

PROYECTO

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

ESTUDIO ACTUALIZACION PLAN REGULADOR DE IQUIQUE

CÓDIGO BIP 30077611-0

Ed. 3 – Julio 2024



ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE IQUIQUE  
SECOPLAC  
Tel 56 57 2514533



A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'MT', is positioned above a horizontal line.

**Marta Tobar, Ingeniero Civil en Obras Civiles**  
**Profesional Responsable Estudio de Factibilidad Sanitaria**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>MARCO LEGAL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Marco legal sistemas de saneamiento rural .....</b>	<b>9</b>
2.1.1	Requisitos para postular al programa de Agua Potable Rural (APR) .....	10
<b>3</b>	<b>SERVICIOS SANITARIOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Infraestructura de Agua Potable: Ciudad de Iquique.....</b>	<b>11</b>
3.1.1	Proceso de producción .....	11
3.1.2	Proceso de distribución.....	17
<b>3.2</b>	<b>Infraestructura de Agua Potable: Localidad de Chanavayita.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>TERRITORIO OPERACIONAL .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Territorio Operacional Ciudad de Iquique.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Territorio Operacional Localidad de Chanavayita.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>ESTIMACIÓN DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>22</b>
<b>6.1</b>	<b>Criterios de diseño sistema de agua potable .....</b>	<b>22</b>
<b>6.2</b>	<b>Proyección de demanda de agua potable.....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>BALANCE OFERTA - DEMANDA .....</b>	<b>25</b>
<b>7.1</b>	<b>Obras de Producción .....</b>	<b>25</b>
7.1.1	Derechos de aprovechamiento de aguas .....	26
7.1.2	Fuentes y captaciones .....	26
7.1.3	Plantas de Tratamiento .....	27
7.1.4	Centros de Cloración .....	28
7.1.5	Conducciones de producción.....	28
7.1.6	Plantas Elevadoras de Producción .....	29
<b>7.2</b>	<b>Obras de Distribución.....</b>	<b>30</b>
7.2.1	Balance en Volumen de Regulación .....	30
7.2.2	Conducciones de Distribución.....	30
<b>8</b>	<b>SERVICIOS SANITARIOS – AGUAS SERVIDAS .....</b>	<b>32</b>
<b>8.1</b>	<b>Infraestructura de Aguas servidas .....</b>	<b>32</b>
8.1.1	Proceso de recolección.....	32
8.1.2	Proceso de disposición .....	34
<b>8.2</b>	<b>Proyección de Demanda de Aguas Servidas.....</b>	<b>36</b>
8.2.1	Estimación de demandas de aguas servidas.....	36
<b>9</b>	<b>BALANCE OFERTA – DEMANDA.....</b>	<b>37</b>
<b>9.1</b>	<b>Obras de Recolección.....</b>	<b>37</b>
9.1.1	Plantas elevadoras de recolección .....	37
9.1.2	Conducciones AS de Recolección .....	37
9.1.3	Colectores Principales de Recolección.....	38
9.1.4	Obras de Disposición.....	39
<b>9.2</b>	<b>LOCALIDAD DE CHANAVAYITA .....</b>	<b>41</b>
9.2.1	Estimación de infraestructura requerida .....	41
<b>10</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES LUEGO DE PROCESO DE CONSULTA PUBLICA DE PRC PROPUESTO .....</b>	<b>47</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 10-1 Quebradas aportantes Plan Maestro Aguas Lluvias.....	45
---	----

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2-1 Derechos de aprovechamiento de agua registrados en DGA. I Región Tarapacá .....	9
Cuadro 3-1 Sondaje Sistema Iquique - El Carmelo .....	12
Cuadro 3-2 Sondaje Sistema Canchones: Captación Iquique – Canchones.....	14
Cuadro 3-3 Sondaje Sistema Canchones: Captación Iquique – Cumiñalla.....	14
Cuadro 3-4 Oferta actual y futura de las fuentes .....	15
Cuadro 3-5 Plantas elevadoras de producción .....	15
Cuadro 3-6 Conducciones de producción.....	16
Cuadro 3-7 Centro de cloración Iquique.....	16
Cuadro 3-8 Centro de fluoración Iquique.....	16
Cuadro 3-9 Caudales de producción sistema Iquique - Alto Hospicio – Pozo Almonte – La Huayca – Cumiñalla .....	17
Cuadro 3-10 Caudales de producción Iquique.....	17
Cuadro 3-11 Dotación para Iquique.....	18
Cuadro 3-12 Estanques de regulación sistema Iquique .....	18
Cuadro 3-13 PEAP Red de distribución.....	19
Cuadro 3-14 Servicios sanitarios rurales existentes en comuna de Iquique.....	20
Cuadro 5-1 Proyección de población.....	22
Cuadro 6-1 Coeficientes y Factor Diario de Máximo Consumo .....	23
Cuadro 6-2: Factores de Máximo Consumo .....	24
Cuadro 6-3: Volumen de incendio mínimo.....	24
Cuadro 6-4 Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas del Altiplano, Comuna de Iquique. Escenario Cabida Máxima. ....	25
Cuadro 7-1 Balance Derechos de Agua Sistema Conjunto Carmelo – Canchones (Incluye Chanavayita).....	26
Cuadro 7-2 Balance oferta demanda captación Carmelo (Incluye Chanavayita) .....	27
Cuadro 7-3 Balance oferta demanda captación Canchones – Cumiñalla.....	27
Cuadro 7-4 Balance Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Rosa.....	27
Cuadro 7-5 Balance Planta de Tratamiento de Agua Potable El Carmelo (Incluye Chanavayita) .....	28
Cuadro 7-6 Balance centro de Cloración planta Santa Rosa .....	28
Cuadro 7-7 Balance centro cloración: Recinto Toro II .....	28
Cuadro 7-8 Balance Derechos de Agua Sistema Conjunto Carmelo – Canchones (Incluye Chanavayita).....	29
Cuadro 7-9 Balance Plantas Elevadoras de Producción (Incluye Chanavayita).....	29
Cuadro 7-10 Balance volumen de regulación (Incluye Chanavayita) .....	30
Cuadro 7-11 Balance Conducciones de Distribución (Incluye Chanavayita) .....	31
Cuadro 8-1 Puntos de descarga de las aguas servidas .....	32
Cuadro 8-2 Plantas Elevadoras .....	32
Cuadro 8-3 Longitud conducciones de recolección .....	33
Cuadro 8-4 Longitud (m) red de recolección.....	33
Cuadro 8-5 Caudal a recolectar por área geográfica (año 1) .....	34
Cuadro 8-6 Caudales de aguas servidas.....	34
Cuadro 8-7 Plantas elevadoras de disposición.....	36
Cuadro 8-8 Conducciones de disposición .....	36
Cuadro 8-9 Proyección caudales de aguas servidas localidades Iquique y Alto Hospicio (incluye Chanavayita) .....	37
Cuadro 9-1 Balance oferta demanda PEAS localidad de Iquique (incluye Chanavayita) .....	37
Cuadro 9-2 Balance oferta demanda impulsiones PEAS localidad Iquique (incluye Chanavayita) .....	38

Cuadro 9-3 Balance oferta demanda principales colectores localidad de Iquique (incluye Chanavayita) .....	39
Cuadro 9-4 Balance oferta demanda PTAS Playa Brava localidad de Iquique .....	40
Cuadro 9-5 Balance oferta demanda PTAS Barrio Industrial localidad de Iquique.....	40
Cuadro 9-6 Balance oferta demanda PE Playa Brava. Localidad de Iquique .....	40
Cuadro 9-7 Balance oferta demanda emisarios de AS localidad de Iquique .....	41
Cuadro 9-8 Requerimientos de Cañerías de recolección localidad de Chanavayita .....	41
Cuadro 9-9 Caudal de diseño de colectores propuestos .....	42
Cuadro 9-10 Demanda y oferta de la planta de tratamiento para la cabida máxima .....	42
Cuadro 9-11 Caudal de diseño de emisario propuestos.....	42
Cuadro 9-12 Límites máximos en los parámetros de tratamiento. ....	42
Cuadro 11-1 Inversión incremental etapa de producción y distribución actualización PRC Iquique.....	47
Cuadro 11-2 Inversión incremental etapa de recolección, tratamiento y disposición, actualización PRC Iquique .....	47

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza conforme al artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) que establece la necesidad de incluir el estudio de factibilidad sanitaria como parte de los documentos que conforman la actualización del Plan Regulador Comunal de Iquique, el cual incluye la localidad de Chanavayita.

El objetivo específico de este estudio es **“determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario de cabida máxima del Plan Regulador Propuesto”**.

En el desarrollo del estudio se describen los servicios sanitarios existentes y se formulan las bases de diseño para definir posteriormente las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales, requeridas.

Respecto de la proyección de población se considera la cabida máxima propuesta en el estudio Actualización del Plan Regulador Comunal de Iquique, incluyendo la localidad costera de Chanavayita, actualmente en desarrollo.

Se presenta un análisis en relación con la disponibilidad de recursos hídricos para cubrir la demanda de agua, requerida para consumo humano por la población asociada a la cabida máxima, comparándola siempre con la demanda de la población en el año de previsión del Plan de Desarrollo de la Empresa Sanitaria, concesionaria del servicio.

Por otra parte, en este estudio se considera el creciente escenario de escasez hídrica y cambio o variabilidad climática que enfrenta la zona centro norte del país por lo que en un capítulo del estudio se hace referencia a ello.

Finalmente, se estiman los costos a nivel preliminar al implementar la solución para cubrir la demanda requerida para la población tanto del Plan de Desarrollo como los costos adicionales para cubrir la demanda de la cabida máxima.

## 2 MARCO LEGAL

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

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 las redes en Zonas Urbanas que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, 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 01 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.

Desde el ámbito de los derechos de agua necesarios para otorgar el servicio de agua potable, se debe tener presente que los derechos de agua son bienes transables, y aunque la cuenca esté cerrada y no sea posible solicitar más, los derechos pueden adquirirse de otros propietarios. El costo de la transacción se verá reflejado en la tarifa que ofrezca cada proponente.

De acuerdo a los antecedentes disponibles en la Dirección General de Aguas, relacionados específicamente a los derechos constituidos según código de aguas, incluyendo los derechos constituidos según Ley N° 20.017 (Art. 4° y 6° Transitorio), superficiales y subterráneos, se concedieron para fines consuntivos y no consuntivos en la comuna, los caudales señalados en el cuadro adjunto:

**Cuadro 2-1 Derechos de aprovechamiento de agua registrados en DGA. I Región Tarapacá**

Nombre Solicitante	N° Resolución/ Oficio/ Fojas   N° CBR	Tipo Derecho	Naturaleza del Agua	Clasificación Fuente	Cuenca	Caudal Anual Prom (l/s)
ZONA FRANCA DE IQUIQUE S.A.	450	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Costeras Tiwiche-Loa	2
EMBOTELLADORA IQUIQUE S.A.	560	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Costeras Tiwiche-Loa	5
EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA	258	Consuntivo	Superficial y Corriente	Vertiente	Fronterizas Salar Michincha-R.Loa	15
SERVICIO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS (SEND)	2073		Superficial y Corriente	Quebrada	Altiplanicas	200

Fuente: Sitio web de la Dirección General de Aguas ([dga.mop.gob.cl](http://dga.mop.gob.cl)).

En resumen, se han constituido derechos consuntivos, desde fuentes subterráneas, un total de 7 l/s. Desde fuentes superficiales y corrientes, se han constituido un total de 215 l/s en los últimos tres años. En tal sentido, será posible transar recursos en el caso que existen otros concesionarios interesados y no exista disponibilidad de nuevas extracciones en la cuenca. Más aún si se considera que al pasar, zonas hoy definidas como rurales, a urbanas, existe una alta probabilidad que existan derechos de agua para otros usos, que podrán transarse.

## 2.1 MARCO LEGAL 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, es: "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<sup>1</sup>.

Considerando la densidad espacial de las localidades rurales, ellas se distinguen en tres grupos: rural disperso, rural semiconcentrado y rural concentrado.

### 2.1.1 Requisitos para postular al programa de Agua Potable Rural (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 algún 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 la encargada 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 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 para las soluciones colectivas, de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, debe presentar las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

1. Producción y Distribución de agua potable
2. 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).

---

<sup>1</sup> Fuente: Departamento de Programas Sanitarios, Dirección de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas.

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 Comités o Cooperativas de agua potable rural.

En Chile, la Ley N° 20.998 regula los Servicios Sanitarios Rurales, estableciendo el régimen jurídico de los servicios sanitarios rurales encargados de la prestación de los servicios de producción y distribución de agua potable, recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, en los sectores rurales del país. El servicio sanitario rural podrá ser primario o secundario.

### **3 SERVICIOS SANITARIOS**

La ciudad de Iquique se organiza como un sistema urbano de servicios sanitarios abastecido por la empresa concesionaria Aguas del Altiplano S.A. La localidad de Chanavayita se organiza como un sistema sanitario rural.

En el presente capítulo se describen los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado de aguas servidas para la ciudad de Iquique y la localidad de Chanavayita. Las características de los servicios se extraen a partir de la investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas. Los principales estudios son Actualización Planes de Desarrollo Localidad de Iquique, Alto Hospicio, La Huayca y la localidad de Pozo Almonte, de octubre de 2018, para el periodo 2017 – 2032, aprobados mediante ORD. SISS N° 4513/18 y carta N° 123/18 de A. del Altiplano S.A., el DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Aguas del Altiplano S.A., es una sociedad anónima constituida el 21 de junio de 2004 quien adquirió los derechos de explotación de las concesiones sanitarias de propiedad de la Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios SA (ECONSSA CHILE SA).

#### **3.1 INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE: CIUDAD DE IQUIQUE**

El sistema de producción de agua potable de Iquique se abastece exclusivamente de captaciones subterráneas, las que se ubican en la Pampa del Tamarugal a más de 60 km de la ciudad.

Existen tres sistemas de producción que abastecen a la ciudad de Iquique, denominados Canchones, Cumiñalla y El Carmelo, cuyas aguas convergen en la ciudad de Alto Hospicio, en el estanque del mismo nombre, y luego a través de grandes conducciones que cruzan buena parte de la Pampa del Tamarugal, abastecen a la ciudad de Iquique.

Las aguas captadas en los sistemas de Canchones y Cumiñalla, abastecen en primera instancia la localidad de La Huayca y ciudad de Alto Hospicio, y sus excedentes son conducidos hacia la ciudad de Iquique.

El principal centro de regulación corresponde a los estanques Cavanca y complementariamente se cuenta con los estanques Dunas, Huantajaya, Chipana y Seccional Sur. No obstante, los estanques Alto Hospicio operan como cabecera del sistema de estanques de distribución de Iquique, otorgando seguridad adicional al sistema de abastecimiento.

##### **3.1.1 Proceso de producción**

Las captaciones El Carmelo, Canchones y Cumiñalla, ubicadas en la Pampa del Tamarugal, están constituidas por grupos de sondajes de gran profundidad, cuyas aguas son elevadas y trasladadas hacia la costa por medio de dos tuberías de hierro dúctil paralelas entre sí y distantes del orden de 35 km entre ellas: una de 78 km de

longitud desde el fundo El Carmelo hasta los estanques Alto Hospicio y luego a Cavancha; la otra tiene una longitud de 72 km desde Canchones hasta el estanque Santa Rosa, en Alto Hospicio.

La operación actual del sistema de producción – distribución está separado en dos grandes sectores (1) el sector de Alto Hospicio, que es abastecido desde el estanque Santa Rosa, alimentado desde la aducción Canchones; y (2) el sector Iquique, que es abastecido desde el estanque Alto Hospicio, punto final de la aducción El Carmelo y de mezcla con las aguas excedentes de estanque Santa Rosa (proveniente de Canchones).

Desde la aducción El Carmelo se abastece también la localidad de Pozo Almonte, a la altura de la planta elevadora de agua potable (en adelante PEAP) del mismo nombre, mientras que desde la aducción Canchones, además se alimenta la localidad de La Huayca.

Por las condiciones topográficas de la Pampa del Tamarugal, caracterizada por una gran planicie de baja pendiente hacia el sur poniente, en ambas conducciones se requiere elevar el agua captada para remontar la diferencia de cota que impone la cordillera de la costa, luego se inicia el descenso hacia la línea de costa. En efecto, la conducción El Carmelo eleva el agua desde la planta elevadora El Carmelo hacia los estanques Santa Laura en un trayecto de 18 km, mientras que en la conducción Canchones se impulsa desde la planta elevadora Diana hasta el estanque Rinconada en un trayecto de 3 km.

El sistema no cuenta con captaciones superficiales.

#### a) Sistema de Producción El Carmelo

El sistema El Carmelo, construido entre 1997 y 1998, se ubica en la hoya de la Pampa del Tamarugal y consta de 14 sondajes con una profundidad promedio cercana a los 200 m cada uno.

**Cuadro 3-1 Sondaje Sistema Iquique - El Carmelo**

Nombre captación	Derecho de agua (l/s)	Profundidad (m)	Caudal máximo (l/s)	Caudal actual de producción (l/s)
El Carmelo N° 1	120	200	125,86	120
El Carmelo N° 2	120	200	120	120
El Carmelo N° 4	100	200	188,68	100
El Carmelo N° 8	108	200	186,33	108
El Carmelo N° 9	110	200	228,21	110
El Carmelo N° 11	105	200	222,93	95
El Carmelo N° 12	110	200	178,5	100
El Carmelo N° 17	105	200	211,15	105
El Carmelo A	30	126	0	0
El Carmelo B	30	110	0	0
El Carmelo 4 A	40	200	43,62	40
El Carmelo 17 A	110	200	105	30
El Carmelo Loteo B	0	200	0	0
El Carmelo Loteo B1	0	200	0	0
<b>Total</b>	<b>1088</b>		<b>1610,28</b>	<b>928,00</b>

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano. Localidad de Iquique. Dic. 2018.

Complementariamente existen otros derechos de agua en el Fundo El Carmelo, equivalentes a 60 l/s que no están asignados a una fuente específica y que fueron regularizados según Res. DGA 433-93.

El agua producida es almacenada en dos estanques elevados, de 10 m de altura de torre y capacidad para 1.000 m<sup>3</sup> cada uno. Transporta el agua por medio de una tubería de hierro dúctil de 18,8 km de longitud y 900 mm de diámetro. Hasta la PEAP El Carmelo, en las cercanías de Pozo Almonte.

Cuenta además con dos estanques semienterrados de 2.000 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, que permite abastecer la localidad de Iquique y Pozo Almonte en forma separada, a través de la PEAP El Carmelo y la PEAP Pozo Almonte, respectivamente. En este recinto se adiciona flúor al agua, de acuerdo con la normativa vigente.

Para conducir las aguas hacia Iquique, la PEAP El Carmelo las impulsa a través de una conducción de hierro dúctil de 18 km de longitud y 800 mm de diámetro hacia los estanques San Laura, correspondientes a dos unidades de 2.000 m<sup>3</sup>.

Desde ese punto nace una nueva conducción gravitacional de hierro dúctil, de 15,6 km de longitud, dividida en dos tramos: 2,4 km de longitud en 800 mm de diámetro, y 13,2 km de longitud en 600 mm de diámetro, hasta llegar a los estanques Toro 1. Posteriormente, la conducción continúa en dos tramos entre los estanques Toro 1 y los estanques Toro 2, correspondientes a dos unidades de 500 m<sup>3</sup> de capacidad cada una; a través de una tubería de hierro dúctil de 2,6 km de longitud y 600 mm de diámetro.

Finalmente existe una aducción de hierro dúctil, de 7,2 km de longitud y 600 mm de diámetro, entre los estanques Toro 2 y los estanques Alto Hospicio, de 5.000 m<sup>3</sup> y 2.000 m<sup>3</sup> de capacidad respectivamente.

Actualmente, la cloración para el agua potable de Iquique se efectúa en el recinto de los estanques Alto Hospicio y Toro 2.

#### **b) Sistema de Producción Canchones**

El sistema Canchones, ubicado también en la hoya de la Pampa del Tamarugal, está construido por 18 sondajes, con una profundidad promedio cercana a los 110 m cada uno.

Las aguas captadas en los sistemas El Carmelo, Canchones y Cumiñalla presentan concentraciones por sobre la norma vigente en distintos parámetros. Entre otros, se observan presencia de sulfatos y arsénico, cuyas concentraciones varían a través del tiempo. Debido a esto las aguas provenientes de estos sistemas son tratadas en su totalidad.

**Cuadro 3-2 Sondaje Sistema Canchones: Captación Iquique – Canchones**

Nombre captación	Derecho de agua (l/s)	Profundidad (m)	Caudal máximo (l/s)	Caudal actual de producción (l/s)
Sondajes N° 1 Canchones	80	110	52,00	52,00
Sondajes N° 2 Canchones	30	110	0,00	0,00
Sondajes N° 3 Canchones	50	110	63,45	50,00
Sondajes N° 4 Canchones	80	100	86,83	66,00
Sondajes N° 5 Canchones	80	120	89,02	80,00
Sondajes N° 6 Canchones	80	120	150,97	80,00
Sondajes N° 7 Canchones	80	120	82,47	44,00
Sondajes D Canchones	80	110	0,00	0,00
Sondajes E Canchones	80	100	50,00	50,00
Sondajes F Canchones	85	100	0,00	0,00
Sondajes G Canchones	78	95	0,00	0,00
Sondajes H Canchones	46	100	93,58	46,00
Sondajes I Canchones	90	100	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>939</b>		<b>668,32</b>	<b>468,00</b>

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano. Localidad de Alto Hospicio. Dic. 2018.

**Cuadro 3-3 Sondaje Sistema Canchones: Captación Iquique – Cumiñalla**

Nombre captación	Derecho de agua (l/s)	Profundidad (m)	Caudal máximo (l/s)	Caudal actual de producción (l/s)
Sondajes A	95	110	0,00	95,00
Sondajes 493 Diesel	60	110	0,00	27,00
Sondajes 494	120	110	220,39	120,00
Sondajes 495	60	110	100,83	60,00
Sondajes 491	80	110	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>415</b>		<b>321,22</b>	<b>302,00</b>

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano. Localidad de Alto Hospicio. Dic. 2018.

La capacidad de producción total del sistema que abastece las localidades de Iquique, Alto Hospicio, La Huayca y Pozo Almonte es de 1.698,0 l/s y cuenta con una capacidad máxima de producción de 2.599,82 l/s y derechos constituidos o por regularizar por 2.442 l/s.

El sistema considera una población total, según el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria, al año 0 (2017) de 328.352 hab. Considerando que la fuente es compartida entre la ciudad de Iquique y las localidades de Alto Hospicio, La Huayca y Pozo Almonte, se estimó que el crecimiento de la población de las localidades de La Huayca y Pozo Almonte, presentan el mismo comportamiento que la población estimada en el estudio de Actualización del Plan Regulador, para la localidad de Alto Hospicio.

La producción obtenida de estas captaciones es conducida hasta los estanques Canchones, de 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, ubicados en el mismo recinto de sondajes, desde los cuales se impulsa hacia el recinto Diana, por medio de la PEAP Canchones, a través de dos conducciones: Canchones – Diana Antigua de 29,7 km de longitud y 700 mm de diámetro; y Canchones – Diana Nueva de 29,9 km de longitud y 800 mm de diámetro.

La planta Diana cuenta con dos estanques semienterrados, de 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, desde los cuales el agua es nuevamente impulsada hasta el recinto Rinconada (punto más alto del sistema), por medio de la PEAP Diana, a través de una conducción de hierro dúctil, de 3,0 km de longitud y 800 mm de diámetro.

El recinto Rinconada, es el punto más alto del sistema y consiste en dos estanques semienterrados de 5.000 m<sup>3</sup> y 6.000 m<sup>3</sup> que reciben la producción de Canchones, y desde estos es conducida hasta el recinto Estanques

Santa Rosa, que cuenta con dos unidades de 5.000 m<sup>3</sup> y 10.000 m<sup>3</sup>, a través de una tubería de 26,7 km en diámetro 600 mm y 5,9 km en 450 mm de diámetro.

En el recinto de estanque Santa Rosa, parte de la producción de Canchones permite abastecer a la ciudad de Alto Hospicio mientras que el remanente es conducido hasta los estanques Alto Hospicio, a través de una conducción de hierro dúctil, de 6,7 km de longitud. En este recinto, al agua proveniente de Santa Rosa se le adiciona cloro.

El agua producida en el sistema Canchones cuenta naturalmente con niveles adecuados de flúor, por lo que no es necesario adicionar este elemento en ninguno de sus tramos.

**Cuadro 3-4 Oferta actual y futura de las fuentes**

Año	Caudal (l/s)	
	Explotación actual (2018)	Derecho de agua c/traslado solicitado
2018	1.546	2.183
2022	1.546	2.183
2032	1.698	2.253

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

#### c) Estanques de producción

El sistema cuenta con doce estanques de hormigón armado y uno metálico en el proceso de producción que totalizan un volumen de almacenamiento de 19.300 m<sup>3</sup>.

En el año 2022 (escenario futuro, según Actualizaciones Planes de Desarrollo de diciembre de 2018) no están contemplados otros puntos de entrega en el futuro.

#### d) Plantas elevadoras

El sistema cuenta con nueve plantas elevadoras de agua potable (PEAP) que permiten que el sistema opere adecuadamente salvando las diferencias geométricas de los sectores.

**Cuadro 3-5 Plantas elevadoras de producción**

Nombre Recinto	Caudal de diseño (l/s)	Capacidad actual producción (l/s)
PEAP El Carmelo	740,0	750,0
Sondaje El Carmelo 1	58,2	50,7
El Carmelo N° 2	53,9	48,4
El Carmelo N° 4	101,3	97,1
El Carmelo N° 8	88,5	82,6
El Carmelo N° 9	98,6	107,7
El Carmelo N° 11	91,1	93,8
El Carmelo N° 12	96,0	94,5
El Carmelo N° 17	87,7	89,0

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

#### e) Plantas de tratamiento de agua potable

No hay.

### f) Conducciones de producción (Aducciones, impulsiones, acueductos)

El sistema cuenta con 17 conducciones en la etapa de producción. Sus principales características son:

**Cuadro 3-6 Conducciones de producción**

Nombre	Diám. (mm)	Longitud (m)					Longitud total (m)	Q diseño (l/s)	Cap. Actual (2018) (l/s)
		PVC	Hierro Dúctil	Acero	HDP	Otro			
Impulsión Sondaje El Carmelo 1	285	1.160					1.160	80	66,5
Impulsión Sondaje El Carmelo 2	285	1.005					1.005	80	56,2
Impulsión Sondaje El Carmelo 4	355	1.223					1.223	100	96,8
Impulsión Sondaje El Carmelo 8	355	503					503	100	97,3
Impulsión Sondaje El Carmelo 9	355	510					510	100	103,7
Impulsión Sondaje El Carmelo 11	355	2.260					2.260	100	98,4
Impulsión Sondaje El Carmelo 12	355	2.230					2.230	100	99,1
Impulsión Sondaje El Carmelo 17	355	1.501					1.501	100	93,5
Aducción Copas El Carmelo - PEAP El Carmelo	900		18.766				18.766	860	860
Impulsión PEAP El Carmelo - Estanque Santa Laura	800		17.979				17.979	900	900
Aducción Santa Laura - Toro 1	800		2.417				2.417	806	806
Aducción Santa Laura - Toro 2	600		13.363				13.363	806	806
Aducción Estanque Toro 1 - Estanque Toro 2	600		2.584				2.584	2.607	2.607,00
Aducción Estanque Toro 2 - Estanque Alto Hospicio	600		7.180				7.180	1.590	1.590,00
Aducción Estanque Santa Rosa - Estanque Alto Hospicio	450		6.726				6.726	541	541
Aducción Bajada Alto Hospicio - Cavanca Nueva	700		2.815				2.815	880	880
Aducción Bajada A. Hospicio - Cavanca Antigua	400			2.875			2.875	290	290
Impulsión sondaje El Carmelo N° 17A	355	30					30		
Impulsión PEAP Cavanca	400				710		710		
Impulsión PEAP Cavanca	315				40		40		
Impulsión Sondaje El Carmelo N° 4A	355	30					30		
<b>TOTAL</b>		<b>10.452</b>	<b>71.830</b>	<b>2.875</b>	<b>750</b>	<b>0</b>	<b>85.907</b>	<b>10.040</b>	<b>9.992</b>

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

### g) Centro de Cloración

El sistema de producción cuenta con tres sistemas de cloración

**Cuadro 3-7 Centro de cloración Iquique**

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Capacidad actual (l/s)
Cloración Alto Hospicio	560	560
Cloración Cavanca	800	800
Cloración Santa Rosa 1	365	365

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

### h) Centro de fluoración

El sistema de producción cuenta con un centro de fluoración

**Cuadro 3-8 Centro de fluoración Iquique**

Nombre	Caudal de Diseño (l/s)	Capacidad actual (l/s)
Fluoración Iquique El Carmelo	880	880

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.



**i) Macromedición**

El sistema de producción cuenta con 18 macromedidores del tipo electromagnéticos de diámetros variables entre 200 y 700 mm.

**j) Reductor de presión**

El sistema de producción cuenta con 11 reductoras de presión de diámetros variables entre 600 y 1.000 mm.

**k) Calidad de las aguas**

Según lo señalado en las actualizaciones de los Planes de Desarrollo (2018) el sistema de producción El Carmelo en general cuenta con agua de buena calidad observándose entre otros, presencias de sulfatos y arsénico, cuyas concentraciones varían a través del tiempo. Debido a la variabilidad de ellas, las aguas provenientes de todos los sistemas son tratadas en su totalidad.

**l) Caudales de producción**

Considerando que las localidades de Iquique, Alto Hospicio, La Huayca y Pozo Almonte comparten algunas fuentes de producción, se estimará la población de cabida máxima de La Huayca y Pozo Almonte, considerando que se comportan de igual manera que Iquique, donde la población de cabida máxima representa un 217,49% respecto de la población del año 2017 (INE). Lo anterior, teniendo en cuenta que la proyección del plan de desarrollo de la empresa sanitaria propone un crecimiento más acelerado que Alto Hospicio.

Los caudales de producción proyectados por la empresa sanitaria para el sistema Iquique - Alto Hospicio – Pozo Almonte – La Huayca - Cumiñalla, y específicamente para el sistema Iquique, son los siguientes:

**Cuadro 3-9 Caudales de producción sistema Iquique - Alto Hospicio – Pozo Almonte – La Huayca – Cumiñalla**

Caudal (l/s)	Año 0 (Año 2017)	Año 5 (Año 2022)	Año 15 (Año 2032)
Medio anual	1.113,8	1.191,0	1.409,7
Máximo Diario	1.337,8	1.430,7	1.694,0
Población Sistema (hab.)	328.352	365.513	431.869

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

**Cuadro 3-10 Caudales de producción Iquique**

Caudal (l/s)	Año 0 (Año 2018)	Año 5 (Año 2022)	Año 15 (Año 2032)
Medio anual	827,8	877,8	1.016,4
Máximo Diario	993,2	1.053,1	1.219,4
Población (hab.)	214.607	228.086	266.459

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

**3.1.2 Proceso de distribución**

Desde los estanques Alto Hospicio antes señalados, el agua para Iquique es conducida hasta el recinto de regulación estanques Cavanca por medio de dos conducciones denominadas Bajada Alto Hospicio – Cavanca Antigua y Bajada Alto Hospicio – Cavanca Nueva, ambas en acero, de 3 km de longitud y 400 mm de diámetro y 2.8 km y 700 mm de diámetro respectivamente. Dichas conducciones vencen el desnivel geométrico existente entre la alta meseta de Alto Hospicio y la ciudad de Iquique, estimado en cerca de 400 m.

Desde el recinto Cavanca se regula el abastecimiento del sector centro – norte de la ciudad. Mientras que los estanques Chipana, Dunas y Huantajaya abastecen sectores altos de la ciudad. Finalmente, el estanque Seccional Sur abastece el sector sur de la ciudad.

Por otro lado, desde la aducción Alto Hospicio – Cavanca Antigua se desprenden dos ramales que permiten la alimentación de los estanques Las Dunas y Huantajaya por uno de estos ramales, y del estanque Chipana, por medio del otro ramal. A su vez, desde Chipana nace una aducción que abastece a los estanques Seccional Sur, que permiten la regulación de la red del sector Sur y sirve de cabecera para la alimentación de la aducción Sur que se desarrolla hasta el Aeropuerto.

Los niveles de atención propuestos por la empresa sanitaria para los primeros cinco años son:

**Cuadro 3-11 Dotación para Iquique**

Año	Superficie (ha)	Población (Hab)	Nivel de atención (l/Hab/día)	Vol. Med. mes por cliente (m <sup>3</sup> /cliente/mes)
2018	8.673,2	214.607	199,4	21,0
2022	8.673,2	228.086	199,0	20,5

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

Con respecto a los estanques de regulación la localidad cuenta con 12 recintos de estanques con un volumen total de regulación de 32.300 m<sup>3</sup>.

**Cuadro 3-12 Estanques de regulación sistema Iquique**

Recinto	Estanque	Material	Tipo	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cota de Fondo radier (msnm)
Cavanca	Cavanca N° 1	Hormigón armado	SE	5.000	108,3
	Cavanca Metálico N° 2	Metálico	SE	2.375	110,8
	Cavanca Metálico N° 4	Metálico	SE	2.375	110,8
	Cavanca N° 3	Hormigón armado	SE	5.000	110,0
	Cavanca N° 2	Hormigón armado	SE	5.000	110,0
	Cavanca Metálico N° 3	Metálico	SE	2.375	110,8
	Cavanca Metálico N° 1	Metálico	SE	2.375	110,8
	<b>Total Cavanca</b>				<b>24.500</b>
Las Dunas	Las Dunas	Hormigón armado	SE	500	175,0
Huantajaya	Huantajaya	Hormigón armado	SE	500	174,2
Chipana	Chipana	Hormigón armado	SE	300	155,0
Sur	Seccional Sur N° 1	Hormigón armado	SE	1.500	250,0
	Seccional Sur N° 2	Hormigón armado	SE	5.000	165,0
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>				<b>32.300</b>	

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

(1) La cota de fondo está referida a los Planos de Actualización Planes de Desarrollo de la empresa Sanitaria, Dic. 2018.

En el año 2018, el sistema contaba con los siguientes puntos de entrega para distribución:

1. Estanques Alto Hospicio: ubicados en la localidad de Alto Hospicio, otorgan regulación y seguridad como cabecera del sistema de distribución para Iquique. Capacidad conjunta de 7.000 m<sup>3</sup>. Hormigón armado, semienterrado. Este estanque no alimenta a la red directamente.
2. Recinto estanques Cavanca: ubicado en el sector Centro - Norte de Iquique. La capacidad del conjunto es de 25.000 m<sup>3</sup>, con estanques metálicos y de hormigón armado semienterrado.

3. Recinto Estanques Chipana: ubicados en el sector centro Alto de Iquique, su capacidad es de 300 m<sup>3</sup>, hormigón armado semienterrado.
4. Recinto Estanque Huantajaya: ubicado en el sector Centro Alto de Iquique, su capacidad es de 500 m<sup>3</sup>, de hormigón armado semienterrado.
5. Recinto Estanques Dunas: ubicados en el sector Centro Alto de Iquique, su capacidad es de 500 m<sup>3</sup>, de hormigón armado semienterrado.
6. Recinto estanques seccional sur: ubicado en el sector sur de Iquique, su capacidad es de 6.500 m<sup>3</sup>, de hormigón armado semienterrado.

**Cuadro 3-13 PEAP Red de distribución**

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Altura de elevación (m)
PEAP Cavancha	110	80

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

Desde los estanques de regulación el agua es finalmente distribuida a la ciudad por una red de alimentadoras y matrices con una longitud total superior a 375 km, cuyos diámetros fluctúan entre los 110 mm y 600 mm.

La red tiene una cobertura de 100% en el año 2018. La red se distribuye en diámetros variables siendo principalmente de asbesto cemento, PVC y HDPE, siendo este último material el utilizado para la reposición de tramos y para las ampliaciones, debido a sus uniones flexibles y estancas, lo que permite minimizar las roturas ante movimientos de tierra y/o fugas de agua, situación crítica en la localidad debido a la salinidad de los suelos.

#### a) Reductoras de presión

El sistema de producción cuenta con 42 reductoras de presión de diámetros variables entre 200 y 600 mm.

#### b) Arranques

El sistema cuenta con 36.007 arranques de entre 13 y 100 mm. En Plano Territorio Operacional Iquique, lámina 01 de 05, que acompaña este informe se grafica el indica el territorio operacional de servicio de agua potable existente para la ciudad de Iquique.

### 3.2 INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE: LOCALIDAD DE CHANAVAYITA

La comuna de Iquique cuenta con cinco servicios sanitarios rurales construidos entre los años 2012 y 2019. El total de la población que abastece es de aproximadamente 1.970 hab. No cuentan con redes públicas de aguas servidas y por tanto tampoco cuentan con tratamiento.

El cuadro siguiente resume los sistemas rurales existentes, destacando la localidad de Chanavayita por corresponder al sistema que concentra la mayor cantidad de población y se encuentra caracterizado como sistema semi concentrado.

**Cuadro 3-14 Servicios sanitarios rurales existentes en comuna de Iquique**

Región	Provincia	Comuna	Nombre oficial sistema	año puesta en marcha	N° de Arzales a diciembre 2020	Tipo	Beneficiarios/as Estimados a diciembre 2020
Tarapacá	Iquique	Iquique	Comité De Agua Potable Caleta Chanavaya	2012	65	SEMICONCENTRADO	202
Tarapacá	Iquique	Iquique	Comité De Agua Potable Rural Caleta Río Seco	2012	121	SEMICONCENTRADO	375
Tarapacá	Iquique	Iquique	Comité De Agua Potable Rural De Caleta Caramucho	2017	69	SEMICONCENTRADO	214
Tarapacá	Iquique	Iquique	Comité De Agua Potable Rural De Chanavayita	2012	312	SEMICONCENTRADO	967
Tarapacá	Iquique	Iquique	Comité de Agua Potable Caleta San Marcos	2019	69	CONCENTRADO	214

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas, MOP (2022)

La localidad de Chanavayita se ubica a 59 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique, al costado poniente de la Ruta 1. Se caracteriza por ser una zona altamente turística, por lo que en verano la población flotante aumenta considerablemente y como consecuencia se sobrecarga el sistema sanitario existente.

El sistema existente cumple con los estándares de los sistemas sanitarios rurales. Por el contrario, no cumple los estándares de infraestructura de un sistema urbano de acuerdo a la normativa vigente, en el que se debe cumplir con las exigencias técnicas en cuanto a diámetros, presiones, volumen de incendio, entre otros.

Respecto al sistema de alcantarillado de aguas servidas, existe un proyecto que incluye un sistema de tratamiento y disposición de las aguas servidas desde el año 2012; sin embargo, a la fecha este proyecto está a cargo de la empresa sanitaria y no se encuentra implementado.

## **4 TERRITORIO OPERACIONAL**

En el presente apartado, se procede a describir y analizar el territorio operacional existente tanto para la ciudad de Iquique como para la localidad de Chanavayita.

### **4.1 TERRITORIO OPERACIONAL CIUDAD DE IQUIQUE**

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano provienen principalmente de la existencia o no de redes de infraestructura, del soporte de éstas a nuevas demandas, y de las posibilidades de dotación de mayores recursos hídricos, tanto para las áreas consolidadas como para las urbanizables.

El territorio operacional actual de los servicios sanitarios es el mismo para los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y el crecimiento de población propuesto, suponiendo como probable el escenario determinado en este Plan Regulador, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las principales obras requeridas tanto para la población que se localice en el área operacional actual como fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria.

Con respecto al Territorio Operacional futuro será coincidente con el límite urbano propuesto por este Plan Regulador.

Los límites propuestos en el Plan Regulador, para el desarrollo de la ciudad de Iquique, exceden el Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas de la empresa Aguas del Altiplano S.A., según se establece en el Plan de Desarrollo de la empresa y se grafica en “Plano Territorio Operacional Iquique” (05 láminas) que acompaña al presente estudio. Lo anterior significa que es responsabilidad de la empresa otorgar los servicios e incorporar la planificación de las inversiones y efectuar las obras para acoger las mayores demandas de la población que se localice dentro del territorio operacional vigente.

Los nuevos territorios urbanos se emplazan en una parte de los sectores de expansión que propone el Plan de Desarrollo y otra parte, se localiza fuera del territorio operacional vigente de la empresa sanitaria. Por último, también se producirá un aumento de las densidades en el casco urbano consolidado, sector que en la actualidad ya se encuentra urbanizado o en proceso de consolidación.

El área que excede el territorio operacional de la empresa sanitaria (comprendido entre el límite territorio operacional futuro de la empresa sanitaria y el límite urbano propuesto en este estudio será objeto de una nueva licitación por parte de la Superintendencia de Servicios Sanitarios para otorgar factibilidad de servicio pudiendo ser la misma empresa sanitaria u otra nueva concesión que se adjudique el servicio.

### **4.2 TERRITORIO OPERACIONAL LOCALIDAD DE CHANAVAYITA**

Dado que corresponde a un sistema sanitario rural, es posible señalar que para la localidad de Chanavayita existe un área de cobertura que se relaciona a la factibilidad técnica de abastecer a las nuevas demandas a partir de las redes existentes y de la proyección de crecimiento realizada.

## 5 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 el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria.

De acuerdo con las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes del estudio de Actualización Plan Regulador Comunal de Iquique, se indica la proyección de población y vivienda para el escenario seleccionado. La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles considerando el escenario de cabida máxima, con una tasa de crecimiento lineal considerando una densidad de 4,0 hab/viv, establecida para efectos de cálculo en conformidad con lo señalado en el artículo 2.2.5 de la OGUC, densidad expresada en habitantes por hectáreas y su equivalencia en viviendas por hectáreas.

En el Cuadro 5-1 siguiente se indica la proyección población por sistema, lo que servirá para fundamentar el estudio de factibilidad.

**Cuadro 5-1 Proyección de población**

Escenario	Proyección de población (hab)	
	Sistema AP	Sistema AS
<b>Plan de Desarrollo (2032)</b>	<b>266.459</b>	<b>402.332</b>
<b>Cabida máxima Iquique (incluye Chanavayita)</b>	<b>459.664</b>	<b>617.956</b>
<b>Cabida máxima Chanavayita</b>	<b>5.218</b>	<b>5.218</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del estudio Actualización Plan Regulador Iquique y Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

Nota: (1) El Sistema de producción y distribución de agua potable incluye la población de la Extensión Sur

(2) El Sistema de recolección y disposición de aguas servidas incluye la población de Alto Hospicio (con cabida máxima)

## 6 ESTIMACIÓN DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las demandas y se realiza el balance de la infraestructura considerando cubrir las variaciones de consumo para la población de cabida máxima. Con lo anterior se determinan los requerimientos de infraestructura para cubrir la propuesta de crecimiento de población del Plan Regulador Comunal en estudio.

### 6.1 Criterios de diseño sistema de agua potable

La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo. Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando el mejoramiento 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 criterios de diseño del Plan de Desarrollo.

Dado que actualmente la localidad de Chanavayita se organiza como un sistema sanitario rural se considera que, si se decide transitar hacia un sistema sanitario urbano, se deberá realizar el cambio de la infraestructura existente para dar cumplimiento a la normativa vigente, tal como las presiones requeridas, definición de cuarteles, diámetros, cantidad de grifos, entre otros, definidos según la Norma NCh 409, Norma NCh 691 Of. 98, entre otras normativas vigentes.

Considerando la cercanía de la localidad de Chanavayita con la ciudad de Iquique, se estima que el desarrollo de esta localidad se fundamentará básicamente en recibir la mayor demanda de residencias debido al desarrollo minero del sector, la mayor relevancia del turismo mayormente en la época estival, y sostener el crecimiento de una ciudad de cabecera como lo es Iquique. En consecuencia, se espera que se modulen las demandas de agua potable y servicios de alcantarillado de aguas servidas en forma similar a Iquique y, por tanto, para las estimaciones de demandas de Chanavayita se utilizarán las bases de diseño establecidas en la Actualización Planes de Desarrollo Localidad de Iquique, Alto Hospicio, La Huayca y la localidad de Pozo Almonte, de Octubre de 2018, para el periodo 2017 – 2032, aprobados mediante ORD. SISS N° 4513/18 y carta N° 123/18 de A. del Altiplano S.A., que se detallan a continuación.

#### a) Niveles de pérdidas

Los niveles de pérdidas señaladas en las Actualizaciones Planes de Desarrollo corresponden a 7,64% en la etapa de producción y 35,21% en la etapa de distribución en el año 2017. Para la proyección de demanda se consideran los mismos niveles de pérdidas como valores estáticos durante el periodo de modelación.

#### b) Cobertura

Actualmente, el servicio de Iquique cuenta con una cobertura del 100% en el servicio de agua potable y de 92,1% en aguas servidas. De acuerdo con las Actualizaciones Planes de Desarrollo se proyecta un aumento gradual de cobertura en aguas servidas, el cual llega a 93,1% en 2032 (año 15).

#### c) Dotaciones de consumo adoptadas

Se adoptaron los valores de dotaciones de consumo señalados en el Plan de Desarrollo vigente de Iquique, correspondiente a un valor variable de 199,5 lts/hab/día para el año 2017 hasta un valor de 197,2 lts/hab/día para el año 2032.

#### d) Dotación de Producción

La dotación a nivel de producción se calculará según se indica en la fórmula siguiente:

$$\text{Dotación de Producción} = \text{Dotación de Consumo} / (1 - \%Pérdidas).$$

#### e) Coeficientes de gastos máximos diario y horario

El Factor del Día de Máximo Consumo (FDMC) corresponde al producto entre el Coeficiente del Mes de Máximo Consumo (CMMC) y el Coeficiente de Demanda Máxima Diaria (CDMD).

El CMMC se calcula en base a datos históricos de consumo mensual. En este caso, en las Actualizaciones Planes de Desarrollo se utilizan los datos de la localidad de Iquique entre enero 2014 y diciembre 2016. Se determinaron los siguientes coeficientes:

**Cuadro 6-1 Coeficientes y Factor Diario de Máximo Consumo**

CMMC	CDMD	FDMC
1,09	1,10	1,20

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

De acuerdo con lo detallado en las Actualizaciones Planes de Desarrollo, debido a la ausencia de registros horarios de macromedición se utiliza un valor de Factor de la Hora de Máximo Consumo (FHMC) igual a 1,50, generalmente usado por la SISS en estudios tarifarios.

**Cuadro 6-2: Factores de Máximo Consumo**

FDMC	FHMC
1,20	1,50

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano Dic. 2018.

#### 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 6-3: 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

## 6.2 Proyección de demanda de agua potable

Para la estimación de caudales, se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Aguas del Altiplano S.A., concesionaria del servicio de producción, distribución, recolección y disposición, en la localidad de Iquique. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua para consumo humano en el territorio operacional que comprende la comuna de Iquique. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídricos, para cubrir las demandas que requiere el escenario de cabida máxima.

De acuerdo con las Actualizaciones Planes de Desarrollo de la empresa Aguas del Altiplano, se proyecta la demanda de agua potable en el territorio operacional de la comuna de Iquique. De acuerdo con los criterios anteriormente señalados, se obtiene la demanda esperada para cada escenario señalada en el siguiente cuadro:



**Cuadro 6-4 Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas del Altiplano, Comuna de Iquique. Escenario Cabida Máxima.**

Escenario	Población			Dotación consumo l/hab/año	Pérdidas		Dotación producción l/hab/día	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total	Cobertura	Abastecida		Prod	Distr		Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H	Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H
	hab	%	hab		%	%		l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Plan de Desarrollo (2032)	266.459	100%	266.459	197,2	7,6%	35,2%	329,6	608,2	729,7	1.094,5	1.016,4	1.219,4	1.829,1
Cabida máxima Iquique (incluye Cabida máxima Chanavayita)	459.664	100%	459.664	197,2	7,6%	35,2%	329,6	1.049,2	1.258,8	1.888,1	1.753,3	2.103,5	3.155,3
Cabida máxima Chanavayita	5.218	100%	5.218	197,2	7,6%	35,2%	329,6	11,9	14,3	21,4	19,9	23,9	35,8

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

## 7 BALANCE OFERTA - DEMANDA

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos sobre la red existente. El estudio Ampliación Plan Regulador Comunal de Iquique propone nuevos sectores de desarrollo hacia el sur. A continuación se detalla el balance de la infraestructura que compone el sistema de agua potable en la componente de producción y distribución, así como para el alcantarillado de aguas servidas en las componentes de recolección, tratamiento y disposición.

El Plan de Desarrollo para la ciudad de Iquique no considera los clientes 52 bis en el balance y estimación de infraestructura requerida por lo que en el análisis de cabida máxima no se incluirá dicho requerimiento.

En el caso de la localidad de Chanavayita no se realizará el balance oferta-demanda, dado que se requiere estandarizar el sistema sanitario rural existente a la normativa vigente para la zona urbana. Estandarizar el sistema implica cambiar una gran parte del sistema existente de agua potable por infraestructura que cumpla con la normativa existente para áreas urbanas. En cada caso se indicará sólo la demanda de infraestructura requerida.

Se considera que el abastecimiento de agua potable de Chanavayita se realizará a partir de la extensión de una matriz de distribución desde la ciudad de Iquique (cercano al aeropuerto), por lo que la demanda sobre la infraestructura de Iquique está incluida en la cabida máxima señalada de 459.664 hab. En particular para la localidad de Chanavayita se realizan las estimaciones de inversión considerando que se deberá instalar la infraestructura adecuada a la normativa vigente y que se propone esté implementada en los primeros cinco años desde la entrada en vigor de la Actualización del Plan Regulador Comunal actualmente en desarrollo.

En el caso del sistema de alcantarillado de aguas servidas se considera la implementación de infraestructura nueva e independiente de la ciudad de Iquique, dado que la localidad no cuenta actualmente con sistema de recolección de aguas servidas.

### 7.1 OBRAS DE PRODUCCIÓN

El sistema de producción constituido por un grupo de sondajes abastece la ciudad de Iquique y las localidades de Alto Hospicio, Pozo Almonte y La Huayca.

Para las estimaciones de demanda sobre la infraestructura de producción, que comparten las localidades de Pozo Almonte, y La Huayca, se comportan de igual manera que Iquique, donde la población de cabida máxima representa un 217,49% respecto de la población del año 2017 (INE). Lo anterior, considerando que la proyección del Plan de desarrollo de la empresa sanitaria propone un crecimiento más acelerado que Alto Hospicio.

### 7.1.1 Derechos de aprovechamiento de aguas

En la presente sección se indican los derechos de aprovechamiento de aguas disponibles tanto para la ciudad de Iquique como para la localidad de Chanavayita.

#### a) CIUDAD DE IQUIQUE

En el siguiente cuadro se incluye el balance de los derechos de aprovechamiento de aguas disponibles para la localidad de Iquique, correspondiente a los pozos de los sistemas Carmelo y Canchones-Cumiñalla. Este es un sistema integrado que abastece a las localidades de Pozo Almonte - Iquique y La Huayca - Alto Hospicio – Cumiñalla - Iquique respectivamente. La capacidad de producción total del sistema es de 1.698,0 l/s y cuenta con una capacidad máxima de producción de 2.599,82 l/s y derechos constituidos o por regularizar por 2.442 l/s

**Cuadro 7-1 Balance Derechos de Agua Sistema Conjunto Carmelo – Canchones (Incluye Chanavayita)**

Escenario	Identificación de captación y derechos en uso [l/s]	Derechos [l/s] derechos constituidos o por regularizar	Demanda de Agua Potable Cabida Máxima [l/s]	Balances derechos [l/s]
Cabida máxima	Canchones (768 l/s)	2.442	2.662	-220
	Cumiñalla (345 l/s)			
	Carmelo (1.070 l/s)			
	Total (2.183 l/s)			

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

Del cuadro anterior, es posible señalar que existe un déficit de derecho de agua en el escenario analizado por lo que la empresa deberá considerar adquirir un total de 220 l/s para cubrir la demanda de agua para el escenario de cabida máxima.

#### b) LOCALIDAD DE CHANAVAYITA

En el caso de la localidad de Chanavayita se requiere contar con derechos de agua equivalentes a 23,9 l/s para satisfacer la demanda de la cabida máxima. Actualmente el sistema sanitario rural existente cuenta con derechos de agua, por lo que la empresa sanitaria que obtenga la concesión del servicio sanitario urbano podrá realizar el balance con los acuíferos respectivos de tal forma de trasladar los derechos o transar los derechos para adquirir mayor disponibilidad en el sector de los sondajes de producción de Carmelo o Canchones.

### 7.1.2 Fuentes y captaciones

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de las fuentes y captaciones. Los sistemas Iquique y Alto Hospicio y Pozo Almonte y La Huayca comparten fuentes.

#### a) Sistema Productivo “El Carmelo”

El sistema productivo “El Carmelo” abastece un 71% de la demanda de Iquique.

En el Plan de Desarrollo se prevé un proyecto de aumento de la oferta en 30 l/s, proveniente de las captaciones El Carmelo, al año 2031.

**Cuadro 7-2 Balance oferta demanda captación Carmelo (Incluye Chanavayita)**

Año	Total Oferta Captación Carmelo [l/s]	Demanda Max. Diaria Producción [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	928	1.561	-633

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

De acuerdo con el cuadro anterior, se registra un déficit en el escenario de cabida máxima, por lo que se plantea una inversión adicional a la propuesta por el Plan de Desarrollo para aumentar la oferta proveniente de las captaciones El Carmelo.

#### b) Sistema Productivo “Canchones-Cumiñalla”

Al sistema productivo “Canchones-Cumiñalla” abastece un 29% de la demanda de Iquique.

El plan de desarrollo prevé un proyecto de aumento de la oferta proveniente de las captaciones Canchones y Cumiñalla entre el 2023 y el 2026 aumentando la oferta en 122 l/s.

**Cuadro 7-3 Balance oferta demanda captación Canchones – Cumiñalla**

Año	Total Oferta Captación Canchones Cumiñalla [l/s]	Demanda Max. Diaria Producción [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	770,1	1.101	-330,7

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

Se evidencia que el Sistema “Canchones-Cumiñalla” presenta un déficit menor, de capacidad en el escenario de cabida máxima.

### 7.1.3 Plantas de Tratamiento

Las aguas captadas por los sistemas El Carmelo y Canchones presentan concentraciones por sobre la norma vigente en distintos parámetros, por lo que el agua proveniente de ambos sistemas es tratada en su totalidad.

#### a) Planta de Tratamiento Santa Rosa

Aguas debajo de la PTAP Santa Rosa se considera la demanda de distribución de Iquique y Alto Hospicio

El 15% del caudal de demanda no ingresa a la PTAP (demanda *bypass*)

El Plan de desarrollo de la empresa sanitaria, prevé un proyecto al año 2027 para aumentar la capacidad de la planta de Tratamiento en 60 l/s.

**Cuadro 7-4 Balance Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Rosa**

Año	Demanda PTAP Santa Rosa [l/s]	Q Oferta PTAP [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	600	729	-129

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

Del cuadro anterior es posible concluir que, al escenario de cabida máxima, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de la planta de tratamiento Santa Rosa para un caudal medio de 129 l/s.

## b) Planta de Tratamiento El Carmelo

La demanda de la planta de tratamiento El Carmelo incluye parte de la demanda de Iquique y de Pozo Almonte, correspondiente al sistema productivo “El Carmelo”

En el Plan de Desarrollo, no se prevén inversiones de aumento de capacidad para la planta de tratamiento.

**Cuadro 7-5 Balance Planta de Tratamiento de Agua Potable El Carmelo (Incluye Chanavayita)**

Año	Demanda PTAP El Carmelo [l/s]	Q Oferta PTAP [l/s]	Balance sin proyecto [l/s]
Cabida máxima	1000	1.933	-933

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

En el cuadro anterior se verifica un déficit de capacidad de la planta de tratamiento El Carmelo, en el escenario de cabida máxima, para un caudal medio de 933 l/s.

### 7.1.4 Centros de Cloración

#### a) Centro cloración: Santa Rosa

Se prevén tres proyectos de aumento de capacidad en el centro de cloración Santa Rosa. Al año 2020 y al año 2023 un aumento correspondiente a 30 l/s y un último aumento al año 2026 de 85 l/s.

**Cuadro 7-6 Balance centro de Cloración planta Santa Rosa**

Año	Capacidad Centro Cloración Santa Rosa [l/s]	Demanda Max. Diaria distribución [l/s]	Balance con proyecto
Cabida máxima	705	772	-67

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

Se requiere una inversión adicional para aumentar la capacidad del centro de cloración Santa Rosa en el escenario de cabida máxima para un caudal de 67 l/s.

**Cuadro 7-7 Balance centro cloración: Recinto Toro II**

Año	Capacidad Centro Cloración El Toro II [l/s]	Demanda Max. Diaria distribución [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	800	1.890	-1090

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

De acuerdo con el balance realizado se concluye que se requiere una inversión adicional para aumentar la capacidad del centro de cloración Recinto Toro II en el escenario de cabida máxima para un caudal de 1090 l/s.

### 7.1.5 Conducciones de producción

Las conducciones que componen el sistema de producción de agua potable de la localidad de Iquique están compuestas por las conducciones del Sistema Carmelo principalmente y las conducciones desde Alto Hospicio a los estanques Cavanca y Chipana.

Para estimar la demanda de las conducciones de aducción, se calculó la razón entre la demanda de la conducción y la demanda total del Plan de Desarrollo al año 15 (2032). Por otra parte, para las conducciones de impulsión, se utilizó el valor máximo entre la capacidad del estanque de origen y la demanda al escenario analizado.

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de las conducciones de producción del servicio de Iquique.

#### Cuadro 7-8 Balance Derechos de Agua Sistema Conjunto Carmelo – Canchones (Incluye Chanavayita)

Nombre	Capacidad Q max porteo [l/s]	Vel. [m/s]	Deq. [mm]	Demanda Q max (1) [l/s]	Balance sin proyecto [l/s]
ADU Estanques Elevados - PE El Carmelo	868	1,4	900	1.890	-1022
IMP PE El Carmelo Bajo Molle - Estanque Sta Laura	1.257	1,7	800	1.890	-633
ADU Estanque Sta Laura - Toro I	868	3,1	600	1.890	-1023
ADU Estanque Toro I - Estanque Toro II	866	3,1	600	1.890	-1024
ADU Estanque Toro II - Alto Hospicio	870	2,8	600	1.746	-876
ADU Alto Hospicio - Cavancha Nueva	1.300	2,1	700	1.806	-506
ADU Alto Hospicio - Cavancha Antigua	320	2,4	400	653	-333
ALI Refuerzo Estanque Chipana - Estanque Seccional	116	3,0	220	253	-137
ADU Estanque Chipana - Estanque Seccional Sur	79	3,1	181	172	-93
IMP Canchones - Diana Nueva	1.257	1,0	800	1.004	252
IMP Canchones - Diana Vieja	707	1,8	600	1.004	-297
IMP Diana - Rinconada	1.257	1,5	800	1.659	-403
ADU Rinconada - Santa Rosa	770	4,8	450	1.659	-889
IMP PEAP Cavancha	143	1,8	278	204	-60
Interconexiones incendio	377	1,0	400	267	110

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

De balance realizado se concluye que es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de las conducciones de producción, en el escenario de cabida máxima, según se indica en el cuadro 7-8.

#### 7.1.6 Plantas Elevadoras de Producción

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de las Plantas Elevadoras de producción.

Para la estima de la demanda de cada una de las plantas, se utilizó la proporción entre la demanda de la planta y la demanda total de la localidad de Iquique en el Plan de Desarrollo aplicada al año 15 (2032) aplicada a la demanda total del escenario Cabida Máxima.

#### Cuadro 7-9 Balance Plantas Elevadoras de Producción (Incluye Chanavayita)

Nombre	Capacidad Instalada Q [l/s]	Demanda Q max (1) [l/s]	Balance sin proyecto [l/s]
PE Pozo Almonte El Carmelo	866	1.890	-1024
PE Canchones	520	1.004	-484
PE Diana	764	1.659	-895
PE Cavancha	110	204	-94

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

Se evidencia la necesidad de un aumento de capacidad de todas las plantas elevadoras de producción para cubrir la demanda en el escenario de cabida máxima.

## 7.2 OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

### 7.2.1 Balance en Volumen de Regulación

#### a) CIUDAD DE IQUIQUE

El servicio de Agua Potable de Iquique cuenta con 5 centros de regulación que abastecen a la totalidad de la ciudad. No se prevén obras de aumento de capacidad en el Plan de Desarrollo para esta infraestructura debido al elevado superávit que se presenta en la mayoría de los estanques disponibles.

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de los Volúmenes de regulación de los estanques que abastecen la localidad de Iquique.

Para la estima de la demanda de los Volúmenes de Regulación se calculó proporcionando la demanda de volumen de regulación al escenario de análisis con la proporción de población correspondiente a cada estanque.

**Cuadro 7-10 Balance volumen de regulación (Incluye Chanavayita)**

Nombre	Demanda [m3]	Capacidad existente [m3]	Balance m3]
Estanque Cavanca	18.606	21.400	2.794
Estanque Seccional sur	4.385	6.500	2.115
Estanque Chipana	286	300	14
Estanque Huantajaya	1.118	1.002	-116
Estanque Dunas	982	880	-102

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

Del cuadro anterior se concluye que es necesario un aumento de capacidad de los volúmenes de regulación de los estanques Huantajaya y Dunas en el escenario de cabida máxima.

El Plan de Desarrollo indica que, a la cabecera de los estanques anteriormente detallados, se ubican los estanques Alto Hospicio con 7.000 m<sup>3</sup> y Santa Rosita con 5.000 m<sup>3</sup>, los cuales otorgan un volumen adicional para la regulación de los consumos.

#### b) LOCALIDAD DE CHANAVAYITA

En particular para la localidad de Chanavayita se estima un caudal máximo diario de consumo equivalente a 14,3 l/s, para el cual se requiere un volumen de regulación de 300 m<sup>3</sup> incluyendo 115 m<sup>3</sup> para volumen de incendio.

### 7.2.2 Conducciones de Distribución

A continuación, se presentan los balances para las alimentadoras de distribución.

#### a) CIUDAD DE IQUIQUE

En el Plan de Desarrollo se prevé un aumento de capacidad de la Alimentadora Cerro Dragón de 26 l/s en el año 2028 y un aumento de 16 l/s para la alimentadora Barrio Industrial.

**Cuadro 7-11 Balance Conducciones de Distribución (Incluye Chanavayita)**

Nombre	Capacidad Q max porteo [l/s]	Vel. [m/s]	Deq. [mm]	anda Q max (1)	Balance sin proyecto [l/s]
ALI Huantajaya	88,4	2	226	140,9	-53
ALI Duna Superior	96,8	2,9	181	130,6	-34
ALI Chipana A	47,7	1,6	145	46,4	1
ALI Chipana B	47,7	2,7	99	36,1	12
ALI Thompson	155,7	1,3	278	138,5	17
ALI Cerro Dragon	113,3	2,3	226	157,3	-44
ALI San Martin A	126,3	1,5	278	160,8	-34
ALI San Martin B	85,2	1,7	176	70,0	15
ALI Reductora	164,2	1,6	250	136,5	28
ALI Centro (500)	558,7	1,7	500	582,6	-24
ALI Maule	96,8	1,3	300	162,8	-66
ALI Nueva Victoria	356,6	1,9	226	134,2	222
ALI Los Algarrobos	97,9	2,9	176	122,0	-24
ALI Norte	269,1	2,1	350	344,2	-75
ALI Vergara	109,1	2,4	200	129,0	-20
ALI He Fdo 400 mm A	425,5	2,1	400	461,8	-36
ALI He Fdo 400 mm B	230,2	1,3	300	156,8	73
ALI Zegers	154,1	2,1	220	140,4	14
ALI La Tirana	81	1,9	145	53,0	28
ALI Barrio Industrial	114	1,5	300	185,8	-72
ALI Aeropuerto Norte	142,4	1,2	200	64,2	78
ALI Zapiga A	104,8	2,1	250	179,8	-75
ALI Zapiga B	104,8	2,3	181	101,3	4
ALI Sotomayor	95,3	1,6	181	70,0	25
ALI Cespedes	126,8	2,1	220	135,6	-9
ALI Aeropuerto Sur	260,1	1	200	56,1	204
ALI Huanillos	123	2,6	200	139,9	-17
ALI Pedro Prado	44,2	1,7	145	47,8	-4
ALI Las Chacras	89,5	0,7	200	35,4	54
ALI Avenida 4 A	694,7	2,7	353	456,8	238
ALI Avenida 4 B	686,5	1,8	362	315,7	371
ALI Avenida 4 C	106	0,9	300	112,1	-6
ALI Orella	158,5	2,3	220	152,0	7
ALI Costero sur A	429,4	0,2	450	59,3	370
ALI Costero sur B	26,5	1,4	150	41,4	-15

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

Del cuadro anterior se observa que no existe déficit en las alimentadoras en el escenario analizado.

## b) LOCALIDAD DE CHANAVAYITA

En lo que respecta a redes de distribución en la localidad de Chanavayita la estimación se realiza considerando una longitud equivalente por habitante. Lo anterior permite estimar la demanda en infraestructura para la localidad, equivalente a 16.126 m de red nueva requerida y 1.601 arranques.

## 8 SERVICIOS SANITARIOS – AGUAS SERVIDAS

### CIUDAD DE IQUIQUE

La ciudad de Iquique cuenta con un sistema de recolección de aguas servidas que, adicionalmente, recibe la descarga del efluente de las lagunas de tratamiento de aguas servidas de Alto Hospicio. Según lo señalado en las Actualizaciones Planes de Desarrollo (2018), a partir del año 2019 el caudal de Alto Hospicio sería tratado y dispuesto en el sistema de aguas servidas de Iquique. La disposición del total de las aguas servidas recolectadas se realiza, al Océano Pacífico, a través de dos Emisarios Submarinos, denominados Punta Negra y Playa Brava.

#### 8.1 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS

La empresa Aguas del Altiplano es concesionaria tanto de la recolección como la disposición de las aguas servidas de la localidad. A continuación, se describe la infraestructura disponible de la empresa sanitaria.

##### 8.1.1 Proceso de recolección

En el siguiente cuadro se indican los puntos de descarga actuales y futuras de la etapa de disposición definidos en las Actualizaciones Planes de Desarrollo.

**Cuadro 8-1 Puntos de descarga de las aguas servidas**

Punto de descarga	Descarga	Ubicación
1	Planta y Emisario Submarino Iquique	Sector Centro Sur – Playa Brava
2	Planta Barrio Industrial y Emisario Submarino Iquique	Sector Norte – Bahía Punta Negra

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano. 2018.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de recolección de aguas servidas de la empresa Aguas del Altiplano.

##### a) Plantas elevadoras de recolección

La localidad de Iquique cuenta con tres plantas elevadoras en la red de recolección denominadas El Morro, Bajo Molle y Huayquique, indicadas en el cuadro siguiente.

**Cuadro 8-2 Plantas Elevadoras**

Nombre	Caudal de Diseño (l/s)	Capacidad Actual (l/s)	Altura elevación (m)
PEAS El Morro	420	420	11,6
PEAS Bajo Molle	50	50	80
PEAS Huayquique	60	60	28

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo localidad de Iquique. Diciembre 2018



## b) Conducciones de recolección

El sistema de recolección cuenta con 18 aducciones y 4 impulsiones. Los diámetros y materialidad se indican en el cuadro siguiente:

**Cuadro 8-3 Longitud conducciones de recolección**

Diámetro (mm)	Longitud (m)			Total (m)
	Asbesto cemento	Acero	HDPE	
Entre 300 y 700 mm	9.020			9.020
Entre 200 y 800 mm		3.845	5.443	9.288

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo localidad de Iquique. Diciembre 2018

## c) Red de recolección

La red de colectores tiene una longitud total de 257,3 km, de los cuales un 37% está compuesto por PVC, 22% por cemento asbesto, y un 41% por otros materiales. Por otra parte, las conducciones de recolección alcanzan una longitud de 37,8 km. Adicionalmente, el sistema cuenta con 36.162 Uniones Domiciliarias y 4 grupos electrógenos.

Una fracción de las aguas servidas de Iquique se une con las aguas servidas de la localidad Alto Hospicio, en la PEAS El Morro. Posteriormente se elevan a la Planta de Pretratamiento Barrio Industrial, la cual recibe las aguas de El Morro y de la zona norte de la ciudad. Luego de ser pretratadas, son elevadas hasta la cámara de carga del Emisario Punta Negra, mediante el cual las aguas son dispuestas en el Océano Pacífico.

El porcentaje restante de las aguas servidas de Iquique, correspondientes a las zonas sur y centro-sur de la ciudad, son conducidas a la Planta de Pretratamiento Playa Brava. Luego de ser pretratadas, son dispuestas en el mar por medio del Emisario Playa Brava de una longitud de 1840 m, mediante el cual las aguas son dispuestas en el Océano Pacífico.

**Cuadro 8-4 Longitud (m) red de recolección**

Diámetro (mm)	Asbesto cemento	PVC	HDPE	Cemento comprimido	Total (m)
Menor a 180 mm	33.229			58.933	92.162
180		59.115			59.115
200	14.096	17.943		38.360	70.399
250	5.582	1.998		7.537	15.117
280			247		247
300	761			2.232	2.993
315		1.241	30		1.271
350	980	60	192	2.336	3.568
400	81			3.236	3.317
450				1.338	1.338
500	9			240	249
550	650				650
600	159				159
700	830				830
<b>Total</b>	<b>56.377</b>	<b>80.357</b>	<b>469</b>	<b>114.212</b>	<b>251.415</b>

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo localidad de Iquique. Diciembre 2018

**d) Uniones domiciliarias**

La red contaba al año 2018, con 36.162 uniones domiciliarias.

**e) Coeficiente de recuperación**

El coeficiente de recuperación adoptado es de 0,90. Coeficiente que refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias), que se descarga al alcantarillado y depende entre otros factores, de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población y del uso que se le dé al agua.

Los caudales de aguas servidas a recolectar, estimados por la empresa sanitaria son:

**f) Caudal a recolectar por área geográfica:****Cuadro 8-5 Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)**

Iquique	Superficie (ha)	Población (Hab)	Nivel de atención (1) (l/Hab/día)	Vol. Medio mes por cliente (2) (m <sup>3</sup> /cliente/mes)	Coeficiente de recuperación
Año 1 (2018)	8.673	197.827	180	18	0,90
Año 5 (2022)	8.673	210.819	180	17	0,90

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano (2018)

NOTAS:

(1) Corresponde al valor de agua potable multiplicado por el coef. de recuperación considerado para el sector.

(2) Vol. Máx. por cliente = dotación media (m<sup>3</sup>/cliente/mes) \* CMMC \* coef. Recuperación. Donde CMMC= 1,09; es el coeficiente de mes de máximo consumo. Este corresponde al cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual.

Los caudales de aguas servidas estimados por la empresa sanitaria son:

**Cuadro 8-6 Caudales de aguas servidas**

Sistema	Caudal A. Servidas (l/s)	Año 2013	Año 2017	Año 2027
Playa Brava	Medio Anual	233	249	280
	Máximo Horario	455	479	518
Punta Negra + Alto Hospicio	Medio Anual	309	358	425
	Máximo Horario	499	543	613
Playa Blanca	Medio Anual	-	11	27
	Máximo Horario	-	34	74
<b>TOTAL</b>	<b>Medio Anual</b>	<b>402</b>	<b>437</b>	<b>501</b>
	<b>Máximo Horario</b>	<b>714</b>	<b>762</b>	<b>839</b>

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo localidad de Iquique. Diciembre 2018

**8.1.2 Proceso de disposición**

El concesionario de la disposición de aguas servidas es ECONSSA CHILE SA. Aguas del Altiplano S.A. es el administrador.

La disposición final de los efluentes del sistema de alcantarillado de aguas servidas de Iquique considera la descarga actual y futura al mar, mediante un emisario submarino ubicado en el sector Playa Brava y en Bahía Punta Negra.

**a) Planta de tratamiento de aguas servidas**

El sistema no cuenta con sistema de tratamiento de aguas servidas

**b) Planta de tratamiento preliminar**

El sistema cuenta con dos plantas de pretratamiento denominadas Emisario Playa Brava y Barrio Industrial.

Aproximadamente un 30% de las aguas servidas de la ciudad se unen con las aguas de Alto Hospicio en la PEAS El Morro, desde donde se elevan a la planta de pretratamiento Barrio Industrial que recibe las aguas de El Morro y de la zona norte de la ciudad totalizando del orden del 40% de las aguas de la ciudad (además de las de Alto Hospicio) luego las aguas son dispuestas en la cámara de carga del emisario Punta Negra, y luego a través de este dispuestas en el Océano Pacífico. El emisario tiene una longitud de 1.494 m (de los cuales 104 m son terrestres) y 800 mm de diámetro y sus difusores se ubican a 40 m de profundidad aproximadamente.

Otra parte de las aguas servidas de Iquique, correspondientes a las zonas centro sur de la ciudad, más los aportes de ATO Las Terrazas, son conducidas hasta la planta de pretratamiento Playa Brava, donde luego de un pretratamiento correspondiente a cámara de rejillas y desarenador son dispuestas en el mar por medio del Emisario Submarino del mismo nombre, de 1.840 m de longitud (de los cuales 332 son terrestres) y 900 mm de diámetro.

Para el sector de expansión sur de la ciudad denominada 3 Islas - Playa Blanca - Altos de Playa Blanca se contempla la inclusión de un sistema de disposición independiente en el sector de Playa Blanca que considera una planta de tratamiento en base a lodos activados con descarga a emisario Playa Brava, que permitirá en el futuro inmediato, dar factibilidad a estas zonas, cuyos planes reguladores aún se encuentran en proceso de aprobación.

**c) Plantas elevadoras de disposición**

El sistema cuenta con dos plantas elevadoras denominadas Playa Brava y Barrio Industrial.

**d) Conducciones de disposición**

Iquique cuenta con una impulsión denominada Barrio Industrial de 700 mm de diámetro en hormigón de 1.170 m en asbesto cemento.

Para la situación Actual y Futuro (año 1 y 5) la disposición será al océano pacífico, en el sector Playa Brava y en Bahía Punta Negra ciudad de Iquique, a partir de la descarga de las plantas de tratamiento preliminar Emisario Submarino Iquique y Barrio Industrial y Emisario Submarino Iquique.

Las plantas de pretratamiento de Iquique cuentan con cámara de rejillas, desarenador. El caudal de diseño es de 460 l/s y 470 l/s equivalente a la capacidad actual de tratamiento.

El sistema de disposición de aguas servidas cuenta con tres plantas elevadoras de disposición final detalladas en el siguiente cuadro.

**Cuadro 8-7 Plantas elevadoras de disposición**

Nombre	Caudal de diseño [l/s]	Capacidad máxima [l/s]	Altura [m]
PEAS Playa Brava	460	460	9,7
PEAS Barrio Industrial	470	470	12
PEAS Externa Playa Brava	820		4,5

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano. 2018.

Iquique cuenta con dos conducciones de disposición final, indicados a continuación:

**Cuadro 8-8 Conducciones de disposición**

Nombre	Diámetro [mm]	Longitud total [m]	Material
Impulsión Barrio Industrial	700	1170	Cem. Abesto
Impulsión Alto Hospicio HDPE 250	250	1830	HDPE

Fuente: Actualizaciones Planes de Desarrollo Aguas del Altiplano. 2018.

### a) Emisarios submarinos

Iquique dispone sus aguas servidas mediante dos emisarios submarinos denominado Playa Brava de una longitud de 1.840 m y un caudal de diseño de 503 l/s y el emisario Punta Negra de una longitud de 1.494 m y un caudal de diseño de 577 l/s.

La empresa tiene otorgadas tres Concesiones marítimas de acuerdo al siguiente detalle:

- Concesión Marítima Mayor otorgada a la Empresa de Servicios Sanitarios de Tarapacá S.A., en el sector denominado Playa Brava, comuna y provincia de Iquique, se otorgó mediante Decreto (M) N° 698 de fecha 22 de septiembre de 1993 y fue modificada por Decreto (M) N° 297 de fecha 08 de octubre de 2010, se encuentra vigente hasta el 30 de junio de 2042, cuyo objeto es "Amparar el tendido de un emisario, en un sector de terreno de playa, playa y fondo de mar.
- Concesión Marítima Mayor otorgada a la Empresa de Servicios Sanitarios de Tarapacá S.A., en el sector denominado Punta Negra, comuna y provincia de Iquique, se otorgó mediante Decreto (M) N° 581 de fecha 17 de agosto de 1993 y fue modificada por Decreto (M) N° 298 de fecha 08 de octubre de 2010, se encuentra vigente hasta el 30 de junio de 2042, cuyo objeto es "Amparar el tendido de un emisario".
- Concesión Marítima Mayor otorgada la Empresa de Servicios Sanitarios de Tarapacá S.A., en los sectores denominado Tres Islas y Playa Lobito, comuna y provincia de Iquique, se otorgó mediante Decreto (M) N° 333 de fecha 08 de noviembre de 2004 y fue modificada por Decreto (M) N° 288 de fecha 08 de octubre de 2010, se encuentra vigente hasta el 31 de diciembre de 2042, cuyo objeto es "Amparar y habilitar en los sectores indicados; la instalación subterránea de cañerías de agua potable, las que además operarán como desagüe para permitir el vaciado de las cañerías en caso de alguna emergencia y operación del sistema.

## 8.2 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

### 8.2.1 Estimación de demandas de aguas servidas

Para la estimación de los caudales de aguas servidas requeridos según el incremento de población propuesto por el estudio Actualización Plan Regulador Comunal, en los cuadros siguientes se muestra la proyección de caudales en la situación con proyecto para la demanda total Iquique-Alto Hospicio.

### Cuadro 8-9 Proyección caudales de aguas servidas localidades Iquique y Alto Hospicio (incluye Chanavayita)

Escenario	Población			Dotación saneada I/hab/día	Coeficiente recuperación [R]	Caudales aguas servidas				Caudales totales			
	Total	Cobertura	Saneada			Qmed	Qmáx. D	Coef. Harmon	Qmáx. H	Qmed	Qmáx. D	Coef. Harmon	Qmáx. H
	hab	%	hab			I/s	I/s	-	I/s	I/s	I/s	-	I/s
Plan de Desarrollo (2032)	402.332	93,2%	374.870	179,5	0,90	700,9	840,9	1,60	1.121,0	700,9	840,9	1,60	1.121,0
Cabida máxima Iquique (incluye Chanavayita)	617.956	93,2%	575.776	179,5	0,90	1.076,6	1.291,6	1,50	1.615,0	1.076,6	1.291,6	1,50	1.615,0
Cabida máxima Chanavayita	5.218	93,2%	4.862	179,5	0,90	9,1	10,9	3,3	29,6	9,1	10,9	3,3	29,6

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018.

## 9 BALANCE OFERTA – DEMANDA

Para determinar la capacidad en la infraestructura de aguas servidas requerida para cubrir la demanda de cabida máxima de Iquique y Alto Hospicio, se consideró que la demanda para la cabida máxima se distribuye en la misma proporción que la demanda del año 2032, del Plan de Desarrollo, de la empresa sanitaria.

### 9.1 OBRAS DE RECOLECCIÓN

#### 9.1.1 Plantas elevadoras de recolección

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de elevación de aguas residuales para las plantas elevadoras de aguas servidas.

En el Plan de Desarrollo se prevé un aumento de la capacidad de la planta elevadora Playa Brava en el año 2020, de 558 l/s.

#### Cuadro 9-1 Balance oferta demanda PEAS localidad de Iquique (incluye Chanavayita)

Nombre	Capacidad Instalada [l/s]	Demanda Q max horario [l/s]	Balance sin proyecto [l/s]
PE Bajo Molle	50	48	2
PE Hayquique	60	73	-13
PE Carrara	37	7	30
PE Playa Brava	1018	1181	-163
PE El Morro	480	517	-37
PE Barrio Industrial	470	612	-142

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018.

Del cuadro anterior se concluye que se requieren inversiones adicionales a las propuestas por el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria, en las plantas elevadoras actuales para suplir la demanda en el escenario de Cabida Máxima.

#### 9.1.2 Conducciones AS de Recolección

El sistema de alcantarillado de Iquique cuenta con una red total, incluyendo impulsiones de aguas servidas, de más de 270 km de longitud, con diámetros que varían entre 110 y 1.000 mm. La red de recolección de Iquique

incluye los macro colectores estructurantes que conforman dos cuentas de aguas servidas, cada una correspondiente a la planta y emisario de disposición: Playa Brava y Barrio Industrial.

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de las conducciones de impulsión de aguas servidas en la etapa de recolección.

**Cuadro 9-2 Balance oferta demanda impulsiones PEAS localidad Iquique (incluye Chanavayita)**

Nombre	Capacidad Q max porteo [l/s]	Vel. [m/s]	Deq. [mm]	Demanda Q max H [l/s]	Balance sin proyecto [l/s]
IMP Bajo Molle	78,5	1,6	200	72	6,5
IMP Hayquique	153,9	0,97	280	86	67,5
IMP Carrara	41,1	2,3	145	53	-12,2
IMP El Morro	962,1	1,2	700	692	270,6
IMP Barrio Industrial	577,3	1,2	700	677	-99,8

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018.

Se evidencia que a excepción de la impulsión Barrio Industria y Carrara, no se presentan déficit en la capacidad de las conducciones del sistema.

### 9.1.3 Colectores Principales de Recolección

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de los colectores principales de recolección.

En el Plan de Desarrollo se prevé una inversión de aumento de capacidad de los colectores: Colector Interceptor II en 174 l/s, Colector XX en 10 l/s y Refuerzo Colector Tadeo Haenke en 200 l/s.

**Cuadro 9-3 Balance oferta demanda principales colectores localidad de Iquique (incluye Chanavayita)**

Nombre	Capacidad Q max porteo [l/s]	Demanda Q max [l/s]	Balance [l/s]
Colector Interceptor I	2630	216,2	2414
Colector Interceptor II (dda. I)	633,8	757,8	-124
Colector/interceptor IV	1121,7	471,5	650
Colector/interceptor V	384,5	89,8	295
Colector/interceptor VI	1022,6	612,0	411
Colector VII	125,2	16,0	109
Colector VIII	107,3	108,8	-1
Colector IX	245,4	81,0	164
Colector X	254,8	46,8	208
Colector XI	199,9	217,3	-17
Colector XII	286,6	180,4	106
Colector XIII	1150,8	24,5	1126
Colector XIV	60,8	31,0	30
Colector XV	176,9	109,6	67
Colector XVI	831,7	334,7	497
Colector XVII	242	69,0	173
Colector XVIII	125,4	24,6	101
Colector XIX	115	56,0	59
Colector XX	93,3	131,8	-39
Colector XXI	120,6	58,6	62
Colector XXII	319,3	38,2	281
Colector Norponiente	605,6	250,8	355
Refuerzo Colector Norponien	231,1	166,1	65
Refuerzo Colector Tadeo Ha	546,9	523,8	23
Refuerzo Interceptor II	895,5	435,8	460

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018.

Se observa que existe déficit de capacidad para conducir los caudales requeridos, en el escenario de cabida máxima, por lo que se requieren inversiones adicionales a las consideradas en el Plan de Desarrollo.

#### 9.1.4 Obras de Disposición

De acuerdo con el Plan de Desarrollo, a partir del año 2019 la totalidad de las aguas servidas de la localidad de Alto Hospicio descargan a la red de la ciudad de Iquique para ser tratados y dispuesto en el Océano Pacífico a través del Emisario Submarino Punta Negra pasando por alguna de las dos plantas de pretratamiento existentes: Barrio Industrial y Playa Brava.

##### a) Capacidad de Tratamiento de Disposición

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de las plantas de tratamiento.

**b) Planta de Tratamiento Playa Brava**

En el Plan de Desarrollo se prevé un proyecto al año 2020 para aumentar la capacidad de la planta de Tratamiento en 372 l/s.

**Cuadro 9-4 Balance oferta demanda PTAS Playa Brava localidad de Iquique**

Año	Q demanda PTAS Playa Brava [l/s]	Q Oferta PTAP [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	1181	1018	-163

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018.

Del cuadro anterior es posible concluir que, para el escenario analizado, se requieren inversiones adicionales a las consideradas en el Plan de Desarrollo, en la planta de tratamiento Playa Brava, para cubrir la demanda de la cabida máxima.

**c) Planta de Tratamiento Barrio Industrial****Cuadro 9-5 Balance oferta demanda PTAS Barrio Industrial localidad de Iquique**

Año	Q demanda PTAS Barrio Industrial [l/s]	Q Oferta PTAP [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	612	580	-32

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018

Del cuadro anterior es posible concluir que, al escenario analizado, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de la planta de tratamiento Barrio Industrial.

**d) Capacidad de Tratamiento de Disposición**

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de la planta elevadora de aguas servidas.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo se prevé un aumento de capacidad de la PEAS Playa Brava de 168 l/s en el año 2020.

**Cuadro 9-6 Balance oferta demanda PE Playa Brava. Localidad de Iquique**

Año	Capacidad instalada PE Playa Brava [l/s]	Demanda [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Cabida máxima	1018	1181	-163

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018

Se presenta un déficit de capacidad en la planta elevadora para el escenario analizado, por lo que se deberán realizar inversiones adicionales a las consideradas por la empresa sanitaria.

**e) Balance en Capacidad de Tratamiento de Disposición**

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda de las conducciones de disposición.



**Cuadro 9-7 Balance oferta demanda emisarios de AS localidad de Iquique**

Nombre	Capacidad Q máx. porteo [l/s]	Demanda Q máx. [l/s]	Balance con proyecto [l/s]
Emisario Playa Brava	954	1181	-227
Emisario Punta Negra	769	612	157

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018

Se requiere una inversión adicional para aumentar la capacidad del emisario Playa Brava para suplir la demanda del escenario de cabida máxima. Las estimaciones consideran la ciudad de Iquique y Alto Hospicio en el escenario propuesto de cabida máxima.

## 9.2 LOCALIDAD DE CHANAVAYITA

### 9.2.1 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.

#### a) Redes de recolección

Para las nuevas redes de alcantarillado requeridas para dar servicio a la población estimada en el Plan Regulador no se considera caudal de infiltración, dado que se propone la instalación de cañerías de HDPE estancas.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la longitud de las redes requeridas en la localidad que deberá instalar la empresa, se proponen que las tuberías de diámetros inferiores a 200 mm serán de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros de uso habitual, es decir 12 m/viv, y a modo referencial se utilizará una proporción de 2,5 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que se requieren para cubrir la demanda de cabida máxima.

La red necesaria para abastecer la cabida máxima en el límite urbano propuesto en la localidad de Chanavayita, considerando un 100% de cobertura, se indica en los cuadros siguientes. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Se estima que la localidad podrá contener una cabida máxima de 5.218 hab y un total de 1.601 viviendas, por lo que se requiere instalar una longitud total de redes de recolección de 16.126 m.

Para la estimación de diámetros requeridos se utiliza la fórmula de Manning con un coeficiente de rugosidad de 0,013. Considerando que la velocidad sea menor a 1,5 m/s para el colector principal se determina el diámetro máximo.

**Cuadro 9-8 Requerimientos de Cañerías de recolección localidad de Chanavayita**

Diámetro (mm)	%	Longitud (m)
300	20	3.225
250	20	3.225
200	20	3.225

Diámetro (mm)	%	Longitud (m)
175	40	6.450
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>16.126</b>

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

**Cuadro 9-9 Caudal de diseño de colectores propuestos**

i ‰	D (mm)	n	Capacidad (l/s) H/d= 0,7	Q diseño L/s	Velocidad (m/s)
2,00	300	0,013	36,2	29,6	0,56
2,00	250	0,013	22,3	20,7	0,56
3,00	200	0,013	15,0	20,7	0,88
3,00	175	0,013	10,5	14,5	0,81

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

La distribución temporal y espacial de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

#### b) Planta de tratamiento

La demanda de tratamiento, para la cabida máxima en la localidad de Chanavayita corresponde a un caudal total de 9,1 l/s.

**Cuadro 9-10 Demanda y oferta de la planta de tratamiento para la cabida máxima**

	POBLACION TOTAL (hab.)	COBERTURA %	DEMANDA Qmed (l/s)
<b>Cabida máxima Chanavayita</b>	5.218	100	9,1

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

Se requiere construir una planta de tratamiento de 9,1 l/s, para dar servicio a la cabida máxima. Se propone una planta de tratamiento en base a lodos activados con descarga a emisario submarino de 2 km de longitud, D= 200 mm.

**Cuadro 9-11 Caudal de diseño de emisario propuestos.**

	i ‰	D (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
<b>Cabida máxima Chanavayita</b>	2,00	200	0,013	14,5	9,1	0,39

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 de fecha 07.03.2001.

**Cuadro 9-12 Límites máximos en los parámetros de tratamiento.**

Parámetros	Límite Máximo
DBO <sub>5</sub>	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.

## 10 INFRAESTRUCTURA 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 la ciudad de Iquique, incluyendo la localidad de Chanavayita.

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, el Ministerio de Obras Públicas elaboró el estudio PM-28 Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Iquique elaborado por la empresa EDIC Ingenieros Ltda. en el año 2003.

El área de estudio propiamente tal comprende al menos toda la zona urbana definida en el año 2003, así como la futura, de la ciudad de Iquique y de la localidad de Alto Hospicio, y el área definida por la cuenca aportante. En total la superficie de estudio abarca cerca de 185 km<sup>2</sup>, de los cuales cerca de 60 km<sup>2</sup> corresponden al área urbana actual y futura.

Del análisis de los registros de precipitación indicados en el Plan Maestro señalado, muestran que en general las precipitaciones anuales en la zona son escasas o prácticamente inexistentes, por lo que es posible señalar que la ciudad de Iquique, incluyendo la localidad de Alto Hospicio, no presenta problemas asociados a las aguas lluvias de la manera y con la intensidad que se aprecia en otras zonas del país.

Los escasos eventos de precipitación no han superado los 7 mm de precipitación diaria, sin embargo, han producido el anegamiento de viviendas básicamente porque los techos de las mismas son inadecuados, ya sea por una construcción deficiente o por una falta de mantenimiento. Se producen pozas en las calles que, de acuerdo a los informes de prensa, en algunos sectores han alcanzado hasta 10 cm de profundidad, pero no han sido de una naturaleza que interfiera con el normal funcionamiento de la ciudad ni han generado inundaciones en las viviendas aledañas. Sólo han causado molestias a una población poco habituada a la lluvia. Mayores problemas han causado los vientos, que durante algunas de las tormentas han alcanzado velocidades de hasta 50 km/h, de acuerdo a las informaciones recopiladas en la prensa local, provocando la caída de árboles, poste de publicidad, interrupción del servicio eléctrico y la voladura de techos.

Los registros de precipitación sólo muestran la ocurrencia de tan sólo 5 eventos de precipitación importantes. Ellos se produjeron en septiembre de 1965, enero de 1969, enero de 1992, mayo del mismo año y julio de 2002. Las precipitaciones diarias registradas fluctuaron entre 3,7 mm y 7 mm, siendo el evento de mayo del 1992 el que registró las mayores precipitaciones. De estos sólo los de enero de 1965, mayo de 1992 y julio de 2002 aparecen mencionados en la prensa, en virtud de los problemas que produjeron.

Por otra parte, en general las precipitaciones son de tan baja intensidad que no existe registro que se haya producido, durante estos eventos, escurrimiento en las quebradas que confluyen a la Alto Hospicio o a Iquique. En general el agua caída se infiltra y no alcanza a producirse una escorrentía superficial.

Adicionalmente, aparecen tres lluvias importantes con cobertura de prensa, las cuales ocurrieron en junio de 1911, junio de 1940 y julio del mismo año.

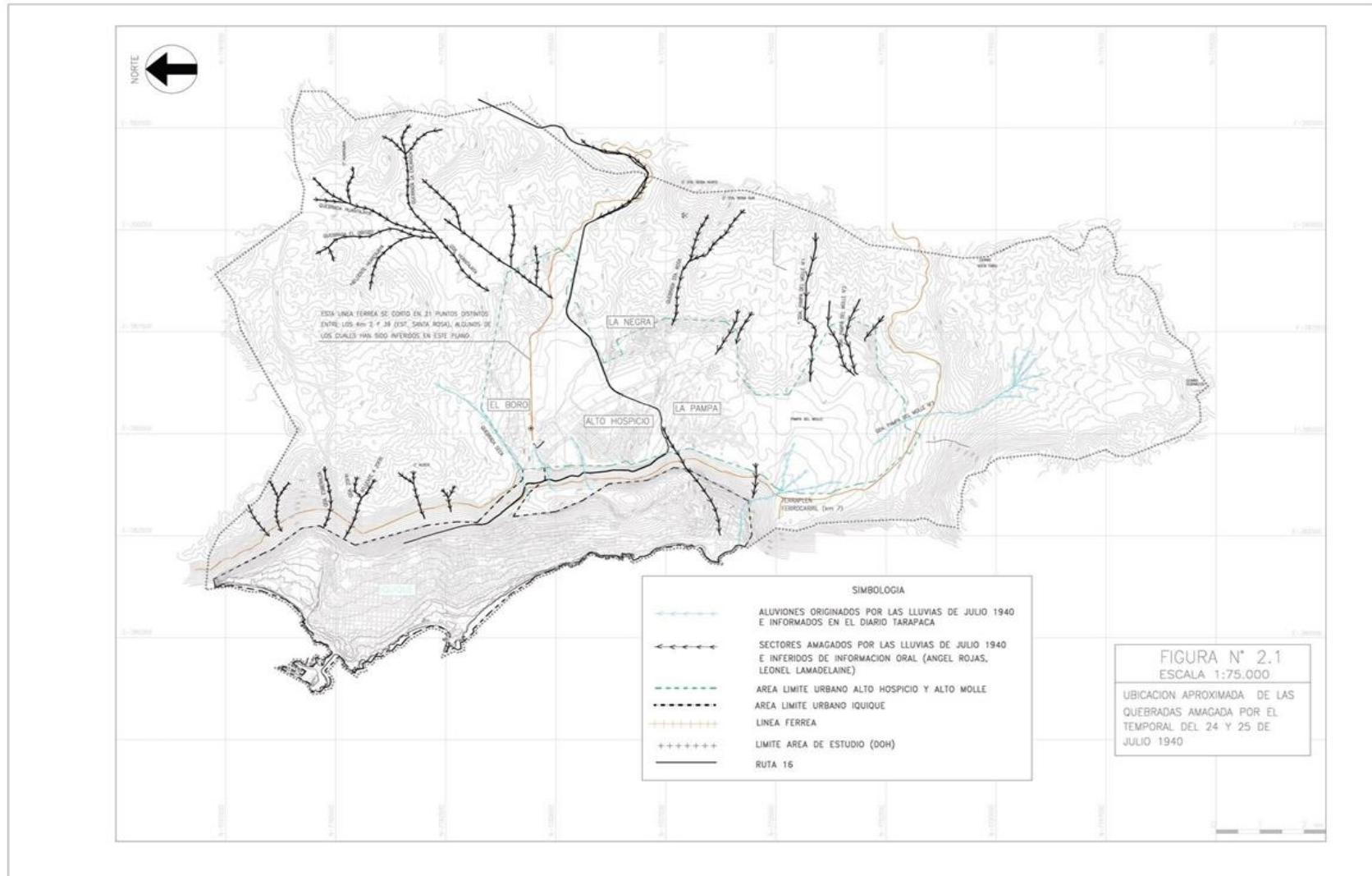
De acuerdo a lo que señala el Plan Maestro de Aguas Lluvias la ciudad de Iquique no presenta una problemática de aguas lluvias tradicionales, es decir, asociada a la inundación de calles o casas, como resultado de un

escurrimiento de las aguas lluvias a través de las mismas calles. A esto contribuye tanto la baja intensidad de las precipitaciones, como la alta capacidad de infiltración de la cuenca aportante, sumado además a la baja frecuencia de los eventos de precipitación.

El problema fundamental de Iquique, así como también de Chanavayita, radica en la falta de impermeabilización de sus viviendas, ya sea porque los techos son inadecuados o porque los materiales que conforman las paredes no son lo suficientemente impermeables. A lo anterior se suma que los fuertes vientos, que generalmente acompañan las tormentas, dañan o destruyen los techos de las viviendas más precarias.

Por ende, es posible sostener que la ciudad de Iquique, así como la localidad de Chanavayita, no necesita de un sistema de drenaje basado en colectores o sistemas de regulación para mitigar los problemas causados por las lluvias. En efecto, tanto la baja frecuencia de las lluvias, su baja intensidad, así como la escasa escorrentía que por las calles se produce, no ameritan la construcción de tales sistemas en virtud de su alto costo y de los bajos daños, que eventualmente evitarían. Lo cierto es que, para aminorar los problemas causados por la lluvia, se requiere de una mejora sustancial en la calidad de la impermeabilización de las viviendas y de la edificación en general.

Ilustración 10-1 Quebradas aportantes Plan Maestro Aguas Iluvias



## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones que surgen del presente estudio son las siguientes:

El territorio operacional actual y futuro de los servicios sanitarios es el mismo para el sistema de aguas potable. Así también, desde el año 2019 la empresa sanitaria se hace cargo adicionalmente de la recolección y disposición de las aguas servidas de la localidad de Alto Hospicio. En consecuencia, el territorio operacional futuro en alcantarillado incorpora la demanda generada en Alto Hospicio.

El estudio de factibilidad desarrollado para el estudio de Actualización Plan Regulador Comunal de Iquique considera un crecimiento de la población en el escenario de cabida máxima para la ciudad de Iquique como Alto Hospicio. En el caso de las localidades de La Huayca y Pozo Almonte que comparten algunas fuentes de producción con Iquique y Alto Hospicio, se consideró un desarrollo de la población similar a la cabida máxima de la ciudad de Iquique toda vez que el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria estima un crecimiento más acelerado que el de la localidad de Alto Hospicio.

Para la estimación de demandas se asimiló el comportamiento de los distintos sistemas a las demandas establecidas en el Plan de Desarrollo, lo que permite estimar los requerimientos globales de infraestructura. Sin embargo, una vez se densifiquen los sectores y los sistemas sean exigidos por los nuevos requerimientos, la infraestructura se irá modelando según dichas distribuciones. Los criterios señalados se aplicaron tanto a Iquique como a las localidades de estudio, que forman parte de los sistemas de producción, distribución, recolección, y disposición de la empresa sanitaria.

Para el sistema de agua potable, el estudio de Actualizaciones Planes de Desarrollo proyecta una población de 266.459 hab para Iquique, 148.516 hab para Alto Hospicio, 677 hab para La Huayca y 16.217 hab. para Pozo Almonte, todas estimadas al año 15 (2032). Lo anterior toma relevancia en el caso de las fuentes compartidas entre las distintas localidades. La población proyectada para el escenario de Cabida Máxima es de 459.664 hab para Iquique – incluyendo 5.128 hab para Chanavayita – de 158.292 hab para Alto Hospicio, 681 hab para La Huayca y de 18.073 hab para Pozo Almonte.

De acuerdo con el análisis, para el sistema de agua potable de la localidad de Chanavayita se considera una longitud en redes de distribución equivalente a 16 km de red en tubería de HDPE estancas. Se requiere un volumen de regulación de 300 m<sup>3</sup> considerando un volumen de incendio de 115 m<sup>3</sup>, la instalación de grifos de incendio, la instalación de sistemas de tratamiento en base a cloro y flúor, la instalación de válvulas para el acuartelamiento de la red, y la instalación de 1.600 arranques.

Para el sistema de aguas servidas se considera la ciudad de Iquique y la localidad de Alto Hospicio, la cual descarga el 100% de sus aguas al sistema de recolección y disposición de la ciudad de Iquique a partir del año 2019. El estudio de Actualizaciones Planes de Desarrollo proyecta una población de 402.332 hab al año 15. La población proyectada para el escenario de Cabida Máxima es de 617.956 hab. Dado lo anterior, el Plan Regulador Comunal deberá considerar tanto las inversiones propuestas por la empresa sanitaria en el estudio de Actualizaciones Planes de Desarrollo, y adicionalmente, la inversión incremental necesaria para abastecer la demanda de escenario propuesto considerando cabida máxima. Cabe destacar que el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria considera inversiones a realizar para cubrir la demanda esperada al año 2032.

En particular, para el sistema de aguas servidas de la localidad de Chanavayita se considera una red de colectores de 16 km, con un total de 1.600 uniones domiciliarias. Se considera la instalación de una planta de tratamiento en base a lodos activados para un caudal medio 9,1 l/s y con descarga mediante un emisario submarino de diámetro 200 mm en HDPE y de una longitud aproximada de 2 km.

Finalmente, para satisfacer la demanda de infraestructura de los sistemas de producción, distribución, recolección y disposición, propuesta en el estudio de Actualizaciones, la empresa sanitaria considera una inversión de **698.000**

**UF (sin IVA).** Para el escenario de Cabida Máxima propuesta en el estudio Actualización Plan Regulador Comunal de Iquique se considera una inversión incremental de acuerdo con lo detallado en los siguientes cuadros:

**Cuadro 11-1 Inversión incremental etapa de producción y distribución actualización PRC Iquique**

<b>CABIDA MAXIMA (ADICIONAL AL PD)</b>	<b>Inversion adicional (UF) sin IVA</b>
Produccion	568.500
Distribucion	409.500
<b>Total AP</b>	<b>978.000</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018

**Cuadro 11-2 Inversión incremental etapa de recolección, tratamiento y disposición, actualización PRC Iquique**

<b>CABIDA MAXIMA (ADICIONAL AL PD)</b>	<b>Inversion adicional (UF) sin IVA</b>
Recoleccion	204.750
Tratamiento	61.425
Disposicion	12.285
<b>Total AS</b>	<b>278.460</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de criterios de diseño Actualizaciones Planes de Desarrollo de Aguas del Altiplano. 2018

Respecto a la infraestructura de aguas lluvias, se determinó que, debido a la falta de impermeabilización en las viviendas de la zona, la ciudad de Iquique no necesita de un sistema de drenaje para mitigar los problemas causados por las lluvias. La escasa escorrentía que se produce por las calles no amerita la construcción de tal sistema, en virtud de su alto costo y de los bajos daños que eventualmente evitarían.

Lo cierto es que, para aminorar los problemas causados por la lluvia, se requiere de una mejora sustancial en la calidad de la impermeabilización de las viviendas y de la edificación en general, para mitigar cualquier efecto adverso que ocurra en eventuales lluvias por sobre lo esperado.

## **12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES LUEGO DE PROCESO DE CONSULTA PUBLICA DE PRC PROPUESTO**

A partir de las instancias de exposición y consulta pública, en el marco de lo prescrito en el art 43 LGUC, y el artículo 2.1.11 LGUC, se acogieron observaciones al plan que implicaron ajustes normativos que finalmente se tradujeron en el proyecto del plan.

Respecto de las cabidas de población consideradas, el escenario PRC evaluado consideró una población total de 459.664 habitantes, y específicamente para Chanavayita una población de 5.218 habitantes (ver cuadro 5-1. Proyección de Población). Los ajustes normativos antes señalados, generan una población total que va desde 422.320 (en escenario sin incentivos), hasta 513.434 habitantes (en escenario con incentivos). Así también, y específicamente para Chanavayita, los ajustes consideran un total de 4.615 sin incentivos, y 8.253 con incentivos.

Por lo tanto, la situación evaluada y reportada en este informe es una condición intermedia entre ambos escenarios (con y sin incentivos), por lo que los resultados reportados siguen siendo válidos para la situación con ajustes.