

**MODIFICACION  
PLAN REGULADOR COMUNAL  
DE CALDERA**

**ESTUDIO DE  
FACTIBILIDAD SANITARIA**

JUNIO 2019

## INDICE

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	3
1.1 Consideraciones previas.....	3
1.2 Clasificación sanitaria de los centros poblados.....	4
1.3 Metodología del análisis .....	4
1.4 Horizonte de evaluación .....	5
<b>2. DIAGNOSTICO DE SISTEMAS ACTUALES</b> .....	5
<b>2.1 AGUA POTABLE</b> .....	5
2.1.1 Sistema de Abastecimiento.....	5
2.1.2 Cobertura del Servicio.....	6
<b>2.2 ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS</b> .....	8
2.2.1 Sistema Existente .....	8
2.2.2 Cobertura del Servicio.....	9
<b>3. REQUERIMIENTOS FUTUROS</b> .....	10
<b>3.1 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN FUTURA DE AGUA POTABLE</b> .....	10
3.1.1 La Alternativa de la Desalinización de Aguas Salobres .....	11
<b>3.2 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN FUTURA DE ALCANTARILLADO</b> .....	13
<b>4 PLAN DE INVERSIONES DE LA EMPRESA SANITARIA AGUAS CHAÑAR</b> .....	13
<b>5. FACTIBILIDAD SANITARIA DE LA MODIFICACION DEL PLAN REGULADOR COMUNAL</b> ...	14
5.1. Área urbana de Caldera - Bahía Inglesa. ....	14
5.2. Factibilidad de Evacuación de Aguas Lluvias.....	14

## 1. INTRODUCCION

El presente estudio de factibilidad sanitaria forma parte de la Modificación del Plan Regulador Comunal de Caldera, por consiguiente se refiere a aquellos aspectos que puedan tener implicancia desde el punto de vista de la factibilidad sanitaria.

En este contexto se incluyen dos modificaciones con injerencia en el estudio de factibilidad sanitaria, en primer lugar el aumento de densidad en un 20% de algunas zonas del PRC y en segundo lugar la ampliación del límite urbano en 145,5 há, lo cual corresponde a un aumento de un 2,3% de la superficie del límite urbano de Caldera vigente.

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación de la Modificación del Plan Regulador Comunal de Caldera, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de ampliación del límite urbano para la localidad de Caldera, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

Dentro de dicho estudio corresponde incluir un análisis sobre la factibilidad de dotación de los servicios sanitarios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas para este centro considerando las capacidades de la infraestructura existente v/s los requerimientos futuros ante la modificación y eventualmente una ampliación del territorio comunal de esta localidad.

### 1.1 Consideraciones previas

Previamente es necesario dejar establecido que las localidades desde el punto de vista del saneamiento, se clasifican como urbanas y otras como rurales. La diferencia entre unas y otras se basan en que para las clasificadas como urbanas, éstas son atendidas por Empresas de Servicios Sanitarios, empresas que por Ley tienen concesionada, tanto la distribución de agua potable como la recolección y tratamiento de las aguas servidas dentro de un Territorio Operacional (T.O.).

A título informativo se puede indicar que por disposiciones legales emanadas en el Decreto M.O.P. Nº 121 del 11 - 6 - 91 publicado en el Dº Oficial el 27 - 11 - 91 y el D.F.L. Nº 382 M.O.P. publicado en el Dº Oficial del 21 - 6 - 89 , y posteriores modificaciones y complementos, las empresas concesionarias de los Servicios Sanitarios no pueden factibilizar terrenos que queden fuera de los Territorios Operacionales concesionados por Ley. Ante la situación de existir terrenos que por expansión urbana se requiera incorporarlos dentro del área de concesión de alguna Empresa de Servicios Sanitarios es posible solicitar a estas empresas una Ampliación del Territorio Operacional. Para ello, la empresa sanitaria evaluará todos los factores técnicos - económicos que intervienen en la solución escogida para abastecer de agua potable y evacuar las aguas servidas de los sectores en estudio y ésta determinará la conveniencia o no para solicitar a la S.I.S.S. la Ampliación del Territorio Operacional.

Por otra parte, para las localidades clasificadas como rurales éstas normalmente sólo cuentan con servicios de agua potable rural, las cuales son administradas generalmente por Comités o Cooperativas formadas por los mismos beneficiarios, supervisadas y asistidas por el MOP, a través de la D.O.H. o en otras ocasiones por las Municipalidades respectivas.

## 1.2 Clasificación sanitaria de los centros poblados

La localidad de Caldera, se clasifica como un sistema de tipo urbano. Está contemplada dentro del Área de Concesión para la Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas, que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Chañar S. A., según Decreto Nº 667/15-09-2004 del MOP.

Lo anterior significa que es responsabilidad exclusiva de la Empresa Aguas Chañar S. A. otorgar estos servicios cumpliendo los estándares normativos, planificar y programar las inversiones para su mantención y operación y contemplar las obras necesarias para acoger las mayores demandas dentro de su territorio operacional.

Los límites de la concesión lo determinan las líneas de borde del T.O. definido para la explotación. Al respecto es conveniente indicar que estos límites pueden no ser coincidentes con límites que definen los Territorios Urbanos de una localidad.

Para el caso de la localidad de Caldera el T.O. vigente corresponde al definido en el Estudio Actualización Planes de Desarrollo de Caldera-Chañaral 2016-2031. El T.O. para los servicios de A.P. y A.S. son coincidentes.

El principal instrumento que regula el accionar de Aguas Chañar S. A. corresponde al Estudio Plan de Desarrollo de esta localidad, el cual satisface las normas exigidas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios y cumple con el objetivo de planificar las inversiones que se deben realizar en el contexto del régimen tarifario vigente.

## 1.3 Metodología del análisis

La estructuración o metodología empleada para el desarrollo de este análisis considera en primer lugar una recopilación de la diversa información y antecedentes disponibles, los que servirán como base para los análisis posteriores. Dentro de ellos se destacan los siguientes:

Plan Regulador Comunal vigente

Modificación al Plan Regulador propuesta

Planes de Desarrollo de Aguas Chañar S. A. vigente

Planos de Territorio Operacional de Aguas Chañar S. A. vigente

Estadísticas del I.N.E.

Levantamientos aerofotogramétricos, escalas 1 : 20.000

Para el caso de localidad de Caldera, la base principal para el presente estudio corresponde a la información contenida en el Estudio de Planes de Desarrollo en vigencia, donde se determina el estado actual de los servicios de agua potable y evacuación de las aguas servidas que posee Aguas Chañar S. A. para esta localidad y muestra además un diagnóstico actualizado del servicio y la programación futura de obras requeridas que permitan la operación y mantenimiento del servicio así como aquellas obras necesarias para acoger las mayores demandas dentro de su territorio operacional.

Posteriormente dentro del estudio se considera un análisis actualizado de la situación de saneamiento, vale decir, se considera cual es el estado actual de los servicios de agua potable y evacuación de las

aguas servidas para luego, dentro de este mismo estudio abordarse la situación de factibilización de estos servicios considerando las posibles ampliaciones de futuras áreas producto de las modificaciones al Plan Regulador propuestas.

El estudio presenta finalmente cuales serán las necesidades o requerimientos en infraestructura que tendrá el servicio para que satisfaga la demanda de la población a fines del periodo de evaluación considerando la nueva proposición de modificación del Plan Regulador Comunal.

#### **1.4 Horizonte de evaluación**

De acuerdo a lo estipulado en el Estudio para la Modificación del Plan Regulador se fija un horizonte de 24 años, lo que equivale al año 2042, considerando que el año 2018 es para la elaboración del estudio.

## **2 DIAGNOSTICO DE SISTEMAS ACTUALES**

### **2.1 AGUA POTABLE**

#### **2.1.1 Sistema de Abastecimiento**

El servicio de agua potable para Caldera es proporcionado por la empresa sanitaria Aguas Chañar S. A.

##### **a) Fuentes**

La fuente de abastecimiento de agua potable para los servicios de Caldera (que abastece también a Chañaral), es la napa subterránea del valle del río Copiapó, la cual es captada mediante una batería de 5 pozos, agrupados en un solo centro de producción denominado Recinto Vicuña, ubicado en la ciudad de Copiapó. Cada sondaje tiene una impulsión de cemento asbesto de 200mm de diámetro que converge a una cañería de 400mm de diámetro, que descarga en un estanque semienterrado de 500m<sup>3</sup>, instalado en el mismo recinto. Desde este estanque nace la aducción Copiapó - Caldera - Chañaral.

##### **b) Tratamiento de las Aguas**

Las aguas captadas reciben como único tratamiento una desinfección bacteriana, que consiste en adicionar gas cloro a las aguas en planta Vicuña. Además las aguas son rectoradas en los recintos de los estanques de Caldera y Chañaral.

##### **c) Conducciones Primarias**

Las conducciones primarias corresponden a la aducción que portea las aguas desde la fuente hasta los estanques de regulación respectivos. El trazado completo de la aducción está configurado por tres tramos claramente identificados:

**ADUCCIÓN ANTIGUA:** Esta aducción fue construida en 1940 y llega hasta el estanque antiguo de Caldera. En su trazado conduce los consumos de los clientes conectados directamente a ellas (Toledo,

Piedra Colgada, San Pedro) más un caudal adicional hasta el estanque. En la actualidad conduce un caudal aproximado de 10 l/s.

COPIAPÓ - NUDO CORFO: con una longitud aproximada de 60km, debe conducir los consumos de las localidades de Caldera y Chañaral y de los clientes conectados directamente a esta Aducción en sus tres tramos (Copiapó-Nudo CORFO, Nudo CORFO-Caldera y Nudo CORFO-Chañaral). Este tramo, en el km 41,7 cuenta con una estación de bombeo en booster, constituida por tres bombas dispuestas en paralelo (una de ellas en stand by), las cuales tienen por objetivo aumentar la carga piezométrica del flujo y mejorar la capacidad de porteo de ésta.

NUDO CORFO - CALDERA: con una longitud aproximada de 20 km, debe conducir los consumos de la localidad de Caldera y los consumos de los clientes conectados directamente a la aducción en este tramo.

NUDO CORFO - CHAÑARAL: debe conducir los consumos de Chañaral, incluidos los de los clientes conectados directamente a la aducción en este tramo. A la altura del kilómetro 80,1 se instaló una, donde se reingresa el agua a la aducción. Este sistema está destinado a levantar la línea piezométrica del último tramo y así aumentar la capacidad de porteo de agua potable para Chañaral.

Así, son abastecidas las localidades de Caldera y Chañaral y las intermedias de Bahía Inglesa, Calderilla y otros arranques en el camino, como Ramada y Obispito.

## 2.1.2 Cobertura del Servicio

La cobertura del servicio es considerada satisfactoria por cuanto se extiende a la totalidad del área urbana de Caldera y Bahía Inglesa y es la siguiente<sup>1</sup>:

**Cientes del Servicio de Agua Potable de Caldera**

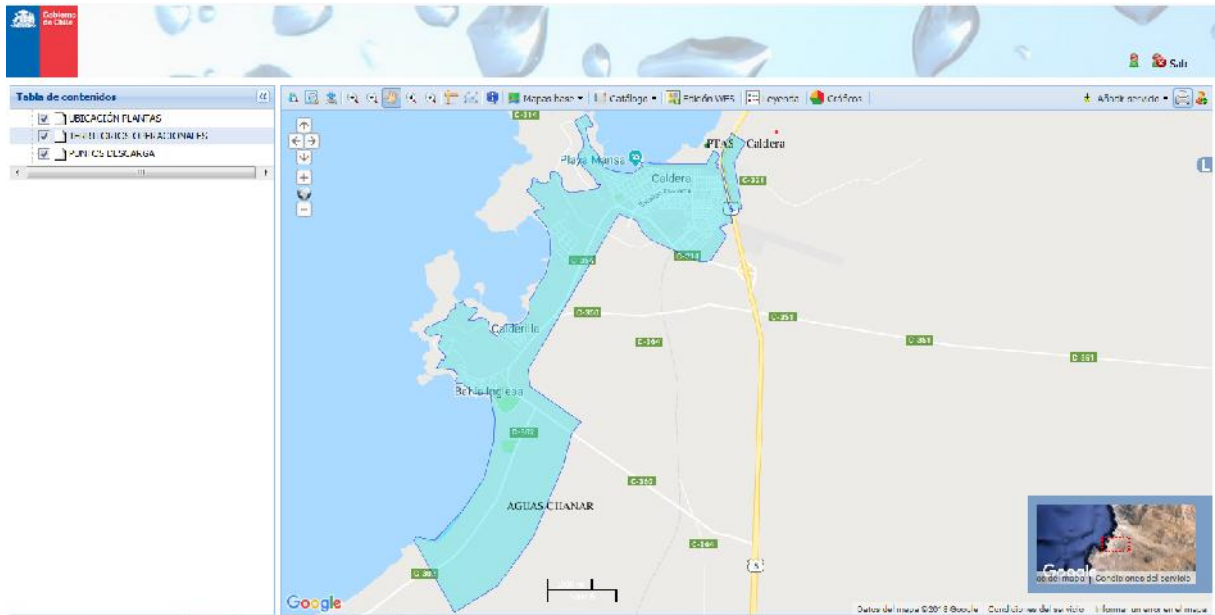
	2003	2004	2005
Cientes residenciales directos e indirectos	6.070	6.076	6.162
Inmuebles no conectados (con frente a red)	30	30	30
<b>Total</b>	<b>6.100</b>	<b>6.106</b>	<b>6.192</b>

Fuente: SISS, sitio web, cada año.

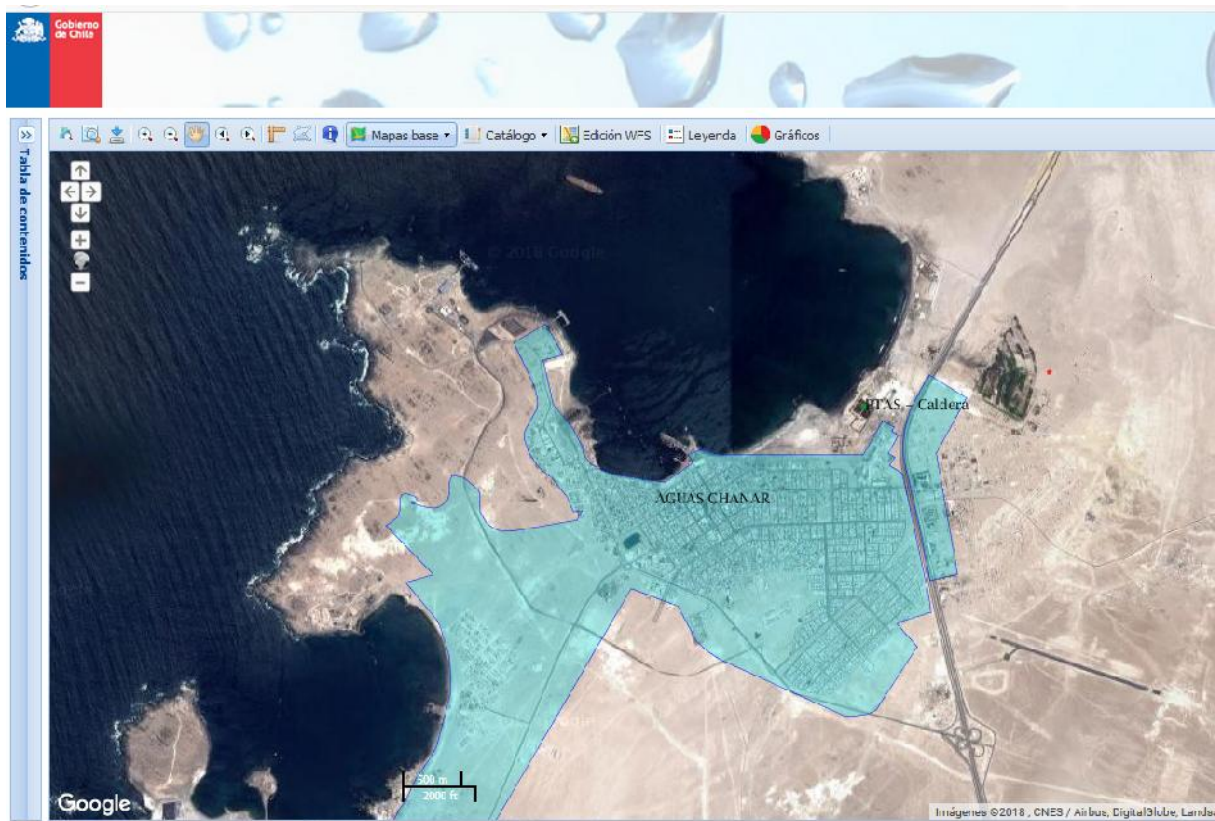
El catastro de cuarteles y red de agua potable del área que cuenta con suministro actualmente se adjunta en el plano denominado Anexo1.

<sup>1</sup> Información de Aguas Chañar en SISS, a diciembre de 2003, 2004 y 2005 para la Región.

**Fig.1 Territorio Operacional Aguas Chañar en Caldera. Fuente: SISS, 2018.**



**Fig.2 Ampliación Territorio Operacional Aguas Chañar centro de Caldera. Fuente: SISS, 2018.**

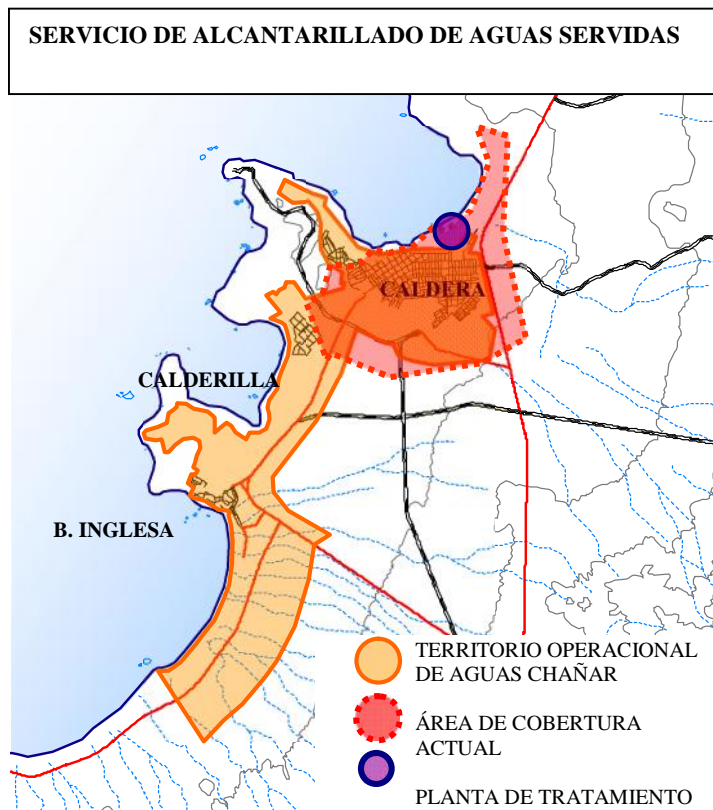


## 2.2 ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

### 2.2.1 Sistema Existente

En el caso del servicio de evacuación de aguas servidas, éste es igualmente atendido por la Empresa Aguas Chañar y maneja un territorio operacional correspondiente con el de agua potable, sin embargo su cobertura real, como se representa en la figura, se centra en la ciudad de Caldera, no existiendo aún servicio para las localidades de Calderilla y Bahía Inglesa, cuya ejecución está contemplada en el Plan de Inversiones de la empresa.

**Fig.3 Área cobertura actual servicio de alcantarillado de Caldera. Fuente: PRC Caldera 2012.**



#### a) Redes de recolección

El sistema dispone de un colector principal (Emisario), el cual recibe a lo largo de su recorrido el aporte de 14 cañerías, y una impulsión descargando sus aguas servidas en la planta de tratamiento. Este colector de 1.973m de longitud, con diámetros que varían desde 200mm a 400mm presenta una capacidad de porteo, respecto del tramo más desfavorable, de 37,9 l/s con 0,7h/D.

Un segundo colector es el que se ubica en el área de Playa Mansa, recolectando las aguas servidas de este sector conduciéndolas hasta la planta elevadora desde donde, a través de una impulsión, se entregan al Colector principal. Este segundo colector de 913m de longitud y 200mm de diámetro presenta una capacidad de porteo, respecto del tramo más desfavorable, de 18,21l/s.



### b) Planta Elevadora Aguas Servidas

El sistema de alcantarillado de Caldera cuenta con una planta elevadora de aguas servidas, construida en 1985 para atender el sector de Playa Mansa el cual por su baja cota no presenta la posibilidad de tener una solución gravitacional para sus aguas servidas. La capacidad de la planta corresponde a 12 l/s. La impulsión que conduce las aguas hasta el Colector principal tiene una longitud de 118mts. y 100mm de diámetro en acero.

### c) Planta de tratamiento de Aguas Servidas

La evacuación y tratamiento de las aguas servidas se hace a través de una Planta de Tratamiento de la Empresa Aguas Chañar S.A., emplazada en el sector industrial, borde oriente de la Bahía Caldera. La planta procesa un caudal de 80 l/s. Cuenta con etapa de pre-tratamiento, lagunas aireadas de tratamiento, cámara de contacto y planta elevadora de aguas servidas que vierte las aguas tratadas en el "parque urbano" ubicado en el km 885 de la Ruta 5, las cuales se espera que además, podrán ser reutilizadas para el riego de aproximadamente 60 hectáreas agrícolas (Proyecto que aún no cuenta con especificaciones técnicas).

Conforme consigna el proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Caldera, las aguas tratadas serán dispuestas en un parque de 19 há (fuera del límite urbano actual, al oriente del barrio industrial). Podrán ser comercializadas como agua de riego, incluyendo plantaciones superficiales, ya que las aguas cumplirán con la NCH 1.333/78. Eventualmente, se podrán verter aguas al mar, las que cumplirán con la NCH 90/2000.

La proyección de caudales anuales de la PTAS es la siguiente:

AÑO	M3 ANUALES
2004	564,49
2010	785,24
2020	942,92
2025	1.028,00

Fuente: Declaración Impacto Ambiental PTAS de Caldera, A. Chañar.

## 2.2.2 Cobertura del Servicio

La cobertura del servicio en el territorio operacional, es la siguiente<sup>2</sup>:

### Cientes Servicio de Alcantarillado de Caldera

	2003	2004	2005
Cientes residenciales directos e indirectos	4.532	4.535	4.624
Inmuebles no conectados (con frente a red)	369	369	369
Inmuebles no conectados (sin frente a red)	1.199	1.202	1.199
<b>Total</b>	<b>6.100</b>	<b>6.106</b>	<b>6.192</b>

Fuente: SISS, sitio web, para cada año.

<sup>2</sup> Información de Aguas Chañar, a diciembre de 2003, 2004 y 2005 para la Región.

### 3. REQUERIMIENTOS FUTUROS

Las modificaciones al Plan Regulador Comunal de Caldera que pueden tener un efecto sobre la factibilidad sanitaria son de dos tipos:

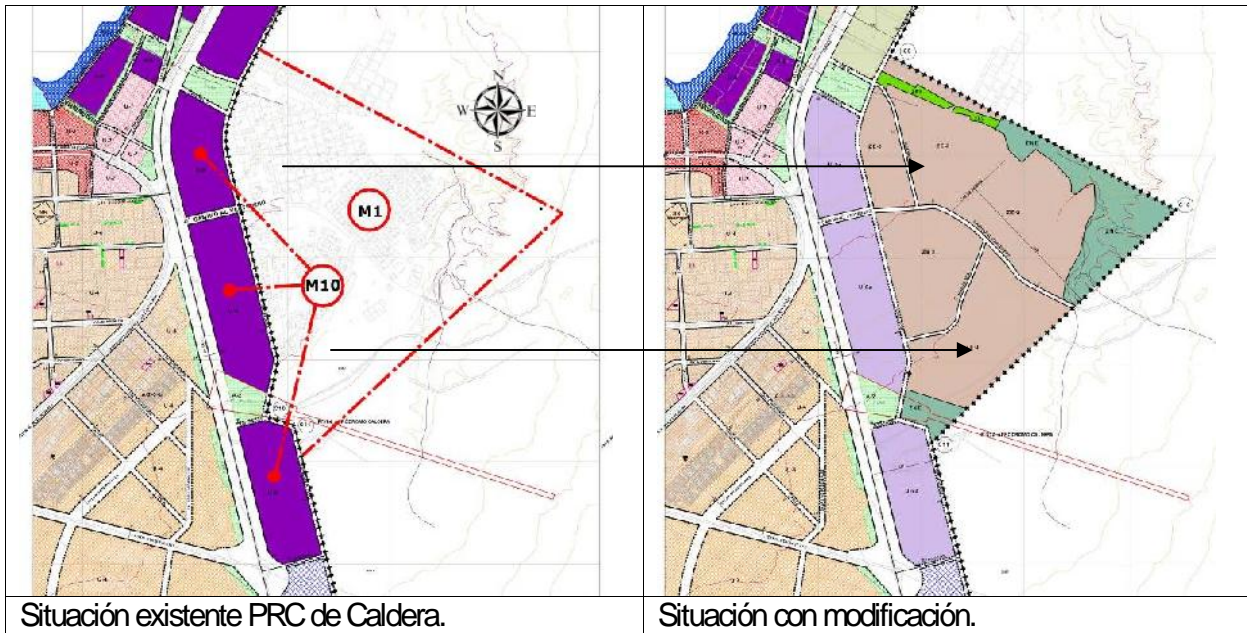
- a) Aumento de densidad en un 20% de las siguientes zonas del PRC vigente:

ZONA PRC	Valor actual Densidad bruta	% de modificación	Valor Final Densidad bruta
U4	320	+20	<b>384</b>
U5	720	+20	<b>864</b>
U10	320	+20	<b>384</b>

Como se puede apreciar, las diferencias de densidades incorporadas en esta modificación del PRC no son sustanciales desde el punto de vista de factibilidad sanitaria, implicando un aumento marginal en los requerimientos futuros.

- b) Ampliación del límite urbano en el sector de Nueva Caldera, sin embargo, como se proyectan solo zonas de equipamiento en ese sector no hay un aumento sustancial de la demanda de infraestructura sanitaria al no existir densidad poblacional.

**Fig. 4. Ampliación límite urbano, situación del PRC de Caldera.** Fuente: Elab. Propia.



#### 3.1 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN FUTURA DE AGUA POTABLE

Para la situación actual se considera como fuente de producción los sondajes Recinto Vicuña, sin embargo, conforme al balance oferta-demanda, a futuro se deben incorporar fuentes alternativas de producción que permitan satisfacer la demanda hasta el final del periodo de previsión. Se considera además a los clientes que están conectados directamente a la aducción Copiapó - Caldera - Chañaral, respecto de cada uno de los tramos.

Al efectuar el balance, se concluye así que con las obras propuestas, se asegurará la capacidad de porteo de la red de distribución de Caldera, Calderilla y Bahía Inglesa, permitiendo satisfacer las demandas esperadas al año de previsión 2034, cuando termina la concesión del territorio operacional.

Sin embargo, se recomienda realizar una verificación del sector estanque nuevo que permita validar la capacidad de la red de distribución de este sector en relación a las obras ejecutadas, en ejecución y por ejecutarse.

Respecto de las áreas de cobertura de la concesionaria, la obligación de abastecer dichas zonas no se condice con que las nuevas zonas declaradas como urbanas, pero que se encuentran fuera del área de concesión, no puedan contar con este abastecimiento obligatorio, ya que existe el recurso de los aportes reembolsables, que hace que el urbanizador deba costear las instalaciones para que el concesionario lo abastezca, sólo que el reembolso es a 15 años.

Por otro lado, localidades que se ubican tanto en el valle del Copiapó, como en el borde costero entre Caldera y Chañaral, como es el caso del sector de Nueva Caldera donde se amplía el límite urbano, pueden ser abastecidas a través de la aducción, sólo hasta el nivel en que el caudal de agua que pasa por ella garantice el abastecimiento de Caldera y Chañaral. En este sentido, existen posibilidades de abastecer esas zonas con agua potable, bajo la modalidad del Art. 52 bis de la Ley de Servicios Sanitarios, que dice que ante la situación de no estar dentro del límite urbano ni en el territorio operacional de la concesionaria, pero si se posee factibilidad de conexión, se puede plantear un proyecto de infraestructura, que a modo de convenio, permita la conexión y abastecimiento de este servicio.

De acuerdo a proyecciones de la empresa, existe disponibilidad para el crecimiento proyectado en los próximos 20 años, pudiendo satisfacerse las necesidades de la totalidad del sistema, que incluye las ciudades de Copiapó, Caldera y Chañaral, según la extensión de las actuales áreas de concesión y territorios operacionales y se considera que ante un eventual desarrollo, no existirán sectores sin factibilidad, en consecuencia, la empresa no ha realizado estudios orientados a prospectar fuentes alternativas.

### 3.1.1 La Alternativa de la Desalinización de Aguas Salobres

Con el objetivo de satisfacer las crecientes demandas de agua dulce, especialmente en las áreas desérticas y semidesérticas, se han llevado a cabo numerosas investigaciones centradas en conseguir métodos eficaces para eliminar la sal del agua del mar y de las aguas salobres. Como resultado, se han desarrollado varios procesos para producir agua dulce a bajo costo.

Tres de estos procesos, caracterizados por incluir la evaporación seguida de la condensación del vapor resultante, son los siguientes: **evaporación de múltiple efecto, destilación por compresión de vapor y evaporación súbita**. Este último es 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.

Otro proceso, la **ósmosis inversa**, consiste en el empleo de presión para hacer pasar el agua dulce a través de una fina membrana que impide el paso de minerales. La ósmosis inversa sigue desarrollándose de forma intensiva.

También existe la **electrodialisis**, que se utiliza para desalinizar aguas salobres, esto es, cuando la sal se disuelve en agua, se separa en iones positivos y negativos, que son extraídos pasando una corriente eléctrica a través de membranas aniónicas y catiónicas.

Un problema importante en los proyectos de desalinización son los costos para producir agua dulce. Ante esto, la mayoría de los expertos confían en obtener mejoras sustanciales para purificar agua ligeramente salobre, es decir, aquella que contiene entre 1.000 y 4.500 partes de minerales por millón, en comparación a las 35.000 partes por millón del agua del mar. Puesto que el agua resulta potable si contiene menos de 500 partes de sal por millón, **desalinizar el agua salobre es comparativamente más barato que desalinizar el agua del mar**. La desalación de aguas salobres -aguas subterráneas salinizadas- es cinco veces más barato que el de las aguas de mar

#### Acuíferos en la comuna:

Según la escasa información disponible, en la comuna se han identificado 8 acuíferos, respecto de los cuales no se conoce capacidad ni calidad del agua, con la excepción del correspondiente al río Copiapó. Se supone que ellos contienen aguas salobres, pero debería desarrollarse una investigación especial, para determinar la factibilidad de dotar de agua potable a instalaciones pobladas y con qué límites.

#### Acuíferos en la Comuna de Caldera

CODACU <sup>3</sup>	NOMBRE	ÁREA_KM <sup>2</sup> <sup>4</sup>	VOLUMEN	REC_POT <sup>5</sup>	ESPESOR	COEF_ALIM <sup>6</sup>	DESCARGA
III-11	Quebrada del Morado	63,9432	79,23	0	21	0,06	500,000
III-21	Caldera	146,0333	205,61	0	22	0,06	500,000
III-22	Caldera Sur	146,8190	216,41	0	22	0,07	500,000
III-24	Pampa La Higuera	173,9572	264,07	0	22	0,07	500,000
III-25	Río Copiapó	323,4214	3500,00	3250	100	0,10	3370,000
III-26	Punta Lomas	225,4929	373,42	0	23	0,07	500,000
III-23	Barranquilla	330,3995	650,23	0	24	0,08	500,000
III-17	Bahía Salado	444,0623	937,86	0	24	0,09	500,000

<sup>3</sup> Código del acuífero

<sup>4</sup> Superficie en km<sup>2</sup>

<sup>5</sup> Recarga potencial

<sup>6</sup> Coeficiente de alimentación

### 3.2 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN FUTURA DE ALCANTARILLADO

Conforme a los resultados del balance para el emisario de transporte, planta de tratamiento y emisario de descarga de aguas servidas, se advierte que se hace necesaria la ampliación de la planta de tratamiento, cambio de equipo de la planta elevadora y refuerzo de la impulsión de aguas servidas a la planta de tratamiento.

Las obras proyectadas para Bahía Inglesa - Loreto permitirán dar servicio al área urbana proyectada hacia el sur de Caldera.

## 4 PLAN DE INVERSIONES DE LA EMPRESA SANITARIA AGUAS CHAÑAR

El Plan de Inversiones que se resume a continuación, de la empresa Aguas Chañar se encuentra vigente y contiene la proyección de inversiones que la empresa Aguas Chañar realizará en los próximos años. Las obras programadas resuelven las situaciones señaladas como necesidades futuras.

De las entrevistas con profesionales de la empresa, se deduce que habrá una cierta continuidad en lo programado, especialmente en lo que más interesa en Caldera, la ejecución de las obras básicas de alcantarillado para Bahía Inglesa - Loreto.

Fig.5. Plan de inversiones Sistema Caldera-Chañaral. Fuente: Aguas Chañar, 2017.

Etapa	Obra Designación	Costo	Año Inicio	Año Término
Producción	Gerencia Externa e ITO para Construcción PTAM (ECONSSA)		2016	2019
	Ingeniería de Detalle: Obras de Conducción (ECONSSA)		2016	2017
	Ingeniería de Detalle: Obras Marítimas (ECONSSA)		2016	2017
	Construcción Obras de Conducción; Incluye PE Agua Desalada (ECONSSA)		2017	2018
	Construcción Obras Marítimas (ECONSSA)		2017	2019
	Licitación EPC construcción PTOI, y suministro electricidad (ECONSSA)	ECONSSA	2018	2017
	Construcción Desaladora para abastecimiento Caldera-Chañaral para cumplimiento NCh 409/1 Of. 2005 por 100 (L/s). Incluye ingeniería de Detalle y Puesta en Marcha (ECONSSA)		2017	2019
	Conexión Tk Copa - Aducción Chañaral Acero D=200 mm; L=2.000 m; HDPE D=280 mm L=4.820 m. Incluye PEAP Q=60 L/s; H=177 m		2018	2018
	Habilitación Sondaje Peaje PE01 (Q=60 l/s). Incluye Cloración y Fluoración	5.500	2016	2017
	Levantamiento, Catastro y Actualización Eje Hidráulico Aducción Piedra Colgada - Chañaral	1.250	2017	2017
	Aducción Piedra Colgada-Chañaral. Refuerzo 800 m HDPE PN10 D250 mm	3.040	2017	02-2018
	Aducción Piedra Colgada-Chañaral. Reemplazo de 1.290 m HDPE PN16 D400 mm y habilitación de PEAP Montevideo I Etapa	15.836	2017	02-2018
	Aducción Piedra Colgada-Chañaral. Reemplazo de 2.463 m HDPE PN16 D400 mm. Incluye mantención de piezas especiales con y sin mecanismo y habilitación PEAP Montevideo II Etapa	22.689	2018	01-2019
	Aducción Piedra Colgada-Chañaral. Reemplazo de 2.463 m HDPE PN15 D400 mm. Incluye mantención de piezas especiales con y sin mecanismo	20.689	2019	08-2019
<b>TOTAL ETAPA PRODUCCION</b>	<b>69.004</b>			
Distribución	Reposición techo TK Estanque Acumulación 7000 m3 Chañaral	2.787	2017	11-2017
	Reposición de redes Caldera sectores 1030310, 1030311, 1030312 HDPE PN10 110/160 mm L=480 m	1.680	2017	03-2018
	Reposición de redes Caldera L=770 m	2.695	2018	01-2019
	Reposición de redes Caldera L=770 mL/año	8.085	2019	2021
	Reposición de redes Chañaral sectores 2010207, 2010208, 2010209 y 2010419 HDPE PN10 D=110 mm L=50 m	350	2017	03-2018
	Reposición de redes Chañaral L=200 m	1.400	2018	01-2019
	Reposición de redes Chañaral L=200 mL/año	4.200	2019	2021
	Acuartelamiento red de distribución Caldera	300	2017	01-2018
Acuartelamiento red de distribución Chañaral	200	2017	01-2018	
<b>TOTAL ETAPA DISTRIBUCION</b>	<b>21.697</b>			
Recolección	Reconstrucción PEAS Restaurant por efecto aluvión marzo 2015 (*)	5.000	2017	2018
	Cambio de Equipos de Bombeo PEAS Antigua (Q=7,2 l/s y H=15 m)	350	2017	01-2018
	Reposición Equipos PEAS Bahía Inglesa 1 y 2, PEAS Calderilla y PEAS Loreto	5.000	2024	2024
	Auscultación y limpieza de colectores Chañaral L=350 m	2.250	2017	01-2018
<b>TOTAL ETAPA RECOLECCION</b>	<b>12.600</b>			
Disposición	Reposición equipos de bombeo PEAS Disposición Chañaral	3.000	2025	2025
<b>TOTAL ETAPA DISPOSICION</b>	<b>3.000</b>			
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>106.302</b>			

) Obra condicionada a resultados del estudio zona de riesgo aluvional PRC Chañaral

## **5. FACTIBILIDAD SANITARIA DE LA MODIFICACION DEL PLAN REGULADOR COMUNAL**

La empresa sanitaria presta servicio en su territorio operacional y eventualmente, fuera de él siempre que disponga de la infraestructura y la capacidad. No aborda, en el Programa, la posibilidad de indagar nuevas fuentes, ni crear nuevos servicios en otros sectores de la comuna. Para ello, deberían formularse proyectos específicos que, mediante sistemas no tradicionales de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas, puedan dar atención a villorrios como las caletas que se propone consolidar.

### **5.1. Área urbana de Caldera - Bahía Inglesa.**

Todo este sector puede ser abastecido por la empresa sanitaria, efectuando las ampliaciones o ajustes a su territorio operacional, en la medida que avance el proceso de urbanización. El Plan promueve la instalación de actividades y el crecimiento poblacional en los terrenos que tienen factibilidad en el corto plazo y restringe la ocupación de aquellos que, por el contrario, no ofrecen expectativas de solución sanitaria regular, ya que se distancian del sistema de la empresa y no disponen de recursos alternativos.

Esto es especialmente importante en Bahía Inglesa, al sur de Las Machas, por cuanto el cuidado de la calidad de las aguas de la Bahía compromete el desarrollo turístico y de las actividades acuícolas certificadas.

### **5.2. Factibilidad de Evacuación de Aguas Lluvias**

En la comuna de Caldera no existen sistemas urbanos de redes para la evacuación o drenaje de aguas lluvias, dada las condición climática que caracteriza a la zona, con muy bajas precipitaciones anuales.

El sistema de escurrimiento de las quebradas existentes en la comuna (cuencas costeras), está asociado a la actividad fluvial que se puede originar durante los períodos de invierno, ya que presentan un régimen absolutamente pluvial.

El escurrimiento de aguas superficiales y transporte de sedimentos durante periodos de lluvia, pueden ocasionar la destrucción de obras civiles y retrabajo (esparcimiento) de material contaminante.

Si bien las precipitaciones que ocurren en la zona son esporádicas, aproximadamente cada 10 años, éstas se encuentran asociadas con el fenómeno de "El Niño" y se caracterizan por ser concentradas en cortos períodos de tiempo (de 24 o menos horas) y torrenciales, pudiendo registrar hasta 40 mm de precipitaciones en 24 horas.

Considerando las características de las zonas áridas, en especial la ausencia de una cobertura de vegetación permanente y densa, en cuanto a los efectos que generan las lluvias eventuales en dichas zonas, todos los escurrimientos que confluyen hacia zonas más bajas pueden ser considerados como áreas de riesgo natural.

Esto es especialmente relevante para las zonas pobladas, así como para las infraestructuras camineras que interceptan dichos cursos, traduciéndose en riesgos de inundación, erosión y derrumbes.

La infraestructura vial principal (Ruta 5), se ha implementado con obras de arte tendientes a superar los impactos que generan los eventos pluviales sobre la ruta en su cruce con quebradas naturales; estas obras, consistentes en atravesos y encauces, se localizan en el tramo Caldera-Chañaral y se orientan sólo al resguardo de la faja vial. Los atravesos, de baja dimensión respecto de la quebrada, están sobre un importante acopio de árido suelto, el que será arrastrado en la crecida, por cuanto no existen obras de conducción o protección de ladera.

Las crecidas de quebradas por eventos pluviales, no sólo dañan el trazado vial, sino otras obras de infraestructura, como la aducción de agua potable hacia Chañaral, la que presenta puntos de alta fragilidad en algunas quebradas que cruza, como se puede apreciar en la siguiente foto, donde los poyos de fundación se encuentran descubiertos por el cauce de aguas lluvias.

Ante la falta de estudios específicos cabe plantear la necesidad de que todos los proyectos viales contemplen las obras convenientes para asimilar las crecidas históricas mayores.

Esto es también aplicable a las zonas hacia donde se extenderá la ciudad ya que está cruzada por quebradas o cursos de escurrimiento eventual de aguas lluvias, algunas de las cuales llegan a desembocar al mar.

---

**GONZALO VARELA ÁLVAREZ**  
**INGENIERO CIVIL**

**ANEXOS:**

**ANEXO 1 PLANO GENERAL DE CALDERA: CATASTRO CUARTELES  
Y REDES DE AGUA POTABLE**

**ANEXO 2 PLANO GENERAL DE CALDERA: CATASTRO Y RED DE  
ALCANTARILLADO**

**ANEXO 3 TERRITORIO OPERACIONAL CALDERA 2012-2026**