
TRATACAL S.A.

ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO 2021-2036

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE CALAMA

REV 0

Emitida para revisión SISS	0	11/2021	PVB	FCA
Atiende Observaciones	D	10/2021	PVB	FCA
Atiende Observaciones	C	08/2021	PVB	FCA
Emitido para Revisión Cliente	B	04/2021	PVB	FCA
Revisión Interna	A	03/2021	PVB	FCA
Emitido para	Revisión	Fecha	Preparó	Revisó
	Cliente: 		Documento N° 1676-PD-0-MEM	
			Proyecto HIDROSAN N° 1676	

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	Antecedentes Generales	4
1.2	Objetivo del Estudio.....	4
1.3	Estudios Disponibles	5
2.	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE CONCESIÓN Y TERRITORIO OPERACIONAL DE TRATACAL.....	6
2.1	Territorio Operacional de Tratacal	6
2.2	Área del Proyecto y Situación Geográfica.....	6
3.	CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	9
3.1	Introducción.....	9
3.2	Catastro de la Infraestructura Existente	9
3.2.1.	Etapas de Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas.....	9
3.2.2.	Esquemas y Cuadros de Infraestructura Existente	11
3.3	Diagnóstico de la Infraestructura existente	13
4.	PROYECCIÓN DE DEMANDA	15
4.1	Proyección de Población y Clientes.....	16
4.2	Coeficientes de Consumo.....	16
4.3	Proyección de demanda de aguas servidas.....	18
4.3.1.	Caudales de Infiltración y aguas lluvias	18
4.3.2.	Coeficiente de Recuperación.....	19
4.3.3.	Caudales de diseño de aguas servidas	21
4.3.4.	Estimación de la Carga Orgánica	22
5.	BALANCE OFERTA DEMANDA.....	26
5.1	Balance oferta demanda sistema de aguas servidas.....	26
5.1.1.	Balance Oferta Demanda de Disposición	26
6.	SOLUCIÓN DEFINIDA POR LA EMPRESA	41
7.	PROGRAMA DE INVERSIONES.....	42
8.	CRONOGRAMA DE OBRAS	44

ANEXOS

ANEXO N°1:	Plano Territorio Operacional Tratacal
ANEXO N°2:	Esquema Obras Existentes Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas
ANEXO N°3:	Análisis Estadístico de datos Operacionales.
ANEXO N°4:	Informe Coeficiente Recuperación.
ANEXO N°5:	Verificación Capacidad Hidráulica PTAS Tratacal.
ANEXO N°6:	Esquema Obras Futuras Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas
ANEXO N°7:	FICHA FAT
ANEXO N°8:	Resumen Diagnostico de las Obras
ANEXO N°9:	Análisis Capacidad PEAS Tornillo.

Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036

CALAMA

TRATACAL

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

El 01 de febrero de 2007, TRATACAL SA adquirió los derechos de explotación de la concesión sanitaria de propiedad de la Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A. (ECONSSA CHILE S.A.), en los términos contemplados en los artículos 7º y 32º de la Ley General de Servicios Sanitarios, contenida en el DFL N° 382 de 1988 del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y en los artículos 57º y siguientes de su reglamento contenido en el Decreto Supremo N° 121 de 1990 del mismo ministerio. El presente documento consigna los Planes de Desarrollo del servicio sanitario de la planta de tratamiento de aguas servidas de Calama, concesión sanitaria de propiedad de ECONSSA S.A según D.S. MOP N° 1056 de fecha 30 de diciembre de 1996. De acuerdo a la información obtenida de la Superintendencia de Servicios Sanitarios respecto de la cobertura de aguas servidas, la población saneada a diciembre de 2019 en Calama es de 164.559 habitantes, lo que representa una cobertura del 99,4% de la población.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como objetivo la Actualización del Plan de Desarrollo vigente a la fecha, en la localidad Calama, de la empresa TRATACAL S.A. que tiene como concesión la etapa de Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas de la ciudad de Calama.

La SISS mediante la ORD. 3611/2020 solicitó a la empresa actualizar el estudio correspondiente a los Planes de Desarrollo de la Disposición de aguas servidas de Calama, los cuales están vigentes desde el año 2012. Además, existe la Actualización del Plan de Desarrollo de fecha 04 de Diciembre año 2017.

El presente informe es un documento integral y autosuficiente que se apega a lo establecido por la SISS en su “Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo” de Abril de 2019.

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	4
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D-MEM	0	

1.3 ESTUDIOS DISPONIBLES

La información disponible a la fecha radica principalmente en los antecedentes que la empresa ha aportado constantemente a través de los sistemas de información continua que mantiene con la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), en base a documentación reciente tanto de documentos recopilados, como por información recibida en forma directa del personal de operaciones de la Empresa.

Cabe señalar que los estudios disponibles para este informe son los siguientes:

- Estudio Coeficiente de Recuperación de Aguas Servidas, confeccionado por Hidrosan Ingeniería S.A. octubre 2015.
- NBI 2020 TRATACAL

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	5
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D-MEM	0	

2. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE CONCESIÓN Y TERRITORIO OPERACIONAL DE TRATACAL

2.1 TERRITORIO OPERACIONAL DE TRATACAL

El Territorio operacional de TRATACAL, está ligado al sistema de Tratamiento y Disposición de aguas servidas de la ciudad de Calama, II región. Cabe mencionar que el Plano Regulador Comunal (PRC) de la ciudad de Calama, que define el límite urbano, fue publicado en el Diario Oficial con fecha 04 de Abril del año 2004

2.2 ÁREA DEL PROYECTO Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Calama es la capital de la provincia del Loa, en la II región de Antofagasta y tiene una superficie de 15.597 km².

La comuna de Calama está compuesta por dos sectores ecológicos: los faldeos occidentales y el piedemonte de la Cordillera de los Andes, en los cuales está emplazada la ciudad; y la cordillera propiamente tal (sobre los 3.000 msnm), en la cual fértiles valles albergan a poblados existentes desde épocas preincaicas., marcan los límites comunales hacia el oriente.

El límite occidental de la comuna de Calama está marcado por las cumbres de la pre Cordillera, la cual se manifiesta al norte de Calama con la pre Cordillera del río Loa, la cual recibe diversos nombres, de norte a sur: Sierra Moreno, Cerros de Chuquicamata, Cerros de Montecristo. El Cerro Poquis (4.589 msnm) es su altitud máxima, al norte de Chuquicamata. Al sur de ella comienzan las primeras estribaciones de la Cordillera de Domeyko, las cuales a la vez sirven para trazar el límite sur de la comuna, con los nombres de Sierra de Limón Verde y Cordón Barros Arana. El paso del río Loa de este a oeste deja un llano, en el cual se emplaza la ciudad y el oasis de Calama.

Entre la pre Cordillera y la Cordillera de los Andes el curso norte-sur del río Loa y su junta con el río Salado forman la Depresión del Loa Superior. Al sur de éste se forma la Gran Fosa Pre altiplánica, manifestándose a través de la Pampa de Moctezuma, dentro de los límites de la comuna.

La comuna de Calama cubre ampliamente el sector oriental de la cuenca del Loa. En la estación de aforo de Yalquincha (NE de Calama) se capta una carga promedio de 4,3 m³/s al año.

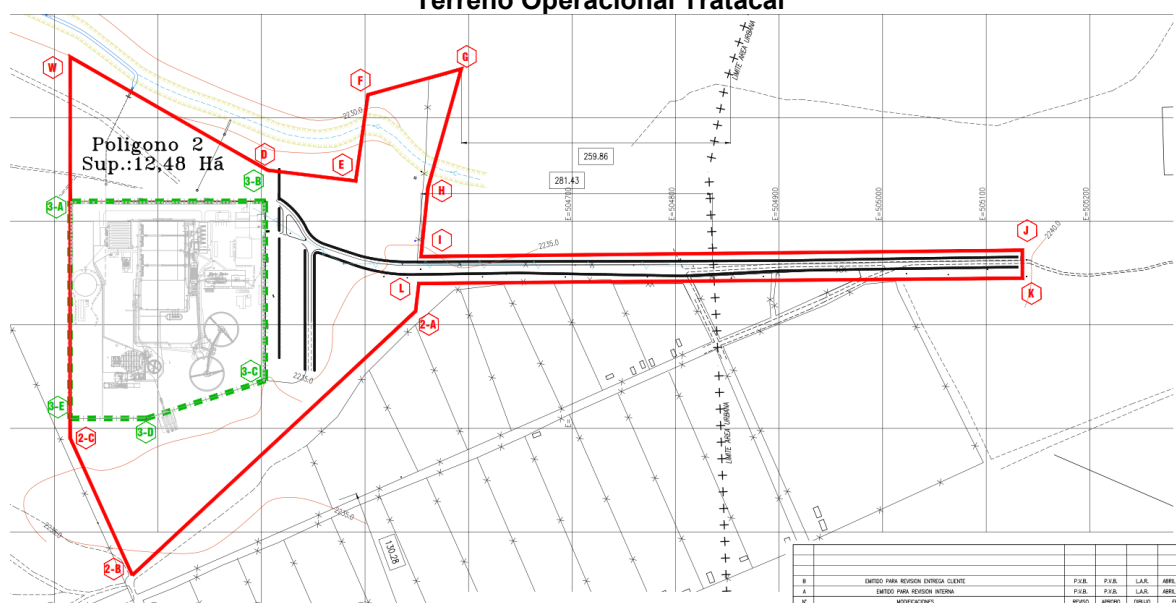
	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	6
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D-MEM	0	

Entre los 2.000 y los 3.000 msnm se presenta el Clima Desértico Frío; caracterizado por precipitaciones que no sobrepasan los 75 mm anuales, y promedio anual de temperaturas de 11,2°C (aunque la amplitud térmica supera los 20°C, con mínimas bajo cero en invierno y máximas sobre 30°C en verano). La ciudad de Calama y el pueblo de Chiuchiu se encuentran en los márgenes de este clima.

La principal actividad económica de la ciudad deriva de la gran y mediana minería, prestando servicios a la misma o como ciudad dormitorio.

Los límites del área geográfica donde actualmente se presta el servicio sanitario con sus coordenadas UTM son las que se muestran en la siguiente figura y cuadro:

Figura 2.2.1
Terreno Operacional Tratacal



En la figura 2.2.1 se muestra el terreno operativo actual de Tratacal delimitado por el polígono rojo, mientras que el polígono achurado de color café delimita la zona actual del recinto. El plano del terreno operativo de Tratacal se puede observar en detalle en el [Anexo N°1](#).

Cuadro 2.2.1
Coordenadas terreno Tratacal

Vértice	ESTE	NORTE
W	504.218	7.516.857
D	504.403	7.516.750
E	504.491	7.516.739
F	504.503	7.516.822
G	504.593	7.526.847
H	504.561	7.516.733
I	504.554	7.516.666
J	505.135	7.516.672
K	505.135	7.516.645
L	504.552	7.516.613
2-A	504.550	7.516.613
2-B	504.275	7.516.357
2-C	504.215	7.516.491
Ref IGM: DATUM WGS-84 Huso 19		

3. CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detallará todo lo referente a la infraestructura existente y en operación de los servicios de Tratamiento y Disposición. Este catastro se fundamenta en la base de infraestructura existente en la localidad de Calama, actualizado a la fecha de presentación del presente Plan de Desarrollo.

En este estudio se incorporarán esquemas representativos del funcionamiento de los sistemas de Tratamiento y Disposición de la localidad de Calama.

También se abordará en el presente capítulo, el diagnóstico del estado de las obras existentes en la localidad de Calama, según lo indicado por la SISS en su “*Guía De Elaboración De Los Planes De Desarrollo*” de Abril del 2019, en su capítulo 3, “*Diagnóstico del estado de la Infraestructura*”.

3.2 CATASTRO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

3.2.1. Etapa de Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas

En la actualidad la planta de tratamiento de Calama obedece a un sistema de Lodos Activados en modalidad a Media Carga con posterior desinfección. El sistema está constituido por un tratamiento preliminar, una planta elevadora, reactor biológico aireado, y clarificadores secundarios, luego se divide la línea de aguas de la de lodos en las siguientes etapas: espesado de lodos, digestión de lodos, deshidratación mediante centrifuga y posterior desinfección de las aguas efluentes mediante la aplicación de gas cloro.

A continuación se presentan las principales características de las unidades antes mencionadas, de acuerdo a lo recogido desde la Base de Infraestructura 2020.

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	9
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D-MEM	0	

a. **Planta de tratamiento**

Cuadro 3.2.1.a
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Calama

Código	Nombre	Tipo	Caudal de Diseño (Max diario) (l/s)	Capacidad actual de tratamiento (Medio) (l/s)	Tratamiento terciario	Desinfección
3000	PTAS Calama	LAC	698,3	413	NO	SI

b. **Tratamiento Preliminar]**

Cuadro 3.2.1.b
Pre tratamiento

Código	Nombre	Rejas	Desarenador	Desgrasador	Caudal de Diseño (Máximo Puntual) (l/s)	Capacidad Actual Tratamiento (l/s)
3000	PTAS Calama	SI	SI	NO	698,3	698,3

c. **Planta Elevadora**

Cuadro 3.2.1.c
Plantas Elevadoras

Código	Nombre	Tipo ¹	Caudal de Diseño (L/s)	Capacidad Máxima (L/s)	Altura Elevación (m)
35101	PEAS Tornillo	A	500	600	6.79
35102	PEAS Clarificadores	B	1188	1188	8

d. **Grupos Electrógenos**

Para asegurar la continuidad de la operación de la planta, frente a eventos de interrupciones del suministro eléctrico, la PTAS cuenta con dos grupos electrógenos de respaldo.

Cuadro 3.2.1.f
Grupos Electrógenos

Código	Potencia (kVA)	Instalación
160101	500	PTAS
160102	300	PTAS
160103	1100	PTAS
160104	500	PTAS
160105	500	PTAS

¹ Estanques de aspiración y sala de máquinas separados (A), Bombas en el interior del estanque de aspiración (B), Planta elevadora de sondajes y norias (C), Planta elevadora de vacío (D), Bomba Booster (E).

e. Conducciones de Disposición

**Cuadro 3.2.1.d
Conducciones de Aguas Servidas**

código	Nombre	Tipo	Diámetro (mm)	Longitud	Longitud Total (m)
				Acero	
115101	Tubería Hurtado de Mendoza	Ac	700	56.5	56.5
TOTAL (m)				56.5	56.5

f. Macro medidores

Para controlar la operación de la planta, está cuenta con una serie de macro medidores asociados a distintas unidades y funciones. A continuación se presenta un cuadro resumen con todas ellos.

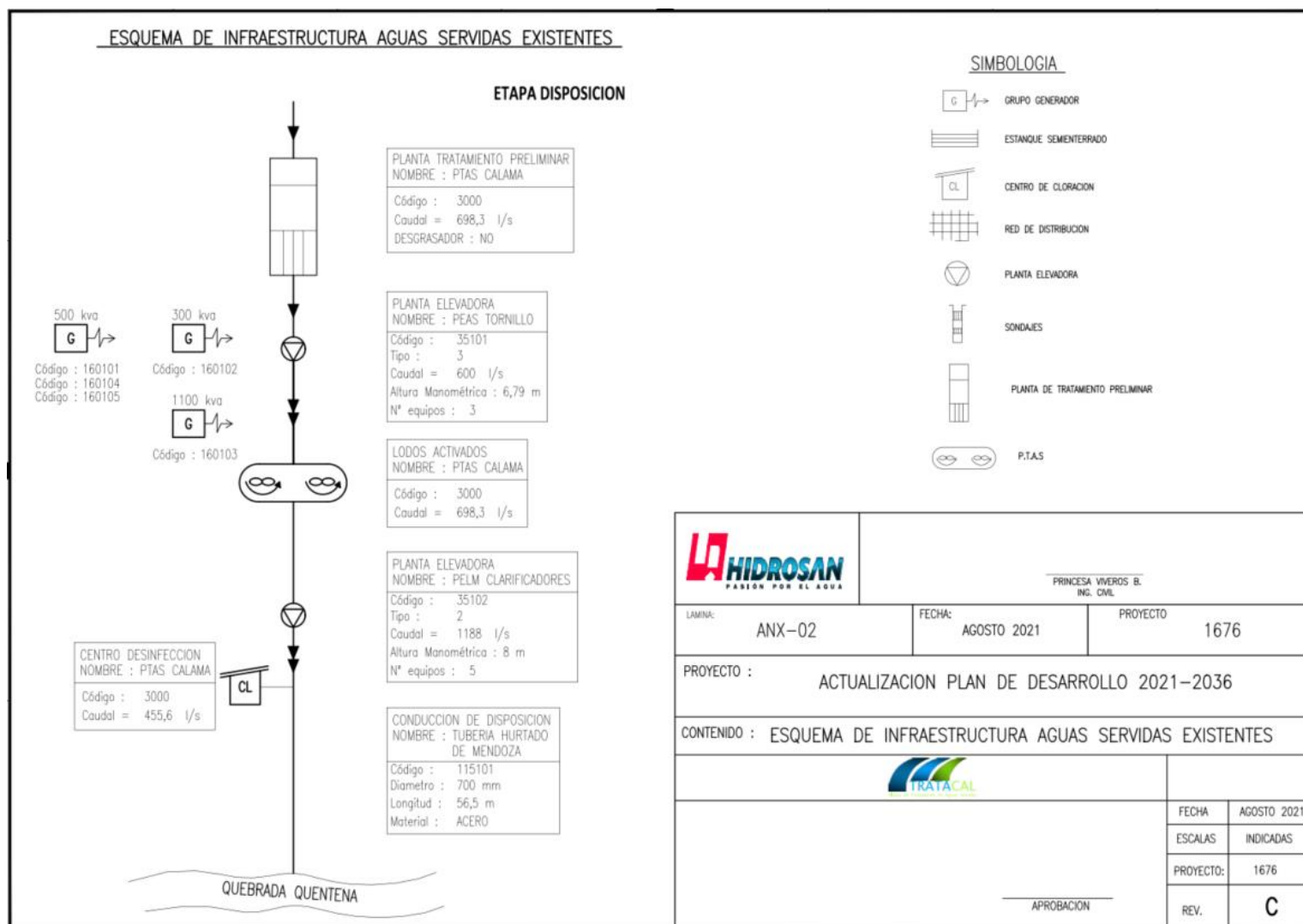
**Cuadro 3.2.1.e
Macromedidores**

Código Obra	Tipo	Diámetro (mm)
140201	Canaleta Parshall	-100
140202	Electromagnético	200
140203	Vertedero	-100
140204	Electromagnético	750
140206	Electromagnético	150
140207	Electromagnético	150
140208	Bypass	-100
140209	Electromagnético	150

3.2.2. Esquemas y Cuadros de Infraestructura Existente

A continuación se detallan los esquemas de funcionamiento de la infraestructura existente de los sistemas de tratamiento y disposición de la localidad de Calama, según los estándares exigidos por la SISS en su “*Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo*” de Abril del 2019. En el [Anexo N°2](#) se pueden observar el esquema de la Obras Existentes del Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas.

Figura 3.2.2.a
Esquema Obras Existentes Etapa Disposición TRATACAL



3.3 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En los cuadros de catastro de infraestructura se ha incluido una columna denominada “estado de uso”, en el cual se ha indicado la condición en que se encuentra, de acuerdo con la metodología exigida por la SISS, en su “*Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo*” en su capítulo 3; “*Diagnóstico del Estado de la Infraestructura*” en su subcapítulo 3.1; “*Obras Generales*” la cual clasifica la infraestructura existente, según el siguiente criterio:

Cuadro 3.3.1
ESCALA DE CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUTURA EXISTENTE

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.

Las Obras calificadas con R- y M deberán tener asociadas obras de mejoramiento, reparación o reposición en el Programa de Inversiones.

De acuerdo a los criterios antes descritos, según los estándares establecidos por la SISS, el diagnóstico de conservación de las estructuras existentes en la planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Calama, se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.3.2
Resumen Diagnóstico de Infraestructura

Infraestructura	Código	Conservación ²
Tubería Hurtado de Mendoza	115101	B
PTAS Calama	120101	B
Pre tratamiento	120201	B
PEAS Tornillo	35101	B
Tratamiento Secundario	120401	B
PEAS a Clarificadores	35102	B
Desinfección Efluente	120501	B
Línea de Lodos	120601	B
Control de Olores	120901	B
Macromedidor Afluente	140201	B
Macromedidor WAS	140202	B
Macromedidor RAS	140203	B
Macromedidor Efluente	140204	B
Macromedidor Centrifuga	140206	B
Macromedidor Centrifuga	140207	B
Macromedidor Bypass	140208	B
Macromedidor Centrifuga	140209	B
Grupo electrógeno 500 KVA	160101	B
Grupo electrógeno 300 KVA	160102	B
Grupo electrógeno 1100 KVA	160103	B
Grupo electrógeno 500 KVA	160104	B
Grupo electrógeno 500 KVA	160105	B

Las obras existentes de TRATACAL, presentan un estado de conservación tipo B, por lo que no es necesario proyectar obras de mejoramiento, reparación o reposición de la infraestructura existente.

² B) Si está en buenas condiciones; (R+) Si está condiciones mejores que regular; (R-) Si está condiciones menos que regular; (M) Si está en malas condiciones

4. PROYECCIÓN DE DEMANDA

En este capítulo se analizará la proyección de la población, clientes y demanda de agua potable y alcantarillado, de la localidad de TRATACAL, con un horizonte de análisis de 15 años, donde el año 0 corresponderá al año de Actualización del Plan de Desarrollo que equivale al año 2021 y cuyo año de término de análisis será el año 2036, siguiendo los lineamientos de la “*Guía de Elaboración los Planes de Desarrollo*” de la SISS en su capítulo N°4, “Proyección de Demanda”.

La proyección de la población, clientes y demanda de agua potable y alcantarillado estará basada en la Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo, según indica la SISS en su capítulo N°4, “*Proyección de Demandas*”, con los siguientes ajustes:

- Empresa real: % de pérdidas en las etapas de distribución y producción, infiltraciones y los coeficientes de coberturas que el prestador tenga definido para el periodo.
- Variaciones de acuerdo a la última información de facturación disponible.
- Se deberán considerar las demandas de los compromisos contraídos por la aplicación del Art. 52 bis (de ser necesario).

Las proyecciones serán las totales por servicio; no obstante, de ser necesario, en el capítulo de balances, se emplearán las proyecciones de demandas por sector y tendrán el mismo nivel de detalle que las demandas totales.

La proyección de demanda se basa en la información entregada por la Sanitaria Regional.

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	15
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D -MEM	D	

4.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CLIENTES

En el siguiente cuadro se presenta la proyección de la población y clientes con sus respectivas tasas de crecimiento de la localidad de Calama. La información utilizada para esta proyección corresponde a la contenida en el Estudio Tarifario vigente:

Cuadro 4.1.1
Proyección de Población Adoptada

Año	Año	Población	Clientes	Tasas de Crecimientos (%)		Densidad Habitantes	Clientes 52 bis	Población 52 bis
		Hab.	Nº	Población	Clientes	Hab/viv	Nº	Hab.
0	2021	153.226	49.779			3,60	0	0
1	2022	154.227	50.743	0,65%	1,94%	3,55	0	0
2	2023	155.186	51.707	0,62%	1,90%	3,49	0	0
3	2024	156.105	52.671	0,59%	1,86%	3,40	0	0
4	2025	156.982	53.635	0,56%	1,83%	3,31	0	0
5	2026	157.817	54.599	0,53%	1,80%	3,23	0	0
6	2027	158.612	55.563	0,50%	1,77%	3,14	0	0
7	2028	159.365	56.527	0,47%	1,73%	3,06	0	0
8	2029	160.077	57.491	0,45%	1,71%	2,98	0	0
9	2030	160.748	58.455	0,42%	1,68%	2,90	0	0
10	2031	161.378	59.419	0,39%	1,65%	2,82	0	0
11	2032	161.966	60.383	0,36%	1,62%	2,74	0	0
12	2033	162.513	61.347	0,34%	1,60%	2,67	0	0
13	2034	163.060	62.335	0,34%	1,61%	2,59	0	0
14	2035	163.609	63.310	0,34%	1,56%	2,52	0	0
15	2036	164.159	64.300	0,34%	1,56%	2,45	0	0

4.2 COEFICIENTES DE CONSUMO

Los coeficientes de consumos se considerarán de acuerdo a lo indicado en la NCh N° 691 Of. 2015, con valor base según el informe mensual de aguas servidas entregadas por la Sanitaria Regional, actualizados a la fecha.

La NCh691 Of.98 define el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) como el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual.

Para definir el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC), se consideró la facturación en m³ mensual para el periodo comprendido entre los años 2018-2020, de la localidad de Calama.

Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.2.1
Estadísticas de Consumo de Calama
(Consumos mensuales en m³)

Facturación Agua Potable			
MES	2018	2019	2020
Enero	803.280	829.728	811.759
Febrero	708.236	601.888	779.179
Marzo	751.644	788.507	782.338
Abril	828.891	839.400	843.070
Mayo	839.106	842.377	836.169
Junio	817.995	835.443	832.017
Julio	818.301	804.452	785.116
Agosto	820.364	842.109	808.650
Septiembre	797.281	827.755	833.208
Octubre	870.301	872.343	858.935
Noviembre	876.106	865.918	861.255
Diciembre	861.576	878.877	865.314
Promedio	816.090	819.066	824.751
Máximo	876.106	878.877	865.314
CMMC	1,074	1,073	1,049
CDMC	1,100	1,100	1,100
FDMC	1,181	1,180	1,154

Según lo indicado anteriormente se considera el CMMC el mayor de los últimos tres años. El **CMMC** adoptado es **1,074**.

La NCh691.Of 2015, define al factor del día de máximo consumo (F.D.M.C) como el producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (C.M.M.C.) y el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C.), donde el CDMC corresponde al cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo.

El **CDMC** adoptado, para la localidad de Calama es **1,1**. De acuerdo a lo anterior el valor del **F.D.M.C.** es: $1,074 * 1,1 = 1,18$

El factor de la hora de máximo consumo (F.M.H.C.), según la NCh 691.Of1998, se obtiene como el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. El valor adoptado para el **FMHC** de la localidad de Calama, es de **1,5**.

En el siguiente cuadro se presentan los coeficientes de consumo adoptados, para la localidad de Calama:

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	17
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D -MEM	D	

Cuadro 4.2.2
Coeficientes de Consumo Calama

Localidad	Coeficientes de Consumo			
	CMMC	CDMC	FDMC	FHMC
Calama	1,074	1,100	1,181	1,5

4.3 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

La proyección de la demanda de aguas servidas para la ciudad de Calama se basará en la información entregada por la Sanitaria Regional.

Se considerará además las demandas de los compromisos por la aplicación del Art. 52 Bis y de convenio de tratamiento de riles si corresponde.

4.3.1. Caudales de Infiltración y aguas lluvias

Los caudales de infiltración, se calcularon de acuerdo a lo presentado en el informe de coeficiente de recuperación, en el cual se seleccionaron 7 áreas de monitoreo y en base al método de los cloruros, que se vale de análisis de laboratorio, se determinó el siguiente cuadro, el cual contiene la infiltración por sector y la relaciona con una longitud de colector. Con dichos valores se obtiene un índice de infiltración por metro, con el que finalmente se calcula la infiltración total esperada para la ciudad de Calama:

Cuadro 4.3.1
Determinación del Caudal de Infiltración

Sector	Q Infiltración (L/s)	Red Alcantarillado (m)
SM-01	0,36	5.645
SM-02	0,11	6.309
SM-03	0,04	3.274
SM-04	0,35	1.264
SM-05	0,78	13.154
SM-06	0,41	4.837
SM-07	0,85	10.048
Total	2,89	44.531
Índice de Infiltración (L/s m)		6,49E-05
Total Red AS Calama (km)		300,445
Total Infiltración (L/s)		19,50

Debido a la condición geográfica y a la baja pluviometría del sector es que se considera despreciable el caudal de aguas lluvia aportante a las redes de alcantarillado, mientras que el caudal de infiltración adoptado será de 19,5 (l/s)

4.3.2. Coeficiente de Recuperación

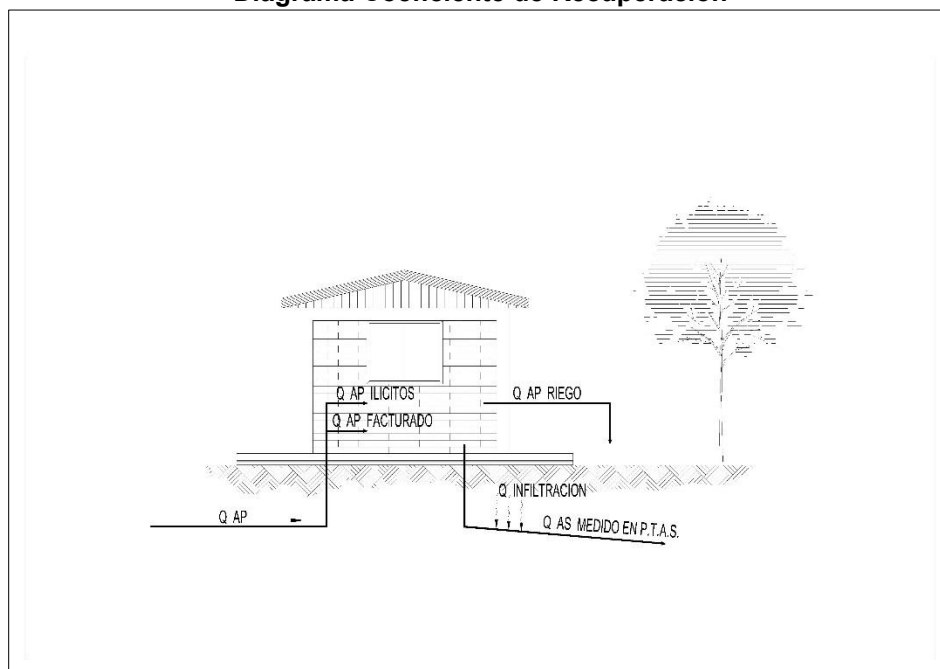
Según indica la NCh 1105 Of. 2008 “el coeficiente de recuperación refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias), que se descarga al alcantarillado y depende entre otros factores, de la estructura urbana del sector, del nivel socio económico de la población y del uso que se le da al agua”.

En el marco del “*Estudio Tarifario Concesiones de Servicios Segunda Región de Antofagasta. Periodo 2016-2021*”, TRATACAL preparo y presento el informe denominado “*Estudio Coeficiente de Recuperación de Aguas Servidas*” en el cual se siguió una metodología tendiente a determinar el coeficiente de recuperación real de la localidad de Calama.

Los datos considerados son las facturaciones de agua potable, aguas servidas, una estimación de la infiltración, el riego y los ilícitos. El diagrama siguiente muestra un esquema de cómo se calcula el porcentaje de infiltración:

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	19
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D -MEM	D	

Figura 4.3.2
Diagrama Coeficiente de Recuperación



El coeficiente de recuperación se estimará de acuerdo a la siguiente expresión (1):

$$\text{Coeficiente de recuperación} = \frac{Q_{AS\text{ Medido}} - Q_{Infiltración}}{Q_{AS\text{ Facturado}} + Q_{Ilícitos} - Q_{Riego}}$$

El caudal de Aguas Servidas medido corresponde al totalizador de entrada de la planta de aguas servidas para el período comprendido entre diciembre 2014 y marzo 2015.

El Caudal de Aguas Servidas Facturado corresponde al total facturado por Aguas Antofagasta para la localidad de Calama para el período comprendido entre diciembre del año 2014 y marzo del año 2015.

El caudal de ilícitos se estimó como un 4,8 % del caudal facturado de Agua Potable.

El caudal de Infiltración se determinó en el punto 4.3.1 en 14,51 (l/s).

Para calcular el caudal de riego se utilizó como base la información contenida en el estudio de Coeficiente de recuperación antes mencionado, el cual lo estima en 228.260 m³ al año. Con la información anterior y utilizando la expresión (1) se presentan a continuación los cálculos del factor de recuperación:

Cuadro 4.3.2
Determinación Coeficiente de Recuperación

Caudal	m³/año
Aguas servidas medido PTAS	3.075.435
Infiltración	151.728
Riego Áreas verdes	228.260
Ilícitos AP 2010	160.812
Facturación AS 2010	3.216.242
Facturación AP 2010	3.349.005
Coeficiente de Recuperación Recalculado	0,87

El “*Estudio Coeficiente de Recuperación de Aguas Servidas*” mencionado determinó un valor de **0,87**.

Para la proyección de los caudales de aguas servidas, en el presente PD se ha optado por utilizar un coeficiente de recuperación de **CR= 0,87**.

4.3.3. Caudales de diseño de aguas servidas

Según indica la NCh 1105 Of. 2008 los caudales de diseño “se utilizan para el dimensionamiento de las tuberías del sistema de alcantarillado, incluyen el caudal máximo horario de aguas servidas, el caudal de RILES y el de infiltración”.

El caudal máximo horario ($Q_{\text{máx h}}$) de aguas servidas se define como el mayor caudal que puede escurrir en un determinado período del día. Este caudal se utilizará para determinar la capacidad de ciertas unidades del sistema de tratamiento de aguas servidas, calculado para el final del periodo de previsión.

Dependiendo de la cantidad de la población abastecida el $Q_{\text{máx h}}$ se determina de la siguiente manera:

- Para poblaciones de 1.000 o más habitantes se podrá utilizar el coeficiente de Harmon.
- Para poblaciones de menos de 100 habitantes (20 casas), se podrá utilizar el Cuadro de caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E.).
- Para poblaciones comprendidas entre 100 y 1000 habitantes, se interpola entre el valor entregado por la B.S.C.E para 20 casas, que es 3,6 l/s, y el caudal máximo horario calculado para 1000 habitantes con el coeficiente de Harmon u otro valor debidamente justificado.

4.3.4. Estimación de la Carga Orgánica

Para llevar a cabo la estimación de la carga orgánica per cápita de la ciudad de Calama, se utilizaron los valores de entrada a la planta, medidos y estudiados en el “*Análisis Estadístico de Datos Operacionales*”, los que fueron calculados de acuerdo a la información oficial entregada en el PR023 a la SISS. Dicha información se encuentra contenida en el **Anexo N°3**. A modo de resumen, se identificó la carga orgánica de entrada que puede ser asimilada como aporte domiciliario y se separó de los aportes industriales a la planta sin convenio que cumplen el DS 609/04. De esta forma se llegó a dos valores de proyección, uno asociado a la población saneada y otro a la actividad industrial. El valor al que se llegó para la población fue de **50,5 g/hab/d** y para aportes industriales de **286 kg/d**. El aporte per cápita se utilizará para proyectar la carga orgánica domiciliaria total durante el período de previsión del presente Plan de Desarrollo, mientras que el aporte de industriales se considerará constante para todo el periodo.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, la carga orgánica se puede dividir entre aportes domiciliarios y aportes industriales sin convenio; por otro lado la planta recibe la descarga de camiones limpia fosas, carga que también es tratada por Tratacal. No obstante, este último aporte considera un tratamiento en una línea independiente a la planta de tratamiento de aguas servidas. Dicha carga se estimó de acuerdo a la proyección de volumen de descarga de camiones informados en el Estudio Tarifario y la carga de camiones limpia fosas obtenida en el Informe “*Caracterización de Cargas Afluentes a la Planta De Tratamiento de Aguas Servidas de Calama*” para el año 2014. A partir de esta carga, se determinó una concentración promedio, a partir de la cual se hace la proyección de carga de camiones limpia fosas junto con la proyección de volumen informado en el Estudio Tarifario. Debido a la tendencia proyectada, se estima un volumen constante de descarga de camiones limpia fosas desde el año 2021 hasta el 2036. Dicha proyección se muestra a continuación:

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	22
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D -MEM	D	

Cuadro 4.3.4.a
Proyección de Demanda Carga Orgánica
Clientes Camiones Limpia Fosas

Año	Carga Proy kgDBO5/día Camiones Limpia Fosas	Q l/s Camiones Limpia Fosas
2021	1.764	1,44
2022	1.764	1,44
2023	1.764	1,44
2024	1.764	1,44
2025	1.764	1,44
2026	1.764	1,44
2027	1.764	1,44
2028	1.764	1,44
2029	1.764	1,44
2030	1.764	1,44
2031	1.764	1,44
2032	1.764	1,44
2033	1.764	1,44
2034	1.764	1,44
2035	1.764	1,44
2036	1.764	1,44

Dado que se contempla la separación de la carga asociada a la descarga de camiones limpia fosas, la cual se tratará en la planta de Fuentes Móviles, para efectos de la actualización del Plan de Desarrollo, se considerará en los balances solo la carga doméstica y carga sin convenio asociada a la descarga de riles al sistema de alcantarillado

Cuadro 4.3.4.b
Proyección de Demanda Carga Orgánica Total
Clientes Domiciliarios + Clientes sin Convenio

Año	Carga Proy kgDBO5/día Domestica	Carga Proy kgDBO5/día Sin Convenio	Carga Proy kgDBO5/día TOTAL
2021	7.697	286	7.983
2022	7.748	286	8.034
2023	7.797	286	8.083
2024	7.844	286	8.130
2025	7.889	286	8.175
2026	7.932	286	8.218
2027	7.972	286	8.258
2028	8.011	286	8.297
2029	8.047	286	8.333
2030	8.082	286	8.368
2031	8.114	286	8.400
2032	8.144	286	8.430
2033	8.172	286	8.458
2034	8.200	286	8.486
2035	8.227	286	8.513
2036	8.255	286	8.541

De acuerdo a los criterios antes descritos, en el siguiente cuadro se presentan las proyecciones de las demandas de aguas servidas de la localidad de Calama, para los clientes dentro del territorio operacional:

	Actualización Plan de Desarrollo 2021-2036		Rev.	24
	TRATACAL S.A.	1676-PD-D -MEM	D	

Cuadro 4.3.4.b
Proyección de Demanda de Aguas Servidas dentro del Territorio Operacional Calama

AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS													Q Infilt (l/s)	Q A Lluv (l/s)	TOTAL		Carga Proy Domestica kgDBO5/día
Año	Año	Población Total AP	Cobertura AS	Población Saneada AS	Clientes AS	Dotación		Coeficiente de recuperación=			0,87 Qmax Horario	Consumo AS			Q medio Total	Qmax horario	
						m3/cliente/mes	l/hab/día	Q medio l/s	Modelo a utilizar	Coef Harmon	l/s						
2021	0	153.226	99,48%	152.423	49.779	16,5	177,0	271,7	Harmon	1,86	504,4	9.849.393	19,50	0	291,2	523,9	7.697
2022	1	154.227	99,49%	153.434	50.743	16,5	179,9	277,9	Harmon	1,85	515,3	10.073.631	19,50	0	297,4	534,8	7.748
2023	2	155.186	99,50%	154.404	51.707	16,6	182,8	284,2	Harmon	1,85	526,4	10.301.788	19,50	0	303,7	545,9	7.797
2024	3	156.105	99,51%	155.332	52.671	16,7	185,8	290,6	Harmon	1,85	537,7	10.533.978	19,50	0	310,1	557,2	7.844
2025	4	156.982	99,51%	156.219	53.635	16,7	188,9	297,1	Harmon	1,85	549,3	10.770.311	19,50	0	316,6	568,8	7.889
2026	5	157.817	99,52%	157.065	54.599	16,8	192,1	303,8	Harmon	1,85	561,0	11.010.902	19,50	0	323,3	580,5	7.932
2027	6	158.612	99,53%	157.870	55.563	16,9	195,3	310,5	Harmon	1,85	573,0	11.255.861	19,50	0	330,0	592,5	7.972
2028	7	159.365	99,54%	158.632	56.527	17,0	198,7	317,4	Harmon	1,84	585,2	11.505.303	19,50	0	336,9	604,7	8.011
2029	8	160.077	99,55%	159.353	57.491	17,0	202,2	324,4	Harmon	1,84	597,6	11.759.341	19,50	0	343,9	617,1	8.047
2030	9	160.748	99,56%	160.034	58.455	17,1	205,7	331,5	Harmon	1,84	610,3	12.018.089	19,50	0	351,0	629,8	8.082
2031	10	161.378	99,56%	160.672	59.419	17,2	209,4	338,8	Harmon	1,84	623,3	12.281.661	19,50	0	358,3	642,8	8.114
2032	11	161.966	99,57%	161.269	60.383	17,3	213,2	346,2	Harmon	1,84	636,5	12.550.173	19,50	0	365,7	656,0	8.144
2033	12	162.513	99,58%	161.824	61.347	17,4	217,1	353,8	Harmon	1,84	650,0	12.823.742	19,50	0	373,3	669,5	8.172
2034	13	163.060	99,58%	162.369	62.335	17,5	221,0	361,3	Harmon	1,84	663,5	13.098.058	19,50	0	380,8	683,0	8.200
2035	14	163.609	99,58%	162.915	63.310	17,6	225,0	369,1	Harmon	1,84	677,3	13.378.241	19,50	0	388,6	696,8	8.227
2036	15	164.159	99,58%	163.464	64.300	17,7	229,0	377,0	Harmon	1,83	691,4	13.664.418	19,50	0	396,5	710,9	8.255

5. BALANCE OFERTA DEMANDA

El balance oferta demanda, de la ciudad de Calama, para la etapa de Disposición, se realizará siguiendo los lineamientos de la SISS que entrega en su Guía de Elaboración de los planes de Desarrollo de Abril el 2019 en su capítulo 5; “Balance Oferta-Demanda”.

Tal como indica la SISS en su documento, el balance oferta demanda se realizará por cada componente del sistema y consistirá en determinar el déficit de la capacidad de las instalaciones para satisfacer la demanda de la población en el tiempo.

Los déficits se calcularán como la diferencia entre la capacidad de las instalaciones según la información del catastro existente, la base de infraestructura y la capacidad requerida.

A partir de este balance se definirán las obras requeridas por el sistema, para satisfacer la demanda en el periodo de análisis de la empresa, considerando los requerimientos de toda la normativa técnica vigente al momento de la actualización del Plan de Desarrollo.

5.1 BALANCE OFERTA DEMANDA SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

Dada la naturaleza de la concesión de TRATACAL, solo se considerara en este informe la etapa de disposición de aguas servidas.

5.1.1. Balance Oferta Demanda de Disposición

5.1.1.1. Tratamiento Preliminar

La planta de tratamiento cuenta con una unidad de pre tratamiento consistente en un sistema de rejas gruesas, rejas finas y 2 canales desarenadores. A continuación se presenta su BOD.

	ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO 2021-2036		Rev.	26
	TRATACAL S.A.	1676-PD-0-MEM	0	

Cuadro 5.1.1.1.a
Tratamiento Preliminar
Sin Proyecto

Año	Capacidad Hidráulica (l/s)	Demanda Hidráulica Q max hor Total Projectado (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
2021	594	523,9	70,1
2022	594	534,8	59,2
2023	594	545,9	48,1
2024	594	557,2	36,8
2025	594	568,8	25,2
2026	594	580,5	13,5
2027	594	592,5	1,5
2028	594	604,7	(10,7)
2029	594	617,1	(23,1)
2030	594	629,8	(35,8)
2031	594	642,8	(48,8)
2032	594	656,0	(62,0)
2033	594	669,5	(75,5)
2034	594	683,0	(89,0)
2035	594	696,8	(102,8)
2036	594	710,9	(116,9)

De acuerdo al balance anterior, a partir del año 2028 se comenzaran a presentar problemas de capacidad en esta unidad, por lo que se considera un aumento de la misma en 117 (l/s). Dicho escenario se presenta a continuación:

Cuadro 5.1.1.1.b
Tratamiento Preliminar
Con Proyecto

Año	Balance Sin Proyecto (l/s)	Obra Proyectada Q medio (l/s)	Balance Con Proyecto (l/s)
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028	(10,7)	117,0	106,3
2029	(23,1)	117,0	93,9
2030	(35,8)	117,0	81,2
2031	(48,8)	117,0	68,2
2032	(62,0)	117,0	55,0
2033	(75,5)	117,0	41,5
2034	(89,0)	117,0	28,0

2035	(102,8)	117,0	14,2
2036	(116,9)	117,0	0,1

5.1.1.2. Tratamiento Biológico

a) Capacidad Hidráulica

La capacidad hidráulica de la planta se definió a partir de la capacidad de los 2 clarificadores existentes, cuya área total es de 1.711 m². Por otro lado, se considera el criterio de tasa superficial considerado por la SISS en el Plan de Desarrollo vigente (2017), es decir de 30 m³/m²/d considerado para caudal máximo. A partir de estos datos, se obtiene un caudal máximo de 594 l/s.

Analizando la capacidad hidráulica de 594 l/s se tiene las siguientes BOD.

Cuadro 5.1.1.2.a
Capacidad Hidráulica Clarificador Secundario considerando 30 m³/m²/d Sin Proyecto

Año	Capacidad Hidráulica (l/s)	Demanda Hidráulica(Q max hor Total Proyectoado (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
2021	594	523,9	70,0
2022	594	534,8	59,1
2023	594	545,9	48,0
2024	594	557,2	36,7
2025	594	568,8	25,2
2026	594	580,5	13,5
2027	594	592,5	1,5
2028	594	604,7	(10,7)
2029	594	617,1	(23,2)
2030	594	629,8	(35,9)
2031	594	642,8	(48,8)
2032	594	656,0	(62,0)
2033	594	669,5	(75,5)
2034	594	683,0	(89,0)
2035	594	696,8	(102,8)
2036	594	710,9	(116,9)

En el escenario anterior, se observa que a partir del año 2028 comienza el déficit en la capacidad hidráulica de los clarificadores. Por lo tanto, se considera un aumento de la misma en 117 (l/s), dicho escenario se presenta a continuación.

Cuadro 5.1.1.2.b
Capacidad Hidráulica Clarificador Secundario considerando 30 m³/m²/d y 2.666 mg/l
Con Proyecto

Año	Balance Sin Proyecto (l/s)	Obra Proyectoada Q medio (l/s)	Balance Con Proyecto (l/s)
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028	(10,7)	117,0	106,3
2029	(23,2)	117,0	93,8
2030	(35,9)	117,0	81,1
2031	(48,8)	117,0	68,2
2032	(62,0)	117,0	55,0
2033	(75,5)	117,0	41,5
2034	(89,0)	117,0	28,0
2035	(102,8)	117,0	14,2
2036	(116,9)	117,0	0,1

b) Capacidad Carga Orgánica

El tratamiento biológico de la planta consta de 3 reactores aireados de media carga, con una capacidad de 9.417 KgDBO5/día. En cuadro 5.1.1.2.c se presenta el balance oferta demanda de dicha unidad.

Cuadro 5.1.1.2.
Demanda Capacidad Carga Orgánica Tratamiento Biológico
Sin Proyecto

Año	Capacidad Carga (carga diseño) (kgDBO5/día)	Demanda Carga (carga proy) (kgDBO5/día)	Balance Carga Sin Proyecto (kgDBO5/día)
2021	9.417	7.983	1.434
2022	9.417	8.034	1.383
2023	9.417	8.083	1.334
2024	9.417	8.130	1.287
2025	9.417	8.175	1.242
2026	9.417	8.218	1.199
2027	9.417	8.258	1.159
2028	9.417	8.297	1.120
2029	9.417	8.333	1.084
2030	9.417	8.368	1.049
2031	9.417	8.400	1.017
2032	9.417	8.430	987
2033	9.417	8.458	959
2034	9.417	8.486	931
2035	9.417	8.513	904
2036	9.417	8.541	876

De acuerdo a la información previamente presentada, no es necesario considerar obra para cubrir la demanda proyectada dentro del periodo de previsión.

5.1.1.3. Desinfección de agua tratada

La planta cuenta con un sistema de desinfección automático a la entrada de la cámara de contacto. Este está constituido por un contenedor de gas cloro de 1.000 kg y un dosificador de gas cloro, más una línea de arrastre de agua. La capacidad máxima de estas unidades está dada en primer lugar por una condición física de los contenedores, a los cuales no se les puede extraer más de un 1% de su capacidad total por hora, esto da como máximo 240 kg/d. Para determinar la capacidad de desinfección, se consideró una dosificación media de 6 mg/l, con lo cual se obtiene una capacidad de 463 l/s. Por otro lado, considerando el criterio del tiempo mínimo de retención hidráulico, la capacidad para caudal medio es de 455,6 l/s, considerando 30 minutos y caudal máximo de 911,3 l/s para 15 minutos.

En base a estos antecedentes, se presenta a continuación el balance para dicha unidad.

**Cuadro 5.1.1.3.
Demanda Desinfección Agua Tratada
Sin Proyecto**

año	Capacidad (Q medio diseño) (l/s)	Demanda (Q medio proyectado) (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
2021	455,6	291,2	164,4
2022	455,6	297,4	158,2
2023	455,6	303,7	151,9
2024	455,6	310,1	145,5
2025	455,6	316,6	139,0
2026	455,6	323,3	132,4
2027	455,6	330,0	125,6
2028	455,6	336,9	118,7
2029	455,6	343,9	111,7
2030	455,6	351,0	104,6
2031	455,6	358,3	97,3
2032	455,6	365,7	89,9
2033	455,6	373,3	82,4
2034	455,6	380,8	74,8
2035	455,6	388,6	67,1
2036	455,6	396,5	59,2

De acuerdo a la información previamente presentada, no es necesario considerar obra para cubrir la demanda proyectada dentro del periodo de previsión.

5.1.1.4. Deshidratación de Lodos

Actualmente TRATACAL cuenta con 1 centrífuga con una capacidad de 800 kg/h. Se considera el equipo de 800 kg/h, una operación diaria de 12 horas y una eficiencia de remoción de la centrífuga del 95%, por lo que se obtiene una capacidad total de deshidratación de 9.120 kg/d en base seca. Por otro lado, se considera que la masa total demandada de deshidratación diaria se ha considerado como el 100% de la demanda de carga orgánica total de la planta. En base a dicha información se construye el siguiente cuadro:

**Cuadro 5.1.1.4.
Demanda Deshidratación de Lodos
Sin Proyecto**

Año	Capacidad diseño producción Lodos Deshidratados	Demanda Lodos deshidratados Proyectada	Balance sin Proyecto
	kg lodo/día	kg lodo/día	kg lodo /día
2021	9.120	7.983	1.137
2022	9.120	8.034	1.086
2023	9.120	8.083	1.037
2024	9.120	8.130	990
2025	9.120	8.175	945
2026	9.120	8.218	902
2027	9.120	8.258	862
2028	9.120	8.297	823
2029	9.120	8.333	787
2030	9.120	8.368	752
2031	9.120	8.400	720
2032	9.120	8.430	690
2033	9.120	8.458	662
2034	9.120	8.486	634
2035	9.120	8.513	607
2036	9.120	8.541	579

De acuerdo a la información previamente presentada, no es necesario considerar obra para cubrir la demanda proyectada dentro del periodo de previsión.

5.1.1.5. Conducción de entrada

De acuerdo a lo detallado en el catastro de infraestructura, Aguas Antofagasta entrega las aguas recolectadas de la Ciudad en un punto a 56,5 metros de la planta, desde donde son conducidas por una tubería de 700 mm de diámetro hasta el pre tratamiento de la misma. A continuación se presenta su balance Oferta-Demanda. Se consideró una pendiente del 1,05% y H/D de 0,7.

Cuadro 5.1.1.5
Conducciones de Entrada Hurtado de Mendoza
Sin Proyecto

año	Oferta Capacidad (L/s)	Demanda Q Max Horario (L/s)	Balance (L/s)
2021	939,0	523,9	415,1
2022	939,0	534,8	404,2
2023	939,0	545,9	393,1
2024	939,0	557,2	381,8
2025	939,0	568,8	370,2
2026	939,0	580,5	358,5
2027	939,0	592,5	346,5
2028	939,0	604,7	334,3
2029	939,0	617,1	321,9
2030	939,0	629,8	309,2
2031	939,0	642,8	296,2
2032	939,0	656,0	283,0
2033	939,0	669,5	269,5
2034	939,0	683,0	256,0
2035	939,0	696,8	242,2
2036	939,0	710,9	228,1

De acuerdo a la información previamente presentada, no es necesario considerar obra para cubrir la demanda proyectada dentro del periodo de previsión.

5.1.1.6. Conducción de Disposición de Aguas Tratadas

Una vez terminado el proceso de tratamiento de las aguas, estas son dispuestas en la quebrada Quetena mediante una conducción de 800 mm y 154 m de longitud. Para el cálculo de su capacidad, se ha considerado el tramo de menor pendiente, vale decir, 0,38% y H/D de 0,7. A continuación se presenta el balance oferta demanda.

Cuadro 5.1.1.6
Conducciones de Disposición Aguas Tratadas a Quebrada Quetena
Sin Proyecto

año	Oferta Capacidad (L/s)	Demanda Q Max Horario (L/s)	Balance (L/s)
2021	807,0	523,9	283,1
2022	807,0	534,8	272,2
2023	807,0	545,9	261,1
2024	807,0	557,2	249,8
2025	807,0	568,8	238,2
2026	807,0	580,5	226,5
2027	807,0	592,5	214,5
2028	807,0	604,7	202,3
2029	807,0	617,1	189,9
2030	807,0	629,8	177,2
2031	807,0	642,8	164,2
2032	807,0	656,0	151,0
2033	807,0	669,5	137,5
2034	807,0	683,0	124,0
2035	807,0	696,8	110,2
2036	807,0	710,9	96,1

De acuerdo a la información presentada, no es necesario considerar obras para cubrir la demanda proyectada dentro del período de previsión.

5.1.1.7. PEAS Tornillo

La planta cuenta, posterior a la unidad de pre tratamiento, con un sistema de elevación de aguas servidas, en base a 3 tornillos de Arquímedes, dos de ellos de 300 l/s y una unidad de respaldo de 300 l/s, las que trabajan en modalidad 2+1. La capacidad de las Bombas Tornillo será rectificada en la NBI. El análisis de capacidad de estas bombas se detalla en el Anexo 09. En este caso no aplica considerar una impulsión asociada a la PEAS. A continuación se presenta su balance:

Cuadro 5.1.1.7.a
Planta elevadora Aguas Servidas Tornillo
Sin Proyecto

año	oferta capacidad Planta elevadora		Oferta Conducción	Demanda de Capacidad		Balance PE sin Proyecto		Balance conducción sin Proyecto
	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	(L/s)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	
2021	600	6,79	no Aplica	523,9	6,79	76,1	0,00	no Aplica
2022	600	6,79		534,8	6,79	65,2	0,00	
2023	600	6,79		545,9	6,79	54,1	0,00	
2024	600	6,79		557,2	6,79	42,8	0,00	
2025	600	6,79		568,8	6,79	31,2	0,00	
2026	600	6,79		580,5	6,79	19,5	0,00	
2027	600	6,79		592,5	6,79	7,5	0,00	
2028	600	6,79		604,7	6,79	(4,7)	0,00	
2029	600	6,79		617,1	6,79	(17,1)	0,00	
2030	600	6,79		629,8	6,79	(29,8)	0,00	
2031	600	6,79		642,8	6,79	(42,8)	0,00	
2032	600	6,79		656,0	6,79	(56,0)	0,00	
2033	600	6,79		669,5	6,79	(69,5)	0,00	
2034	600	6,79		683,0	6,79	(83,0)	0,00	
2035	600	6,79		696,8	6,79	(96,8)	0,00	
2036	600	6,79		710,9	6,79	(110,9)	0,00	

Es posible observar que a partir del año 2028 se comienza a presentar un déficit creciente en la capacidad de bombeo, por lo que se proyecta aumentar la capacidad de los equipos a partir de dicho año en 111 l/s, con lo que se cubre la demanda proyectada hasta el final del período de previsión.

Cuadro 5.1.1.7.b
Planta elevadora Aguas Servidas Tornillo
Con Proyecto

año	Déficit Sin Proyecto		Déficit Conducción	Obra Proyectada PE		Balance PE con Proyecto		Balance conducción con Proyecto
	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	(L/s)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	
2021			no Aplica					no Aplica
2022								
2023								
2024								
2025								
2026								
2027								
2028	(4,7)			111		106,3		
2029	(17,1)			111		93,9		
2030	(29,8)			111		81,2		
2031	(42,8)			111		68,2		
2032	(56,0)			111		55,0		
2033	(69,5)			111		41,5		
2034	(83,0)			111		28,0		
2035	(96,8)			111		14,2		
2036	(110,9)			111		0,1		

5.1.1.8. PEAS Clarificadores (PELM)

La planta elevadora de licor mezclado cuenta con 5 bombas de 297 l/s cada una en funcionamiento (4+1), las cuales elevan a una cámara distribuidora que alimenta a los 2 clarificadores.

La impulsión asociada a la alimentación de los clarificadores considera como demanda la suma del caudal máximo horario más la recirculación de licor mezclado; la recirculación se considera como un 80% del caudal afluente, en este caso del máximo horario, lo que para el año 2021 representa 956 l/s. De esta manera el análisis oferta demanda es el siguiente:

Cuadro 5.1.1.8.a
Impulsión Asociada PEAS Clarificadores (PELM)
Sin Proyecto

año	Impulsión Asociada				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Hg (m)	QMH (L/s)	Helev (m)
2021	40	1000	3,00	943	3,06
2022	40	1000	3,00	963	3,07
2023	40	1000	3,00	983	3,07
2024	40	1000	3,00	1.003	3,07
2025	40	1000	3,00	1.024	3,07
2026	40	1000	3,00	1.045	3,08
2027	40	1000	3,00	1.066	3,08
2028	40	1000	3,00	1.088	3,08
2029	40	1000	3,00	1.111	3,09
2030	40	1000	3,00	1.134	3,09
2031	40	1000	3,00	1.157	3,09
2032	40	1000	3,00	1.181	3,10
2033	40	1000	3,00	1.205	3,10
2034	40	1000	3,00	1.229	3,10
2035	40	1000	3,00	1.254	3,11
2036	40	1000	3,00	1.280	3,11

Cuadro 5.1.1.8.b
Impulsión Asociada PEAS Clarificadores (PELM)
Sin Proyecto

año	oferta capacidad Planta elevadora		Oferta Conducción (L/s)	Demanda de Capacidad		Balance PE sin Proyecto		Balance conducción sin Proyecto
	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)		Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	
2021	1188	7,50	1.780	943	3,06	244,9	4,44	837
2022	1188	7,50	1.780	963	3,07	225,3	4,43	817
2023	1188	7,50	1.780	983	3,07	205,3	4,43	797
2024	1188	7,50	1.780	1.003	3,07	185,0	4,43	777
2025	1188	7,50	1.780	1.024	3,07	164,2	4,43	756
2026	1188	7,50	1.780	1.045	3,08	143,1	4,42	735
2027	1188	7,50	1.780	1.066	3,08	121,6	4,42	714
2028	1188	7,50	1.780	1.088	3,08	99,6	4,42	692
2029	1188	7,50	1.780	1.111	3,09	77,2	4,41	669
2030	1188	7,50	1.780	1.134	3,09	54,3	4,41	646
2031	1188	7,50	1.780	1.157	3,09	31,0	4,41	623
2032	1188	7,50	1.780	1.181	3,10	7,2	4,40	599
2033	1188	7,50	1.780	1.205	3,10	(17,1)	4,40	575
2034	1188	7,50	1.780	1.229	3,10	(41,4)	4,40	551
2035	1188	7,50	1.780	1.254	3,11	(66,2)	4,39	526
2036	1188	7,50	1.780	1.280	3,11	(91,6)	4,39	500

	ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO 2021-2036		Rev.	39
	TRATACAL S.A.	1676-PD-0-MEM	0	

Cuadro 5.1.1.8.c
Impulsión Asociada PEAS Clarificadores
Con Proyecto

año	Déficit Sin Proyecto		Déficit Conducción	Obra Proyectada PE		Balance PE con Proyecto		Balance conducción con Proyecto
	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	(L/s)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	Q max. Horario (L/s)	H elev. (m)	
2021								
2022								
2023								
2024								
2025								
2026								
2027								
2028								
2029								
2030								
2031								
2032								
2033	(17,1)			92		74,9		
2034	(41,4)			92		50,6		
2035	(66,2)			92		25,8		
2036	(91,6)			92		0,4		

6. SOLUCIÓN DEFINIDA POR LA EMPRESA

En este capítulo se define una descripción y esquema de las soluciones adoptadas por la empresa, para satisfacer la demanda en el período de análisis

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de las obras planificadas para atender el déficit detectado en el capítulo n° 0, junto con las obras que si bien no son reflejadas en los balances precedentes, si son necesarias realizar para asegurar la calidad operacional de la planta.

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de las obras planificadas, para atender el déficit detectados en el Capítulo N° 5 (obras 1-4).

Cuadro 6.1
RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS
ETAPA DE DISPÓSICIÓN

ETAPA	OBRA	DESIGNACIÓN	AÑO DE PUESTA EN OPERACIÓN	OBSERVACIONES
Disposición	Obra 1	Aumento Capacidad Tratamiento Preliminar 117 l/s con nueva Reja Fina	2028	
	Obra 2	Aumento Capacidad Hidráulica en 117 l/s Nuevo Clarificador Secundario	2028	
	Obra 3	Aumento Capacidad caudal de porteo PEAS Tornillos en 111 l/s	2024	
	Obra 4	Aumento Capacidad Sistema impulsión PELM en 92 l/s	2033	
	Obra 5	Ingeniería para Aumento capacidad Clarificadores	2027	
	Obra 6	Obras Menores de mantención general de la planta y reemplazo de equipos	2023	
	Obra 7	Instrumento de medición de caudal salida planta	2023	

7. PROGRAMA DE INVERSIONES

En este capítulo, una vez definidas las obras necesarias para el adecuado abastecimiento y saneamiento de la población, se estructura el Programa de Inversiones correspondiente, en el que se identifica la obra y la inversión anual asociada.

Las inversiones se presentan separadas por etapa y según su tipo, es decir si se originan por atender capacidad, refuerzos o extensiones y reposición de la infraestructura.

Los valores son expresados en Unidad de Fomento (UF), sin considerar el impuesto IVA.

	ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO 2021-2036		Rev.	42
	TRATACAL S.A.	1676-PD-0-MEM	0	

Cuadro 7.1
PROGRAMA DE INVERSIONES POR ETAPA (UF+IVA)

Etapa	Obra Designación																	Total
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
Disposición	Aumento Capacidad Tratamiento Preliminar 117 l/s con nueva Reja Fina							7.000										7.000
	Aumento Capacidad Hidráulica en 117 l/s Nuevo Clarificador Secundario							34.500										34.500
	Aumento Capacidad caudal de porteo PEAS Tornillos en 111 l/s			4000														4.000
	Aumento Capacidad Sistema impulsión PELM en 92 l/s												3.000					3.000
	Ingeniería para Aumento capacidad Clarificadores						500											500
	Obras Menores de mantención general de la planta y reemplazo de equipos		700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	10.500
	Instrumento de medición de caudal salida planta		300															300
	TOTAL ETAPA DISPOSICIÓN	0	1.000	4.700	700	700	1.200	42.200	700	700	700	700	3.700	700	700	700	700	59.800


Gerente General
Tratacal S.A.

8. CRONOGRAMA DE OBRAS

En este capítulo se entrega el Cronograma Base correspondiente a la concesión. En éste se incluyen todas las obras resultantes del Balance Oferta – Demanda de la infraestructura, desarrollada en el capítulo 0 y las obras resultantes con Grado R- y M de la evaluación de la Infraestructura, según lo señalado en el capítulo 3.

Cuadro 8.1
CRONOGRAMA BASE

Etapa	Obra	Descripción	Monto Inversión Total (UF)	Año de Inicio	Año de Termino
Disposición	Obra 1	Aumento Capacidad Tratamiento Preliminar 117 l/s con nueva Reja Fina	7.000	2027	2027
	Obra 2	Aumento Capacidad Hidráulica en 117 l/s Nuevo Clarificador Secundario	34.500	2027	2027
	Obra 3	Aumento Capacidad caudal de porteo PEAS Tornillos en 111 l/s	4.000	2023	2023
	Obra 4	Aumento Capacidad Sistema impulsión PELM en 92 l/s	3.000	2032	2032
	Obra 5	Ingeniería para Aumento capacidad Clarificadores	500	2026	2026
	Obra 6	Obras Menores de mantención general de la planta y reemplazo de equipos	10.500	2022	2036
	Obra 7	Instrumento de medición de caudal salida planta	300	2022	2022



Gerente General
Tratacal S.A.

TRATACAL
76.741.450 – 1