ETAPA 6: PROYECTO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

ESTUDIO: DIAGNÓSTICO E IMAGEN OBJETIVO ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE ESTACIÓN CENTRAL

LICITACIÓN PÚBLICA ID 640-6-LR19

Edición 01 | 17 de ABRIL de 2023

Preparado por:

HABITERRA Ltda. CONSULTORES

Dir.: Príncipe de Gales N° 5921 Of. 1009
La Reina | Santiago.
Telf. 56-2-6352768 | 635 9620-| 665 7344
E mail PGUZMAN@HABITERRA.CL
IZAPATA@HABITERRA.CL | WEB
WWW.HABITERRA.CL

Preparado para:

Secretaria Regional Metropolitana de Vivienda y Urbanismo
Alameda 874, Santiago
CONTACTO:
AMVENEGASS@MINVU.CL
SITIO WEB: HTTP://WWW.MINVU.CL

Municipalidad de Estación Central

Av. Libertador Bernardo O' Higgins 3920,
Estación Central, Santiago
Contacto:
FELIPEGALLEGOS@ESTACIONCENTRAL.CL
Web: www.municipalidaddeestacioncentral.cl/

Marta Tobar Fernandez

Ingeniero Civil en Obras Civiles
Profesional Responsable Estudio de Factibilidad Sanitaria

Estudio de Factibilidad Sanitaria

Cargo	Descripción del cargo	Nombre
Especialista en Infraestructura Sanitaria y Aguas Lluvias	Encargada del Estudio de Factibilidad Sanitaria	Marta Tobar Fernandez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCION 5
1.1 MARCO DE REFERENCIA 5
1.2 DIVISIÓN POLÍTICA CENSAL 6
1.3 MARCO LEGAL SISTEMAS DE SANEAMIENTO RURAL 7
1.4 MARCO LEGAL SERVICIOS PÚBLICOS 8
1.5 RECOMENDACIONES RESPECTO DE UN USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN ESCENARIOS DE CLIMA CAMBIANTE 9
1.5.1 Cambio climático y carbono neutralidad 2050 9
1.5.2 Soporte General a la demanda de servicios sanitarios 9
1.5.3 Gestión del agua 10
1.5.4 Aseguramiento de oferta de agua en fuentes 10
1.5.5 Reutilización de aguas grises 11
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTES 11
2 PROYECCION DE POBLACION Y VIVIENDA 13
2.1 AREAS DE CONCESION 14
3 SERVICIOS SANITARIOS – AGUAS ANDINAS S.A. 16
3.1 TERRITORIO OPERACIONAL 16
3.2 INFRAESTUCTURA DE AGUA POTABLE 20
1.1.1 Proceso de producción 20
1.1.2 Proceso de distribución 25
3.3 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE 29
1.1.3 Criterios de diseño 29
1.1.4 Proyección de demanda de agua potable 30
3.4 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS 32
1.1.5 Proceso de recolección 32
1.1.6 Proceso de disposición 34
3.5 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS 35
1.1.7 Estimación de demandas de aguas servidas 37
4 SERVICIOS SANITARIOS – EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SMAPA) 37
4.1 TERRITORIO OPERACIONAL 37
4.2 INFRAESTUCTURA DE AGUA POTABLE 39
1.1.8 Proceso de producción 39
1.1.9 Proceso de distribución 42
4.3 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE 44
1.1.10 Criterios de diseño 44
1.1.11 Proyección de demanda de agua potable 45
4.4 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS 46
1.1.12 Proceso de recolección 46
4.5 PROCESO DE DISPOSICIÓN 48
5 INVERSION TOTAL EN INFRAESTRUCTURA SANITARIA 49
5.1 INVERSION EN INFRAESTRUCTURA SANITARIA: AGUAS ANDINAS 49
6 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS 53
6.1 INTRODUCCIÓN 53
6.2 ÁREAS TRIBUTARIAS 53
6.3 PATRÓN DE DRENAJE 54
6.4 CAUCES RECEPTORES 56
6.5 COLECTORES EXISTENTES 57
6.6 RESPUESTA A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN 73
6.7 ESTUDIOS BASICOS 73
6.8 SOLUCIONES ESTRUCTURALES 74
6.9 CRITERIOS GENERALES 75

6.10 DEFINICIÓN DE FAJAS DE PROTECCIÓN A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS..... 78
6.11 JUSTIFICACIÓN DE LOS ANCHOS REQUERIDOS PARA MANTENCIÓN 79
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1 Distrito censal comuna de Estación Central (proyección 2017)..... 7
Cuadro 2-1 Población saneada para la etapa de agua potable y aguas servidas. SMAPA 13
Cuadro 2-2 Población saneada para la etapa de agua potable y aguas servidas. Aguas Andinas..... 14
Cuadro 2-3 Dotaciones de saneamiento por empresa sanitaria..... 14
Cuadro 2-1 Derechos de agua y capacidad de fuentes superficiales. Mes de enero..... 20
Cuadro 2-2 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas..... 21
Cuadro 2-3 Balance Oferta – Demanda de fuentes (sin proyecto). No incluye subsistema Quilicura 21
Cuadro 2-4 Oferta actual y futura de fuentes. No incluye subsistema Quilicura..... 22
Cuadro 2-5 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas..... 22
Cuadro 2-6 Plantas elevadoras de producción..... 23
Cuadro 2-7 Centros de cloración..... 23
Cuadro 2-8 Centros de fluoración..... 24
Cuadro 2-9 Caudales de producción Sistema Gran Santiago 25
Cuadro 2-10 Caudales de producción comuna de Estación Central 25
Cuadro 2-11 Dotación Sistema Gran Santiago..... 25
Cuadro 2-12 Dotación estimada Comuna de Estación Central 26
Cuadro 2-13: Principales estanques de regulación Sistema Gran Santiago 26
Cuadro 2-14 Arranques 27
Cuadro 2-15: Coeficientes de Máximo Consumo 30
Cuadro 2-16: Factores de Máximo Consumo..... 30
Cuadro 2-17: Volumen de incendio mínimo..... 30
Cuadro 2-18: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Andinas, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada..... 31
Cuadro 2-19: Proyección de demanda volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Aguas Andinas, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada..... 31
Cuadro 2-20 Descargas actuales y futuras – Etapa Disposición..... 32
Cuadro 2-21 Plantas elevadoras de recolección 32
Cuadro 2-22 Niveles de atención (año 1) 33
Cuadro 2-23 Niveles de atención (año 5) 33
Cuadro 2-24 Planta de tratamiento de aguas servidas..... 34
Cuadro 2-25 Caudales de disposición de aguas servidas..... 34
Cuadro 2-26 Planta elevadora de disposición 35
Cuadro 2-27 Calidad del efluente. 35
Cuadro 2-28: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Aguas Andinas, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida proyectada 37
Cuadro 3-1 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas – Sector San José 40
Cuadro 3-2 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas – Sector San José 40
Cuadro 3-3 Oferta actual y futura de fuentes..... 41
Cuadro 3-4 Caudales de producción. SMAPA..... 41
Cuadro 3-5 Caudales de producción. Comuna de Estación central 41
Cuadro 3-6 Dotación por área geográfica. Año 1 (2019)..... 42
Cuadro 3-7 Dotación por área geográfica. Año 5 (2023)..... 43
Cuadro 3-8: Coeficientes de Máximo Consumo 44
Cuadro 3-9: Factores de Máximo Consumo..... 45
Cuadro 3-10: Volumen de incendio mínimo..... 45

Cuadro 3-11: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa SMAPA, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada 45
Cuadro 3-12: Proyección de demanda volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa SMAPA, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada..... 46
Cuadro 3-13: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1) 47
Cuadro 3-14: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5) 48
Cuadro 4-1 Principales obras futuras de producción..... 49
Cuadro 4-2 Principales obras futuras de distribución. Población Actualizaciones Planes de Desarrollo 50
Cuadro 4-3 Obras futuras de recolección. Población Actualizaciones Planes de Desarrollo 51
Cuadro 4-4 Obras futuras de disposición. Población Actualizaciones Planes de Desarrollo 52
Cuadro 5.1-1 Áreas tributarias comuna de Estación Central..... 54
Cuadro 5.1-2 Descarga de aguas lluvias comuna de Estación Central..... 56
Cuadro 5.1-3 Colectores de aguas lluvias comuna de Estación Central..... 57
Cuadro 5.1-4 Longitud de colectores existentes por diámetro comuna de Estación Central..... 67
Cuadro 3-1 Distribución de población por empresa sanitaria, año 2020. Agua Potable. Comuna de Estación Central 80
Cuadro 6.3.33-2: Distribución de población por empresa sanitaria, año 2020. Aguas Servidas. Comuna de Estación Central 81

1 INTRODUCCION

El presente informe se realiza conforme al artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones que establece la necesidad de incluir el estudio de factibilidad sanitaria como parte de los documentos que conforman la actualización del Plan Regulador Comunal.

A continuación, se presenta un análisis a nivel de Anteproyecto en relación con la disponibilidad de recursos hídricos para cubrir la demanda de agua, requerida para consumo humano. En este estudio se considera el creciente escenario de escasez hídrica y cambio o variabilidad climática que enfrenta la zona centro norte del país.

Respecto de la proyección de población se considera el escenario de cabida proyectada, según lo propuesto en el estudio Actualización del Plan Regulador Comuna de Estación Central actualmente en desarrollo.

1.1 MARCO DE REFERENCIA

El Plan Regulador Comunal vigente de Estación Central fue modificado mediante Decreto Alcaldicio Nº 1366 de fecha 19 de abril de 2018 que modifica Pan Regulador Metropolitano de Santiago, aprobado por Resolución N° 20 del GORE con fecha 20.10.1994 publicado en el Diario Oficial. Este estudio forma parte de la presente actualización de Plan el diagnóstico de los servicios sanitarios, para la comuna.

Estación Central forma parte de las 32 comunas de la provincia de Santiago en la Región Metropolitana. Esta se ubica en el sector centro de la provincia. Sus límites urbanos son: al norte con las comunas de Lo Prado y Quinta Normal, al oeste con la comuna de Pudahuel, al sur con las comunas de Maipú, Cerrillos, y Pedro Aguirre Cerda, y al este con la comuna de Santiago.

Este sector se caracteriza por ser de baja pendiente, que se desarrolla de este a oeste. La pendiente media de la zona es aproximadamente 0,7%, pasando de 523 msnm en la Avenida Matucana a 486 msnm en el cruce de la Avenida Gladys Marín con la Avenida Santa Corina.

Desde la perspectiva geomorfológica el terreno de la comuna corresponde a un relleno fluvial distal de cono de deyección del principal curso de agua de la ciudad de Santiago, el Rio Mapocho. El relleno contiene material sedimentario medio, compuesto mayoritariamente por ripios aluviales de granulometría heterogénea y materiales finos (limos y arcillas).

El cauce superficial más importante que atraviesa la comuna es el Zanjón de la Aguada, el cual es uno de los principales cauces receptores de aguas lluvias de la ciudad de Santiago. Este es un cauce natural que recorre la ciudad de Santiago de oriente a poniente. Este cauce capta las aguas de la Quebrada de Macul (junto al canal Las Perdices), para luego recorrer 27 km a través de las comunas de Peñalolén, Macul, La Florida, San Joaquín, San Miguel, Pedro Aguirre Cerda, Cerrillos, Estación Central y Maipú, y así finalmente tributar al Rio Mapocho.

La comuna de Estación Central se encuentra en la cuenca del río Mapocho. El cauce de este río tiene una longitud de 110 km, con una extensión de 628 kilómetros de ancho y una superficie de cuenca de 4.230 km^2.

La comuna tiene una superficie aproximada de 1.428 hectáreas, destinada enteramente al desarrollo urbano, y su altitud media es la cota 512 msnm. La población según el Censo de 2017 es de 147.041 hab. Su población es homogénea, ya que está habitada mayoritariamente por familias de nivel educacional y económico medio y medio-bajo. El sector poniente, correspondiente al Distrito Censal de Las Parcelas, es la única excepción con un nivel medio-alto (Censo 2017 – www.resultados.censo2017.cl; Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – www.reportescomunales.bcn.cl)

Ilustración 1-1: Comuna de Estación Central

Fuente: Google Earth, 2020.

1.2 DIVISIÓN POLÍTICA CENSAL

La división censal de la comuna está conformada por el distrito electoral N°8, que adicionalmente incluye las comunas de Colina; Lampa; Pudahuel; Quilicura; Til Til; Cerrillos; y Maipú.

Según el censo del año 2017 en la comuna de Estación Central no existía población rural. Fuente: Estudio Región Metropolitana. Índice de Ruralidad Comunal 2019. Desarrollador por la Seremi de Desarrollo Social y Familia R.M. junio 2019.

Luego, la población de la comuna se localiza enteramente en área urbana, la cual según los datos del Censo INE 2017 corresponde a un total de 147.041 hab. (Censo 2017 – www.resultados.censo2017.cl; Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – www.reportescomunales.bcn.cl). Las características de la comuna de Estación Central se incluyen en el cuadro siguiente, junto con las de Maipú y Cerrillos, con las que comparte territorio operacional de la empresa sanitaria SMAPA.

Cuadro 1-1 Distrito censal comuna de Estación Central (proyección 2017)

Comuna	Locación	Superficie (km2)	Población (hab.)			Rol	Síntesis
			Urbana	Rural	Total		
Estación Central	XIII Región Metropolitana de Santiago. Provincia de Santiago. Distrito 8 - 7ª Circunscripción	14,3	147.041 (100,0%)	0 (0,0%)	147.041	Habitacional - Comercial	El desarrollo económico de la comuna se orienta principalmente al comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos y, en menor medida, al transporte, almacenamiento, y comunicaciones.
Cerrillos	XIII Región Metropolitana de Santiago. Provincia de Santiago. Distrito 8 - 7ª Circunscripción	16,9	80.832 (100,0%)	0 (0,0%)	80.832	Habitacional - Industrial (PLADECO)	El desarrollo económico de la comuna se orienta principalmente a la industria manufacturera no metálica, al comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos, a la industria manufacturera metálica y a la construcción.
Maipú	XIII Región Metropolitana de Santiago. Provincia de Santiago. Distrito 8 - 7ª Circunscripción	137,7	518.194 (99,3%)	3.433 (0,7%)	521.627	Habitacional – Industrial (PLADECO)	El desarrollo económico de la comuna se orienta principalmente a la industria manufacturera no metálica, al comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos, a la construcción, y a la industria manufacturera metálica.
Total		168,9	746.067	3.433	749.500		

Fuente: reportescomunales.bcn.cl/2017/index.php/Categoría: Comunas. Biblioteca del Congreso Nacional, INE 2017, Trabajadores según rubro económico, años 2014 a 2016 y complementos de elaboración propia.

En Estación Central el comercio es una de las actividades económicas más desarrolladas. Esto se debe a la presencia de grandes hipermercados, empresas de gran envergadura, y la presencia de los Mall Plaza Alameda y Mall Paseo Estación. Adicionalmente, la comuna alberga cuatro terminales de pasajeros: Ferrocarriles, terminal de buses San Borja, Estación Central (ex-Santiago), y Alameda. También cuenta con tres hospitales – Hospital del Profesor, Mutual de Seguridad, y Teletón – y otros centros de atención médica. Así, el desarrollo económico de la comuna se basa principalmente en la entrega de servicios como transporte, salud, y comercio en general.

1.3 MARCO LEGAL SISTEMAS DE SANEAMIENTO RURAL

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

El objetivo del Plan Básico de Saneamiento rural es: "*dotar de agua potable a la población rural, según calidad, cantidad y continuidad de acuerdo con la Norma Chilena NCh 409 Of.84. Obtener de los habitantes beneficiados una participación responsable y permanente, para que sea la propia comunidad organizada, quien efectúe la administración del servicio una vez construido"*. Fuente, Departamento de Programas Sanitarios, Dirección de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas.

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

- Rural concentrado, más de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o de futura red de agua potable. Solución colectiva tradicional.

- Rural semiconcentrado, a lo menos 80 habitantes y una concentración mínima de 8 viviendas por Km. de calle o de futura red de agua potable. Solución colectiva de bajo costo.

- Rural disperso. Solución individual.

1.4 MARCO LEGAL SERVICIOS PÚBLICOS

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

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

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

En atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 01 de diciembre de 2009, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación urbana, se encuentre fuera del territorio operacional de la respectiva empresa sanitaria y se requiera dotarlo de agua potable o alcantarillado, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación, puede ser cumplido consultando directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

Con respecto a los derechos de agua necesarios para otorgar el servicio de agua potable, se debe tener presente que son bienes transables, y aunque la cuenca este cerrada y no sea posible solicitar recursos adicionales, los derechos pueden adquirirse de otros propietarios. El costo de la transacción se verá reflejado en la tarifa que ofrezca cada proponente en el proceso de licitación de la concesión. Por lo que la disponibilidad para abastecer la demanda dependerá de la decisión respecto a definir esta localidad como un servicio urbano.

1.5 RECOMENDACIONES RESPECTO DE UN USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN ESCENARIOS DE CLIMA CAMBIANTE

1.5.1 Cambio climático y carbono neutralidad 2050

La Ley Nº 21.455, del Ministerio del Medio Ambiente, Ley Marco de Cambio Climático, publicada el 13 de junio de 2022, busca proponer anticipadamente acciones que permitan hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de efecto invernadero al año 2050, adaptarse al cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático, y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en las materias que se manifestaron en el Acuerdo de Paris del año 2015.

Esta meta será evaluada cada 5 años por el Ministerio de Medio Ambiente, MMA y se realizará a través de una estrategia Climática de Largo Plazo, establecida en la ley. Al respecto la ley plantea que las **municipalidades** deberán elaborar planes de acción comunal de cambio climático, los que deberán contener una caracterización de la vulnerabilidad al cambio climático y potenciales impactos en la comuna; medidas de mitigación, adaptación a nivel comunal; descripción detallada de las medidas, con indicación de plazos de implementación y asignación de responsabilidades; e indicadores de monitoreo, reporte y verificación de cumplimiento de las medidas del plan. Por último, en el Art. 25 se indica que, en la dictación de sus **planes, programas y ordenanzas, las municipalidades deberán incluir la variable de cambio climático** donde corresponda.

En tal sentido, corresponderá en etapas más avanzadas definir zonas de mayor vulnerabilidad a forzantes de cambio climático, entre ellas:

a. Acceso a agua para la bebida y subsistencia

b. Zonas de remoción en masa como consecuencia de eventos extremos (invierno altiplánico)

c. Cambio en los caudales de las quebradas

Considerando que el instrumento de planificación propuesto aumentará la emisión de CO2, respecto de la línea base, sería aconsejable que se incluya el efecto que la implementación del instrumento tendrá en el territorio y proponga las medidas compensatorias para mantener la carbono neutralidad de éste, promoviendo un crecimiento sustentable de la ciudad.

1.5.2 Soporte General a la demanda de servicios sanitarios

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

A partir de lo señalado, **en los Planes Reguladores es necesario considerar que los concesionarios de los nuevos sectores a incluir en el límite urbano propuesto realicen los estudios necesarios que permitan garantizar el uso sustentable del recurso hídrico a nivel de cuenca**.

Los recursos hídricos son especialmente sensibles a la intensidad de la explotación que se realice de ellos, de las condiciones climatológicas, y de la recarga anual que se presente en la zona. Debido a lo anterior se requiere monitorear permanentemente su comportamiento.

Se deberá tener en consideración la intensidad de la explotación que se hará de los recursos hídricos disponibles acorde a las condiciones climatológicas de la cuenca. Adicionalmente, se deberá incorporar en sus estudios la recarga que se deberá hacer al sistema, la cual deberá ser, como mínimo, equivalente al uso que requiera realizar para abastecer las nuevas demandas.

1.5.3 Gestión del agua

El agua es un recurso escaso y vulnerable, por lo que para su protección se requiere fomentar el ahorro, y detectar y suprimir su uso irracional.

A principios de octubre del 2021 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) publicó un informe especial en el que expuso que "la crisis climática es también una crisis del agua" y por ello en la vigesimosexta Conferencia de las Partes (COP26) realizada en noviembre de 2021, se puso énfasis en la necesidad de generar propuestas para lograr concientizar y accionar soluciones para una sostenibilidad hídrica.

En tal sentido, las empresas de servicios sanitarios Aguas Andinas S.A. y el Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) deben implementar y en otros casos continuar, con algunas acciones en forma permanente, las cuales permitan realizar un uso eficiente y racional del recurso hídrico, entre ellas:

- Estudio sobre medición y control de pérdidas
- Detección de sectores de mayor probabilidad de fuga de agua desde la red de distribución
- Estudio de eficiencia de la micromedición
- Análisis de roturas en la red
- Gestión a nivel de cuenca con los distintos usuarios del agua
- Estudios respecto de un uso eficiente del agua
- Campañas de ahorro de consumo de parte de los usuarios
- Estudio de la modulación de los consumos
- Proponer consumos básicos mínimos en situación de crisis hídrica
- Proponer ahorro de consumo en situación de mayores disponibilidades del recurso hídrico
- Estimar la cabida máxima de su territorio operacional respecto de la disponibilidad hídrica, tanto superficial como subterránea, considerando distintos escenarios de consumo
- Generar modelos predictivos de oferta hídrica de corto, mediano y largo plazo y modelos de proyección de cambio climático
- Medición de la huella de carbono en la totalidad de sus procesos a modo de gestionar las acciones que contribuyan a la carbono-neutralidad al año 2050

1.5.4 Aseguramiento de oferta de agua en fuentes

De acuerdo a la Ley 20.017 tramitada el 27.05.2005, que modifica el Código de Agua, en su Art. 147 bis señala "Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento". Es decir, el presidente de la República en uso de sus facultades podrá disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento de agua, atendiendo a 3 circunstancias especiales:

- Solicitudes de derecho de aprovechamiento de cualquier naturaleza (consuntivo o no consuntivo) que sea necesario reservar para el abastecimiento de agua de la población por no existir otras fuentes o medios para obtener el agua.

- Solicitudes de derecho de aprovechamiento no consuntivo y que concurran circunstancias excepcionales.

- Solicitudes de derecho de aprovechamiento no consuntivo y que concurran circunstancias de interés nacional.

De acuerdo a lo señalado, la Dirección General de Aguas desarrolló un estudio con motivo de la modificación del Código de Aguas, denominado "Análisis y determinación de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional" (Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.; agosto 2006), el cual identificó posibles fuentes de recurso de agua tanto superficiales como subterráneas. Se definieron aquellas áreas de **interés nacional**, **relacionadas al recurso hídrico**, **en las cuales el ejercicio de nuevos derechos no consuntivos** podría generar conflictos, ya sea de tipo económico, social o ambiental, requiriéndose la aplicación de las facultades presidenciales citadas anteriormente.

Tal conflicto debe entenderse como la superposición de un derecho solicitado con la existencia de un área de interés nacional, razón por la cual requieren revisarse los requerimientos que estarían asociados a dicho interés y su compatibilidad con el derecho solicitado. En ese sentido, la comuna de **Estación Central no se identificó como una comuna inserta en el ámbito de interés de desarrollo sociocultural en situación de pobreza**.

Así también, de acuerdo a la Ley N° 21.435 publicada el 06 de abril de 2022, que reforma el Código de Aguas, en lo principal dispone una priorización o preferencia de los usos de subsistencia, consumo humano y saneamiento respecto de otros usos productivos, tanto para el otorgamiento de Derechos de agua (DAA) como para la limitación al ejercicio de los mismos. A su vez, se mantiene la posibilidad de cambiar destino de uso de DAA, sujeto a deberes de información, salvo el caso de ciertos DAA otorgados para satisfacer necesidades de consumo humano o saneamiento.

1.5.5 Reutilización de aguas grises

Como parte del aseguramiento de las fuentes de agua es posible plantear la reutilización de las aguas servidas grises para el riego de las áreas verdes, haciendo más eficiente el aprovechamiento del recurso hídrico.

Esta propuesta se vincula al instrumento de planificación, dado que este genera las condiciones de usos de suelo y normativa urbana apropiada para que los futuros urbanizadores puedan desarrollar los proyectos que permiten separar las aguas negras de las aguas grises.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTES

Desde el punto de vista de los servicios sanitarios Estación Central se organiza como un sistema urbano, abastecido por dos empresas concesionarias del servicio: Aguas Andinas S.A. y el Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA).

La empresa Aguas Andinas incluye los procesos de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas a gran parte de las comunas de la Provincia de Santiago. Entre ellas están las comunas de Santiago, Las Condes[1], Providencia, Ñuñoa, La Florida, La Granja, La Cisterna, La Reina, San Miguel, Conchalí, Renca, Quilicura[2], Quinta Normal, Pudahuel, Cerro Navia, Lo Prado, **Estación Central**[3], San Joaquín, San Ramón, La Pintana, Macul, Peñalolén, Huechuraba, Recoleta, Independencia, Vitacura[4], El Bosque, Pedro

[1] Abastece una parte, el resto es atendida por la Empresa Aguas Cordillera

[2] Existe en una pequeña zona la Empresa Explotaciones Sanitarias

[3] En conjunto con la empresa SMAPA abastecen a toda la comuna

[4] Solo abastece una mínima parte, siendo mayoritariamente atendida por Aguas Cordillera y una parte por Aguas Manquehue.

Aguirre Cerda, Lo Espejo y Cerrillos[5]. También incluye la comuna de Puente Alto, perteneciente a la Provincia de Cordillera, y a la comuna de San Bernardo, perteneciente a la Provincia de Maipo.

Por otra parte, la empresa sanitaria SMAPA presta los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección de aguas servidas a las comunas de Maipú, Cerrillos y **Estación Central**. En las últimas dos comunas citadas, el servicio cubre parte del territorio, y el resto es atendido por la empresa Aguas Andinas. El servicio de disposición de aguas servidas para estas comunas es realizado íntegramente por la empresa Aguas Andinas.

En el presente capítulo se describen los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado de aguas servidas para la comuna de **Estación Central,** extractadas a partir de la investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas. Las fuentes principales son el estudio Actualización Planes de Desarrollo del Sistema Gran Santiago SC 13-12 aprobado por ORD. SISS N° 5051/15, Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado o SMAPA SC 13-09 aprobado por ORD. SISS N° 1563/15, el Plan de Desarrollo el DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

[5] Abastece una parte, el resto es atendida por SMAPA

2 PROYECCION DE POBLACION Y VIVIENDA

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación debe considerar los requerimientos para satisfacer las necesidades del crecimiento esperado de la población, así como su distribución espacial. En este sentido interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta y a partir de las bases de diseño definidas en los Planes de Desarrollo de las empresas sanitarias involucradas, determinar las demandas de agua e infraestructura para dotarla de servicios sanitarios.

En el escenario de cabida máxima proyectada (2040) se estima una población para el territorio atendido por cada empresa sanitaria, SMAPA y Aguas Andinas, según se detalla a continuación:

- El territorio operacional de SMAPA se modelará con una cabida máxima proyectada de 103.944 habitantes al año 2040
- El territorio operacional de Aguas Andinas se modelará con una cabida máxima proyectada de 259.360 habitantes al año 2040

Para la población atendida por la empresa SMAPA, se utiliza el sector San José de Chuchunco como referencia de modelación, dado que interseca en su mayoría con la ubicación geográfica del territorio operacional de la comuna de Estación Central atendida por la empresa. En la comuna de Estación Central, la empresa SMAPA se ocupa de la producción y distribución de agua potable para el 100% de la población de su territorio operacional, mientras que solo del 51% en la etapa de recolección de aguas servidas. La población restante en el territorio de SMAPA es atendida por la empresa Aguas Andinas en la etapa de recolección. SMAPA posee una cobertura de abastecimiento de agua potable y de recolección de aguas servidas equivalentes al 100% de la población saneada en la comuna en análisis.

Para la modelación del territorio operacional atendido por Aguas Andinas en la etapa de producción y distribución de agua potable, se utiliza el sector de Antonio Varas Bajo para la determinación de factores y dotaciones, por ser el sector en el cual existe mayor intersección en área geográfico con la comuna en análisis. Para las etapas de recolección y disposición de aguas servidas se utilizan los factores del sector La Farfana, dado que el 100% de la comuna está ubicado geográficamente dentro de este sector.

Los cuadros siguientes muestran la población saneada por cada empresa sanitaria en el escenario de cabida proyectada. Se añaden los valores proyectados por cada empresa sanitaria para los años 2019 y el 2033.

Cuadro 2-1 Población saneada para la etapa de agua potable y aguas servidas. SMAPA

Escenario	Población por etapa (hab)					
	Agua potable			Aguas servidas (2)		
	Total	Cobertura	Abastecida	Total	Cobertura	Saneada
Plan de Desarrollo (año 2019) (1)	59.807	100,0%	59.807	30.501	100,0%	30.501
Plan de Desarrollo (año 2033) (1)	69.794	100,0%	69.794	35.595	100,0%	35.595
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040). Comuna de Estación Central	103.944	100,0%	103.944	53.012	100,0%	53.012

Sector Antonio Varas Bajo. (2) El 51% de la población es saneada por SMAPA, el resto por Aguas Andinas.
Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

Cuadro 2-2 Población saneada para la etapa de agua potable y aguas servidas. Aguas Andinas

Escenario	Población por etapa (hab)					
	Agua potable			Aguas servidas (2)		
	Total	Cobertura	Abastecida	Total	Cobertura	Saneada
Plan de Desarrollo (año 2019) (1)	145.000	100,0%	145.000	175.952	98,8%	173.811
Plan de Desarrollo (año 2033) (1)	160.831	100,0%	160.831	196.060	99,3%	194.685
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040). Comuna de Estación Central	259.360	100,0%	259.360	310.292	99,3%	308.117

Sector La Farfana. (2) El 49% de la población de SMAPA es saneada por Aguas Andinas. Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

Las dotaciones adoptadas para el análisis corresponden a las dotaciones establecidas por cada empresa sanitaria al año 15 de modelación, para los sectores de referencia respectivos. El siguiente cuadro presenta las dotaciones de consumo de agua potable, de producción de agua potable, y saneada de aguas servidas para cada empresa sanitaria. El cálculo y estimación de dotaciones para la alternativa seleccionada se detalla en los capítulos siguientes.

Cuadro 2-3 Dotaciones de saneamiento por empresa sanitaria

Escenario	Dotaciones Aguas Andinas (l/hab/día)			Dotaciones SMAPA (l/hab/día)		
	Consumo AP	Producción AP	Saneada AS	Consumo AP	Producción AP	Saneada AS
Plan de Desarrollo (año 2019)	189,8	265,6	248,2	240,3	407,6	240,3
Plan de Desarrollo (año 2033)	179,7	251,5	238,8	280,5	475,7	280,5
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040). Comuna de Estación Central	179,7	251,5	238,8	280,5	475,7	280,5

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

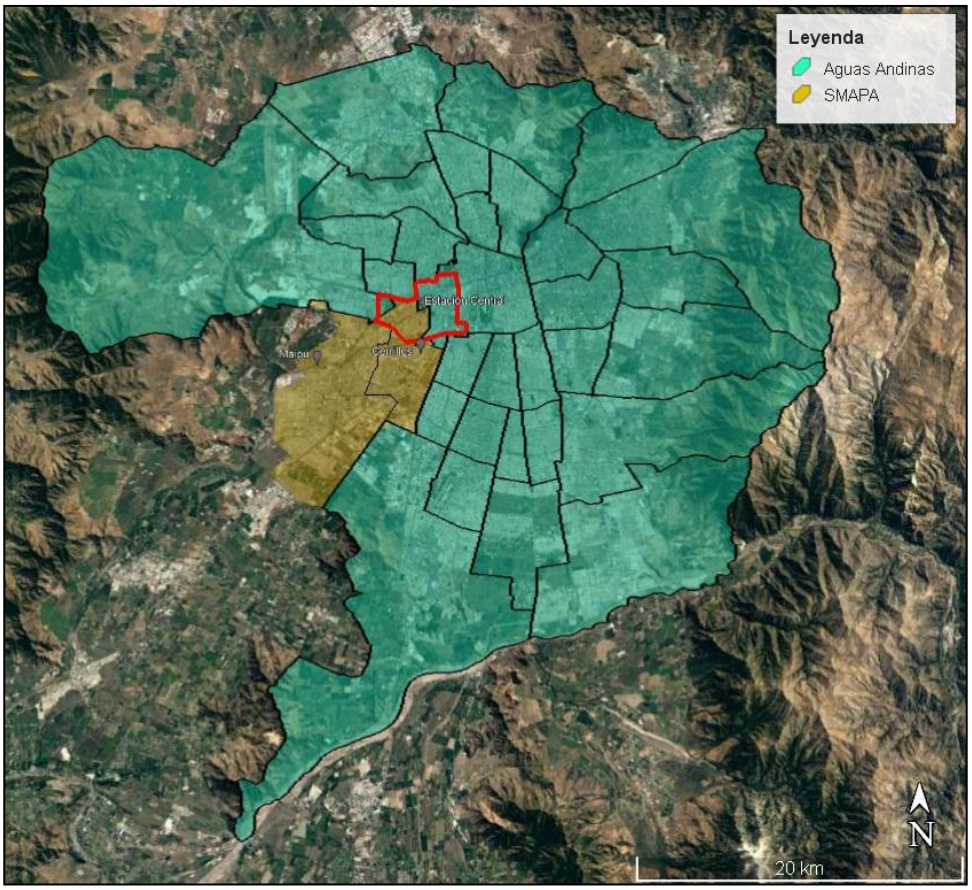
2.1 AREAS DE CONCESION

En el caso de SMAPA, el territorio operacional de la empresa se divide en 20 sectores, de los cuales uno (San José de Chuchunco) coincide con la superficie de la Comuna de Estación Central que atiende la empresa. Se utilizarán los datos de población, clientes, y área operacional de este sector según lo reportado en el Plan de Desarrollo de esta empresa.

En el caso de la empresa sanitaria Aguas Andinas, para el cálculo del área de operación se utilizará una estimación por diferencia, con la proyección realizada por la empresa SMAPA y a los datos de superficie total de la comuna estimada mediante Google Earth. La población se ajustará por diferencia de acuerdo con los datos reportados en el Censo 2017. Así se obtiene, para la empresa Aguas Andinas, la proporción de población referida a la población total atendida por la empresa, dato que servirá para proyectar el número de clientes y otros relevantes para el diagnóstico.

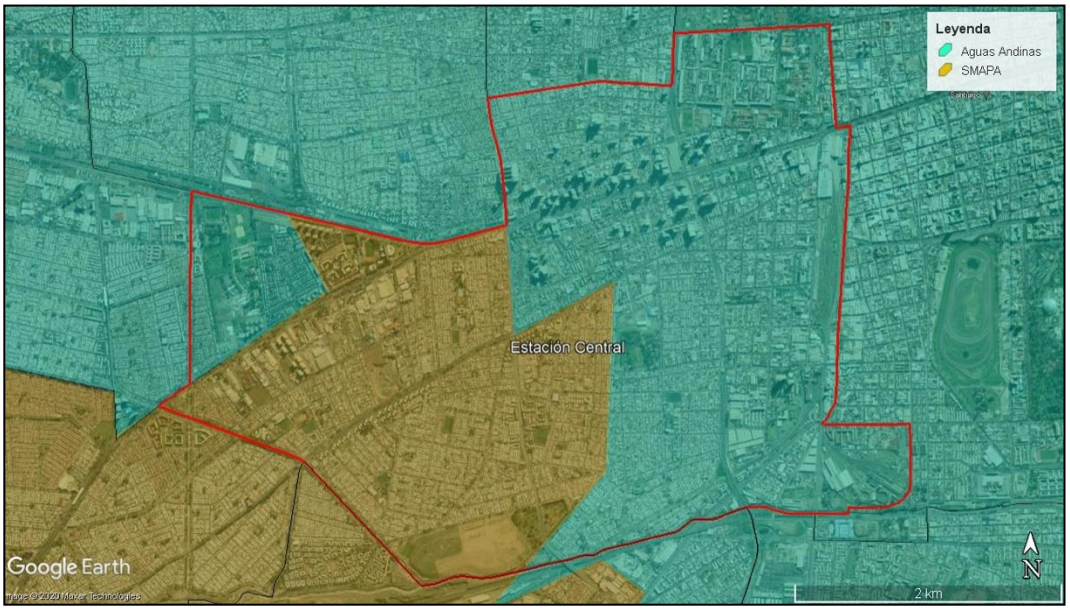
La siguiente ilustración representa el territorio operacional aproximado de Aguas Andinas y de SMAPA dentro de la Región Metropolitana. Fuente: Google Earth (2020) y Actualización Planes de Desarrollo. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** representa el territorio operacional aproximado de Aguas Andinas y de SMAPA dentro de la comuna de Estación Central. Fuente: Google Earth (2020).

Ilustración 2-1: Territorio operacional de Aguas Andinas y SMAPA en la Región Metropolitana



Rojo: Límite de la comuna de Estación Central. Fuente: Google Earth (2020), Actualización Planes de Desarrollo y complementos de elaboración propia.

Ilustración 2-2: Territorio operacional de Aguas Andinas y SMAPA en la comuna



Rojo: Límite de la comuna de Estación Central. Fuente: Google Earth (2020), Actualización Planes de Desarrollo y complementos de elaboración propia.

3 SERVICIOS SANITARIOS – AGUAS ANDINAS S.A.

La empresa Aguas Andinas incluye los procesos de producción y distribución de agua potable y recolección de aguas servidas a gran parte de las comunas de la Provincia de Santiago. Entre ellas están las comunas de Santiago, Las Condes[6], Providencia, Ñuñoa, La Florida, La Granja, La Cisterna, La Reina, San Miguel, Conchalí, Renca, Quilicura[7], Quinta Normal, Pudahuel, Cerro Navia, Lo Prado, **Estación Central**[8], San Joaquín, San Ramón, La Pintana, Macul, Peñalolén, Huechuraba, Recoleta, Independencia, Vitacura[9], El Bosque, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo y Cerrillos[10]. También incluye las comunas de Puente Alto, perteneciente a la Provincia de Cordillera, y San Bernardo, perteneciente a la Provincia de Maipo.

3.1 TERRITORIO OPERACIONAL

El territorio operacional actual corresponde al entregado por la empresa sanitaria concesionaria del sector y es el mismo para los sistemas de agua potable y alcantarillado de aguas servidas.

En la siguiente ilustración se muestra el Plano de Territorio Operacional Agua Potable y Aguas Servidas que forma parte del estudio “Actualización Plan de Desarrollo Aguas Andinas: Sistema Gran Santiago, 2020”.

[6] Abastece una parte, el resto es atendida por la Empresa Aguas Cordillera

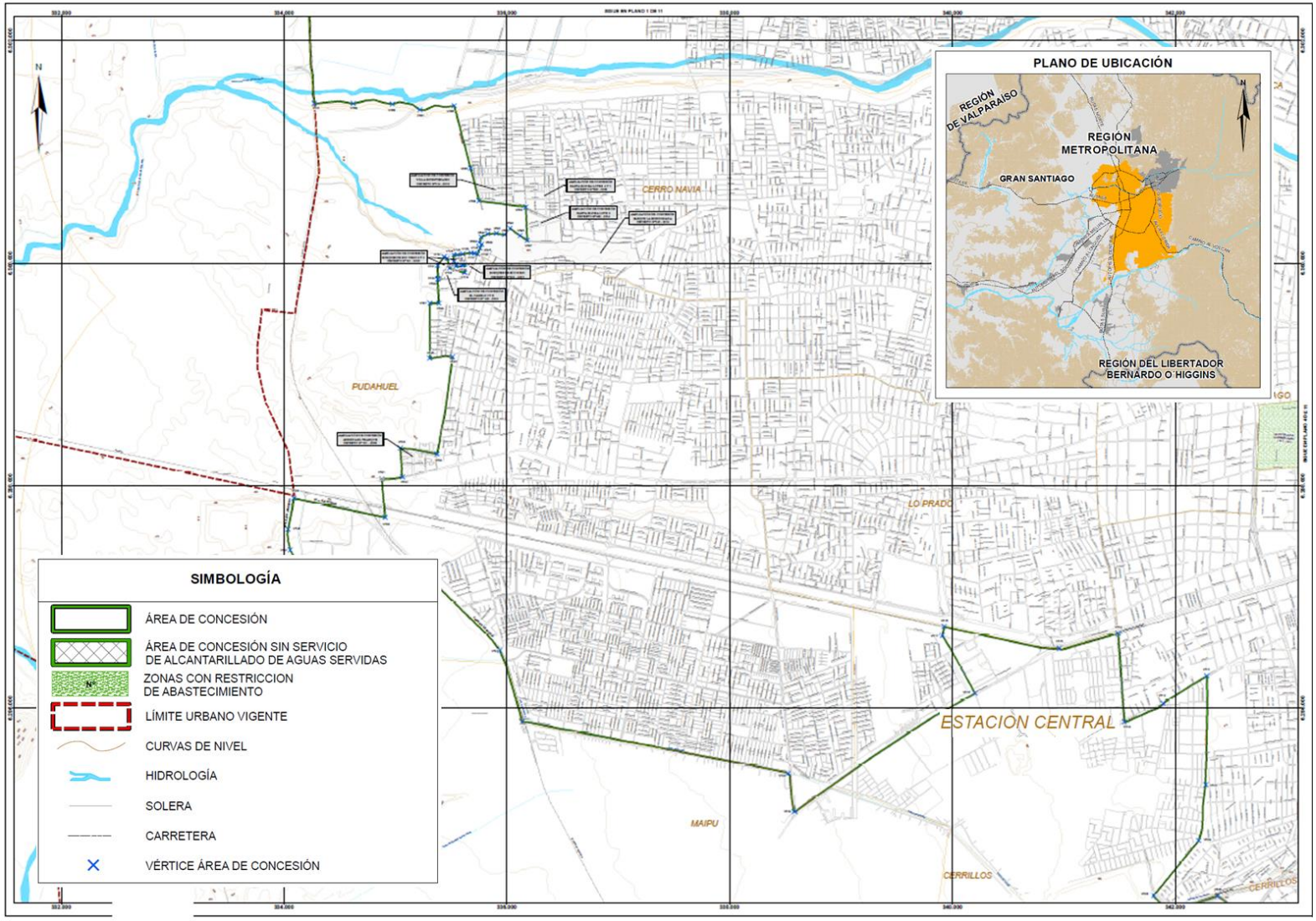
[7] Existe en una pequeña zona la Empresa Explotaciones Sanitarias

[8] Abastece una parte, el resto es atendida por SMAPA

[9] Solo abastece una mínima parte, siendo mayoritariamente atendida por Aguas Cordillera y una parte por Aguas Manquehue.

[10] Abastece una parte, el resto es atendida por SMAPA

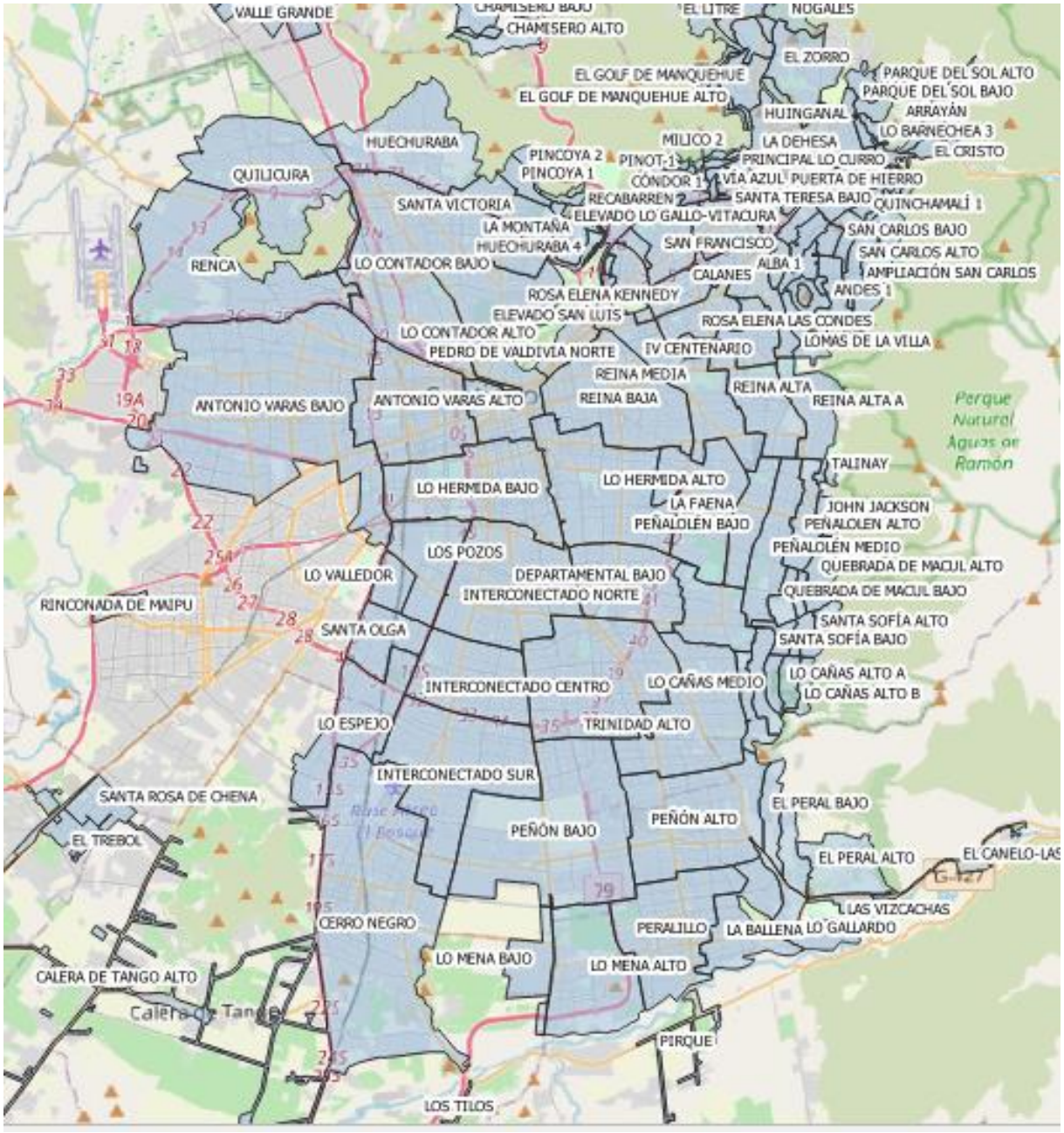
Ilustración 3-1 Territorio operacional Aguas Andinas – Sistema Gran Santiago Zona: Estación Central



Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

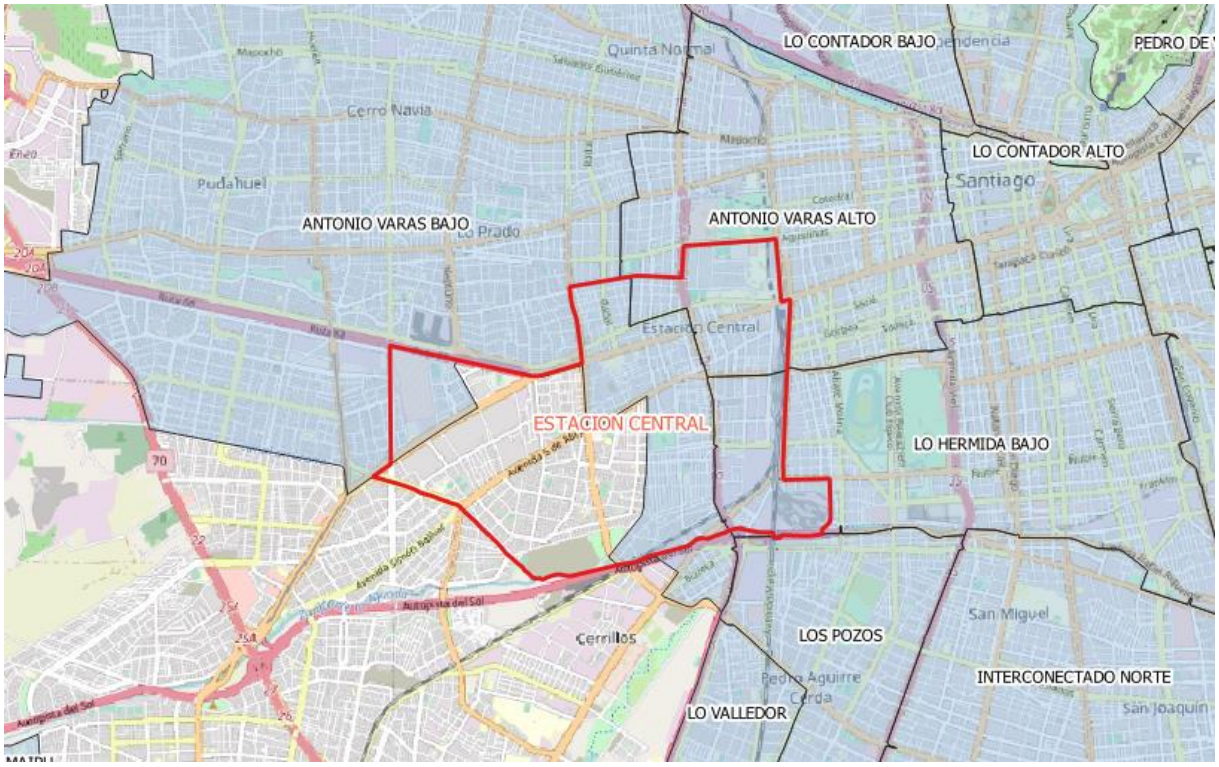
La empresa sanitaria Aguas Andinas, subdivide su territorio operacional en sectores de distribución de agua potable y macro-áreas tributarias de aguas servidas. Dentro del Sistema Gran Santiago, la comuna de Estación Central forma parte de los sectores de distribución Antonio Varas Bajo, Antonio Varas Alto y Lo Hermida Bajo.

Ilustración 3-2 Sectores de distribución. Sistema Gran Santiago



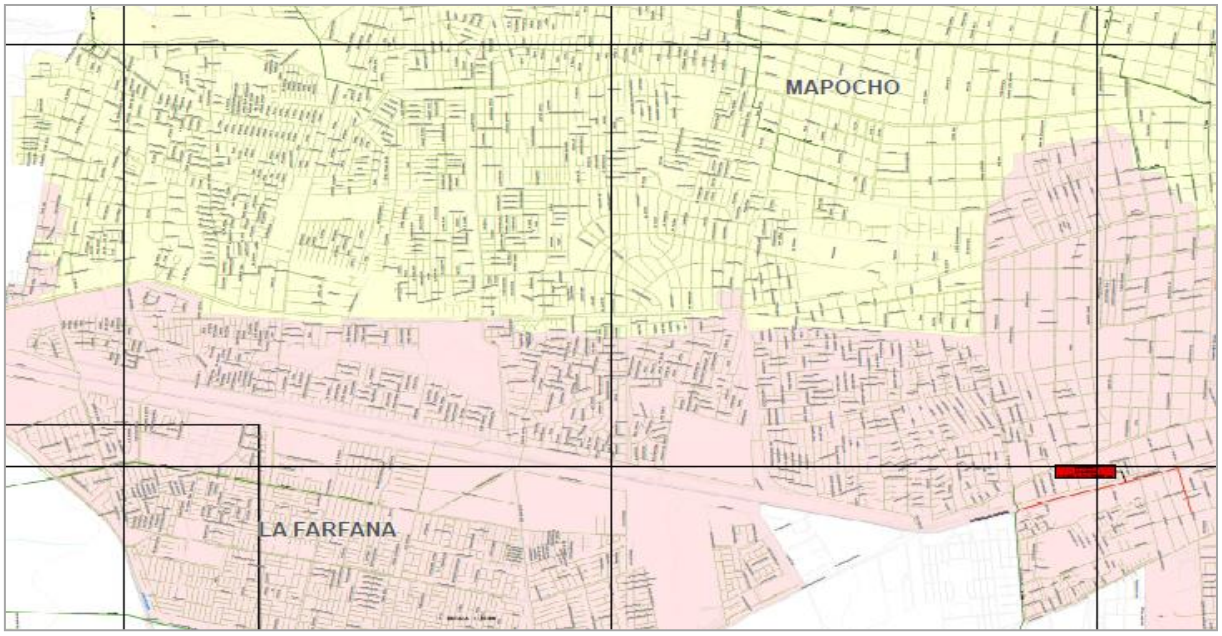
Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

Ilustración 3-3 Sectores de Distribución de Agua Potable y Comuna de Estación Central (rojo).



Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

Ilustración 3-4 Cuencas de Recolección de Aguas Servidas - Comuna de Estación Central



Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

3.2 INFRAESTUCTURA DE AGUA POTABLE

Dentro del Sistema Gran Santiago, la comuna de Estación Central forma parte de los sectores de distribución Antonio Varas Bajo, Antonio Varas Alto y Lo Hermida Bajo. Para estimar la demanda de agua potable de la comuna en el escenario de cabida proyectada se consideraron las dotaciones y factores reportadas para estos sectores en el estudio de Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de agua potable.

3.2.1 Proceso de producción

a) Fuentes superficiales y derechos de agua

Para el Sistema Gran Santiago la empresa sanitaria cuenta con 1.712,9 acciones del Rio Maipo, 6.425 l/s de derechos para el Sistema Laguna Negra, 400.000.000 m^3/año en el Embalse El Yeso, y 650 l/s en la Quebrada de Ramón.

El agua potable es producida en las plantas de tratamiento superficial del Complejo Vizcachas (17.000 l/s), Planta La Florida (4.000 l/s), y Quebrada de Ramón (543 l/s). El Complejo Vizcachas y la Planta La Florida totalizan una capacidad de producción de 21.000 l/s. La capacidad de la Planta Quebrada de Ramón se encuentra limitada por la disponibilidad de la fuente y pérdidas de producción, totalizando una capacidad real de 72,3 l/s.

En total se tiene un caudal de explotación superficial equivalente a 21.072 l/s, disponiendo de un total de 21.678 l/s en derechos de agua.

Cuadro 3-1 Derechos de agua y capacidad de fuentes superficiales. Mes de enero

Nombre de fuente	Identificación del derecho	Punto Captación	Derechos constituidos y/o en uso [l/s]		Derechos de agua [l/s] (2)	Caudal de explotación [l/s] (3)
Sistema Maipo – Yeso	Río Maipo, Derechos de Agua Superficial Permanentes Consuntivos	Río Maipo, bocatoma independiente	1.174,4	Acciones	19.749	21.000 (3)
		Sociedad del Canal de Maipo	400,2	Acciones (4)		
		Asociación Canal de Pirque	1,4	Acciones		
		Río Maipo, bocatoma San Carlos	136,9	Acciones (5)		
	Río Maipo, Derechos de Agua Superficial Eventuales Consuntivos	Embalse El Yeso	400.000.000	m^3/año	(1)	
	Río Maipo, Derechos de Agua Superficial Eventuales Consuntivos	Río Maipo, bocatoma independiente	22.000	l/s	(1)	
	Laguna Negra, Derechos de Agua Superficial Permanentes Consuntivos	Sistema Laguna Negra	6.425,0	l/s (6)	1.856	
				Subtotal	**21.605**	**21.000**
Quebrada de Ramón	Quebrada de Ramón, Derechos de Agua Superficial Permanentes Consuntivos	Quebrada de Ramón	650	l/s	73,0	72,3

Total	**21.678**	**21.072**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

(1) No se incluye el rendimiento de los derechos eventuales

(2) Caudal de explotación con una probabilidad de excedencia de un 90% en el mes de Enero

(3) Caudal de explotación limitado por las capacidades de las plantas de tratamiento

(4) Incluye acciones adicionales por compra de derechos a la Sociedad del Canal del Maipo y Canal Lo Espejo

(5) Corresponde a comodato de Aguas Cordillera a favor de Aguas Andinas

b) Fuentes subterráneas y derechos de agua

La empresa concesionaria posee derechos subterráneos de aprovechamiento de aguas equivalentes a 8.029,2 l/s para sondajes, 650 l/s para los drenes Vitacura, y 300 l/s para drenes Azulillos. Las captaciones subterráneas alcanzan un caudal actual de explotación de 4.272 l/s en operación normal y, para eventos de turbiedad en el Rio Maipo, un caudal adicional de 260 l/s en pozos de emergencia. El sector de Quilicura es el único subsistema de producción dentro del Sistema Gran Santiago, en el cual se emplean fuentes de abastecimiento en forma particular correspondientes a 850 l/s.

Cuadro 3-2 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas

Nombre captación	Fuente	Subsistema	Derechos de agua [l/s]	Caudal actual de producción [l/s]
Sondajes Gran Santiago	190 sondajes de Acuífero Santiago Central, Acuífero Coluna Sur, y Acuífero Pirque	Gran Santiago, sin Quilicura	8.029,2	3.422
		Quilicura		850
		Subtotal	**8.029,2**	**4.272**
Drenes Azulillos	Sistema Laguna Negra		300	0,0
Drenes Vitacura			650	0,0
		Total	**8.979,2**	**4.272**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

c) Fuentes futuras

Del Balance Oferta – Demanda de fuentes, la empresa sanitaria estima que sin proyecto se obtiene un déficit para abastecer el sistema desde el año 2021. El cuadro siguiente muestra el superávit / déficit estimado al final de cada quinquenio.

Cuadro 3-3 Balance Oferta – Demanda de fuentes (sin proyecto). No incluye subsistema Quilicura

Año		Oferta fuentes superficiales [l/s]	Oferta fuentes subterráneas [l/s]	Oferta total [l/s]	Demanda máxima diaria [l/s]	Superávit / déficit [l/s]
1	2020	21.072	3.422	24.494	24.469	25
5	2024	21.072	3.422	24.494	25.217	**-723**
10	2029	21.072	3.422	24.494	25.892	**-1.398**
15	2034	21.072	3.422	24.494	26.273	**-1.779**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

Para satisfacer la demanda de producción la empresa prevé la construcción y entrada en operación de distintas obras, incluyendo ampliaciones de sondajes, redireccionamiento de sondajes para aumentar la oferta, y la ampliación de la capacidad de tratamiento de la Planta La Florida.

d) Oferta actual y futura de las fuentes

A continuación, se indican los caudales de oferta actual y futura considerando las obras programadas por la empresa. El caudal de explotación corresponde a la oferta de agua potable de la empresa sanitaria. El caudal total de oferta potencial corresponde al caudal asociado a los derechos de aguas con que cuenta la empresa.

Cuadro 3-4 Oferta actual y futura de fuentes. No incluye subsistema Quilicura

Año		Caudal de explotación [l/s]	Caudal total de oferta potencial [l/s]
1	2020	24.469	24.694
5	2024	25.217	25.944
15	2034	26.273	26.944

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

Considerando la ejecución y entrada en operación de las obras proyectadas por la empresa sanitaria, el superávit al año 2034 será de 671 l/s.

e) Estanques de producción (puntos de entrega actuales)

El sistema cuenta con 12 estanques de producción, todos de tipo semienterrado de hormigón armado, y cuya capacidad conjunta alcanza los 266.000 m^3. Además, la empresa prevé la entrada en operación del Estanque de Pirque en el año 2020, el cual aportará un volumen de 1.500.000 m^3 adicionales al sistema.

Cuadro 3-5 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas

Nombre estanque	Tipo	Material	Volumen [m^3]
Vizcachas 1	Semienterrado	Hormigón armado	20.000
Vizcachas 2	Semienterrado	Hormigón armado	30.000
Vizcachas 3	Semienterrado	Hormigón armado	30.000
Vizcachas 4	Semienterrado	Hormigón armado	30.000
Vizcachas 5	Semienterrado	Hormigón armado	30.000
Vizcachas 6	Semienterrado	Hormigón armado	20.000
Huamachuco	Semienterrado	Hormigón armado	2.000
San Luis	Semienterrado	Hormigón armado	4.000
La Florida 1	Semienterrado	Hormigón armado	25.000
La Florida 2	Semienterrado	Hormigón armado	25.000
La Florida 3	Semienterrado	Hormigón armado	25.000
La Florida 4	Semienterrado	Hormigón armado	25.000

Total	**266.000**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

f) Plantas elevadoras de producción

El sistema cuenta con 96 plantas elevadoras de agua potable que permiten impulsar el agua hasta los estanques de regulación.

g) Plantas de tratamiento de agua potable

El sistema cuenta con 8 plantas de tratamiento de agua potable en la etapa de producción.

Cuadro 3-6 Plantas elevadoras de producción

Nombre planta	Caudal de diseño [l/s]	Capacidad actual de tratamiento [l/s]	Elemento por abatir
Planta Remoción de Arsénico Quilicura	100	100	Arsénico
Planta Vizcachas	6.500	6.500	Turbiedad
Planta Ingeniero A. Tagle	4.000	4.000	Turbiedad
Planta Vizcachitas	5.000	5.000	Turbiedad
Planta de Filtros Vizcachas	1.500	1.500	Turbiedad
Planta La Obra	4.000	4.000	Turbiedad
Planta La Florida	4.000	4.000	Turbiedad
Planta Quebrada de Ramón	543	543	Turbiedad

Fuente Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

h) Conducciones de producción (aducciones, impulsiones, acueductos)

El sistema cuenta con 259 km de tuberías de conducción, de los cuales un 44% corresponde a hormigón armado, 23% acero, 13% cemento asbesto, y un 20% otros materiales.

i) Centros de Cloración

El sistema posee 17 centros de cloración para la etapa de producción.

Cuadro 3-7 Centros de cloración

Nombre planta	Caudal de diseño [l/s]	Capacidad actual [l/s]	Tipo desinfección
Complejo Vizcachas	17.000	17.000	Gas cloro
PTAP La Florida	4.000	4.000	Gas cloro
Quebrada De Ramón	543	543	Gas cloro
Huamachuco	405	405	Hipoclorito sodio
Cerro La Cruz	550	550	Hipoclorito sodio
Renca 4-5-6-7-8	350	350	Gas cloro
Renca 1-2-3	313	313	Hipoclorito sodio

Nombre planta	Caudal de diseño [l/s]	Capacidad actual [l/s]	Tipo desinfección
Guanaco	450	450	Hipoclorito sodio
Porto Alegre	500	500	Hipoclorito sodio
Santa Corina	303	303	Gas cloro
La Laguna	196	196	Gas cloro
Florencia	317	317	Hipoclorito sodio
Victoria Pudahuel	120	120	Hipoclorito sodio
Pozo Dante	60	60	Hipoclorito sodio
Lo Valledor	222	222	Hipoclorito sodio
Santa Olga	500	500	Hipoclorito sodio
Lo Espejo	300	300	-

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

j) Centros de Fluoración

El sistema posee 17 centros de fluoración para la etapa de producción.

Cuadro 3-8 Centros de fluoración

Nombre planta	Caudal de diseño [l/s]	Capacidad actual [l/s]	Tipo de fluoración
Complejo Vizcachas	17.000	17.000	Ácido fluorosilícico
PTAP La Florida	4.000	4.000	Ácido fluorosilícico
Quebrada De Ramón	543	543	Silicofluoruro
Huamachuco	405	405	Ácido fluorosilícico
Cerro La Cruz	550	550	Ácido fluorosilícico
Renca 4-5-6-7-8	350	350	Ácido fluorosilícico
Renca 1-2-3	313	313	Ácido fluorosilícico
Guanaco	450	450	Ácido fluorosilícico
Porto Alegre	500	500	Ácido fluorosilícico
Santa Corina	303	303	Ácido fluorosilícico
La Laguna	196	196	-
Florencia	317	317	Ácido fluorosilícico
Victoria Pudahuel	120	120	Ácido fluorosilícico
Pozo Dante	60	60	Ácido fluorosilícico
Lo Valledor	222	222	-

Santa Olga	500	500	-
Lo Espejo	300	300	-

Fuente Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

k) Macromedición

El sistema cuenta con 89 macromedidores de tipo electromagnético, ultrasónico, y Canaleta Parshall, con diámetros que varían entre 75 y 2.300 mm.

l) Estaciones reductoras de presión

El sistema no cuenta con esta infraestructura.

m) Grupos electrógenos

El sistema cuenta con 23 grupos electrógenos.

n) Caudales de producción

El cuadro siguiente presenta los caudales de producción proyectados por la empresa sanitaria para el Sistema Gran Santiago en los años 1, 5 y 15 del horizonte de previsión. El cuadro sucesivo presenta la estimación de los caudales de producción proyectados para la comuna de Estación Central.

Cuadro 3-9 Caudales de producción Sistema Gran Santiago

Caudal	Año 1 (Año 2020)	Año 5 (Año 2024)	Año 15 (Año 2034)
Medio Anual [l/s]	19.790	20.414	21.279
Máximo diario [l/s]	25.235	26.031	27.135

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

Cuadro 3-10 Caudales de producción comuna de Estación Central

Caudal	Año 1 (Año 2020)	Año 5 (Año 2024)	Año 15 (Año 2034)
Medio Anual [l/s]	448	458	468
Máximo diario [l/s]	830	849	869

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

3.2.2 Proceso de distribución

a) Dotación por área geográfica

El cuadro siguiente presenta los niveles de atención propuestos por la empresa sanitaria para el Sistema Gran Santiago en los primeros cinco años. El cuadro sucesivo presenta la estimación de los niveles de atención para la comuna de Estación Central.

Cuadro 3-11 Dotación Sistema Gran Santiago

Año	Población [Hab]	Nivel de atención [l/Hab/día]

1	2020	5.130.050	234
5	2024	5.326.326	232

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

(1) Vol. Máx. Mes por Cliente = Dotación Media (m^3/cliente/mes) * CMMC. Donde CMMC = 1,16

Cuadro 3-12 Dotación estimada Comuna de Estación Central

Año		Población [Hab]	Nivel de atención [l/Hab/día]
1	2020	146.322	189
5	2024	151.147	187

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

(1) Vol. Máx. Mes por Cliente = Dotación Media (m^3/cliente/mes) * CMMC. Donde CMMC = 1,12

b) Centro de recloración

El sistema no presenta esta infraestructura.

c) Estanques de regulación

El Sistema Gran Santiago cuenta con 53 estanques de regulación, todos de hormigón armado, totalizando un volumen de **859.510 m³**. A continuación se detallan los estanques principales del sistema.

Cuadro 3-13: Principales estanques de regulación Sistema Gran Santiago

Estanque	Material	Tipo	Volumen [m^3]	Cota de Fondo radier [msnm]
Peñón Bajo 5	Hormigón armado	Semienterrado	20.000	680
Trinidad Bajo 5	Hormigón armado	Semienterrado	20.000	650
Tocornal 3	Hormigón armado	Semienterrado	16.000	704
Tocornal 4	Hormigón armado	Semienterrado	16.000	704
Terminales 3	Hormigón armado	Semienterrado	15.000	678
Terminales 4	Hormigón armado	Semienterrado	15.000	678
Terminales 5	Hormigón armado	Semienterrado	15.000	678
Terminales 6	Hormigón armado	Semienterrado	15.000	678
Peñalolén Medio	Hormigón armado	Semienterrado	14.000	752
Trinidad Alto 1	Hormigón armado	Semienterrado	11.000	689
Trinidad Alto 2	Hormigón armado	Semienterrado	11.000	689
Trinidad Alto 3	Hormigón armado	Semienterrado	11.000	689
Peralillo 2	Hormigón armado	Semienterrado	10.000	719

Estanque	Material	Tipo	Volumen [m³]	Cota de Fondo radier [msnm]
Tocornal	Hormigón armado	Semienterrado	10.000	704
Tocornal 2	Hormigón armado	Semienterrado	10.000	704

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

d) Plantas elevadoras

El Sistema Gran Santiago cuenta con 29 plantas elevadoras para la etapa de distribución.

e) Conducciones de distribución

El sistema cuenta con 292 alimentadoras o conducciones de distribución desde los estanques a la red de distribución. Las conducciones poseen una longitud total de 190 km y están compuestas principalmente por tuberías de acero (54%).

f) Redes de distribución

La red de distribución tiene una longitud total de 10.130 km, compuesta en un 54% de cemento asbesto, 23% de PVC, 15% de fierro fundido, y un 8% de otros materiales.

De lo anterior se destaca que la red está compuesta en gran parte por tuberías de asbesto, el cual es un material ampliamente utilizado en las redes de agua potable desde el año 1930. El asbesto es un mineral de fibras largas y resistentes, las cuales se pueden separar. Esto permite una flexibilidad suficiente como para ser entrelazadas entre sí, en adición a ser resistentes a altas temperaturas.

Sin embargo, según algunas investigaciones este mineral es causante de enfermedades como asbestosis, mesotelioma pleural y diversos tipos de cáncer entre quienes se han visto expuestos a inhalar sus fibras microscópicas. Más aun, en el año 1977, **la Organización Mundial de la Salud declaró que el asbesto es cancerígeno en todas sus variedades.**

El Decreto Supremo 656/2000 prohibió el uso del asbesto en ciertos productos y en su art. 2, señala: prohíbase en el país la "producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción que contengan cualquier tipo de asbesto". Este decreto supremo no indica prohibición de uso ni retiro vinculante de las tuberías de asbesto cemento ya existentes. Por esto último, las empresas sanitarias han optado por reemplazar la materialidad de las tuberías de asbesto parcialmente y solo una vez que el sistema así lo requiera.

La red cuenta con la capacidad necesaria para satisfacer las demandas del periodo de previsión considerando las reparaciones habituales y refuerzos para mantener las presiones sobre la mínima de 15 m.c.a y las válvulas reductoras de presión para mantener las presiones dinámicas bajo los 70 m.c.a.

g) Reductoras de presión

El Sistema Gran Santiago cuenta con 343 estaciones reductoras de presión para la etapa de distribución, de las cuales 309 del tipo Clayton y 43 del tipo Monovar, con diámetros que varían entre 75 y 1.200 mm.

h) Macromedidores

El Sistema Gran Santiago cuenta con 129 macromedidores, de los cuales 101 son electromagnéticos, 20 son mecánicos, y 8 son ultrasónicos, con diámetros que varían entre 50 y 1.600 mm.

i) Arranques

El sistema cuenta con 1.101.187 arranques, con diámetros que varían entre 13 y 400 mm.

Cuadro 3-14 Arranques

Diámetro [mm]	No.
13	945.752
14	14
15	2.690
19	99.042
20	2.275
25	30.755
32	1.356
36	36
38	9.864
40	37
50	7.653
63	15
75	81
80	1.325
90	1
100	252
110	5
150	31
200	1
250	1
400	1
Total	**1.101.187**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

j) Grifos y válvulas

La red de distribución en el Sistema Gran Santiago cuenta con 17.873 grifos de incendio y 74.975 válvulas de corta.

k) Grupos electrógenos

El sistema cuenta con 32 grupos electrógenos.

3.3 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

3.3.1 Criterios de diseño

En este capítulo se determina la demanda de la infraestructura considerando cubrir las variaciones de consumo para la población de cabida proyectada. Con lo anterior se determinan los requerimientos de infraestructura para cubrir la propuesta de crecimiento de población del Plan Regulador en estudio. La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo y de las estimaciones y proyecciones de población.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio y densificación en el territorio operacional. Se ha considerado como representativo para la situación del área urbana propuesta, los criterios de diseño de las Actualizaciones Planes de Desarrollo de las empresas concesionarias del servicio.

a) Niveles de pérdidas

El nivel de pérdidas actuales y futuras de agua potable corresponde a un 28,5% en total para el Sector Antonio Varas Bajo. Adicionalmente, para el Sistema Gran Santiago el nivel de pérdidas actuales y futuras en las etapas de producción y distribución equivalen a 4,7% y 26,4% respectivamente, obtenido a partir de las estimaciones realizadas por la empresa sanitaria.

b) Cobertura

De acuerdo con el estudio Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago, la **cobertura actual corresponde al 100% para la distribución de agua potable**. Este valor se mantiene en el futuro según lo proyectado por la empresa sanitaria.

c) Calidad del agua

La empresa sanitaria declara que periódicamente hace un monitoreo de la calidad del agua en las redes de distribución del sistema. Los principales problemas detectados son la turbiedad, que afecta a todas las fuentes superficiales, y el arsénico, presente en gran parte de los sondajes y algunas fuentes superficiales (como el Río Maipo).

La empresa ha implementado acciones que permiten abatir los contaminantes, obteniendo como resultado que se cumple con la Norma Chilena N° 409, 2005 parte 1, según lo señalado en el informe de "Calidad en las Redes" que se envía a la SISS.

a) Factores de consumo

El *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 (CDMC) en el mes de máximo consumo. Este factor se utiliza para mayorar el caudal medio, utilizado para estimar las capacidades de los estanques.

El *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. Este se utiliza para mayorar el caudal máximo diario y, con esto, diseñar las redes de distribución.

Ambos factores se calculan a partir de las estadísticas de consumo con las que cuenta la empresa.

El **CMMC** adoptado para el sector Antonio Varas Bajo corresponde al mayor coeficiente mensual de consumo registrado durante el periodo en análisis, equivalente a **1,12**.

El **CDMC** adoptado corresponde a **1,10**, valor generalmente utilizado por la SISS en estudios tarifarios.

Luego para el Sector Antonio Varas Bajo se define el **FDMC** en **1,24** y el **FHMC** en **1,50**. Este último se basa en el valor generalmente utilizado por la SISS en estudios tarifarios en ausencia de registros horarios de macromedición.

Cuadro 3-15: Coeficientes de Máximo Consumo

CMMC	CDMC
1,12	**1,10**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

Cuadro 3-16: Factores de Máximo Consumo

FDMC	FHMC
1,24	**1,50**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020.

d) Números de grifos

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

Cuadro 3-17: Volumen de incendio mínimo

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

Fuente: NCh 691 Of 98

3.3.2 Proyección de demanda de agua potable

La Actualización Plan de Desarrollo de la empresa Aguas Andinas proyecta la demanda de agua potable para el sector de distribución Antonio Varas Bajo según se detalla en el siguiente cuadro.

Luego, se estima la proyección de la demanda de agua potable para la población atendida por Aguas Andinas en la comuna de Estación Central.

Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua para consumo humano en el territorio operacional que comprende la comuna. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídrico para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada para la alternativa seleccionada de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 2033, ya sea para todo el sector Antonio Varas Bajo, así como también solo para la parte de la comuna de Estación Central que es atendida por Aguas Andinas.

Cuadro 3-18: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Andinas, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada

Escenario por sector	Población			Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas totales (%)	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)				Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)
Planes de Desarrollo (2033) – sector Antonio Varas Bajo	600.365	100%	600.365	180	28,5%	252	1.249	1.544	2.317	1.748	2.161	3.241
Planes de Desarrollo (2033) – Estación Central	160.831	100%	160.831	180	28,5%	252	335	414	621	468	579	868
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040)	259.360	100%	259.360	180	28,5%	252	540	667	1.001	755	934	1.400

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

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada de volumen de regulación para la alternativa seleccionada de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 2033.

Cuadro 3-19: Proyección de demanda volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Aguas Andinas, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada

Escenario	Población			Volumen de regulación			
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)	Consumo (m3)	Incendio (m3)	Seguridad (m3)	Total (m3)
Planes de Desarrollo (2033)	160.831	100%	160.831	5.362	691	2.979	8.341
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040)	259.360	100%	259.360	8.646	691	4.804	13.450

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

3.4 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS

La empresa concesionaria responsable de los procesos de recolección y disposición de aguas servidas corresponde a Aguas Andinas S.A., a cargo también de la etapa de producción y distribución de agua potable. A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen la etapa de saneamiento de aguas servidas.

3.4.1 Proceso de recolección

La siguiente tabla describe los puntos de descarga actuales. Para el escenario futuro se mantienen los mismos puntos.

Cuadro 3-20 Descargas actuales y futuras – Etapa Disposición

Nombre	Planta de tratamiento	Diámetro
Interceptor Maipú	El Trebal - Mapocho	700 – 2.000
Interceptor Maipo – San Bernardo	El Trebal - Mapocho	900 – 1.450
Interceptor San Bernardo	El Trebal - Mapocho	700 – 1.200
Interceptor Farfana – Trebal	El Trebal - Mapocho	3.300
Interceptor Zanjón	La Farfana	3.300 x 3.300
Interceptor Mapocho	La Farfana	3.300

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

a) Plantas elevadoras de recolección

El sistema cuenta con 16 plantas elevadoras de recolección, todas con bombas en el interior del pozo de aspiración. La siguiente tabla detalla las plantas elevadoras de recolección del sistema.

Cuadro 3-21 Plantas elevadoras de recolección

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Altura de elevación (m)
San Pedro	8	34
Cerro Colorado	295	10
Lo Cruzat	83	9
Las Garzas 1	220	14
Lo Boza	576	17
Areneros	7	23
Lo Ovalle	114	12
San Ignacio de Loyola	22	4
Las Garzas 2	570	16

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Altura de elevación (m)
Los Echevers 2	92	22
O'Higgins	48	11
Nos	337	16
Los Echevers 1	10	6
Aeropuerto	167	11
Ciudad Empresarial	117	9
San Ramon de Pirque	13	44

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

b) Conducciones de recolección

El sistema cuenta con un total de 43.775 metros de conducción de recolección, compuesta en un 50% de hormigón simple, 22% de HDPE, 17% de asbesto cemento, 6% de PVC y el 5% restante de otros materiales.

c) Red de recolección

La red de recolección tiene una longitud total de 8.296 km y está constituida principalmente en un 84% de hormigón simple, un 12% de PVC y un 4% de HDPE y otros.

El sistema cuenta con un total de 1.080.577 uniones domiciliarias y 14 grupos electrógenos.

d) Macromedidores

El sistema no cuenta con macromedidores en la etapa de recolección.

e) Niveles de atención

Los siguientes dos cuadros detallan el caudal a recolectar por la empresa sanitaria para los años 1 y 5, respectivamente.

Cuadro 3-22 Niveles de atención (año 1)

Sector	Superficie (ha)	Población (Hab)	Nivel de atención (1) (l/Hab/día)	Vol. Max. Mes por cliente (m^3/cliente/mes)	Coef. de recuperación
Farfana	28.736	3.033.767	212	19,5	0,855
Trebal	10.669	847.126	167	18,0	0,855
Mapocho	12.813	1.185.540	192	19,3	0,855
Total	**52.217**	**5.066.432**	**-**	**-**	**-**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

Cuadro 3-23 Niveles de atención (año 5)

Sector	Superficie (ha)	Población (Hab)	Nivel de atención (1) (l/Hab/día)	Vol. Max. Mes por cliente (m^3/cliente/mes)	Coef. de recuperación
Farfana	28.736	3.154.721	211	18,6	0,855
Trebal	10.669	873.846	166	17,3	0,855
Mapocho	12.813	1.241.682	190	18,4	0,855
Total	**52.217**	**5.270.249**	**-**	**-**	**-**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

(1) Corresponde a la dotación media multiplicada por el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC = 1,16) y el coeficiente de recuperación (R = 0,855).

3.4.2 Proceso de disposición

a) Plantas de tratamiento de aguas servidas

El Sistema Gran Santiago dispone en la actualidad de 2 plantas de tratamiento de aguas servidas: La Farfana y Trebal-Mapocho. Ambas son de tipo Lodos Activados Convencionales y cuentan con un caudal de diseño de 8.800 l/s.

Estas plantas cubren el tratamiento de un 100% de clientes con alcantarillado.

Cuadro 3-24 Planta de tratamiento de aguas servidas

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Capacidad actual (l/s)	Tratamiento terciario	Desinfección
El Trebal	8.800	8.800	NO	SI
La Farfana	8.800	8.800	NO	SI

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

Los caudales de aguas servidas a disponer se muestran en el Cuadro 3-25.

Cuadro 3-25 Caudales de disposición de aguas servidas

Caudal (l/s)	Año 1 2020	Año 5 2024	Año 15 2034
Medio anual AS	11.713	12.105	12.665
Medio anual total (1)	12.402	12.794	13.354
Máximo horario	14.583	15.007	15.581

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

(1) Q medio anual AS + Q infiltración

El cuerpo receptor para la disposición actual y futura (años 1, 5 y 15) corresponde al Rio Mapocho.

El sistema no cuenta con plantas de tratamiento preliminares.

b) Plantas elevadoras de disposición

El sistema cuenta con una planta elevadora en el proceso de disposición.

Cuadro 3-26 Planta elevadora de disposición

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Capacidad actual (l/s)	Altura de elevación (m)
PEAS de PTAS La Farfana	15.000	15.000	11,05

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

c) Conducciones de disposición

La longitud de conducciones de disposición alcanza a los 138 km y está integrada en un 65% por interceptores y emisarios de hormigón armado, 28% de hormigón simple, 5% de HDPE y menos de 2% de Asbesto Cemento que conducen las aguas servidas hacia las plantas de tratamiento.

d) Grupos electrógenos

El sistema cuenta con 10 grupos electrógenos de 1.600 a 3.000 KVA de potencia.

e) Calidad del agua efluente

La calidad del efluente está regida por la "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", Decreto N° 90, publicado el 7 de marzo de 2001 en el diario oficial. Los límites de la Norma se presentan en el Cuadro 3-27.

Cuadro 3-27 Calidad del efluente.

Parámetro	Límite Máximo
DBO_5	35 mg/l
Fosforo total	10 mg/l
Nitrógeno Total KJeldahl	50 mg/l
SST	80 mg/l
Coliformes fecales	1000/100 ml
Aceites y grasas	20 mg/l
Poder espumógeno	7 mm
PH	6 – 8,5
Temperatura	35° C

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

3.5 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

La comuna de Estación Central descarga el 100% de sus aguas servidas hacia la macro área Mapocho. El agua servida que llega a este sector es tratada por la planta de tratamiento Trebal-Mapocho. Para estimar los caudales de recolección de aguas servidas en el horizonte de previsión se consideraron las dotaciones y factores reportadas esta planta de tratamiento.

a) Coberturas

De acuerdo con el estudio Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago, la **cobertura actual corresponde al 98,8% para la recolección de aguas servidas.** La empresa sanitaria proyecta un aumento de la cobertura a lo largo del horizonte de previsión, llegando a un valor de 99,3% en el año 2034 (año 15).

b) Caudal medio de aguas servidas

$$Q_{med}\ AS = Q_{med}\ AP\ (consumo) * R\ (l/s)$$

$$R: Coeficiente\ de\ recuperación$$

c) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación representa el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias) que se descarga al alcantarillado. Su valor depende de factores como la estructura urbana del sector, el nivel socioeconómico de la población, y el nivel de consumo de agua, entre otros. Usualmente está comprendido entre 0,70 y 1,0. De acuerdo con el estudio Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020, el coeficiente de recuperación adoptado es de 0,86.

d) Caudal máximo instantáneo

Para una población (P) menor a 1.000 hab se utiliza el caudal máximo instantáneo, el cual se calculará considerando lo siguiente:

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

e) Caudal máximo horario

Para una población (P) mayor a 1.000 hab se utiliza el caudal máximo horario, calculado según el siguiente criterio:

- ✓ Para $P > 1000\ hab$, el gasto máximo horario de recolección se calculará según la fórmula de Harmon, según lo indica la NCh 1.105 of 99.

$$Q_{med}\ AS = H * Q_{med}\ (l/s)$$

Donde el Coeficiente de Harmon (H) será:

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

$$P: Población\ en\ miles\ de\ habitantes$$

f) Infiltración en las redes de aguas servidas

En ciertos casos la materialidad de las redes existentes genera pérdidas por infiltración de los caudales porteados, por lo que se deberían reemplazar considerando sistemas separados (aguas lluvias y aguas servidas) y estancos.

g) Caudales de aguas lluvias.

Según lo señalado se debería considerar separar los sistemas de aguas servidas de los de aguas lluvias. Así se lograría disminuir el costo del tratamiento, debido a que las aguas lluvias poseen carga contaminante que requiere sistemas de tratamiento distintos y de menor costo que las aguas servidas.

3.5.2 Estimación de demandas de aguas servidas

Para la estimación de caudales de aguas servidas se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Aguas Andinas, concesionaría del servicio de recolección de aguas servidas para una parte de la comuna de Estación Central. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua por sanear en el territorio operacional que comprende la comuna. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídricos para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda de saneamiento esperada para el escenario de cabida proyectada. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 2033.

Cuadro 3-28: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Aguas Andinas, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida proyectada

Escenario	Población			Dotación saneada (l/hab/día)	Coef. recuperación [R]	Caudales de aguas servidas			Caudales totales	
	Total (hab)	Cobertura (%)	Saneada (hab)			Qmed (l/s)	Coef. Harmon	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax H (l/s)
Planes de Desarrollo (2033) – Sistema La Farfana	3.422.094	99%	3.398.104	239	0,86	8.030	1,7	13.249	8.030	13.249
Planes de Desarrollo (2033) – Estación Central	196.060	99%	194.685	239	0,86	460	1,7	759	460	759
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040)	310.292	99%	308.117	239	0,86	728	1,7	1.201	728	1.201

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

4 SERVICIOS SANITARIOS – EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SMAPA)

La empresa SMAPA incluye los procesos de producción, distribución de agua potable y recolección de aguas servidas a tres comunas de la Provincia de Santiago. Ellas son las comunas de Maipú, Estación Central[11], y Cerrillos[12]. El proceso de disposición de aguas servidas está a cargo de Aguas Andinas, otra empresa concesionaria.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de agua potable.

4.1 TERRITORIO OPERACIONAL

El territorio operacional actual corresponde al entregado por la empresa sanitaria concesionaria del sector y es el mismo para los sistemas de agua potable y alcantarillado de aguas servidas.

[11] Abastece una parte, el resto es atendida por Aguas Andinas

[12] Abastece una parte, el resto es atendida por Aguas Andinas

Ilustración 4-1 Territorio operacional SMAPA

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

4.2 INFRAESTUCTURA DE AGUA POTABLE

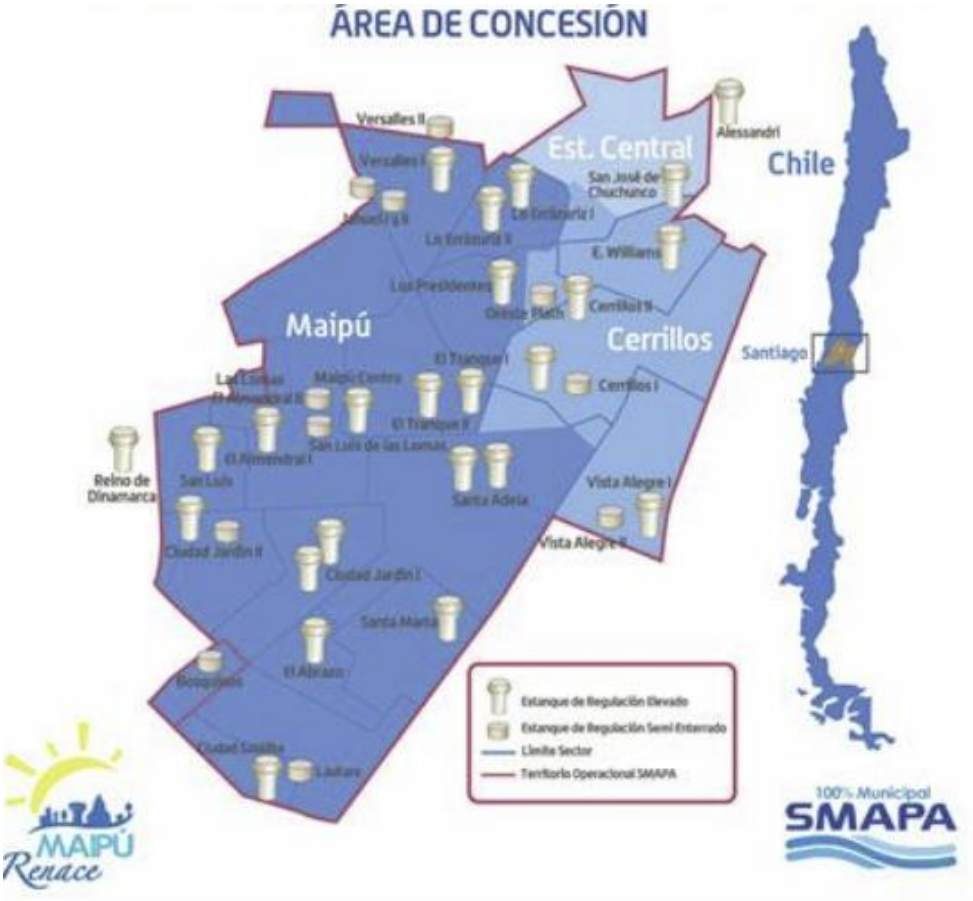
El sistema de agua potable de SMAPA está basado en un sistema de producción diseminado en el territorio operacional en base a aguas subterráneas. La distribución se basa en un solo gran sistema en adición a algunas áreas aisladas del sistema mayor.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de agua potable.

4.2.1 Proceso de producción

El territorio operacional de SMAPA se divide en 20 sectores de distribución preferencial, cada uno acompañado por su propio sistema de producción. La comuna de Estación Central está compuesta por un solo sector de distribución: San José de Chuchunco.

Ilustración 4-2 Sectores de distribución SMAPA



Fuente: INFORME EJECUTIVO DE GESTIÓN SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, AÑO 2016

a) Fuentes superficiales y derechos de agua

El sistema de producción de agua potable de SMAPA no cuenta con ofertas de fuentes superficiales.

b) Fuentes subterráneas y derechos de agua

El agua potable de SMAPA es producida enteramente a través de agua subterránea, la cual proviene de la explotación del acuífero existente en el territorio operacional de la empresa.

El sistema está formado por 150 sondajes, de los cuales 81 se encuentran actualmente operativos.

De los 20 sectores del territorio operacional, 12 tienen todos sus pozos conectados a estaques y no tienen pozos conectados directamente a la red, 6 tienen tanto pozos conectados a estanques como pozos conectados directamente a la red, uno tiene un pozo conectado directamente a la red, y el restante es abastecido por un estanque perteneciente a otro sector y sin presencia de pozos.

El sector San José, el cual corresponde a la comuna de Estación Central, cuenta con 7 pozos, detallados en la siguiente tabla.

Cuadro 4-1 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas – Sector San José

Nombre captación	Fuente	Caudal de explotación actual [l/s]	Caudal máximo [l/s]	Derechos de agua [l/s]
R0102-PZ01A-ALESSANDRI	Acuífero Santiago Central	56	150	-
R0102-PZ02A-ALESSANDRI	Acuífero Santiago Central	0	80	100 (provisional)
R0105-PZ02A-CANCHAS SAN JOSE	Acuífero Santiago Central	21,9	100	-
R0103-PZ03A-GUADAL	Acuífero Santiago Central	62	100	-
R0101-PZ05-SAN JOSE	Acuífero Santiago Central	37	150	-
R0101-PZ01A-SAN JOSE	Acuífero Santiago Central	48,6	140	-
R0104-PZ04A-CHACAO	Acuífero Santiago Central	44,6	100	103 (definitivo)
		Total	**820**	**-**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

c) Fuentes futuras

La empresa sanitaria prevé la incorporación de 34 nuevas fuentes subterráneas en el periodo 2020-2033. Al sector San José le corresponden 3 de las fuentes futuras, detallas en la siguiente tabla.

Cuadro 4-2 Derechos de agua y capacidad de fuentes subterráneas – Sector San José

Nombre captación	Fuente	Caudal de explotación [l/s]	Caudal máximo [l/s]	Año de incorporación
Pozo nuevo Alessandri	Acuífero Santiago Central	80	100	2028
Pozo nuevo 1 San José	Acuífero Santiago Central	80	100	2023
Pozo nuevo 2 San José	Acuífero Santiago Central	80	100	2026

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

d) Oferta actual y futura de las fuentes

A continuación, se indican los caudales de oferta actual y futura considerando que se ejecutan las obras programadas por la empresa: El caudal (Q) de explotación y de derechos de aguas, corresponden a la oferta total de agua para consumo humano, de la empresa sanitaria.

Cuadro 4-3 Oferta actual y futura de fuentes.

Año		Caudal de explotación [l/s]	Q máximo [l/s]	Q derechos de agua [l/s]
1	2019	5.461	4.503	5.461
5	2023	6.901	5.943	5.461
15	2033	8.181	7.223	8.181

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

e) Estanques de producción (puntos de entrega actuales)

La empresa sanitaria cuenta con 32 estanques de regulación en la etapa de producción, lo que permite mantener una reserva de agua para abastecer el sistema con una capacidad conjunta que alcanza los 66.900 m3.

Cuadro 4-4 Caudales de producción. SMAPA

	Año 1 (2019)	Año 5 (2023)	Año 15 (2033)
Caudal medio anual (l/s)	3.239	3.560	4.423
Caudal máximo diario (l/s)	4.132	4.542	5.643

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

Cuadro 4-5 Caudales de producción. Comuna de Estación central

	Año 1 (2019)	Año 5 (2023)	Año 15 (2033)
Caudal medio anual (l/s)	282	309	384
Caudal máximo diario (l/s)	479	525	652

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

f) Plantas elevadoras de producción

La empresa sanitaria cuenta con 22 plantas elevadoras en operación, con caudal de diseño entre 30 y 95 l/s.

g) Plantas de tratamiento de agua potable

La desinfección de las aguas se realiza en las cañerías de impulsión, ya sea antes de entrar a los estanques o antes de ser llevadas directamente a la red, por medio de cloro-gas.

h) Conducciones de producción (aducciones, impulsiones, acueductos)

La empresa sanitaria cuenta con impulsiones desde los pozos hasta los estanques, por medio de bombas de pozo profundo. La mayoría de las impulsiones cuentan con diámetros de 250 mm y el material prevalente corresponde al acero galvanizado. La longitud total de impulsiones a estanques es de 8.077 m.

Así, para la etapa de producción el sistema cuenta con un total de 114 impulsiones a estanques, de las cuales 95 (83%) son de alta velocidad (> 2 m/s) y 19 de baja velocidad (< 2 m/s).

El resto de los sondajes entregan directamente las aguas a la red por medio de las bombas de pozo profundo instaladas en ellos. Así, el sistema cuenta adicionalmente con 10 impulsiones a la red, con una longitud total de 609 m. La mayoría de ellas posee un diámetro de 200 o 250 mm, y son de acero y/o cemento-asbesto.

i) Centros de Cloración y fluoración

El sector de San José de Chuchunco cuenta con la planta Alessandri, con capacidad de cloración de 278 l/s, y la planta San José de Chuchunco, con capacidad de cloración de 556 l/s.

4.2.2 Proceso de distribución

El concesionario de producción del cual se abastece el sistema de distribución corresponde a la misma empresa sanitaria en análisis, SMAPA.

a) Dotación por área geográfica

Respecto de los niveles de atención la empresa sanitaria propone un nivel creciente. En los cuadros siguientes se indican los niveles de atención para el sistema en el año 1 y el año 5, respectivamente.

Cuadro 4-6 Dotación por área geográfica. Año 1 (2019)

Sector año 2014	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Máx mes por cliente (1) (m3/cliente/mes)
San José de Chuchunco	617	59.807	240	20,6
Versalles	331	47.185	216	21,0
Lo Errazuriz	252	33.521	205	19,8
Los Presidentes	273	48.254	187	18,8
Cerrillos	398	29.153	297	29,8
Escobar Williams	386	2.445	1.057	106,2
Jahuel	380	54.616	200	19,4
El Tranque	445	35.235	267	25,9
Santa Adela	1.032	36.849	376	36,5
Vista Alegre	465	13.171	460	46,2
El Almendral	480	51.690	229	22,2
Ciudad Jardín I	365	47.482	201	19,5
Santa Marta	352	5.637	232	22,5
San Luis	479	70.790	192	18,6
Ciudad Jardín II	409	34.759	209	20,2
El Abrazo	201	28.165	198	19,2
Ciudad Satélite	209	22.813	230	22,3
Santa Ana de Chena	472	5.653	454	44,0

Los Bosquinos	88	8.143	188	18,0
Lomas de SMAPA	27	2.843	190	18,5

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

1) Vol. Máx. mes por cliente = dotación media (m3/cliente/mes) * CMMC

Cuadro 4-7 Dotación por área geográfica. Año 5 (2023)

Sector año 2014	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Máx mes por cliente (1) (m3/cliente/mes)
San José de Chuchunco	617	62.505	253	22
Versalles	331	47.203	238	22,4
Lo Errazuriz	252	33.534	225	21,2
Los Presidentes	273	49.934	199	20,0
Cerrillos	398	30.168	315	31,8
Escobar Williams	386	2.530	1.123	113,3
Jahuel	380	54.637	220	20,7
El Tranque	445	35.248	293	27,6
Santa Adela	1.032	36.863	413	38,9
Vista Alegre	465	13.630	489	49,3
El Almendral	480	51.709	252	23,7
Ciudad Jardín I	365	47.500	221	20,8
Santa Marta	352	5.639	255	24,0
San Luis	479	70.817	211	19,9
Ciudad Jardín II	409	34.773	229	21,6
El Abrazo	201	28.176	217	20,5
Ciudad Satélite	209	22.822	253	23,8
Santa Ana de Chena	472	5.655	499	47,0
Los Bosquinos	88	8.146	207	19,0
Lomas de SMAPA	27	2.844	209	19,7

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

1) Vol. Máx. mes por cliente = dotación media (m3/cliente/mes) * CMMC

b) Descripción del sistema

El sistema de distribución de SMAPA se encuentra interconectado mezclándose aguas de distintos estanques en algunos sectores. El territorio operacional cuenta con un total de 22 estanques elevados y 15 estanques semienterrados de regulación, con un volumen total de **76.400** m3.

La red de distribución SMAPA está compuesta por 1.446 km de red aproximada, principalmente por cañería de asbesto cemento, con una pequeña proporción de fierro fundido y acero en las zonas más antiguas.

Las cañerías de diámetros 150 mm y menores equivalen a un 79,12% del total de la red de distribución. Las redes de diámetro 75 mm representan un 27,79% del total de la red de distribución.

El sector de San José de Chuchunco cuenta con un total de 140 km de red de distribución.

De acuerdo con la empresa sanitaria, la red de distribución tiene una válvula cada 243 m y un grifo cada 622 m, ambos parámetros determinados como longitud total dividida por cantidad.

El sistema cuenta con 178.169 arranques de agua potable, 192.955 medidores, 5.969 válvulas y 2.326 grifos.

4.3 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

4.3.1 Criterios de diseño

En este capítulo se determina la demanda de la infraestructura considerando cubrir las variaciones de consumo para la población de cabida proyectada. Con lo anterior se determinan los requerimientos de infraestructura para cubrir la propuesta de crecimiento de población del Plan Regulador en estudio. La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo y de las estimaciones y proyecciones de población.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio y densificación en el territorio operacional. Se ha considerado como representativo para la situación del área urbana propuesta, los criterios de diseño de las Actualizaciones Planes de Desarrollo de las empresas concesionarias del servicio.

a) Niveles de pérdidas

El sector de referencia, San José de Chuchunco, posee pérdidas agregadas de producción y distribución equivalentes al 41%.

b) Cobertura

De acuerdo con el Estudio Actualización Planes de Desarrollo SMAPA las coberturas base respecto de la población total para el sector de referencia equivale al 100% para la distribución de agua potable y 100% para la recolección de aguas servidas.

c) Calidad del agua

La empresa logra cumplir con la normativa chilena vigente de agua potable en todo el territorio nacional NCh409/Of2005.

b) Factores de consumo

Cuadro 4-8: Coeficientes de Máximo Consumo

CMMC	CDMC
1,16	1,04

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

Cuadro 4-9: Factores de Máximo Consumo

FDMC	FHMC
1,20	1,41

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

d) Números de grifos

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

Cuadro 4-10: Volumen de incendio mínimo

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

Fuente: NCh 691 Of 98

4.3.2 Proyección de demanda de agua potable

Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua para consumo humano en el territorio operacional que comprende la comuna. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídricos para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada para el escenario de cabida proyectada de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 15 (2033) para el sector de referencia, San José de Chuchunco.

Cuadro 4-11: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa SMAPA, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada

Escenario	Población			Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas totales (%)	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)				Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)
Planes de Desarrollo (2033) – Estación Central	69.794	100%	69.794	281	41,0%	476	227	272	385	384	462	652
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040)	103.944	100%	103.944	281	41,0%	476	337	405	573	572	688	972

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

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada de volumen de regulación para el escenario de Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040) de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 15 (2033).

Cuadro 4-12: Proyección de demanda volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa SMAPA, comuna de Estación Central. Escenario: Cabida Proyectada

Escenario	Población			Volumen de regulación			
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)	Consumo (m3)	Incendio (m3)	Seguridad (m3)	Total (m3)
Planes de Desarrollo (2033)	69.794	100%	69.794	3.528	576	1.960	5.488
Escenario Cabida Máxima Proyectada (2040)	103.944	100%	103.944	5.254	576	2.919	8.173

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

4.4 INFRAESTUCTURA DE AGUAS SERVIDAS

El sistema de alcantarillado de SMAPA está basado en un sistema de recolección completamente gravitacional que entrega las aguas servidas a colectores de la empresa Aguas Andinas, la cual está encargada de su disposición. SMAPA realiza la descarga de las aguas servidas al Interceptor Maipú y al Emisario Santiago Poniente, ambos de Aguas Andinas. Es decir, la empresa SMAPA está encargada de la etapa de recolección en su territorio operacional, mientras la empresa Aguas Andinas de la etapa de disposición.

El territorio operacional de alcantarillado atiende la misma área de concesión que el servicio de agua potable, lo cual se extiende por 7.609 ha. De estas, 7.137 ha se encuentran con saneamiento, mientras que las restantes 472 ha no cuentan con saneamiento. El área sin saneamiento actual se ubica en el sector Santa Ana de Chena y corresponde a parcelaciones de carácter agro residencial, abastecidas de agua potable por SMAPA, pero con soluciones individuales de aguas servidas por medio de fosa y pozo absorbente.

4.4.1 Proceso de recolección

a) Área geográfica - Territorio Operacional

El territorio operación para el sistema de recolección de aguas servidas es el mismo presentado para el sistema de agua potable. En la **Lámina N° 3 y 4** se presenta el territorio operacional de las empresas sanitarias de la comuna de Estación Central

b) Plantas elevadoras de recolección

El sistema cuenta con dos plantas elevadoras de recolección de aguas servidas, de las cuales una en operación, PEAS Parque del Sol, y una abandonada, PEAS Francisco Flores del Campo. Los colectores principales de recolección de aguas servidas tienen una longitud total de 30 km, sin incluir conducciones. EL material que prevalece es el hormigón.

c) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación es un factor que refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias) que se descarga al alcantarillado. Depende de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población, y del uso que se le dé al agua, entre otros factores. Usualmente está comprendido entre 0,70 y 1,0. De acuerdo con el Plan de Desarrollo el **coeficiente de recuperación** adoptado es de **0,8.**

d) Red de recolección

La red de recolección tiene una longitud total de 996 km, lo que incluye la red de recolección propiamente tal, la macrorrecolección, los colectores principales y los emisarios. Esta red está compuesta mayoritariamente por cañerías de hormigón. El sistema cuenta también con un total de 177.222 Uniones Domiciliarias.

El servicio cuenta con los sistemas unitarios que tenía al 31 de diciembre de 1989 y no ha continuado haciendo inversiones en este tema, si no solamente la mantención y explotación de tales sistemas, de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 4° transitorio del DFL N°382. En el Plan de Desarrollo no se consideran las aguas lluvias para los efectos de la verificación de los colectores, por instrucciones del servicio

e) Caudal a recolectar por área geográfica

Los siguientes dos cuadros detallan el caudal a recolectar por cada uno de los sectores abastecidos por la empresa SMAPA para los años 1 y 5, respectivamente.

Cuadro 4-13: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)

Sector año 2019	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (1)	Vol. Máx. Mes por cliente (2) (m3/cliente/mes)	Coef. de recuperación
San José	315	30.501	192	17	0,8
Las Rejas	143	15.077	180	16	0,8
Pajaritos	411	47.151	176	16	0,8
Los Álamos	86	12.268	173	17	0,8
Vespucio Norte	625	89.533	165	16	0,8
Lo Errazuriz	367	12.247	345	35	0,8
El Pajonal	648	50.521	200	20	0,8
La Farfana	13	1.057	214	21	0,8
Bueras	556	46.866	202	20	0,8
Vivero	24	2.584	183	18	0,8
Camino a Rinconada	2.233	160.636	207	20	0,8
Agua Santa	148	21.945	154	15	0,8
El Abrazo	1.243	107.484	165	16	0,8
Ciudad Satélite	280	23.661	190	18	0,8
Lomas de Maipú	27	2.843	152	15	0,8
Los Bosquinos	88	8.143	151	15	0,8
Santa Ana de Chena	401	4.805	363	35,2	0,8

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

Cuadro 4-14: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)

Sector año 2018	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (1)	Vol. Máx. mes por cliente (2) (m3/cliente/mes)	Coef. de recuperación
San José	315	31.877	202	18	0,8
Las Rejas	143	15.457	193	17	0,8
Pajaritos	411	48.078	190	17	0,8
Los Alamos	86	12.273	190	18	0,8
Vespucio Norte	625	89.567	181	17	0,8
Lo Errazuriz	367	12.673	367	37	0,8
El Pajonal	648	52.280	212	21	0,8
La Farfana	13	1.057	235	22	0,8
Bueras	556	47.707	218	21	0,8
Vivero	24	2.585	201	29	0,8
Camino a Rinconada	2.233	160.906	228	21	0,8
Agua Santa	148	21.953	169	16	0,8
El Abrazo	1.243	107.525	181	17	0,8
Ciudad Satélite	280	23.670	209	20	0,8
Lomas de Maipú	27	2.844	167	16	0,8
Los Bosquinos	88	8.146	165	16	0,8
Santa Ana de Chena	401	4.807	399	37,6	0,8

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo SMAPA 2019-2033

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

(2) Vol. Med Mes por cliente = dotación media (m3/cliente/mes) * CMMC * Coef. Recuperación; CMMC es el coeficiente de mes de máximo consumo. Corresponde al cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual.

4.5 PROCESO DE DISPOSICIÓN

La empresa SMAPA no dispone de la concesión de disposición de las aguas servidas. En su lugar, la empresa concesionaria de disposición corresponde a Aguas Andinas.

5 INVERSION TOTAL EN INFRAESTRUCTURA SANITARIA

A continuación, se presenta la inversión en infraestructura sanitaria por etapa por empresa sanitaria.

5.1 INVERSION EN INFRAESTRUCTURA SANITARIA: AGUAS ANDINAS

Las inversiones definidas en el estudio Actualización Plan de Desarrollo del Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020, están orientadas a satisfacer el aumento de la demanda a sus servicios que se originará como consecuencia del crecimiento de población en su territorio operacional futuro, en un período de previsión que llega al año 2034.

La inversión estimada por la empresa durante el periodo 2019 – 2034, para alcanzar la cobertura y los niveles de servicio señalados en el estudio Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020, es de **24.875.096 UF**, sin IVA. La inversión está distribuida en distintos años en el horizonte de previsión según el siguiente detalle por etapa:

- Etapa de producción: 4.322.078 UF
- Etapa de distribución: 8.286.096 UF
- Etapa de recolección: 10.550.237 UF
- Etapa de disposición: 1.716.684 UF

5.1.1 Inversión en etapa de producción

La inversión total en obras futuras de producción para todo el Sistema Gran Santiago corresponde a **4.322.078 UF**, sin IVA. La **inversión señalada permite cubrir la demanda esperada por la empresa hasta el año 2034**. Las principales inversiones en obras futuras de producción se detallan a continuación.

Cuadro 5-1 Principales obras futuras de producción

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Obras de Ampliación de capacidad			
Ampliación PTAP La Florida	en Q=1.000 l/s	2022	600.000
Ampliación PTAP La Florida	en Q=1.000 l/s	2029	600.000
Ampliación Sondajes Santa Olga	en Q=200 l/s	2020	40.000
Obras de seguridad			
Construcción Obras Turbiedad Extrema 48 horas		2023	1.235.000
Obras Turbiedad Extrema 37 horas	Sondajes Cerro Negro Lo Mena	2022	780.561
Plan de Renovación de Sondajes			
Plan de Renovación de Pozos, Grupo 1	Q=140 l/s	2023	35.000
Plan de Renovación de Pozos, Grupo 2	Q=140 l/s	2028	35.000
Plan de Renovación de Pozos, Grupo 3	Q=140 l/s	2033	35.000
Plan de Reposición de Equipo e Infraestructura			

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Reposición de equipos e infraestructura 2020	Obras varias	2020	105.000
Reposición de equipos e infraestructura 2021	Obras varias	2021	105.000
Reposición de equipos e infraestructura 2022	Obras varias	2022	105.000
Reposición de equipos e infraestructura 2023	Obras varias	2023	105.000
Reposición de equipos e infraestructura 2024	Obras varias	2024	105.000
Subtotal etapa de producción (obras principales)			**3.885.561**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

5.1.2 Inversión en etapa de distribución

La inversión total en obras futuras de distribución para todo el Sistema Gran Santiago corresponde a **8.286.096 UF**, sin IVA. **La inversión señalada permite cubrir la demanda esperada por la empresa hasta el año 2034**. Las principales inversiones en obras futuras de distribución se detallan a continuación.

Cuadro 5-2 Principales obras futuras de distribución. Población Actualizaciones Planes de Desarrollo

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Estanques			
Estanque Lo Cañas 4	V=1.000 m^3	2022	12.601
Estanque Lo Cañas Alto 4	V=1.000 m^3	2026	12.601
Estanque Mirador de Lo Campino	V=600 m^3	2026	8.517
Plantas Elevadoras			
Ampliación PEAP Terminales	Q=120 l/s adicionales	2022	20.894
Ampliación PEAP Lo Cañas 2 (TA)	Q=31 l/s adicionales	2022	10.447
Ampliación PEAP Peñalolén Bajo a Estanque 2A	Q=11 l/s adicionales	2027	10.447
Renovaciones Red AP			
Renovaciones AP 2020	L=14.000 m	2020	146.257
Renovaciones AP 2021	L=17.892 m	2021	186.917
Renovaciones AP 2022	L=35.184 m	2022	367.565
Renovaciones AP 2023	L=46.912 m	2023	490.087
Renovaciones AP 2024	L=58.640 m	2024	612.609
Renovaciones AP 2025	L=58.640 m	2025	612.609

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Renovaciones AP 2026	L=58.640 m	2026	612.609
Renovaciones AP 2027	L=58.640 m	2027	612.609
Renovaciones AP 2028	L=58.640 m	2028	612.609
Renovaciones AP 2029	L=58.640 m	2029	612.609
Renovaciones AP 2030	L=58.640 m	2030	612.609
Renovaciones AP 2031	L=58.640 m	2031	612.609
Renovaciones AP 2032	L=58.640 m	2032	612.609
Renovaciones AP 2033	L=58.640 m	2033	612.609
Renovaciones AP 2034	L=58.640 m	2034	612.609
Subtotal etapa de distribución (obras principales)			**8.005.032**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020

Para la etapa de distribución de agua potable, la empresa sanitaria realiza un análisis del volumen de regulación por sistema de estanques, con el propósito de identificar el balance oferta-demanda a lo largo del periodo de previsión.

5.1.3 Inversión en etapa de recolección

La inversión total, en obras futuras, en la etapa recolección de todo el territorio operacional de la empresa sanitaria equivale a **10.550.237 UF**, sin IVA, corresponden en su mayoría a renovaciones en las redes de AS durante el periodo de análisis. Las principales obras futuras de disposición se detallan a continuación.

Cuadro 5-3 Obras futuras de recolección. Población Actualizaciones Planes de Desarrollo

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Estudio factor de recuperación Aguas Andinas	Informe	2023	6.950
Refuerzos Red de Aguas Servidas			
Refuerzo AS Alameda	D=400/315/250 mm L=1.584 m	2022	55.160
Refuerzo AS Latadia	L=475 m D=400 mm	2032	16.541
Renovaciones Red de Aguas Servidas			
Renovaciones AS 2020	L=5.000 m	2020	87.058
Renovaciones AS 2021	L=14.035 m	2021	244.372
Renovaciones AS 2022	L=28.070 m	2022	488.743
Renovaciones AS 2023	L=37.427 m	2023	651.663
Renovaciones AS 2024	L= 46.783 m	2024	814.566
Renovaciones AS 2025	L= 46.783 m	2025	814.566

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Renovaciones AS 2026	L= 46.783 m	2026	814.566
Renovaciones AS 2027	L= 46.783 m	2027	814.566
Renovaciones AS 2028	L= 46.783 m	2028	814.566
Renovaciones AS 2029	L= 46.783 m	2029	814.566
Renovaciones AS 2030	L= 46.783 m	2030	814.566
Renovaciones AS 2031	L= 46.783 m	2031	814.566
Renovaciones AS 2032	L= 46.783 m	2032	814.566
Renovaciones AS 2033	L= 46.783 m	2033	814.566
Renovaciones AS 2034	L= 46.783 m	2034	814.566
Subtotal etapa de recolección (obras principales)			**10.510.713**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

5.1.4 Inversión en etapa de disposición

La inversión total en obras futuras en la etapa disposición equivale a **1.716.684 UF**, sin IVA. Las obras futuras de disposición se detallan a continuación.

Cuadro 5-4 Obras futuras de disposición. Población Actualizaciones Planes de Desarrollo

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF). Sin IVA
Plantas de tratamiento			
Tratamiento Nitrógenos, PTAS Trebal-Mapocho	-	2020	493.350
Secado Térmico de Lodos Biológicos Rural	Secado térmico de Lodos biológicos	2022	390.280
Ampliación Trat. Biológico Carga Orgánica PTAS Trebal - Mapocho	equivalente a 24.000 Kg DVO5/día	2027	450.000
Ampliación Trat. Preliminar PTAS Mapocho - Trebal	Q=1700 l/s adicionales	2029	104.469
Ampl. Trat. Biológico Capacidad Hidráulica PTAS Trebal - Mapocho	Q=600 l/s adicionales	2032	208.939
Ampliación desinfección PTAS Trebal-Mapocho	Q=600 l/s adicionales	2032	69.646
Subtotal etapa de inversión			**1.716.684**

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020.

6 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

La Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), en el marco que le confiere la Ley N°19.525 de noviembre de 1997, dio inicio a la elaboración de los Planes Maestros de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias para distintas ciudades del país. A través de esta ley se facultó al MOP al desarrollo de los planes maestros de evacuación y drenaje de aguas lluvias que permiten definir las redes primarias de evacuación y drenaje de aguas lluvias, para lo cual encargó a la DOH la planificación, estudio, proyección, construcción, operación, separación, conservación y mejoramiento de las obras de la red primaria hasta su evacuación en cauces naturales y al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la red secundaria.

Dentro del contexto de la ley citada y teniendo en cuenta los problemas asociados a las aguas lluvias que presenta la comuna de Estación Central, principalmente

Para caracterizar la comuna desde este ámbito se realizó una completa revisión de los antecedentes disponibles de los problemas y soluciones ya establecidos o planteadas en el tema de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Como parte del Plan Maestro se desarrolló un análisis técnico económico de las alternativas de solución factibles, todo lo cual conduce finalmente a la formulación de un Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de aguas lluvias para el Gran Santiago y particularmente para la comuna en estudio. Dicho plan constituye un instrumento de planificación que permite identificar y priorizar inversiones en redes de aguas lluvias, especificando las obras de mejoramiento, que den solución integral a los problemas de inducciones y vías preferenciales de escurrimiento.

6.1 INTRODUCCIÓN

La comuna de Estación Central se ubica en la zona central de la Provincia de Santiago y tiene una superficie aproximada de 1.428 hectáreas, destinada en su totalidad al desarrollo urbano. La zona urbana de la comuna forma parte de las áreas estudiadas en "Plan Maestro de Evacuación de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago" realizado para la Dirección de Obras Hidráulicas, el cual fue elaborado por la empresa CADE-IDEPE en Mayo del año 2001.

6.2 ÁREAS TRIBUTARIAS

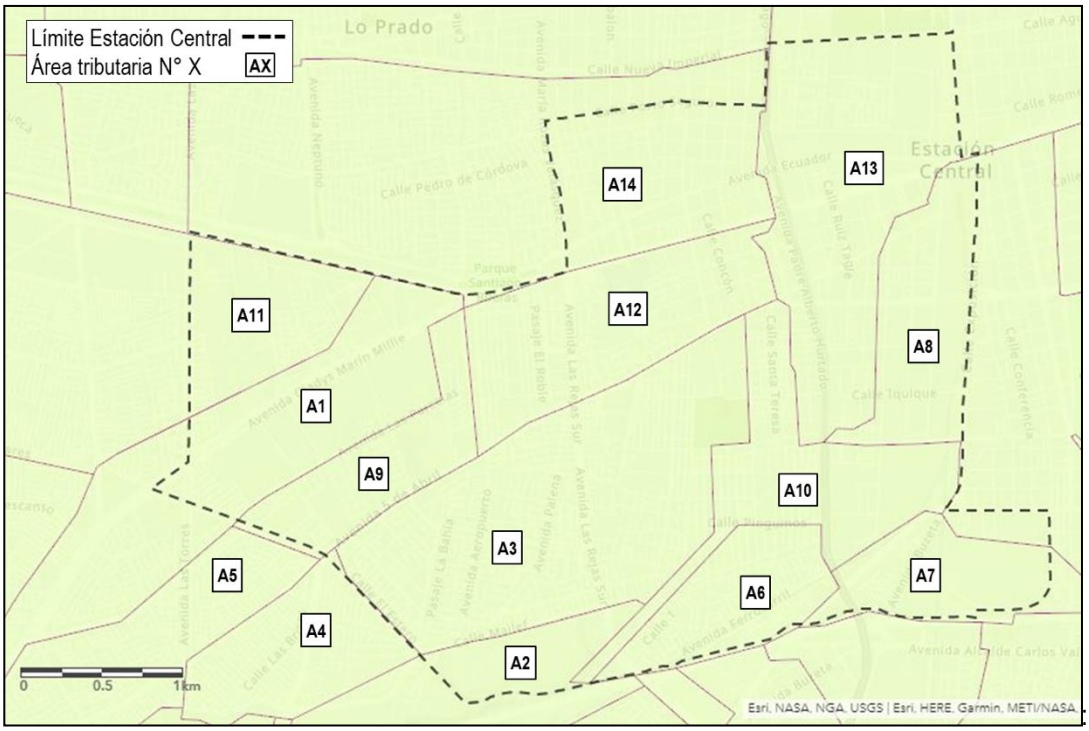
En el Plan Maestro de Aguas Lluvias se han estudiado las áreas aportantes de escorrentía para sus distintas Zonas y Áreas Tributarias. Asimismo, se definieron parámetros hidrometeorológicos, hidráulicos, hidrológicos, de suelos y otros, los que permiten determinar a través de métodos de cálculo la capacidad del sistema existente con los caudales de aguas lluvias. Esto tiene el objetivo de programar y diseñar obras que con la capacidad suficiente para que el sistema funcione para periodos de retorno relacionados a lluvia habituales.

La comuna pertenece a dos Zonas del Plan Maestro, la Zona Centro y la Zona Norte – Mapocho. Cada zona está dividida en un cierto número de áreas tributarias. En la ilustración siguiente se muestran las áreas tributarias, definidas por el Plan Maestro, asociadas a la comuna de Estación Central y que cuentan con soluciones de aguas lluvias mediante colectores.

Se define un número característico de cada área para referencias posteriores[13] (Dirección de Obras Hidráulicas, MOP).

[13] El número de área debe ser ocupado solo para referencias en este informe, y no coincide necesariamente con el número de las áreas tributarias del Plan Maestro

Ilustración 6-1Áreas tributarias, definidas por el Plan Maestro, asociadas a la comuna de Estación Central



Fuente: Elaboración propia a través de ArcGIS y datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

De la ilustración anterior, solo las áreas tributarias A11 y A14 (sector norte y nor-poniente de la comuna) pertenecen a la Zona Norte – Mapocho, mientras que todo el resto pertenece a la Zona Centro. El cauce receptor de la primera corresponde al Río Mapocho, mientras que el de la segunda corresponde al Zanjón de la Aguada. Así, la mayoría de la superficie de Estación Central descarga sus aguas lluvias al Zanjón de la Aguada, y se considera que pertenece a la Zona Centro.

La comuna cuenta con una red de colectores de aguas lluvias de 34.713 m de longitud. De ellos, 8.293 m (24%) corresponden a colectores pertenecientes a la red primaria y 18.672 m (54%) a la red secundaria. Los 7.749 m (22%) restantes corresponden a colectores sin datos de la red a la que pertenecen.

Adicionalmente, 25.598 m de la red (73,7%) corresponden a red unitaria, mientras que 9.115 m (26,3%) a red separada. La mayor parte de estos colectores descargan al Zanjón de la Aguada, el cual bordea todo el límite sur de la comuna. En la ilustración siguiente se muestra la comuna de Estación Central junto con su infraestructura de aguas lluvias, tanto la existente como la proyectada.

6.3 PATRÓN DE DRENAJE

El patrón de drenaje de la Zona Centro presenta una división entre las áreas ubicadas al norte del Zanjón de la Aguada y aquellas al sur. El escurrimiento del sector norte es independiente de aquel del sector sur, por lo que el Plan Maestro propone un análisis separado de ambos sistemas – “Sistema A” y “Sistema B”, respetivamente. En el caso de Estación Central, esta se ubica justo al norte de este cauce, por lo que pertenece al denominado “Sistema A” de la Zona Centro.

El siguiente cuadro presenta información descriptiva de las áreas tributarias previamente mencionadas.

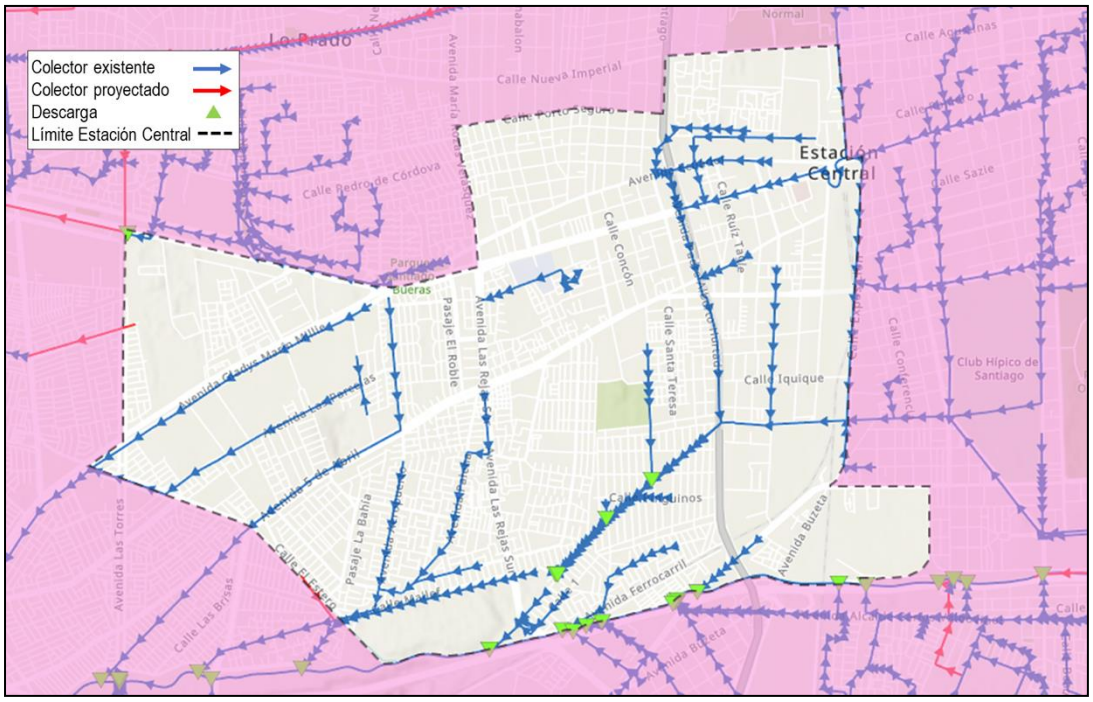
Cuadro 6-1 Áreas tributarias comuna de Estación Central

Área referencia	Nombre según Plan Maestro	Superficie (km2)	Zona Plan Maestro	Nota

A1	PAJARITOS NORTE – A.8 (JAN)	2,62	ZONA CENTRO	38,3% de toda el área A.8 0,9% de toda el área de la Zona Centro
A2	AREA SIN NOMBRE 3	1,58	ZONA CENTRO	-
A3	VILLA KENNEDY – A.7 (EDY)	2,81	ZONA CENTRO	100% de toda el área A.7 1,0% de toda el área de la Zona Centro
A4	CONSULTORIA PM-01	0,87	ZONA CENTRO	-
A5	RIQUELME – A.8 (RIQ)	1,23	ZONA CENTRO	18,0% de toda el área A.8 0,4% de toda el área de la Zona Centro
A6	EL FERROCARRIL NORTE – A.5 (FRN)	0,75	ZONA CENTRO	45,9% de toda el área A.5 0,2% de toda el área de la Zona Centro
A7	BUZETA NORTE – A.5 (BZN)	0,90	ZONA CENTRO	54,1% de toda el área A.5 0,3% de toda el área de la Zona Centro
A8	CANAL AH-E – A.6 (AHE)	4,39	ZONA CENTRO	14,4% de toda el área A.6 1,4% de toda el área de la Zona Centro
A9	ORTUZANO – A.8 (ORT)	0,77	ZONA CENTRO	10,3% de toda el área A.8 0,2% de toda el área de la Zona Centro
A10	CANAL AH-F – A.6 (AHF)	1,20	ZONA CENTRO	3,8% de toda el área A.6 0,4% de toda el área de la Zona Centro
A11	LAGUNA SUR – NM-7.3 (LAG)	6,37	ZONA NOR - MAPOCHO	27,1% de toda el área del sector NM-7.3 3,0% de toda el área de la Zona Norte – Mapocho
A12	LAS REJAS – A.8 (REJ)	1,40	ZONA CENTRO	33,3% de toda el área A.8 0,8% de toda el área de la Zona Centro
A13	CANAL AH-C – A.6 (AHC)	8,60	ZONA CENTRO	25,4% de toda el área A.6 2,6% de toda el área de la Zona Centro
A14	GENERAL BUENDIA – NM-7.3 (GBD)	4,37	ZONA NOR - MAPOCHO	17,1% de toda el área del sector NM-7.3 1,9% de toda el área de la Zona Norte – Mapocho

Fuente: Elaboración propia a través de ArcGIS y datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

Ilustración 6-2 Colectores existentes - Estación Central



Fuente: Elaboración propia a través de ArcGIS y datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP

6.4 CAUCES RECEPTORES

El siguiente cuadro detalla las descargas de agua lluvia presentes en la comuna de Estación Central, así como también las descargas que son el destino final de colectores que pasan por esta comuna. Se define un número característico para cada descarga para referencias posteriores[14].

Cuadro 6-2 Descarga de aguas lluvias comuna de Estación Central

Descarga	Cauce receptor	Ubicación
D1	CANAL S/I	Estación Central
D2	CANAL COLECTOR	Estación Central
D3	ZANJON DE LA AGUADA	Estación Central
D4	ZANJON DE LA AGUADA	Estación Central
D5	DESCONOCIDO	Estación Central
D6	ZANJON DE LA AGUADA	Extra comunal: 2.460 m. de colectores desde Estación Central hasta la descarga (Ubicación aproximada: Av. Los Pajaritos con Av. Américo Vespucio)

[14] El número de descarga debe ser ocupado solo para referencias en este informe, y no coincide necesariamente con nombre asignado por el Plan Maestro

D7	ZANJON DE LA AGUADA	Extra comunal: 992 m. de colectores desde Estación Central hasta la descarga (Ubicación aproximada: Av. Isabel Riquelme con Pasaje Bellatrix)
D8	ZANJON DE LA AGUADA	Extra comunal: 1.355 m. de colectores desde Estación Central hasta la descarga (Ubicación Aproximada: Av. Isabel Riquelme con Pasaje Bocaccio)
D9	ZANJON DE LA AGUADA	Estación Central
D10	ZANJON DE LA AGUADA	Extra comunal: 405 m. de colectores desde Estación Central hasta la descarga (Ubicación Aproximada: Av. Costanera Norte con Calle Francia)
D11	CANAL S/I	Estación Central
D12	CANAL S/I	Estación Central
D13	CANAL LAGUNA SUR	Extra comunal: 2.585 m. de colectores desde Estación Central hasta la descarga (Ubicación aproximada: Av. Laguna Sur con Av. Américo Vespucio)
D14	CANAL LAGUNA SUR	Extra comunal: 2.585 m. de colectores desde Estación Central hasta la descarga (Ubicación aproximada: Av. Laguna Sur con Av. Américo Vespucio)

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

6.5 COLECTORES EXISTENTES

El siguiente cuadro muestra el detalle de los colectores ubicados en la comuna.

Cuadro 6-3 Colectores de aguas lluvias comuna de Estación Central

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
CANAL AH, COL. AHF 1	PRIMARIA	N/D	60,02	N/D	A10	T5
COL. 5 DE ABRIL	DESCONOCIDO	400	48,68	N/D	A13	T8
COL. 5 DE ABRIL	SECUNDARIA	400	34,04	N/D	A13	T8
COL. 5 DE ABRIL	SECUNDARIA	400	77,57	N/D	A13	T8
COL. 5 DE ABRIL	SECUNDARIA	400	46,83	N/D	A13	T8
COL. 5 DE ABRIL	SECUNDARIA	400	30,89	N/D	A13	T8
COL. AEROPUERTO	PRIMARIA	400	35,56	D7	A3	T4
COL. AEROPUERTO	SECUNDARIA	400	35,89	D7	A3	T4
COL. AEROPUERTO	SECUNDARIA	400	26,72	D7	A3	T4
COL. AEROPUERTO	SECUNDARIA	400	34,53	D7	A3	T4
COL. AEROPUERTO	SECUNDARIA	400	36,78	D7	A3	T4
COL. AHC1	PRIMARIA	400	71,72	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	79,6	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	26,8	N/D	A13	T9

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. AHC1	PRIMARIA	500	41,26	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	500	79,95	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	500	80,09	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,1	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,03	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,17	N/D	A13	T8
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,02	N/D	A13	T8
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,35	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	79,82	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,01	N/D	A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	80,27	N/D	A8 y A13	T9
COL. AHC1	PRIMARIA	400	79,9	N/D	A8 y A13	T8
COL. AHC3	PRIMARIA	400	80,17	N/D	A13	T9
COL. AHE1	PRIMARIA	400	80,36	N/D	A8	T8
COL. AHE1	PRIMARIA	400	79,01	N/D	A8	T8
COL. AHE1	PRIMARIA	400	77,7	N/D	A8	T8
COL. AHE3	PRIMARIA	N/D	32,5	N/D	A8	T8
COL. AHE3	SECUNDARIA	350	86,37	N/D	A8	T8
COL. AHE3	SECUNDARIA	350	156,81	N/D	A8	T8
COL. AHF1	PRIMARIA	350	38,08	N/D	A10	T5
COL. AHF1	PRIMARIA	N/D	61,28	N/D	A10	T5
COL. AHF1	PRIMARIA	400	46,58	N/D	A10	T5
COL. AHF1	PRIMARIA	400	80,17	N/D	A10	T5
COL. AHF1	PRIMARIA	400	76,77	N/D	A10	T6
COL. AHF1	PRIMARIA	400	78,45	N/D	A10	T5
COL. AHF1	PRIMARIA	400	79,32	N/D	A8 y A10	T6
COL. AHF2	PRIMARIA	400	49,8	N/D	A10	T5
COL. AHF2	PRIMARIA	400	28,67	N/D	A10	T5
COL. AHF2	PRIMARIA	400	62,28	N/D	A10	T6
COL. AHF2	PRIMARIA	400	37,19	N/D	A10	T5

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. AHF2	PRIMARIA	400	50,94	N/D	A10	T5
COL. AHF2	PRIMARIA	400	71,32	N/D	A10	T5
COL. AHF2	PRIMARIA	400	80,22	N/D	A8 y A10	T6
COL. AHF3	SECUNDARIA	400	79,77	N/D	A10	T5
COL. AHF3	SECUNDARIA	400	80	N/D	A10	T5
COL. AHF3	SECUNDARIA	400	80,37	N/D	A10	T5
COL. AHF3	SECUNDARIA	400	78,63	N/D	A10	T5
COL. AHF3	SECUNDARIA	400	47,48	N/D	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	56,44	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	57,87	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	3,75	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	64,7	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	67,65	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	80,26	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	4,62	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	79,57	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	43,61	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	80,01	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	42,95	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	400	59,92	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	2000	155,64	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	2000	45,2	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	59,54	D11	A10	T6
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	82,96	D11	A10	T6
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	99,32	D11	A10	T6
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	320,02	D11	A10	T6
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	134,45	D11	A10	T6
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	17,61	D11	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	37,05	D11	A10	T6
COL. ANTOFAGASTA 1	SECUNDARIA	N/D	94,23	D11	A10	T5

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	40,33	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	274,33	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	60,94	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	80,2	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	550	258,71	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	500	128,79	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	500	132,43	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	500	87,92	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	450	67,4	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	450	67,29	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	300	92,57	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	300	73,1	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	46,17	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	15,66	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	118,2	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 2	SECUNDARIA	N/D	95,73	D12	A10	T5
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	176,9	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	97,65	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	258,93	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	123,27	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	256,75	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	182,7	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	173,81	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	246,03	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	34,52	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	N/D	105,51	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	500	197,49	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	400	210,89	D10	A2	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	1000	254,57	D10	A2 y A3	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	1000	142,6	D10	A2 y A3	T4

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	1000	223,55	D10	A2 y A3	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	1000	645,09	D10	A3	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	1000	153,97	D10	A3	T4
COL. ANTOFAGASTA 3	SECUNDARIA	1000	157,34	D10	A3	T4
COL. ANTOFAGASTA 4	DESCONOCIDO	1000	168,97	N/D	A10	T7
COL. ANTOFAGASTA 4	SECUNDARIA	500	130,14	N/D	A10	T7
COL. ANTOFAGASTA 4	SECUNDARIA	1000	111,75	N/D	A10	T7
COL. ANTOFAGASTA 4	SECUNDARIA	1000	192,88	N/D	A10	T7
COL. ANTOFAGASTA 5	DESCONOCIDO	500	524,05	N/D	A6	T7
COL. ANTOFAGASTA 5	DESCONOCIDO	500	106,24	N/D	A6 y A10	T7
COL. ANTOFAGASTA CANERIA 1	DESCONOCIDO	500	282,44	D11	A3 y A10	T5
COL. ANTOFAGASTA CANERIA 1	SECUNDARIA	500	265,99	D11	A3 y A10	T5
COL. AV GRAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	500	329,61	N/D	A13	T9
COL. AV GRAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	500	154,22	N/D	A13	T9
COL. AV GRAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	600	490,39	N/D	A13	T9
COL. AV GRAL VELAZQUEZ	PRIMARIA	600	61,01	N/D	A13	T9
COL. AV GRAL VELAZQUEZ	PRIMARIA	600	61,69	N/D	A13	T9
COL. AVENIDA COL.	DESCONOCIDO	600	37,77	D3	A10	T7
COL. AVENIDA COL.	DESCONOCIDO	600	118,42	D3	A6 y A10	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	321,5	D9	A7	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	133,22	D9	A7	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	126,77	D9	A7	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	147,89	D9	A7	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	131,32	D9	A7	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	164,15	D9	A7	T7

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	52,43	D9	A7	T7
COL. BUZETA NORTE	SECUNDARIA	2300	84,45	D9	A7	T7
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	1000	107,64	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	1000	454,25	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	750	242,52	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	1350	240,67	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	DESCONOCIDO	1000	153,02	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	SECUNDARIA	1000	241,1	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	SECUNDARIA	1000	119,54	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	SECUNDARIA	1000	235,19	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	SECUNDARIA	3500	626	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	SECUNDARIA	3500	116,05	N/D	A13	T9
COL. ECUADOR - GENERAL VELAZQUEZ	SECUNDARIA	3250	276,99	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	DESCONOCIDO	500	180,93	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	DESCONOCIDO	500	107,64	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	DESCONOCIDO	500	19,81	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	DESCONOCIDO	N/D	72,25	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	DESCONOCIDO	500	26,14	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	500	71,96	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	500	150,19	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	500	70,85	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	600	69,5	N/D	A13	T9

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	600	58,97	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	700	53,27	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - ECUADOR	SECUNDARIA	700	46,43	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	700	26,03	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	500	121,99	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	500	69,89	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	600	87,06	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	600	64,5	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	600	164,31	N/D	A13	T9
COL. EL BELLOTO - NICASIO RETAMALES	DESCONOCIDO	1750	886,8	N/D	A13	T9
COL. ESTACION CENTRAL	PRIMARIA	1000	121,05	N/D	A8	T9
COL. ESTACION CENTRAL	PRIMARIA	850	97,08	N/D	A8	T9
COL. ESTACION CENTRAL	PRIMARIA	850	121,25	N/D	A8	T9
COL. ESTACION CENTRAL	PRIMARIA	850	150,45	N/D	A8	T9
COL. ESTACION CENTRAL	PRIMARIA	1000	142,82	N/D	A8 y A13	T9
COL. FERROCARRIL NORTE	DESCONOCIDO	1000	158,23	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	DESCONOCIDO	1000	147,99	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	1000	148,98	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	850	115,94	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	350	31,15	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	600	150,63	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	N/D	20,54	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	500	60,14	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	500	77,03	D4	A6	T7
COL. FERROCARRIL NORTE	SECUNDARIA	500	74,08	D4	A6	T7

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	450	196,37	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	350	77	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	N/D	60,91	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	2790	460,27	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	2790	92,23	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	2790	442,95	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	2790	175,21	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	2790	210,83	D6	A1	T2
COL. FREIRE 2	PRIMARIA	1000	106,81	D6	A1 y A9	T2
COL. FREIRE 2	SECUNDARIA	1000	81,21	D6	A1 y A9	T2
COL. GENERAL BUENDIA	PRIMARIA	N/D	40,95	D1	A11	T1
COL. GRAL BUEN DIA	PRIMARIA	N/D	22,76	D1	A11 y A14	T1
COL. HNOS. CARRERA	DESCONOCIDO	N/D	41,94	D3	A2 y A6 y A10	T7
COL. HNOS. CARRERA	DESCONOCIDO	N/D	20	D3	A6	T7
COL. HNOS. CARRERA	DESCONOCIDO	700	96,92	D3	A6	T7
COL. HNOS. CARRERA	DESCONOCIDO	N/D	44,55	D3	A6	T7
COL. HNOS. CARRERA	DESCONOCIDO	700	152,26	D3	A6	T7
COL. INFANTE CERDA	SECUNDARIA	800	181,98	D7	A3	T4
COL. INFANTE CERDA	SECUNDARIA	800	126,77	D7	A3	T4
COL. INFANTE CERDA	SECUNDARIA	800	969,09	D7	A3	T4
COL. LAGUNA SUR* (PROYECTADO)	PRIMARIA	600	164,63	D13 y D14	A11	T1
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	600	132,77	D6	A1	T2
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	600	136,27	D6	A1	T2
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	600	260,97	D6	A1	T2
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	500	212,26	D6	A1	T2
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	500	226,96	D6	A1 y A9	T2
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	500	143,98	D6	A9	T2

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. LAS PARCELAS	SECUNDARIA	500	111,46	D6	A9	T2
COL. LAS REJAS	SECUNDARIA	1000	158,12	D8	A12	T3
COL. LAS REJAS	SECUNDARIA	1000	173,82	D8	A12	T3
COL. LAS REJAS	SECUNDARIA	1000	99,74	D8	A12	T3
COL. LAS REJAS	SECUNDARIA	1000	212,54	D8	A12	T3
COL. LAS REJAS	SECUNDARIA	1000	191,43	D8	A12	T3
COL. LAS REJAS	PRIMARIA	1000	113,48	D8	A5 y A9	T4
COL. LAS REJAS	PRIMARIA	1000	106,06	D8	A9	T4
COL. LAS REJAS	PRIMARIA	1000	189,38	D8	A9 y A12	T4
COL. MARINERO - SARGENTO ROJAS	DESCONOCIDO	600	117,55	N/D	A12	T3
COL. MARINERO - SARGENTO ROJAS	DESCONOCIDO	600	149,83	N/D	A12	T3
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	600	229,92	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	600	77,2	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	1200	279,38	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	3000	377,71	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	3000	158,15	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	3000	183,84	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	3000	204,26	N/D	A8	T8
COL. OBISPO UMANA	PRIMARIA	3000	217,05	N/D	A8	T8
COL. RANGERS - TITAN	DESCONOCIDO	3000	188,27	N/D	A12	T3
COL. RANGERS - TITAN	DESCONOCIDO	3000	161,86	N/D	A12	T3
COL. RANGERS - TITAN	DESCONOCIDO	3000	375,83	N/D	A12	T3
COL. RANGERS - TITAN	DESCONOCIDO	3000	162,64	N/D	A12	T3
COL. RANGERS - TITAN	DESCONOCIDO	3000	180,65	N/D	A12	T3
COL. RANGERS - TITAN	DESCONOCIDO	3000	218,92	N/D	A12	T3
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	3000	161,12	D7	A3	T4

Nombre	Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Descarga	Área tributaria	Tramo *
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	3000	206,29	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	3000	164,56	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	500	92,71	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	550	56,91	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	550	60,05	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	550	58,48	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	550	80,8	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	550	14,32	D7	A3	T4
COL. ROBERT KENNEDY	SECUNDARIA	550	65,81	D7	A3	T3
COL. ROBERT KENNEDY	SECUNDARIA	550	140,7	D7	A3	T3
COL. ROBERT KENNEDY	SECUNDARIA	500	221,89	D7	A3	T3
COL. ROBERT KENNEDY	SECUNDARIA	500	229,32	D7	A3	T3
COL. ROBERT KENNEDY	PRIMARIA	500	68,2	D7	A3 y A4	T4
COL. SANTA CORINA	SECUNDARIA	500	241,25	D6	A1	T2
COL. SANTA CORINA	SECUNDARIA	800	142,48	D6	A1	T2
COL. SANTA CORINA	SECUNDARIA	800	94,02	D6	A1	T2
COL. SEPULVEDA LEYTON - EXPOSICION	SECUNDARIA	700	285,05	N/D	A8	T8
COL. SEPULVEDA LEYTON - EXPOSICION	SECUNDARIA	700	119,53	N/D	A8 y A10	T8
COL. SEPULVEDA LEYTON - EXPOSICION	SECUNDARIA	700	140,18	N/D	A8 y A10	T8
COL. USPALLATA	DESCONOCIDO	700	230,3	D2	A3	T5
COL. USPALLATA	DESCONOCIDO	N/D	14,95	D2	A3 y A10	T5
COL. VIECENTE ILLANES	SECUNDARIA	N/D	20,94	D5	A10	T6
COL. VIECENTE ILLANES	SECUNDARIA	2790	134,05	D5	A10	T6
COL. VIECENTE ILLANES	SECUNDARIA	N/D	14,69	D5	A10	T6
COL. VIECENTE ILLANES	SECUNDARIA	N/D	35,44	D5	A10	T6
COL. VIECENTE ILLANES	SECUNDARIA	3000	24,47	D5	A10	T6
COL. VIECENTE ILLANES	SECUNDARIA	900	764,03	D5	A10	T6

(*) Cada tramo se define posteriormente mediante ilustraciones

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

En el siguiente cuadro se entrega la información sintetizada de la longitud total de colectores en la comuna de acuerdo a su diámetro.

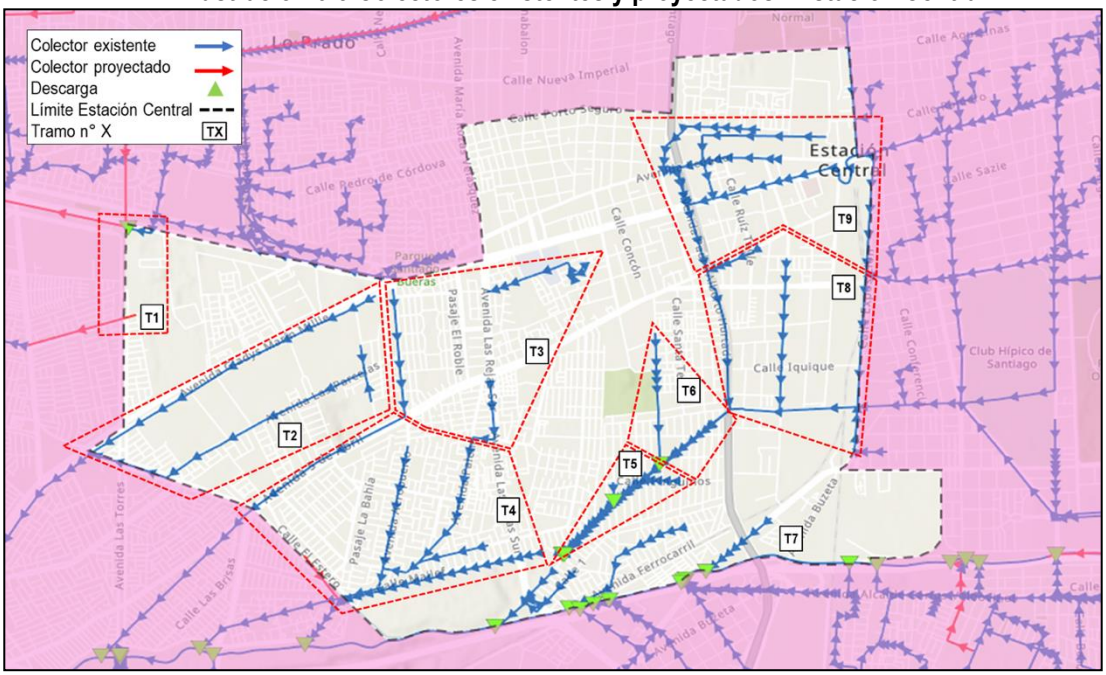
Cuadro 6-4 Longitud de colectores existentes por diámetro comuna de Estación Central

Diámetro (mm)	Longitud Red Primaria (m)	Longitud Red Secundaria (m)	Longitud Red Desconocida [N/D] (m)	Total (m)
300		166		**166**
350	115	274		**389**
400	1.993	1.477	49	**3.519**
450	196	135		**331**
500	362	2.834	1.923	**5.119**
550	271	465		**736**
600	594	809	1.230	**2.633**
700		644	506	**1.150**
750			243	**243**
800		1.514		**1.514**
850	369	116		**485**
900		764		**764**
1.000	780	3.543	1.190	**5.513**
1.200	279			**279**
1.350			241	**241**
1.750			887	**887**
2.000		201		**201**
2.300		1.162		**1.162**
2.790	1.381	134		**1.516**
3.000	1.673	24	1.288	**2.986**
3.250		277		**277**
3.500		742		**742**
N/D	278	3.389	194	**3.861**
Total (m)	**8.293**	**18.672**	**7.749**	**34.713**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

En la ilustración siguiente se muestra la comuna de Estación Central dividida en los nueve (9) tramos previamente mencionados, y posteriormente se añaden ilustraciones con el detalle de cada uno ellos incluyendo la infraestructura de aguas lluvia correspondiente.

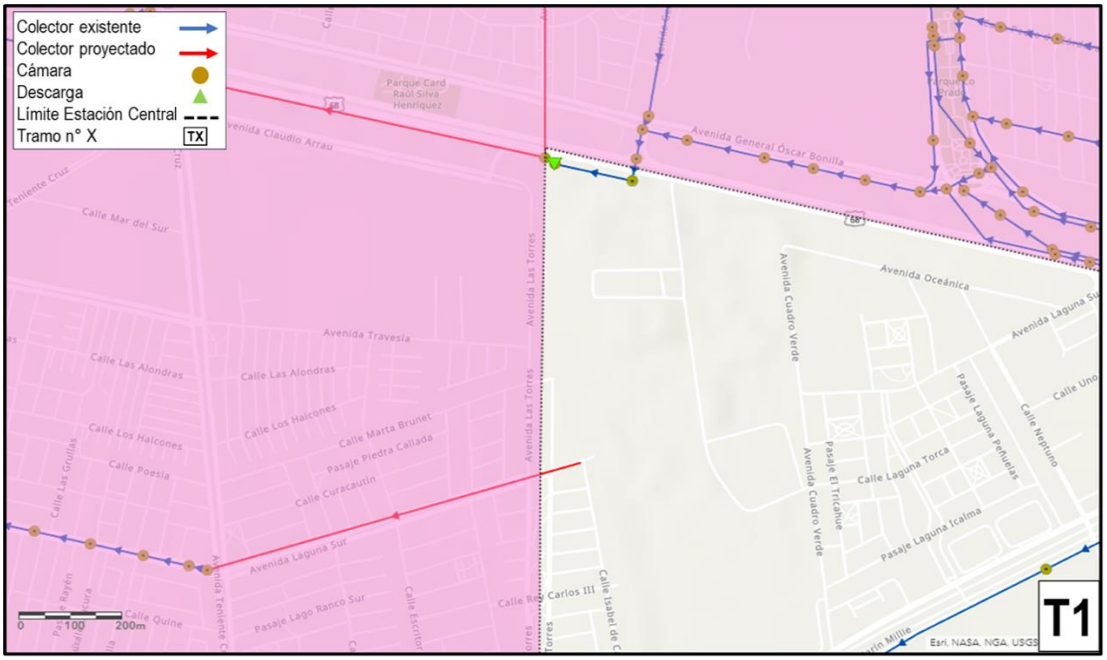
Ilustración 6-3 Colectores existentes y proyectados - Estación Central

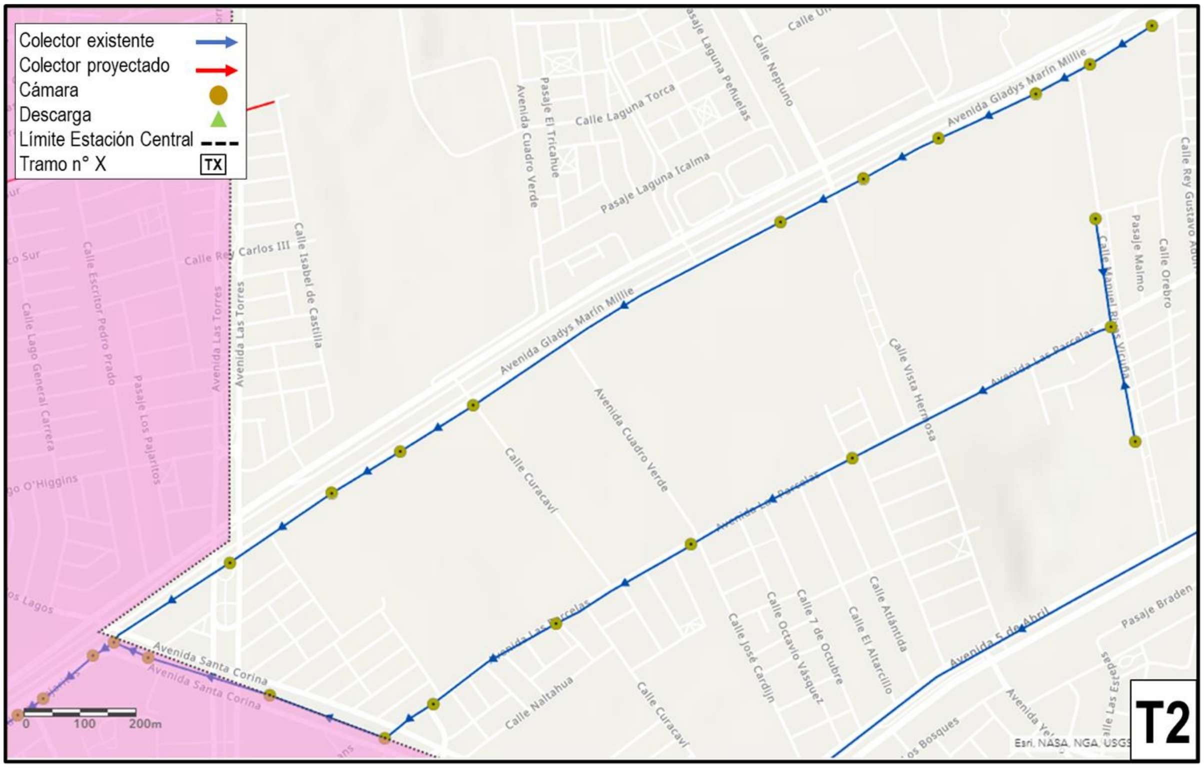


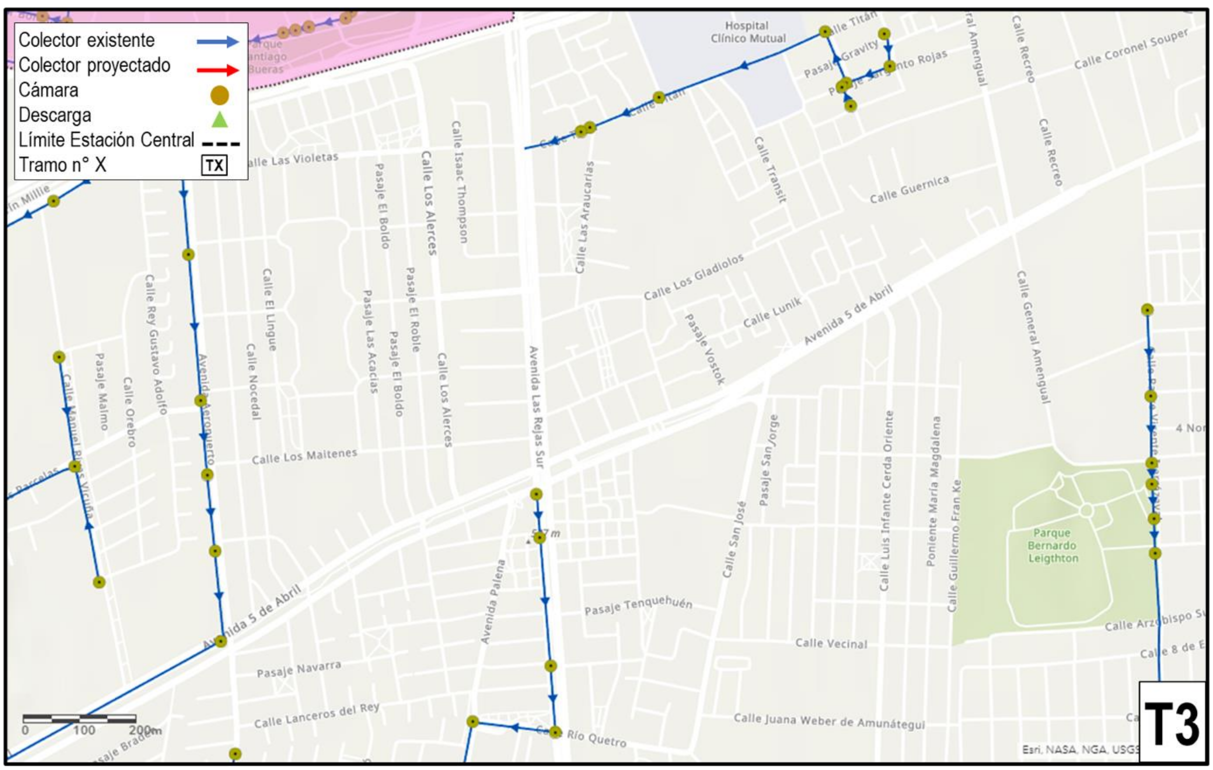
Fuente: Elaboración propia a través de ArcGIS y datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

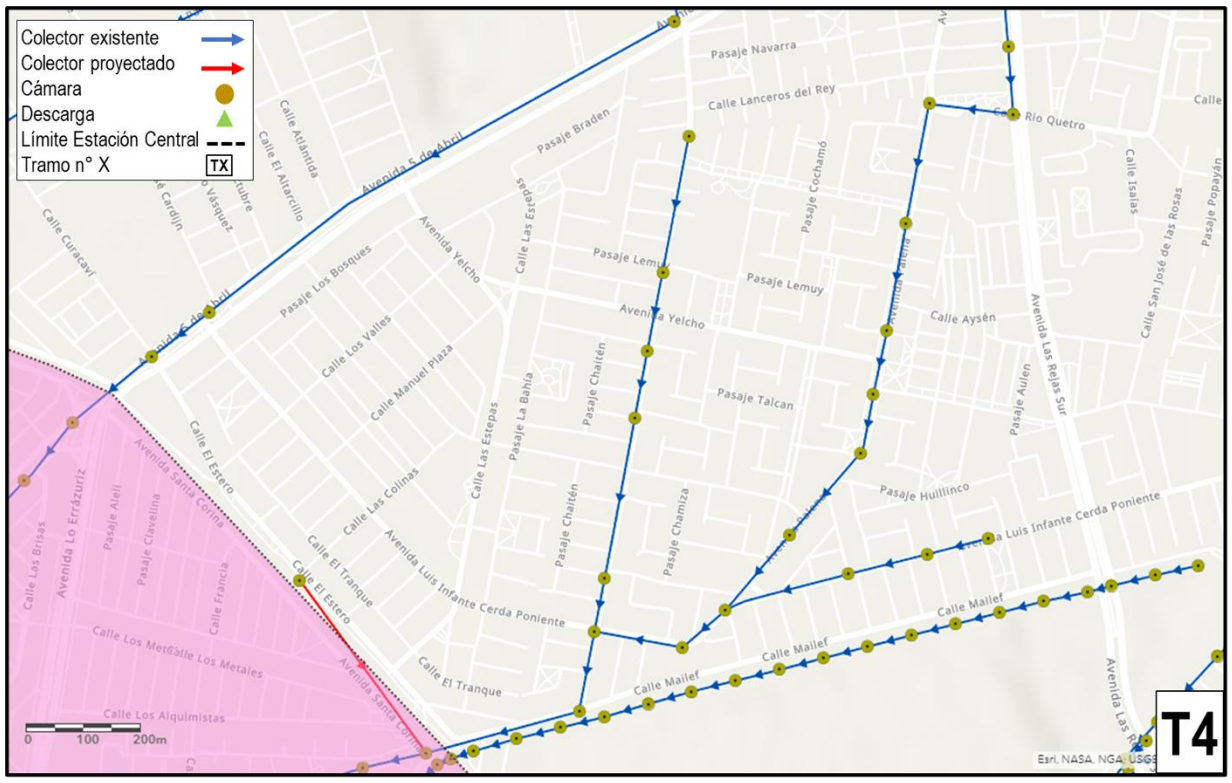
En las siguientes nueve ilustraciones se muestra en acercamiento cada tramo junto con la ubicación de su infraestructura de aguas lluvias.

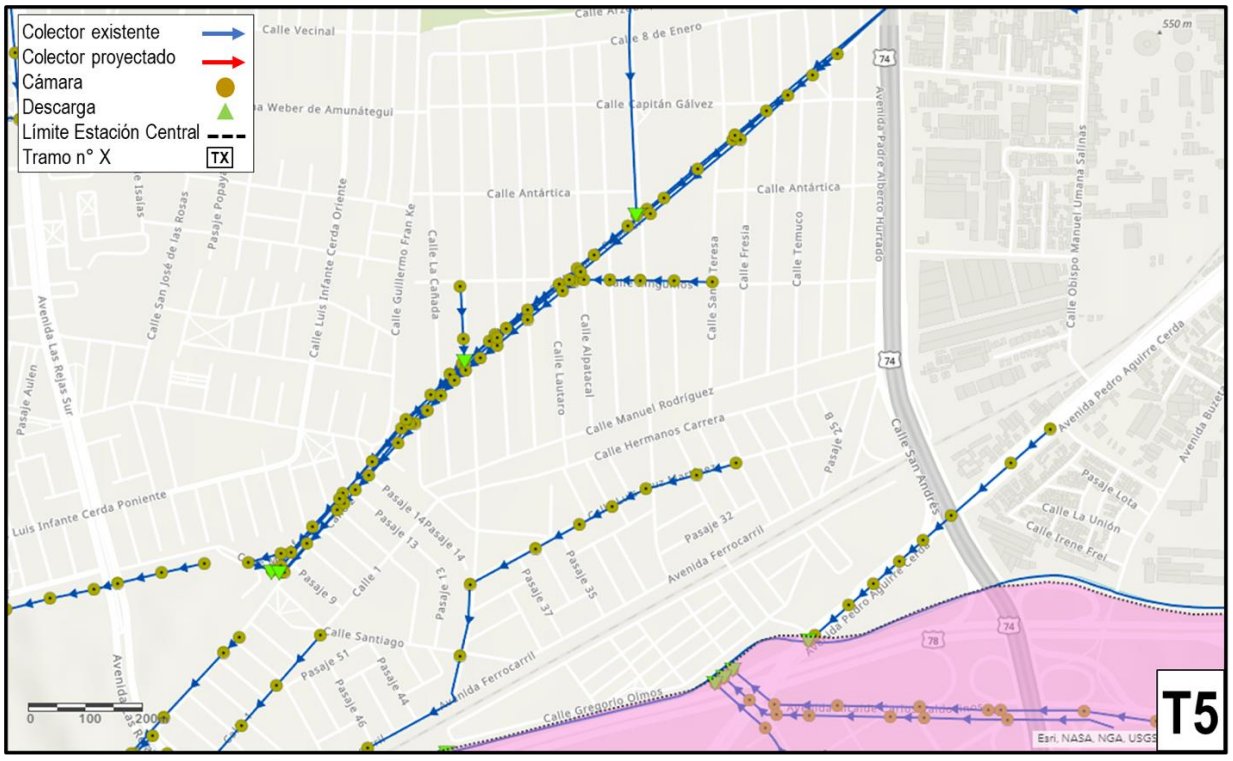
Ilustración 6-4 Acercamiento tramos

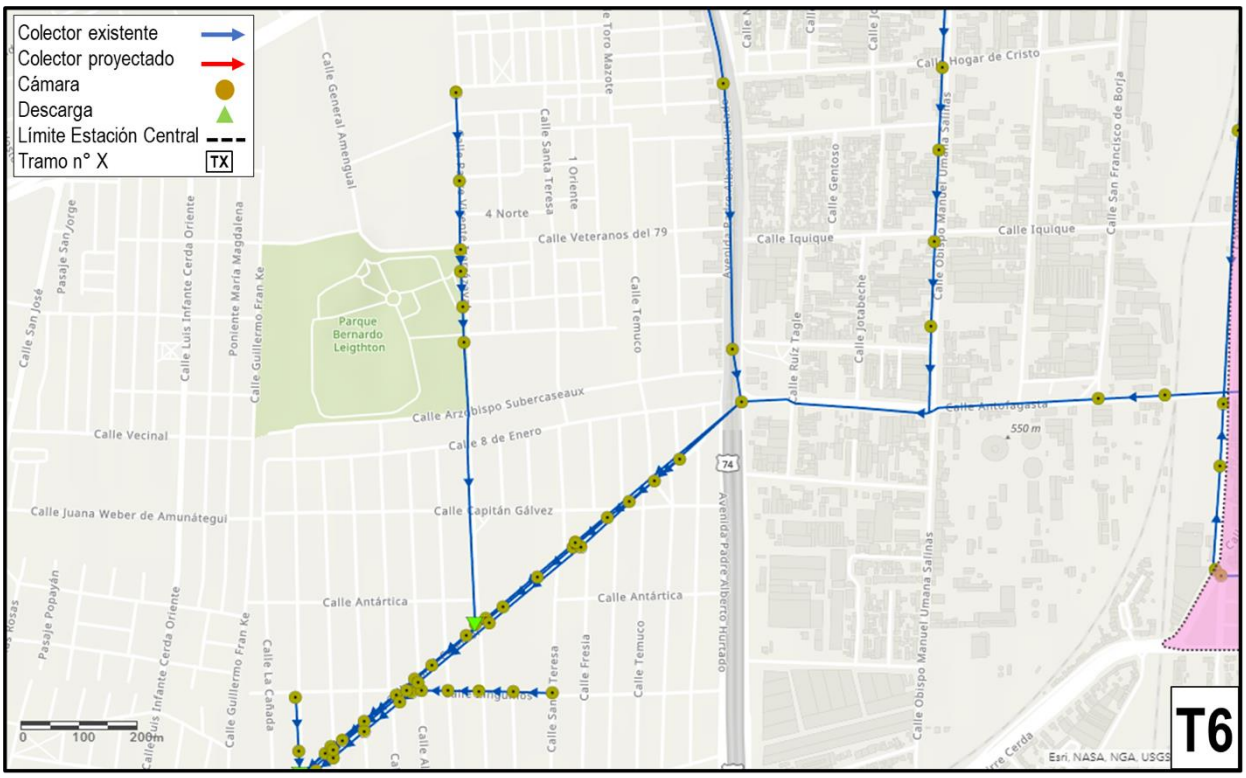


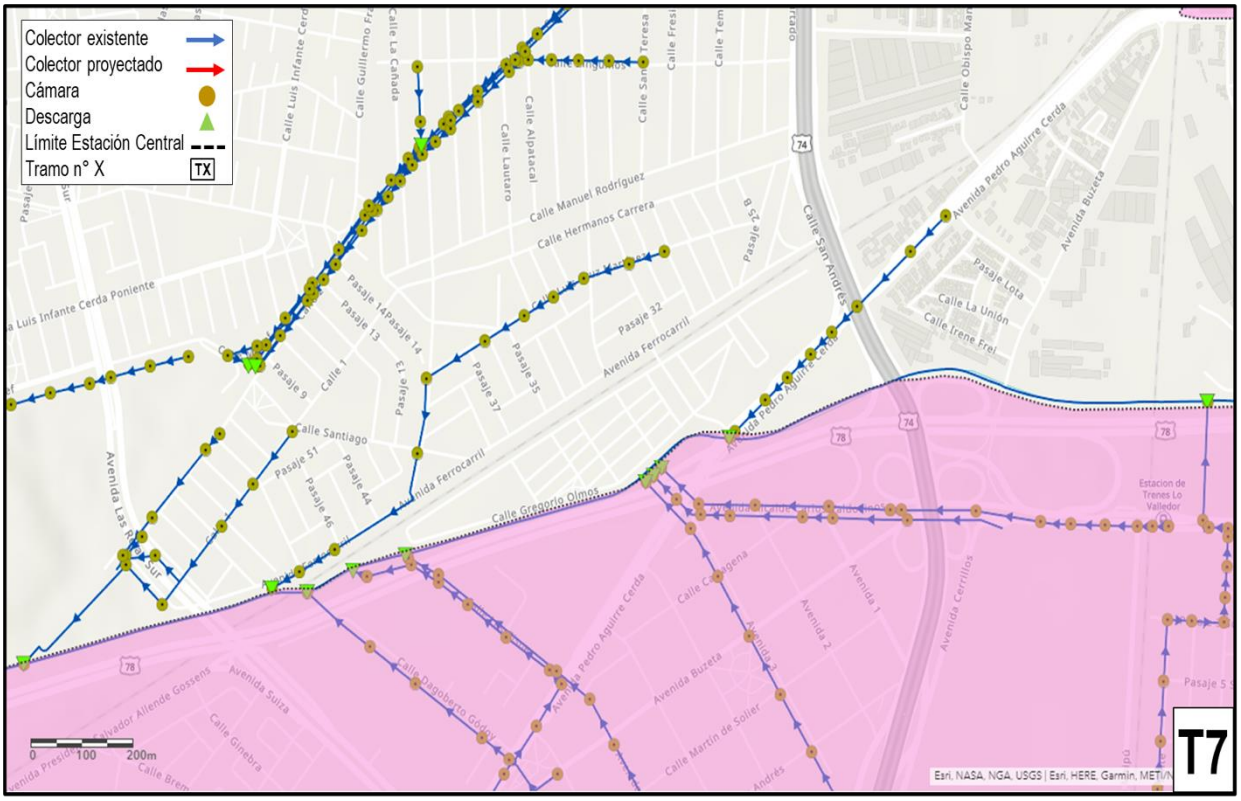

Colector existente
Colector proyectado
Cámara
Descarga
Límite Estación Central
Tramo n° X
TX
Avenida Gladys Marín Millie
Avenida Las Parcelas
Avenida Santa Corina
Avenida 5 de Abril
Avenida Las Torres
Avenida Cuadro Verde
Calle Curacaví
Calle Isabel de Castilla
Calle Rey Carlos III
Calle Neptuno
Calle Vista Hermosa
Calle Laguna Torca
Pasaje Laguna Icalma
Pasaje El Tricahue
Calle Escritor Pedro Prado
Calle Lago General Carrera
Pasaje Los Pajaritos
Calle Naltahua
Calle José Cardijn
Calle Octavio Vásquez
Calle 7 de Octubre
Calle El Altarcillo
Calle Atlántida
Pasaje Braden
Pasaje Malmo
Calle Orebro
0 100 200m
Esri, NASA, NGA, USGS
T2

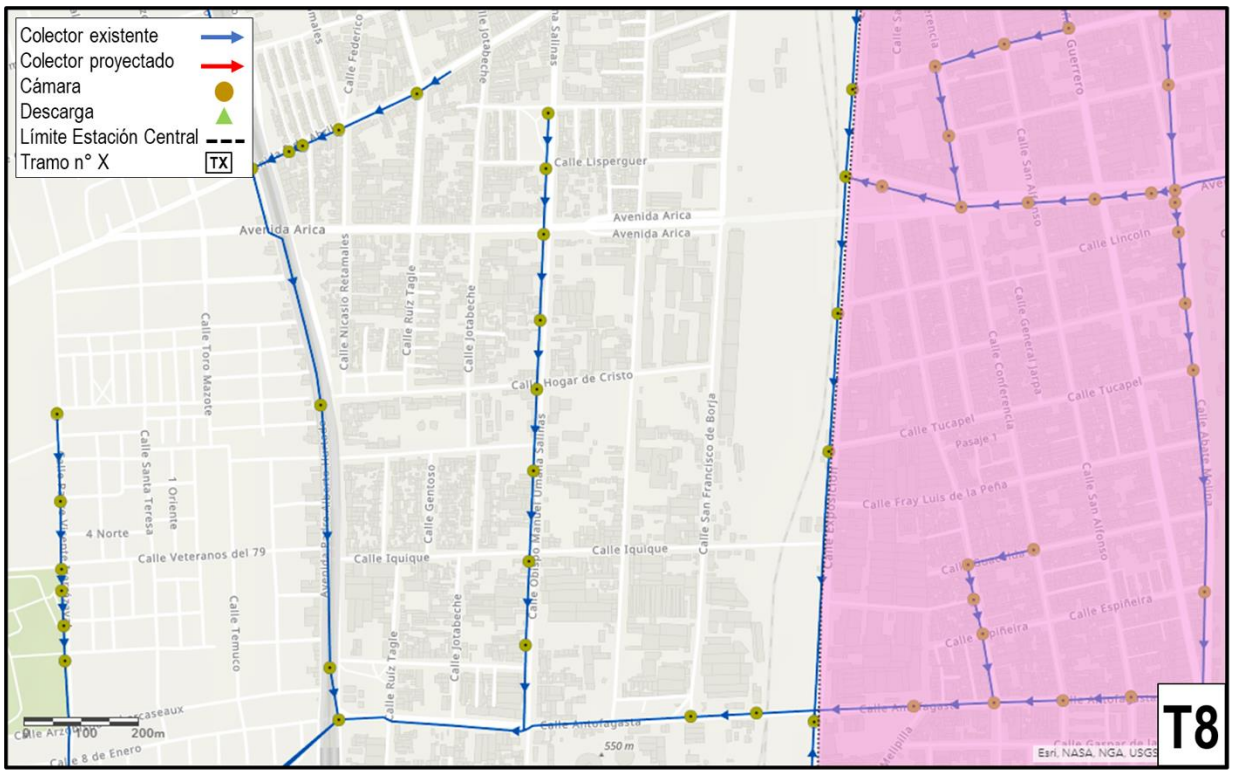

Colector existente
Colector proyectado
Cámara
Descarga
Límite Estación Central
Tramo n° X
TX
Hospital Clínico Mutual
Calle Coronel Souper
Calle Isaac Thompson
Calle Los Alerces
Pasaje El Boldo
Pasaje El Roble
Pasaje Las Acacias
Calle El Lingue
Calle Nocedal
Calle Los Maitenes
Calle Las Araucarias
Calle Los Gladiolos
Calle Lunik
Calle Guernica
Avenida 5 de Abril
Avenida Las Rejas Sur
Avenida Aeropuerto
Calle Rey Gustavo Adolfo
Calle Orebro
Pasaje Malmo
Pasaje Vostok
Pasaje San Jorge
Calle San José
Calle Luis Infante Cerda Oriente
Poniente María Magdalena
Calle General Amengual
Calle Recreo
Parque Bernardo Leigthton
Pasaje Tenquehuén
Pasaje Navarra
Calle Lanceros del Rey
Calle Vecinal
Calle Juana Weber de Amunátegui
Avenida Palena
Calle Río Quetro
0 100 200m
Esri, NASA, NGA, USGS
T3

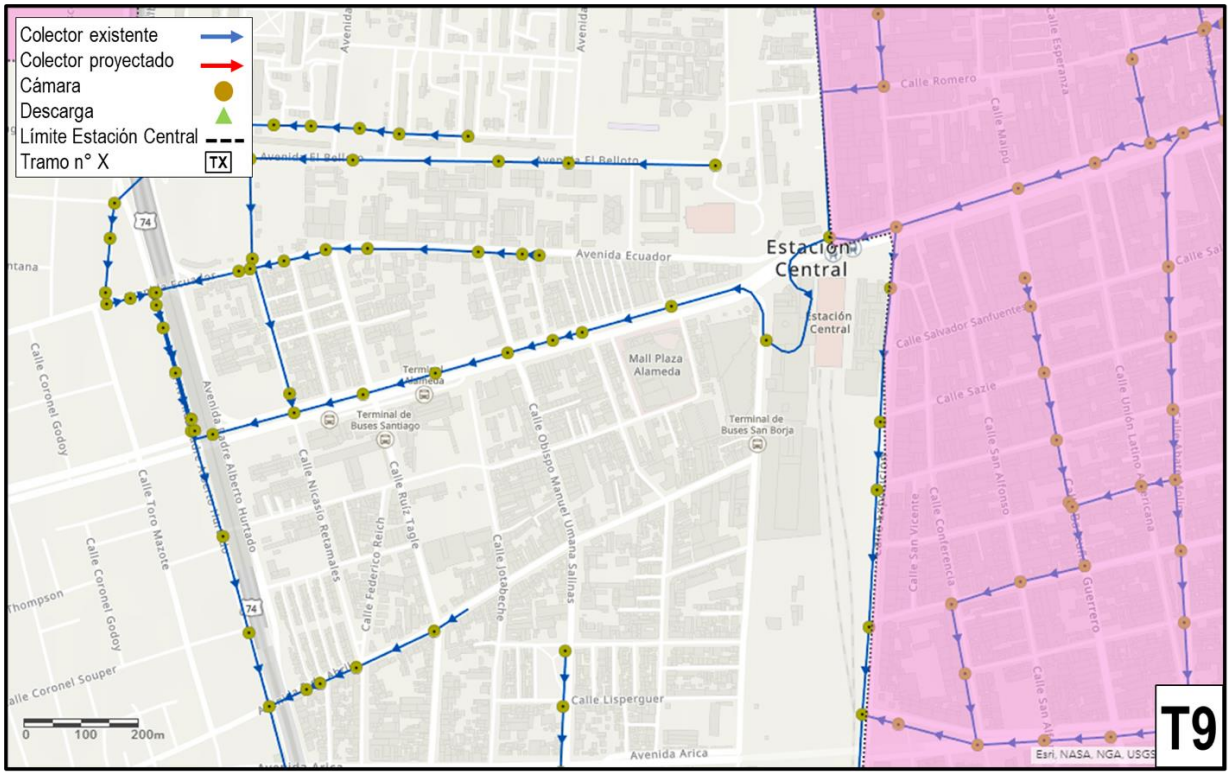

Colector existente
Colector proyectado
Cámara
Descarga
Límite Estación Central
Tramo n° X
TX
Pasaje Navarra
Calle Lanceros del Rey
Río Quetro
Pasaje Braden
Pasaje Cochamó
Pasaje Lemuy
Avenida Yelcho
Calle Aysén
Pasaje Talcan
Pasaje Huillinco
Avenida Luis Infante Cerda Poniente
Calle Mailef
Calle El Tranque
Calle El Estero
Calle Los Metales
Calle Los Alquimistas
Avenida Santa Corina
Avenida Las Rejas Sur
Calle San José de las Rosas
Pasaje Popayán
Calle Isaías
Pasaje Aulen
Pasaje Chaitén
Pasaje Chamiza
Pasaje La Bahía
Calle Las Estepas
Calle Las Colinas
Calle Manuel Plaza
Calle Los Valles
Pasaje Los Bosques
Calle Atlántida
Calle El Altarcillo
Calle Curacaví
Avenida Lo Errázuriz
Pasaje Aleli
Pasaje Clavelina
Calle Francia
Calle Las Brisas
0 100 200m
Esri, NASA, NGA, USGS
T4


Colector existente
Colector proyectado
Cámara
Descarga
Límite Estación Central
Tramo n° X
TX
Calle Vecinal
Calle 8 de Enero
Calle Capitán Gálvez
Calle Antártica
Calle Manuel Rodríguez
Calle Hermanos Carrera
Avenida Ferrocarril
Calle Santiago
Calle Gregorio Olmos
Avenida Padre Alberto Hurtado
Calle San Andrés
Avenida Pedro Aguirre Cerda
Calle Obispo Manuel Umana Salinas
Calle La Unión
Calle Irene Frei
Pasaje Lota
Pasaje 32
Pasaje 35
Pasaje 37
Pasaje 14
Pasaje 13
Pasaje 9
Pasaje 51
Pasaje 44
Pasaje 46
Calle 1
Calle Luis Infante Cerda Oriente
Calle Guillermo Fran Ke
Calle La Cañada
Calle Lautaro
Calle Alpatacal
Calle Santa Teresa
Calle Fresia
Calle Temuco
Pasaje 25 B
Avenida Las Rejas Sur
Pasaje Aulen
Luis Infante Cerda Poniente
Calle San José de las Rosas
Pasaje Popayán
0 100 200m
Esri, NASA, NGA, USGS
T5


Colector existente
Colector proyectado
Cámara
Descarga
Límite Estación Central
Tramo n° X
TX
Parque Bernardo Leigthton
Calle Veteranos del 79
Calle Iquique
Calle Arzobispo Subercaseaux
Calle 8 de Enero
Calle Capitán Gálvez
Calle Antártica
Calle Vecinal
Calle Juana Weber de Amunátegui
Calle Hogar de Cristo
Calle Antofagasta
Avenida Padre Alberto Hurtado
Calle Obispo Manuel Umana Salinas
Calle Santa Teresa
Calle Fresia
Calle Temuco
Calle La Cañada
Calle Guillermo Fran Ke
Calle Luis Infante Cerda Oriente
Calle San José
Pasaje San Jorge
Pasaje Popayán
Calle General Amengual
Calle Santa Teresa
1 Oriente
4 Norte
Calle Gentoso
Calle Jotabeche
Calle Ruiz Tagle
Calle San Francisco de Borja
550 m
0 100 200m
Esri, NASA, NGA, USGS
T6


Colector existente
Colector proyectado
Cámara
Descarga
Límite Estación Central
Tramo n° X
TX
Calle Manuel Rodríguez
Calle Hermanos Carrera
Calle Santiago
Calle Gregorio Olmos
Avenida Ferrocarril
Avenida Pedro Aguirre Cerda
Calle San Andrés
Calle Dagoberto Godoy
Avenida Buzeta
Calle Martín de Soller
Avenida Cerrillos
Avenida Suiza
Calle Ginebra
Calle Luis Infante Cerda Poniente
Calle La Cañada
Calle Lautaro
Calle Alpatacal
Pasaje 32
Pasaje 35
Pasaje 37
Pasaje 44
Pasaje 46
Pasaje 51
Pasaje 9
Pasaje 13
Pasaje 14
Pasaje 25 B
Pasaje Lota
Calle La Unión
Calle Irene Frei
Avenida Buzeta
Estacion de Trenes Lo Valledor
0 100 200m
Esri, NASA, NGA, USGS | Esri, HERE, Garmin, METI/N
T7





Fuente: Elaboración propia a través de ArcGIS y datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP

6.6 RESPUESTA A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN

Históricamente la comuna ha presentado problemas de inundación asociados tanto a falta de infraestructura como a puntos críticos de difícil saneamiento como son los pasos bajo nivel ubicados en calle Antofagasta con Avda. Exposición, Iquique con Avda. Exposición y Las Encinas en la Villa Portales[15]. Así también la comuna de Estación Central junto a las comunas de Lo Prado, Santiago, Cerrillos, Pedro Aguirre Cerda, San Miguel, Lo Espejo, La Cisterna, San Ramón, El Bosque, San Bernardo, la Florida y Maipú fue identificada en el mapa de daños por lluvias realizado por un grupo interdisciplinario de investigadores del Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastre (Cigiden) y la Universidad Católica del Norte (UCN), sobre las precipitaciones registradas en la Región Metropolitana durante junio y julio 2020. Entre otros se determinó que el problema fundamental en estas comunas es la disminución de las pendientes y por tanto las aguas lluvias se tienden a concentrar. Por lo anterior, se hace más necesario un plan de limpieza y mantención periódica de la infraestructura existente así como incorporar infraestructura adicional.

6.7 ESTUDIOS BASICOS

El Plan Maestro definió todos aquellos parámetros hidrológicos representativos del área de estudio y su cuenca aportante, los cuales permitieron generar la escorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos. Los urbanizadores deberán utilizar a modo referencial esta información haciendo sus propias estimaciones sin embargo los diseños deberán contar con la aprobación de la Dirección de Obras Hidráulicas Del Ministerio de Obras Públicas. Para la totalidad de los escenarios propuestos se deberán actualizar las series hidrológicas considerando la variabilidad climática.

6.7.1 Hidrología

Se determinaron las lluvias de diseño aplicables al Plan Maestro, caracterizándola espacial y temporalmente. Para lograr este objetivo se realizó una revisión crítica de los antecedentes disponibles y se analizaron los registros de precipitaciones en la zona.

Se actualizó la estadística disponible en las estaciones pluviométricas de la zona, se calcularon las intensidades medias máximas asociadas a período de retorno de 2, 5 y 10, años y los caudales máximos de crecida de cada cuenca asociadas a dichas intensidades.

Para el análisis de la red en la zona centro, se utilizó el modelo de simulación XP-SWMM, utilizando los módulos hidrológicos e hidráulicos.

La capacidad por tramo de los colectores se calculó mediante la fórmula de Manning, con un coeficiente de rugosidad, n= 0,013.

Se consideró una capacidad equivalente a escurrimiento a boca llena en h/D depende de la sección del ducto:

- Sección circular: h/D = 0,82 para D>400 mm

  h/D = 0,70 para D<=400 mm

- Sección Ovoide h/D = 0,83

  h/D = 0,70 para D<=400 mm

- Sección Rectangular: h/D = 0,85 (en este caso D corresponde a la altura del ducto)

[15] Fuente: Emol.com - https://www.emol.com/noticias/Nacional/2015/07/07/724862/Identifican-36-puntos-criticos-por-posibles-inundaciones-en-la-Region-Metropolitana.html

Los periodos de retorno considerados para el diagnóstico de la red son 2, 5 y 10 años. Para determinar el nivel de escurrimiento de los cauces receptores, se consideró un periodo de retorno de hasta 25 años, con el propósito de analizar su influencia en las descargas de las redes existentes. Adicionalmente se considerará el nivel de escurrimiento de estos cauces para un periodo de retorno de 100 años, con el fin de advertir los problemas de desbordes en los distintos sectores que se requiera urbanizar.

6.7.2 Características Geomorfológicas del Área de Estudio y su Cuenca Aportante

Una parte del área tributaria de la comuna escurre naturalmente hacia el río Mapocho, (Zona Norte-Mapocho). En este sector no existen colectores de aguas lluvias relevantes. Tampoco se producen mayores complicaciones por inundación toda vez que se trata del límite del área tributaria y por tanto no se acumula aguas lluvias de forma relevante.

En el caso de las áreas que tributan hacia el Zanjón de la Aguada, (Zona Centro), presentan características geomorfológicas de pendientes suaves hacia el cauce receptor que inciden en forma directa en el comportamiento hidrológico actual y futuro del área de estudio y de la cuenca aportante. A partir de un SIG ARC-VIEW V.3.1, el Plan Maestro definió unidades geomorfológicas homogéneas, a partir de la integración de estos dos factores.

El Zanjón de La Aguada es la continuación de la quebrada de Macul. Con posterioridad al estudio Plan Maestro de Aguas Lluvias, se ha ejecutado el mejoramiento del Zanjón de La Aguada a partir del revestimiento de éste, aumentando la capacidad del cauce para conducir caudales asociados a 100 años de periodo de retorno. Adicionalmente, se ejecutó el mejoramiento del tramo abovedado de 3,05 km, que limita la capacidad de conducción del sistema sin embargo a partir de un vertedero dispuesto al inicio del tramo abovedado es posible gestionar la descarga de las escorrentías.

6.7.3 Uso Actual y Futuro del Suelo en el Área de Estudio

La determinación del uso actual y futuro del suelo en el área de estudio, en el Plan Maestro se realizó a partir de una clasificación de este territorio en zonas homogéneas, según tipologías de uso del suelo, entendidas éstas como zonas que presentan o presentarán a futuro características similares en cuanto a la actividad que acogen y el grado de ocupación del territorio. As í también, para la situación actual y teniendo como base las tipologías de usos de suelo definidas, se procedió a determinar la ocupación del suelo en cuanto al tipo de cubierta para cada una de estas tipologías, identificándose a las siguientes categorías: edificada, pavimentada, vegetación y suelo descubierto.

Para la situación futura, la caracterización del suelo en el área de expansión urbana se realizará a partir de la zonificación definida del Plan Regulador Comunal, con los mismos porcentajes de cobertura de suelos definidos en la situación actual para las mismas tipologías de uso del suelo.

6.7.4 Determinación de Coeficientes de Escorrentía

Para cada una de las áreas homogéneas definidas en la cuenca aportante y para cada una de las tipologías de suelos definidas para el área de estudio, se asignaron rangos de valores del coeficiente de escorrentía. Para la asignación de estos rangos se tomaron en consideración los valores entregados en la literatura especializada para distintas características geomorfológicas y de usos de suelo.

6.8 SOLUCIONES ESTRUCTURALES

La comuna de Estación Central forma parte de las áreas tributarias denominadas Zona Norte – Mapocho y de la Zona Centro.

La Zona Norte – Mapocho cuyo cauce receptor es el río Mapocho, se divide en siete sectores en los cuales se define el patrón de drenaje y los problemas asociados a inundaciones. La comuna de Estación Central se ubica al sur del río Mapocho y forma parte del área NM.2.

En esta área tributaria existe aporte de las zonas precordilleranas, pero definidas de menor importancia en el estudio del Plan Maestro. El área drena hacia el río Mapocho siendo los sentidos de escurrimiento principales hacia el norte y poniente.

Como resultado del análisis realizado en el Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago, en las áreas tributarias de la comuna de Estación Central que descargan en el sector NM.2, no se proponen acciones.

En el caso de las áreas tributarias de la comuna de Estación Central que descargan a la Zona Centro se proponen el refuerzo de colectores existentes.

El Plan Maestro prioriza soluciones estructurales en 18 áreas tributarias del gran Santiago considerando la ejecución de 50 colectores. En la comuna de Estación Central prioriza el área tributaria denominada Villa Kennedy, y propone la ejecución del colector del mismo nombre. El costo asociado a esta acción es de **US$ 4.483 millones**.

6.9 CRITERIOS GENERALES

El Plan Maestro señala que existen una serie de afectaciones asociadas a la presencia de aguas lluvias sin embargo no son problemas asociados específicamente a la falta de infraestructura si no asociados a gestión o aquellas que se pueden resolver mediante técnicas alternativas a la conducción, como son las técnicas de detención, almacenamiento e infiltración, en la medida que se urbanicen los distintos sectores ya sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.

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

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

Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo.

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

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

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

En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente, al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de

modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y gestión del recurso hídrico. En la actualidad se exploran técnicas de infiltración y cosecha de agua que se refieren a infiltrar las aguas lluvias dentro de los predios o sitios particulares.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área y proponer una solución integral.

- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para la localidad.

- Obtener una priorización de los proyectos de inversión.

- Definir los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias privilegiando las técnicas alternativas de regulación de caudales.

El contenido mínimo será:

La definición del patrón de drenaje antes de la urbanización y después de ella.

- Determinar la escorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos, como mínimo, para eventos asociados 100 años (sistema mayor). Estos estudios se refieren a hidrología de la zona, clasificación de suelos y uso actual y futuro del suelo.

- Catastro y caracterización de la infraestructura existente de aguas lluvias, los canales urbanos, los cauces naturales que atraviesen las zonas urbanas y otras infraestructuras que servirían como vías de evacuación de aguas lluvias.

- Diagnóstico de la situación sin proyecto de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias o aquellos que presten dicho servicio en forma natural como los canales de riego y la selección de las áreas a sanear.

- Determinar el "Volumen de captura" función de la macrozona del país donde se ubica la zona urbana analizada.

- Simulación y dimensionamiento de alternativas a nivel de perfil para las áreas a sanear, definición de costos, el nivel de seguridad requerido y seleccionando la alternativa de solución para cada área a sanear.

- Verificar la viabilidad de las alternativas seleccionadas, con su correspondiente impacto ambiental y priorización de obras.

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

Para el diseño de las soluciones de aguas lluvias, podrá considerar como guía de diseño el **Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago**, sin embargo, el interesado deberá hacer sus propias estimaciones considerando la ubicación geográfica y geomorfología de la localidad.

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

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

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

- Propuestas de técnicas alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red.

- Definir claramente, por parte de los urbanizadores, los terrenos que son inundables y el uso que se propone.

- Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las técnicas alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

Estas propuestas deberán considerar, también:

- Definir la red de drenaje general como los cauces naturales que conforman la cuenca, que considere la forma en que ellos se incorporan en la urbanización.

- Respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecidos o al acuífero vía infiltración.

- Considerando el emplazamiento de la urbanización ya sea en zonas de extensión o en áreas a densificar, el urbanizador deberá estimar la escorrentía en la situación sin proyecto y luego la escorrentía en la situación con proyecto.

- Cualquier sector que se urbanice no deberá generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda privilegiar **soluciones alternativas de infiltración** de los caudales de aguas lluvias excedentes a la escorrentía del sector en la situación sin proyecto. Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas que un determinado sector tenía antes de su urbanización.

- Privilegiar la regulación de caudales, la infiltración, el manejo controlado al interior de los núcleos básicos de producción de escorrentía como son las viviendas y el diseño de la red vial coherente con un drenaje planificado y controlado.

6.10 DEFINICIÓN DE FAJAS DE PROTECCIÓN A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

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

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

6.10.1 Fajas de protección en canales a tajo abierto

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

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

6.10.2 Fajas de protección en cauces naturales y quebradas

Al respecto, es sustentable para este instrumento de planificación considerar la línea que define la meseta de inundación, para 100 años de periodo de retorno, con uso regulado como áreas de recreación y esparcimiento o infraestructura de uso temporal como camarines, u otros. Dicha restricción, además de las atribuciones que posee la Dirección General de Aguas sobre el uso de cauces naturales, permitirá asegurar que el sistema de drenaje natural se mantenga en el tiempo y no sea “borrado”.

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

6.10.3 Fajas de protección en colectores

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

6.11 JUSTIFICACIÓN DE LOS ANCHOS REQUERIDOS PARA MANTENCIÓN

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

En la limpieza de canales se utiliza una excavadora Caterpillar 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de 0,75 m^3, la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

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

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

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

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

7.1 SERVICIOS SANITARIOS Y TERRITORIO OPERACIONAL

El territorio operacional actual y futuro de los servicios sanitarios es el mismo para los sistemas de aguas potable y alcantarillado de aguas servidas. Las Láminas 1 y 2 que forman parte de este estudio muestran el territorio operación del Servicio de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de la empresa Aguas Andinas. Las Láminas 3 y 4 muestran el territorio operacional del Servicio de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de la empresa SMAPA.

La comuna de Estación Central se organiza desde el punto de vista de los servicios sanitarios, como un sistema urbano, abastecido por las empresas concesionarias del servicio Aguas Andinas y SMAPA. La empresa Aguas Andinas incluye los procesos de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas a gran parte de las comunas de la Provincia de Santiago. Entre ellas están las comunas de Santiago, Las Condes[16], Providencia, Ñuñoa, La Florida, La Granja, La Cisterna, La Reina, San Miguel, Conchalí, Renca, Quilicura[17], Quinta Normal, Pudahuel, Cerro Navia, Lo Prado, Estación Central[18], San Joaquín, San Ramón, La Pintana, Macul, Peñalolén, Huechuraba, Recoleta, Independencia, Vitacura[19], El Bosque, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo y Cerrillos[20]. También incluye la comuna de Puente Alto, perteneciente a la Provincia de Cordillera, y a la comuna de San Bernardo, perteneciente a la Provincia de Maipo.

Por otra parte, la empresa sanitaria SMAPA presta los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección de aguas servidas a las comunas de Maipú, Cerrillos y Estación Central. En las últimas dos el servicio es abastecido parcialmente para solo una parte de la comuna, y el resto es atendido por Aguas Andinas. El servicio de disposición de aguas servidas para estas comunas es realizado por la empresa Aguas Andinas.

7.2 POBLACIÓN Y ESCENARIO DE CRECIMIENTO

La población se distribuye para cada empresa sanitaria, considerando la población definida en el Plan de Desarrollo de Aguas Andinas y SMAPA para el año 2019, según se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 7-1: Distribución de población por empresa sanitaria, año 2019. Agua Potable. Comuna de Estación Central

Fuente	Distribución de población por empresa sanitaria (hab)		Población total (hab)
	Aguas Andinas	SMAPA	
Planes de Desarrollo (2019)	145.000	59.807	204.807

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo Sistema Gran Santiago Aguas Andinas 2020, SMAPA 2019-2033 y de la estimación de población total del estudio Actualización Plan Regulador Comuna de Estación Central, en desarrollo.

[16] Abastece una parte, el resto es atendida por la Empresa Aguas Cordillera

[17] Existe en una pequeña zona la Empresa Explotaciones Sanitarias

[18] Abastece una parte, el resto es atendida por SMAPA

[19] Solo abastece una mínima parte, siendo mayoritariamente atendida por Aguas Cordillera y una parte por Aguas Manquehue.

[20] Abastece una parte, el resto es atendida por SMAPA

Cuadro 7-2: Distribución de población por empresa sanitaria, año 2019. Aguas Servidas. Comuna de Estación Central

Fuente	Distribución de población por empresa sanitaria (hab)		Población total (hab)
	Aguas Andinas	SMAPA	
Planes de Desarrollo (2019)	175.952	30.501	206.453

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo y de la estimación de población total del estudio Actualización Plan Regulador Comunal en desarrollo.

El escenario de crecimiento de población propuesto por el Estudio Actualización Plan Regulador Comuna de Estación Central considera un escenario de Cabida Máxima Proyectada (2040) con una población de 363.304 habitantes, distribuidos en 113.773 viviendas (densidad de 3,2 hab/viv). Esto equivale a un incremento de 158.497 habitantes respecto a la población considerada en los Planes de Desarrollo en el año 2019.

7.3 CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Respecto del crecimiento de población en la comuna en estudio es recomendable mantenerse dentro de los rangos de proyección propuesta por las empresas sanitarias toda vez que dado el escenario de escasez hídrica que presenta la Región, no se hace recomendable seguir explotando los acuíferos sin contar con una evaluación fundamentada respecto de mayores extracciones y del impacto que ello podría tener en la tarifa. Una primera acción es que las empresas concesionarias reduzcan los niveles de pérdidas en la red que alcanzan el 41% en SMAPA y un 29% en Aguas Andinas.

Los niveles de cobertura de la red de agua potable son de 100% para ambas empresas mientras que para el alcantarillado de aguas servidas 100% para SMAPA y 99,3% para Aguas Andinas

7.4 CALIDAD DEL AGUA

Desde el punto de vista de la calidad de las aguas ambas empresas tienen un adecuado control de los problemas detectados. Es así como la empresa Aguas Andinas ha implementado acciones que permiten abatir los contaminantes para cumplir con la normativa vigente N° 409 Of. 2005 parte 1, los que corresponden principalmente a la turbiedad que afecta a todas las fuentes superficiales y el arsénico presente en gran parte de los sondajes y algunas fuentes superficiales (como el Río Maipo). En el caso de la concentración de arsénico sobre la normativa vigente detectadas en la fuente Maipo la empresa señala que el nivel de contaminante presente en el agua cruda es removido de manera eficiente en conjunto con la turbiedad que es abatida en una planta de tratamiento convencional.

En el caso de SMAPA, debido a la presencia focalizada de nitratos en algunos sondajes. Se observa que el parámetro crítico de nitrato alcanza valores de 98 mg/L en el sector de Ciudad Jardín I y sobre 50 mg/L en otros pozos de captación, durante los años 2011 a 2013.

Este problema fue ya solucionado construyendo pozos de captación más profundos y realizando mezcla de aguas de manera de siempre dar cumplimiento a la normativa vigente (<50 mg/L). Adicionalmente, el Plan de Desarrollo considera el abandono y reemplazo de todas las captaciones que presentan contenidos de nitratos que superan la normativa.

7.5 INVERSIÓN ESTIMADA

Las inversiones definidas en el estudio Actualización Plan de Desarrollo del Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020, están orientadas a satisfacer el aumento de la demanda a sus servicios que se originará como consecuencia del crecimiento de población en su territorio operacional futuro, en un período de previsión que llega al año 2034.

La inversión estimada por la empresa durante el periodo 2019 – 2034, para alcanzar la cobertura y los niveles de servicio señalados en el estudio Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago. Aguas Andinas 2020, es de **24.875.096 UF**, sin IVA. La inversión está distribuida en distintos años en el horizonte de previsión según el siguiente detalle por etapa:

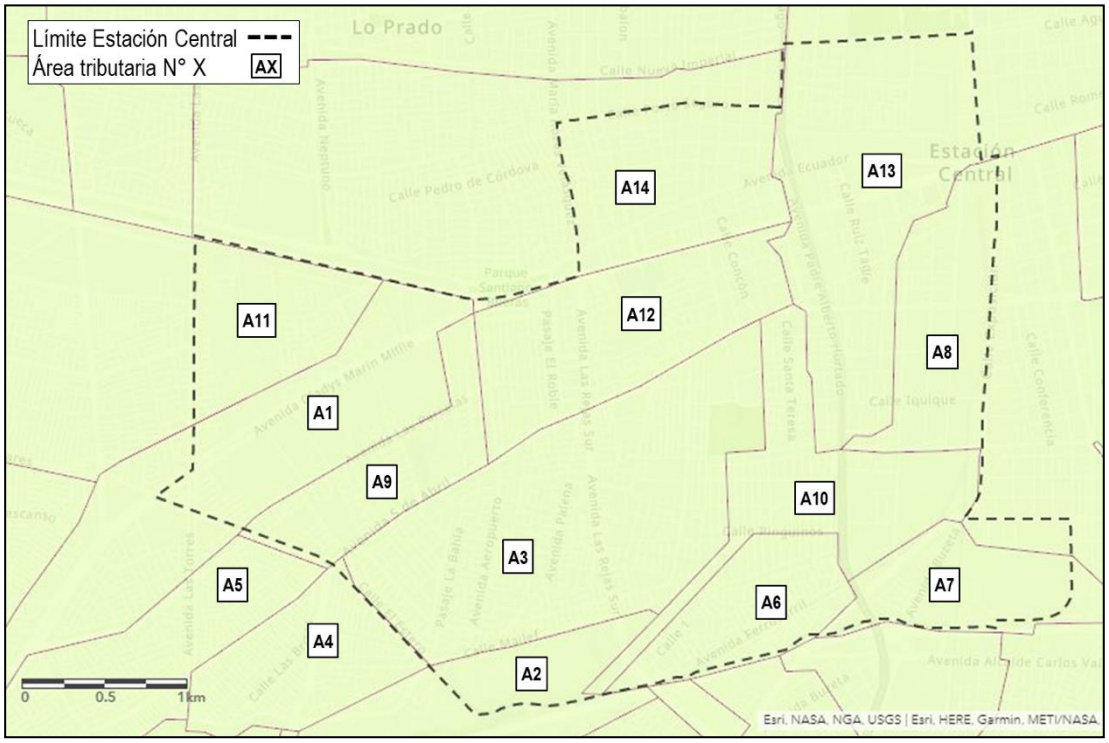
- Etapa de producción: 4.322.078 UF
- Etapa de distribución: 8.286.096 UF
- Etapa de recolección: 10.550.237 UF
- Etapa de disposición: 1.716.684 UF

7.6 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS

Desde el ámbito de las aguas lluvias si bien la zona urbana de la comuna forma parte de las áreas estudiadas en "Plan Maestro de Evacuación de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago" realizado para la Dirección de Obras Hidráulicas, el cual fue elaborado por la empresa CADE-IDEPE en Mayo del año 2001.

La comuna pertenece a dos Zonas del Plan Maestro, la Zona Centro y la Zona Norte – Mapocho. Cada zona está dividida en un cierto número de áreas tributarias. En la ilustración siguiente se muestran las áreas tributarias, definidas por el Plan Maestro, asociadas a la comuna de Estación Central. y que cuentan con soluciones de aguas lluvias mediante colectores.

Ilustración 7-1 Áreas tributarias, definidas por el Plan Maestro, asociadas a la comuna de Estación Central



Fuente: Elaboración propia a través de ArcGIS y datos de la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP.

La comuna se circunscribe en 14 de las áreas tributarias definidas por el Plan Maestro (A11 y A14) incluidas en sector norte y nor-poniente de la comuna, pertenecen a la Zona Norte – Mapocho, mientras que todo el resto pertenece a la Zona Centro. El cauce receptor de la primera corresponde al Río Mapocho, mientras que el de la segunda corresponde al Zanjón de la Aguada. Así, la mayoría de la superficie de Estación Central descarga sus aguas lluvias al Zanjón de la Aguada.

La comuna cuenta con una red de colectores de aguas lluvias de 34.713 m de longitud. De ellos, 8.293 m (24%) corresponden a colectores pertenecientes a la red primaria y 18.672 m (54%) a la red secundaria. Los 7.749 m (22%) restantes corresponden a colectores sin datos de la red a la que pertenecen.

Desde el ámbito de las aguas lluvias, si bien, la zona urbana de la comuna forma parte de las áreas analizadas por el Plan Maestro de Aguas Lluvias y cuenta con una red primaria estructurarte, la recomendación es proponer técnicas alternativas de control de las escorrentías, orientadas a la absorción del agua caída, como lo son las Obras de infiltración (Manual Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos) y por otra parte, retardar el tiempo de abandono del agua mediante la utilización de áreas verdes que almacenen temporalmente las escorrentías retardando el tiempo de descarga a los cauces y colectores receptores.