

Cliente:



Documento:

PLAN DE DESARROLLO PERIODO 2016 - 2031

Preparado por:



Rev.	Fecha	Emitido para	Preparó	Revisó	Aprobó	
A	25/08/16	Revisión Interna	JBF	MGN		
B	18/11/16	Revisión SISS	JBF	MGN		
C	19/12/16	Revisión SISS	JBF	MGN		
D	05/05/17	Revisión SISS	JBF	FNY		
E	16/06/17	Revisión SISS	JBF	FNY		

ÍNDICE

1	PRESENTACIÓN.....	1-1
2	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE CONCESIÓN Y TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	2-2
2.1	Plano del Territorio Operacional de Agua Potable y Alcantarillado.	2-2
2.2	Plano del Territorio Operacional de Aguas Servidas.	2-3
3	CATASTRO Y DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.	3-1
3.1	Catastro de la Infraestructura Existente.	3-1
3.1.1	Servicio de Agua Potable.....	3-1
3.1.1.1	Etapa de Producción.	3-4
3.1.1.2	Etapa de Distribución.....	3-6
3.1.2	Servicio de Alcantarillado.....	3-7
3.1.2.1	Etapa de Recolección.....	3-9
3.1.2.2	Etapa de Disposición.....	3-10
3.2	Diagnóstico de la Infraestructura Existente.....	3-11
3.2.1	Obras Generales.....	3-11
3.2.2	Redes.	3-11
4	PROYECCION DE DEMANDA.....	4-1
4.1	Proyección de Población y Clientes.....	4-1
4.2	Coeficientes de Consumo.....	4-3
4.3	Proyección de Demanda de Agua Potable.....	4-4
4.4	Proyección de Demanda de Aguas Servidas.....	4-7
5	BALANCE OFERTA – DEMANDA.....	5-10
5.1	Balance Oferta – Demanda de Agua Potable.....	5-10
5.1.1	Balance Oferta Demanda de Producción.....	5-14
5.1.1.1	Derechos de Agua y Oferta de Fuentes Superficiales.....	5-14
5.1.1.2	Derechos de Agua y Oferta de Fuentes Subterráneas.....	5-14
5.1.1.3	Plantas de Tratamiento de Agua Potable.....	5-18
5.1.1.4	Plantas Elevadoras de Agua Potable e Impulsiones de Producción.....	5-21
5.1.1.5	Conducciones.....	5-38
5.1.2	Balance Oferta Demanda Distribución.....	5-38
5.1.2.1	Estanques de Distribución.....	5-38
5.1.2.2	Conducciones de Distribución.....	5-42

5.1.2.3	Plantas elevadoras e Impulsiones de Distribución.....	5-44
5.1.2.4	Red de Distribución.	5-47
5.2	Balance Oferta – Demanda de Aguas Servidas.....	5-48
5.2.1	Balance Oferta – Demanda de Recolección.	5-50
5.2.1.1	Plantas Elevadoras e Impulsiones de Recolección.	5-50
5.2.1.2	Conducciones de Aguas Servidas.	5-56
5.2.1.3	Redes de Recolección.	5-58
5.2.2	Balance Oferta – Demanda de Disposición.	5-58
5.2.2.1	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.....	5-58
5.2.2.2	Conducciones de Disposición de Aguas Servidas.....	5-67
5.2.2.3	Plantas Elevadoras e Impulsiones de Disposición de Aguas Servidas.....	5-69
6	SOLUCION DEFINIDA POR LA EMPRESA.	6-1
6.1	Solución Etapa de Producción.	6-1
6.2	Solución Etapa de Distribución.	6-2
6.3	Solución Etapa de Recolección.	6-2
6.4	Solución Etapa de Disposición.....	6-3
7	PROGRAMA DE INVERSIONES.	7-1
8	CRONOGRAMA DE OBRAS	8-1
9	EVALUACION ECONOMICA DEL PLAN DE DESARROLLO.	9-1

ANEXOS

ANEXO 1:	PLANO DE TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
ANEXO 2:	CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE
ANEXO 3:	DEMANDA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS
ANEXO 4:	FICHA DE ANTECEDENTES TÉCNICOS (FAT)
ANEXO 5:	CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LA SOLUCIÓN DE LA EMPRESA
ANEXO 6:	PLANO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y PROYECTADA DE AGUA POTABLE
ANEXO 7:	PLANO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y PROYECTADA DE AGUAS SERVIDAS
ANEXO 8:	ANÁLISIS HIDRÁULICO RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
ANEXO 9:	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CONDUCCIONES DE RECOLECCIÓN Y RED DE RECOLECCIÓN AGUAS SERVIDAS.
ANEXO 10:	CARTA RESPUESTA ACTA FISCALIZACIÓN N°43699 (GRUPO GENERADOR DE RESPALDO).

1 PRESENTACIÓN

En el presente informe se desarrolla la "Actualización del Plan de Desarrollo de Empresa de Agua Potable Lo Aguirre S.A.", en adelante EMAPAL, para el período 2016 hasta el año 2031, considerando 2016 el año 0 y un período de previsión de 15 años.

El informe se ha desarrollado bajo la directrices de la " Guía de Elaboración de Los Planes de Desarrollo" de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) de Noviembre del 2009.

Como antecedente se ha tenido a la vista el "Plan de Desarrollo período 2011-2026" realizado por DyH CONSULTORES e información entregada por EMAPAL.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	1-1

2 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE CONCESIÓN Y TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

El área de concesión de la empresa corresponde a los terrenos ubicados en el sector de Las Lomas de Lo Aguirre, antiguo sector de la minera “La Africana”, en la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana.

La superficie total corresponde a 261,6 hectáreas, la que está emplazada en la ribera oeste del Río Mapocho, a escasos kilómetros del enlace Costanera Norte - Ruta 68.

Esta área se encuentra dividida en 2 grandes sectores, uno dedicado a desarrollo inmobiliario y otro a reserva ecológica. La superficie de cada sector de desarrollo se presenta en la siguiente tabla.

Cuadro Nº 2-1: Superficies Sectores de Desarrollo

Lomas de Lo Aguirre	Superficie (hás)
Desarrollo Inmobiliario	107,5
Reserva	154,1
Total	261,6

2.1 Plano del Territorio Operacional de Agua Potable y Alcantarillado.

Para las concesiones de Distribución y Recolección se entrega un único plano del área de concesión, con sus vértices definidos en base a coordenadas UTM. El plano se adjunta en el Anexo Nº1 y en formato digital.

La escala del plano del territorio operacional se encuentra en escala 1:10.000, e incluye un esquema de ubicación geográfica con su emplazamiento a nivel regional, provincial y comunal.

Este plano detalla el área de concesión, el detalle de las manzanas y de las calles, con curvas de nivel cada 5 metros.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	2-2

El plano digital contiene capas o layers separados para el límite del territorio operacional, límite urbano, curvas de nivel, calles, manzanas y otros elementos adicionales.

El levantamiento aerofotogramétrico fue realizado por CADE-IDEPE – MOP D.O.H. en abril de 2000, completado con levantamiento digitalizado de cartas IGM 1:50.000 de 1997 y ortofotos CIREN CORFO 1:20.000 de 1983.

2.2 Plano del Territorio Operacional de Aguas Servidas.

El territorio operacional de Aguas Servidas es el mismo territorio que el de Agua Potable.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	2-3

3 CATASTRO Y DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

En este punto corresponde entregar el catastro y el diagnóstico de la infraestructura existente de la empresa.

3.1 Catastro de la Infraestructura Existente.

A continuación se describe la infraestructura existente y el catastro de la misma se entrega en el Anexo N°2.

3.1.1 Servicio de Agua Potable.

La empresa tiene cuatro fuentes subterráneas: Pozo N°1, Pozo N°2, Pozo N°4 y Pozo N°6. Actualmente por bajo nivel de la napa subterránea el pozo N°1 está fuera de servicio (desde Agosto del 2013), y se está operando con un caudal aproximado máximo de 35 L/s (Pozo N°2 y Pozo N°6), quedando el Pozo N°4 stand-by del N°6.

Los cuatro pozos cuentan con plantas elevadoras tipo C, de acuerdo a la definición dada en el documento SISS “Especificación de Información Nueva Base de Infraestructura PR12001 de Diciembre de 2008, versión Diciembre 2013”. En este tipo de plantas, los equipos de bombeo se instalan en el interior de la captación, y en particular para el caso de sondajes se tiene una bomba de motor sumergido al equipo al interior de la entubación.

Desde el Pozo N°2 se elevan las aguas al estanque N°1. Las aguas de los Pozos N°6 y N°4 impulsan al estanque N°2 operando en forma alternada.

En cada línea de impulsión de producción se tiene un equipo clorador para desinfección.

Existe una planta elevadora e impulsión desde el estanque N°2 al estanque N°3 para abastecer el Sector Alto de Lomas de Lo Aguirre.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-1

Desde cada uno de los estanques sale una alimentadora de distribución que cubren toda el área de concesión:

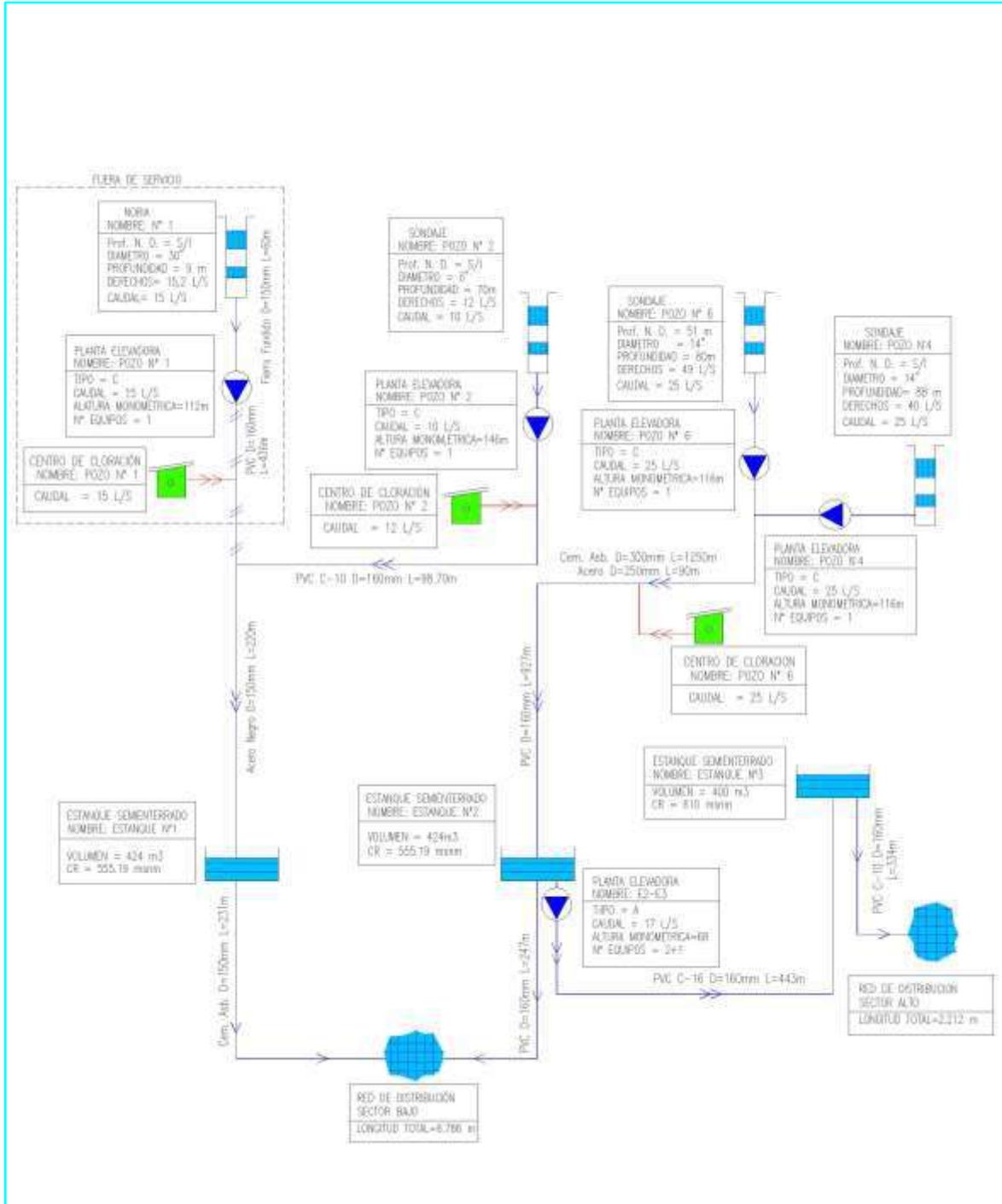
- 1) Monte Tabor Norte que corresponde al Estanque N°2;
- 2) Monte Tabor Sur que corresponde al Estanque N°1 y;
- 3) Nueva alimentadora (2004) desde el estanque N°3 (reemplazó a la impulsión desde estanque N°2 al estanque N°3 que en las horas de mayor consumo se utilizaba como conducción de distribución).

En el Anexo N°6 se entrega el plano con la infraestructura existente y proyectada de agua potable a escala 1:10.000.

En la Figura 3-1 de la página siguiente se presenta el esquema de la infraestructura existente.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-2

Figura N° 3-1: Sistema Existente de Producción y Distribución de Agua Potable.



DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-3

A continuación se presenta el detalle de la infraestructura correspondiente a las etapas de Producción y Distribución. Los cuadros correspondientes se entregan en Anexo N°2.

3.1.1.1 Etapa de Producción.

La empresa cuenta con derechos de agua en 4 sondajes. En todos los sondajes los caudales de extracción actuales son menores que los derechos constituidos.

El pozo N°1, del tipo Noria de 12 m de profundidad, se ubica en una caseta de albañilería de ladrillo debidamente resguardado de la intervención de terceros. El recinto a su vez cuenta con un cerco perimetral en buen estado. Tiene derechos de agua por un caudal de 15,2 L/s y su capacidad se encuentra limitada por la PEAP tipo C la que tiene un caudal de 15,0 L/s. El sondaje esta fuera de servicio desde Agosto del año 2013 por el nivel bajo de la napa freática.

El pozo N°2, se encuentra en cámara subterránea y se ubica en un recinto con cerco perimetral. Tiene derechos de agua por un caudal de 12,0 L/s y la PEAP tipo C asociada tiene una capacidad de 10,0 L/s.

El pozo N°6 se ubica en una franja de terreno que es bien nacional de uso público y que corresponde al antiguo camino a Valparaíso, en una cámara subterránea, y con el tablero eléctrico ubicado en altura. Tiene derechos de agua por un caudal de 49,0 L/s y su capacidad se encuentra limitada por la PEAP tipo C que tiene una capacidad de 25,0 L/s.

El pozo N°4 se ubica contiguo del sondaje N°6 y en la misma franja en que se ubica el pozo N°6, en una cámara subterránea, y con el tablero eléctrico ubicado en altura. Tiene derechos de agua por un caudal de 40,0 L/s y su capacidad se encuentra limitada por la PEAP tipo C que tiene una capacidad de 25,0 L/s.

Las instalaciones de fuerza y control de todos los pozos se ubican en casetas sobre el terreno o en postes, cercanos a los sondajes.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-4

Desde el pozo N°1 las aguas eran impulsadas hasta el estanque N°1, lo que se modificó el año 2014 ejecutando una conexión desde el pozo N°2 hasta la impulsión del pozo N°1, de PVC C-10 de 987 m de longitud y 160 mm de diámetro, la que se conecta a la salida del recinto a la impulsión original. Esta cuenta con un primer tramo de Fierro Fundido diámetro 150 mm y 40 m de longitud, un segundo tramo de PVC C-10 de 160 mm de diámetro y un largo de 436 m, y un tercer tramo de Acero Negro con un diámetro de 150 mm y un largo de 220 m.

El tramo de la impulsión desde el pozo N°2 hasta la conexión con la impulsión desde el pozo N°6 que alimenta al estanque N°2, quedó stand-by (53 m en PVC C-10 de 160 mm de diámetro).

El pozo N°6 alimenta al estanque N°2 por medio de una impulsión de 2.199 m de longitud, distribuida en una tubería de 90 m de acero negro y 250 mm diámetro que cruza el Estero Lampa; un tramo de cañería de asbesto cemento de 300 mm de diámetro y una longitud de 1.176 m, y un tramo final de 943 m de tubería de PVC C-10 de 160 mm de diámetro (este último tramo era el compartido con el sondaje N°2, que quedó alimentando al estanque N°1 desde el 2014).

El pozo N°4 se encuentra contiguo al pozo N°6 y se conecta a la impulsión del pozo 6 con un tramo de una tubería de Acero Negro de 200 mm de diámetro y una longitud de 100 m.

La desinfección del agua se realiza mediante la aplicación de hipoclorito de sodio en solución al 10%, en cada una de las líneas de impulsión de los sondajes. El centro de cloración del sondaje N°1 tiene una capacidad de 15 L/s, el centro de cloración del sondaje N°2 tiene una capacidad de 12 L/s y el del sondaje N°4 y N°6 tiene una capacidad de 25 L/s (centro de cloración compartido en la línea de impulsión).

Cada sondaje tiene un macromedidor mecánico asociado, instalados el año 2013 que reemplazaron a los originales en mal estado. El diámetro de los macromedidores de los sondajes N°1 y N°2 son de 150 mm, y los macromedidores de los sondajes N°4 y N°6 son de un diámetro de 200 mm.

EMAPAL, de acuerdo a su configuración de operación y decreto tarifario en vigencia, no considera dentro de sus inversiones o plan de desarrollo el respaldo fijo de grupos generadores en sus fuentes de agua potable, disponiendo de un contrato de arriendo y asistencia inmediata de equipos móviles con los respectivos proveedores, cumpliendo así con la normativa vigente. En Anexo

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-5

Nº10 se presenta carta EMAPAL ante requerimiento de fiscalización SISS Acta N°43.899 y carta respaldo de servicio con la empresa LUREYE.

3.1.1.2 Etapa de Distribución.

La empresa cuenta con tres estanques de regulación, con un volumen útil total de 1.248 m³. Estos estanques abastecen dos sectores de consumo: Sector Bajo y Sector Alto. El Sector Bajo es atendido por los estanques N°1 y N°2, y el Sector Alto es atendido por el estanque N°3.

El estanque N°1 tiene una cota de radier de 555,19 m.s.n.m y tiene una altura de aguas máximas de 3,75 metros, por lo que su volumen es de 424 m³, valor informado en la NBI. Este es un estanque circular de hormigón armado, semienterrado.

El estanque N°2 tiene un volumen de diseño de 500 m³ –volumen informado en la NBI- una cota de radier 555,19 m.s.n.m y tiene una altura de aguas máximas de 4,4 metros, circular de hormigón armado, semienterrado. Dado que con la actual configuración este estanque opera en conjunto con el estanque N°1 se limita su cota de aguas máxima a la altura del estanque N°1, es decir 3,75 metros, disminuyendo su volumen a 424 m³.

EMAPAL mantendrá el valor informado en la NBI del estanque N°2, ya que el esquema descrito podría cambiar por requerimientos operacionales, pudiendo volver a trabajar a su máxima capacidad.

El estanque N°3 de un volumen de 400 m³ –informado en la NBI- se ubica en la cota 610 m.s.n.m, también es un estanque de hormigón armado, semienterrado.

En el mismo recinto en que se ubica el Estanque N°2 se encuentra instalada una Planta Elevadora de Agua Potable tipo Booster, con variadores de frecuencia, para elevar las aguas al estanque 3, clasificada como Tipo A de acuerdo a la definición dada en el documento SISS “Especificación de Información Nueva Base de Infraestructura PR12001 de Diciembre de 2008, versión Diciembre 2013”. Esta planta elevadora impulsa por medio de una cañería de diámetro 160 mm de PVC C-10 y una longitud de 443 m.

Existen 3 conducciones de distribución: una correspondiente al estanque N°1, otra al estanque N°2 y una tercera correspondiente al estanque N°3 desde el año 2004, quedando la

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-6

impulsión de la planta elevadora booster sólo como alimentación desde el estanque N°2 al estanque N°3.

La red de distribución tiene una longitud total de 8.998 m, la que no incluye las conducciones de distribución, y donde 6.347 m corresponden a tuberías de PVC (70,5%) y 2.651 m corresponden a tuberías de Asbesto Cemento (29,5%).

La red de distribución del sector bajo tiene 3 estaciones reductoras de presión de 150 mm cada una para regular las presiones del sector bajo limitando la presión máxima a valores dentro de la norma.

Se encuentran instalados 3 macromedidores, uno cada estanque de distribución.

Al mes de Diciembre de 2015 se tenían 586 arranques de agua potable, de diámetros entre 13 y 40 mm siendo la mayor parte de ellos de 25 mm (un 98,5%).

La red de distribución tiene 40 grifos y 46 válvulas repartidas en ambos sectores.

3.1.2 Servicio de Alcantarillado

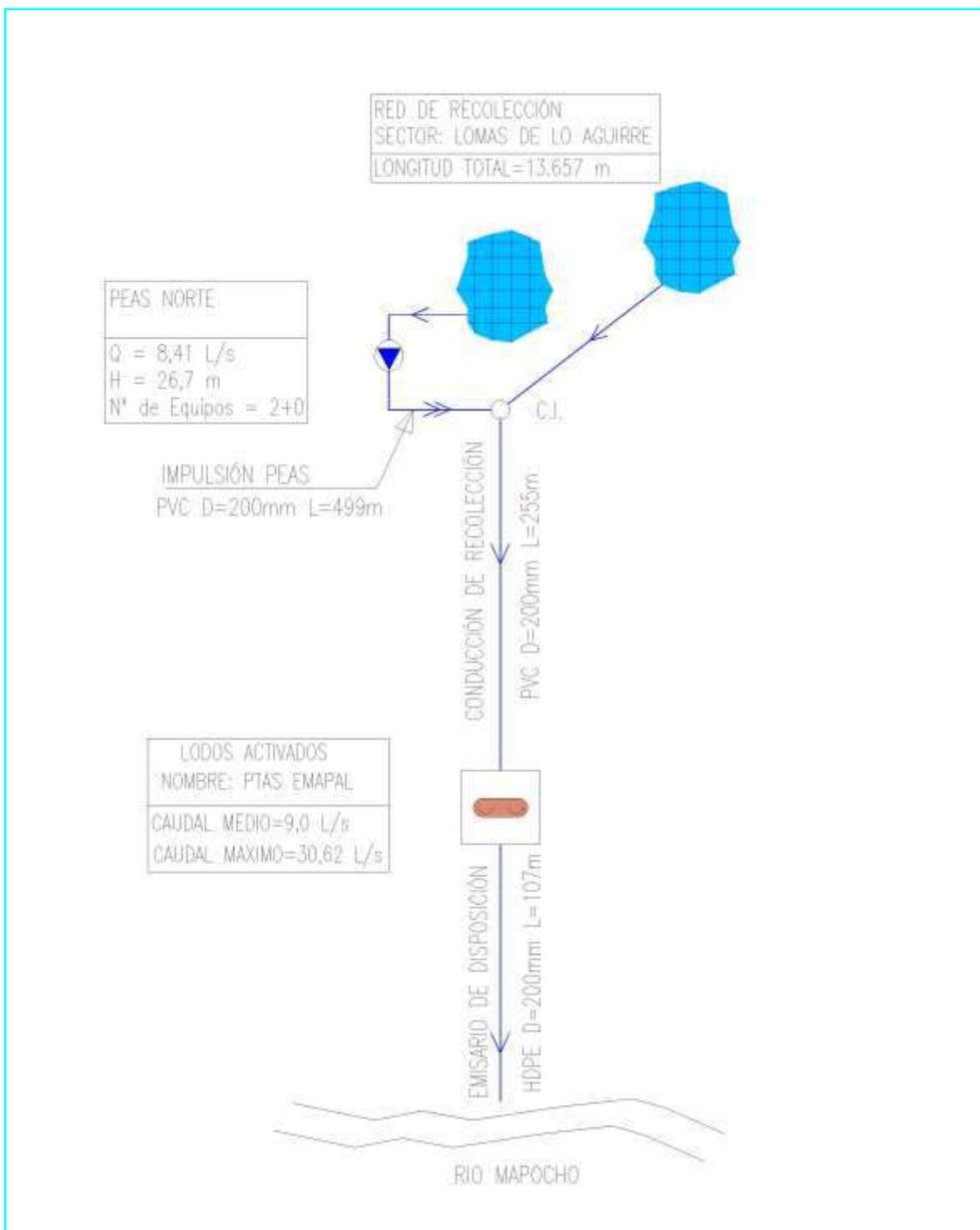
El sistema de alcantarillado consiste en una red de recolección con una longitud de 13.657 metros y diámetros ente 110 mm y 200 mm, una conducción de recolección, una planta elevadora de aguas servidas, denominada PEAS Norte, con su impulsión y una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) con su posterior descarga para la disposición final de las aguas servidas tratadas en el río Mapocho.

En el Anexo N°7 se entrega el plano con la infraestructura existente de aguas servidas a escala 1:10.000.

En la Figura 3-2 se presenta el esquema de la infraestructura existente.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-7

Figura N° 3-2: Sistema de Recolección y Disposición de Aguas Servidas Existente.



DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-8

3.1.2.1 Etapa de Recolección

La empresa cuenta con un único sistema de recolección formado por una red de colectores, principalmente de PVC (77,6%) y de cemento comprimido (22,4%), con una longitud total actual de 13.657 metros. Las aguas servidas se recolectan por medio de una conducción de recolección de diámetro 200 mm y 255 m de longitud.

En la NBI se informan las tuberías de cemento comprimido como de asbesto cemento, lo que se corregirá en su próxima actualización.

Al mes de diciembre de 2015, la Empresa tenía 586 Uniones Domiciliarias todas en diámetro de 110 mm.

Parte de las aguas servidas llegan hasta la PEAS Norte, desde donde son elevadas a una cámara de inspección de la red de recolección del sector gravitacional, desde donde son conducidas al recinto de la PTAS.

La PEAS Norte –en operación desde el año 2008- cuenta con 2 bombas centrifugas sumergibles, instaladas en una sentina de PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio). Se configuración es 2+0, es decir las dos bombas pueden operar en paralelo si las condiciones de caudal afluente así lo requieren.

El punto de trabajo con una bomba es 4,5 L/s @ 25,5 m y con las dos bombas 8,41 L/s @ 26,7 m.

La PEAS Norte de recolección cuenta con un grupo electrógeno de una capacidad 11,5 KVA.

En el sistema de información NBI, la capacidad de la PEAS Norte informada es de 3 L/s, que corresponde a una planta elevadora provisoria antes que entrarán en servicio la PEAS Norte actual y la planta de tratamiento de aguas servidas.

Dado que dentro de las inversiones del año 1: 2017 se incluye el reemplazo de la actual PEAS Norte por una planta elevadora de hormigón con una capacidad de bombeo de 20 L/s, EMAPAL realizará el cambio en el sistema de información NBI para esta nueva infraestructura cuando esta entre en operación.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-9

3.1.2.2 Etapa de Disposición.

La etapa de disposición consta de una PTAS de Lodos Activados con capacidad de diseño nominal estimada para 3.890 habitantes -considerando una carga unitaria de 52 gr DBO₅/hab- y un caudal medio de aguas servidas de 9,0 L/s.

La PTAS tiene una PEAS de cabecera que es parte integrante de la PTAS.

La PTAS cuenta con un grupo electrógeno de 110 KVA que también respalda a la PEAS de cabecera.

Desde la PTAS se entregan las aguas servidas tratadas al Río Mapocho mediante una conducción de HDPE de 200 mm y un largo de 107 metros.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-10

3.2 Diagnóstico de la Infraestructura Existente.

En los cuadros de catastro entregados en el Anexo N°2 se ha incluido la columna denominada “conservación”, en las que se indica el estado de las instalaciones de infraestructura indicadas en el punto anterior.

La columna “conservación” entrega la condición en la que la infraestructura se encuentra, la que puede ser:

- B : Si está en buenas condiciones.
- R+ : Si está en condiciones mejores que regular.
- R- : Si está en condiciones menos que regular.
- M : Si está en malas condiciones.

3.2.1 Obras Generales.

La infraestructura existente se encuentra en buenas condiciones, como se indica en los cuadros del catastro de infraestructura del Anexo N°2.

3.2.2 Redes.

Las Redes de la empresa se encuentran en buenas condiciones, lo que se respalda en el hecho de que no han existido suspensiones de servicio de agua potable y alcantarillado, por roturas u otras causas atribuibles a las redes.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	3-11

4 PROYECCION DE DEMANDA

El horizonte de análisis para la definición de la solución de abastecimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado es de 15 años. De acuerdo a lo dispuesto en la Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo, Capítulo III, punto 3 Proyección de Demanda, el año 0 corresponde al año 2016, ya que es el año de presentación de este Plan de Desarrollo a la SISS.

Para efectos de las proyecciones que se realizan se han considerado los datos de clientes existentes y consumos hasta Diciembre de 2015.

A continuación se entregan los resultados de la demanda calculada en la forma que se indica en el Anexo N°3.

4.1 Proyección de Población y Clientes.

La proyección de los clientes se realizó en base al crecimiento histórico de clientes, y la proyección de la población es un resultado de los clientes y un índice de habitabilidad constante para todo el período de previsión de 5 habitantes por vivienda.

En el siguiente Cuadro se entregan la proyección de población y clientes adoptadas.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-1

Cuadro Nº 4-1: Proyección de Población Adoptada.

Año	Período	Población Hab.	Clientes N°	Tasas Crecimiento (%)		Dens.Hab hab/viv	Clientes 52 bis N°	Población 52 bis Hab.
				Población	Clientes			
2015	-1	2.930	586			5	0	0
2016	0	3.295	659	12,5%	12,5%	5	0	0
2017	1	3.347	669	1,6%	1,5%	5	0	0
2018	2	3.402	680	1,6%	1,6%	5	0	0
2019	3	3.453	690	1,5%	1,5%	5	0	0
2020	4	3.505	700	1,5%	1,4%	5	0	0
2021	5	3.557	711	1,5%	1,6%	5	0	0
2022	6	3.608	721	1,5%	1,4%	5	0	0
2023	7	3.660	731	1,4%	1,4%	5	0	0
2024	8	3.712	742	1,4%	1,5%	5	0	0
2025	9	3.763	752	1,4%	1,3%	5	0	0
2026	10	3.815	762	1,4%	1,3%	5	0	0
2027	11	3.867	773	1,4%	1,4%	5	0	0
2028	12	3.918	783	1,3%	1,3%	5	0	0
2029	13	3.970	793	1,3%	1,3%	5	0	0
2030	14	4.022	804	1,3%	1,4%	5	0	0
2031	15	4.073	814	1,3%	1,2%	5	0	0

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-2

4.2 Coeficientes de Consumo.

Para la determinación de los coeficientes de consumo se utilizaron los datos históricos de SIFAC de los años 2003, 2004 y 2005. En Anexo N°3 se presenta en detalle su cálculo.

Según la Norma Chilena 691 Of.98. Agua Potable - Conducción, Regulación y Distribución, se definen los siguientes coeficientes de consumo:

- 1) Coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC): Es el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual. De acuerdo a las "Bases Definitivas para el Estudio Tarifario de EMAPAL S.A. período 2015-2020, el CMMC se determinará considerando las estadísticas de facturación entregada por la empresa al sistema de información del SIFAC, considerando el mayor valor de los tres últimos años a la actualización del Plan de Desarrollo
- 2) Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC): Es el cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo. De acuerdo a las bases tarifarias, el valor a utilizar es igual a 1,10.
- 3) Factor del día de máximo consumo (FDMC): Corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC).
- 4) Factor de la hora de máximo consumo (FHMC): Es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. Se utiliza un valor igual a 1,50 de acuerdo a las bases tarifarias.

Estos factores se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4-2: Coeficientes de Consumo.

Coeficiente	Fuente	Valor
CMMC	Valores históricos (Tabla N°9, Anexo N°3)	1,542
CDMC	Bases Tarifarias	1,100
FDMC	CMMC x CDMC	1,696
FHMC	Bases Tarifarias	1,500

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-3

4.3 Proyección de Demanda de Agua Potable.

De acuerdo a lo señalado en el punto 4.1 la población total en agua potable se ha estimado en 4.073 habitantes al término del período de previsión (2031).

Se consideró una cobertura del servicio de agua potable del 100%.

Se consideró que solamente existirá un arranque por cada cliente, por lo cual se tendrá un total de 814 arranques domiciliarios al año 2031.

Las dotaciones de consumo se obtuvieron como se detalla en el Anexo N°3 Demanda de Agua Potable y Aguas Servidas.

En las Tabla N° 4-3 y 4-4 se presentan las proyecciones de demanda.

Se incluyen tanto clientes residenciales, como otros tipos de clientes, siendo los otros tipos menores al 20%. Las dotaciones de consumo de esta tabla se han determinado en función de la población y de los caudales totales proyectados.

En Anexo N°3 Demanda de Agua Potable y Aguas Servidas, se puede apreciar que existen dos sectores de consumo de agua potable (Sector Alto y Sector Bajo), más un nuevo loteo que empezará a desarrollarse a partir del año 2017.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-4

Cuadro Nº 4-3: Proyección de Demanda de Agua Potable dentro del Territorio Operacional.

Año	Período	Población Total en T.O. Hab.	Cobertura AP %	Población Abastecida Hab.	Índice Habit. Hab/viv	Nº Clientes	Dotaciones de Consumo	
							Población L/hab/día	Clientes m ³ /cliente/mes
2015	-1	2.930	100%	2.930	5	586	373	55,9
2016	0	3.295	100%	3.295	5	659	360	54,1
2017	1	3.347	100%	3.347	5	669	350	52,5
2018	2	3.402	100%	3.402	5	680	340	51,0
2019	3	3.453	100%	3.453	5	690	331	49,6
2020	4	3.505	100%	3.505	5	700	322	48,4
2021	5	3.557	100%	3.557	5	711	314	47,1
2022	6	3.608	100%	3.608	5	721	306	45,9
2023	7	3.660	100%	3.660	5	731	298	44,8
2024	8	3.712	100%	3.712	5	742	291	43,7
2025	9	3.763	100%	3.763	5	752	284	42,7
2026	10	3.815	100%	3.815	5	762	278	41,7
2027	11	3.867	100%	3.867	5	773	272	40,8
2028	12	3.918	100%	3.918	5	783	266	39,9
2029	13	3.970	100%	3.970	5	793	260	39,1
2030	14	4.022	100%	4.022	5	804	255	38,2
2031	15	4.073	100%	4.073	5	814	250	37,5

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-5

Cuadro N° 4-4: Proyección de Demanda de Agua Potable dentro del Territorio Operacional (Continuación).

Año	Clientes	Caudales Consumo (L/s)			Pérd.	Caudales Distribución (L/s)			Pérd.	Caudales Producción (L/s)		
		Qmedio	Qmaxd	Qmedio	Prod.	Qmedio	Qmaxd	Qmedio	Dist.	Qmedio	Qmaxd	Qmaxh
2016	659	13,75	23,32	34,98	4,2%	14,99	25,42	38,13	15,7%	17,02	28,87	43,30
2017	669	13,56	23,00	34,50	4,2%	16,30	27,65	41,48	15,7%	16,79	28,48	42,71
2018	680	13,38	22,70	34,05	4,2%	16,08	27,27	40,91	15,7%	16,57	28,10	42,16
2019	690	13,22	22,42	33,63	4,2%	15,87	26,92	40,38	15,7%	16,36	27,75	41,63
2020	700	13,06	22,15	33,23	4,2%	15,67	26,58	39,87	15,7%	16,17	27,42	41,14
2021	711	12,91	21,90	32,85	4,2%	15,48	26,27	39,40	15,7%	15,98	27,11	40,67
2022	721	12,77	21,66	32,49	4,2%	15,31	25,97	38,95	15,7%	15,81	26,81	40,22
2023	731	12,63	21,43	32,15	4,2%	15,14	25,68	38,52	15,7%	15,64	26,53	39,80
2024	742	12,51	21,22	31,83	4,2%	14,98	25,41	38,12	15,7%	15,48	26,26	39,40
2025	752	12,39	21,01	31,52	4,2%	14,83	25,16	37,73	15,7%	15,33	26,01	39,02
2026	762	12,27	20,82	31,22	4,2%	14,69	24,91	37,37	15,7%	15,19	25,77	38,65
2027	773	12,16	20,63	30,94	4,2%	14,55	24,68	37,02	15,7%	15,05	25,54	38,31
2028	783	12,06	20,45	30,68	4,2%	14,42	24,46	36,69	15,7%	14,92	25,32	37,98
2029	793	11,96	20,28	30,42	4,2%	14,29	24,25	36,37	15,7%	14,80	25,11	37,66
2030	804	11,86	20,12	30,18	4,2%	14,18	24,05	36,07	15,7%	14,68	24,91	37,36
2031	814	11,77	19,96	29,95	4,2%	14,06	23,86	35,78	15,7%	14,57	24,71	37,07

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-6

4.4 Proyección de Demanda de Aguas Servidas.

No se considera caudal de aguas lluvias, ni tampoco se considera caudal de infiltración por cuanto no existe napa subterránea al nivel en que se ubican las tuberías.

Para determinar los caudales de aguas servidas se hizo lo siguiente:

- Se utilizó la proyección de clientes y población de la demanda de AP, aplicando un Coeficiente de Recuperación (CR) igual a 0,62 de acuerdo a lo definido en las “Bases Definitivas para el Estudio Tarifario de EMAPAL S.A. período 2015-2020”.
- Se consideró una cobertura del 100%.
- Se utilizaron las mismas dotaciones consideradas en el agua potable.

Para mayores detalles ver Anexo 3.

La proyección de demanda de Aguas Servidas se entrega en la Tabla de la página siguiente.

La carga orgánica en Kg DBO₅/día se determinó a partir de la población y de las concentraciones afluentes de DBO₅ en mg/L, indicada en el Capítulo 5, punto [5.2.2.1](#).

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-7

Cuadro N° 4-5: Proyección de Demanda de Aguas Servidas.

Año	Período	AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS									Q Infiltr	Q A Lluvia	TOTAL		Carga Orgánica proyectada KgDBO5/día			
		Pob Tot. en T.O. (Hab)	Cob. AS (%)	Pob. Saneada AS (Hab)	Clientes Servidos AS (N°)	Dotación AS (con CR=0,62)		Caudales AS (con CR= 0,62)					Q Medio (L/s)	Coef. Harmon		Q Max. Hor (L/s)	Q Medio Total (L/s)	Q Max. Hor (L/s)
						m3/cl/mes	L/hab/día	Q Medio (L/s)	Coef. Harmon	Q Max. Hor (L/s)								
2015		2.930	100%	2.930	586	35,14	231,1	7,8	3,45	27,0	0,0	0,0	7,8	27,0	145,0			
2016	0	3.295	100%	3.295	659	33,99	223,5	8,5	3,41	29,0	0,0	0,0	8,5	29,0	157,7			
2017	1	3.347	100%	3.347	669	33,01	217,0	8,4	3,40	28,6	0,0	0,0	8,4	28,6	155,6			
2018	2	3.402	100%	3.402	680	32,08	210,8	8,3	3,40	28,2	0,0	0,0	8,3	28,2	153,5			
2019	3	3.453	100%	3.453	690	31,21	205,0	8,2	3,39	27,8	0,0	0,0	8,2	27,8	151,6			
2020	4	3.505	100%	3.505	700	30,38	199,6	8,1	3,38	27,4	0,0	0,0	8,1	27,4	149,8			
2021	5	3.557	100%	3.557	711	29,60	194,4	8,0	3,38	27,0	0,0	0,0	8,0	27,0	148,1			
2022	6	3.608	100%	3.608	721	28,86	189,6	7,9	3,37	26,7	0,0	0,0	7,9	26,7	146,5			
2023	7	3.660	100%	3.660	731	28,15	184,9	7,8	3,37	26,4	0,0	0,0	7,8	26,4	144,9			
2024	8	3.712	100%	3.712	742	27,48	180,5	7,8	3,36	26,1	0,0	0,0	7,8	26,1	143,5			
2025	9	3.763	100%	3.763	752	26,84	176,3	7,7	3,36	25,8	0,0	0,0	7,7	25,8	142,1			

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-8

Cuadro N° 4-5: Proyección de Demanda de Aguas Servidas.

Año	Período	AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS									Q Infiltr	Q A Lluv	TOTAL		Carga Orgánica proyectada KgDBO5/día			
		Pob Tot. en T.O. (Hab)	Cob. AS (%)	Pob. Saneada AS (Hab)	Clientes Servidos AS (N°)	Dotación AS (con CR=0,62)		Caudales AS (con CR= 0,62)					Q Medio (L/s)	Coef. Harmon		Q Max. Hor (L/s)	Q Medio Total (L/s)	Q Max. Hor (L/s)
						m ³ /cl/mes	L/hab/día	Q Medio (L/s)	Coef. Harmon	Q Max. Hor (L/s)								
2026	10	3.815	100%	3.815	762	26,23	172,3	7,6	3,35	25,5	0,0	0,0	7,6	25,5	140,8			
2027	11	3.867	100%	3.867	773	25,64	168,5	7,5	3,35	25,2	0,0	0,0	7,5	25,2	139,5			
2028	12	3.918	100%	3.918	783	25,09	164,8	7,5	3,34	25,0	0,0	0,0	7,5	25,0	138,3			
2029	13	3.970	100%	3.970	793	24,56	161,3	7,4	3,34	24,7	0,0	0,0	7,4	24,7	137,2			
2030	14	4.022	100%	4.022	804	24,05	158,0	7,4	3,33	24,5	0,0	0,0	7,4	24,5	136,1			
2031	15	4.073	100%	4.073	814	23,56	154,8	7,3	3,33	24,3	0,0	0,0	7,3	24,3	135,0			

- La carga orgánica proyectada se calculó como se indica en el Capítulo 5, punto 5.2.2.1.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	4-9

5 BALANCE OFERTA – DEMANDA.

Este punto tiene como propósito realizar los balances oferta – demanda para cada tipo de infraestructura de la empresa, y así determinar las necesidades futuras para las distintas etapas del sistema (producción, distribución, recolección y disposición) a lo largo del período de previsión.

5.1 Balance Oferta – Demanda de Agua Potable.

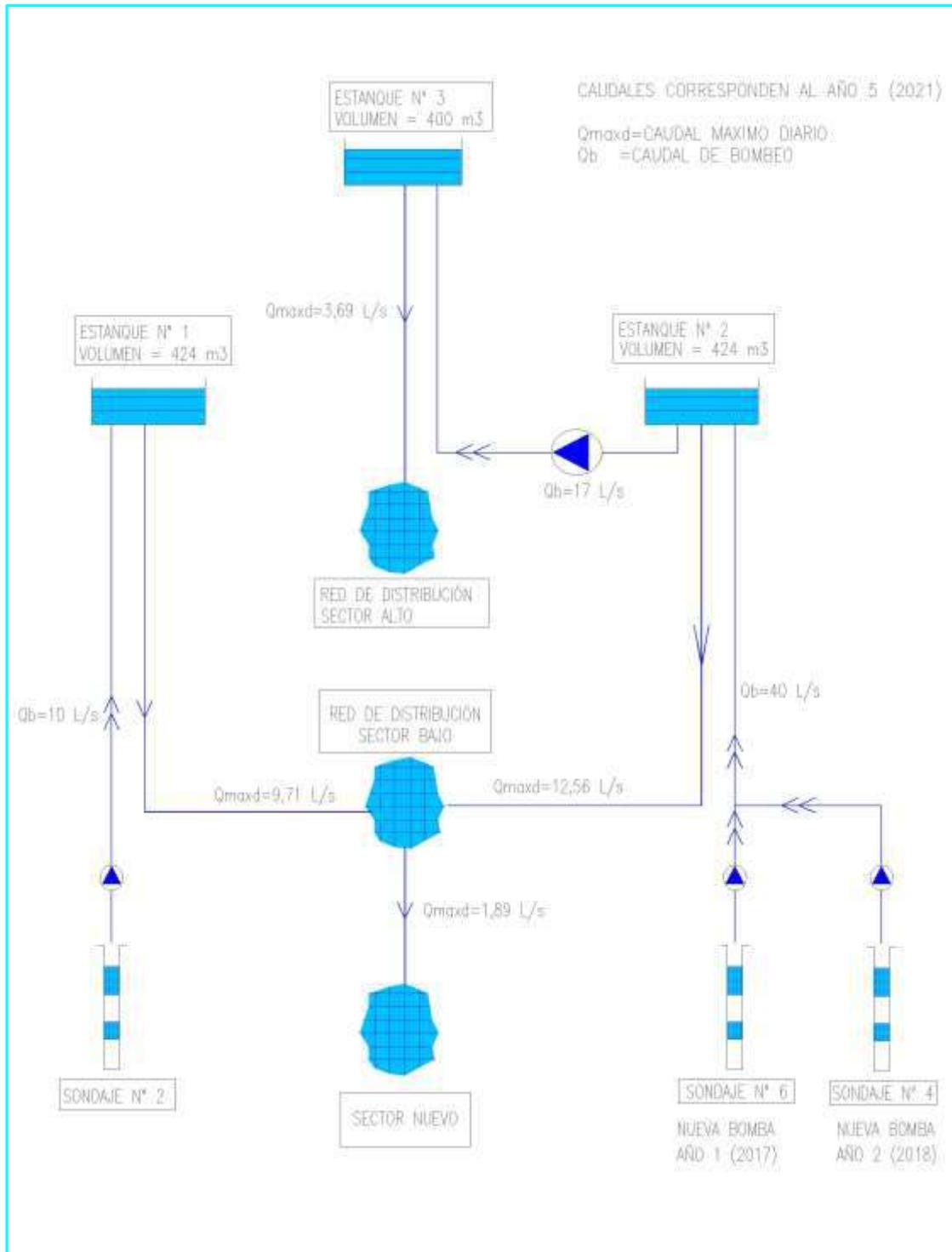
El balance de agua potable se realiza a nivel de producción y de distribución. La empresa se encuentra en crecimiento. Tal como se señala a continuación la infraestructura existente permite atender el crecimiento proyectado. Por razones de mejoramiento de la calidad del servicio se ha considerado una alimentadora para el sector que atiende el estanque N°3.

El esquema operativo considerado es el siguiente (los caudales corresponden al año 5, (2021):

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-10

Figura N° 5-1: Esquema Operativo de Sistema de Agua Potable Existente

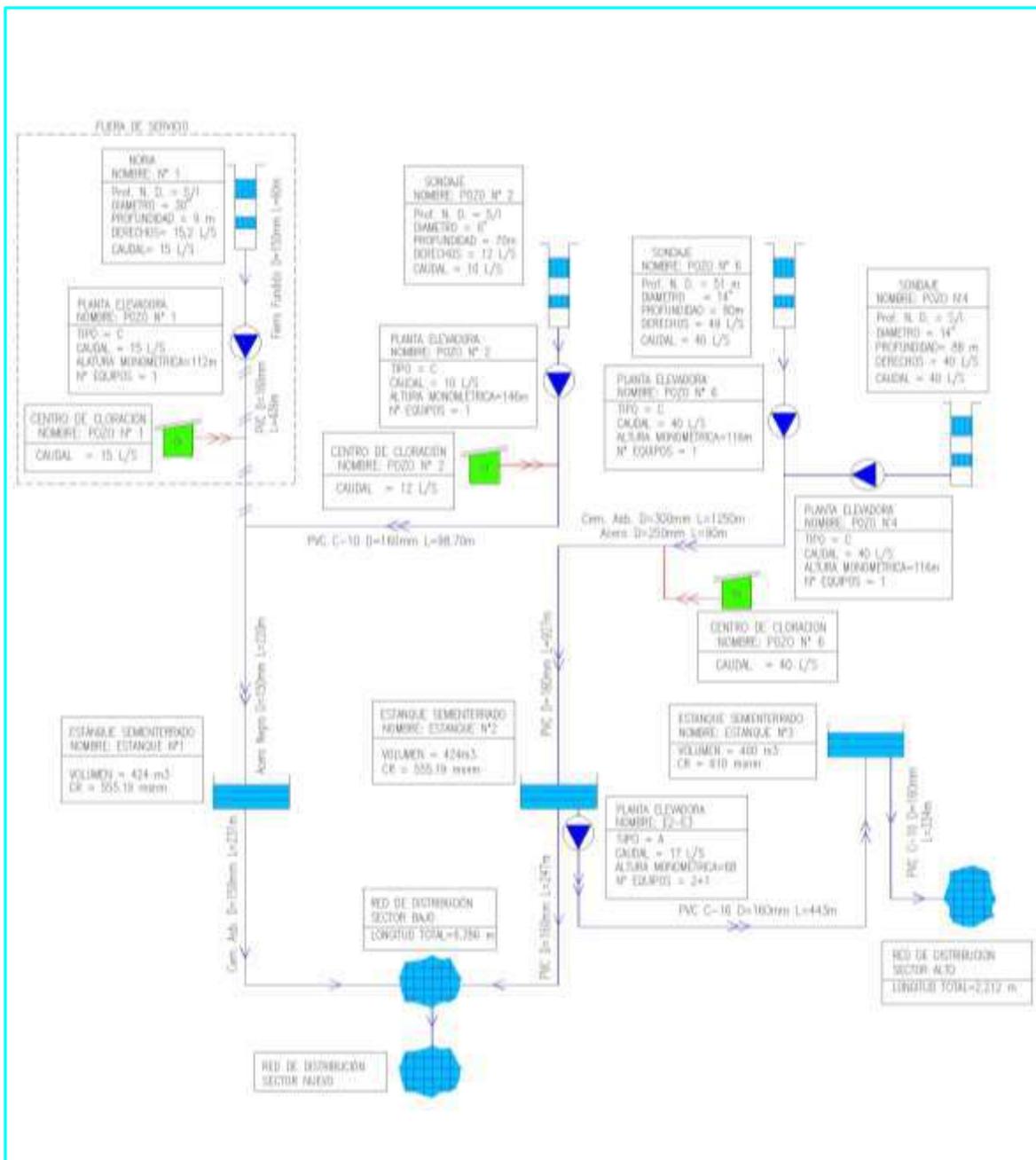
DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-11



DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-12

A continuación se presenta el esquema de la infraestructura de agua potable existente y proyectada.

Figura Nº 5-2: Esquema de Infraestructura de Agua Potable Existente y Proyectada.



DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-13

5.1.1 Balance Oferta Demanda de Producción.

5.1.1.1 Derechos de Agua y Oferta de Fuentes Superficiales.

No existen fuentes superficiales.

5.1.1.2 Derechos de Agua y Oferta de Fuentes Subterráneas.

En el siguiente cuadro se presentan los derechos de aguas que tiene la empresa y la capacidad de cada una de estas fuentes subterráneas.

Cuadro Nº 5-1: Derechos de Agua y Capacidad de Fuentes Subterráneas por Sector Abastecido.

Sector: Lomas de Lo Aguirre

Etapa Producción

Identificación Captación	Derechos de Agua L/s	Res. DGA	Inscripción en el Conservador Fojas, N° y fecha
Pozo 1	15,2	S/I	CBR Fojas 355 N°436 12/11/98
Pozo 6	49,0	747 de 21/06/04	CBR Fojas 213 N°296 del año 2004
Pozo 4	40,0	524 del 29/08/08	CBR Fojas 102 N°148 del año 2004
Pozo 2	12,0	643 de 15/11/90	CBR Fojas 209 N°224 del año 1991

En el siguiente cuadro se entregan las especificaciones técnicas de cada fuente subterránea, a Diciembre del año 2015.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-14

Cuadro N° 5-2: Derechos de Agua y Oferta de Aguas Subterráneas Por Sector Abastecido.

Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapa Producción

Identificación Captación (Nombre)	Profundidad Pozo (m)	Nivel estático Año 2010 (m)	Nivel estático Año 2015 (m)	Nivel dinámico (*) Año 2015 (m)	Capacidad del pozo (**) (L/s)	Caudal de extracción del pozo (***) (L/s)
Pozo 1	12,0	8,85	< 12,0	seco	15,0	0,0
Pozo 6	80,0	3,43	8,75	13,20	123,0	25,0
Pozo 4	88,0	3,80	9,90	12,20	130,0	25,0
Pozo 2	70,0	4,72	10,80	22,80	12,0	10,0

* El nivel dinámico corresponde al caudal de extracción a la capacidad de los pozos.

** Es la capacidad del pozo a su máximo potencial de producción, independiente de la capacidad de bombeo o de los derechos otorgados.

*** Es la capacidad de extracción del pozo con las bombas actuales.

Sólo tres sondajes se encuentran operativos. Debe destacarse que basta con utilizar los pozos 2 y pozo 6 con su capacidad actual para atender toda la demanda del período de previsión. En esas condiciones el pozo 4 se mantiene de reserva del pozo 6.

Debido a la baja de los niveles de la napa subterránea, la profundidad de instalación muy cerca del nivel dinámico (del orden de los 2 m) y a que las bombas de los sondajes N°6 y N°4 están cumpliendo su vida útil, EMAPAL tiene previsto su reemplazo por unas de mayor capacidad y profundizar su punto de instalación, dependiendo de las características de cada sondaje.

Dado que se trata de aguas subterráneas la oferta se supone constante a lo largo de cada año. En consecuencia el balance de oferta-demanda es el que se indica a continuación.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-15

Cuadro Nº 5-3: Balance Oferta - Demanda Fuentes a nivel de Caudales- Sin proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapa Producción

Año	Período	Oferta Fuentes Superficiales (L/s)	Oferta Fuentes Subterráneas (L/s)*	Total Oferta Fuentes (L/s)	Demanda máxima diaria de Producción (L/s)**	Déficit (Superávit) (L/s)
2016	0	0,0	35,0	35,0	28,9	6,1
2017	1	0,0	35,0	35,0	28,5	6,5
2018	2	0,0	35,0	35,0	28,1	6,9
2019	3	0,0	35,0	35,0	27,8	7,2
2020	4	0,0	35,0	35,0	27,4	7,6
2021	5	0,0	35,0	35,0	27,1	7,9
2022	6	0,0	35,0	35,0	26,8	8,2
2023	7	0,0	35,0	35,0	26,5	8,5
2024	8	0,0	35,0	35,0	26,3	8,7
2025	9	0,0	35,0	35,0	26,0	9,0
2026	10	0,0	35,0	35,0	25,8	9,2
2027	11	0,0	35,0	35,0	25,5	9,5
2028	12	0,0	35,0	35,0	25,3	9,7
2029	13	0,0	35,0	35,0	25,1	9,9
2030	14	0,0	35,0	35,0	24,9	10,1
2031	15	0,0	35,0	35,0	24,7	10,3

*corresponde a los caudales de los pozos N°2 y N°6 con los caudales de las PEAP tipo C.

** Demanda máxima diaria de producción estimada en Cuadro 4-4.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-16

Aunque no existe déficit en el abastecimiento de agua durante el período de previsión, se considera la situación con proyecto al reemplazar la bomba del sondaje N°6 por una de 40 L/s (derechos 49 L/s), del mismo modo que al sondaje N°4, donde se reemplazará la bomba existente por una de 40 L/s (derechos 40 L/s).

Cuadro N° 5-4: Balance Oferta - Demanda Fuentes a nivel de Caudales- Con proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapa Producción

Año	Período	Oferta Fuentes Superficiales (L/s)	Oferta Fuentes Subterráneas (L/s)*	Total Oferta Fuentes (L/s)	Demanda máxima diaria de Producción (L/s)**	Déficit (Superávit) (L/s)
2016	0	0,0	35,0	35,0	28,9	6,1
2017	1	0,0	35,0	35,0	28,5	6,5
2018	2	0,0	50,0	50,0	28,1	21,9
2019	3	0,0	50,0	50,0	27,8	22,2
2020	4	0,0	50,0	50,0	27,4	22,6
2021	5	0,0	50,0	50,0	27,1	22,9
2022	6	0,0	50,0	50,0	26,8	23,2
2023	7	0,0	50,0	50,0	26,5	23,5
2024	8	0,0	50,0	50,0	26,3	23,7
2025	9	0,0	50,0	50,0	26,0	24,0
2026	10	0,0	50,0	50,0	25,8	24,2
2027	11	0,0	50,0	50,0	25,5	24,5
2028	12	0,0	50,0	50,0	25,3	24,7
2029	13	0,0	50,0	50,0	25,1	24,9
2030	14	0,0	50,0	50,0	24,9	25,1
2031	15	0,0	50,0	50,0	24,7	25,3

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-17

5.1.1.3 Plantas de Tratamiento de Agua Potable.

Las aguas crudas de los sondajes, son de buena calidad, por lo que sólo se considera desinfección con hipoclorito de sodio.

A continuación se presentan los balances de oferta-demanda para los centros de cloración.

Cuadro Nº 5-5: Balance Oferta – Demanda. Centros de Cloración Por Sector Abastecido – Sin Proyecto. Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapa Producción Centro de Cloración Pozo 2

Año	Período	Capacidad Centro Cloración (L/s)	Demanda Máx. Pozo 2 (L/s)	Balance sin Proyecto (L/s)
2016	0	12,0	10,0	+2,0
2017	1	12,0	10,0	+2,0
2018	2	12,0	10,0	+2,0
2019	3	12,0	10,0	+2,0
2020	4	12,0	10,0	+2,0
2021	5	12,0	10,0	+2,0
2022	6	12,0	10,0	+2,0
2023	7	12,0	10,0	+2,0
2024	8	12,0	10,0	+2,0
2025	9	12,0	10,0	+2,0
2026	10	12,0	10,0	+2,0
2027	11	12,0	10,0	+2,0
2028	12	12,0	10,0	+2,0
2029	13	12,0	10,0	+2,0
2030	14	12,0	10,0	+2,0
2031	15	12,0	10,0	+2,0

No existe déficit en el período de previsión por lo que no es necesario presentar situación con proyecto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-18

A continuación se presenta el balance de oferta-demanda para el centro de cloración del pozo 6 y del pozo 4.

Cuadro Nº 5-6: Balance Oferta – Demanda. Centros de Cloración Por Sector Abastecido – Sin Proyecto. Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapas Producción: Centro de Cloración Pozo 6 y Pozo 4

Año	Periodo	Capacidad Centro Cloración (L/s)	Demanda Máx. Pozo 4 o Pozo 6 (L/s)	Balance sin Proyecto (L/s)
2016	0	25,0	25,0	0,0
2017	1	25,0	25,0	0,0
2018	2	25,0	25,0	0,0
2019	3	25,0	25,0	0,0
2020	4	25,0	25,0	0,0
2021	5	25,0	25,0	0,0
2022	6	25,0	25,0	0,0
2023	7	25,0	25,0	0,0
2024	8	25,0	25,0	0,0
2025	9	25,0	25,0	0,0
2026	10	25,0	25,0	0,0
2027	11	25,0	25,0	0,0
2028	12	25,0	25,0	0,0
2029	13	25,0	25,0	0,0
2030	14	25,0	25,0	0,0
2031	15	25,0	25,0	0,0

La Demanda Máxima Diaria de Producción corresponde a la capacidad de producción, ya sea del pozo 6 o del pozo 4.

Aunque no existe déficit en el período analizado para la situación sin proyecto, por el cambio de las bombas de los sondajes, se presenta la situación con proyecto, que corresponde al cambio

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-19

del sistema de dosificación de hipoclorito de sodio del sistema pozo 6 y pozo 4 a una capacidad de 40 L/s.

Cuadro Nº 5-7: Balance Oferta – Demanda. Centros de Cloración Por Sector Abastecido – Con Proyecto Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapas Producción: Centro de Cloración Pozo 6 y Pozo 4

Año	Periodo	Capacidad Centro Cloración (L/s)	Demanda Máx. Pozo 4 o Pozo 6 (L/s)	Balance con Proyecto (L/s)
2016	0	25,0	25,0	0,0
2017	1	25,0	25,0	0,0
2018	2	40,0	40,0	0,0
2019	3	40,0	40,0	0,0
2020	4	40,0	40,0	0,0
2021	5	40,0	40,0	0,0
2022	6	40,0	40,0	0,0
2023	7	40,0	40,0	0,0
2024	8	40,0	40,0	0,0
2025	9	40,0	40,0	0,0
2026	10	40,0	40,0	0,0
2027	11	40,0	40,0	0,0
2028	12	40,0	40,0	0,0
2029	13	40,0	40,0	0,0
2030	14	40,0	40,0	0,0
2031	15	40,0	40,0	0,0

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-20

5.1.1.4 Plantas Elevadoras de Agua Potable e Impulsiones de Producción.

Actualmente, las aguas de los pozos profundos son conducidas hasta dos estanques de regulación, por medio de dos impulsiones.

Desde el pozo 2 las aguas son llevadas al estanque N° 1, por medio de una impulsión de un total de 1,683 m que tiene 4 tramos:

- 1) PVC C-10 con un diámetro de 160 mm y un largo de 987 metros (conexión entre sondaje N°2 y Pozo N°1)
- 2) Fierro Fundido con un diámetro de 150 mm y un largo de 40 metros
- 3) PVC C-10 con un diámetro de 160 mm y un largo de 436 metros
- 4) Acero Negro con un diámetro de 150 mm y un largo de 220 metros.

En el Cuadro N°5-8 se presenta el balance de la situación sin proyecto, para la impulsión del pozo 2.

Para la determinación de las pérdidas de carga se utilizaron los respectivos diámetros, longitudes y coeficientes de rugosidad de cada tramo

La altura geométrica indicada en el Cuadro N° 5-8 corresponde a:

Nivel Dinámico del pozo 2	:	+ 22,80 m
Cota entrada al estanque N° 1	:	+ 558,94 m
<u>Cota terreno del pozo 2 (sello sondaje)</u>	:	<u>- 465,85 m</u>
Total altura geométrica (Hg)	:	115,89 m

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-21

La altura de elevación se calculó considerando la altura geométrica, las pérdidas singulares (5% de Hg) y las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Hazen-Williams:

$$h = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})] \cdot L$$

En donde:

- H : pérdida de carga o de energía (m)
- Q : caudal (m³/s)
- C : coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D : diámetro interno de la tubería (m)
- L : longitud de la tubería (m)

Para los 10 L/s (capacidad de caudal de la bomba del pozo 2), resulta en una pérdida de carga total de 5,03 metros.

El coeficiente de rugosidad utilizado fue de 140 para el PVC, 120 para Fierro Fundido y 110 para el acero.

El diámetro interior equivalente es igual 145,55 mm, considerando un coeficiente de rugosidad unitario igual a 135,15.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-22

Cuadro N° 5-8: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras e Impulsión pozo 2 Asociada Por Sector Abastecido –Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

Etapa Producción: PEAP: Pozo 2

Año	Período	Impulsión Pozo 2 a Estanque N° 1				
		Longitud (m)	Dint equiv (mm)	Hg (m)	Q PEAP Pozo 2 (L/s)	Helev. (m)
2016	0	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2017	1	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2018	2	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2019	3	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2020	4	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2021	5	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2022	6	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2023	7	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2024	8	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2025	9	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2026	10	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2027	11	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2028	12	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2029	13	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2030	14	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92
2031	15	1.683	145,55	115,89	10,0	120,92

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-23

El balance oferta-demanda de la planta elevadora de producción del sondaje pozo 2 se entrega en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 5-9: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Producción Pozo 2 por Sector Abastecido – Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 2

Etapas Producción

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda Capacidad		Balance sin Proyecto	
		Q	H	Q _{máx. diario producción}	H _{elev.}	Q	H _{elev.}
		(L/s)	(m)	(L/s)	(m)	(L/s)	(m)
2016	0	10,0	120,92	10,34	128,38	-0,3	0,0
2017	1	10,0	120,92	10,21	128,38	-0,2	0,0
2018	2	10,0	120,92	10,09	128,38	-0,1	0,0
2019	3	10,0	120,92	9,96	128,38	0,0	0,0
2020	4	10,0	120,92	9,84	128,38	0,2	0,0
2021	5	10,0	120,92	9,71	128,38	0,3	0,0
2022	6	10,0	120,92	9,62	128,38	0,4	0,0
2023	7	10,0	120,92	9,52	128,38	0,5	0,0
2024	8	10,0	120,92	9,42	128,38	0,6	0,0
2025	9	10,0	120,92	9,32	128,38	0,7	0,0
2026	10	10,0	120,92	9,23	128,38	0,8	0,0
2027	11	10,0	120,92	9,15	128,38	0,9	0,0
2028	12	10,0	120,92	9,07	128,38	0,9	0,0
2029	13	10,0	120,92	8,99	128,38	1,0	0,0
2030	14	10,0	120,92	8,91	128,38	1,1	0,0
2031	15	10,0	120,92	8,83	128,38	1,2	0,0

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-24

La demanda de capacidad corresponde a la salida del modelo EPANET para el estanque N° 1 que es abastecido por este pozo.

No se considera situación con proyecto, ya que no es necesario implementar nuevas obras.

El pozo 6 como se mencionó anteriormente tiene una impulsión de tres tramos, un primer tramo de Acero Negro con un diámetro de 250 mm y un largo de 90 metros (que incluye el cruce del Estero Lampa), un segundo tramo de una tubería de Asbesto Cemento con un diámetro 300 mm y un largo de 1.176 metros, y un tercer tramo de PVC de un diámetro de 160 mm y una longitud de 853 metros hasta llegar al estanque N°2, totalizando 2.119 m.

El Q_{máx} diario considerado corresponde a la capacidad de caudal de la PEAP del sondaje pozo 6.

La altura geométrica corresponde a:

Nivel Dinámico del pozo 6	:	+ 13,20 m
Cota entrada al estanque N° 2	:	+ 559,63 m
<u>Cota terreno del pozo 6 (cota sello)</u>	:	<u>- 460,00 m</u>
Total altura geométrica (Hg)	:	112,83 m

La altura de elevación se calculó considerando la altura geométrica, las pérdidas singulares (5% de Hg) y las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Hazen-Williams. La pérdida de carga resultante es de 14,75 metros.

Los coeficientes de rugosidad utilizados fueron de 140 para el PVC, 135 para asbesto-cemento y 110 para el acero.

El diámetro interior equivalente es igual 173,08 mm, considerando un coeficiente de rugosidad unitario igual a 135,52.

En el Cuadro 5-10 se presenta el balance de la situación sin proyecto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-25

El balance oferta-demanda de la planta elevadora de producción del pozo N°6 se entrega en el Cuadro 5-11.

Cuadro N° 5-10: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras e Impulsión pozo 6 Asociada Por Sector Abastecido –Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 6

Etapas Producción

Año	Período	Impulsión Pozo 6 a Estanque N° 2				
		Longitud (m)	Dint equiv (mm)	Hg (m)	Q PEAP Pozo 6 (L/s)	Helev. (m)
2016	0	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2017	1	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2018	2	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2019	3	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2020	4	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2021	5	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2022	6	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2023	7	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2024	8	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2025	9	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2026	10	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2027	11	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2028	12	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2029	13	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2030	14	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-26

ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO EMAPAL S.A. 2016

2031	15	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
-------------	-----------	--------------	---------------	---------------	-------------	---------------

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-27

Cuadro N° 5-11: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Producción pozo 6 Por Sector Abastecido – Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 6

Etapa Producción

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda Capacidad		Balance Sin Proyecto	
		Q (L/s)	H (m)	Q _{máx. diario producción} (L/s)	H _{elev.} (m)	Q (L/s)	H _{elev.} (m)
2016	0	25,0	127,58	14,10	128,38	10,90	0,00
2017	1	25,0	127,58	13,96	128,38	11,04	0,00
2018	2	25,0	127,58	13,84	128,38	11,16	0,00
2019	3	25,0	127,58	13,73	128,38	11,27	0,00
2020	4	25,0	127,58	13,63	128,38	11,37	0,00
2021	5	25,0	127,58	13,54	128,38	11,46	0,00
2022	6	25,0	127,58	13,44	128,38	11,56	0,00
2023	7	25,0	127,58	13,35	128,38	11,65	0,00
2024	8	25,0	127,58	13,27	128,38	11,73	0,00
2025	9	25,0	127,58	13,19	128,38	11,81	0,00
2026	10	25,0	127,58	13,13	128,38	11,87	0,00
2027	11	25,0	127,58	13,05	128,38	11,95	0,00
2028	12	25,0	127,58	12,98	128,38	12,02	0,00
2029	13	25,0	127,58	12,92	128,38	12,08	0,00
2030	14	25,0	127,58	12,86	128,38	12,14	0,00
2031	15	25,0	127,58	12,81	128,38	12,19	0,00

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-28

La demanda de capacidad corresponde a la demanda total del loteo menos la demanda sobre el estanque N° 1 obtenida de la modelación en EPANET, es decir corresponde a la demanda de capacidad del resto del sector Bajo más la demanda del sector Alto, más la demanda del Loteo Nuevo cuando corresponda.

En los Cuadros N° 5-12 y 5-13 se considera la situación con proyecto, la que justifica no por requerimientos de demanda, si no por seguridad en los sondajes.

El nuevo caudal de impulsión es de 40 L/s.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-29

Cuadro N° 5-12: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras e Impulsión pozo 6 Asociada Por Sector Abastecido – Con Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 6

Etapa Producción

Año	Período	Impulsión Pozo 6 a Estanque N° 2				
		Longitud (m)	Dint equiv (mm)	Hg (m)	Q PEAP Pozo 6 (L/s)	Helev. (m)
2016	0	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2017	1	2.119	173,08	112,83	25,0	127,58
2018	2	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2019	3	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2020	4	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2021	5	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2022	6	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2023	7	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2024	8	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2025	9	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2026	10	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2027	11	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2028	12	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2029	13	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2030	14	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05
2031	15	2.119	173,08	112,83	40,0	148,05

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-30

Cuadro N° 5-13: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Producción pozo 6 Por Sector Abastecido – Con Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 6

Etapa Producción

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda Capacidad		Balance con Proyecto	
		Q (L/s)	H (m)	Q _{máx. diario producción} (L/s)	H _{elev.} (m)	Q (L/s)	H _{elev.} (m)
2016	0	25,0	127,58	14,10	128,38	10,90	0,00
2017	1	25,0	127,58	13,96	128,38	11,04	0,00
2018	2	40,0	148,05	13,84	148,05	26,16	0,00
2019	3	40,0	148,05	13,73	148,05	26,27	0,00
2020	4	40,0	148,05	13,63	148,05	26,37	0,00
2021	5	40,0	148,05	13,54	148,05	26,46	0,00
2022	6	40,0	148,05	13,44	148,05	26,56	0,00
2023	7	40,0	148,05	13,35	148,05	26,65	0,00
2024	8	40,0	148,05	13,27	148,05	26,73	0,00
2025	9	40,0	148,05	13,19	148,05	26,81	0,00
2026	10	40,0	148,05	13,13	148,05	26,87	0,00
2027	11	40,0	148,05	13,05	148,05	26,95	0,00
2028	12	40,0	148,05	12,98	148,05	27,02	0,00
2029	13	40,0	148,05	12,92	148,05	27,08	0,00
2030	14	40,0	148,05	12,86	148,05	27,14	0,00
2031	15	40,0	148,05	12,81	148,05	27,19	0,00

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-31

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-32

El pozo 4 (reserva del pozo 6) se conecta a la misma impulsión del pozo N°6 mediante una tubería de Acero de 200 mm y un largo de 100 m.

El caudal máximo diario (Q_{máx diario}) considerado corresponde a la capacidad de la PEAP del pozo 4.

La altura geométrica indicada en el cuadro N°5-14 corresponde a:

Nivel Dinámico del pozo 4	:	+ 12,20 m
Cota entrada al estanque	:	+ 559,63 m
<u>Cota terreno del pozo 4 (sello)</u>	:	<u>- 460,00 m</u>
Total altura geométrica (Hg)	:	111,83 m

La altura de elevación se calculó considerando la altura geométrica, las pérdidas singulares (5% de Hg) y las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Hazen-Williams. La pérdida de carga resultante es de 16,55 metros.

Los coeficientes de rugosidad utilizados fueron de 140 para el PVC, 135 para asbesto-cemento y 110 para el acero.

El diámetro interior equivalente es igual 172,89 mm, considerando un coeficiente de rugosidad unitario igual a 129,51.

En el Cuadro 5-14 se presenta el balance de la situación sin proyecto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-33

Cuadro N° 5-14: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras e Impulsión pozo 4 Asociada Por Sector Abastecido –Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 4

Etapa Producción

Año	Período	Impulsión Pozo 4 a Estanque N° 2				
		Longitud (m)	Dint equivalente (mm)	Hg (m)	Q PEAP Pozo 4 (L/s)	Helev. (m)
2016	0	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2017	1	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2018	2	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2019	3	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2020	4	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2021	5	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2022	6	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2023	7	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2024	8	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2025	9	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2026	10	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2027	11	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2028	12	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2029	13	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2030	14	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2031	15	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-34

El balance oferta-demanda de la planta elevadora de producción del pozo N°4 se entrega en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5-15: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Producción pozo 4 Por Sector Abastecido – Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 4

Etapa Producción

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda Capacidad		Balance Sin Proyecto	
		Q (L/s)	H (m)	Q _{máx. diario producción} (L/s)	H _{elev.} (m)	Q (L/s)	H _{elev.} (m)
2016	0	25,0	128,38	14,10	128,38	10,90	0,0
2017	1	25,0	128,38	13,96	128,38	11,04	0,0
2018	2	25,0	128,38	13,84	128,38	11,16	0,0
2019	3	25,0	128,38	13,73	128,38	11,27	0,0
2020	4	25,0	128,38	13,63	128,38	11,37	0,0
2021	5	25,0	128,38	13,54	128,38	11,46	0,0
2022	6	25,0	128,38	13,44	128,38	11,56	0,0
2023	7	25,0	128,38	13,35	128,38	11,65	0,0
2024	8	25,0	128,38	13,27	128,38	11,73	0,0
2025	9	25,0	128,38	13,19	128,38	11,81	0,0
2026	10	25,0	128,38	13,13	128,38	11,87	0,0
2027	11	25,0	128,38	13,05	128,38	11,95	0,0
2028	12	25,0	128,38	12,98	128,38	12,02	0,0
2029	13	25,0	128,38	12,92	128,38	12,08	0,0
2030	14	25,0	128,38	12,86	128,38	12,14	0,0

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-35

2031	15	25,0	128,38	12,81	128,38	12,19	0,0
-------------	-----------	-------------	---------------	--------------	---------------	--------------	------------

La demanda de capacidad es la misma que se consideró para el pozo N°6. La situación con proyecto contempla el recambio de la bomba existente por una de mayor capacidad y modificaciones en la profundidad de instalación.

Cuadro N° 5-16: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras e Impulsión pozo 4 Asociada Por Sector Abastecido –Con Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre. PEAP: Pozo 4 Etapa Producción

Año	Período	Impulsión Pozo 4 a Estanque N° 2				
		Longitud (m)	Dint equivalente (mm)	Hg (m)	Q PEAP pozo 4 (L/s)	Helev. (m)
2016	0	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2017	1	2.219	172,89	111,83	25,0	128,38
2018	2	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2019	3	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2020	4	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2021	5	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2022	6	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2023	7	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2024	8	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2025	9	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2026	10	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2027	11	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2028	12	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2029	13	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36
2030	14	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-36

Año	Período	Impulsión Pozo 4 a Estanque N° 2				
		Longitud (m)	Dint equivalente (mm)	Hg (m)	Q PEAP pozo 4 (L/s)	Helev. (m)
2031	15	2.219	172,89	111,83	40,0	151,36

El balance oferta-demanda de la planta elevadora de producción del pozo N°4 se entrega en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5-17: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Producción pozo 4 Por Sector Abastecido – Con Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre

PEAP: Pozo 4

Etaa Producción

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda Capacidad		Balance con Proyecto	
		Q (L/s)	H (m)	Q _{máx. diario producción} (L/s)	H _{elev.} (m)	Q (L/s)	H _{elev.} (m)
2016	0	25,0	128,38	14,10	128,38	10,90	0,0
2017	1	25,0	128,38	13,96	128,38	11,04	0,0
2018	2	40,0	151,36	13,84	151,36	11,16	0,0
2019	3	40,0	151,36	13,73	151,36	11,27	0,0
2020	4	40,0	151,36	13,63	151,36	11,37	0,0
2021	5	40,0	151,36	13,54	151,36	11,46	0,0
2022	6	40,0	151,36	13,44	151,36	11,56	0,0
2023	7	40,0	151,36	13,35	151,36	11,65	0,0
2024	8	40,0	151,36	13,27	151,36	11,73	0,0
2025	9	40,0	151,36	13,19	151,36	11,81	0,0
2026	10	40,0	151,36	13,13	151,36	11,87	0,0

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-37

2027	11	40,0	151,36	13,05	151,36	11,95	0,0
2028	12	40,0	151,36	12,98	151,36	12,02	0,0
2029	13	40,0	151,36	12,92	151,36	12,08	0,0
2030	14	40,0	151,36	12,86	151,36	12,14	0,0
2031	15	40,0	151,36	12,81	151,36	12,19	0,0

5.1.1.5 Conducciones.

No existen conducciones de producción, ya que solamente existen impulsiones las que se analizaron en el punto 5.1.1.4.

5.1.2 Balance Oferta Demanda Distribución.

El balance oferta-demanda a nivel de distribución de agua potable, contempla 3 estanques semienterrados de regulación, las conducciones de distribución, una planta elevadora y la red de distribución propiamente tal.

5.1.2.1 Estanques de Distribución.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los balances a nivel de estanque de regulación para los escenarios sin proyecto.

Los estanques N°1 y N°2 funcionan en conjunto para abastecer el sector Bajo y el nuevo sector a partir del 2017. El estanque N°3 atiende el Sector Alto.

El volumen de regulación es un 15% del volumen del día de máximo consumo. El volumen de incendio se determinó según NCh 691 of.98 la cual indica que se calcula en función de la población atendida (ver Anexo N°5: Criterios de Dimensionamiento). El volumen de reserva corresponde a 2 horas de consumo en el día de máximo consumo.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-38

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-39

Cuadro N° 5-18: Balance Oferta – Demanda. Regulación Por Sector de Estanques 1 y 2 – Sin Proyecto.

Sector: Bajo y Nuevo Loteo

Nombre Estanque: Estanques 1 y 2

Etapa: Distribución

Año	Período	Pob. (hab)	Qmáx Diario Distribución (L/s)	Demanda				Capacidad Existente (m3)	Balance sin Proyecto (m3)
				Regulación (m3)	Incendio (m3)	Reserva (m3)	Total (m3)		
2015		2.500	21,69	281,1	115,0	156,2	437,3	848	410,7
2016	0	2.790	23,41	303,4	115,0	168,6	472,0	848	376,0
2017	1	2.842	23,16	300,1	115,0	166,7	466,9	848	381,1
2018	2	2.897	22,92	297,0	115,0	165,0	462,0	848	386,0
2019	3	2.948	22,69	294,1	115,0	163,4	457,5	848	390,5
2020	4	3.000	22,48	291,3	115,0	161,8	453,2	848	394,8
2021	5	3.052	22,28	288,7	115,0	160,4	449,1	848	398,9
2022	6	3.103	22,08	286,2	115,0	159,0	445,2	848	402,8
2023	7	3.155	21,90	283,9	115,0	157,7	441,6	848	406,4
2024	8	3.207	21,73	281,6	115,0	156,5	438,1	848	409,9
2025	9	3.258	21,57	279,5	115,0	155,3	434,8	848	413,2
2026	10	3.310	21,41	277,5	115,0	154,2	431,6	848	416,4
2027	11	3.362	21,26	275,6	115,0	153,1	428,7	848	419,3
2028	12	3.413	21,12	273,7	115,0	152,1	425,8	848	422,2
2029	13	3.465	20,99	272,0	115,0	151,1	423,1	848	424,9
2030	14	3.517	20,86	270,3	115,0	150,2	420,5	848	427,5
2031	15	3.568	20,73	268,7	115,0	149,3	418,0	848	430,0

Se destaca que los estanques N°1 y N°2 atienden el sector Bajo y desde el año 2017 al Nuevo Sector, trabajando en paralelo.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-40

Como se puede apreciar de la tabla no existe déficit en el horizonte de evaluación, por lo que no se considera situación con proyecto.

A continuación se entrega el balance oferta- demanda para el estanque N° 3.

Cuadro N° 5-19: Balance Oferta – Demanda. Regulación Por Sector de Estanque 3 – Sin Proyecto.

Sector: Alto

Nombre Estanque: Estanque 3

Etapa: Distribución

Año	Período	Pob. (hab)	Qmáx Diario Distribución (L/s)	Demanda				Capacidad Existente (m3)	Balance sin Proyecto (m3)
				Regulación (m3)	Incendio (m3)	Reserva (m3)	Total (m3)		
2015		430	3,73	48,3	115,0	26,9	163,3	400	236,7
2016	0	505	4,24	54,9	115,0	30,5	169,9	400	230,1
2017	1	505	4,12	53,3	115,0	29,6	168,3	400	231,7
2018	2	505	4,00	51,8	115,0	28,8	166,8	400	233,2
2019	3	505	3,89	50,4	115,0	28,0	165,4	400	234,6
2020	4	505	3,79	49,1	115,0	27,3	164,1	400	235,9
2021	5	505	3,69	47,8	115,0	26,6	162,8	400	237,2
2022	6	505	3,60	46,6	115,0	25,9	161,6	400	238,4
2023	7	505	3,51	45,5	115,0	25,3	160,5	400	239,5
2024	8	505	3,43	44,4	115,0	24,7	159,4	400	240,6
2025	9	505	3,35	43,4	115,0	24,1	158,4	400	241,6
2026	10	505	3,27	42,4	115,0	23,5	157,4	400	242,6
2027	11	505	3,20	41,4	115,0	23,0	156,4	400	243,6
2028	12	505	3,13	40,5	115,0	22,5	155,5	400	244,5
2029	13	505	3,06	39,7	115,0	22,0	154,7	400	245,3
2030	14	505	3,00	38,9	115,0	21,6	153,9	400	246,1
2031	15	505	2,94	38,1	115,0	21,1	153,1	400	246,9

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-41

Como se puede apreciar en la tabla no existe déficit en el horizonte de evaluación, por lo que no se considera situación con proyecto.

5.1.2.2 Conducciones de Distribución.

El balance a nivel de conducciones (alimentadoras) se realizó en conjunto con la red de distribución, no existiendo déficit en estas cañerías.

Por otro lado, tal como se señaló anteriormente, el territorio operacional se ha dividido en los dos sectores de abastecimiento ya señalados, y a partir del año 2017 el Nuevo Loteo.

Sector Bajo más Nuevo Loteo

El sector Bajo se abastece por medio de dos alimentadoras, una de PVC Clase 10 de diámetro 160 mm y otra de Rocalit (Cemento Asbesto) de diámetro 150 mm, cada una de ellas nace desde uno de los estanques de regulación que abastecen el sector, y entregan a la red de distribución, que es única y está completamente interconectada.

El caudal de diseño de estas conducciones alimentadoras corresponde a la situación más desfavorable que es caudal máximo diario más incendio, el que para el año 5 del periodo de previsión corresponde a 18,79 L/s (caudal máximo diario requerido para abastecer una población de 3.052 habitantes, o 610 clientes) y un grifo de incendio operando 16 L/s, es decir, el caudal de modelación es igual a 34,79 L/s.

En el Anexo N° 8 se entrega la modelación de la red de distribución para el año 5, dentro de la cual están las alimentadoras de este sector.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, no es necesario realizar refuerzos en las conducciones de distribución del sector Bajo.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-42

Sector Alto

Para el caso del sector Alto se verifico la alimentadora construida el año 2014, la cual va desde el estanque N°3 a la red de distribución. Esta alimentadora es de PVC, clase-10, 160 mm de diámetro y 344 metros de longitud.

El caudal de verificación de esta alimentadora corresponde a la suma de 3,11 L/s, que equivale al caudal máximo diario (para una población de 505 habitantes o 101 clientes), más el caudal de incendio de un grifo (16 L/s), es decir, un caudal (año 5) igual a 19,11 L/s.

En el Anexo N° 8 se entrega la modelación de la red de distribución para el año 5, dentro de la cual están las alimentadoras de este sector.

Dado lo anterior, no es necesario realizar otras obras, además de la alimentadora proyectada, en las conducciones del sector Alto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-43

5.1.2.3 Plantas elevadoras e Impulsiones de Distribución.

Desde el estanque N° 2 se elevan las aguas al estanque N° 3, para así abastecer al sector Alto de la red. Esta impulsión tiene una longitud de 443 metros con un diámetro de 160 mm.

En la siguiente tabla se presenta el balance de la situación sin proyecto.

Cuadro N° 5-20: Balance Oferta – Demanda. Planta Elevadora e Impulsión E2 a E3 Asociada Por Sector Abastecido –Sin Proyecto.

Sector Lomas de Lo Aguirre PEAP: E2 a E3. Etapa Distribución

Año	Período	Impulsión Estanque 2 a Estanque 3				
		Longitud (m)	D (mm)	Hg (m)	Q PEAP (L/s)	H _{elev.} (m)
2015		443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2016	0	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2017	1	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2018	2	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2019	3	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2020	4	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2021	5	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2022	6	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2023	7	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2024	8	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2025	9	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2026	10	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2027	11	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2028	12	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2029	13	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
2030	14	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-44

2031	15	443,0	160,0	58,35	17,0	61,27
------	----	-------	-------	-------	------	-------

La altura geométrica indicada en el cuadro N° 5-20 corresponde a:

Cota entrada al estanque 3	:	+613,54 m
<u>Cota terreno del estanque 2</u>	:	<u>- 555,19 m</u>
Total altura geométrica (Hg)	:	58,35 m

La altura de elevación se calculó considerando la altura geométrica, las pérdidas singulares (5% de Hg) y las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Hazen-Williams.

El balance oferta-demanda de la planta elevadora de producción del E2 a E3 se entrega en Cuadro 5-21 de la página siguiente.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-45

Cuadro N° 5-21: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Producción E2 a E3 Por Sector Abastecido – Sin Proyecto.

Sector Alto Lomas de Lo Aguirre

PEAP: E2 a E3

Etapa Producción

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda Capacidad		Balance sin Proyecto	
		Q _b (L/s)	H (m)	Q _{máx. diario} distribución (L/s)	H _{elev} (m)	Q _{disp} (L/s)	H _{elev.} (m)
2015		17,00	61,27	3,73	61,27	13,27	0,0
2016	0	17,00	61,27	4,24	61,27	12,76	0,0
2017	1	17,00	61,27	4,12	61,27	12,88	0,0
2018	2	17,00	61,27	4,00	61,27	13,00	0,0
2019	3	17,00	61,27	3,89	61,27	13,11	0,0
2020	4	17,00	61,27	3,79	61,27	13,21	0,0
2021	5	17,00	61,27	3,69	61,27	13,31	0,0
2022	6	17,00	61,27	3,60	61,27	13,40	0,0
2023	7	17,00	61,27	3,51	61,27	13,49	0,0
2024	8	17,00	61,27	3,43	61,27	13,57	0,0
2025	9	17,00	61,27	3,35	61,27	13,65	0,0
2026	10	17,00	61,27	3,27	61,27	13,73	0,0
2027	11	17,00	61,27	3,20	61,27	13,80	0,0
2028	12	17,00	61,27	3,13	61,27	13,87	0,0
2029	13	17,00	61,27	3,06	61,27	13,94	0,0
2030	14	17,00	61,27	3,00	61,27	14,00	0,0
2031	15	17,00	61,27	2,94	61,27	14,06	0,0

Como se puede apreciar en la tabla, no existe déficit en el horizonte de evaluación, por lo que no se considera situación con proyecto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-46

5.1.2.4 Red de Distribución.

No se consideran obras de este tipo a realizar por parte de la Empresa Sanitaria, ya que las redes se construyen por el urbanizador cada vez que desarrolla un sector.

En el Anexo N° 8, denominado “Análisis Hidráulico de la Red de Distribución de AP”, se entrega la simulación de la Red de Distribución para el año 5, el cual arroja como resultado que la red no presenta nodos con presiones bajo o sobre norma.

EMAPAL no tiene implementado el Sistema de Información PR013 donde se informan por cuarteles las presiones bajo o sobre la norma, ya que cuenta con menos de 3.000 clientes.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-47

5.2 Balance Oferta – Demanda de Aguas Servidas.

El balance oferta-demanda del sistema de aguas servidas se realizó a nivel de recolección y a nivel de disposición con sistema de tratamiento de aguas servidas.

A nivel de recolección se considera el caudal máximo instantáneo y a nivel de planta de tratamiento se considera el caudal medio diario.

La etapa de recolección considera la red de colectores de 13.657 m, la PEAS Norte de una capacidad de 8,41 L/s que impulsa aguas servidas a una cámara ubicada en la red de recolección, para luego ser trasladadas en forma gravitacional por una conducción de recolección de 192 m de longitud y diámetro 200 mm hasta la entrada de la PTAS.

Las aguas servidas tratadas son dispuestas en el Río Mapocho mediante una conducción gravitacional.

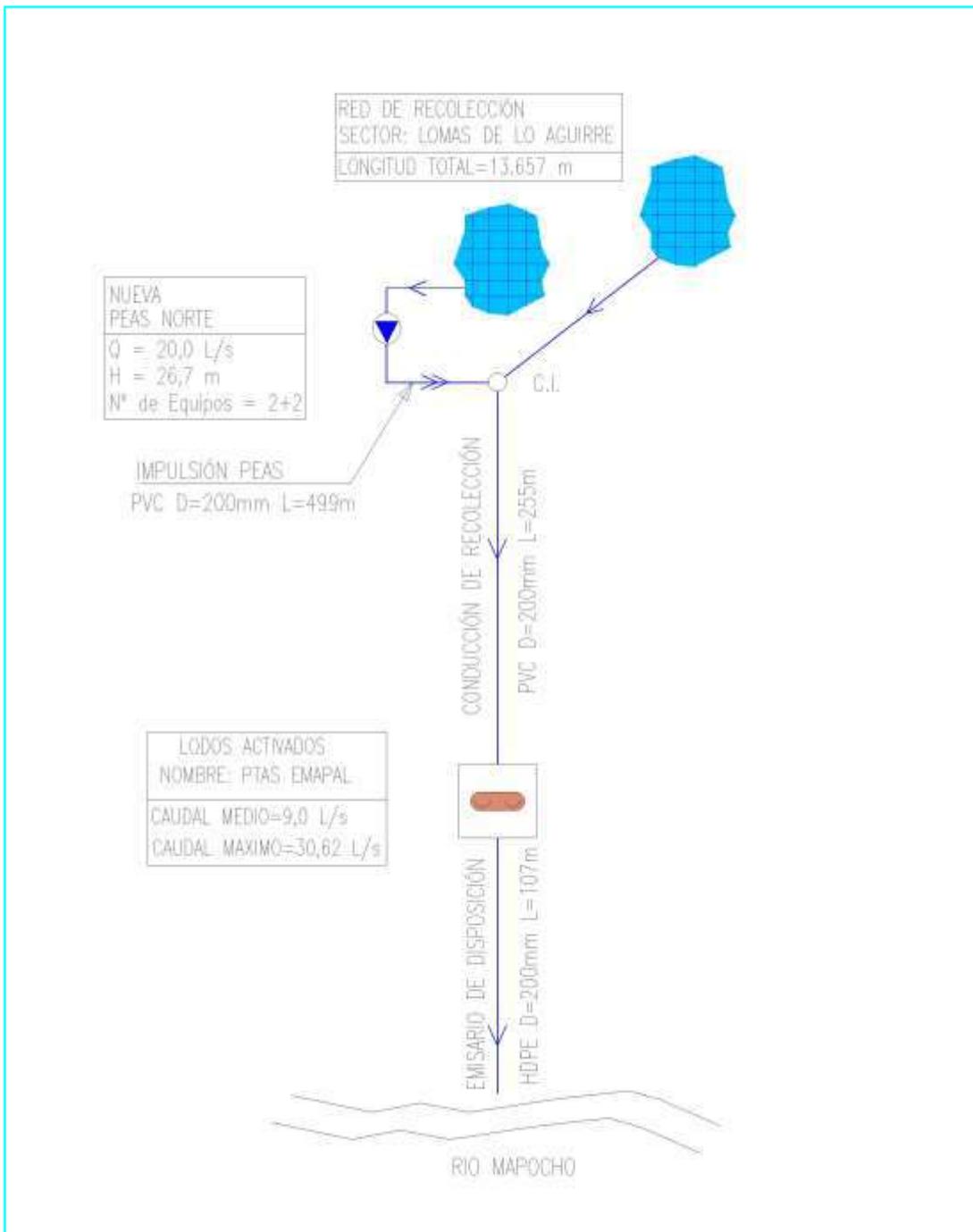
Para la entrada en servicio del Nuevo Loteo, se requerirá reemplazar la PEAS Norte por una nueva unidad, debido a la cota de llegada más baja de la red de alcantarillado del sector Nuevo,

Se reemplazará la sentina de PRFV, por dos sentinas de hormigón, una para las bombas existentes que quedarán en reserva y la otra para dos nuevas bombas de mayor capacidad, en configuración 2+0, para los requerimientos del sector consolidado más el Nuevo Loteo.

A continuación se presenta el esquema de la infraestructura existente y proyectada de aguas servidas.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-48

Figura Nº 5-3: Esquema de la infraestructura existente y proyectada de aguas servidas.



DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-49

5.2.1 Balance Oferta – Demanda de Recolección.

5.2.1.1 Plantas Elevadoras e Impulsiones de Recolección.

La única PEAS de recolección existente es la PEAS Norte, que recibe las aguas servidas de la parte Norte de EMAPAL (Monte Tabor Norte, Alto y Bajo), que equivale al 30% del Sector Bajo y también recibirá la totalidad de las aguas servidas que se generen en el nuevo loteo, el que empezará a desarrollarse a partir del año 2017.

A continuación se entrega la demanda sobre la PEAS Norte.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-50

Cuadro Nº 5-22 : DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS PEAS NORTE

Año	AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS							APORTES		TOTALES	
	Población Saneada AS (Hab)	Clientes Servidos AS Nº	Dotación AS (con CR=0,62)		CR= 0,62			Qinf (L/s)	Q ALI (L/s)	Caudal Medio Total (L/s)	Q Max. Hor. Tot. (L/s)
					Q Medio (L/s)	HARMON	Q Max. Hor. (L/s)				
			m3/cli/mes	(L/hab/día)							
2015	750	150	41,67	274,0	2,38	3,74	8,91	0,0	0,0	2,38	8,91
2016	837	167	40,30	265,0	2,57	3,76	9,66	0,0	0,0	2,57	9,66
2017	889	178	38,78	255,0	2,62	3,78	9,90	0,0	0,0	2,62	9,90
2018	944	188	37,39	245,0	2,68	3,79	10,13	0,0	0,0	2,68	10,13
2019	995	198	36,10	236,6	2,73	3,80	10,35	0,0	0,0	2,73	10,35
2020	1.047	209	34,91	228,8	2,77	3,79	10,50	0,0	0,0	2,77	10,50
2021	1.099	219	33,80	221,6	2,82	3,77	10,63	0,0	0,0	2,82	10,63
2022	1.150	229	32,77	214,8	2,86	3,76	10,75	0,0	0,0	2,86	10,75
2023	1.202	240	31,80	208,5	2,90	3,75	10,87	0,0	0,0	2,90	10,87
2024	1.254	250	30,89	202,6	2,94	3,73	10,98	0,0	0,0	2,94	10,98
2025	1.305	260	30,04	197,0	2,98	3,72	11,08	0,0	0,0	2,98	11,08
2026	1.357	271	29,24	191,8	3,01	3,71	11,18	0,0	0,0	3,01	11,18
2027	1.409	281	28,48	186,8	3,05	3,70	11,27	0,0	0,0	3,05	11,27
2028	1.460	291	27,76	182,1	3,08	3,69	11,35	0,0	0,0	3,08	11,35
2029	1.512	302	27,09	177,7	3,11	3,68	11,43	0,0	0,0	3,11	11,43
2030	1.564	312	26,44	173,5	3,14	3,67	11,51	0,0	0,0	3,14	11,51
2031	1.615	322	25,83	169,5	3,17	3,66	11,58	0,0	0,0	3,17	11,58

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-51

Cuadro Nº 5-23: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras e Impulsiones Asociadas de Recolección MT Norte - Sin Proyecto.

Nombre Sector: Monte Tabor Norte (Alto y Bajo) y Nuevo Loteo

Etapas: Recolección

Año	Período	Impulsión Asociada				
		Longitud	D	Hg	Q PEAS	H _{elev.}
		(m)	(mm)	(m)	(L/s)	(m)
2015		499,0	200	16,15	8,41	17,17
2016	0	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2017	1	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2018	2	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2019	3	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2020	4	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2021	5	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2022	6	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2023	7	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2024	8	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2025	9	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2026	10	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2027	11	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2028	12	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2029	13	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2030	14	499,0	200	16,15	8,41	17,17
2031	15	499,0	200	16,15	8,41	17,17

El caudal máximo considerado corresponde a la capacidad de bombeo de la PEAS.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-52

La altura geométrica indicada en el cuadro N° 5-23 corresponde a:

Cota de terreno Cámara Inspección de entrega	:	+ 480,00 m
<u>Cota de entrada a PEAS</u>	:	<u>- 463,85 m</u>
Total altura geométrica (Hg)	:	+ 16,15 m

La altura de elevación se calculó considerando la altura geométrica (Hg), las pérdidas singulares (5% de Hg) y las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Hazen-Williams. La pérdida de carga resultante es de 1,02 metros.

El balance oferta-demanda de la planta elevadora de aguas servidas se entrega en el siguiente cuadro 5-24, donde la oferta de capacidad corresponde a la capacidad de las dos bombas operando en paralelo, lo que equivale a un caudal de 8,41 L/s a una altura de 17,17 mca en su punto óptimo de funcionamiento y la demanda corresponde al caudal máximo instantáneo del sector saneado por la PEAS Norte (entregado en el cuadro 5-22)

De acuerdo al balance presentado en el cuadro 5-24, la capacidad de la PEAS está actualmente sobrepasada para las horas peak, lo que implica que actualmente las bombas operen más horas que las recomendadas. El cambio de bombas por unas de mayor capacidad se realizará con la construcción de la Nueva PEAS Norte, la que se proyectará para recibir a una cota más baja que la actual de llegada, los aportes del sector nuevo. El sector consolidado llegará a la cota actual a las sentinas proyectadas.

En el cuadro 5-25 se analiza la situación con proyecto desde el año 2 (2018).

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-53

Cuadro N° 5-24: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Recolección MT Norte - Sin Proyecto.

Nombre Sector: Monte Tabor Norte y Nuevo Loteo

Etapas: Recolección

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda de Capacidad		Balance Sin Proyecto	
		Caudal (L/s)	Helev. (m)	Q _{máx. horario} (L/s)	Helev (m)	Caudal (L/s)	Helev. (m)
2015		8,41	16,97	8,91	17,19	-0,50	-0,02
2016	0	8,41	16,97	9,66	17,23	-1,25	-0,06
2017	1	8,41	16,97	9,90	17,24	-1,49	-0,07
2018	2	8,41	16,97	10,13	17,25	-1,72	-0,09
2019	3	8,41	16,97	10,35	17,26	-1,94	-0,10
2020	4	8,41	16,97	10,50	17,27	-2,09	-0,11
2021	5	8,41	16,97	10,63	17,28	-2,22	-0,11
2022	6	8,41	16,97	10,75	17,29	-2,34	-0,12
2023	7	8,41	16,97	10,87	17,29	-2,46	-0,13
2024	8	8,41	16,97	10,98	17,30	-2,57	-0,13
2025	9	8,41	16,97	11,08	17,31	-2,67	-0,14
2026	10	8,41	16,97	11,18	17,30	-2,77	-0,14
2027	11	8,41	16,97	11,27	17,30	-2,86	-0,13
2028	12	8,41	16,97	11,35	17,30	-2,94	-0,13
2029	13	8,41	16,97	11,43	17,29	-3,02	-0,13
2030	14	8,41	16,97	11,51	17,29	-3,10	-0,12
2031	15	8,41	16,97	11,58	17,29	-3,17	-0,12

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-54

Cuadro N° 5-25: Balance Oferta – Demanda. Plantas Elevadoras de Recolección MT Norte - Con Proyecto.

Nombre Sector: Monte Tabor Norte y Nuevo Loteo

Etapas: Recolección

Año	Período	Oferta de Capacidad		Demanda de Capacidad		Balance con Proyecto	
		Caudal (L/s)	H _{elev.} (m)	Q _{máx. horario} (L/s)	H _{elev} (m)	Caudal (L/s)	H _{elev.} (m)
2015		8,41	17,17	8,91	17,19	-0,50	-0,02
2016	0	8,41	17,17	9,66	17,23	-1,25	-0,06
2017	1	8,41	17,17	9,90	17,24	-1,49	-0,07
2018	2	20,00	18,00	10,13	17,25	9,87	0,74
2019	3	20,00	18,00	10,35	17,26	9,65	0,73
2020	4	20,00	18,00	10,50	17,27	9,50	0,72
2021	5	20,00	18,00	10,63	17,28	9,37	0,72
2022	6	20,00	18,00	10,75	17,29	9,25	0,71
2023	7	20,00	18,00	10,87	17,29	9,13	0,70
2024	8	20,00	18,00	10,98	17,30	9,02	0,70
2025	9	20,00	18,00	11,08	17,31	8,92	0,69
2026	10	20,00	18,00	11,18	17,30	8,82	0,69
2027	11	20,00	18,00	11,27	17,30	8,73	0,70
2028	12	20,00	18,00	11,35	17,30	8,65	0,70
2029	13	20,00	18,00	11,43	17,29	8,57	0,70
2030	14	20,00	18,00	11,51	17,29	8,49	0,71
2031	15	20,00	18,00	11,58	17,29	8,42	0,71

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-55

5.2.1.2 Conducciones de Aguas Servidas.

Existe solamente una conducción de aguas servidas (colector de llegada a la PTAS) cuya verificación está incluida en el programa de simulación de la red de recolección.

Tal como se presenta en los resultados del Anexo N° 9, esta conducción no presenta problemas de capacidad ni de autolavado durante todo el período de previsión.

A continuación se presenta el balance oferta demanda de esta conducción, la cual corresponde a una conducción de 200 mm de diámetro, PVC y que tiene una longitud de 192 m.

La capacidad máxima de esta conducción se ha calculado utilizando la fórmula de Manning para escurrimiento abierto, considerando h/D igual a 0,70; una pendiente media de un 1,0% y utilizando un coeficiente de rugosidad igual a 0,011.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-56

Cuadro Nº 5-26: Balance Oferta – Demanda. Conducciones de Recolección - Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Etapas: Recolección

Año	Período	Capacidad Q_{Máx} porteo (L/s)	Total Capacidad (L/s)	V (m/s)	Dint (mm)	Demanda Q_{máx} (L/s)	Balance Sin Proy. (L/s)
2016	0	29,8	29,8	1,43	188,2	29,0	0,76
2017	1	29,8	29,8	1,43	188,2	28,6	1,20
2018	2	29,8	29,8	1,43	188,2	28,2	1,63
2019	3	29,8	29,8	1,43	188,2	27,8	2,03
2020	4	29,8	29,8	1,43	188,2	27,4	2,40
2021	5	29,8	29,8	1,43	188,2	27,0	2,76
2022	6	29,8	29,8	1,43	188,2	26,7	3,10
2023	7	29,8	29,8	1,43	188,2	26,4	3,42
2024	8	29,8	29,8	1,43	188,2	26,1	3,73
2025	9	29,8	29,8	1,43	188,2	25,8	4,02
2026	10	29,8	29,8	1,43	188,2	25,5	4,30
2027	11	29,8	29,8	1,43	188,2	25,2	4,57
2028	12	29,8	29,8	1,43	188,2	25,0	4,83
2029	13	29,8	29,8	1,43	188,2	24,7	5,07
2030	14	29,8	29,8	1,43	188,2	24,5	5,31
2031	15	29,8	29,8	1,43	188,2	24,3	5,53

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-57

5.2.1.3 Redes de Recolección.

No se consideran obras de este tipo a realizar por parte de la Empresa sanitaria, ya que los colectores se construyen por el urbanizador, cada vez que desarrolla un sector.

En Anexo N° 9, denominado Análisis Hidráulico de Conducciones de Recolección y Red de Recolección, se entregan los resultados de la simulación donde se concluye que la Red de Recolección actual no tiene déficit de capacidad de Porteo.

5.2.2 Balance Oferta – Demanda de Disposición.

A continuación se entregan los balances oferta-demanda de la planta de tratamiento y de las conducciones de disposición.

5.2.2.1 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.

La PTAS de EMAPAL tiene las siguientes capacidades de acuerdo a diseño:

- Caudal medio diario: 778 m³/d (9,0 L/s)
- Caudal máximo horario: 110 m³/hr (30,62 L/s)
- Carga DBO₅ per cápita máxima diaria: 52 grDBO₅/hab/d
- Habitantes nominales con la carga de diseño 3.890 habitantes

La Guía de Planes de Desarrollo exige analizar en forma separada la situación de:

- Tratamiento preliminar.
- Tratamiento Biológico parte Hidráulica.
- Tratamiento Biológico propiamente tal.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-58

Dado que se trata de líneas de funcionamiento continuo y simultáneo en los dos últimos casos se ha optado por analizar en primer lugar la situación sin proyecto en los tres casos.

A continuación se entrega la situación sin proyecto para el tratamiento preliminar.

Cuadro Nº 5-27: Balance Oferta – Demanda. Plantas de Tratamiento Aguas Servidas Por Sector – Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Nombre Planta: EMAPAL

Tratamiento Preliminar

Año	Período	Capacidad (Q máx hor diseño) (L/s)	Demanda (Q máx inst proy) (L/s)	Balance Sin Proyecto (L/s)
2015		30,62	27,04	3,57
2016	0	30,62	29,04	1,57
2017	1	30,62	28,60	2,02
2018	2	30,62	28,17	2,44
2019	3	30,62	27,78	2,84
2020	4	30,62	27,40	3,22
2021	5	30,62	27,04	3,57
2022	6	30,62	26,70	3,91
2023	7	30,62	26,38	4,24
2024	8	30,62	26,07	4,54
2025	9	30,62	25,78	4,84
2026	10	30,62	25,50	5,12
2027	11	30,62	25,23	5,38
2028	12	30,62	24,98	5,64
2029	13	30,62	24,73	5,88
2030	14	30,62	24,50	6,12
2031	15	30,62	24,27	6,35

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-59

En el siguiente cuadro se entrega la situación sin proyecto para el tratamiento biológico parte hidráulica.

Cuadro Nº 5-28: Balance Oferta – Demanda. Capacidad Hidráulica Plantas de Tratamiento Aguas Servidas Por Sector – Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Nombre Planta: EMAPAL

Tratamiento Biológico

Año	Período	Capacidad Hidráulica (Q medio diseño) (L/s)	Demanda Hidráulica (Q medio Tot. Proyec.) (L/s)	Balance Sin Proyecto (L/s)
2015		9,00	7,84	1,17
2016	0	9,00	8,52	0,48
2017	1	9,00	8,41	0,60
2018	2	9,00	8,30	0,71
2019	3	9,00	8,19	0,81
2020	4	9,00	8,10	0,91
2021	5	9,00	8,00	1,00
2022	6	9,00	7,92	1,09
2023	7	9,00	7,83	1,17
2024	8	9,00	7,75	1,25
2025	9	9,00	7,68	1,33
2026	10	9,00	7,61	1,40
2027	11	9,00	7,54	1,46
2028	12	9,00	7,47	1,53
2029	13	9,00	7,41	1,59
2030	14	9,00	7,35	1,65
2031	15	9,00	7,30	1,71

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-60

Con respecto a la capacidad de tratamiento orgánico propiamente tal de la PTAS existente, se compara su capacidad de carga de diseño con la capacidad de carga proyectada de acuerdo a los valores históricos muestreados en la PTAS.

La capacidad de carga de diseño corresponde a:

$$C_o = \frac{3.890hab * 52grDBO_5 / hab / día}{1.000gr / kg} = 202,3KgDBO_5 / día$$

Con datos entregados por la empresa se preparó la Tabla N°5-29, donde se presentan los valores promedio de la concentración de DBO₅ medida en el afluente a la PTAS en los últimos 3 años previos a la actualización del Plan de Desarrollo.

Cuadro N° 5-29: Concentraciones DBO₅ Afluente PTAS.

Año	Concentración Afluente DBO₅ (mg/L)	Concentración Efluente DBO₅ (mg/L)
2013	258,53	11,63
2014	196,46	18,89
2015	187,46	8,04

Fuente: planilla EMAPAL “Resumen Ejecutivo DBO5”

El valor medio resulta igual a 214,5 mg/L DBO₅. Considerando este valor y el caudal medio de aguas servidas proyectado, se obtuvo la demanda en KgDBO₅/día para todo el período de previsión.

A continuación se presenta la situación sin proyecto para el tratamiento biológico de la PTAS.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-61

Cuadro Nº 5-30: Balance Oferta – Demanda. Capacidad Carga Orgánica Plantas de Tratamiento Aguas Servidas Por Sector – Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Nombre Planta: EMAPAL

Tratamiento Biológico

Año	Período	Capacidad Carga (carga diseño) [KgDBO₅/día]	Demanda Carga (carga proy) [KgDBO₅/día]	Balance Sin Proyecto [KgDBO₅/día]
2015		202,28	144,99	57,29
2016	0	202,28	157,71	44,57
2017	1	202,28	155,55	46,73
2018	2	202,28	153,53	48,75
2019	3	202,28	151,61	50,67
2020	4	202,28	149,81	52,47
2021	5	202,28	148,10	54,18
2022	6	202,28	146,48	55,80
2023	7	202,28	144,94	57,34
2024	8	202,28	143,48	58,80
2025	9	202,28	142,09	60,19
2026	10	202,28	140,77	61,51
2027	11	202,28	139,51	62,77
2028	12	202,28	138,30	63,98
2029	13	202,28	137,15	65,13
2030	14	202,28	136,06	66,22
2031	15	202,28	135,00	67,28

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-62

El tratamiento preliminar, la capacidad hidráulica y la capacidad biológica no presentan déficit en el horizonte de evaluación, por lo que no existe situación con proyecto.

A continuación se entrega la situación sin proyecto para el proceso de desinfección de la PTAS.

La capacidad del clorador es de 12,5 L/h de solución de hipoclorito de sodio al 10%. Esto equivale a 1,25 L/h de cloro que equivale a 1,25 kg/h.

Para una dosificación de 5 mg/L se tiene:

$$Q_{as} = \frac{1,25 * 1.000 * 1.000}{5 * 3.600} = 69,44 \text{ L/s}$$

No existe situación con proyecto para el proceso de desinfección de la PTAS, ya que no hay déficit.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-63

Cuadro Nº 5-31: Plantas de Tratamiento Aguas Servidas Por Sector – Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Nombre Planta: EMAPAL

Desinfección

Año	Período	Capacidad (Q medio diseño) (L/s)	Demanda (Q medio proyectado) (L/s)	Balance Sin Proyecto (L/s)
2015		69,44	7,84	61,61
2016	0	69,44	8,52	60,92
2017	1	69,44	8,41	61,04
2018	2	69,44	8,30	61,15
2019	3	69,44	8,19	61,25
2020	4	69,44	8,10	61,35
2021	5	69,44	8,00	61,44
2022	6	69,44	7,92	61,53
2023	7	69,44	7,83	61,61
2024	8	69,44	7,75	61,69
2025	9	69,44	7,68	61,76
2026	10	69,44	7,61	61,84
2027	11	69,44	7,54	61,90
2028	12	69,44	7,47	61,97
2029	13	69,44	7,41	62,03
2030	14	69,44	7,35	62,09
2031	15	69,44	7,30	62,15

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-64

Para el cálculo de la demanda de lodos deshidratados proyectados se realizó una estimación en base a la DBO₅ removida, su relación de diseño de producción de lodos y la proyección de caudal medio anual.

Los datos utilizados son los siguientes:

- DBO₅ Afluente promedio últimos 3 años (ver Tabla N°5-29) : 120,42 DBO mg/L
- DBO₅ Efluente promedio últimos 3 años (ver Tabla N°5-29) : 12,86 DBO mg/L
- Rendimiento según diseño de producción de lodos : 1,129 Kg lodo seco / Kg DBO removida

Es así que se puede determinar para cada año los Kg de lodos diarios, según la siguiente fórmula, en función de la DBO removida.

$$DemandaLodos(año_n) = \frac{[DBO5_{Afluente} - DBO5_{Efluente} (mg / l)] * Qmed(año_n) * 86.400 * 1,129 Kg_{lodo seco} / Kg_{DBOremovida}}{1.000.000}$$

A continuación se entrega el balance de oferta-demanda para la producción de lodos de la PTAS en la situación sin proyecto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-65

Cuadro N° 5-32: Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Por Sector – Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Nombre Planta: EMAPAL

Producción de Lodos

Humedad del lodo: 70%

Año	Período	Capac. Diseño Producción Lodos Deshidratados		Demanda Lodos Deshidratados Projectada		Balance Sin proyecto	
		kg lodo / día	m3 lodo / día	kg lodo / día	m3 lodo / día	kg lodo / día	m3 lodo / día
2015		247,0		153,9		93,1	
2016	0	247,0		167,4		79,6	
2017	1	247,0		165,1		81,9	
2018	2	247,0		163,0		84,0	
2019	3	247,0		160,9		86,1	
2020	4	247,0		159,0		88,0	
2021	5	247,0		157,2		89,8	
2022	6	247,0		155,5		91,5	
2023	7	247,0		153,9		93,1	
2024	8	247,0		152,3		94,7	
2025	9	247,0		150,8		96,2	
2026	10	247,0		149,4		97,6	
2027	11	247,0		148,1		98,9	
2028	12	247,0		146,8		100,2	
2029	13	247,0		145,6		101,4	
2030	14	247,0		144,4		102,6	
2031	15	247,0		143,3		103,7	

Notas (1) Corresponde a la masa o volumen de lodo deshidratado (húmedo). Llenar una de las dos columnas.

Se puede apreciar que no existe déficit en la línea de producción lodos, por lo que no se considera situación con proyecto.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-66

5.2.2.2 Conducciones de Disposición de Aguas Servidas.

La Empresa tiene una sola conducción de aguas servidas en la etapa de disposición, la que va desde la salida de la PTAS hasta el Río Mapocho.

La capacidad máxima de esta conducción se ha calculado utilizando la fórmula de Manning para escurrimiento abierto, considerando h/D igual a 0,7; la pendiente menor del emisario de un 4,7% y un coeficiente de rugosidad igual a 0,011.

A continuación se entrega la situación sin proyecto de la conducción de aguas servidas.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-67

Cuadro N° 5-33: Balance Oferta – Demanda. Conducciones AS - Sin Proyecto.

Nombre Sector: Lomas de Lo Aguirre

Etapas: Disposición

Año	Período	Capacidad Q_{Máx} porteo (L/s)	Total Capacidad (L/s)	Veq. (m/s)	Deq. (mm)	Demanda Q_{máx} (l/s)	Balance Sin Proy. (L/s)
2016	0	57,17	57,17	2,75	188,2	29,0	28,13
2017	1	57,17	57,17	2,75	188,2	28,6	28,58
2018	2	57,17	57,17	2,75	188,2	28,2	29,00
2019	3	57,17	57,17	2,75	188,2	27,8	29,40
2020	4	57,17	57,17	2,75	188,2	27,4	29,77
2021	5	57,17	57,17	2,75	188,2	27,0	30,13
2022	6	57,17	57,17	2,75	188,2	26,7	30,47
2023	7	57,17	57,17	2,75	188,2	26,4	30,79
2024	8	57,17	57,17	2,75	188,2	26,1	31,10
2025	9	57,17	57,17	2,75	188,2	25,8	31,40
2026	10	57,17	57,17	2,75	188,2	25,5	31,68
2027	11	57,17	57,17	2,75	188,2	25,2	31,94
2028	12	57,17	57,17	2,75	188,2	25,0	32,20
2029	13	57,17	57,17	2,75	188,2	24,7	32,44
2030	14	57,17	57,17	2,75	188,2	24,5	32,68
2031	15	57,17	57,17	2,75	188,2	24,3	32,90

No se considera situación con proyecto. En Anexo N° 9 se entrega en el análisis hidráulico de la descarga al Río Mapocho.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-68

5.2.2.3 Plantas Elevadoras e Impulsiones de Disposición de Aguas Servidas.

La empresa no tiene PEAS ni impulsiones en la etapa de disposición. La única planta elevadora existente corresponde a la PEAS de cabecera de la PTAS y es parte integrante de la misma.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	5-69

6 SOLUCION DEFINIDA POR LA EMPRESA.

En este capítulo se entrega una descripción de la solución adoptada para satisfacer la demanda del período en análisis para cada una de las etapas de Producción, Distribución, Recolección y Disposición.

6.1 Solución Etapa de Producción.

Dado que los balances oferta-demanda en la etapa de producción no presentan déficit, no se consideran obras nuevas en el horizonte de evaluación.

Se destaca que las únicas inversiones a realizar en esta etapa es la instalación de nuevas bombas en los sondajes N°4 y N°6.

A continuación se entrega el cuadro de obras nuevas planificadas en la etapa de producción.

Cuadro N° 6-1: Resumen de Obras Planificadas Etapa de Producción.

ETAPA	OBRA	DESIGNACION	AÑO DE PUESTA EN OPERACIÓN	OBS.
Producción	Cambio bomba agua y tablero	Bomba pozo profundo sondaje N°4	2 (2018)	
Producción	Cambio bomba cloración	Bomba dosificadora sondaje N°4	2 (2018)	
Producción	Cambio bomba agua y tablero	Bomba pozo profundo sondaje N°6	1 (2017)	
Producción	Cambio bomba cloración	Bomba dosificadora sondaje N°6	1 (2017)	

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	6-1

6.2 Solución Etapa de Distribución.

Como resultado del balance oferta-demanda realizado a nivel de regulación, para cada uno de los sectores, se determinó que no hay déficit en la capacidad de regulación del sistema por lo que no se contemplan obras de este tipo.

6.3 Solución Etapa de Recolección.

De acuerdo a los balances oferta-demanda en la etapa de recolección se plantea la construcción de una nueva PEAS Norte.

Cuadro N° 6-2: Resumen de Obras Planificadas Etapa de Recolección.

ETAPA	OBRA	DESIGNACION	AÑO DE PUESTA EN OPERACIÓN	OBSERVACIONES
Recolección	Nueva PEAS Norte	Dos Nuevas Sentinas Implementación Bombas Nuevas 2+0 para 20 L/s en Sentina N°1 Bombas Existentes se mantienen en by-pass en Sentina N°2 Nuevo Grupo Generador para bombas nuevas de 45 KVA Grupo Generador existente 11 KVA se mantiene stand-by para bombas existentes	1 (2017)	

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	6-2

6.4 Solución Etapa de Disposición.

Dado que los balances oferta-demanda en la etapa de disposición no presentan déficit, no se consideran obras nuevas en el horizonte de evaluación.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	6-3

7 PROGRAMA DE INVERSIONES.

A continuación se entrega el cronograma de inversiones, en el que se identifican cada una de las obras y la inversión anual asociada.

Los montos de inversión señalados están en UF, sin IVA y corresponden a Costos Directos.

El programa de inversiones considera las obras de cargo de EMAPAL S.A., es decir las Redes de Distribución y Recolección para el Nuevo Loteo no se encuentran consideradas, ya que estas son de cargo de los urbanizadores.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	7-1

Cuadro Nº 7-1: Programa de Inversiones por Etapa.

Etapa	Obra	Monto Inversión Anual (UF)															
	Designación	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PRODUCCIÓN																	
	Nueva bomba agua y tableros sondaje N°4			430													
	Nueva bomba dosificadora hipoclorito de sodio sondaje N°4			20													
	Nueva bomba agua y tableros sondaje N°6		430														
	Nueva bomba dosificadora hipoclorito de sodio sondaje N°6		20														
TOTAL ETAPA PRODUCCION		0	450	450	0												
DISTRIBUCIÓN																	
	No se Consideran Obras																
TOTAL ETAPA DISTRIBUCION		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RECOLECCIÓN																	
	Ampliación PEAS Norte		5.000														
TOTAL ETAPA RECOLECCION		0	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DISPOSICIÓN																	
	No se Consideran Obras																
TOTAL ETAPA DISPOSICION		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL GENERAL		0	5.450	450	0												

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	7-2

8 CRONOGRAMA DE OBRAS

En este capítulo se presenta el cronograma base de las obras planificadas.

El cronograma base comprende el período de 15 años de previsión más el año base, comenzando el año 2016 y terminando en el año 2031. En él se incluyen todas las obras planificadas como resultado del análisis de los balances oferta-demanda de cada etapa del proyecto.

El cronograma base de obras indica el año de inicio y término de la obra respetando las fechas definidas en la puesta en operación en los balances oferta-demanda, ya que este año corresponde al que las obras deben estar operativas.

Cuadro Nº 8-1: Cronograma Base.

Etapa	Obra	Descripción	Monto	Año de Inicio	Año de Término
			Inversión Total (UF)		
Producción	Aumento Capacidad Pozo N°4	Cambio bomba agua, bomba dosificadora hipoclorito y tablero	450	2018	2018
	Aumento Capacidad Pozo N°6	Cambio bomba agua, bomba dosificadora hipoclorito y tablero	450	2017	2017
Distribución	No se Consideran Obras				
Recolección	Ampliación PEAS Norte	Nueva sentina, nuevas bombas, nuevo grupo generador	5.000	2017	2017
Disposición	No se Consideran Obras				
TOTAL			5.900 NETO		

Ricardo González Alemany

Gerente General
EMAPAL S.A.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	8-1

9 EVALUACION ECONOMICA DEL PLAN DE DESARROLLO.

El Plan de Desarrollo presentado está asociado a una concesión vigente y con decreto tarifario vigente por lo que no procede la evaluación económica en este estudio, ya que ella debe realizarse para solicitudes de concesión.

DOCUMENTO	REV.	PÁGINA
MEMORIA	E	9-1