

**“MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE PUTRE”
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA DE AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y AGUAS LLUVIAS.**

INFORME N°6

**Etapa 4. PROYECTO FINAL DEL PLAN, RESUMEN EJECUTIVO E IMAGEN
OBJETIVO”**

VERSIÓN FINAL

04 de Abril de 2018



Modificación Plan Regulador Comunal de Putre

El presente documento es el "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y AGUAS LLUVIAS", enmarcado en el estudio "Modificación Estudio Plan Regulador Comunal de Putre" encargado por la Ilustre Municipalidad de Putre y la SEREMI REGION ARICA Y PARINACOTA

A
HABITERRA Ltda

EQUIPO CONSULTOR

| | |
|------------------------------------|---|
| Jefe Proyecto | PABLO GUZMAN |
| Evaluador Ambiental | ISABEL ZAPATA |
| Arquitecto | HERNAN OROZCO |
| Profesional Arquitecto Residente | SEBASTIAN SANTA MARIA |
| Asistente Social, Sociólogo u otro | PATRICIA MONTES - PARTICIPACIÓN CIUDADANA |
| Técnicos (Dibujante, analista SIG) | FABIAN GARRIDO - ESPECIALISTA EN SIG |
| Esp. Capacidad Vial | ANTONIETA EGUIA - ING. TRANSPORTE |
| Esp. Patrimonio Cultural | GALITH NAVARRO - ECOLOGA PAISAJISTA |
| Esp. Riesgos Naturales | RODRIGO RAULD - GEOLOGO |
| Esp. Factibilidad Sanitaria | MARTA TOBAR |

CONTRAPARTE TÉCNICA:

Ilustre Municipalidad de Putre
SEREMI REGION ARICA Y PARINACOTA



ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS Y AGUAS LLUVIAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 2.1.10 DE LA OGUC..... | 5 |
| 1.1 Objetivos del estudio | 5 |
| 2 MARCO LEGAL | 5 |
| 2.1.1 Sistemas de saneamiento rural | 5 |
| 2.1.2 Requisitos para postular al programa de APR..... | 7 |
| 2.1.3 Marco legal servicios públicos | 10 |
| 3 SOPORTE GENERAL A LA DEMANDA DE SERVICIOS SANITARIOS..... | 12 |
| 3.1 Gestión de derechos de agua..... | 12 |
| 4 PROYECTOS ALTERNATIVOS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | 12 |
| 5 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE | 13 |
| 5.1 Agua Potable LOCALIDAD DE PUTRE | 14 |
| 5.1.1 Proceso de producción | 14 |
| 5.1.2 Proceso de distribución | 14 |
| 5.2 Aguas servidas LOCALIDAD DE PUTRE..... | 15 |
| 5.2.1 Proceso de recolección | 15 |
| 5.2.2 Proceso de disposición..... | 15 |
| 5.3 Agua Potable LOCALIDAD DE ZAPAHUIRA | 16 |
| 5.4 Aguas servidas de la LOCALIDAD DE ZAPAHUIRA..... | 17 |
| 6 FACTIBILIDAD DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO..... | 18 |
| 6.1 Proyección de población y vivienda..... | 18 |
| 6.2 Estudio de demandas de agua potable | 20 |
| 6.2.2 Estimación de infraestructura requerida | 22 |
| 6.2.3 Estimación de caudales de aguas servidas | 22 |
| 6.2.4 Estimación de infraestructura requerida. | 24 |
| 7 FACTIBILIDAD SANEAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS | 25 |
| 7.1.1 Criterios generales..... | 26 |
| 7.1.2 Definición de fajas de protección a sistema de canales y obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias | 30 |
| 7.1.3 Justificación de los anchos requeridos para mantención..... | 31 |
| 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 32 |
| 8.1 Servicios sanitarios | 32 |
| 8.1.1 Saneamiento de aguas lluvias..... | 33 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2-1 Clasificación de sistemas rurales | 6 |
| Cuadro 2-2 Servicio de agua potable rural en la comuna | 6 |
| Cuadro 2-3: Iniciativas de inversión vigentes en la comuna..... | 9 |
| Cuadro 5-1: Acceso a Suministro de Agua | 17 |
| Cuadro 5-2: Acceso a Alcantarillado | 18 |
| Cuadro 6-1: Estimación de población de la localidad Zapahuira..... | 19 |
| Cuadro 6-2 Volumen de incendio mínimo | 21 |
| Cuadro 6-3 Proyección de los caudales de agua potable | 21 |
| Cuadro 6-4 Demanda de volumen de regulación | 22 |
| Cuadro 6-5 Proyección de caudales de aguas servidas | 24 |
| Cuadro 6-6 Diseño de interceptor propuesto..... | 24 |
| Cuadro 6-7 Demanda y oferta de la planta de tratamiento de Putre | 25 |
| Cuadro 6-8 Límites máximos en los parámetros de tratamiento. | 25 |



1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS Y AGUAS LLUVIAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 2.1.10 DE LA OGUC.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción y lo dispuesto en la circular DDU 55 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada actual, como en las nuevas áreas de desarrollo urbano propuestas, que permita asegurar dotación a la zonificación propuesta en el estudio de Modificación de Plan Regulador Comunal de Putre, que incluye la capital comunal del mismo nombre y la localidad rural de Zapahuira.

Zapahuira se localiza a 110 km de la ciudad de Arica y a 33 Km al poniente de Putre, se encuentra ubicada sobre los 3.200 m.s.n.m. La localidad de Putre se ubica a una altura promedio de 3.550 m.s.n.m.

Con respecto a las estimaciones de caudales en la ciudad de Putre se realiza considerando la cabida total. En el caso de la localidad de Zapahuira se determinó la población mínima que se estima, hace rentable transitar de un sistema rural a un sistema urbano, toda vez que la población que actualmente se proyecta no permite financiar un sistema urbano.

El objetivo específico de este estudio es **“determinar la factibilidad sanitaria y en consecuencia los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, suponiendo el escenario del Plan Regulador propuesto”**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

2 MARCO LEGAL

2.1.1 Sistemas de saneamiento rural

El año 1964 el Gobierno de Chile adopta el Plan Básico de Saneamiento Rural, a partir de la resolución aprobada en la XII Asamblea Mundial de la Salud de 1959 y el Acuerdo “Carta de Punta del Este” (1961) firmada por los Ministros de Salud de América Latina. En esta última, se establece como prioritario abastecer con agua potable al menos al 50 % de la población rural concentrada en la década del sesenta. Este programa contó en Chile, en una primera fase, con el financiamiento conjunto del estado y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Actualmente, el financiamiento es exclusivamente sectorial.

El objetivo del Plan Básico de Saneamiento rural, era: **“dotar de agua potable a la población rural, según calidad, cantidad y continuidad de acuerdo con la Norma Chilena NCh 409 Of.84. Obtener de los habitantes beneficiados una**

participación responsable y permanente, para que sea la propia comunidad organizada, quien efectúe la administración del servicio una vez construido”.

Fuente, Departamento de Programas Sanitarios, Dirección de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas.

Considerando la densidad espacial de las localidades rurales, ellas se distinguen en tres grupos: rural disperso, rural semiconcentrado y rural concentrado. La solución de abastecimiento de servicios básicos sanitarios para cada uno de ellos, serán las que se indican:

Cuadro 2-1 Clasificación de sistemas rurales

| Densidad de asentamiento rural | Criterio de población (hab) | Criterio de viviendas | Solución sanitaria |
|--------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| Concentrado | Más de 150 y hasta 3.000 | 15 viv por km de calle o de futura red de agua potable | Colectiva tradicional |
| Semiconcentrado | Mínimo 80 | 8 viv por km de calle o de futura red de agua potable | Colectiva de bajo costo |
| Disperso | - | - | Individual |

Fuente: Elaboración propia según antecedentes investigados.

En la comuna de Putre se distinguen ocho sistemas de agua potable rural organizados, los que se detallan en el Cuadro 2.1-3:

Cuadro 2-2 Servicio de agua potable rural en la comuna

| Servicio | Nombre | Año puesta en marcha | Número de Arranques | Clasificación | Beneficiarios/as Estimados |
|----------|------------|----------------------|---------------------|---------------|----------------------------|
| COMITÉ | BELÉN | 1984 | 96 | CONCENTRADO | 384 |
| COMITÉ | CAQUENA | 2006 | 75 | CONCENTRADO | 300 |
| COMITÉ | CHAPIQUIÑA | 2004 | 84 | CONCENTRADO | 336 |
| COMITÉ | GUALLATIRE | 2006 | 54 | CONCENTRADO | 216 |
| COMITÉ | PARINACOTA | 2006 | 40 | CONCENTRADO | 160 |
| COMITÉ | PUTRE | 1983 | 311 | CONCENTRADO | 1244 |
| COMITÉ | SOCOROMA | 1985 | 107 | CONCENTRADO | 428 |
| COMITÉ | TIGNAMAR | 1984 | 94 | CONCENTRADO | 376 |

Fuente: Catastro Nacional de Servicios. Dirección de Obras Hidráulicas. MOP 2015.

Zapahuira no cuenta con servicio de agua potable rural.

Durante el año 2015 la empresa Consultora IC Pronorte Ltda., desarrollo el proyecto denominado “Construcción Sistema APR Zapahuira, Etapa Estudio y Diseño”, cuyo mandante fue la Ilustre Municipalidad de Putre. El objetivo del estudio fue definir y cuantificar las obras necesarias para realizar la construcción e instalación del Servicio de Agua Potable Rural “A.P.R” en la localidad de Zapahuira.

SIC “Es importante señalar que Zapahuira, es la zona de acceso a la comuna de Putre, esta localidad considera una zona de posadas con bastante flujo de visitantes de paso, por lo cual debe considerarse y proyectarse en el corto y

mediano plazo, como una zona de aparcamiento de camiones." Lo anterior, considera entonces una población de paso que requerirá servicios básicos.

2.1.2 Requisitos para postular al programa de APR

De acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, para efectos de postulación de proyectos del sector agua potable y alcantarillado, los centros urbanos se clasifican de acuerdo a la densidad espacial de las unidades saneadas, es decir, dependiendo del tamaño de la población y concentración de las viviendas, en:

- ✓ Urbanos, centros poblados incluidos dentro de alguna área de concesión otorgada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. (SISS).
- ✓ Rural todas aquellas áreas excluidas de la definición anterior.

En nuestro país, la Dirección de Obras Hidráulicas, organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas, es el encargado de fiscalizar y velar por el buen funcionamiento de los diferentes comités de agua rural, y esto lo realiza a través de su programa de acción que confecciona para cada región.

Los objetivos del programa están claros: dotar de agua potable a las localidades con los niveles de calidad y cantidad que exige la ley de servicios sanitarios; disminuir las tasas de morbilidad y mortalidad provocadas por enfermedades de tipo hídricas; mejorar los hábitos y actitudes de la población rural con respecto al uso del agua potable y educar sobre su beneficio; promover el desarrollo económico y social de las comunidades atendidas a través del mejoramiento de las condiciones sanitarias; y educar a la población beneficiada sobre su capacidad para resolver problemas a través de la organización y coordinación de sus miembros.

En cuanto a los requisitos, lo más importante es que las localidades deben dar garantía de auto sustentabilidad y autofinanciamiento, una vez que los sistemas son traspasados a los comités. También se debe indicar si se trata de localidades concentradas o las semi concentradas. Con respecto a la implementación de los sistemas de alcantarillado de aguas servidas, dependerá exclusivamente de la rentabilidad social.

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile, de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, **para las soluciones colectivas** debe presentar las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción y Distribución de agua potable
- ✓ Recolección y Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

La ley vigente exige que para los **sectores urbanos y rurales concentrados** se ejecuten soluciones colectivas en tanto que para el **sector rural semiconcentrado** dependerá de la rentabilidad social.



El sector **rural disperso** se resolverá mediante soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Las localidades que no pierdan su clasificación de Rurales Concentradas, serán dotadas a partir de la implementación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Rural, los que serán administrados bajo la formación de Comité o Cooperativas de agua potable rural.

Los sistemas de APR no cuentan con una regulación jurídico - institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Por tanto, estos sistemas se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través del los respectivos Servicios de Salud del Ambiente de la jurisdicción. No obstante, los sistemas rurales deben cumplir con las normas sobre calidad de los servicios (Título III, D.F.L. MOP N°382/88) y las normas técnicas respectivas. El régimen tarifario se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde a los Servicios de Salud del Ambiente (Ministerio de Salud).

Actualmente, año 2016, se encuentra en el parlamento una modificación a la Ley vigente que tiene como objetivo regular los servicios sanitarios en áreas rurales prestados por cooperativas y comités y en casos fundados por otras personas. El proyecto ingresó a trámite en el parlamento y actualmente está detenido a la espera de indicaciones sustitutivas a dicho proyecto a ser realizadas por el Ejecutivo, a fin de que sean consideradas durante la discusión en la Cámara de Diputados.

En términos generales la Ley N° 20.998, Regula Los servicios Sanitarios Rurales, permitirá:

- a) Coordinar, a través de un Consejo Consultivo, a todas las instituciones que tienen que ver con el recurso hídrico en el sector rural.
- b) Fijará una política para el servicio sanitario en este ámbito.
- c) Los comités y cooperativas serán los únicos que pueden operar en las áreas de servicios que atienden.
- d) Las licitaciones solo procederán en casos en que no exista un operador idóneo o cuando exista más de un operador interesado dentro de un mismo territorio.
- e) Las cooperativas APR serán sin fines de lucro.
- f) Se crea la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales en el MOP, que asume toda la responsabilidad.
- g) Se crean subdirecciones de servicios sanitarios rurales regionales, y consejos consultivos regionales.



- h) Se otorgará facultades de fiscalización a la Dirección de Obras Hidráulicas, a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y al Ministerio de Salud, mejorando así la gestión de los Comités.
- i) El Ministerio de Obras Públicas se hará cargo también del saneamiento rural. Será el ente que dicte normas técnicas y vise los proyectos.

Según información de Ministerio de Desarrollo Social (MDS)¹, en el sector se encuentran las siguientes iniciativas de inversión en la comuna de Putre, considerando los años 2004 al 2016.

Cuadro 2-3: Iniciativas de inversión vigentes en la comuna.

| Código BIP | Nombre iniciativa | Etapa que postula | Año de postulación | Costo total M\$ |
|------------|--|-------------------|--------------------|-----------------|
| 30402522-0 | Mejoramiento sistema agua potable rural de Putre, comuna de Putre. Contempla mantener la captación actual del sistema, proveniente desde la vertiente Taipicahua, caudal mínimo de 15 l/s para la demanda de la localidad de Putre. Para las obras de regulación se considera, para el estanque existente E-1 de capacidad 300 m ³ , se realizara cambio de interconexiones hidráulicas de la cámara de medición de caudal y de válvulas y para el estanque elevado metálico del sector Marcapata se realizara su reemplazo por uno de 15 m ³ | Ejecución | 2016 | 1.146.210 |
| 30036009-0 | Reposición sistema de agua potable rural de Belén. Consiste en el estudio de ingeniería para el mejoramiento del sistema de agua potable rural en la localidad de Belén, comuna de Putre. Se deberá evaluar el sistema desde el punto de vista técnico, económico, legal y social, definiendo una infraestructura proyectada a 20 años en todos sus elementos componentes. | Diseño | 2009 | 25.356 |
| 30067532-0 | Reposición sistema de agua potable rural de Socoroma Mejoramiento del sistema de agua potable rural en la localidad de Socoroma, comuna de Putre. En la etapa se deberá evaluar el sistema desde el punto de vista técnico, económico, legal y social, definiendo una infraestructura proyectada a 20 años en todos sus elementos componentes. | Ejecución | 2009 | 25.356 |
| 30035361-0 | Instalación sistema de agua potable rural de Zapahuira, Putre. Contempla la ejecución de un sistema de captación sobre la base de drenes y una sentina de acumulación, para luego impulsar el agua utilizando sistema de bombeo y una aducción en HDPE, D=75mm L=1950m. La regulación considera un estanque de hormigón de 20m ³ . En cuanto a la red de distribución, esta tendrá una longitud de 2400m app. En tubería PVC D= 75 mm y L=910m app. En tubería PVC 110mm. Se consideran 40 arranques de 1/2" y 6 de 3/4" | Ejecución | 2001 | 217.369 |

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social. 2016

¹ Según registro BIP-Ministerio de Desarrollo Social (MDS, 2016).

2.1.3 Marco legal servicios públicos

Desde el marco legal, de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de Servicios Públicos Sanitarios, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público a las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL N° 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Los derechos de aprovechamiento de agua, del concesionario, deberán ser de carácter consuntivo, permanente y continuo. Asimismo, la empresa concesionaria deberá tener la propiedad o el uso de estos derechos, lo que deberá acreditarse en la forma y plazos que defina el reglamento. En caso que no fuere posible constituir derechos de carácter consuntivo, permanentes y continuos, la Superintendencia de Servicios Sanitarios podrá considerar para efectos de la solicitud de concesión, derechos de carácter eventual, que el solicitante tenga en propiedad o en uso, que alimenten embalses o estanques de regulación.

Si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria (Art. N° 33, DFL N° 382), la prestadora **está obligada a dar servicios** y debe otorgar el certificado de factibilidad que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio, en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora **se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios** sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria (Art. N° 22, DFL 382) o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones (Art. N° 23 y 33A, DFL 382).

En atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 1 de diciembre de 2009, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación se encuentre fuera del territorio operacional de la respectiva empresa sanitaria y se requiera dotarlo de agua potable o alcantarillado, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación puede ser cumplido consultando directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

Con respecto a los derechos de agua necesarios para otorgar el servicio de agua potable, se debe tener presente que son bienes transables, y aunque la cuenca esté cerrada y no sea posible solicitar recursos adicionales, los derechos pueden adquirirse de otros propietarios. El costo de la transacción se verá reflejado en la tarifa que ofrezca cada proponente en el proceso de licitación de la concesión. Por



lo que la disponibilidad para abastecer la demanda dependerá de la decisión respecto a definir esta localidad como un servicio urbano.

De acuerdo a la Ley 20.017 tramitada el 27.05.2005, que modifica el Código de Agua, en su Art. 147 bis señala *“Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento”*.

Los derechos de aprovechamiento de agua, del concesionario, deberán ser de carácter consuntivo, permanente y continuo. Asimismo, la empresa concesionaria deberá tener la propiedad o el uso de estos derechos, lo que deberá acreditarse en la forma y plazos que defina el reglamento. En caso que no fuere posible constituir derechos de carácter consuntivo, permanentes y continuos, la Superintendencia de Servicios Sanitarios podrá considerar para efectos de la solicitud de concesión, derechos de carácter eventual, que el solicitante tenga en propiedad o en uso, que alimenten embalses o estanques de regulación.

En la región el recurso hídrico es escaso, por lo que esta situación se viabiliza a partir de la entrada en vigencia de La Ley N°20.017 publicada con fecha 16/06/06. El estudio desarrollado con motivo de la modificación del Código de Aguas, denominado “Análisis y determinación de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional”, Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., agosto 2006, el cual identificó las áreas de interés nacional relacionadas al recurso hídrico, en las cuales el ejercicio de nuevos derechos no consuntivos, podría generar conflictos ya sea de tipo económico, social o ambiental. Tal conflicto, debe entenderse como la superposición de un derecho solicitado con la existencia de un área de interés nacional, razón por la cual requieren revisarse los requerimientos que estarían asociados a dicho interés y su compatibilidad con el derecho solicitado. En tal condición se identificó a la comuna de Putre como una comuna inserta en el **ámbito áreas de interés de desarrollo sociocultural en situación de pobreza**.



3 SOPORTE GENERAL A LA DEMANDA DE SERVICIOS SANITARIOS

Existe a nivel mundial la convicción a partir de una serie de investigaciones, asociadas al cambio climático y la preocupación de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales, que el problema asociado a los recursos hídricos será creciente y cada vez alcanzará mayor importancia, transformando en una crisis mundial si no proponemos cambios radicales a la forma de utilizar el recurso disponible.

Los recursos hídricos disponibles en la **región de Arica y Parinacota** son especialmente sensibles a la intensidad de la explotación que se haga de ellos por tanto es necesario considerar en los Planes Reguladores, que los **concesionario de los nuevos sectores a incluir en el límite urbano propuesto realicen los estudios necesarios que permitan garantizar el uso sustentable del recurso hídrico**, deberán tener en consideración las condiciones climatológicas y la recarga anual que se presente en la zona incorporando en sus estudios la recarga que deberá hacer al sistema, la que deberá ser equivalente al uso que requiera realizar para abastecer a los nuevos sectores a incorporar. Lo anterior, requiere estar en constante investigación referente al comportamiento del recurso hídrico

3.1 GESTIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Los nuevos concesionarios, en el caso que estos se incorporen, deberían implementar algunas acciones, en forma permanente, que permiten realizar un uso eficiente del recurso hídrico:

- ✓ Estudio sobre medición y control de pérdidas.
- ✓ Detección de sectores de mayor probabilidad de fuga de agua desde la red de distribución.
- ✓ Estudio de eficiencia de la micromedición
- ✓ Análisis de roturas en la red
- ✓ Análisis y propuestas de reutilización de aguas tratadas

4 PROYECTOS ALTERNATIVOS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Desalinización de aguas salobres: esta técnica podría generar condiciones de habitabilidad en lo relativo a dotar de suministro de agua potable a algunas áreas pobladas de la **comuna de Putre**, aunque por ahora a una escala pequeña por sus costos, ya que requiere impulsar el agua de mar, desde el borde costero y energía para los procesos. Esta alternativa se viabiliza si el sistema genera su propia energía, es decir, que los volúmenes de agua salada pasen por un proceso de turbinado que permita generar y almacenar energía o a través del uso de tecnologías alternativas que a fin de alcanzar precios por m³ razonables. Así también será posible intercambiar agua desalinizada con propietarios de derechos



de agua tanto subterránea como superficial en sectores cercanos a las localidades pobladas según sea factible.

Otros procesos alternativos son: evaporación de múltiple efecto, destilación por compresión de vapor y evaporación súbita. Este último, el más utilizado, consiste en calentar el agua del mar e introducirla por medio de una bomba en tanques de baja presión, donde el agua se evapora bruscamente; al condensarse el vapor se obtiene el agua pura.

La congelación es un método alternativo. Tiene como base los diferentes puntos de congelación del agua dulce y del agua salada. Los cristales de hielo se separan del agua salobre, se lavan para extraerles la sal y se derriten, convirtiéndose así en agua dulce.

Ósmosis inversa, consiste en filtrar el agua salobre pasándola por una membrana, lo que permite separar el agua de la sal y demás impurezas. La ósmosis inversa sigue desarrollándose de forma intensiva en los sistemas de tratamiento de aguas. La mayoría de los estudios realizados concluyen que por ahora, mientras no se perfeccionen los procesos, es más barato desalinizar aguas salobres (que contiene entre 1.000 y 4.500 partes de minerales por millón) que agua de mar.

La definición de cada localidad que sería factible de abastecer con estas metodologías requiere de un estudio específico toda vez que el costo por m³ de agua tratada con estos métodos se ve fuertemente impactada por el costo de la energía requerida para producirlo. Por lo anterior, entre otros antecedentes se requiere de un análisis detallado de las características de las localidades en relación a la ubicación, altitud, población y demandas.

5 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE

En el presente capítulo se describen los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado de aguas servidas para la localidad de Putre. Se describen las características de los servicios extractados a partir de la investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas, el DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Para estimar los requerimientos de infraestructura se utilizará el **Plan de Desarrollo de la ciudad de Arica** toda vez que Putre no cuenta con sistema urbano de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas servidas. El Plan de desarrollo de la ciudad de Arica, SC-15-01, fue aprobado mediante ORD. SISS N° 1317/14 y carta N° 845/13 de Aguas del Altiplano S.A.

Desde el punto de vista de los servicios sanitarios la localidad de Putre se organiza como un sistema rural con un comité de agua potable y saneamiento rural.

5.1 AGUA POTABLE LOCALIDAD DE PUTRE

5.1.1 Proceso de producción

El pueblo de Putre se abastece desde una captación superficial. El agua se capta de un tranque artificial ubicado a unos 3100 m al oriente del pueblo. Este tranque se alimenta a su vez a través de un canal abierto de aproximadamente 1 km de longitud desde el poniente, su trazado se desarrolla mayormente por el interior de la quebrada Taipicahue. El inicio del canal corresponde a una bocatoma en el estero del mismo nombre, cuya agua conducida hasta el tranque, es utilizada tanto para riego como para el consumo humano.

Desde la captación de agua potable en el tranque de riego, nace la aducción que condice gravitacionalmente las aguas hasta la cámara de filtros, ubicada junto al estanqué de regulación. Esta aducción corresponde a una cañería de PVC, D= 110 mm y de 2300 m de longitud. La fuente no tiene problemas en cuanto a la cantidad de recursos necesarios para la población.

5.1.2 Proceso de distribución

El estanque de regulación, se ubica a 760 m al oriente del pueblo, su volumen es de 500 m³ y está construido en hormigón armado, del tipo enterrado.

El sistema existe desde por lo menos el año 1980 y se registran algunos problemas de presión en el sector de menor cota del poblado, probablemente por pérdidas de carga debidas al diámetro de las tuberías empleadas y su ejecución deficiente. También existen problemas de tipo sanitario, debiendo cocer el agua para consumirla y realizar periódicas limpiezas del estanque.

La red existente se encuentra en regulares condiciones de operación, requiriéndose el reemplazo total, debido a que fue ejecutada con tubería de galvanizado y PVC, enterrado a poca cota y algunas zonas a nivel de terreno, que provocan el congelamiento del agua.

A partir del estanque se abastece gravitacionalmente la red de distribución, mediante una matriz principal de PVC, D= 100 mm de diámetro.

La red de distribución tiene una longitud de 5,3 km y cubre prácticamente la totalidad del área consolidada y opera totalmente interconectada. La red se materializa en PVC, D= 75 mm, L= 2.446 m, D= 110 mm, L= 2.800 m y asbesto cemento, D= 75 mm, L= 270 m.

La dotación de consumo es de 138 l/hab/día con una pérdida estimada de 20%.



Considerando que la localidad no cuenta con un sistema urbano, la capacidad del estanque permite abastecer una población aprox. 12.100 hab., manteniendo su condición de localidad rural y una dotación de 138 l/hab/día.

La capacidad de las instalaciones queda limitada por la capacidad máxima de la aducción, D= 100 mm, con una capacidad de 15,9 l/s y con un 90% de cobertura aproximada.

5.2 AGUAS SERVIDAS LOCALIDAD DE PUTRE

5.2.1 Proceso de recolección

El sistema de alcantarillado para la evacuación de las aguas servidas del poblado de Putre, está compuesta por una red gravitacional dirección poniente, descargando las aguas directamente a la quebrada previo al tratamiento de ellas mediante un sistema de fosa séptica que pertenece al sistema del Regimiento.

La descarga en dirección poniente consiste en un emisario de 200 mm de diámetro.

El número de uniones domiciliarias estimadas corresponde a 60, siendo 50 de ellas realizadas a través de la construcción de casetas sanitarias. El resto de la población emplea el sistema de fosa séptica con pozo absorbente, especialmente las dependencias de carácter público.

La red de alcantarillado de aguas servidas se materializa en cemento comprimido, D= 175 mm, L= 932 m y D= 200 mm, = 1.111 m. La descarga, D= 200 mm, tiene una capacidad máxima de 25 l/s.

Durante el año 2010 se elaboró el proyecto de extensión de la red de alcantarillado de aguas servidas que propone la instalación de 4.502 m de tuberías en diámetros variables entre 180 mm y 250 mm con la instalación de 92 cámaras.

5.2.2 Proceso de disposición

El sistema de tratamiento, corresponde a una fosa séptica con sistema de cloración, evacúa sus efluentes mediante un emisario gravitacional de 400 m de longitud y D= 200 mm que descarga a la quebrada estero Taipichahue. Esta descarga ubicada en el extremo sur poniente, en las afueras del pueblo, se efectúan en forma directa al borde de la quebrada, de tal forma que las aguas avanzan superficialmente hasta alcanzar el fondo de la quebrada.

Debido al difícil acceso, tanto para la población como para animales, al estero Taipichahue en la zona de descarga y su continuación hacia el poniente, no se detectan graves problemas derivados de esta situación. Por otro lado, las aguas descargadas, no se utilizan para riego o consumo, sino hasta aproximadamente 80 km aguas abajo del punto de descarga.

Durante el año 2012 se dio inicio a la construcción de una planta de tratamiento bioquímica que utiliza energía solar para funcionar a través del uso celdas fotovoltaicas.

La obra incluye 4.200 metros de colectores, 1.350 metros de emisario, un sistema eléctrico fotovoltaico para operar la planta de aguas servidas y las respectivas obras civiles.

El proyecto beneficiará a 1.500 habitantes de Putre y está proyectado para servir a cerca de 10 mil habitantes, en la proyección de la comuna.

La planta de aguas servidas de Putre utilizará una avanzada tecnología de depuración de aguas residuales creada y desarrollada por el doctor José Tohá Castellá en el laboratorio de Biofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

5.3 AGUA POTABLE LOCALIDAD DE ZAPAHUIRA

Por su parte, el poblado de Zapahuira posee instalaciones provisionales en mal estado, de suministro de agua potable que operaban desde el 2003, con fondos del Municipio de Putre. El suministro de agua se obtiene de captaciones de vertientes cercanas que presentan condiciones tolerables para el consumo humano. Contaban con un estanque acumulador ubicado en la zona alta de Zapahuira, sector de restaurantes, desde allí nace una red de tubería de 50 mm, que alimentaban los sectores de posadas y el sector del pueblo viejo, donde se encuentran instalados arranques que abastecían algunas casas del pueblo, encontrándose en la actualidad llaves pilón, en tres sectores del pueblo y algunos de estos puntos a la fecha tienen agua.

Actualmente dicho estanque acumulador no se encuentra en funcionamiento, por sus condiciones de inoperatividad, por lo tanto, hasta el año 2012 el abastecimiento era mediante el traslado en camión aljibe desde Putre hacia el sector Posadas en estanques de 500 a 1.000 litros que cada posada dispone para estos efectos. El mismo traslado en camión hacia las casas del sector bajo, quienes cuentan con bidones o tambores de acumulación. Esta agua era comprada al comité de Agua Potable Rural de Putre.

El año 2011 al 2012, se instaló de forma provisoria un sistema de captación y filtración del agua, en sector aguas abajo del río Zapahuira, el que se acumulaba en un estanque para posteriormente trasladar en camión aljibe a las viviendas del pueblo, y del sector alto, como las posadas. Instalación que fue inoperante por las crecidas de flujo del río en esos períodos.

A contar del año 2013, debido a la suspensión del suministro de agua del comité APR de Putre, el abastecimiento se efectúa por camiones aljibe que trasladan el recurso hídrico desde el sector del río de Zapahuira ubicado a 2 km, del pueblo.

En cuanto a la administración del suministro, la localidad cuenta con Comité de Agua Potable Rural.

Por otro lado, cabe agregar que los agricultores de Zapahuira, cuentan con su estanque de acumulación de agua para regadío y desde allí se traslada este recurso, al pueblo mediante tuberías de 110 mm. Esta agua de regadío es propiedad de la comunidad de regantes, constituida por 24 miembros aproximadamente de los cuales hay oposición a asignar una cuota de agua de su propiedad para el consumo humano, especialmente al sector de posadas y restaurantes.

Durante las encuestas efectuadas el año 2010, respecto a este suministro por la Consultora, podemos argumentar lo indicado en el siguiente cuadro, que 6 puntos de viviendas poseían suministro de agua potable rural, a través del estanque acumulador. Mientras que 32 viviendas, equivalente a un 84,2% señalan utilizar método de acarreo mediante la utilización de bidones con agua que transportan desde la ciudad de Arica, siendo principalmente los habitantes de la parte Baja de Zapahuira.

Cuadro 5-1: Acceso a Suministro de Agua

| Tipo de Sistema | Vivienda | |
|----------------------------|----------|----------------|
| | N° | Porcentaje (%) |
| Instalación Provisoria APR | 6 | 15,8 |
| Acarreo de Agua | 32 | 84,2 |
| Total | 38 | 100,0 |

Fuente: Elaboración propia según Encuesta.

5.4 AGUAS SERVIDAS DE LA LOCALIDAD DE ZAPAHUIRA

La localidad cuenta con un proyecto terminado para la construcción de una Red de Alcantarillado, casetas sanitarias y sistema de tratamiento de aguas Servidas. En general, las aguas servidas se eliminan a través de pozos negros o letrinas.

En Zapahuira, sólo el sector alto posee servicio de alcantarillado provisorio y una fosa séptica, construidos el año 2006 con recursos municipales para resolver parcialmente el problema sanitario existente en el sector de posadas. Las instalaciones no cumplen con la Norma Chilena Sanitaria y no cuentan con recepción técnica ni aprobación de los servicios públicos autorizados, particularmente del Servicio de Salud. Según los propios locatarios, el sistema se encuentra incompleto y en malas condiciones operativas, ya que no existe mantenimiento y la fosa séptica nunca ha sido sometida a limpieza o extracción de lodos.

Las viviendas del sector alto y todas las viviendas del sector bajo que no poseen alcantarillado, usan el sistema de pozo negro, y en varios de los casos, no poseen ningún sistema de evacuación de aguas servidas, ante lo cual solo ocupan los

baños públicos del pueblo, que además, se encuentran muy deteriorados y en malas condiciones operativas, sin contar, que el pozo séptico fue construido superficialmente, lo que se traduce en continuos colapsos y la consiguiente contaminación del lugar.

Cuadro 5-2: Acceso a Alcantarillado

| Sistema de Disposición de Excretas | Viviendas | |
|------------------------------------|-----------|----------------|
| | N° | Porcentaje (%) |
| Fosa Séptica Colectiva | 6 | 15,8 |
| Pozo negro | 1 | 2,6 |
| Ninguno | 31 | 81,6 |
| Total | 38 | 100,0 |

Fuente: Elaboración propia según Encuesta.

El cuadro indica que el 81,6% de la población corresponde a personas que no cuentan individualmente con ningún sistema de disposición de excretas, razón por la cual, utilizan el sistema a campo abierto y principalmente los baños públicos comunitarios instalados en el pueblo, que si bien, son de construcción relativamente nueva, se encuentran en muy mal estado de mantención.

Esta situación se debe a que la profundidad del sistema de fosa séptica no es la adecuada y ésta colapsa la mayor parte del tiempo.

Asimismo, 6 personas que viven en el sector de Zapahuir Alto, (se incluye a restaurantes) señalan contar con fosa séptica individual, constituyendo el 15,8% de la población total.

6 FACTIBILIDAD DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

6.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación, deben considerar los requerimientos para satisfacer las necesidades de las estimaciones de población. En este sentido interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta y las bases de diseño definidas en los Planes de Desarrollo de la empresa sanitaria para determinar la infraestructura adicional requerida en el nuevo límite urbano propuesto.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en el estudio de la Modificación al Plan Regulador, se indica la proyección de población y viviendas, considerando la cabida total, vale decir, la población que potencialmente podría alcanzar la comuna, considerando la aplicación de las normas urbanísticas de la modificación propuesta al Plan propuesto.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición de este Plan Regulador, con

una tasa de crecimiento lineal considerando una densidad de 4,0 hab/viv, establecida para efectos de cálculo en la Circular ORD. 0224, de fecha 10.06.2005. Planificación, densidad expresada en Habitantes por hectáreas y su equivalencia en viviendas por hectáreas.

Para la comuna en estudio, se estimó la cabida total para cada localidad, obteniéndose los siguientes resultados:

- ✓ Putre, la población estimada en el escenario cabida total es de **3.630** habitantes y 908 viviendas.
- ✓ Zapahuira, la población estimada en el año 2034 es de **40** habitantes permanentes y 29 viviendas y **1.249** habitantes de población flotante.

La población de Zapahuira se obtuvo a partir de los antecedentes de diseño señalados en el proyecto "Construcción Sistema APR Zapahuira, Etapa Estudio y Diseño", Consultora IC Pronorte Ltda.

Cuadro 6-1: Estimación de población de la localidad Zapahuira

| Año | Flujo Total Población flotante día | Flujo Total Población permanente día |
|------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 2015 | 303 | 28 |
| 2016 | 336 | 28 |
| 2017 | 371 | 29 |
| 2018 | 408 | 29 |
| 2019 | 447 | 30 |
| 2020 | 488 | 30 |
| 2021 | 530 | 31 |
| 2022 | 575 | 32 |
| 2023 | 621 | 32 |
| 2024 | 669 | 33 |
| 2025 | 719 | 34 |
| 2026 | 770 | 34 |
| 2027 | 824 | 35 |
| 2028 | 880 | 36 |
| 2029 | 936 | 36 |
| 2030 | 995 | 37 |
| 2031 | 1056 | 38 |
| 2032 | 1119 | 39 |
| 2033 | 1182 | 39 |
| 2034 | 1249 | 40 |

Fuente: Construcción Sistema APR Zapahuira, Etapa Estudio y Diseño", Consultora IC Pronorte Ltda..

6.2 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las necesidades de la población, considerando un desarrollo urbano, para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo para la cabida máxima en Putre y la población permanente y flotante en el caso de la localidad de Zapahuira.

La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo de Arica.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando la instalación del servicio y la extensión a las nuevas áreas contempladas en el Límite Urbano propuesto. Se ha considerado como representativo para la situación del área urbana propuesta, los valores presentados en el Plan de Desarrollo de Arica. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados, se obtiene el **Cuadro 6-3**.

Para abastecer la localidad Zapahuira se considera la construcción de una tubería de 33 km desde Putre, HDPE, D= 110 mm, tres válvulas corta presión cuya consigna será reducir la presión de entrada en 108 m. Un estanque de 124 m³ a una altura de 25 m que permita abastecer la población flotante y permanente de la localidad.

Tanto para Putre como para Zapahuira se considera la instalación de una planta de filtros capaz de abatir la presencia de contaminantes. El tipo de filtros a instalar dependerá de la tecnología existente en el mercado y de la calidad de las aguas captadas.

a) **Niveles de pérdidas**

Según lo señalado se considerarán como representativas, para todo el periodo, las pérdidas propuestas en el Plan de Desarrollo de Arica, es decir, se considerará un valor constante de un 39,66 % para todo el horizonte de previsión.

b) **Cobertura.**

El Plan de Desarrollo señala una cobertura de un 100% durante todo el horizonte de Plan de Desarrollo por lo que se considerará este valor para el horizonte de previsión de este estudio.

c) **Dotaciones de consumo adoptadas.**

Se adoptaron los valores de dotaciones de consumo señalado en el Cuadro 3.8a. Proyección de Demandas de Agua Potable. Plan de Desarrollo Vigente de Arica, correspondiente a un valor de 149 lt/hab/día para el año 2027 considerado constante para la cabida máxima.



d) **Dotación de Producción.**

La dotación a nivel de producción se calculará según se indica en la fórmula siguiente: Dotación de Producción = Dotación de Consumo/(1- %Pérdidas).

e) **Coefficientes de gastos máximo diario y horario.**

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se considerará un factor de modulación de 1,10 para el gasto máximo diario y de 1,50 para el gasto máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

f) **Números de grifos.**

Para determinar el volumen de incendio, se adopta la Norma NCh 691 Of 98, considerando una duración del incendio de dos horas y grifos de 16 l/s. La norma determina el número de grifos en uso simultáneo, así como diámetros y capacidades según rangos de población. La cantidad de grifos requerida se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro 6-2 Volumen de incendio mínimo

| Rango de Población en (miles de hab.) | N° de grifos en uso simultaneo | Volumen e incendio mínimo m3 |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Hasta 6 | 1 | 115 |
| > 6 a 25 | 2 | 230 |
| > 25 a 60 | 3 | 346 |
| > 60 a 150 | 5 | 576 |
| > 150 | 6 | 690 |

Fuente: NCh 691 Of 98

g) **Proyección de demanda de agua potable**

Cuadro 6-3 Proyección de los caudales de agua potable

| LOCALIDAD | DETALLE | POBLACION | | | DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día) | PERDIDAS % PROD. + DISTR. | DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día) | CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s) | | |
|------------------------------|-------------|-----------|---------------|----------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------|----------|
| | | TOTAL | COBERTURA (%) | POBLACIÓN ABASTECIDA | | | | Qmed | Qmáx. d. | Qmáx. h. |
| Putre | Cabida máx. | 3.630 | 100,00 | 3.630 | 149,0 | 39,66 | 246,9 | 10,4 | 11,4 | 17,1 |
| Zapahuira (Pobl. permanente) | 2034. | 40 | 100,00 | 40 | 149,0 | 39,66 | 246,9 | 0,11 | 0,13 | 0,19 |
| Zapahuira (Pobl. flotante) | 2034. | 1.249 | 100,00 | 1.249 | 149,0 | 39,66 | 61,7 | 0,89 | 0,98 | 1,47 |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

6.2.2 Estimación de infraestructura requerida

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de las entidades urbanas y de la ubicación de los nuevos consumos.

a) Fuente

La fuente requiere abastecer para la cabida máxima en Putre y la población proyectada al año 2034 en Zapahuira un caudal de 16.7 l/s, considerando 18 hrs., de bombeo.

b) Volumen de Regulación

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), mas seis grifos funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

La demanda en volumen de regulación para la cabida máxima será de:

Cuadro 6-4 Demanda de volumen de regulación

| LOCALIDAD | AÑO | POBL. | VOLUMEN DE REG. (m3) | | | |
|---------------------------------|-------------|-------|----------------------|---------|----------|-----------|
| | | | TOTAL | Consumo | incendio | Seguridad |
| Putre | Cabida máx. | 3.630 | 89 | 115 | 50 | 204 |
| Zapahuira (Pobl. permanente) | 2.034 | 40 | 1 | 115 | 1 | 116 |
| Zapahuira (Pobl. flotante) | 2.034 | 1.249 | 8 | - | - | 8 |

Fuente: Elaboración propia a partir de los antecedentes investigados

Los volúmenes estimados de 124 m³, permitirían abastecer tanto la población flotante en Zapahuira como la población permanente en ambas localidades.

6.2.3 Estimación de caudales de aguas servidas

Al igual que para el sistema de producción de agua potable el sistema de recolección de aguas servidas sería un sistema conjunto para las ciudades de Putre y Zapahuira.

Las proyecciones de los caudales totales de aguas servidas producidas se determinaron en función de las dotaciones de agua potable considerando los parámetros definidos en el capítulo anterior. Estos caudales permiten determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas, para la población en estudio.

La implementación del sistema se consideró paulatina hasta alcanzar la cobertura máxima esperada equivalente a la señalada en el Plan de Desarrollo, para la ciudad Arica. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las fórmulas de uso habitual. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la población en estudio.

a) **Cobertura.**

Se considerarán los valores establecidos en el Plan de Desarrollo, correspondiente a un 99,2 % de cobertura para la cabida máxima.

b) **Caudal medio de aguas servidas**

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP (consumo) * R \quad (\text{lt/seg})$$

c) **Coefficiente de recuperación**

El coeficiente de recuperación, R= 0.90

d) **Caudal máximo instantáneo**

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para $P < 100$ hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para $100 < P < 1000$ hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

e) **Caudal máximo horario**

3. Para $P > 1000$ hab., el gasto máximo horario de recolección se calculará según la fórmula de Harmon, según lo indica la NCh 1.105 of 98.

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} \quad \text{lt/seg}$$

Donde el Coeficiente de Harmon será:

$$H = 1 + \frac{14}{(4 + \sqrt{P})}$$

P: Población en miles de habitantes

f) **Infiltración en las redes de aguas servidas**

De acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo no se consideran caudales de infiltración.

g) **Caudales de aguas lluvias.**

El Plan de Desarrollo no contempla aportes de aguas lluvias para el diseño considerando que las lluvias en la región son bajas o nulas en el periodo estival periodo de mayor demanda para las redes de recolección. Las nuevas redes deben considerarse como sistemas separados y estancos.

h) **Proyección de caudales totales de aguas servidas**

A continuación, se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 6-5 Proyección de caudales de aguas servidas

| LOCALIDAD | AÑO | POBLACIÓN | | | DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día) | CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s) | |
|---|-------------|-----------|---------------|----------------------|------------------------------|----------------------------------|------------|
| | | TOTAL | COBERTURA (%) | POBLACIÓN ABASTECIDA | | Qmed | Qmáx. Ins. |
| Putre | Cabida máx. | 3.630 | 99,20 | 3.601 | 149,0 | 5,6 | 18,9 |
| Zapahuira (Pobl. Flotante + permanente) | 2.034 | 1.289 | 99,20 | 1.239 | 37,3 | 0,5 | 1,8 |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del Plan de Desarrollo Arica

6.2.4 Estimación de infraestructura requerida.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las demandas. El concesionario interesado debe hacerse cargo de todos los procesos. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores, pudiendo existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

La localidad de Zapahuira requerirá a instalación de la totalidad de la red y una planta de tratamiento compacta.

a) **Interceptor a Planta de pre-tratamiento:**

Para la localidad de Putre, el colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 5,6 l/s para la cabida máxima. En el caso de Zapahuira el colector interceptor deberá tener una capacidad máxima de 0.5 l/s. La solución propuesta, en ambos casos, corresponde a un emisario de hormigón, D= 200 mm, con una pendiente mínima de un $i= 2,0$ ‰.

Cuadro 6-6 Diseño de interceptor propuesto.

| LOCALIDAD | I ‰ | Di (mm) | N | CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7 | Q Diseño l/s | VELOCIDAD (m/s) |
|-----------|------|---------|-------|-----------------------------|--------------|-----------------|
| Putre | 2,00 | 200 | 0,013 | 12,3 | 5,6 | 0,24 |
| Zapahuira | 2,00 | 200 | 0,013 | 12,3 | 0,5 | 0,02 |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio.

b) **Planta de tratamiento**

El sistema de tratamiento que se implemente finalmente será propuesto por la empresa consultora que realice el proyecto de saneamiento y las tecnologías adecuadas y existentes en la época que se implemente el sistema.

Cuadro 6-7 Demanda y oferta de la planta de tratamiento de Putre

| AÑO | POBLACION TOTAL (hab.) | COBERTURA % | DEMANDA Qmed (l/s) |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Cabida máx. Putre | 3.630 | 99,20 | 5,6 |
| Zapahuira | 1.289 | 99,20 | 0,5 |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio.

La característica del efluente de la planta deberá cumplir con las exigencias establecidas en el Decreto Supremo MINSEGPRES N° 90 del fecha 07.03.2001.

Cuadro 6-8 Límites máximos en los parámetros de tratamiento.

| Parámetros | Límite Máximo |
|-----------------------------|----------------------|
| DBO ₅ | 35 mg/l |
| Fósforo Total | 10 mg/l |
| Nitrógeno Total | 50 mg/l |
| Sólidos Suspendidos Totales | 80 mg/l |
| Coniformes fecales | 1000/100 ml |
| Aceites y grasas | 20 mg/l |
| Poder Espumógeno | 7 mm |
| PH | 6 – 8,5 |
| Temperatura | 35° C |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio.

7 FACTIBILIDAD SANEAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

En este capítulo se resumen los criterios de diseño y consideraciones que se tendrán en cuenta para formular la factibilidad de aguas lluvias de las localidades de **Putre y Zapahuira**.

La Ley 19.525 que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestro de Aguas Lluvias para las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, esta localidad no cuenta con Plan Maestro de Aguas Lluvias y no está en los planes a corto plazo del Ministerio de Obras Públicas.

Por lo anterior, corresponderá a los urbanizadores implementar las soluciones de aguas lluvias, mediante técnicas alternativas a la conducción, como son las técnicas de detención, almacenamiento e infiltración, en la medida que se

urbanicen los distintos sectores ya sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.

Los problemas registrados en las localidades urbanas se deben a problemas asociados a la existencia de calles sin pavimentar, que al no poseer pendientes adecuadas para el drenaje de las aguas lluvias se transforman, ante lluvias de pequeña magnitud, en "barrales" que prácticamente impiden el paso de vehículos y peatones.

7.1.1 Criterios generales

El problema de las inundaciones en las ciudades de Chile es más amplio que el de la simple evacuación de aguas lluvias que precipitan en los suelos urbanos. De hecho, las inundaciones pueden tener diferentes causas, muchas de las cuales no aparecen directamente conectadas con las aguas lluvias que precipitan en el lugar inundado. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- ✓ Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo.
- ✓ Desbordes de cauces artificiales, como canales de riego o colectores de todo tipo, que ven superada su capacidad.
- ✓ Desbordes de cauces naturales y flujos aluvionales en ríos, esteros y quebradas
- ✓ Acumulación de aguas lluvias en zonas bajas con drenaje insuficiente.
- ✓ Zonas en las cuales se interrumpe el drenaje natural.
- ✓ Diseños de la red vial no compatibles con el drenaje natural de algunos sectores

En muchas ciudades, las inundaciones no se deben a una sola causa específica sino a la combinación de varias de ellas, o coexisten sectores con diferentes tipos de problemas.

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducir las al cauce natural más cercano.

En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente, al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y gestión del recurso hídrico. En la actualidad se exploran técnicas de infiltración y cosecha de agua que se refieren a infiltrar las aguas lluvias dentro de los predios o sitios particulares.



Debe tenerse en cuenta que el presente Plan Regulador es un elemento de planificación y las soluciones que aquí se plantean han sido estudiadas sólo a nivel de perfil, por lo tanto, cada una de las propuestas deberá ser analizada mediante un proyecto de detalle previo a proceder a su construcción.

En este sentido, todas las soluciones pueden ser optimizadas, siempre y cuando se mantenga su concepto general. Se recomienda analizar la posibilidad de que las soluciones sean ejecutadas en forma modular, agregando elementos en la medida que el crecimiento urbano lo exija. Estos aspectos deberán ser contemplados como parte de los diseños, de los proyectos planteados.

Las acciones que se desarrollen para enfrentar los problemas de drenaje de aguas lluvias en los sectores urbanos requieren una gran coherencia y continuidad debido a la intervención de múltiples agentes y a la interacción que presentan las acciones que se pueden plantear. El propio escurrimiento de las aguas sobre la superficie urbana hace que en cada sector se sufran las consecuencias de lo que ocurre aguas arriba y genere, a su vez, obligaciones y efectos hacia aguas abajo. Se requiere establecer ciertas normas mínimas para compatibilizar los diferentes desarrollos dentro de un esquema general coherente.

La planificación del drenaje urbano debe anticipar la definición del sistema menor, que funciona con precipitaciones de alta recurrencia y el sistema mayor que se activa por tormentas mayores, de rara ocurrencia. También debe considerar, aparte de los cauces naturales, los componentes de sistemas domiciliarios, secundarios y primarios

El enfoque moderno de Plan de gestión de las aguas lluvias debe considerar por lo menos, tres objetivos fundamentales:

Control de crecidas: el objetivo es proyectar las instalaciones que provean el adecuado almacenamiento y transporte de los caudales máximos y de los volúmenes de escorrentía a medida que la tormenta va ocurriendo.

Control de la calidad del agua: el objetivo es proveer sistemas a nivel zonal que sean capaces de sanear la primera escorrentía o reducir las cargas de contaminantes del acuífero o cauces receptores, al máximo dentro de lo practicable.

Manejo del ecosistema: el objetivo es desarrollar un sistema regional que proteja el paisaje y el conjunto de organismos vivos que en él habitan y que permita el aprovechamiento del recurso hídrico.

Los urbanizadores deberán presentar los estudios necesarios para su aprobación a la Dirección de Obras Hidráulicas, del Ministerio de Obras Públicas. Los objetivos de estos estudios serán:



- ✓ Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área y proponer una solución integral.
- ✓ Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para la localidad.
- ✓ Obtener una priorización de los proyectos de inversión.
- ✓ Definir los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias privilegiando las técnicas alternativas de regulación de caudales.

El contenido mínimo será:

- ✓ La definición del patrón de drenaje antes de la urbanización y después de ella.
- ✓ Determinar la escorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos, como mínimo, para eventos asociados 100 años (sistema mayor). Estos estudios se refieren a hidrología de la zona, clasificación de suelos y uso actual y futuro del suelo.
- ✓ Catastro y caracterización de la infraestructura existente de aguas lluvias, los canales urbanos, los cauces naturales que atraviesen las zonas urbanas y otras infraestructuras que servirían como vías de evacuación de aguas lluvias.
- ✓ Diagnóstico de la situación sin proyecto de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias o aquellos que presten dicho servicio en forma natural como los canales de riego y la selección de las áreas a sanear.
- ✓ Determinar el "Volumen de captura" función de la macrozona del país donde se ubica la zona urbana analizada.
- ✓ Simulación y dimensionamiento de alternativas a nivel de perfil para las áreas a sanear, definición de costos, el nivel de seguridad requerido y seleccionando la alternativa de solución para cada área a sanear.
- ✓ Verificar la viabilidad de las alternativas seleccionadas, con su correspondiente impacto ambiental y priorización de obras.

El proyecto así definido será presentado a la autoridad competente para su revisión y aprobación.

Para el diseño de las soluciones de aguas lluvias, tanto en áreas consolidadas como en zonas de extensión, se podrá considerar como guía de diseño el **Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Arica**, sin embargo, el interesado deberá hacer sus propias estimaciones considerando la ubicación geográfica y geomorfología de la localidad, entre otros.



Alternativamente y también para aprobación de la Dirección de Obras Hidráulicas el urbanizador podrá presentar medidas de carácter local, que se refieren exclusivamente a obras y acciones destinadas a enfrentar problemas generados por aguas lluvias que precipitan sobre el mismo lugar urbano de interés. Las obras que se propongan contribuirán a la solución de los problemas generados por las aguas lluvias como soluciones alternativas y complementarias (conocidas como técnicas alternativas) a la red de drenaje natural, de manera de colaborar en la solución de los problemas generados por las aguas lluvias mediante la disposición local de los excesos en el mismo sector en que ellos se producen. En el ámbito técnico, este esquema se conoce como de control en la fuente. Los mecanismos de solución son la infiltración y el almacenamiento temporal en plazas y parques.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias técnicas alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

Las soluciones alternativas a la evacuación directa ponen en juego almacenamientos temporales para restituir los volúmenes con gastos menores una vez que pasan los periodos críticos, o mediante la disminución de los volúmenes de escurrimiento por medio de la infiltración en el suelo.

- Propuestas de técnicas alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red.
- Definir claramente, por parte de los urbanizadores, los terrenos que son inundables y el uso que se propone.
- Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las técnicas alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

Estas propuestas deberán considerar, también:

- Definir la red de drenaje general como los cauces naturales que conforman la cuenca, que considere la forma en que ellos se incorporan en la urbanización.
- Respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecidos o al acuífero vía infiltración.
- Considerando el emplazamiento de la urbanización ya sea en zonas de extensión o en áreas a densificar, el urbanizador deberá estimar la escorrentía en la situación sin proyecto y luego la escorrentía en la situación con proyecto.



- Cualquier sector que se urbanice no deberá generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda privilegiar soluciones alternativas de infiltración de los caudales de aguas lluvias excedentes a la escorrentía del sector en la situación sin proyecto. Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas que un determinado sector tenía antes de su urbanización.
- Privilegiar la regulación de caudales, la infiltración, el manejo controlado al interior de los núcleos básicos de producción de escorrentía como son las viviendas y el diseño de la red vial coherente con un drenaje planificado y controlado.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias técnicas alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

7.1.2 Definición de fajas de protección a sistema de canales y obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias

A continuación, se resumen criterios genéricos para definir las fajas de protección o resguardo a nivel de planificación territorial en lo relativo a fajas de canales existentes o en el caso de privilegiar soluciones mediante colectores, para la red de aguas lluvias, se deberán considerar las fajas de resguardo propuestas en este capítulo. En los proyectos específicos se definirán los requerimientos considerando las particularidades de cada caso.

Si bien la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, no tiene un reglamento al respecto, los criterios se basan fundamentalmente en la necesidad de mantención futura de la red y en la experiencia obtenida en los sistemas construidos.

i. Fajas de protección en canales a tajo abierto

En el caso de canales existentes, las fajas de protección lateral mínima, definida a nivel de planificación territorial, medida desde el borde superior serán de 5 m en un extremo para materializar un camino de mantención y 1 m en el otro extremo que permita construir los cercos necesarios.

En las zonas donde exista vialidad lateral al canal sólo se considera un cerco o barrera de seguridad ubicada a un metro por ambas riberas.

ii. Fajas de protección en cauces naturales y quebradas

Al respecto, es sustentable para este instrumento de planificación considerar la línea que define la meseta de inundación, para 100 años de periodo de retorno,

con uso regulado como áreas de recreación y esparcimiento o infraestructura de uso temporal como camarines, u otros. Dicha restricción, además de las atribuciones que posee la Dirección General de Aguas sobre el uso de cauces naturales, permitirá asegurar que el sistema de drenaje natural se mantenga en el tiempo y no sea "borrado".

De acuerdo a lo anterior, para definiciones específicas se deberán desarrollar los estudios pertinentes que deben considerar las características particulares tanto geomorfológicas como hidrológicas de cada cuenca y restricciones particulares de la zona a desarrollar y como resultado de lo anterior definir fajas de protección específicas. Estas fajas de protección deberán contar con la aprobación de los organismos pertinentes.

iii. **Fajas de protección en colectores**

Con respecto a la faja de protección en el emplazamiento de colector, básicamente corresponderá a la faja necesaria para la futura mantención y específicamente a la necesidad de tener fácil acceso a las cámaras de inspección. Por lo anterior, se requiere una faja de protección equivalente al diámetro del colector mas 4 m.

7.1.3 Justificación de los anchos requeridos para mantención

Respecto a los anchos mínimos necesarios utilizados en los caminos laterales a los canales para realizar su limpieza, será aquella que permita el tránsito de la maquinaria comúnmente utilizada.

En la limpieza de canales se utiliza una excavadora Caterpillar 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de 0,75 m³, la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

El o los camiones que reciben el material de desecho tienen una capacidad de carga de 20 ton y su peso de 10 ton (Tara + Carga = 30 ton), repartida en 3 ejes (doble puente trasero).

El ancho mínimo de trabajo que se requiere es de 3 m para avance y/o retroceso más maniobras, pero se especifica 3,5 m por razones de seguridad, además de dejar eventualmente cada 150 m un espacio de 5 m de ancho por 6 m de longitud para realizar los retornos.

En el entendido que este plan regulador es un instrumento de planificación territorial donde se indican las soluciones a nivel de perfil, se recomienda considerar un ancho típico de 6 m distribuido como 5 m por un costado y 1 m en el otro. Corresponderá a etapas futuras de diseño definir la necesidad real de faja requerida.



8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 SERVICIOS SANITARIOS

De los antecedentes analizados relativos a la existencia de recurso hídrico, que haga sustentables los requerimientos futuros de agua potable, es posible señalar que la empresa concesionaria de los servicios urbanos deberá abastecer la cabida máxima en Putre y la población proyectada al año 2034 en Zapahuira un caudal de 16.7 l/s, considerando 18 hrs., de bombeo.

Con respecto a la incorporación de la localidad de Zapahuira como zona urbana, se propone que ésta se abastezca directamente desde la localidad de Putre, por lo que propone la construcción de una tubería de 33 km desde Putre, HDPE, D= 110 mm, tres válvulas corta presión cuya consigna será reducir la presión de entrada en 108 m. Un estanque elevado de 124 m³ a una altura de 25 m que permita abastecer la población flotante y permanente de la localidad.

Tanto para Putre como para Zapahuira se considera la instalación de una planta de filtros capaz de abatir la presencia de contaminantes. El tipo de filtros a instalar dependerá de la tecnología existente en el mercado y de la calidad de las aguas captadas.

El costo asociado a abastecer de agua potable la localidad Zapahuira y de Putre son de aproximadamente 970 millones de pesos y de 442 millones respectivamente. El costo asociado a instalar el saneamiento de las aguas servidas en Zapahuira se estima en 277 millones de pesos para el caso de Putre es de 418 millones de pesos. Por los costos asociados se recomienda consultar el interés de incluir la localidad de Zapahuira como área urbana, a la empresa Aguas del Altiplano.

Desde el ámbito legal existe la posibilidad que la empresa Aguas del Altiplano S.A. no se encuentre interesada en abastecer nuevos sectores, por lo que será necesario que la Superintendencia de Servicios Sanitarios licite los nuevos sectores.

El recurso hídrico es escaso en la región, por lo que esta situación se viabiliza a partir de la entrada en vigencia de la Ley N° 20.017 publicada con fecha 16/06/06, que modificó el Código de Aguas de 1997. El estudio desarrollado con motivo de la modificación del Código de Aguas, que identificó las áreas de interés nacional relacionadas al recurso hídrico, identificó a la comuna de Putre inserta en el ámbito de interés de **desarrollo sociocultural en situación de pobreza**.

En tal sentido, será posible transar recursos en el caso que existen interesados y no exista disponibilidad de nuevas extracciones en la cuenca.

Con respecto a las obras necesarias para abastecer de agua potable y dotar de alcantarillado de aguas servidas al crecimiento proyectado, es necesario tener

presente que las localidades se organizan desde el ámbito de los servicios sanitarios como un sistema rural, por lo que la infraestructura existente no cumple con la normativa vigente. En tal sentido se requiere reemplazar la totalidad de la infraestructura para dotar a las nuevas áreas.

En atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 1 de diciembre de 2009, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación se encuentre fuera del territorio operacional de la respectiva empresa sanitaria y se requiera dotarlo de agua potable o alcantarillado, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación, puede ser cumplido consultando **directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios**, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

8.1.1 Saneamiento de aguas lluvias

La Ley 19.525, que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestros de Aguas Lluvias para las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, estas localidades no cuentan con Plan Maestro de Aguas Lluvias y no están en los planes a corto plazo del Ministerio de Obras Públicas.

Debe tenerse en cuenta que el presente plan regulador es un elemento de planificación y las soluciones que aquí se plantean han sido estudiadas sólo a nivel de perfil, por lo tanto, cada una de las propuestas deberá ser analizada mediante un proyecto de detalle previo a proceder a su construcción.

En este sentido, todas las soluciones pueden ser optimizadas, siempre y cuando se mantenga su concepto general. Se recomienda analizar la posibilidad de que las soluciones sean ejecutadas en forma modular, agregando elementos en la medida que el crecimiento urbano lo exija. Estos aspectos deberán ser contemplados como parte de los diseños, de los proyectos planteados.

Al no estar incluida esta localidad en los planes de inversión de los organismos competentes le corresponderá a los urbanizadores y al municipio hacerse cargo de resolver los problemas de aguas lluvias en las áreas de expansión como en la zona consolidada respectivamente.

Se deberá privilegiar el uso de técnicas alternativas de solución relativas a la regulación e infiltración de caudales dejando para tales efectos áreas verdes que se podrán, utilizar como zonas recreacionales y de esparcimiento.

