	52.56
3	C16	C17	696	67	0.36	0.1	0.25	Open	C17	0.01	46.64
4	C15	C16	471	67	1.01	0.29	1.69	Open	C18	0.18	51.61
5	C14	C15	269	67	1.42	0.4	3.14	Open	C16	0.65	55.82
6	C1	C14	141	67	1.88	0.53	5.27	Open	C15	0.4	48.61
7	Estanque1	C1	63	101	0	0	0	Closed	C14	0.46	48.45
8	Estanque2	C2	130	101	3.64	0.45	2.44	Open	C1	0	48.2
9	C2	C3	3	67	1.5	0.43	3.48	Open	C2	0.26	48.21
10	C3	C4	131	67	1.5	0.43	3.48	Open	C3	0	48.2
11	C4	C5	156	67	1.28	0.36	2.59	Open	C4	0.22	48.75
12	C5	C6	114	67	1.21	0.34	2.33	Open	C5	0.07	50.34
13	C6	C7	393	67	0.97	0.28	1.56	Open	C6	0.24	51.08
14	C7	C8	420	67	0.72	0.21	0.9	Open	C7	0.25	61.46
15	C8	C9	221	67	0.65	0.19	0.75	Open	C8	0.07	60.09
16	C9	C10	571	67	0.36	0.1	0.25	Open	C9	0.29	68.92
17	C10	C11	219	67	0.33	0.09	0.22	Open	C10	0.03	67.78
18	C11	C12	178	57	0.18	0.07	0.15	Open	C11	0.15	71.73
19	C12	C13	182	57	0.03	0.01	0	Open	C12	0.15	66.7
1	C18	C19	848	67	0.17	0.05	0.06	Open	C13	0.03	69.7
20	C2	C1	3	67	1.88	0.53	5.26	Open	Estanque1	0	2.53
									Estanque2	-3.64	2.53

Tabla 29. Resultados APR San Julián para situación futura, con estanque 1 en funcionamiento.

Tramo	Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro	Flujo	Velocidad	Pérdida	Estado	Nodo	Demanda	Presión
-------	------	------	----------	----------	-------	-----------	---------	--------	------	---------	---------

ID	inicio	fin	m	mm	LPS	m/s	m/km		ID	LPS	m
2	C17	C18	86	67	1.28	0.36	2.6	Open	C19	0.13	5.69
5	C15	C26	178	67	-4.35	1.23	25.01	Open	C17	0.01	0.23
6	C1	C14	141	67	4.96	1.41	31.85	Open	C18	0.14	5.01
7	Estanque1	C1	63	101	9.22	1.15	13.6	Open	C16	0.56	11.94
8	Estanque2	C2	130	101	0	0	0	Closed	C15	0.85	10.07
9	C2	C3	3	67	3.62	1.03	17.78	Open	C14	0.33	16.18
10	C3	C4	131	67	3.62	1.03	17.78	Open	C1	0.41	19.67
11	C4	C5	156	67	3.39	0.96	15.79	Open	C2	0.05	19.62
12	C5	C6	114	67	3.31	0.94	15.05	Open	C3	0	19.56
14	C7	C8	420	67	0.9	0.26	1.36	Open	C4	0.23	18.24
15	C8	C9	221	67	0.81	0.23	1.12	Open	C5	0.09	17.77
16	C9	C10	571	67	0.45	0.13	0.38	Open	C6	0.29	17.06
17	C10	C11	219	67	0.42	0.12	0.32	Open	C7	0.31	25.13
18	C11	C12	178	57	0.23	0.09	0.23	Open	C8	0.09	23.56
19	C12	C13	182	57	0.03	0.01	0.01	Open	C9	0.36	32.31
20	C2	C1	3	67	-3.67	1.04	18.26	Open	C10	0.04	31.1
21	C20	C22	338	67	0.45	0.13	0.37	Open	C11	0.19	35.03
22	C21	C23	251	67	0.45	0.13	0.37	Open	C12	0.19	29.99
23	C15	C28	300	67	0.35	0.1	0.23	Open	C13	0.03	32.99
24	C24	C25	226	67	0	0	0	Open	C20	0.45	16.4
25	C16	C29	275	67	0.35	0.1	0.24	Open	C21	0.45	14.42
26	C35	C33	222	67	0	0	0	Open	C24	0.26	8.34
27	C32	C34	208	67	0	0	0	Open	C22	0.45	40.27
28	C30	C31	280	67	0	0	0	Open	C23	0.45	39.33
29	C6	C20	131	67	3.01	0.85	12.67	Open	C28	0.35	30
30	C20	C21	149	67	2.11	0.6	6.56	Open	C25	0	7.34
31	C21	C7	122	67	1.21	0.34	2.35	Open	C29	0.35	7.87
32	C16	C30	281	67	1.99	0.56	5.86	Open	C35	0.5	22.8
33	C30	C17	400	67	1.29	0.37	2.64	Open	C33	0	16.8
34	C18	C35	100	67	1.14	0.32	2.09	Open	C31	0	3.29
35	C35	C32	125	67	0.64	0.18	0.71	Open	C30	0.69	9.29
36	C32	C19	629	67	0.13	0.04	0.04	Open	C32	0.5	7.71
37	C15	C24	270	67	3.16	0.9	13.81	Open	C34	0	17.71
38	C24	C16	204	67	2.9	0.82	11.78	Open	C26	0.14	16.52
1	C26	C27	237	67	0.14	0.04	0.04	Open	C27	0.14	33.51
3	C1	C36	305	67	0.17	0.05	0.06	Open	C36	0.17	43.65
4	C14	C26	95	67	4.63	1.31	28.05	Open	Estanque1	-9.22	1.53
									Estanque2	0	1.53

Tabla 30. Resultados APR San Julián para situación futura con estanque 2 en funcionamiento.

Tramo ID	Nodo inicio	Nodo fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Estado	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
2	C18	C17	86	67	-1.28	0.36	2.6	Open	C19	0.13	31.66
5	C15	C26	178	67	-4.35	1.23	25.01	Open	C17	0.01	26.2
6	C14	C1	141	67	-4.96	1.41	31.85	Open	C18	0.14	30.98
7	Estanque1	C1	63	101	0	0	0	Closed	C16	0.56	37.91
8	Estanque2	C2	130	101	9.22	1.15	13.6	Open	C15	0.85	36.04
9	C2	C3	3	67	3.62	1.03	17.78	Open	C14	0.33	42.15
10	C3	C4	131	67	3.62	1.03	17.78	Open	C1	0.41	45.64
11	C4	C5	156	67	3.39	0.96	15.79	Open	C2	0.05	45.76
12	C5	C6	114	67	3.31	0.94	15.05	Open	C3	0	45.71
14	C7	C8	420	67	0.9	0.26	1.36	Open	C4	0.23	44.38
15	C8	C9	221	67	0.81	0.23	1.12	Open	C5	0.09	43.92
16	C9	C10	571	67	0.45	0.13	0.38	Open	C6	0.29	43.2
17	C10	C11	219	67	0.42	0.12	0.32	Open	C7	0.31	51.28
18	C11	C12	178	57	0.23	0.09	0.23	Open	C8	0.09	49.71
19	C12	C13	182	57	0.03	0.01	0.01	Open	C9	0.36	58.46
20	C2	C1	3	67	5.54	1.57	39.2	Open	C10	0.04	57.24
21	C20	C22	338	67	0.45	0.13	0.37	Open	C11	0.19	61.17
22	C21	C23	251	67	0.45	0.13	0.37	Open	C12	0.19	56.13
23	C15	C28	300	67	0.35	0.1	0.23	Open	C13	0.03	59.13
24	C24	C25	226	67	0	0	0	Open	C20	0.45	42.54
25	C16	C29	275	67	0.35	0.1	0.24	Open	C21	0.45	40.56
26	C35	C33	222	67	0	0	0	Open	C24	0.26	34.31
27	C32	C34	208	67	0	0	0	Open	C22	0.45	66.41
28	C30	C31	280	67	0	0	0	Open	C23	0.45	65.47
29	C6	C20	131	67	3.01	0.85	12.67	Open	C28	0.35	55.97
30	C20	C21	149	67	2.11	0.6	6.56	Open	C25	0	33.31
31	C21	C7	122	67	1.21	0.34	2.35	Open	C29	0.35	33.84
32	C16	C30	281	67	1.99	0.56	5.86	Open	C35	0.5	48.77
33	C30	C17	400	67	1.29	0.37	2.64	Open	C33	0	42.77
34	C18	C35	100	67	1.14	0.32	2.09	Open	C31	0	29.26
35	C35	C32	125	67	0.64	0.18	0.71	Open	C30	0.69	35.26
36	C32	C19	629	67	0.13	0.04	0.04	Open	C32	0.5	33.68
37	C15	C24	270	67	3.16	0.9	13.81	Open	C34	0	43.68
38	C24	C16	204	67	2.9	0.82	11.78	Open	C26	0.14	42.49
1	C26	C27	237	67	0.14	0.04	0.04	Open	C27	0.14	59.48
3	C1	C36	305	67	0.17	0.05	0.06	Open	C36	0.17	69.62
4	C14	C26	95	67	4.63	1.31	28.05	Open	Estanque1	0	1.53
									Estanque2	-9.22	1.53

6.3 Modelación hidráulica APR Villaseca

6.3.1 Cálculos de caudales de diseño

A diferencia del APR San Julián, el APR de Villaseca está compuesto por cuatro redes de distribución, y cada una de estas se vincula a los respectivos estanques. El detalle de los estanques es el siguiente.

Estanque	Materialidad	Red	Volumen	Altura	Diámetro
1	Metálico (elevado 29 m)	Villaseca	100.000	4,00	6,0
2	Hormigón semienterrado	Los Mellizos	40.000 (dos de 20.000)	2,85	3,1
3	Hormigón semienterrado	El Llano	30.000	2,45	4.25
4	Hormigón semienterrado	Canelilla alta	20.000	2,30	3,7

Respecto de la metodología de cálculo de caudales, se siguió el mismo procedimiento anteriormente descrito, para cada una de las cuatro redes del sistema. A continuación, se presentan los resultados de cálculo.

Información respectiva a consumos por sector, proporcionada por secretaria administrativa del APR.

Pozo 1

Tabla 31. Consumos y número de arranques por sector sistema pozo 1 APR Villaseca, año 2021.

Mes	Samo Bajo		La Cuca		La Cuca II		Villa San Antonio		Villaseca		Totales	
	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3
Enero	25	369	23	500	9	185	75	980	101	1406	233	3440
Febrero	26	380	23	438	9	139	75	920	101	1411	234	3288
Marzo	27	385	23	466	9	143	75	990	101	1433	235	3417
Abril	27	352	23	367	9	120	75	823	101	1128	235	2790
Mayo	27	319	23	330	9	112	75	744	101	1050	235	2555
Junio	27	355	23	357	9	120	75	863	101	1135	235	2830
Julio	27	331	23	274	9	109	75	733	101	1030	235	2477
Agosto	27	332	23	364	9	94	75	838	101	985	235	2613
Septiembre	29	403	23	413	9	160	75	925	101	1342	237	3243
Octubre	29	351	23	389	9	131	75	867	101	1182	237	2920
Noviembre	29	479	23	475	9	150	75	903	101	1322	237	3329
Diciembre	29	476	23	445	9	201	75	1021	101	1621	237	3764
Total anual	29	4532	23	4818	9	1664	75	10607	101	15045	237	36666

Tabla 32. Consumos y número de arranques por sector sistema pozo 2 APR Villaseca, año 2021.

Mes	Barrancas		Canelilla Alta		Canelilla Baja		El Llano		El Espinal		La Puntilla		Totales	
	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3	Arr	m3
enero	63	826	24	192	22	285	133	2358	16	136	46	745	304	4542
febrero	63	763	24	242	22	232	133	2342	16	107	46	617	304	4303
marzo	63	781	24	210	22	286	133	2323	16	124	46	720	304	4444
abril	64	692	26	180	22	268	133	1919	16	135	46	620	307	3814
mayo	64	625	26	149	22	211	133	1691	16	77	46	575	307	3328
junio	64	725	26	185	22	246	133	1825	16	84	46	600	307	3665
julio	65	644	26	166	22	195	133	1605	16	89	46	527	308	3226
agosto	65	616	26	154	22	193	133	1702	16	87	46	477	308	3229
septiembre	65	819	26	214	22	262	136	2290	17	156	46	709	312	4450
octubre	66	778	26	166	22	240	137	2113	17	240	46	709	314	4246
noviembre	66	826	26	220	22	265	141	2541	17	253	46	744	318	4849
diciembre	66	747	26	295	22	250	141	2404	17	203	46	639	318	4538
Total anual	66	8842	26	2373	22	2933	141	25113	17	1691	46	7682	318	48634

Tabla 33. Resultados cálculo caudales de diseño APR Villaseca.

Conceptos	Red Villaseca	Red Los Mellizos	Red Canelilla Alta	Red El Llano
Arranques	237	134	26	158
Habitantes por arranque	4	4	4	4
Población escolar	160	0	4	0
Población actual (2022)	1004	536	105.4	632
Tasa crecimiento población	4%	4%	4%	4%
Población Base (2025)	1129	603	119	711
Población Futura (2045)	2475	1321	260	1558
Cobertura (%)	100	100	100	100
Aguas No Contabilizadas (%)	19	30	30	30
Mayor Consumo Mensual	3764	1856	295	2794
Consumo Medio Mensual	3056	1621	198	2234
CMMC (Coeficiente del Mes de Máximo Consumo)	1.232	1.145	1.492	1.251
Consumo Máximo Diario	s/i	s/i	s/i	s/i
Consumo Medio Diario en Mes de Máx Consumo	121.42	59.87	9.52	93.13
CDMC (Coeficiente del Día de Máximo Consumo)	s/i	s/i	s/i	s/i
FDMC (factor día de máximo consumo)	1.5	1.5	1.5	1.5
FHMC (factor hora de máximo consumo)	1.5	1.5	1.5	1.5

Volumen Facturado Anual (VFA)	36666000	19457000	2373000	26804000
Promedio población abastecida en el año	941.7	530	102	605
Dotación de Consumo (Dc)	106.68	100.58	63.74	121.38
Volumen Producido Anual (VPA)	44,501,000	s/i	s/i	s/i
Dotación de Producción (Dp)	131.70	143.68	91.06	173.40
Qmd Actual (Caudal medio diario)	1.5304	0.8914	0.1111	1.2684
Qmd Base	1.7215	1.0027	0.1249	1.4268
Qmd Futura	3.7720	2.1970	0.2738	3.1262
Qmaxd Actual (Caudal máximo diario)	2.2956	1.3371	0.1666	1.9026
Qmaxd Base	2.5823	1.5040	0.1874	2.1402
Qmaxd Futura	5.6580	3.2955	0.4107	4.6894
Qmaxh Actual (Caudal máximo horario)	3.4434	2.0056	0.2499	2.8539
Qmaxh Base	3.8734	2.2560	0.2811	3.2103
Qmaxh Futura	8.4871	4.9432	0.6160	7.0341

Adicionalmente, como se indica en la siguiente tabla, se calculó la cantidad de arranques a incluir en las situaciones base y futura.

Tabla 34. Resultados cálculo cantidad de arranques para situaciones base y futura.

	Red Villaseca	Red Los Mellizos	Red Canelilla Alta	Red El Llano
Arranques Actuales	237	134	26	158
Arranques 2025	282	151	30	225
Aumento	45	17	4	67
Arranques 2045	619	330	65	389
Aumento	336	180	35	164

Cabe mencionar que se tiene conocimiento de los proyectos actuales de ampliaciones en la red El Llano, alcanzando una cantidad de arranques superior a la estimada según la metodología aplicada para la situación base al año 2025, por lo que se consideró el valor real en lugar del estimado, con la finalidad de realizar el estudio de la manera más realista posible.

6.3.2 Información de la red

Para la modelación en el software Epanet, se utilizó la información anterior, junto con resultados del levantamiento realizado, incluyendo ubicación, materialidad, dimensiones de las redes que componen el sistema y agregando elementos a considerar en escenarios a futuro. A continuación, se presenta un resumen de esta información, donde se observan los tramos de las redes actuales, situación base (gris caro) y futura (gris oscuro).

Tabla 35. Resumen información para modelación red Villaseca (pozo 1).

Tramo	De	A	Altitud (m.s.n.m)	Longitud (m)	Tubería	Diámetro (mm)
1	Estanque	C64	281	100	PVC	63
2	C64	N27	274	60.8	PVC	63
3	N27	C65	277	435	PVC	63
4	C65	C66	304	985	PVC	63
5	N27	N28	275	103	PVC	63
6	Estanque	N25	273	47.9	PVC	63
7	N25	N26	275	166	PVC	75
8	N25	N24	265	154	PVC	63
9	N24	C56	261	196	PVC	63
10	C56	C57	265	140	PVC	63
11	C57	C58	267	526	PVC	63
12	C58	C59	261	216	PVC	63
13	C59	N29	255	215	PVC	63
14	N29	C60	254	18.6	PVC	63
15	N29	C63	257	114	PVC	63
16	C63	C59	261	78	PVC	63
17	C63	C61	257	169	PVC	63
18	N24	N23	264	109	PVC	63
19	N23	C50	262	23.9	PVC	63
20	C50	C51	258	161	PVC	63
21	N23	C52	271	253	PVC	63
22	C52	C53	271	14.7	PVC	63
23	C53	C54	268	267	PVC	63
24	C54	N22	272	41	PVC	63
25	N22	N21	278	108	PVC	63
26	N22	C47	286	54.5	PVC	63
27	N22	C55	263	140	PVC	63
28	C64	C97	285	295	PVC	63
29	C65	C98	272	400	PVC	63
30	C60	C116	253	39.3	PVC	63
31	C116	N38-C	253	500	PVC	63
32	C116	N38-I	253	300	PVC	63
33	C116	N40	254	154	PVC	63
34	N38	C117	251	154	PVC	63
35	N40	C117-I	251	300	PVC	63
36	N40	C117-C	251	580	PVC	63
37	C113	N41	268	240	PVC	63
38	C113	N42	330	250	PVC	63
39	C115	N41	268	378	PVC	63

40	C114	N41	268	335	PVC	63
41	C114	N42	330	360	PVC	63
42	C115	N42	330	360	PVC	63

Tabla 36. Resumen información para modelación red Los Mellizos.

Tramo	De	A	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud (m)	Tubería	Diámetro (mm)
1	Estanque LM	N20	304	235	PVC	63
2	N20	N1	295	111	PVC	63
3	N20	C3	304	17.3	PVC	63
4	C3	C4	276	386	PVC	63
5	C4	C5	270	115	PVC	63
6	C5	C6	269	385	PVC	63
7	C6	C7	264	522	PVC	63
8	C7	C8	266	12.7	PVC	63
9	C8	N17	263	332	PVC	63
10	N17	N18	252	372	PVC	63
11	N18	N19	251	343	PVC	63
12	N19	C9	247	372	PVC	63
13	C9	C10	246	8.7	PVC	63
14	C10	C11	237	154	PVC	63
15	C11	N13	244	181	PVC	63
16	N13	C12	270	333	PVC	63
17	N13	C13	244	18.8	PVC	75
18	C13	N14	262	781	PVC	75
19	N14	C16	261	504	PVC	75
20	C16	C17	285	301	PVC	63
21	C16	C14	254	951	PVC	75
22	C4	C112	252	125	PVC	75
23	C16	C107	256	208	PVC	75
24	C5	C118	296	460	PVC	75
25	C120	N47	240	165	PVC	75
26	N47	C121	240	50	PVC	75
27	C121	N48	246	130	PVC	75
28	N48	N47	240	80	PVC	75
29	N18	N45	239	165	PVC	75
30	N45	C119	238	50	PVC	75
31	C119	N46	242	130	PVC	75
32	N46	N45	239	80	PVC	75
33	N17	C120	251	242	PVC	75
34	C120	N18	252	130	PVC	75

Tabla 37. Resumen información para modelación red El Llano.

Tramo	De	A	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud (m)	Tubería	Diámetro (mm)
	Estanque El					
1	Llano	N6	377	59.7	PVC	75
2	N6	C48	376	9	PVC	63
3	C48	C49	372	271	PVC	63
4	N6	N4	357	452	PVC	75
5	N4	C23	357	13.4	PVC	63
6	C23	C34	356	174	PVC	63
7	N4	C24	357	25.1	PVC	63
8	C24	C37	352	104	PVC	63
9	C37	C38	351	7.7	PVC	63
10	C38	C39	346	217	PVC	63
11	C24	C26	349	186	PVC	75
12	C26	N5	345	59.2	PVC	63
13	N5	C39	346	5.5	PVC	63
14	N5	C40	340	180	PVC	63
15	C37	C41	342	158	PVC	63
16	C41	C42	344	257	PVC	63
17	C42	C43	346	40.8	PVC	63
18	C41	N7	336	43.3	PVC	63
19	N7	N31	322	289	PVC	63
20	N31	N32	324	546	PVC	63
21	N31	C45	314	69	PVC	63
22	C45	C46	302	414	PVC	63
23	C46	C47	286	692	PVC	63
24	C26	N30	347	169	PVC	75
25	N30	C35	334	145	PVC	63
26	C35	C36	302	331	PVC	63
27	N30	C27	348	140	PVC	75
28	C27	C28	344	677	PVC	63
29	C28	N3	338	201	PVC	63
30	N3	C29	338	17.4	PVC	63
31	C29	C30	332	183	PVC	63
32	C30	N2	334	47.7	PVC	63
33	N3	C31	331	173	PVC	63
34	C31	C32	331	13.3	Galvanizado	50
35	C32	C33	311	1164	PVC	63
36	C33	C13	244	792	PVC	63
37	C13	C15	253	1049	PVC	63
38	C15	C18	259	738	PVC	63
39	C18	C20	263	31.2	PVC	63

40	C20	N33	281	147	PVC	63
41	N33	N34	277	230	PVC	63
42	N33	Presurizadora	393	90	PVC	63
43	Presurizadora	N35	327	306	PVC	63
44	N35	C21	325	302	PVC	63
45	N35	N36	327	349	PVC	63
46	C18	N16	259	5.2	PVC	63
47	N16	C19	269	333	PVC	63
		Reelevadora				
48	N7	Canelilla Alta	383	2390	PVC	63
49	C108	C109	326	271	PVC	75
50	C109	C110	325	275	PVC	75
51	C109	C111	318	120	PVC	75
52	C105	C106	317	462	PVC	75
53	C100	C102	360	365	PVC	75
54	C102	C100	370	365	PVC	75
55	C99	N43	355	400	PVC	75
56	N43	C101	355	41	PVC	75
57	C101	N44	364	383	PVC	75
58	N44	C99	365	46	PVC	75
59	N44	N43	355	350	PVC	75
60	C103	C104	333	240	PVC	75
61	C32	C108	326	466	PVC	75
62	C108	C33	311	698	PVC	75
63	Presurizadora	C105	325	267	PVC	75
64	C105	N35	327	2	PVC	75
65	N6	C100	370	72	PVC	75
66	C100	C99	366	81	PVC	75
67	C99	N4	357	299	PVC	75
68	C28	C103	341	138	PVC	75
69	C103	N3	338	63	PVC	75
70	C33	N49	299	160	PVC	75
71	N49	N50-C	316	460	PVC	75
72	N49	N50-I	316	170	PVC	75
73	N50	N51	287	320	PVC	75
74	N49	N51	287	130	PVC	75
75	N51	C122	289	130	PVC	75
76	C37	N52	351	132	PVC	75
77	N52	N53	357	122	PVC	75
78	N53	C123-C	364	367	PVC	75
79	N53	C123-I	364	100	PVC	75
80	C123	N52	351	230	PVC	75

Tabla 38. Resumen información para modelación red Canelilla alta.

Tramo	De	A	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud (m)	Tubería	Diámetro (mm)
	Estanque					
1	C. Alta	N11	442	441	PVC	63
2	N11	C75	442	6.7	PVC	63
3	C75	C76	453	162	PVC	63
4	C76	C77	455	12.7	PVC	63
5	C77	C78	468	214	PVC	63
6	C76	N12	458	82.2	PVC	63
7	N11	C79	441	15.5	PVC	63
8	C79	C80	445	177	PVC	63
9	C80	N10	385	252	PVC	63
10	N10	C81	436	11.3	PVC	63
11	C81	C82	417	224	PVC	63
12	N10	C83	428	91.6	PVC	63
13	C83	C84	421	56	PVC	63
14	C84	C85	401	364	PVC	63
15	C85	N9	385	357	PVC	63
16	N9	C86	386	11.3	PVC	63
17	C86	C87	382	181	PVC	63
18	N9	C88	384	29.2	PVC	63
19	C88	N8	368	402	PVC	63
20	N8	C91	367	21.9	PVC	63
21	C91	C92	367	5.9	PVC	63
22	C92	C93	390	144	PVC	63
23	N8	C89	367	7.5	PVC	63
24	C89	C90	367	4.5	PVC	63
25	C90	C94	359	251	PVC	63
26	C94	C95	349	201	HDPE	63
27	C95	C96	342	368	PVC	63
28	C126	C124	385	250	PVC	63
29	C80	C125	440	205	PVC	63
30	C85	C126	400	111	PVC	63
31	C126	N9	385	246	PVC	63

6.3.3 Resultados de la modelación

A continuación, se presentan las tablas con resultados de la modelación de las redes del APR Villaseca, para las condiciones identificadas en la situación actual.

Tabla 39. Resultados modelación situación actual de red Villaseca (pozo 1).

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
C64	0.04	27.93	1	Estanque	C64	100	57	0.42	0.17	0.73
N27	0	34.89	2	C64	N27	60.8	57	0.38	0.15	0.6
C65	0.19	31.67	3	N27	C65	435	57	0.35	0.14	0.51
C66	0.16	4.55	4	C65	C66	985	57	0.16	0.06	0.12
N28	0.03	33.89	5	N27	N28	103	57	0.03	0.01	0.01
N25	0	34.66	6	Estanque	N25	47.9	57	3.02	1.19	28.03
N26	0.13	32.65	7	N25	N26	166	67	0.13	0.04	0.04
N24	0.19	38.68	8	N25	N24	154	57	2.89	1.13	25.82
C56	0.16	41.02	9	N24	C56	196	57	1.59	0.62	8.47
C57	0	36.05	10	C56	C57	140	57	1.43	0.56	6.96
C58	0.19	30.39	11	C57	C58	526	57	1.43	0.56	6.96
C59	0.09	35.23	12	C58	C59	216	57	1.24	0.48	5.35
N29	0.26	41.08	13	C59	N29	215	57	0.41	0.16	0.71
C60	0.04	42.08	14	N29	C60	18.6	57	0.04	0.02	0.01
C63	0.38	39.07	15	N29	C63	114	57	0.11	0.04	0.06
C61	0.46	38.93	16	C63	C59	78	57	-0.7	0.29	2.04
N23	0.13	39.2	17	C63	C61	169	57	0.46	0.18	0.87
C50	0.03	32.29	18	N24	N23	109	57	1.12	0.44	4.45
C51	0.17	36.27	19	N23	C50	23.9	57	0.2	0.79	2.56
C52	0.19	31.61	20	C50	C51	161	57	0.17	0.07	0.14
C53	0	31.59	21	N23	C52	253	57	0.79	0.31	2.31
C54	0.16	34.22	22	C52	C53	14.7	57	0.6	0.23	1.38
N22	0.06	30.19	23	C53	C54	267	57	0.6	0.23	1.38
N21	0.13	24.18	24	C54	N22	41	57	0.44	0.17	0.78
C47	0.17	16.18	25	N22	N21	108	57	0.13	0.05	0.08
C55	0.07	39.19	26	N22	C47	54.5	57	0.17	0.07	0.14
Estanque	-3.45	1	27	N22	C55	140	57	0.07	0.03	0.03

Se observan presiones resultantes dentro de un rango de 16 a 42 mca, exceptuando en la cámara C66, donde la presión alcanza 4,55 mca, muy por debajo del mínimo normado de 15 mca.

Tabla 40. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanques Los Mellizos.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
				Est.						
N20	0.08	25.42	1	LM	N20	235	57	2.01	0.79	13.12
N1	0.06	34.42	3	N20	N1	111	57	0.06	0.02	0.02
C3	0	25.22	4	N20	C3	17.3	57	1.87	0.73	11.53
C4	0.19	48.77	5	C3	C4	386	57	1.87	0.73	11.53
C5	0.01	53.69	6	C4	C5	115	57	1.68	0.66	9.41

C6	0.17	51.12	7	C5	C6	385	57	1.66	0.65	9.25
C7	0.27	52.15	8	C6	C7	522	57	1.5	0.59	7.62
C8	0.08	50.08	9	C7	C8	12.7	57	1.23	0.48	5.28
N17	0.27	51.52	10	C8	N17	332	57	1.15	0.45	4.7
N18	0.08	61.45	11	N17	N18	372	57	0.88	0.35	2.87
N19	0.08	61.61	12	N18	N19	343	57	0.81	0.32	2.44
C9	0.05	64.86	13	N19	C9	372	57	0.73	0.29	2.04
C10	0	65.84	14	C9	C10	8.7	57	0.69	0.27	1.81
C11	0.09	74.56	15	C10	C11	154	57	0.69	0.27	1.81
N13	0.1	67.31	16	C11	N13	181	57	0.6	0.23	1.4
C12	0.28	41.19	17	N13	C12	333	57	0.28	0.11	0.35
C13	0	67.3	18	N13	C13	18.8	57	0.21	0.08	0.2
N14	0.05	49.15	19	C13	N14	781	57	0.21	0.08	0.2
C16	0.05	50.08	20	N14	C16	504	57	0.17	0.06	0.13
C17	0.09	26.07	21	C16	C17	301	57	0.09	0.04	0.04
C14	0.03	57.08	22	C16	C14	951	57	0.03	0.01	0.01
Est.										
LM	-2.01	1.5								

Como se aprecia, el resultado de la modelación arroja presiones aproximadamente dentro de norma, entre 25 y 75 mca.

Tabla 41. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanque El Llano (tuberías).

Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
1	Estanque	N6	59.7	67	3.1	0.88	13.36
2	N6	C48	9	57	0.13	0.05	0.08
3	C48	C49	271	57	0.13	0.05	0.08
4	N6	N4	1000	67	2.97	0.84	12.37
5	N4	C23	13.4	57	0.07	0.03	0.03
6	C23	C34	174	57	0.04	0.01	0.01
7	N4	C24	25.1	57	2.88	1.13	25.69
8	C24	C37	104	57	1.63	0.64	8.92
9	C37	C38	7.7	57	0.31	0.12	0.43
10	C38	C39	217	57	0.31	0.12	0.42
11	C24	C26	186	57	1.26	0.49	5.5
12	C26	N5	59.2	57	-0	0	0
13	N5	C39	5.5	57	-0.2	0.06	0.11
14	N5	C40	180	57	0.13	0.05	0.08
15	C37	C41	158	57	1.3	0.51	5.84
16	C41	C42	257	57	0.14	0.06	0.1
17	C42	C43	40.8	57	0.05	0.02	0.02
18	C41	N7	43.3	57	1.12	0.44	4.43

19	N7	N31	289	57	0.87	0.34	2.77
20	N31	N32	546	57	0.16	0.06	0.13
21	N31	C45	69	57	0.67	0.26	1.71
22	C45	C46	414	57	0.67	0.26	1.71
23	C46	C47	692	57	0.36	0.14	0.55
24	C26	N30	169	67	1.19	0.34	2.27
25	N30	C35	145	57	0.2	0.08	0.18
26	C35	C36	331	57	0.14	0.06	0.1
27	N30	C27	140	67	0.9	0.26	1.36
28	C27	C28	677	57	0.85	0.33	2.66
29	C28	N3	201	57	0.63	0.25	1.54
30	N3	C29	17.4	57	0.23	0.09	0.25
31	C29	C30	183	57	0.23	0.09	0.25
32	C30	N2	47.7	57	0.02	0.01	0
33	N3	C31	173	57	0.36	0.14	0.54
34	C31	C32	13.3	40	0.36	0.29	2.69
35	C32	C33	1164	57	0.36	0.14	0.54
36	C33	C13	792	57	0.32	0.13	0.45
37	C13	C15	1049	57	0.32	0.13	0.45
38	C15	C18	738	57	0.32	0.13	0.45
39	C18	C20	31.2	57	0.2	0.08	0.18
40	C20	N33	147	57	0.2	0.08	0.18
41	N33	N34	230	57	0.07	0.03	0.03
42	N33	Presurizadora	90	57	0.07	0.03	0.03
43	Presurizadora	N35	306	57	0.07	0.03	0.03
44	N35	C21	302	57	0	0	0
45	N35	N36	349	57	0.07	0.03	0.03
46	C18	N16	5.2	57	0.13	0.05	0.08
47	N16	C19	333	57	0.13	0.05	0.08
48	N7	Reelevadora	2390	57	0.25	0.1	0.28

Tabla 42. Resultados modelación situación actual en red El Llano (nodos).

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
N6	0	17	C36	0.14	77.52
C48	0	18	C27	0.05	31.39
C49	0.13	21.98	C28	0.22	33.59
N4	0.02	24.63	N3	0.04	39.28
C23	0.04	24.63	C29	0	39.27
C34	0.04	25.63	C30	0.22	45.23
C24	0	23.98	N2	0.02	43.23
C37	0.02	28.06	C31	0	46.18

C38	0	29.05	C32	0	46.15
C39	0.16	33.96	C33	0.04	65.51
C26	0.07	30.96	C13	0	132.16
N5	0.02	34.96	C15	0	122.69
C40	0.13	39.95	C18	0	116.36
C41	0.04	37.13	C20	0	112.35
C42	0.09	35.11	N33	0.05	94.33
C43	0.05	33.11	N34	0.07	98.32
N7	0	42.94	Presurizadora	0	82.32
N31	0.04	56.14	N35	0	48.32
N32	0.16	54.07	C21	0	50.32
C45	0	64.02	N36	0.07	48.31
C46	0.31	75.31	N16	0	116.36
C47	0.36	90.94	C19	0.13	106.33
N30	0.09	32.58	Reelevadora	0.25	-4.72
C35	0.05	45.55	Estanque	-3.1	0.8

Como se logra observar, la modelación muestra presiones resultantes ente los 17 y 132 mca, exceptuando el punto en que se ubica la re-elevadora dispuesta para impulsar agua hacia la red de Canelilla Alta, donde se aprecia una presión negativa (-4,72 mca).

Tabla 43. Resultados modelación situación actual de red asociada a estanque Canelilla Alta.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
N11	0.03	55.88	1	Estanque	N11	441	57	0.25	0.1	0.28
C75	0	55.88	2	N11	C75	6.7	57	0.11	0.04	0.06
C79	0	56.87	7	N11	C79	15.5	57	0.12	0.05	0.07
C76	0.01	44.87	3	C75	C76	162	57	0.11	0.04	0.06
C77	0	42.87	4	C76	C77	12.7	57	0.06	0.02	0.02
C78	0.06	29.86	5	C77	C78	214	57	0.06	0.02	0.02
N12	0.04	39.87	6	C76	N12	82.2	57	0.04	0.01	0.01
C80	0	52.86	8	C79	C80	177	57	0.12	0.05	0.07
N10	0.01	112.85	9	C80	N10	252	57	0.12	0.05	0.07
C81	0	61.85	10	N10	C81	11.3	57	0.02	0.01	0
C82	0.02	80.85	11	C81	C82	224	57	0.02	0.01	0
C83	0	69.84	12	N10	C83	91.6	57	0.09	0.03	0.04
C84	0	76.84	13	C83	C84	56	57	0.09	0.03	0.04
C85	0.01	96.83	14	C84	C85	364	57	0.09	0.03	0.04
N9	0.01	112.81	15	C85	N9	357	57	0.08	0.03	0.03
C86	0	111.81	16	N9	C86	11.3	57	0.01	0	0
C87	0.01	115.81	17	C86	C87	181	57	0.01	0	0
C88	0	113.81	18	N9	C88	29.2	57	0.06	0.02	0.02
N8	0	129.81	19	C88	N8	402	57	0.06	0.02	0.02

C91	0	130.81	20	N8	C91	21.9	57	0.02	0.01	0
C92	0	130.81	21	C91	C92	5.9	57	0.02	0.01	0
C93	0.02	107.81	22	C92	C93	144	57	0.02	0.01	0
C89	0	130.81	24	C89	C90	4.5	57	0.04	0.02	0.02
C90	0	130.81	25	C90	C94	251	57	0.04	0.02	0.01
C94	0.01	138.8	26	C94	C95	201	57	0.03	0.01	0.01
C95	0.01	148.8	27	C95	C96	368	57	0.02	0.01	0
C96	0.02	155.8	23	N8	C89	21.9	57	0.04	0.02	0.01
Estanque	-0.25	1								

Como se observa, la modelación arroja presiones desde los 29 hasta 156 mca, superando el máximo normado de 70 mca en gran parte de la red.

Tabla 44. Resultados modelación situación base de red Villaseca.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
C64	0.04	27.61	1	Estanque	C64	100	57	1.04	0.41	3.88
N27	0	34.47	2	C64	N27	60.8	57	0.79	0.31	2.33
C65	0.19	30.52	3	N27	C65	435	57	0.76	0.3	2.18
C66	0.16	3.4	4	C65	C66	985	57	0.16	0.06	0.12
N28	0.03	33.47	5	N27	N28	103	57	0.03	0.01	0.01
N25	0	34.66	6	Estanque	N25	47.9	57	3.02	1.19	28.03
N26	0.13	32.65	7	N25	N26	166	67	0.13	0.04	0.04
N24	0.19	38.68	8	N25	N24	154	57	2.89	1.13	25.82
C56	0.16	41.02	9	N24	C56	196	57	1.59	0.62	8.47
C57	0	36.05	10	C56	C57	140	57	1.43	0.56	6.96
C58	0.19	30.39	11	C57	C58	526	57	1.43	0.56	6.96
C59	0.09	35.23	12	C58	C59	216	57	1.24	0.48	5.35
N29	0.26	41.08	13	C59	N29	215	57	0.41	0.16	0.71
C60	0.04	42.08	14	N29	C60	18.6	57	0.04	0.02	0.01
C63	0.38	39.07	15	N29	C63	114	57	0.11	0.04	0.06
C61	0.46	38.93	16	C63	C59	78	57	-0.7	0.29	2.04
N23	0.13	39.2	17	C63	C61	169	57	0.46	0.18	0.87
C50	0.03	41.19	18	N24	N23	109	57	1.12	0.44	4.45
C51	0.17	45.17	19	N23	C50	23.9	57	0.2	0.08	0.19
C52	0.19	31.61	20	C50	C51	161	57	0.17	0.07	0.14
C53	0	31.59	21	N23	C52	253	57	0.79	0.31	2.31
C54	0.16	34.22	22	C52	C53	14.7	57	0.6	0.23	1.38
N22	0.06	30.19	23	C53	C54	267	57	0.6	0.23	1.38
N21	0.13	24.18	24	C54	N22	41	57	0.44	0.17	0.78
C47	0.17	16.18	25	N22	N21	108	57	0.13	0.05	0.08
C55	0.07	39.19	26	N22	C47	54.5	57	0.17	0.07	0.14
C97	0.21	23.55	27	N22	C55	140	57	0.07	0.03	0.03

C98	0.41	35.24	28	C64	C97	295	57	0.21	0.08	0.19
Estanque	-4.06	1	29	C65	C98	400	57	0.41	0.16	0.7

Se observa un resultado de presiones entre 23 y 45 mca, es decir, dentro de norma, sin considerar la cámara C66, con un valor resultante de 3,4 mca en este escenario.

Tabla 45. Resultados modelación situación base de red asociada a estanques Los Mellizos.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
N20	0.08	24.66	1	Estanque	N20	235	57	2.26	0.89	16.36
N1	0.06	33.65	3	N20	N1	111	57	0.06	0.02	0.02
C3	0	24.4	4	N20	C3	17.3	57	2.13	0.83	14.59
C4	0.19	46.77	5	C3	C4	386	57	2.13	0.83	14.59
C5	0.01	51.65	6	C4	C5	115	57	1.71	0.67	9.72
C6	0.17	48.97	7	C5	C6	385	57	1.69	0.66	9.56
C7	0.27	49.84	8	C6	C7	522	57	1.53	0.6	7.91
C8	0.08	47.77	9	C7	C8	12.7	57	1.26	0.49	5.52
N17	0.27	49.14	10	C8	N17	332	57	1.18	0.46	4.93
N18	0.08	59	11	N17	N18	372	57	0.91	0.36	3.06
N19	0.08	59.11	12	N18	N19	343	57	0.84	0.33	2.61
C9	0.05	62.29	13	N19	C9	372	57	0.76	0.3	2.19
C10	0	63.27	14	C9	C10	8.7	57	0.72	0.28	1.96
C11	0.09	71.97	15	C10	C11	154	57	0.72	0.28	1.96
N13	0.1	64.69	16	C11	N13	181	57	0.63	0.25	1.53
C12	0.28	38.58	17	N13	C12	333	57	0.28	0.11	0.35
C13	0	64.69	18	N13	C13	18.8	57	0.24	0.09	0.26
N14	0.05	46.49	19	C13	N14	781	57	0.24	0.09	0.26
C16	0.05	47.4	20	N14	C16	504	57	0.19	0.08	0.17
C17	0.09	23.39	21	C16	C17	301	57	0.09	0.04	0.04
C14	0.03	54.4	22	C16	C14	951	57	0.03	0.01	0.01
C112	0.22	70.74	23	C4	C112	125	57	0.22	0.09	0.23
C107	0.03	52.4	24	C16	C107	208	57	0.03	0.01	0.01

A partir de la modelación, se tiene un rango de presiones resultantes aproximadamente dentro de lo normado, entre 23 y 72 mca.

Tabla 46. Resultados modelación situación base de red asociada a estanque El Llano (tuberías).

Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
1	Estanque	N6	59.7	67	3.88	1.1	20.27
2	N6	C48	9	57	0.13	0.05	0.07

3	C48	C49	271	57	0.13	0.05	0.08
5	N4	C23	13.4	57	0.07	0.03	0.03
6	C23	C34	174	57	0.04	0.01	0.01
7	N4	C24	25.1	57	3.03	1.19	28.08
8	C24	C37	104	57	1.7	0.66	9.61
9	C37	C38	7.7	57	0.38	0.15	0.61
10	C38	C39	217	57	0.38	0.15	0.61
11	C24	C26	186	57	1.33	0.52	6.12
12	C26	N5	59.2	57	-0.1	0.03	0.03
13	N5	C39	5.5	57	-0.2	0.09	0.22
14	N5	C40	180	57	0.13	0.05	0.08
15	C37	C41	158	57	1.3	0.51	5.84
16	C41	C42	257	57	0.14	0.06	0.1
17	C42	C43	40.8	57	0.05	0.02	0.02
18	C41	N7	43.3	57	1.12	0.44	4.43
19	N7	N31	289	57	0.87	0.34	2.77
20	N31	N32	546	57	0.16	0.06	0.13
21	N31	C45	69	57	0.67	0.26	1.71
22	C45	C46	414	57	0.67	0.26	1.71
23	C46	C47	692	57	0.36	0.14	0.55
24	C26	N30	169	67	1.33	0.38	2.8
25	N30	C35	145	57	0.2	0.08	0.18
26	C35	C36	331	57	0.14	0.06	0.1
27	N30	C27	140	67	1.04	0.3	1.78
28	C27	C28	677	57	0.99	0.39	3.54
30	N3	C29	17.4	57	0.23	0.09	0.25
31	C29	C30	183	57	0.23	0.09	0.25
32	C30	N2	47.7	57	0.02	0.01	0
33	N3	C31	173	57	0.45	0.17	0.81
34	C31	C32	13.3	40	0.45	0.35	3.98
36	C33	C13	792	57	0.37	0.14	0.56
37	C13	C15	1049	57	0.37	0.14	0.56
38	C15	C18	738	57	0.37	0.14	0.56
39	C18	C20	31.2	57	0.24	0.09	0.26
40	C20	N33	147	57	0.24	0.09	0.26
41	N33	N34	230	57	0.07	0.03	0.03
42	N33	Presurizadora	90	57	0.12	0.05	0.07
44	N35	C21	302	57	0	0	0
45	N35	N36	349	57	0.07	0.03	0.03
46	C18	N16	5.2	57	0.13	0.05	0.08
47	N16	C19	333	57	0.13	0.05	0.08
48	N7	Reelevadora	2390	57	0.25	0.1	0.28
49	C108	C109	271	57	0.04	0.02	0.01

50	C109	C110	275	57	0.01	0.01	0
51	C109	C111	120	57	0.01	0.01	0
52	C105	C106	462	57	0.04	0.02	0.01
53	C100	C102	365	57	0.11	0.04	0.06
54	C102	C100	365	57	-0.1	0.04	0.06
55	C99	N43	400	57	0.13	0.05	0.09
56	N43	C101	41	57	-0.1	0.03	0.03
57	C101	N44	383	57	-0.1	0.04	0.04
58	N44	C99	46	57	-0.3	0.11	0.37
59	N44	N43	350	57	0.1	0.04	0.05
60	C103	C104	240	57	0.06	0.02	0.02
61	C32	C108	466	57	0.45	0.17	0.81
62	C108	C33	698	57	0.4	0.16	0.67
63	Presurizadora	C105	267	57	0.12	0.05	0.07
64	C105	N35	2	57	0.07	0.03	0.04
65	N6	C100	72	57	3.76	1.47	41.91
66	C100	C99	81	57	3.54	1.39	37.6
67	C99	N4	299	57	3.12	1.22	29.64
68	C28	C103	138	57	0.77	0.3	2.24
69	C103	N3	63	57	0.72	0.28	1.94

Tabla 47. Resultados modelación situación base, red El Llano (nodos).

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
N6	0	16.59	C31	0	42.13
C48	0	17.59	C32	0	42.07
C49	0.13	21.57	C33	0.04	61.23
N4	0.02	21.66	C13	0	127.78
C23	0.04	21.66	C15	0	118.19
C34	0.04	22.66	C18	0	111.78
C24	0	20.96	C20	0	107.77
C37	0.02	24.96	N33	0.05	89.73
C38	0	25.95	N34	0.07	93.72
C39	0.16	30.82	Presurizadora	0	77.72
C26	0.07	27.82	N35	0	43.71
N5	0.02	31.82	C21	0	45.71
C40	0.13	36.81	N36	0.07	43.7
C41	0.04	34.03	N16	0	111.77
C42	0.09	32.01	C19	0.13	101.75
C43	0.05	30.01	Reelevadora	0.25	-7.82
N7	0	39.84	C108	0	46.7
N31	0.04	53.04	C109	0.01	58.7

N32	0.16	50.97	C110	0.01	47.7
C45	0	60.92	C111	0.01	54.7
C46	0.31	72.22	C105	0	45.71
C47	0.36	87.84	C106	0.04	53.7
N30	0.09	29.35	C100	0	19.57
C35	0.05	42.32	C102	0.21	30.55
C36	0.14	74.29	N43	0.31	32.49
C27	0.05	28.1	C99	0	21.53
C28	0.22	29.7	C101	0.01	32.49
N3	0.04	35.27	N44	0.1	23.51
C29	0	35.26	C103	0	32.39
C30	0.22	41.22	C104	0.06	40.38
N2	0.02	39.22	Est. El Llano	-3.88	0.8

Como resultado de la modelación, se observan presiones en un rango de 16 a 128 mca, con parte considerable de la red presentando presiones por sobre el máximo normado de 70 mca.

Tabla 48. Resultados modelación situación base de red asociada a estanque Canelilla Alta.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
N11	0.03	55.84	1	Estanque	N11	441	57	0.29	0.11	0.36
C75	0	55.84	2	N11	C75	6.7	57	0.11	0.04	0.06
C79	0	56.84	7	N11	C79	15.5	57	0.15	0.06	0.11
C76	0.01	44.83	3	C75	C76	162	57	0.11	0.04	0.06
C77	0	42.83	4	C76	C77	12.7	57	0.06	0.02	0.02
C78	0.06	29.83	5	C77	C78	214	57	0.06	0.02	0.02
N12	0.04	39.83	6	C76	N12	82.2	57	0.04	0.01	0.01
C80	0	52.82	8	C79	C80	177	57	0.15	0.06	0.11
N10	0.01	112.79	9	C80	N10	252	57	0.15	0.06	0.11
C81	0	61.79	10	N10	C81	11.3	57	0.02	0.01	0
C82	0.02	80.79	11	C81	C82	224	57	0.02	0.01	0
C83	0	69.78	12	N10	C83	91.6	57	0.12	0.05	0.08
C84	0	76.78	13	C83	C84	56	57	0.12	0.05	0.08
C85	0.01	96.75	14	C84	C85	364	57	0.12	0.05	0.08
N9	0.01	112.73	15	C85	N9	357	57	0.12	0.05	0.07
C86	0	111.73	16	N9	C86	11.3	57	0.05	0.02	0.01
C87	0.05	115.72	17	C86	C87	181	57	0.05	0.02	0.01
C88	0	113.73	18	N9	C88	29.2	57	0.06	0.02	0.02
N8	0	129.72	19	C88	N8	402	57	0.06	0.02	0.02
C91	0	130.72	20	N8	C91	21.9	57	0.02	0.01	0
C92	0	130.72	21	C91	C92	5.9	57	0.02	0.01	0
C93	0.02	107.72	22	C92	C93	144	57	0.02	0.01	0
C89	0	130.72	24	C89	C90	4.5	57	0.04	0.02	0.01

C90	0	130.72	25	C90	C94	251	57	0.04	0.02	0.01
C94	0.01	138.72	26	C94	C95	201	57	0.03	0.01	0
C95	0.01	148.72	27	C95	C96	368	57	0.02	0.01	0
C96	0.02	155.71	23	N8	C89	21.9	57	0.04	0.02	0.01
Estanque	-0.29	1								

Se obtiene de la modelación un rango de presiones resultantes entre 29 y 156 mca, con más de la mitad de la red con presiones sobre el máximo normado.

Tabla 49. Resultados modelación situación futura de red Villaseca.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
C64	0.04	25.12	1	Estanque	C64	100	57	3.07	1.2	28.8
N27	0	30.62	2	C64	N27	60.8	57	2.82	1.1	24.61
C65	0.19	17.12	3	N27	C65	435	57	2.79	1.09	24.14
C66	0.16	-13.51	5	N27	N28	103	57	0.03	0.01	0.01
N28	0.03	29.62	6	Estanque	N25	47.9	57	5.63	2.21	88.58
N25	0	31.76	7	N25	N26	166	67	0.13	0.04	0.04
N26	0.13	29.75	8	N25	N24	154	57	5.5	2.15	84.8
N24	0.19	26.7	9	N24	C56	196	57	4.19	1.64	51.27
C56	0.16	20.65	10	C56	C57	140	57	4.03	1.58	47.7
C57	0	9.97	11	C57	C58	526	57	4.03	1.58	47.7
C58	0.19	-17.12	12	C58	C59	216	57	3.84	1.51	43.64
C59	0.09	-20.55	13	C59	N29	215	57	1.6	0.63	8.6
N29	0.26	-16.4	14	N29	C60	18.6	57	2.65	1.04	21.93
C60	0.04	-15.81	15	N29	C63	114	57	-1.31	0.51	5.98
C63	0.38	-17.72	16	C63	C59	78	57	-2.16	0.84	14.98
C61	0.46	-17.87	17	C63	C61	169	57	0.46	0.18	0.87
N23	0.13	27.21	18	N24	N23	109	57	1.12	0.44	4.45
C50	0.03	29.21	19	N23	C50	23.9	57	0.2	0.08	0.19
C51	0.17	33.19	20	C50	C51	161	57	0.17	0.07	0.14
C52	0.19	19.63	21	N23	C52	253	57	0.79	0.31	2.31
C53	0	19.61	22	C52	C53	14.7	57	0.6	0.23	1.38
C54	0.16	22.24	23	C53	C54	267	57	0.6	0.23	1.38
N22	0.06	18.21	24	C54	N22	41	57	0.44	0.17	0.78
N21	0.13	12.2	25	N22	N21	108	57	0.13	0.05	0.08
C47	0.17	4.2	26	N22	C47	54.5	57	0.17	0.07	0.14
C55	0.07	27.2	27	N22	C55	140	57	0.07	0.03	0.03
C97	0.21	21.06	28	C64	C97	295	57	0.21	0.08	0.19
C98	0.41	21.84	29	C65	C98	400	57	0.41	0.16	0.7
C116	0.03	-15.64	30	C60	C116	39.3	57	2.61	1.02	21.26
N38	1.1	-16.47	31	C116	N38	500	57	0.65	0.26	1.65
N40	0.19	-17.26	32	C116	N38	300	57	0.86	0.34	2.74

C117	1.29	-14.58	33	C116	N40	154	57	1.06	0.42	4.03
N41	0.99	22.54	34	N38	C117	154	57	0.42	0.16	0.72
C113	0	8.62	35	N40	C117	300	57	0.51	0.2	1.04
N42	1.04	-39.48	36	N40	C117	580	57	0.36	0.14	0.54
C115	0	5.55	37	C113	N41	240	57	0.28	0.11	0.35
C114	0	7.04	38	C113	N42	250	57	0.31	0.12	0.4
Estanque	-8.7	1	39	C115	N41	378	57	0.08	0.03	0.03
			40	C114	N41	335	57	0.62	0.24	1.5
			41	C114	N42	360	57	0.61	0.24	1.44
			42	C115	N42	360	57	0.13	0.05	0.08
			43	C65	C114	200	57	2.19	0.86	15.41
			44	C114	C113	125	57	0.96	0.38	3.34
			45	C113	C115	125	57	0.37	0.14	0.57
			46	C115	C66	540	57	0.16	0.06	0.12

Se observa que la modelación arroja un rango de presiones entre -40 a 32 mca en este escenario, con gran parte de la red mostrando presiones bajo el mínimo normado de 15 mca.

Tabla 50. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanques Los Mellizos.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
N20	0.08	12.1	1	Estanque	N20	235	57	4.95	1.94	69.79
N1	0.06	21.1	3	N20	N1	111	57	0.06	0.02	0.02
C3	0	10.95	4	N20	C3	17.3	57	4.81	1.89	66.3
C4	0.19	13.36	5	C3	C4	386	57	4.81	1.89	66.3
C5	0.01	12.92	6	C4	C5	115	57	4.39	1.72	56.01
C6	0.17	-0.11	7	C5	C6	385	57	3.48	1.37	36.43
C7	0.27	-12.49	8	C6	C7	522	57	3.32	1.3	33.3
C8	0.08	-14.85	9	C7	C8	12.7	57	3.05	1.2	28.48
N17	0.27	-20.88	10	C8	N17	332	57	2.97	1.17	27.19
N18	0.08	-16.81	12	N18	N19	343	57	0.84	0.33	2.61
N19	0.08	-16.7	13	N19	C9	372	57	0.76	0.3	2.19
C9	0.05	-13.52	14	C9	C10	8.7	57	0.72	0.28	1.96
C10	0	-12.54	15	C10	C11	154	57	0.72	0.28	1.96
C11	0.09	-3.84	16	C11	N13	181	57	0.63	0.25	1.53
N13	0.1	-11.11	17	N13	C12	333	57	0.28	0.11	0.35
C12	0.28	-37.23	18	N13	C13	18.8	57	0.24	0.09	0.26
C13	0	-11.12	19	C13	N14	781	57	0.24	0.09	0.26
N14	0.05	-29.32	20	N14	C16	504	57	0.19	0.08	0.17
C16	0.05	-28.41	21	C16	C17	301	57	0.09	0.04	0.04
C17	0.09	-52.42	22	C16	C14	951	57	0.03	0.01	0.01
C14	0.03	-21.41	23	C4	C112	125	57	0.22	0.09	0.23
C112	0.22	37.33	24	C16	C107	208	57	0.03	0.01	0.01

C107	0.03	-23.41	25	C5	C118	460	57	0.9	0.35	2.95
C118	0.9	-14.44	26	C120	N47	165	57	0.9	0.35	2.95
C120	0	-14.4	27	N47	C121	50	57	0.18	0.07	0.15
N47	0.57	-3.89	28	C121	N48	130	57	0.09	0.04	0.04
C121	0.09	-3.89	29	N48	N47	130	57	-0.15	0.06	0.1
N48	0.24	-9.9	30	N18	N45	165	57	0.9	0.35	2.95
N45	0.57	-4.29	31	N45	C119	50	57	0.16	0.06	0.13
C119	0.09	-3.3	32	C119	N46	130	57	0.07	0.03	0.03
N46	0.24	-7.31	33	N46	N45	80	57	-0.16	0.06	0.13
Estanque	-4.95	1.5	34	N17	C120	242	57	2.71	1.06	22.81
			35	C120	N18	130	57	1.81	0.71	10.83

La modelación entrega presiones entre los -38 y 21 mca, con la mayor parte de la red mostrando presiones por debajo del mínimo de 15 mca.

Tabla 51. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque El Llano (tuberías).

Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
1	Estanque	N6	59.7	67	6.85	1.94	57.97
2	N6	C48	9	57	0.13	0.05	0.08
3	C48	C49	271	57	0.13	0.05	0.08
5	N4	C23	13.4	57	0.07	0.03	0.03
6	C23	C34	174	57	0.04	0.01	0.01
7	N4	C24	25.1	57	5.99	2.35	99.45
8	C24	C37	104	57	3.32	1.3	33.33
9	C37	C38	7.7	57	0.85	0.33	2.66
10	C38	C39	217	57	0.85	0.33	2.66
11	C24	C26	186	57	2.67	1.05	22.27
12	C26	N5	59.2	57	-0.54	0.21	1.16
13	N5	C39	5.5	57	-0.68	0.27	1.79
14	N5	C40	180	57	0.13	0.05	0.08
15	C37	C41	158	57	1.3	0.51	5.84
16	C41	C42	257	57	0.14	0.06	0.1
17	C42	C43	40.8	57	0.05	0.02	0.02
18	C41	N7	43.3	57	1.12	0.44	4.43
19	N7	N31	289	57	0.87	0.34	2.77
20	N31	N32	546	57	0.16	0.06	0.13
21	N31	C45	69	57	0.67	0.26	1.71
22	C45	C46	414	57	0.67	0.26	1.71
23	C46	C47	692	57	0.36	0.14	0.55
24	C26	N30	169	67	3.14	0.89	13.67
25	N30	C35	145	57	0.2	0.08	0.18
26	C35	C36	331	57	0.14	0.06	0.1

27	N30	C27	140	67	2.85	0.81	11.44
28		C28	677	57	2.8	1.1	24.26
30	N3	C29	17.4	57	0.23	0.09	0.25
31	C29	C30	183	57	0.23	0.09	0.25
32	C30	N2	47.7	57	0.02	0.01	0
33	N3	C31	173	57	2.25	0.88	16.24
34	C31	C32	13.3	40	2.25	1.79	80.21
36	C33	C13	792	57	0.37	0.14	0.56
37	C13	C15	1049	57	0.37	0.14	0.56
38	C15	C18	738	57	0.37	0.14	0.56
39	C18	C20	31.2	57	0.24	0.09	0.26
40	C20	N33	147	57	0.24	0.09	0.26
41	N33	N34	230	57	0.07	0.03	0.03
42	N33	Presurizadora	90	57	0.12	0.05	0.07
44	N35	C21	302	57	0	0	0
45	N35	N36	349	57	0.07	0.03	0.03
46	C18	N16	5.2	57	0.13	0.05	0.08
47	N16	C19	333	57	0.13	0.05	0.08
48	N7	Reelevadora	2390	57	0.25	0.1	0.28
49	C108	C109	271	57	0.04	0.02	0.01
50	C109	C110	275	57	0.01	0.01	0
51	C109	C111	120	57	0.01	0.01	0
52	C105	C106	462	57	0.04	0.02	0.01
53	C100	C102	365	57	0.11	0.04	0.06
54	C102	C100	365	57	-0.11	0.04	0.06
55	C99	N43	400	57	0.13	0.05	0.09
56	N43	C101	41	57	-0.08	0.03	0.03
57	C101	N44	383	57	-0.09	0.04	0.04
58	N44	C99	46	57	-0.29	0.11	0.37
59	N44	N43	350	57	0.1	0.04	0.05
60	C103	C104	240	57	0.06	0.02	0.02
61	C32	C108	466	57	2.25	0.88	16.24
62	C108	C33	698	57	2.21	0.87	15.68
63	Presurizadora	C105	267	57	0.12	0.05	0.07
64	C105	N35	2	57	0.07	0.03	0.03
65	N6	C100	72	67	6.72	1.91	56.01
66	C100	C99	81	67	6.51	1.85	52.75
67	C99	N4	299	57	6.08	2.38	102.23
68	C28	C103	138	57	2.58	1.01	20.89
69	C103	N3	63	57	2.52	0.99	20.04
70	C33	N49	160	57	1.81	0.71	10.8
71	N49	N50	460	57	0.36	0.14	0.55
72	N49	N50	170	57	0.62	0.24	1.48

73	N50	N51	320	57	0.04	0.02	0.01
74	N49	N51	130	57	0.72	0.28	1.96
75	N51	C122	130	57	0.11	0.04	0.06
76	C37	N52	132	57	1.16	0.45	4.74
77	N52	N53	122	57	0.41	0.16	0.69
78	N53	C123	367	57	0.09	0.03	0.04
79	N53	C123	100	57	0.18	0.07	0.14
80	C123	N52	230	57	-0.32	0.12	0.43

Tabla 52. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque El Llano (nodos).

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Nodo ID	Demanda LPS	Presión m
N6	0	14.34	C15	0	44.93
C48	0	15.34	C18	0	38.51
C49	0.13	19.32	C20	0	34.5
N4	0.02	-4.53	N33	0.05	16.46
C23	0.04	-4.53	N34	0.07	20.46
C34	0.04	-3.54	Presurizadora	0	-95.54
C24	0	-7.03	N35	0	-29.56
C37	0.02	-5.5	C21	0	-27.56
C38	0	-4.52	N36	0.07	-29.57
C39	0.16	-0.09	N16	0	38.51
C26	0.07	-3.17	C19	0.13	28.48
N5	0.02	0.9	Reelevadora	0.25	-38.27
C40	0.13	5.88	C108	0	-16.09
C41	0.04	3.58	C109	0.01	-4.09
C42	0.09	1.55	C110	0.01	-15.09
C43	0.05	-0.45	C111	0.01	-8.09
N7	0	9.39	C105	0	-27.56
N31	0.04	22.59	C106	0.04	-19.57
N32	0.16	20.52	C100	0	16.31
C45	0	30.47	C102	0.21	27.29
C46	0.31	41.76	N43	0.31	28
C47	0.36	57.38	C99	0	17.03
N30	0.09	-3.48	C101	0.01	28
C35	0.05	9.49	N44	0.1	19.02
C36	0.14	41.46	C103	0	-18.39
C27	0.05	-6.08	C104	0.06	-10.39
C28	0.22	-18.51	N49	0.11	-1.76
N3	0.04	-16.65	N50	0.94	-19.02
C29	0	-16.65	N51	0.65	9.98
C30	0.22	-10.7	C122	0.11	7.97

N2	0.02	-12.7	N52	0.43	-5.12
C31	0	-12.46	N53	0.14	-11.21
C32	0	-13.53	C123	0.58	-18.22
C33	0.04	-12.04	Estanque	-6.85	0.8
C13	0	54.52			

Se aprecia presiones en gran parte de la red por debajo del mínimo por norma, entre -30 y 54 mca, a excepción de en la presurizadora que eleva hacia Canelilla Alta, donde resulta una presión de -95 mca en este escenario.

Tabla 53. Resultados modelación situación futura de red asociada a estanque Canelilla Alta.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
N11	0.03	55.34	1	Estanque	N11	441	57	0.62	0.24	1.49
C75	0	55.34	2	N11	C75	6.7	57	0.11	0.04	0.06
C79	0	56.33	7	N11	C79	15.5	57	0.49	0.19	0.95
C76	0.01	44.33	3	C75	C76	162	57	0.11	0.04	0.06
C77	0	42.33	4	C76	C77	12.7	57	0.06	0.02	0.02
C78	0.06	29.33	5	C77	C78	214	57	0.06	0.02	0.02
N12	0.04	39.33	6	C76	N12	82.2	57	0.04	0.01	0.01
C80	0	52.16	8	C79	C80	177	57	0.49	0.19	0.95
N10	0.01	112.03	9	C80	N10	252	57	0.34	0.13	0.5
C81	0	61.03	10	N10	C81	11.3	57	0.02	0.01	0
C82	0.02	80.03	11	C81	C82	224	57	0.02	0.01	0
C83	0	68.99	12	N10	C83	91.6	57	0.31	0.12	0.42
C84	0	75.97	13	C83	C84	56	57	0.31	0.12	0.43
C85	0.01	95.81	14	C84	C85	364	57	0.31	0.12	0.43
N9	0.01	111.75	16	N9	C86	11.3	57	0.05	0.02	0.01
C86	0	110.75	17	C86	C87	181	57	0.05	0.02	0.01
C87	0.05	114.75	18	N9	C88	29.2	57	0.06	0.02	0.02
C88	0	112.75	19	C88	N8	402	57	0.06	0.02	0.02
N8	0	128.75	20	N8	C91	21.9	57	0.02	0.01	0
C91	0	129.75	21	C91	C92	5.9	57	0.02	0.01	0.01
C92	0	129.75	22	C92	C93	144	57	0.02	0.01	0
C93	0.02	106.75	24	C89	C90	4.5	57	0.04	0.02	0.01
C89	0	129.75	25	C90	C94	251	57	0.04	0.02	0.01
C90	0	129.75	26	C94	C95	201	57	0.03	0.01	0.01
C94	0.01	137.74	27	C95	C96	368	57	0.02	0.01	0
C95	0.01	147.74	23	N8	C89	21.9	57	0.04	0.02	0.01
C96	0.02	154.74	28	C126	C124	250	57	0.09	0.04	0.05
C126	0.09	96.77	30	C85	C126	111	57	0.31	0.12	0.4
C124	0.09	111.76	31	C126	N9	246	57	0.12	0.05	0.07
C125	0.14	57.14	29	C80	C125	205	57	0.14	0.06	0.1

A partir de la modelación, se aprecian presiones resultantes entre 29 y 155 mca, presentando más de la mitad de la red presiones sobre el máximo de 70 mca.

6.4 Análisis y recomendaciones

De lo expuesto en los subcapítulos anteriores, surge lo siguiente:

6.4.1 Villaseca

En la situación actual, el APR Villaseca presenta niveles de presión dentro del rango indicado por norma en su red asociada al pozo 1, exceptuando la cámara C66, ubicada en un extremo de la red, con una altitud muy cercana a la del estanque, por lo que no se considera viable resolver esto a través de cambio de tuberías para elevar la presión, recomendando estudiar la inclusión de una bomba presurizadora en el sector de Samo Bajo, donde se presenta el problema.

En la red Los Mellizos, se tiene un rango de presiones entre 25 y 75 mca de acuerdo con la modelación. Cabe mencionar que en esta situación particular se obtuvo mediciones en terreno realizadas por los operadores de la red, las que resultaron en valores cercanos a los obtenidos usando el programa Epanet, como se muestra en la Tabla 54, validando los resultados obtenidos.

Tabla 54. Comparación resultados modelación con mediciones de presión realizadas en red Los Mellizos.

Nodo	Presión	Presión observada
ID	m	m
C11	74.56	71.4
N13	67.31	69.36

En las redes El Llano y Canelilla alta, se obtienen de la modelación valores de presiones en gran parte de la red que sobrepasan ampliamente el máximo normado. Por esto será recomendable estudiar la incorporación de reductoras de presión en estos sectores.

Para la situación base, se mantiene en la red del pozo 1 el problema de baja presión en el extremo de la red cercano a la cámara C66, con el resto de la red con presiones normales.

En la red Los Mellizos, en la situación base, se tienen resultados similares a lo obtenido para la situación actual, decreciendo levemente las presiones obtenidas debido al aumento esperable de las pérdidas al considerar un mayor consumo (caudal) en la red.

Respecto a la situación futura, en la red Villaseca, asociada al pozo 1, se obtiene una presión cercana a cero en la cámara C66, manteniendo el resto de la red dentro del rango normado, al hacer modificaciones en el diámetro de tubería a HDPE 90mm en un total de 1280 metros, tal como muestra la Tabla 55.

Tabla 55. Resultados modelación red Pozo 1 en situación futura con cambio de tubería a HDPE 90mm.

Nodo ID	Demanda LPS	Presión m	Tramo ID	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud m	Diámetro mm	Flujo LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
C64	0.04	27.48	1	Est.	C64	100	81	3.07	0.6	5.2
N27	0	34.21	2	C64	N27	60.8	81	2.82	0.55	4.44
C65	0.19	29.31	3	N27	C65	435	81	2.79	0.54	4.36
C66	0.16	0.69	5	N27	N28	103	57	0.03	0.01	0.01
N28	0.03	33.21	6	Est.	N25	47.9	81	5.63	1.09	15.99
N25	0	35.23	7	N25	N26	166	67	0.13	0.04	0.04
N26	0.13	33.23	8	N25	N24	154	57	2.03	0.8	13.44
N24	0.19	41.16	9	N24	C56	196	57	0.73	0.28	1.99
C56	0.16	44.77	10	C56	C57	140	67	4.03	1.14	21.71
C57	0	37.73	11	C57	C58	526	67	4.03	1.14	21.71
C58	0.19	24.32	12	C58	C59	216	67	3.84	1.09	19.86
C59	0.09	26.03	13	C59	N29	215	57	1.6	0.63	8.6
N29	0.26	30.18	14	N29	C60	18.6	57	2.65	1.04	21.93
C60	0.04	30.77	15	N29	C63	114	57	-1.31	0.51	5.98
C63	0.38	28.86	16	C63	C59	78	57	-2.16	0.84	14.98
C61	0.46	28.71	17	C63	C61	169	57	0.46	0.18	0.87
N23	0.13	41.68	18	N24	N23	109	57	1.12	0.44	4.45
C50	0.03	43.67	19	N23	C50	23.9	57	0.2	0.08	0.19
C51	0.17	47.65	20	C50	C51	161	57	0.17	0.07	0.14
C52	0.19	34.1	21	N23	C52	253	57	0.79	0.31	2.31
C53	0	34.08	22	C52	C53	14.7	57	0.6	0.23	1.38
C54	0.16	36.71	23	C53	C54	267	57	0.6	0.23	1.38
N22	0.06	32.67	24	C54	N22	41	57	0.44	0.17	0.78
N21	0.13	26.66	25	N22	N21	108	57	0.13	0.05	0.08
C47	0.17	18.67	26	N22	C47	54.5	57	0.17	0.07	0.14
C55	0.07	41.67	27	N22	C55	140	57	0.07	0.03	0.03
C97	0.21	23.42	28	C64	C97	295	57	0.21	0.08	0.19
C98	0.41	34.03	29	C65	C98	400	57	0.41	0.16	0.7
C116	0.03	30.93	30	C60	C116	39.3	57	2.61	1.02	21.26
N38	1.1	30.11	31	C116	N38	500	57	0.65	0.26	1.65
N40	0.19	29.31	32	C116	N38	300	57	0.86	0.34	2.74
C117	1.29	32	33	C116	N40	154	57	1.06	0.42	4.03
N41	0.99	36.24	34	N38	C117	154	57	0.42	0.16	0.72
C113	0	22.75	35	N40	C117	300	57	0.51	0.2	1.04
C115	0	19.7	36	N40	C117	580	57	0.36	0.14	0.54
C114	0	20.91	37	C113	N41	240	57	0.75	0.29	2.1
C127	1.04	22.96	39	C115	N41	378	57	0.56	0.22	1.22
Est.	-8.7	1	40	C114	N41	335	57	0.73	0.28	2
			43	C65	C114	200	67	2.19	0.62	7.01

44	C114	C113	125	81	1.46	0.28	1.32
45	C113	C115	125	81	0.72	0.14	0.35
46	C115	C66	540	81	0.16	0.03	0.02
4	N41	C127	1100	57	1.04	0.41	3.9
38	N25	C56	150	67	3.46	0.98	16.4

La red asociada al estanque Los Mellizos presenta valores de presión negativos en la situación futura en gran parte de su extensión, frente a lo que se propone incrementar el diámetro de las tuberías en tramos clave de la red, disminuyendo así las pérdidas en estos puntos críticos hasta obtener resultados de presión dentro de lo establecido en la normativa estudiada.

Además, uno de los problemas principales indicados para este sistema se refiere al cambio de matriz en el sector de Barrancas, para lo que se propone también aumentar el diámetro de la tubería, utilizando HDPE de 90 mm de diámetro externo como mínimo. Esto debido a la necesidad de prevenir posibles bajas de presiones a futuro dadas las pérdidas por escurrimiento. Para esto se modeló la situación futura con diferentes alternativas de tuberías, cuyo resultado se presenta en las tablas 55 y 56 a continuación, junto al detalle del diseño de la red.

Tabla 56. Resultados modelación situación actual con distintos tipos de tubería.

Nodo	Situación estática		Situación dinámica					
			Demanda	PVC 63 mm (actual)	HDPE 75 mm	HDPE 90 mm	HDPE 110 mm	HDPE 125 mm
ID	Demanda LPS	Presión m	LPS	Presión m	Presión m	Presión m	Presión m	Presión m
N20	0	28.5	0.08	25.42	26.99	27.87	28.27	28.37
N1	0	37.5	0.06	34.42	35.99	36.87	37.26	37.37
C3	0	28.5	0	25.22	26.89	27.83	28.25	28.37
C4	0	56.5	0.19	48.77	52.71	54.92	55.91	56.19
C5	0	62.5	0.01	53.69	58.18	60.7	61.83	62.14
C6	0	63.5	0.17	51.12	57.44	60.98	62.56	63
C7	0	68.5	0.27	52.15	60.49	65.16	67.26	67.83
C8	0	66.5	0.08	50.08	58.46	63.15	65.26	65.83
N17	0	69.5	0.27	51.52	60.7	65.83	68.14	68.77
N18	0	80.5	0.08	61.45	71.17	76.61	79.06	79.73
N19	0	81.5	0.08	61.61	71.76	77.44	79.99	80.69
C9	0	85.5	0.05	64.86	75.39	81.29	83.94	84.66
C10	0	86.5	0	65.84	76.38	82.29	84.93	85.66
C11	0	95.5	0.09	74.56	85.25	91.23	93.91	94.65
N13	0	88.5	0.1	67.31	78.12	84.18	86.89	87.64
C12	0	62.5	0.28	41.19	52.07	58.15	60.88	61.63

C13	0	88.5	0	67.3	78.12	84.18	86.89	87.64
N14	0	70.5	0.05	49.15	59.97	66.02	68.74	69.48
C16	0	71.5	0.05	50.08	60.9	66.96	69.67	70.42
C17	0	47.5	0.09	26.07	36.89	42.94	45.66	46.4
C14	0	78.5	0.03	57.08	67.9	73.95	76.67	77.41
Estanque LM	0	1.5	-2.01	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Tabla 57. Resultados de modelación situación futura, con distintos tipos de tuberías.

Nodo	Situación estática		Situación dinámica					
			Demanda	PVC 63 mm (actual)	HDPE 75 mm	HDPE 90 mm	HDPE 110 mm	HDPE 125 mm
ID	Demanda LPS	Presión m	LPS	Presión m	Presión m	Presión m	Presión m	Presión m
N20	0	28.5	0.08	12.1	20.47	25.16	27.26	27.83
N1	0	37.5	0.06	21.1	29.47	34.15	36.25	36.83
C3	0	28.5	0	10.95	19.91	24.92	27.17	27.79
C4	0	56.5	0.19	13.36	35.38	47.7	53.23	54.75
C5	0	62.5	0.01	12.92	38.22	52.39	58.74	60.48
C6	0	63.5	0.17	-0.11	32.36	50.53	58.68	60.91
C7	0	68.5	0.27	-12.49	28.84	51.98	62.36	65.21
C8	0	66.5	0.08	-14.85	26.67	49.91	60.33	63.19
N17	0	69.5	0.27	-20.88	25.25	51.07	62.65	65.82
N18	0	80.5	0.08	-16.81	33.09	58.91	70.5	73.67
N19	0	81.5	0.08	-16.7	33.66	59.73	71.43	74.63
C9	0	85.5	0.05	-13.52	37.26	63.57	75.37	78.6
C10	0	86.5	0	-12.54	38.25	64.56	76.37	79.6
C11	0	95.5	0.09	-3.84	47.1	73.5	85.34	88.59
N13	0	88.5	0.1	-11.11	39.97	66.44	78.32	81.58
C12	0	62.5	0.28	-37.23	13.91	40.42	52.3	55.55
C13	0	88.5	0	-11.12	39.96	66.44	78.32	81.58
N14	0	70.5	0.05	-29.32	21.76	48.24	60.12	63.38
C16	0	71.5	0.05	-28.41	22.67	49.15	61.03	64.29
C17	0	47.5	0.09	-52.42	-1.34	25.14	37.02	40.28
C14	0	78.5	0.03	-21.41	29.67	56.15	68.03	71.28
C112	0	80.5	0.22	37.33	59.35	71.67	77.2	78.72
C107	0	76.5	0.03	-23.41	27.67	54.15	66.03	69.29
C118	0	36.5	0.9	-14.44	10.87	25.03	31.39	33.13
C120	0	81.5	0	-14.4	34.74	60.55	72.14	75.31
N47	0	92.5	0.57	-3.89	45.25	71.07	82.65	85.83
C121	0	92.5	0.09	-3.89	45.24	71.06	82.64	85.82
N48	0	86.5	0.24	-9.9	39.24	65.06	76.64	79.81

N45	0	93.5	0.57	-4.29	45.61	71.43	83.01	86.19
C119	0	94.5	0.09	-3.3	46.6	72.42	84	87.18
N46	0	90.5	0.24	-7.31	42.6	68.42	80	83.18
Estanque LM	0	1.5	-4.95	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Tabla 58. Diseño cambio de matriz sector Barrancas.

Tipo tubería	Diámetro exterior (mm)	Largo (m)
HDPE	90	3.434

Como se muestra en las tablas, el modelo entrega resultados de presión negativa en la cámara C17, para la situación futura con tubería HDPE 75mm. Al ampliar el diámetro a 90 mm, la presión se eleva por sobre los 25 mca, por lo que se considera el diámetro de 90 mm como el óptimo que asegura presiones dentro de la norma hasta por 25 años.

Dada la importancia que tiene para el APR, el proyecto de cambio o reemplazo de la matriz de la red Los Mellizos, se hizo una estimación de presupuesto o costo del reemplazo, para lo cual se tuvo a la vista presupuestos referenciales valores actuales del costo de suministro de la tubería de HDPE.

A continuación, se presenta el presupuesto estimado y las bases de cálculo:

Bases de cálculo:

- Sección de zanja: 0,8 x 2 mts
- Cama apoyo tubería: 0,2 mts de espesor
- Relleno de arena compactada hasta 0,75 mts.
- Esponjamiento de material: 25 %
- Valor UF al 9 de junio de 2023 \$ 36.064,24
- Se considera 3 % más de longitud de tubería en el suministro.

Item	Designación	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (UF)	Total (UF)
1	Instalación de faenas	Gl	1,0	1.000	1.000
2	Movimiento de tierras				
2.1	Excavaciones con entibación	m3	4.422,0	0,56	2.476
2.2	Excavaciones sin entibación	m3	1.106,0	0,43	476
2.3	Relleno cama de arena	m3	552,8	0,61	337
2.4	Relleno arena	m3	1.520,2	0,40	608
2.5	Rellenos generales	m3	3.455,0	0,55	1.900
2.6	Retiro y transporte excedentes	m3	2.591,0	0,28	725
3	Tuberías				
3.1	Suministro y transporte a la zona	ml	3.559,0	0,30	1.068
3.2	Transporte interno, colocación y pruebas	ml	3.455,0	0,51	1.762

4	Piezas Especiales				
4.1	Suministro, transporte, colocación y pruebas	Gl	1,0	3.000	3.000
5	Obras de hormigón				
	18 cámaras	c/u	18,0	63	1.134
6	Rotura y reposición pavimentos	Gl	1,0	3,000	3.000
7	Atravesos	c/u	3,0	521	1.563
	Sub Total Costos Directos				19.050
	Costos Indirectos, 45 % CD				8.572
	Sub total				27.622
	Gastos Generales, 30 % Costos				8.287
					35.909
	Utilidades, 15 %				5.386
	TOTAL (SIN IVA)				41.295

En cuanto a la red asociada al sector de Canelilla Alta, se puede apreciar valores de presión por sobre el máximo normativo e incluso doblando su valor en algunos casos, lo que sugiere una muy alta probabilidad de roturas en la red en caso de no incorporar un sistema de reducción de presiones en estos puntos críticos, como una válvula reductora de presión. Dadas las características de la red, se propone esta como la única alternativa viable para prevenir futuras fallas inminentes en este sistema.

En resumen, las recomendaciones generales de mejora para el APR Villaseca, en la situación actual, son las siguientes:

- Agregar una bomba presurizadora en el sector Samo Bajo, red Villaseca.
- Incluir reductoras de presión en las redes El Llano y Canelilla Alta.
- Cambio de matriz en sector de Barrancas

Se recomienda profundizar en el estudio de estas soluciones, con información de mayor precisión, para determinar la posición y cantidad exacta de elementos necesarios para optimizar el sistema.

6.4.2 APR San Julián

En el APR San Julián, se puede apreciar una diferencia importante entre los resultados de presiones obtenidas para la modelación según el estanque en funcionamiento, debido principalmente a la diferencia en altitud de aproximadamente 20 metros entre estos. Para la situación actual, se aprecia un exceso de presión en el escenario de funcionamiento del estanque 2 (más elevado), superando en la cámara C11 los 70 mca determinados como límite por norma, para lo cual se recomendaría incorporar una reductora de presión asociada a este estanque. Al considerar el funcionamiento del estanque 1, no se observan problemas en los valores de presión a partir de la modelación.

Respecto a la situación base, se tiene un rango de presiones entre 20 y 45 mca para el caso de uso del estanque 1, y de 46 a 72 mca para el caso de uso del estanque 2, lo que que implica que, de incorporar la mencionada reductora de presión para la situación actual, esta perdería su utilidad en aproximadamente tres años, por lo que, en vista de optimizar el presupuesto acotado del comité, no se considera recomendable la inversión. Por otro lado, se detalla el diseño de la ampliación solicitada para 19 familias, junto a un presupuesto estimado en las siguientes tablas.

Tabla 59. Diseño ampliación solicitada APR San Julián.

Tipo tubería	Diámetro exterior (mm)	Largo (m)
PVC	75	305

Tabla 60. Presupuesto estimativo ampliación 19 viviendas APR San Julián.

Item	Designación	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (UF)	Total (UF)
1	Instalación de faenas	G1	1,0	1.000	1.000
2	Movimiento de tierras				
2.1	Excavaciones con entibación	m3	488,0	0,56	273
2.2	Excavaciones sin entibación	m3	0,0	0,43	0
2.3	Relleno cama de arena	m3	48,8	0,61	30
2.4	Relleno arena	m3	134,2	0,40	54
2.5	Rellenos generales	m3	305,0	0,55	168
2.6	Retiro y tte excedentes	m3	228,8	0,28	64
3	Tuberías				
3.1	Suministro y transporte a la zona	ml	314,2	0,26	82
3.2	Transporte interno, colocación y pruebas	ml	305,0	0,51	156
4	Piezas Especiales				
4.1	Suministro, transporte, colocación y pruebas	G1	1,0	265	265
5	Obras de hormigón				
	3 cámaras	c/u	3,0	63	189
6	Rotura y reposición pavimentos	G1	0,0	3.000	0
7	Atravesos	c/u	0,0	521	0
	Sub Total Costos Directos				2.280
	Costos Indirectos, 45 % CD				1.026
	Subtotal				3.306
	Gastos Generales, 30 % Costos				992
					4.297
	Utilidades, 15 %				645
	TOTAL (SIN IVA)				4.942

En cuanto a la situación futura, se prevé un descenso de las presiones por debajo de los 15 mca en más de un 30% de la red considerando el estanque 1 en funcionamiento. Al considerar en funcionamiento el estanque 2, no se observan problemas en el rango de presiones, encontrándose entre los 26 a 70 mca.

En consideración de lo anterior y pensando en resolver una problemática previsible a 20 años, se recomienda considerar la instalación de una bomba presurizadora a funcionar en conjunto con el estanque 1, para mantener su utilidad y asegurar su vigencia en el futuro.

En resumen, se recomienda de modo general para mejorar la situación actual en la red del APR San Julián, incorporar los siguientes elementos:

- Ampliación de 19 casas, comité Ruta del Sol.

7. Comentarios y conclusiones

El funcionamiento actual de los sistemas de APR se encuentra en constante desafío por su continuidad, buscando dar un servicio adecuado a los habitantes de las zonas en que se encuentran, sin un correcto apoyo por parte de las instituciones del Estado que son pertinentes en la materia.

Es posible dar recomendaciones técnicas para mejorar el funcionamiento de los sistemas de APR a través del estudio de sus necesidades y el uso de la tecnología disponible, sin altos costos de por medio.

En el presente trabajo de título se hizo una revisión bibliográfica para conocer el estado de los sistemas de agua potable rural (APR) en Chile, constatando las situaciones en que ellos se encuentran. Lo anterior fue ratificado en las diversas visitas a terreno que se efectuaron durante el período del trabajo de título, oportunidades en que no sólo se pudieron visitar los APRs Villaseca y San Julián, en los cuales se centra este trabajo, sino también se visitaron otros APRs de la provincia de Limarí.

La revisión bibliográfica incluyó la revisión y análisis de la normativa vigente, que para estos efectos se centró en la NCh 691. Of 98 “Agua potable, conducción, regulación y distribución” y el manual de diseño de APRs de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) de 2019, que constituye una pauta de diseño.

El trabajo continuó con el levantamiento de información en terreno, tanto por parte de la autora del informe, como por parte del personal de los APRs que colaboró en este trabajo, dado el amplio y profundo conocimiento que tienen sobre sus instalaciones.

Toda esa información se procesó y analizó para conformar las bases de las modelaciones hidráulicas realizadas, usando el software Epanet. Para esto se siguieron las indicaciones pertinentes, analizando el escenario actual, año 2022, un escenario denominado base, a 3 años, es decir al 2025 y un escenario futuro, que para este caso se hizo al 2045.

El manual de diseño señala cómo hacer las proyecciones de población y las fórmulas de cálculo de los caudales de diseño.

En las Tabla 61 aTabla 65 se muestra cómo crecen los arranques y las poblaciones, en cada uno de esos escenarios y los caudales de diseño empleados:

Tabla 61. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR San Julián.

Concepto	Actual (2022)	Base (2025)	Futuro (2045)
N° de Arranques	227	262	574
Población atendida	932	1.048	2.297
Ampliaciones (arranques)	0	35	312

Caudal máximo horario diseño (lts/s)	2,42	2,72	5,96
--------------------------------------	------	------	------

Tabla 62. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red pozo 1.

Concepto	Actual (2022)	Base (2025)	Futuro (2045)
N° de Arranques	237	282	619
Población atendida	1.004	1.129	2.475
Ampliaciones (arranques)	0	45	37
Caudal máximo horario diseño (lts/s)	3,44	3,87	8,48

Tabla 63. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red Los Mellizos.

Concepto	Actual (2022)	Base (2025)	Futuro (2045)
N° de Arranques	134	151	330
Población atendida	536	603	1.321
Ampliaciones (arranques)	0	17	180
Caudal máximo horario diseño (lts/s)	2,0	2,26	4,94

Tabla 64. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red Canelilla Alta.

Concepto	Actual (2022)	Base (2025)	Futuro (2045)
N° de Arranques	26	30	65
Población atendida	105	119	260
Ampliaciones (arranques)	0	4	35
Caudal máximo horario diseño (lts/s)	0,25	0,28	0,62

Tabla 65. Número de arranques, cantidades de población abastecida y caudales estimados en situación actual, base y futura, APR Villaseca red El Llano.

Concepto	Actual (2022)	Base (2025)	Futuro (2045)
N° de Arranques	158	227	389
Población atendida	632	711	1.558
Ampliaciones (arranques)	0	69	162
Caudal máximo horario diseño (lts/s)	2,85	3,21	7,03

Aunque la tasa de crecimiento poblacional empleada, que es 4% anual, es lo recomendado por la DOH para la zona, y se estima conservadora porque la tasa de crecimiento demográfico de Chile es menor que eso, se considera apropiada para asegurar el abastecimiento de agua potable a las zonas rurales.

Aun así, los APRs en general son deficitarios en cuanto a las dotaciones de consumo, es decir, las políticas de inversión, mejoramiento o renovaciones de sistemas, en general, van por detrás de las necesidades reales.

En este sentido es notoria la falta de una planificación para el desarrollo de los APRs de Chile, que permita dar certeza a la población, sobre la continuidad del servicio y la cantidad de agua que se suministrará. Los dirigentes de los APRs tienen aquí una gran tarea, que consiste en buscar los recursos para sus renovaciones y mejoramientos, y disputarlos con otros sistemas; cuestión que no se plantea en el ámbito de las concesionarias.

De otra manera, la demanda de agua potable en zonas rurales seguirá aumentando, por el sólo crecimiento poblacional. Por ello se requiere disponer de una política pública y una planificación que garantice el suministro de este vital elemento.

Adicionalmente a lo anterior, es necesario destacar que hoy existe un gran número de viviendas no conectadas a redes de agua potable en zonas rurales. Esta población está presionando sobre los APRs para ser incorporados, para que se aprueben las factibilidades técnicas; pero en muchos casos ellas no son otorgadas por diversas razones, como: distancia de las viviendas hasta las matrices y el costo asociado a esa conexión, la falta de agua de los sistemas, que impide incorporar más usuarios.

Un aspecto fundamental de esa política pública es invertir en el desarrollo de fuentes de agua; como realizar más pozos profundos, aumentando la investigación sobre los acuíferos y aguas subterráneas; usar los embalses existentes para abastecimiento de agua potable en zonas rurales, construyendo los sistemas colectivos de tuberías desde esas fuentes de agua, entre otros.

Para los casos de estudio abordados en el presente trabajo, se diseñó, a nivel de ingeniería conceptual, la nueva matriz que reemplazará la existente en un tramo de la red Los Mellizos del APR Villaseca; en tanto que para el APR San Julián, se diseñó la ampliación para el Comité Ruta al Sol.

Los resultados de esos diseños son los siguientes:

Diseño	Tipo tubería	Diámetro exterior (mm)	Largo (m)
Ampliación APR San Julián	PVC	75	305
Cambio de matriz sector Barrancas	HDPE	90	3.434

Como recomendaciones que surgen del presente trabajo se tiene lo siguiente:

- a) Avanzar en los diseños realizados. Esto porque están a nivel de ingeniería conceptual y los levantamientos de información geográfica fueron realizados mediante una aplicación telefónica. Correspondería hacer un levantamiento topográfico in situ y estudios de mecánica de suelos, para precisar los diseños a nivel de ingeniería básica o de detalle.
- b) Realizar la geo referenciación de todas las viviendas existentes en el territorio de cada APR, tanto aquellas conectadas a la red, como las que no lo están, y que son susceptibles de ampliaciones de la red. Esto se podría hacer con la colaboración del personal de cada APR, llenando una encuesta que permita registrar la información pertinente. De esta manera se podrá tener información precisa para diseñar los trazados de ampliaciones de las redes de distribución.

c) Los levantamientos topográficos requeridos no sólo serían sobre trazados o redes de distribución. En varios casos pueden requerirse levantamientos más amplios, para lo cual podrá emplearse drones y los softwares correspondientes para la realización de planos. Esto porque existen sectores con viviendas que aún no aparecen, por ejemplo, en las fotos de Google Earth, que ha sido una aplicación empleada en este trabajo.

d) Apoyar a los APRs realizando los diseños correspondientes y confeccionando las carpetas de proyectos completos, con especificaciones técnicas, presupuestos, programas de construcción, planos de diseños de las redes, de las obras de cruce de caminos, estudios de mecánica de suelos, y todo lo necesario para que los dirigentes puedan contar con los antecedentes necesarios para postular a financiamiento de sus proyectos. Todo de acuerdo con la normativa vigente de tal forma de cumplir rigurosamente con las exigencias técnicas establecidas para postular a financiamientos de las instituciones del Estado.

8. Bibliografía

- Dirección de Obras Hidráulicas. (2019). *Manual de diseño de sistemas de agua potable rural*.
- Instituto Nacional de Normalización. (27 de octubre de 1998). *NCh691 Diseño de sistemas de APR*.
- Ministerio de Obras Públicas, (2015). *Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural (APR)*. Santiago.
- Ministerio de Obras Públicas, d. (2017). *Ley 20998 que regula los Servicio Sanitarios Rurales*.
- Naciones Unidas, (2010). Resolución 64/292. *El derecho humano al agua y el saneamiento.*, (pág. 3).

ANEXOS

ANEXO A. Encuestas previas a APRs Villaseca y San Julián

CONSULTA A DIRIGENTES Y OPERADORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL

RESPUESTAS DEL PRESIDENTE APR VILLASECA SR. JOSÉ PALTA MALUENDA

25 DE MAYO DE 2022

Se solicita la colaboración a los dirigentes de los APRs, para que los alumnos y alumnas que desarrollarán su memoria de titulación sobre su APR durante el presente año, puedan orientar y focalizar su trabajo y las horas que le dedicarán a esto, a resolver problemas reales de las localidades.

Abajo hay una lista de problemas o situaciones detectadas durante la realización de las prácticas profesionales realizadas en Febrero de este año. Sobre esa lista se solicita indicar, en la columna de Prioridad, el grado de importancia que cada situación tiene para su APR. Las expresiones pueden ser

- MUY IMPORTANTE, IMPORTANTE, POCO IMPORTANTE, NO IMPORTANTE, o
- MUY URGENTE, URGENTE, POCO URGENTE, NO URGENTE, o
- Una numeración de 1 hacia adelante, siendo 1 algo MUY IMPORTANTE o MUY URGENTE. Pueden repetir los números en caso de situaciones que estimen que están en la misma condición.

Además pueden escribir o agregar información a cada situación o problema, señalando por ejemplo, que no tienen ese problema o situación, o que ya fue resuelto, etc.

De esta manera nosotros podremos saber “dónde le aprieta más el zapato” al APR para ayudar a buscar las soluciones más adecuadas a esos problemas, guiando y supervisando adecuadamente el trabajo del o la estudiante.

N°	Problema o situación	Prioridad
1	Déficit hídrico, falta de agua en las fuentes o éstas son insuficientes, o porque los pozos se secaron	Poco importante – se han mantenido los niveles hasta el momento
2	No tienen fuente propia de agua, se abastecen con aljibes	No tenemos este problema
3	Roturas frecuentes de las tuberías de impulsión (entre el pozo y los estanques)	No se nos ha presentado esta situación
4	Roturas tuberías de la red de agua que abastece las casas, porque las tuberías son antiguas o por otra razón	Poco importante – Este año no hemos tenido más de 5 roturas

5	Falta de mantención y de reposición de equipos como válvulas, caudalímetros. Les faltan repuestos, o no los pueden comprar	Poco importante – mantenemos repuestos
6	Falta de equipos de respaldo eléctrico para cuando se corta la energía, como generadores, paneles solares	No tenemos este problema
7	Falta de presión, sectores de la población adonde no llega el agua o porque faltan estanques	Muy importante
8	Falta de válvulas de corte para sectorizar la red, en cuarteles y evitar pérdidas mayores cuando hay que hacer reparaciones	Muy importante
9	Falta de capacitación a dirigentes, en gestión del sistema y administración y sobre la nueva ley de Servicios Sanitarios Rurales	Importante
10	Falta de capacitación técnica a operadores, en especialidades como mecánica y eléctrica	Importante
11	Falta de planos de las instalaciones, de los pozos, de las redes de tuberías, especialmente importante para postular proyectos	Muy Importante
12	Falta de registros de operación, digitalizados y de centralización de la información para que sea transparente para todos	Importante
13	Falta de software de administración, para registro de cobros y pagos y emisión de boletas	No tenemos ese problema
14	Falta de soporte técnico, o de apoyo de otros profesionales para resolver problemas técnicos	Importante
15	Necesidad de apoyo técnico para estudiar y promover nuevas conexiones y/o ampliaciones de la red	Muy importante
16	Pérdidas de agua, fugas en la red. Búsqueda de soluciones para bajar el nivel de pérdidas de agua	Muy importante
17	Problemas con la definición de tarifas de cobro por consumo de agua. Resultados económicos negativos	Poco importante
18	Falta de telemetría u operación a distancia y registro automático de la información de operación del sistema	Muy importante
19	Falta de manual de operaciones, necesario para despersonalizar la operación	Importante
20	Sobre la propiedad de los terrenos y/o instalaciones: falta de escrituras que acrediten la propiedad por parte del APR	Importante

21	Necesidad de contar con servidumbres para acceder libremente a las instalaciones, pozos u otras	No tenemos este problema
----	---	--------------------------

2 de Mayo de 2022



CONSULTA A DIRIGENTES Y OPERADORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL

Se solicita la colaboración a los dirigentes de los APRs, para que los alumnos y alumnas que desarrollarán su memoria de titulación sobre su APR durante el presente año, puedan orientar y focalizar su trabajo y las horas que le dedicarán a esto, a resolver problemas reales de las localidades.

Abajo hay una lista de problemas o situaciones detectadas durante la realización de las prácticas profesionales realizadas en Febrero de este año. Sobre esa lista se solicita indicar, en la columna de Prioridad, el grado de importancia que cada situación tiene para su APR. Las expresiones pueden ser

- MUY IMPORTANTE, IMPORTANTE, POCO IMPORTANTE, NO IMPORTANTE, o
- MUY URGENTE, URGENTE, POCO URGENTE, NO URGENTE, o
- Una numeración de 1 hacia adelante, siendo 1 algo MUY IMPORTANTE o MUY URGENTE. Pueden repetir los números en caso de situaciones que estimen que están en la misma condición.

Además pueden escribir o agregar información a cada situación o problema, señalando por ejemplo, que no tienen ese problema o situación, o que ya fue resuelto, etc.

De esta manera nosotros podremos saber "dónde le aprieta más el zapato" al APR para ayudar a buscar las soluciones más adecuadas a esos problemas, guiando y supervisando adecuadamente el trabajo del o la estudiante.

N°	Problema o situación	Prioridad
1	Déficit hídrico, falta de agua en las fuentes o éstas son insuficientes, o porque los pozos se secaron	Muy Importante, porque es primordial para el funcionamiento del sistema
2	No tienen fuente propia de agua, se abastecen con aljibes	Poco Importante, porque contamos con pozos propios.
3	Roturas frecuentes de las tuberías de impulsión (entre el pozo y los estanques)	Poco Importante, porque fueron reemplazadas.
4	Roturas tuberías de la red de agua que abastece las casas, porque las tuberías son antiguas o por otra razón	Muy Importante, por contar con un sistema muy antiguo.
5	Falta de mantención y de reposición de equipos como válvulas, caudalímetros. Les faltan repuestos, o no los pueden comprar	Muy importante, porque el comité no cuenta con los recursos para comprar.
6	Falta de equipos de respaldo eléctrico para cuando se corta la energía, como generadores, paneles solares	Importante, contamos con generador eléctrico no habilitado.
7	Falta de presión, sectores de la población adonde no llega el agua o porque faltan estanques	Muy Importante, porque hay lugares en que cuesta que el agua llegue por la altura.

8	Falta de válvulas de corte para sectorizar la red, en cuarteles y evitar pérdidas mayores cuando hay que hacer reparaciones	Poco Importante, porque se cuenta con válvula de corte.
9	Falta de capacitación a dirigentes, en gestión del sistema y administración y sobre la nueva ley de Servicios Sanitarios Rurales	Importante, porque no todos los dirigentes participan de las capacitaciones.
10	Falta de capacitación técnica a operadores, en especialidades como mecánica y eléctrica	Muy Importante, ya que el operador es fundamental en las funciones de los equipos.
11	Falta de planos de las instalaciones, de los pozos, de las redes de tuberías, especialmente importante para postular proyectos	Muy Importante, porque no se cuenta con planos, que nos permitan visualizar los desperfectos.
12	Falta de registros de operación, digitalizados y de centralización de la información para que sea transparente para todos	Muy Importante, ya que adquirir estos instrumentos es de alto costo para nuestro A.P.R.
13	Falta de software de administración, para registro de cobros y pagos y emisión de boletas	Poco Importante, porque estamos trabajando con boletas electrónicas, por lo cual es lo más primordial en estos momentos.
14	Falta de soporte técnico, o de apoyo de otros profesionales para resolver problemas técnicos	Muy Importante, porque los profesionales son muy escasos.
15	Necesidad de apoyo técnico para estudiar y promover nuevas conexiones y/o ampliaciones de la red	Muy importante, ya que el número de usuarios se ha incrementado.
16	Pérdidas de agua, fugas en la red. Búsqueda de soluciones para bajar el nivel de pérdidas de agua	Poco Importante, porque no se cuenta con datos de pérdida de agua.
17	Problemas con la definición de tarifas de cobro por consumo de agua. Resultados económicos negativos	Muy Importante, ya que nuestros usuarios tienen dificultades económicas, con resultados económicos negativos.
18	Falta de telemetría u operación a distancia y registro automático de la información de operación del sistema	Importante, porque al contar con esta tecnología tendríamos una información diaria y más clara.
19	Falta de manual de operaciones, necesario para despersonalizar la operación	Poco Importante, porque es necesaria la presencia del operador.
20	Sobre la propiedad de los terrenos y/o instalaciones: falta de escrituras que acrediten la propiedad por parte del APR	Poco Importante, porque se cuentan con escrituras que acreditan la propiedad por parte del A.P.R.
21	Necesidad de contar con servidumbres para acceder libremente a las instalaciones, pozos u otras	Poco Importante, porque se cuenta con servidumbre propia.

2 de Mayo de 2022



ANEXO B. Resumen Ley 20.998

	<p>LEY 20.998 REGULA SERVICIOS SANITARIOS RURALES</p> <p>Publicación 14 febrero 2017 – Promulgación 6 febrero 2016</p>
Art.	Títulos y Disposiciones
	Título I: Disposiciones preliminares
1	<p>Operadores: comité o cooperativa con licencia, excepcionalmente por un tercero autorizado MOP con informe de autoridad sanitaria regional. Cooperativas sin fines de lucro. Aplicable a todas las organizaciones y personas existentes a la entrada en vigencia, que hayan recibido aporte del estado y las que se incorporen con posterioridad, previa evaluación social por la Subdirección.</p>
2	<p>Definiciones</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Área de servicio: superficie territorial de un operador b) Comité de SSR: organización constituida según leyes, sobre JJVV, con licencia c) Concesión sanitaria: la otorgada según Dcto 382 MOP 1988, publicado 1989 d) Concesionarias de servicios sanitarios: personas jurídicas titulares concesiones con Dcto 382 e) Cooperativa de SSR: regida por ley general de cooperativas, titular licencia SSR, sin lucro f) Depto de cooperativas: el perteneciente al Min Economía, Fomento y Reconstrucción g) Licencia de SSR: otorgada por el MOP en un área de servicio determinada h) Licenciataria: comité o cooperativa, o excepcionalmente un tercero con licencia para SSR i) Ministerio: MOP j) Operador: licenciataria que opera un SSR k) Registro: registro de operadores SSR regulado art 69 de esta ley l) Reglamento: dictado para esta ley según art 3° m) Saneamiento: recolección, tratamiento y disposición aguas servidas y manejo de lodos n) SSR: provisión agua potable y, o saneamiento sin fines de lucro, ajustado a esta ley, con el debido aporte de inversión y capacitación del Estado o) Subdirección: la subdirección de SSR del MOP que se crea por esta ley p) Superintendencia: la SSS q) Usuario: la persona que recibe algún SSR r) Gestión comunitaria: acciones destinadas a apoyar y acompañar a los licenciarios en el funcionamiento, como, capacitación continua de dirigentes y trabajadores, apoyo en el financiamiento de obras de mejoras del sistema y asesoría continua de comités y cooperativas.
3	Para la aplicación de esta ley se dictará un reglamento por el MOP

Título II: Del Servicio Sanitario Rural	
4	Tipos de SSR: podrá ser primario o secundario
5	SSR primario: para uso doméstico con abastecimiento universal para todos dentro del área de servicio. Uso doméstico: destinado a consumo familiar o a pequeñas actividades comerciales o artesanales u otros que el reglamento determine, en atención a volúmenes de consumo.
6	SSR secundario: exceden el doméstico y cuya prestación procede cuando se garantiza el primario.
7	<p>Etapas de los SSR:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Producción de agua potable: captación y tratamiento b) Distribución de agua potable: almacenamiento y conducción c) Recolección de aguas servidas: conducción. Alternativa: soluciones descentralizadas d) Tratamiento y disposición final de aguas servidas: remoción de los contaminantes y evacuación, manejo de lodos. <p>Solicitada la distribución el MOP entregará conjuntamente la de recolección. La recolección será exigible una vez aprobada la puesta en operación de las redes. La producción de agua potable, el tratamiento y disposición de aguas servidas y el manejo de los lodos podrán ser contratadas con terceros por el operador.</p>
Título III: Licencias	
Capítulo I: Normas Comunes	
8	Área de servicio: el decreto que otorgue la licencia delimitará el territorio para el operador.
9	<p>Derecho a uso gratuito bienes nacionales de uso público para infraestructura de SSR, sujeto a condiciones de municipios u otros órganos públicos. Utilizaciones temporales exentas de cobro.</p> <p>Derecho a imponer servidumbres, según código de aguas. Incluye trabajos de exploración de aguas subterráneas; también para descargas gravitacionales de alcantarillado que deban atravesar predio de un tercero. Largo y ancho de faja según factibilidad técnica del proyecto, obligándose el interesado a indemnizar los perjuicios.</p>
10	Licencias vinculadas. En caso que para otorgar una licencia, se requiera de otra para la prestación integral del SSR, se exigirá la licencia que condiciona la solicitada o tramitación simultánea.
11	Cobro conjunto: cuenta única, sobre agua potable y alcantarillado y tratamiento.
12	<p>Bienes indispensables: inembargables, aplica N° 17 del art 445 Cod procedimiento civil.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Arranques de agua potable b) Uniones domiciliarias de alcantarillado c) Redes de distribución d) Redes de recolección e) Derechos de agua f) Captaciones g) Sondajes h) Estanques de regulación

	<ul style="list-style-type: none"> i) Servidumbres de paso j) Plantas producción agua potable y de tratamiento de aguas servidas k) Inmuebles adheridos a los bienes letras f), g), h) y j) anteriores <p>En caso que los bienes indispensables pierdan tal calidad, debe tener autorización de sub dirección para enajenarlos. No es necesaria la autorización cuando la enajenación sea el resultado de un reemplazo o mejora, pero sí informados documentadamente en forma previa.</p>
13	Las licencias se otorgarán a todos los comités o cooperativas con personalidad jurídica vigente, inscritos en registro operadores de la subdirección y que cumplan con la ley. Donde no existan operadores o interesados el MOP llamará a licitación.
14	Los operadores podrán transferir sus licencias. Condiciones: <ul style="list-style-type: none"> a) Acuerdo por al menos 2/3 de socios. Asamblea constituida por 75% de socios, sin que haya lugar a representaciones. b) Autorización del MOP: plazo MOP 30 ds para pronunciarse. Silencio otorga autorización.
	Capítulo 2: De la licencia de SSR
15	Autoriza a prestar SSR. El Estado no podrá otorgar otra en el área o territorio
16	Serán de carácter indefinido
17	<p>Evaluación. Cada 5 años deberán acreditar cumplimiento de los sgtes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Calidad del agua, Dcto 735 Minsal 1969, reglamento b) Cantidad c) Continuidad del servicio d) Fondo de reserva para garantía del servicio e) Plan de inversiones aprobado por Sub dirección, cuando corresponda f) Título para el uso o dominio de DDAA (derechos de agua) g) Aprobación estados financieros por Sub dirección h) Gestión administrativa favorable según la sub dirección i) Cálculo tarifario aprobado j) Nivel tarifario <p>Se podrán exceptuar del cumplimiento, operadores que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Operen en zonas extremas b) Operen con menos de 100 arranques c) Calificados fundadamente por la sub dirección como exceptuados <p>El reglamento determinará condiciones necesarias de operación para mantener la licencia.</p>
18	Los que no cumplan lo anterior, tendrán plazo de 5 años para hacerlo. Proponer plan de acción. Si en el plazo adicional no cumple plan de acción y requisitos, la licencia se transforma a provisoria.
19	La licenciataria podrá solicitar ampliaciones de su área de servicio, conforme art 20 y sgtes.
20	<p>Solicitud de licencia ante Sub dirección, contendrá a lo menos lo sgte.:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Identificación del comité o cooperativa 2) Certificado de vigencia 3) Identificación de la etapa de SSR, según art 7 4) Identificación fuentes de agua y derechos 5) Análisis calidad de agua cruda de la fuente 6) Identificación de otras licenciatarias o concesionarias con las cuales se relacionará

	<p>7) Límites del área geográfica en que se prestarán los SSR</p> <p>8) Características de las aguas servidas a tratar, del efluente y cuerpo receptor</p> <p>9) Inventario valorizado de bienes, derechos y obligaciones, y estado de situación no anterior a 30 días con análisis de las cuentas</p> <p>10) Descripción técnica general y cronograma de obras proyectadas para 5 años, con plan de inversiones</p> <p>11) Propuesta tarifaria</p> <p>12) Demás antecedentes requeridos por el reglamento.</p>
21	Presentada la solicitud de licencia la Sub dirección podrá ampliar los límites del área.
22	Solicitante debe publicar, por una vez, un extracto en diario provincial o comunal, y radiodifundirlo por dos veces en plazo 30 ds. Otros interesados en la licencia en el mismo territorio, deben presentar su solicitud de licencia en plazo de 45 ds hábiles, en términos del art 20.
23	MOP con informe favorable de Sub dirección, otorgará la licencia indefinida en términos art 17.
24	<p>Criterios para el otorgamiento de la licencia. Se otorgará a aquél solicitante con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones económicas más ventajosas y que cuente con evaluación social más favorable - Plazo de puesta en explotación - En caso de igualdad: al que tenga la calidad de titular del SSR más cercano. <p>Con todo, la tarifa del adjudicatario no debe ser superior a la determinada según Título V de esta ley.</p>
25	Admisibilidad de forma de la solicitud: Sub dirección revisará presentación de antecedentes. Reparos implican 20 ds hábiles para corregir. Si no, solicitud queda sin efecto.
26	Corresponderá al reglamento determinar especificidades y condiciones accesorias de la licencia.
27	MOP resolverá fundadamente en 30 días después de recibir informe de Sub dirección.
28	<p>Decreto de otorgamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación licenciataria 2. Etapas del SSR que se prestarán 3. Condiciones de prestación aprobadas por la sub dirección 4. Normativa general aplicable 5. Plan de inversiones de la licenciataria, si correspondiere 6. La tarifa a cobrar, conforme título V de esta ley 7. Determinación del fondo de reserva de garantía a exigir <p>Además de su publicación, de cargo del MOP, el decreto se remitirá a la Municipalidad respectiva.</p>
29	Fondo de reserva de garantía: la sub dirección exigirá un fondo que resguarde la adecuada prestación del servicio, que se calculará considerando el número de usuarios y sus condiciones socioeconómicas. El monto no excederá el total de los costos de operación de tres meses.
	Capítulo 3: Caducidad, continuidad de la prestación del servicio, procedimiento concursal de liquidación y de reorganización de la licenciataria.
30	La licencia caducará:

	<ul style="list-style-type: none"> - Si no se cumplen exigencias art 17 o contenidas en decreto de otorgamiento - Si no se ejecutan oportunamente las obras del plan de inversión o el plan de acción, art 18 - Incumplimiento reglamentación sanitaria, por solicitud de autoridad sanitaria <p>Se declarará caducidad por decreto. Sub dirección licitará la licencia. Monto de reserva de art 29 queda a beneficio fiscal.</p>
31	En caso caducidad el operador podrá disponer de instalaciones salvo bienes indispensables.
32	<p>Declaración de riesgo en la prestación del servicio por el MOP con base informe sub dirección o autoridad sanitaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Si no se cumple con condiciones de la ley o reglamentación vigente, o del decreto b) Si no se cumple con plan de inversiones <p>Declarado en riesgo: cesan funciones del directorio, gerente, concejo de administración; se designa administrador temporal.</p> <p>Antes de la declaratoria de riesgo, la sub dirección podrá formular programa de asesoría y capacitación para su normalización.</p>
33	Administrador temporal: configurada alguna causal de art anterior, el MOP designará Adm temporal, por 6 meses máximo, prorrogables una vez por igual período. Tendrá todas las funciones del concejo de administración, administrador y representante legal. En materias técnicas quedará supeditado al MOP. Esto no obsta a aplicación de sanciones que correspondan.
34	Para los efectos del art anterior, las funciones de los administradores, directorios, gerente o concejo de administración, según correspondiere, quedarán cesadas.
35	Facultades del Adm temporal: todas las facultades del giro. Función principal: promover designación de nuevo gerente o concejo de administración, dentro del plazo de art 33. En caso de no poder designar gerente y concejo, el MOP llamará a licitación de la licencia.
36	Inhabilidad: por cinco años para gerente y administradores que cesen en sus cargos según art 33 en cualquier cooperativa o comité.
37	Concurso de acreedores. Liquidador declara continuidad, MOP designa Adm temporal que velará por la provisión del servicio hasta su licitación y tendrá facultades de art 35. Bienes no indispensables podrán ser vendidos por liquidador para pagar acreedores. Prevalecerán estas normas sobre la ley 20.720. Diferencias entre liquidador y Adm temporal resueltas por tribunal.
38	MOP dispondrá licitación, por liquidación, de la licencia y los bienes indispensables, en plazo de un año desde notificación a la sub dirección de la resolución de liquidación.
39	La sub dirección verificará, para otorgamiento y operación de licencias, la realización de elecciones periódicas y vigencia de directivas, informes financieros anuales, balance, declaración de renta, estado de resultados e inventario.
	Título IV: De los operadores
	Capítulo 1: Derechos y obligaciones de los operadores y usuarios
40	<p>Obligaciones de los operadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Prestar servicios conforme letra b). Comprende la certificación de la factibilidad del servicio. En discrepancias la super intendencia, previa consulta a la subdirección,

	<p>resolverá. Los servicios deben prestarse en la calidad exigible conforme a las normas.</p> <p>b) Garantizar continuidad, durante la cantidad de horas diarias que se determine en el decreto, salvo interrupciones por fuerza mayor o por necesidad indispensable, programada y comunicada con anticipación.</p> <p>c) Mantener nivel de calidad en atención de usuarios y prestación del servicio.</p> <p>d) Cumplir con las obligaciones, restricciones y prohibiciones de esta ley y reglamento, normativa sanitaria y ambiental, y otras normas vigentes e instrucción de la autoridad.</p> <p>e) Permitir acceso a instalaciones del MOP, DGA, sub dirección, SSS y autoridad sanitaria.</p> <p>f) Correcto uso de fondos y bienes de la organización, priorizando plan de inversiones, y de ser necesario realizar una auditoría.</p>
41	Operadores: conservar en perfecto estado de funcionamiento las instalaciones, reparando, manteniendo y reponiendo lo necesario.
42	Operadores de segmento mediano y mayor, según art 70, deben constituir e incrementar con porcentaje no inferior a 20% de sus remanentes resultantes de cada ejercicio anual, un fondo de reserva legal destinado a reposición y ampliación de largo plazo. Éste deberá ser mantenido en instrumentos de inversión calificados por el reglamento.
43	Los costos de mantención y reposición del arranque de agua potable y la unión domiciliaria, del sistema de agua potable y saneamiento rural, respectivamente, serán de cargo del operador. El mantenimiento y reposición de las instalaciones interiores domiciliarias de agua potable y saneamiento de cargo del propietario del inmueble.
44	Uso y goce exclusivo de las instalaciones por parte de los operadores. Por asamblea se podrá autorizar el uso y goce para el desarrollo de otras actividades.
45	Vertimiento de aguas tratadas. Los operadores podrán solicitar a la organización de usuarios respectiva autorización para vertimiento en un canal. En desacuerdo: recurrir a juzgado de letras en lo civil de comuna de descarga (procedimiento sumario art 680 y sgtes del cód procedimiento civil, estableciendo las contraprestaciones correspondientes.
46	Derechos y deberes de usuarios. Por afectación de derechos los usuarios pueden recurrir a la SSS, solicitando aplicación facultades art 85 y 89. Todo inmueble dentro de área de servicio de un SSR, con factibilidad técnica positiva, declarada así por el operador, deberá conectarse. Sin factibilidad positiva, los proyectos podrán considerar soluciones descentralizadas de agua potable y aguas servidas, las que igual se considerarán parte del SSR.
47	<p>Derechos del operador:</p> <p>a) Cobrar por las etapas prestadas, las tarifas del art V. Las boletas y facturas deberán permitir la fácil comprensión de cada cobro efectuado</p> <p>b) Cobrar reajustes e intereses corrientes por las cuentas no canceladas dentro de plazo indicado en reglamento, intereses no deben superar máximo convencional</p> <p>c) Cobrar costos de cobranza extrajudicial</p> <p>d) Suspender servicios, previo aviso de 30 ds, a usuarios que adeuden uno o más boletas o facturas y cobrar costo de la suspensión y reposición</p> <p>e) Suspender el servicio a usuarios que destinen el agua a un fin distinto del establecido en el art 5 de esta ley</p>

	<p>f) Suspender servicios a usuarios que han causado daño a las instalaciones, equipos o bienes</p> <p>g) Cobrar costo reparaciones causados en arranques y uniones alcantarillado, redes, a causa de mal uso o destrucción por el usuario</p> <p>h) Proponer y postular, en representación de usuarios, a subsidios de inversión en SSR, en particular al establecido en ley 18.778 y su reglamento</p> <p>i) Exigir al usuario la conexión a las instalaciones de agua potable o alcantarillado, cuando existan causas debidamente calificadas por la autoridad sanitaria.</p>
48	Las boletas o facturas por servicios, o trabajos, incluidos reajustes e intereses tendrán mérito ejecutivo sólo en cuanto al cobro de aquellas prestaciones.
49	Modificaciones de niveles de servicio, a proposición de la SSS. En caso de requerirse inversiones mayores a las que puedan financiar los operadores, podrá considerarse un subsidio preferente del Estado, para dar continuidad al servicio.
50	El usuario deberá permitir el acceso a su inmueble del personal del operador.
51	En el inmueble que recibe el servicio quedarán radicadas todas las obligaciones del SSR para con el operador.
	Capítulo 2: Causales de incompatibilidad, de cesación en los cargos y censura de dirigentes de operadores
52	<p>Serán incompatibles los cargos de alcalde, concejal y directivos de las municipalidades y consejero regional, con los cargos directivos o pertenecientes a los órganos de administración o fiscalización de los comités y cooperativas de SSR. También las personas con parentesco por consanguinidad hasta el cuarto grado y por afinidad hasta el segundo grado inclusive.</p> <p>Serán incompatibles los cargos de directivo de la organización con el de trabajador remunerado de la misma.</p> <p>Habrán excepciones, según resolución fundada del sub director en:</p> <p>a) Operadores de zonas extremas</p> <p>b) Operadores con menos de 100 arranques</p> <p>El reglamento determinará las condiciones necesarias para la excepción.</p>
53	Los dirigentes de SSR cesarán en sus cargos conforme a las normas legales o estatutarias.
54	Será motivo de censura a dirigentes la transgresión de sus deberes legales, o derechos de socios.
55	Los operadores deben confeccionar informe trimestral de gestión administrativa y un informe contable sobre las cuentas y anualmente, un balance o cuenta de resultados, y someterlos a las comisiones fiscalizadoras. Incumplimiento será causal de censura para todo el directorio. También lo será el rechazo del balance o cuenta de resultados anual en dos oportunidades sucesivas, por dos tercios de la asamblea, como mínimo.
	Capítulo 3: Viáticos para dirigentes de los comités.
56	La asamblea general extraordinaria podrá acordar, por mayoría simple de los miembros presentes o representados en ella, viáticos en dinero para sus dirigentes.
	Título V: De las tarifas
57	Los SSR se sujetarán a lo establecido en esta ley y su reglamento. Las tarifas serán calculadas tomando como base la situación específica del SSR, con sus características,

	<p>supuestos, entorno y condiciones que permitan su funcionamiento regular y eficiente, y propicie el desarrollo óptimo de estos. Se calcularán las tarifas correspondientes a las diversas etapas del SSR: producción de agua potable; distribución de agua potable; recolección de aguas servidas y tratamiento y disposición final de aguas servidas y lodos, cuando existan.</p> <p>Deberán incluir cargo fijo y cargos por volumen consumido, con tramos por consumo, según se defina en reglamento. Las tarifas serán calculadas por la SSS. También podrá haber tarifas grupales.</p>
58	<p>Antecedentes para determinar las tarifas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ingresos y facturaciones 2) Gastos de operación desglosados: productos químicos, energía, remuneraciones, administración, lecturas, mantención y otros. 3) Inversiones propias 4) Fondo de reserva 5) Población abastecida, actual y proyectada 6) Infraestructura de agua potable: tipo captación, planta de agua potable, arranques, longitud red, diámetros, plantas elevadoras, materiales, estanques. 7) Infraestructura de aguas servidas, número uniones domiciliarias, longitud de la red de aguas servidas, diámetros, plantas elevadoras, planta de tratamiento de aguas servidas. 8) Otros antecedentes que la sub dirección estime pertinentes. <p>La sub dirección deberá mantener actualizada una base de datos técnicos y de infraestructura de los SSR.</p>
59	<p>Si aplica se usará el subsidio establecido en la ley 18.778. Una vez comunicado el nivel tarifario al operador, éste lo pondrá en conocimiento de la asamblea, la que en 60 días podrá aceptarlo o acordar su variación hasta en el 10%. La asamblea podrá solicitar variación mayor al 10%, presentando contrapropuesta a la SSS en 60 días.</p> <p>Las tarifas a cobrar serán fijadas por decreto supremo dictado por Min Economía, F y T.</p>
60	<p>Las tarifas serán determinadas cada cinco años. Podrán modificarse antes por razones fundadas calificadas por la sub dirección. Las resultantes tendrán duración de cinco años.</p>
61	<p>Las tarifas se reajustarán una vez al año, según IPC u otro que lo sustituya. Cada vez que se acumule una variación del 5% del índice, el reajuste operará de inmediato.</p>
62	<p>No existirá gratuidad o rebaja parcial del cobro, ni discriminación alguna.</p>
63	<p>Obligado al pago. La tarifa será pagada por el ocupante de la propiedad, a cualquier título.</p>
64	<p>Todas las prestaciones sanitarias efectuadas por el operador serán tarifadas.</p>
	<p>Título VI: Institucionalidad</p>
	<p>Capítulo 1: Política nacional de servicios sanitarios rurales</p>
65	<p>El MOP determinará la política de inversión, asistencia técnica y financiera, gestión comunitaria, supervisión y promoción para la organización de los operadores. Dicha política se ejecutará mediante programas acordados con gobiernos regionales. También se considerará habitantes rurales que vivan fuera del área de servicios de los operadores. La política de asistencia y promoción se ejecutará por el MOP, sin perjuicio de atribuciones y competencias de otros organismos públicos.</p>

66	El concejo consultivo, art 68, deberá aprobar anualmente el programa de capacitación de competencias técnicas, organizacionales y otras para dirigentes y trabajadores propuesto por la sub dirección.
67	La política sobre los SSR estará fundada en los siguientes principios: <ul style="list-style-type: none"> a) De protección de la ayuda mutua b) De igualdad de partición c) De no discriminación d) De eficiencia económica, propendiendo a la auto - sustentabilidad económica e) De transparencia en la gestión y administración del servicio f) De promoción del uso sostenible del agua y de los demás componentes ambientales
68	<p>Créase el concejo consultivo nacional. Estará compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Un representante del MOP, que lo presidirá b) Uno del Min de hacienda c) Uno del Min Economía, Fomento y Turismo d) Uno del Min de Salud e) Uno del Min de Vivienda y Urbanismo f) Uno del Min de Desarrollo Social g) Uno del Min de Medio Ambiente h) Uno de la Subsecretaría de desarrollo regional y administrativo del Min del Interior y Seguridad Pública i) Uno de la Asociación de Municipalidades que reúna la mayor cantidad de municipios asociados a nivel nacional j) Nueves representantes de asociaciones, federaciones o confederaciones de comités y cooperativas de agua potable rural, de carácter nacional, regional o provincial. <p>El concejo sesionará al menos dos veces al año. Los integrantes de la letra j) percibirán asignación para traslado, alojamiento y alimentación por cada sesión, con cargo al MOP. La elección de ellos será fijada por el reglamento. Cada dirigente que se elija deberá ser de región distinta, respetando representatividad de segmentos y que estén representados comités y cooperativas no afiliados a ninguna federación.</p> <p>El secretario ejecutivo del concejo será el sub director de SSR del MOP</p> <p>En cada región existirá un concejo consultivo regional, que asesorará al nacional. Estos estarán formados por un representante de las SEREMIs de los ministerios a) a h). También habrá un representante de las municipalidades, hasta seis de cooperativas y comités, en proporción al números de ellos existentes en la región, y uno de los no afiliados. El secretario ejecutivo del concejo regional será el sub director regional de SSR.</p>
	Capítulo 2: Del registro y clasificación de operadores
69	El MOP tendrá un registro de los operadores, de las licencias otorgadas. Estará actualizado para su libre consulta en el sitio electrónico del MOP.
70	Los operadores serán clasificados en tres segmentos: a) Mayor; b) Mediano y c) Menor. Además de la calidad de la gestión técnica, administrativa y financiera del operador, se considerarán las siguientes características del sistema servido: <ul style="list-style-type: none"> a) Población abastecida b) Cercanía al área urbana c) Condiciones económicas y sociales de la población abastecida d) Condiciones de aislamiento

	<p>e) En caso que corresponda, carácter de comunidad indígena, conforme ley 19.253</p> <p>f) La oferta hídrica y condiciones geográficas y topográficas</p> <p>g) Calidad de comunidades agrícolas, según art 1 del decreto 5 Min Agricultura, 1967, publicado en 1968 y de pequeños productores agrícolas o campesinos, art 13 de la ley orgánica del Inst de Desarrollo Agropecuario, art 1° ley 18.910</p> <p>Esta clasificación se considerará para determinar las tarifas aplicables y niveles de subsidios asociados a la inversión.</p>
71	La sub dirección clasificará en distintos segmentos a operadores, según art anterior y reglamento. La clasificación tendrá vigencia de 5 años, pudiendo solicitarse la reclasificación.
	Capítulo 3: Sub Dirección de SSR
72	Créase en la DOH del MOP la sub dirección de SSR. Le corresponderá efectuar estudios, gestión comunitaria, inversiones de agua potable, de saneamiento, proyectos de agua potable, de saneamiento y llevar el registro de operadores. En cada región existirá un sub director regional de SSR que ejecutará las políticas y programas.
73	<p>Funciones de la sub dirección de SSR:</p> <p>a) Ejecutar la política de asistencia y promoción. Podrá implementar programas y proyectos dirigidos especialmente a los habitantes del área rural que residan fuera del área de servicio de los operadores.</p> <p>b) Administrar el registro de operadores</p> <p>c) Elaborar la clasificación de los operadores y proponer aporte financiero del Estado, art 82 y 83 para cada segmento</p> <p>d) Asesorar a los operadores, directamente o a través de terceros, conforme al registro que será determinado en el reglamento</p> <p>e) Formular proyectos de SSR directamente o a través de terceros</p> <p>f) Contratar la inversión sectorial y actuar como unidad técnica.</p> <p>g) Revisar el plan de inversión, cuando corresponda</p> <p>h) Pedir informes y auditar la contabilidad de las licenciatarias</p> <p>i) Aprobar directamente o a través de terceros, la puesta en operación de las obras</p> <p>j) Solicitar el ejercicio de las facultades de supervisión o fiscalización al Depto de Cooperativas, a la SSS o al Min de Salud</p> <p>k) Visar técnicamente los proyectos</p> <p>l) Apoyar, asistir y asesorar a los operadores en la gestión comunitaria</p> <p>m) Estudiar, aprobar e informar al Min las solicitudes de expropiaciones</p> <p>n) Comprar, adquirir bienes inmuebles y derechos de agua para los SSR</p> <p>o) Las demás que la ley le asigne</p>
74	Los funcionarios de la sub dirección, de la SSS y mandatados tendrán libre acceso a las obras, a sus dependencias y a todo inmueble.
75	El MOP podrá designar Adm temporal, art 33, a alguno de los profesionales inscrito en un registro especial. El reglamento determinará las facultades de estos profesionales.
76	Los operadores deberán informar a la sub dirección de cualquier hecho esencial, dentro de tres días, también a la autoridad sanitaria si es preciso, de inmediato o dentro de las 24 hrs.
	Capítulo 4: Inversión pública y subsidios en los SSR

77	La inversión para promover, formar e instalar SSR la definirá el MOP conforme art 78, 79 y 80, pudiéndose considerar aporte de los beneficiarios.
78	El subsidio a la inversión del art 10 de la ley 18.778 podrá destinarse a cualquier etapa.
79	El MOP con consulta al gobierno regional, definirá para cada región las características de los proyectos a financiar para el año siguiente y los criterios de elegibilidad.
80	Los operadores podrán presentar a la sub dirección solicitudes de financiamiento total o parcial de proyectos de SSR. El MOP presentará cada año al gobierno regional un listado de proyectos de SSR. El gobierno regional seleccionará fundadamente los proyectos beneficiados. Estos proyectos seleccionados serán financiados hasta su plena ejecución.
81	Todo programa de inversión podrá ser contratado por la sub dirección.
82	Las obras o proyectos financiados o ejecutados por el Estado podrán ser cedidos o transferidos a cualquier título a los operadores. Los derechos de agua fiscales, serán cedidos condicionalmente a los operadores. Se mantendrán en uso de los operadores en tanto sean destinados para la prestación del servicio, pasando de pleno derecho y por el solo ministerio de la ley al MOP, en cuanto cese la licencia y en caso de extinción del operador.
83	Expropiaciones y donaciones. Los bienes inmuebles necesarios para la prestación de los SSR, se declararán de utilidad pública y su expropiación se efectuará por intermedio del MOP, según decreto 2.186 del Min de Justicia de 1978. También se aceptarán donaciones.
84	Regularización de bienes. Reconocimiento de calidad de poseedor regular de bienes inmuebles, conforme dcto 2.695 del Min de Tierras y Colonización, 1979, servirá como plena prueba de su posesión material la existencia en el inmueble de algunos de los bienes indicados en las letras f), g) h), i) y j) del art 12, siempre que el bien haya estado en uso al menos durante los cinco años anteriores a la presentación de la solicitud de regularización.
	Capítulo 5: De la regulación y fiscalización
85	La superintendencia de servicios sanitarios (SSS o SISS) ejercerá las atribuciones y facultades regulatorias y fiscalizadoras respecto de todo operador de un SSR, sin perjuicio de aquellas que correspondan a la autoridad sanitaria. Facultades que le confiere la ley 18.902.
86	Las instrucciones y órdenes de la SSS podrán considerar condiciones especiales de servicio.
87	El Depto de Cooperativas del Min de Economía, dictará las normas que estime necesarias para facilitar la aplicación de la presente ley.
88	El reglamento podrá establecer mecanismos de auto regulación y de transparencia de la gestión y resultados de los comités y cooperativas de SSR.
89	Sin perjuicio de las demás sanciones, que correspondan a la SSS u otros organismos, los operadores podrán ser objeto de la aplicación de las siguientes multas a beneficio fiscal por parte de la SSS: <ul style="list-style-type: none"> a) De una a 20 UTM por infracciones: no acatamiento de obligaciones y plazos establecidos en esta ley, así como órdenes escritas de la SSS y de los plazos fijados. b) De cinco a 50 UTM por infracciones por deficiencia a la obligatoriedad de los servicios, cobros indebidos, trato económico discriminatorio a los usuarios, deficiencia en atención de reclamos, daño a las redes u obras generales de los servicios. c) De 5 a 50 UTM por infracciones a la entrega de información falsa o errónea, a cualquiera de las autoridades. d) De 5 a 50 UTM por incumplimiento plan de inversiones

	<p>e) De 5 a 50 UTM por infracciones calidad del agua, su cantidad y continuidad del servicio, en porcentaje mayor al 10% de los usuarios para los operadores mayores, 40% para operadores medianos y 60% para operadores menores, en cualquier de dichas prestaciones.</p> <p>Los operadores podrán solicitar rebaja o condonación de la multa, siempre y cuando, dentro del plazo de 30 días soliciten y se sometan al programa de asesoría que aplicará la sub dirección para tales efectos.</p>
	Título Final: Normas adecuatorias
90	<p>Modificaciones a la ley general de cooperativas: decreto 5 Min Economía, 2003, publicado en 2004. Son las siguientes modificaciones:</p> <p>1.- Reemplázase en el inciso segundo del art 68 la frase “y de agua potable” por “, de servicios sanitarios rurales”</p> <p>2.- Sustitúyese, en el epígrafe del cap 2) del Tit III, la expresión “y de Agua Potable” por “y de Servicios Sanitarios Rurales”.</p> <p>3.- Reemplázase, en el art 73, la frase “de abastecimiento y distribución de agua potable” por “de servicios sanitarios rurales”.</p>
91	<p>Suprímese en el inciso tercer del art 10 de la ley 18.778 (subsidio al pago de consumo de agua potable y servicio de alcantarillado de aguas servidas), la frase “entre sistemas rurales de agua potable específicos que cumplan los criterios de elegibilidad establecidos en el Reglamento”</p>
92	<p>Créase en la planta de directivos de la DOH el cargo de sub director de SSR, grado 2°, de escala única de sueldos, afecto al segundo nivel jerárquico del título VI de la ley 19.882.</p>
	ARTÍCULOS TRANSITORIOS
1°	<p>El reglamento será dictado en 180 días. Para su formulación se facilitará la participación de representantes y directivos de los comités y cooperativas de SSR mediante consultas públicas. Lay entrará en vigencia al mes siguiente de la publicación del reglamento.</p>
2°	<p>Los comités y cooperativas que se encuentren prestando servicios a la entrada en vigencia de esta ley se entenderán titulares de sus respectivas licencias, por el solo ministerio de la ley. Sin embargo dentro de los dos años siguientes a la entrada en vigencia del reglamento de esta ley, los comités y cooperativas de agua potable rural existentes deberán solicitar su inscripción en el registro de operadores de SSR, para lo cual deberán acreditar la vigencia de su personalidad jurídica y la efectividad de estar prestando el servicio. Además deberán especificar el área que sirven.</p>
3°	<p>Los municipios que al momento de entrar en vigencia esta ley operen servicios de agua potable o saneamiento, podrán traspasarlos a un comité o cooperativa. En caso de que un comité o cooperativa le requiera el traspaso del SSR, el municipio respectivo deberá pronunciarse dentro del plazo de noventa días, contado desde el requerimiento.</p>
4°	<p>Los operadores con licencia, deberán realizar su primera fijación tarifaria en conformidad a lo establecido en esta ley y su reglamento. Esta será fijada por la Superintendencia dentro del período de cinco años. Para la primera fijación tarifaria la Sub dirección de SSR deberá entregar toda la información necesaria, sin perjuicio de aquella que se deba recabar</p>

	directamente de los operadores rurales para tales fines, identificando claramente los bienes considerados como aportes de terceros.
5°	Los comités de APR que se transformen en cooperativas y las cooperativas constituidas para la prestación de SS regulados por esta ley, cuando asuman o se adecúen al nuevo estatuto cooperativo de SSR, ante terceros, permanecerán responsables de todas las obligaciones y titulares de todos los derechos adquiridos durante su operación anterior, como una misma e idéntica persona jurídica.
6°	Los comités de APR que se conviertan en cooperativas, las existentes y las nuevas que se constituyan para la prestación del SSR, que realicen la respectiva conversión, adecuación o constitución, pagarán hasta el 10 % de los aranceles notariales del CBR correspondiente y de los costos de publicación en el diario oficial.
7°	En el mismo plazo indicado en el art. 2° transitorio, la Sub dirección de SSR implementará un programa de regularización de obras y derechos de agua, de asistencia para la obtención de licencias, y de valoración técnica de los activos de los comités y cooperativas. En igual plazo, la Subdirección podrá asistir a los comités en el proceso de transferencia de los bienes y derechos que les traspasen las concesionarias de servicios sanitarios, en cumplimiento de los compromisos y acuerdos anteriores.
8°	Los derechos de aprovechamiento de aguas y los demás bienes, sean muebles o inmuebles, que estén siendo usados para la prestación de SSR y que pertenezcan a alguna concesionaria de servicios sanitarios podrán ser donados al MOP.
9°	Termínase, para las concesionarias de servicios sanitarios, la obligación a que se refiere el art. 2° transitorio de la ley 19.549 (asistencia técnica y mejoramiento, rehabilitación y construcción de sistemas de APR).
10°	Los bienes de propiedad de los comités que se transformen en cooperativas de SSR se considerarán como aporte inicial en carácter de reserva legal de conformidad con lo establecido en la ley general de cooperativas.
11°	Las cooperativas que se transformaron en concesionarias de SS por aplicación del art. 6° del decreto con fuerza de ley N° 382, del MOP, promulgado el año 1988 y publicado el año 1989, podrán en el plazo de 6 meses contado desde la entrada en vigencia de esta ley, renunciar a esta calidad, en el MOP.
12°	Para la aplicación a SSR de recursos provenientes del Banco Mundial o del BID, en virtud de convenios suscritos con el Estado de Chile, vigentes a la fecha de publicación de esta ley, la Sub dirección de SSR ejercerá la función de visar técnicamente los proyectos.
13°	Los actuales operadores que adquieran las licencias indefinidas, por el solo ministerio de la ley asumirán la calidad de titulares de las respectivas resoluciones de calificación ambiental y permisos sectoriales ambientales que correspondan.
14°	La Sub dirección de SSR iniciará sus funciones a partir de la entrada en vigencia de esta ley, salvo lo dispuesto en el art. 81, de acuerdo a un cronograma aquí establecido. El art. 81 será aplicable plenamente a partir del 3er año de vigencia de la ley. El art. 81 se refiere a la ventanilla única: todo programa de inversión cuyos fondos sean aplicables al SSR podrán ser contratado por medio de la Sub dirección de SSR, en las condiciones que fije el reglamento, ya sea que se financie con recursos sectoriales o con recursos regionales, en cuyo caso actuará como unidad técnica.
15°	El director de la DOH nombrará transitoria y provisionalmente al Subdirector de SSR.
16°	Incrementétese, durante el primer año presupuestario de entrada en vigencia de esta ley, la dotación máxima de personal de la DOH en 223 cupos.

17°	El mayor gasto fiscal que represente esta ley durante el primer año será con cargo a la DOH.
18°	Facúltase al Pdte. De la República para establecer las normas para regular diversas materias: modificar plantas de personal; dictar normas para la estructuración; flexibilidad en el cumplimiento de requisitos para desempeño de los cargos; fijar condiciones para el encasillamiento.
19°	El consejo consultivo al que se refiere el art. 68 sesionará por primera vez dentro del plazo de un año contado desde la entrada en vigencia de esta ley.

ANEXO C. Tablas levantamiento de información de redes

C.1. Levantamiento red San Julián

Red de Distribución APR San Julián								
Nodo	Cámara	Coord E	Coord S	Altitud	Tramo	Distancia	Material	Diámetro
Estanque 1					E1 a C1	63	PVC	110
Estanque 2					E2 a C2	130	PVC	110
1	C1	275422	6607384	153				
2	C2	275420	6607385	153	2 a 1	3	PVC	75
3	C3	275417	6607386	153	2 a 3	3	PVC	75
4	C4	275304	6607446	152	4 a 3	131	PVC	75
5	C5	275190	6607549	150	4 a 5	156	PVC	75
6	C6	275097	6607613	149	5 a 6	114	PVC	75
7	C7	274814	6607876	138	6 a 7	393	PVC	75
8	C8	274410	6607937	139	7 a 8	420	PVC	75
9	C9	274236	6608068	130	8 a 9	221	PVC	75
10	C10	273713	6607889	131	9 a 10	571	PVC	75
11	C11	273495	6607886	127	10 a 11	219	PVC	75
12	C12	273322	6607857	132	11 a 12	178	PVC	63
13	C13	273150	6607894	129	12 a 13	182	PVC	63
14	C14	275559	6607357	152	1 a 14	141	PVC	75
15	C15	275814	6607304	151	14-15	269	PVC	75
16	C16	276281	6607263	143	15-16	471	PVC	75
17	C17	276930	6607125	152	16-17	696	PVC	75
18	C18	276919	6607211	147	17-18	86	PVC	75
19	C19	277749	6607346	146	18-19	848	PVC	75

C.2. Levantamiento red Villaseca

Tabla 66. Levantamiento cámaras redes APR Villaseca.

N°	Tipo	E	N	Cota
1	Desagüe	293796	6616433	262
2	Ventosa	293961	6616211	318
3	Reductora presión	293974	6616275	304
4	Corte y Caudalímetro	293686	6616270	276

5	Ventosa	293619	6616177	271
6	Corte y desagüe	293685	6615828	268
7	Corte y ventosa	293576	6615395	264
8	Corte y desagüe	293573	6615384	253
9	Ventosa	292716	6614323	247
10	Corte y Caudalímetro	292711	6614319	245
11	Desagüe	292605	6614208	237
12	Ventosa	292800	6614295	270
13	Corte Puntilla Espinal	292621	6614016	244
14	Desagüe El Llano Espinal	294574	6613156	258
15	Desagüe	293557	6613728	253
16	Reguladora de presión	293803	6613673	261
17	Ventosa	293990	6613784	285
18	Corte Joan Díaz	294199	6613428	259
19	Ventosa Joan Díaz	294469	6613373	269
20	Corte Suc Díaz	294216	6613457	263
21	Ventosa	294382	6613854	325
22	Ventosa	294457	6615875	357
23	Corte	294465	6615866	357
24	Corte	294443	6615888	357
25	Corte	294427	6615887	357
26	Corte	294268	6615948	349
27	Corte	294160	6615855	348
28	Corte y desagüe	294165	6615205	344
29	Corte	294074	6615015	338
30	Desagüe	293971	6614938	332
31	Corte	293940	6614952	332
32	Corte	293929	6614946	331
33	Reductora presión	293229	6614326	311
34	Desagüe	294373	6615720	356
35	Corte y desagüe sector Muñoz	294048	6616112	334
36	Desagüe	293782	6616240	302
37	Corte	294512	6615970	352
38	Corte	294501	6615971	351
39	Corte	294292	6615999	346
40	Desagüe	294150	6616062	340
41	Desagüe	294653	6616028	342
42	Corte y ventosa	294910	6616036	344
43	Desagüe	294950	6616029	346
44	Reductora presión	294677	6616040	339
45	Corte	294940	6616158	314

46	Desagüe	294527	6616190	302
47	Corte y desagüe	293899	6616344	286
48	Corte	294897	6615759	376
49	Desagüe	295075	6615878	372
50		293794	6616887	262
51		293769	6616746	258
52		293887	6616693	271
53		293884	6616678	271
54		293907	6616441	268
55		293842	6616470	263
56		293588	6617113	261
57		293463	6617176	265
58		292990	6616983	267
59		292872	6616832	261
60		292849	6616690	254
61		293079	6616736	257
62		-	-	-
63		292936	6616788	257
64		293696	6617260	281
65		294031	6617533	277
66		294728	6618240	304
67		294968	6616135	317
68		295150	6616154	317
69		295381	6616171	318
70		296346	6616152	358
71		296655	6616182	372
72		297251	6616110	401
73		297634	6616210	426
74		297951	6616097	446
75		297974	6616198	442
76		298121	6616203	453
77		298133	6616202	455
78		298132	6616079	468
79		297953	6616191	441
80		297945	6616107	445
81		297736	6616199	436
82		297518	6616159	417
83		297642	6616209	428
84		297587	6616205	421
85		297247	6616102	401
86		296958	6616120	386

87		296779	6616135	382
88		296925	6616133	384
89		296557	6616153	367
90		296552	6616144	367
91		296547	6616171	367
92		296550	6616177	367
93		296560	6616305	390
94		296346	6616152	359
95		296150	6616202	349
96		295828	6616232	342

Tabla 67. Levantamiento de nodos existentes relevantes redes APR Villaseca

Nodo	Red	E	N	Cota
N1	El Llano	294048	6616294	295
N2	El Llano	293988	6614983	334
N3	El Llano	294074	6615035	338
N4	El Llano	294467	6615880	357
N5	El Llano	294285	6616004	345
N6	El Llano	294899	6615749	377
N7	El Llano	294695	6616051	336
N8	Canelilla	296564	6616154	368
N9	Canelilla	296954	6616129	385
N10	Canelilla	297733	6616212	434
N11	Canelilla	297968	6616196	442
N12	Canelilla	298201	6616215	458
N13	Los Mellizos	292618	6614032	244
N14	Los Mellizos	293323	6613793	262
N15	El Llano	294200	6613429	259
N16	El Llano	294203	6613427	259
N17	Los Mellizos	293448	6615100	263
N18	Los Mellizos	293210	6614818	252
N19	Los Mellizos	293016	6614541	251
N20	Los Mellizos	293958	6616272	304
N21	Villaseca	294001	6616377	278
N22	Villaseca	293898	6616402	272
N23	Villaseca	293792	6616910	264
N24	Villaseca	293747	6617009	265
N25	Villaseca	293723	6617143	273
N26	Villaseca	293665	6617281	275
N27	Villaseca	293681	6617328	274
N28	Villaseca	293743	6617399	275

N29	Villaseca	292859	6616705	255
N30	El Llano	294106	6615981	347
N31	El Llano	294937	6616118	322
N32	El Llano	295479	6616130	324
N33	El Llano	294326	6613556	281
N34	El Llano	294128	6613669	277
N35	El Llano	294647	6613746	327
N36	El Llano	294866	6613607	327
N37	El Llano	294949	6615717	386
N54	Villaseca	293888	6616350	282

Tabla 68. Cámaras o nodos a agregar al año 2025.

N° Cámara o nodo	Observación	Coordenada E	Coordenada N	Altitud
C97	Desagüe (P1)	293793	6617225	285
C98	Desagüe (P1)	293913	6617503	272
C99	Corte (amp. El Llano a)	294756	6615805	365
C100	Corte (amp. El Llano b)	294831	6615772	370
C101	Desagüe	294482	6615527	355
C102	Desagüe	294698	6615495	360
C103	Corte (amp. El Palto II)	294122	6615075	341
C104	Desagüe	293941	6615007	333
C105	Corte (amp. Espinal Alto)	294620	6613727	326
C106	Desagüe	294207	6613873	317
C107	Desagüe (amp. Espinal Bajo)	293979	6613565	256
C108	Conexión Amp Barrancas	293855	6614547	325
C109	Bifurcación	293613	6614653	326
C110	Desagüe	293706	6614877	325
C111	Desagüe	293495	6614366	318
C112	Desagüe	293582	6616339	252
N38	Villaseca	292692	6616418	253
N39	Villaseca	292812	6616354	251
N40	Villaseca	292949	6616558	254
N41	Villaseca	294075	6617927	268
N42	Villaseca	294447	6617608	330
N43	El Llano	294520	6615515	355
N44	El Llano	294707	6615808	364

Tabla 69. Cámaras y nodos situación futura año 2025, APR Villaseca.

N° Cámara o nodo	Observación	Coordenada E	Coordenada N	Altitud
C113	Corte (amp. P1)	284261	6617770	281
C114	Desagüe (amp P1)	294167	6617680	284
C115	Desagüe (amp P1)	294352	6617853	284
C116	Corte (amp P1)	292831	6616659	253
C117	Desagüe (amp P1)	292813	6616353	251
C118	Desagüe (amp LM)	293712	6616196	296
C119	Desagüe (amp LM)	293085	6614841	238
C120	Corte (amp LM)	293274	6614933	251
C121	Desagüe (amp LM)	293150	6614943	240
C122	Desagüe (amp EL)	293125	6614414	289
C123	Desagüe (amp EL)	294718	6615851	364
C124	Desagüe (amp CA)	296984	6616166	385
C125	Desagüe (amp CA)	297773	6616175	440
C126	Corte (amp CA)	297141	6616086	400
N45	Los Mellizos	293106	6614879	239
N46	Los Mellizos	393153	6614827	242
N47	Los Mellizos	293170	6614984	240
N48	Los Mellizos	293124	6614922	246
N49	El Llano	293332	6614447	299
N50	El Llano	292447	6614562	316
N51	El Llano	293218	6614505	287
N52	El Llano	294637	6615979	351
N53	El Llano	294751	6615852	357

ANEXO D. Norma NCh 399

En la tabla siguiente se presenta el espesor mínimo dado por la norma NCh 399 del año 2011, para tuberías de PVC de uso hidráulico.

Dimensiones en milímetros

Diámetro exterior nominal d_n	Series de tuberías S						
	Espesor nominal de pared (mínimo)						
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)	S 8 (SDR 17)	S 6,3 (SDR 13,6)	S 5 (SDR 11)
	Presión nominal PN basada en el coeficiente de diseño C = 2,5						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	
12		-	-	-	-	-	1,5
16		-	-	-	-	-	1,5
20		-	-	-	-	1,5	1,9
25		-	-	-	1,5	1,9	2,3
32		-	1,5	1,6	1,9	2,4	2,9
40		1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7
50		1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63		2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75		2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90		2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
	Presión nominal PN basada en el coeficiente de diseño C = 2,0 ^{a)}						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
110	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0
125	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4
140	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7
160	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6
180	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4
200	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2
225	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	-
250	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	-
280	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	-
315	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	-
355	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	-
400	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	-
450	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	-
500	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	-
560	13,7	17,2	21,4	26,7	-	-	-
630	15,4	19,3	24,1	30,0	-	-	-
710	17,4	21,8	27,2	-	-	-	-
800	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-
900	22,0	27,6	-	-	-	-	-
1 000	24,5	30,6	-	-	-	-	-

a) Para aplicar un coeficiente de diseño de 2,5 (en vez de 2,0) para tuberías con diámetros nominales mayores que 90 mm, se debe seleccionar la serie de presiones, PN, inmediatamente superior.

ANEXO E. Norma NCh 398

De igual manera, se presentan en la tabla siguiente los valores de espesor correspondientes a tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE), correspondientes a la norma NCh 398/1, del año 2004.

Diámetro nominal d_n	SDR 27,6	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
	Espesor de pared, e_s mm					
20 (+0,3)	-	-	-	-	2,3 (+0,5)	2,3 (+0,5)
25 (+0,3)	-	-	-	-	2,3 (+0,5)	2,8 (+0,5)
32 (+0,3)	-	-	-	2,4 (+0,5)	3,0 (+0,5)	3,6 (+0,6)
40 (+0,4)	-	-	2,4 (+0,5)	3,0 (+0,5)	3,7 (+0,6)	4,5 (+0,7)
50 (+0,5)	-	2,4 (+0,5)	3,0 (+0,5)	3,7 (+0,6)	4,6 (+0,7)	5,6 (+0,9)
63 (+0,6)	2,3 (+0,5)	3,0 (+0,5)	3,8 (+0,6)	4,7 (+0,8)	5,8 (+0,9)	7,1 (+1,1)
75 (+0,7)	2,8 (+0,5)	3,6 (+0,6)	4,5 (+0,7)	5,6 (+0,9)	6,8 (+1,1)	8,4 (+1,3)
90 (+0,9)	3,3 (+0,6)	4,3 (+0,7)	5,4 (+0,9)	6,7 (+1,1)	8,2 (+1,3)	10,1 (+1,6)
110 (+1,0)	4,0 (+0,6)	5,3 (+0,8)	6,6 (+1,0)	8,1 (+1,3)	10,0 (+1,5)	12,3 (+1,9)
125 (+1,2)	4,6 (+0,7)	6,0 (+0,9)	7,4 (+1,2)	9,2 (+1,4)	11,4 (+1,8)	14,0 (+2,1)
140 (+1,3)	5,1 (+0,8)	6,7 (+1,1)	8,3 (+1,3)	10,3 (+1,6)	12,7 (+2,0)	15,7 (+2,4)
160 (+1,5)	5,8 (+0,9)	7,7 (+1,2)	9,5 (+1,5)	11,8 (+1,8)	14,6 (+2,2)	17,9 (+3,5)
180 (+1,7)	6,6 (+1,0)	8,6 (+1,3)	10,7 (+1,7)	13,3 (+2,0)	16,4 (+3,2)	20,1 (+4,0)
200 (+1,8)	7,3 (+1,1)	9,6 (+1,5)	11,9 (+1,8)	14,7 (+2,3)	18,2 (+3,6)	22,4 (+4,4)
225 (+2,1)	8,2 (+1,3)	10,8 (+1,7)	13,4 (+2,1)	16,6 (+3,3)	20,5 (+4,0)	25,2 (+5,0)
250 (+2,3)	9,1 (+1,4)	11,9 (+1,8)	14,8 (+2,3)	18,4 (+3,6)	22,7 (+4,5)	27,9 (+5,5)
280 (+2,6)	10,2 (+1,6)	13,4 (+2,1)	16,6 (+3,3)	20,6 (+4,1)	25,4 (+5,0)	31,3 (+6,2)
315 (+2,9)	11,4 (+1,8)	15,0 (+2,3)	18,7 (+3,7)	23,2 (+4,6)	28,6 (+5,7)	35,2 (+7,0)
355 (+3,2)	12,9 (+2,0)	16,9 (+3,3)	21,1 (+4,2)	26,1 (+5,2)	32,2 (+6,4)	39,7 (+7,9)
400 (+3,6)	14,5 (+2,2)	19,1 (+3,8)	23,7 (+4,7)	29,4 (+5,8)	36,3 (+7,2)	44,7 (+8,9)
450 (+4,1)	16,3 (+3,2)	21,5 (+4,2)	26,7 (+5,3)	33,1 (+6,6)	40,9 (+8,1)	50,3 (+10,0)
500 (+4,5)	18,1 (+3,6)	23,9 (+4,7)	29,7 (+5,9)	36,8 (+7,3)	45,4 (+9,0)	55,8 (+11,1)
560 (+5,0)	20,3 (+4,0)	26,7 (+5,3)	33,2 (+6,6)	41,2 (+8,2)	50,8 (+10,1)	-
630 (+5,7)	22,8 (+4,5)	30,0 (+5,9)	37,4 (+7,4)	46,2 (+9,2)	57,2 (+11,4)	-
710 (+6,4)	25,7 (+5,1)	33,9 (+6,7)	42,1 (+8,4)	52,2 (+10,4)	-	-
800 (+7,2)	29,0 (+5,7)	38,1 (+7,6)	47,4 (+9,4)	58,8 (+11,7)	-	-
900 (+8,1)	32,6 (+6,5)	42,9 (+8,5)	53,3 (+10,6)	-	-	-
1 000 (+9,0)	36,2 (+7,2)	47,7 (+9,5)	59,3 (+11,8)	-	-	-