



INFORME ETAPA V

ANTEPROYECTO

FACTIBILIDAD SANITARIA

ESTUDIO “MODIFICACION PLAN REGULADOR
COMUNAL DE CURICÓ”

VERSIÓN 03

OCTUBRE 2020

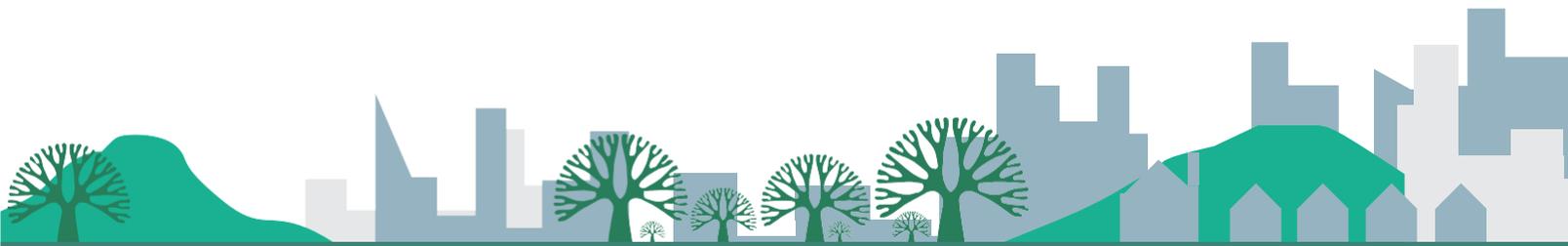


TABLA DE CONTENIDOS

I.- FACTIBILIDAD SANITARIA.....	3
II.- COBERTURAS DE AGUA POTABLE URBANA Y RURAL.	3
II.1.1.- Servicio Urbano de Agua Potable de Curicó concesionado a Nuevosur S.A.	3
II.1.2.- Producción.....	6
II.1.3.- Estanques.....	7
II.1.4.- Distribución.....	10
II.1.5.- Análisis de demandas y componentes deficitarios	10
II.2 Servicio Urbanos de Agua Potable y Alcantarillado de Sarmiento.	14
II.2.1.- Sistema de agua potable.	14
II.2.2.- Sistema de alcantarillado.....	16
II.2.3.- Planificación de obras.....	16
II.3 Servicios Urbanos de Agua Potable y Alcantarillado de Alto de Zapallar.	17
II.3.1.- Sistema de Agua Potable.....	17
II.3.2.- Sistema de Alcantarillado.....	18
II.4 Servicios Rurales de Agua Potable (APR) en la comuna de Curicó.....	19
III.- AGUAS LLUVIA.....	26
IV.- FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS.....	28
IV.1.1.- AGUA POTABLE.....	28
IV.2 ALCANTARILLADO.....	39
V.- CONCLUSIÓN.....	44

I.- FACTIBILIDAD SANITARIA

El presente documento evalúa la condición actual de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario en las localidades con población concentrada en áreas urbanas y en áreas rurales potencialmente urbanas en la comuna de Curicó, para considerar los efectos posibles sobre su desempeño frente a lo propuesto en este Estudio de Actualización del Plan Regulador Comunal (PRC) de Curicó. Para esto se revisa la información disponible sobre tendencias de crecimiento poblacional y sobre los servicios sanitarios existentes, con especial atención a las capacidades de la infraestructura ya disponible, la planificada, y la que pueda ser deficitaria. Adicionalmente se aborda la condición del manejo de aguas pluviales de Curicó.

Para este trabajo se cuenta principalmente con la siguiente información de base:

- Propuesta de trabajo y Anteproyecto de SURPLAN Ltda. para PRC de Curicó.
- Actualización Planes de Desarrollo NUEVOSUR S.A. Curicó / Noviembre 2005, Marzo 2014 y Marzo 2018 (aprobado por SISS en diciembre de 2019).
- Plan de Desarrollo de la Cooperativa Sarmiento Ltda. 2017-2021. Noviembre 2016.
- Actualización Plan de Desarrollo 2019 – 2033 Sector Alto de Zapallar-Curicó. 2019
- Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de la Ciudad de Curicó, VII Región–DOH/MOP – AC Ingenieros Consultores Ltda. Febrero 2002.
- Plano Regulador Comunal vigente (D.O. del 2 de agosto de 2011).
- Ley General de Servicios Sanitarios, DFL MOP 382 (Ley Sanitaria)
- Información disponible en la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- Información de la DOH sobre sistemas de Agua Potable Rural (APR) en la comuna.2018.
- GOOGLE EARTH.
- ORD MINVU 617 de 12 de octubre de 2010

II.- COBERTURAS DE AGUA POTABLE URBANA Y RURAL.

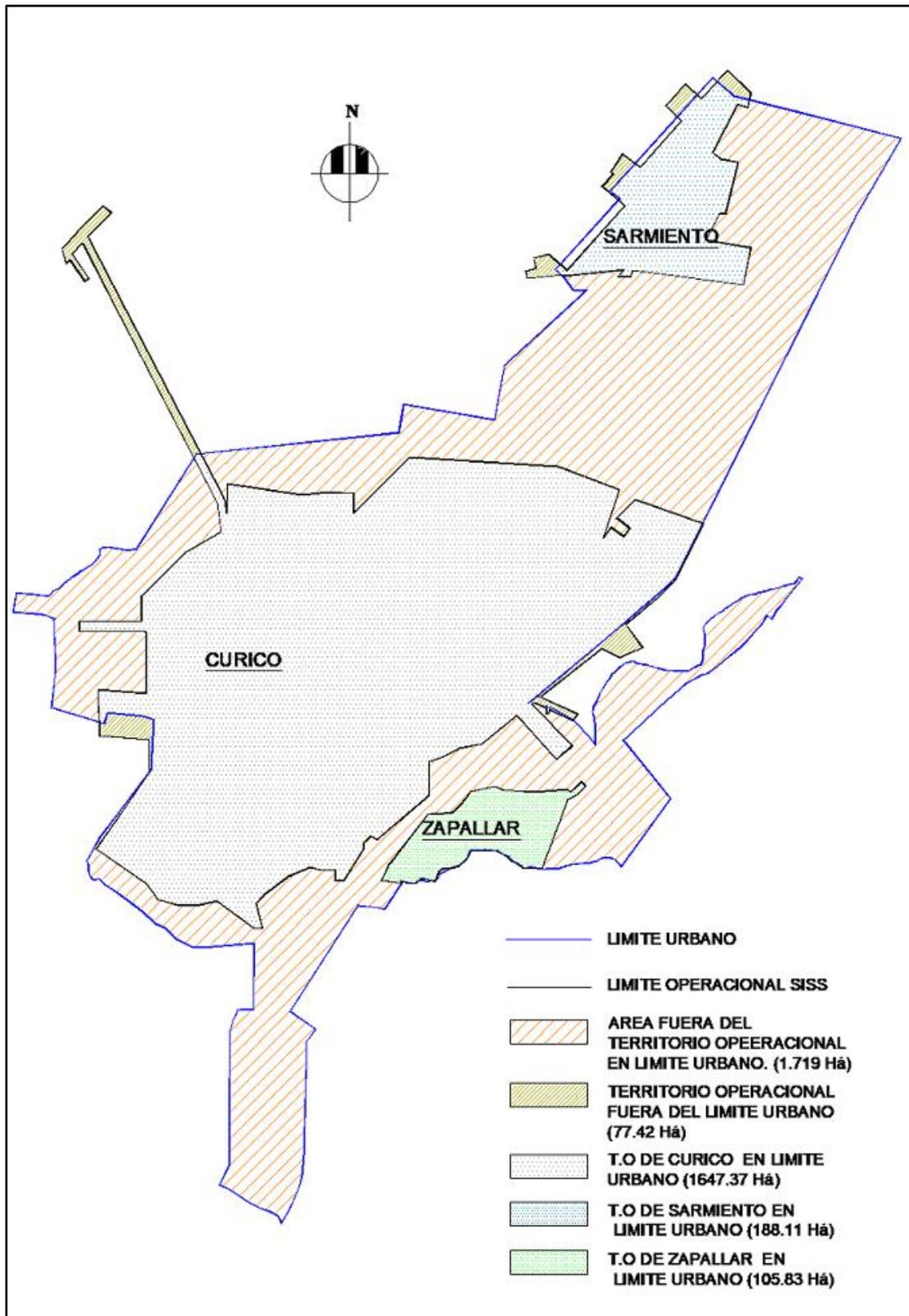
Se cuenta con tres concesiones urbanas: Curicó, Sarmiento y Zapallar, detalladas en la Figura 1, más 17 sistemas de Agua Potable Rural (APR).

II.1.1.- Servicio Urbano de Agua Potable de Curicó concesionado a Nuevosur S.A.

Es un sistema concesionado a la Empresa de Servicios Sanitarios NUEVOSUR S.A., conforme a la Ley Sanitaria (DFL MOP 382/88), y por tanto ha de cumplir esencialmente los estándares de servicio público según NCh 691 y de Calidad del Agua Potable NCh 409, y de NCh 1105 en el caso de Alcantarillado, entre otros, lo que es fiscalizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS. Así, ha de actualizarse quinquenalmente su Plan de Desarrollo (PD), o en cada oportunidad en que se tenga modificaciones sustantivas de su demanda o de su infraestructura física, confrontando las capacidades de esa infraestructura de servicio con las proyecciones de demandas para los siguientes quince años, y comprometiendo la ejecución de las obras que subsanen eventuales déficit o deterioro para los primeros cinco años de ese período. El área de concesión, que se muestra en las Figuras 14 y 15 en las páginas siguientes, y la contrasta con el límite urbano ahora proyectado, incluye la más reciente modificación aprobada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS, y corresponde a la siguiente cronología:

- Decreto MOP 756 30 de noviembre de 1995: concesión a ESSAM S.A. en Curicó.
- Decreto MOP 15 de noviembre de 2001 transfiere la concesión a Aguas Nuevosur, Maule, S.A. que posteriormente deviene en NUEVOSUR S.A.
- Diversos decretos entre 2014 y 2016 que amplían la concesión a siete sectores.

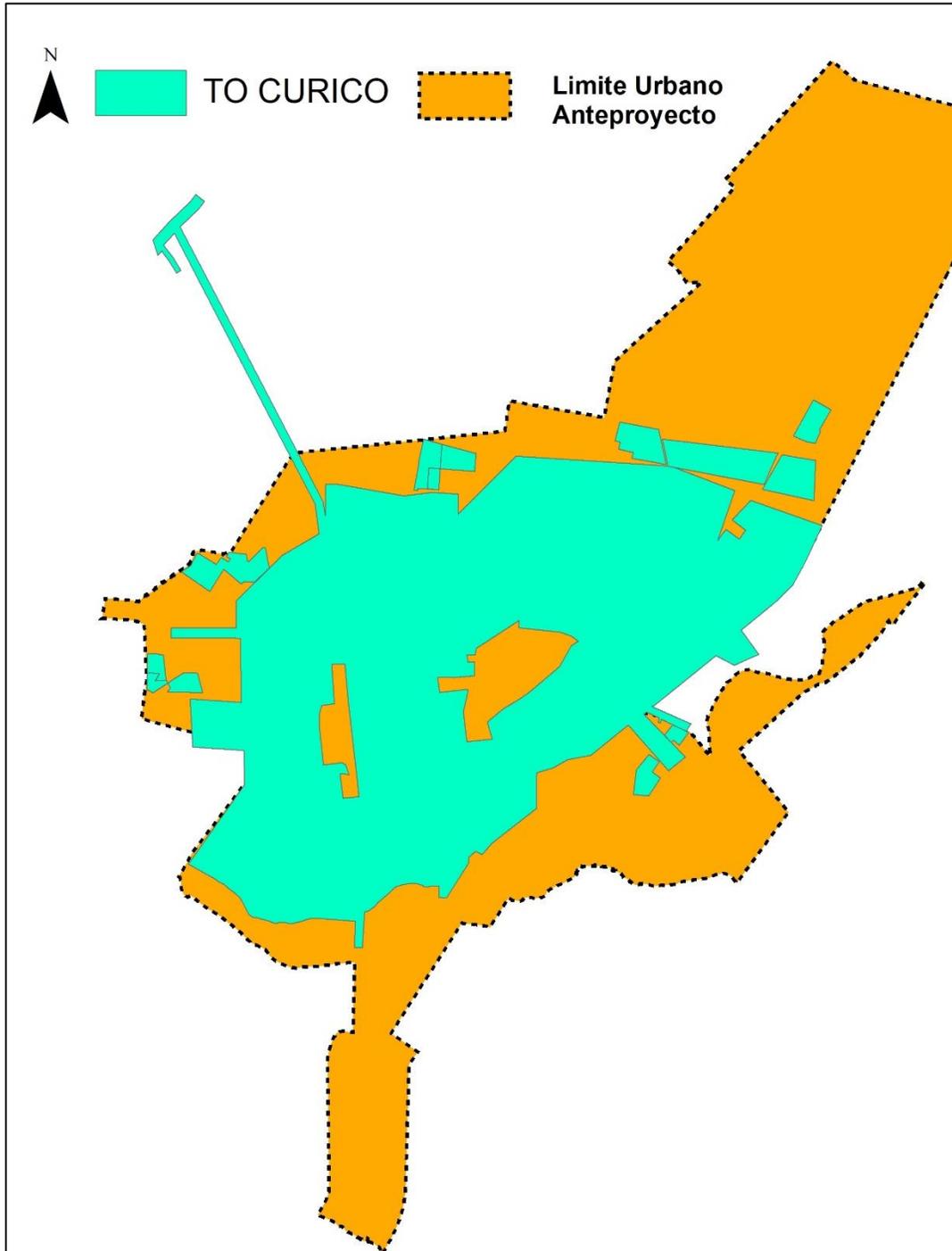
Figura 1. Áreas con concesiones sanitarias en Curicó.



Fuente: Este proyecto, SISS.

Es necesario señalar que NUEVOSUR S.A. presentó en 2018 a la SISS la nueva actualización de su Plan de Desarrollo (PD) con vigencia entre 2016 y 2031, cuyo proceso de revisión y aprobación por el organismo fiscalizador SISS tuvo lugar tras enmiendas solo a fines de 2019.

Figura 2. Relación de Área Urbana Vigente (LU) y Concesión Nuevosur (TO) – Curicó.



Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR, PRC 2016-2031, y este proyecto.

El Territorio Operacional (TO) así definido comprende 1712.5 Hás, con 1667 Hás de cobertura al interior del Límite Urbano proyectado y 45.5 Hás externas a ese LU.

II.1.2.- Producción.

De acuerdo con lo establecido en ese PD para el período 2019 a 2031 y confirmado por la SISS, Nuevosur-Curicó cuenta actualmente con 2198 l/s de derechos de explotación de agua subterránea sobre 14 sondajes de captación, 13 de ellos operativos, con 952 l/s de capacidad de diseño y 630 l/s en capacidad de extracción; se tiene aquí amplio respaldo hidrogeológico en las cuencas de alimentación nivo-pluvial de los ríos Teno y Lontué que circundan Curicó, con derechos extractivos para sostener su producción actual y con margen para suplir eventuales aumentos de la demanda. La fuente de aguas subterráneas es la amplia cuenca cordillerana del río Mataquito, originado en la confluencia del Teno con el Lontué, de carácter nivo-pluvial, con escurrimiento superficial permanente y gran caudal que asegura la recarga del acuífero que soporta estas múltiples captaciones subterráneas, lo que da a entender que el flujo subterráneo es de alta seguridad y cuantía, y que se refleja en los niveles estáticos de la napa comprendidos entre 5 y 28.8 m. en pozos de profundidades entre 46 y 74 m. De hecho, el estero Huaiquillo se nutre de afloramientos de esta napa subterránea al oriente de la ciudad.

Tabla 1. Captaciones de Agua Potable de Curicó.

Nombre	Derechos Agua l/s)	Año	Estado de Uso	Profun- didad (m)	Q de Diseño (l/s)	Utm Norte (m)	Utm Este (m)	Q Operativo (l/s)
Dren Rio Teno	100	1912	Sin Uso	6	20	6127603	296262	0
Pozo 885	60	1970	Operativo	63	60	6127716	296496	35
Pozo 1668	72	1985	Operativo	48	72	6128036	296378	37
Pozo 884	60	1970	Operativo	63	60	6127727	296375	48
Pozo 883 (*)	60	1970	Operativo	63	60	6127881	296359	41
Pozo 1669	77	1985	Operativo	48	77	6128773	296511	60
Pozo 734	70	1976	Operativo	65	70	6127811	296385	40
Pozo 86 (*)	80	1976	Operativo	46	70	6127789	296432	54
Pozo 1871	62	1996	Operativo	60	80	6127607	296261	42
Pozo 1670	75	1985	Operativo	48	75	6129242	296641	39
Sondaje 6033		2017	Operativo	48	50	6129495	297068	50
Sondaje 6032		2017	Operativo	43	50	6129406	297475	50
Pozo 6023		2016	Operativo	74	70	6128241	299974	70
Pozo 82 (*)	100	1956	Operativo	49	50	6128211	299955	18
Pozo 1910(*)		2003	Operativo	60	63	6128702	300429	44
Pozo 83 (*)	65	1972	Sin Uso	43	65	6128221	300038	0
Pozo 1894	56	2000	Operativo	60	65	6128192	299953	48
Pozo 1889 (*)		1999	Operativo	60	80	6128227	300053	66
Pozo 87 (*)	33	1977	Sin Uso	72	27	6127926	296442	0
Sumas	908				1164			742

Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR, SISS

En particular las captaciones presentan las siguientes características:

- (*) Los pozos 82,86 y 67 transfieren sus derechos a pozos 1889 y 1910.
- La capacidad conjunta de producción de estas captaciones es de 808 l/s, y descontando el sondaje de mayor capacidad con 70 l/s para cuando es objeto de mantenimiento, se tiene una producción asegurada de 738 l/s. La calidad físico química de las aguas no presenta componentes objetables según los parámetros de NCh 409, y su control sistemático tanto en fuentes como en la distribución así lo indica. El agua recibe cloración y fluoruración en las plantas de producción.
- Se tiene previsto incorporar 3 nuevas fuentes de producción con sus derechos respectivos: 40 l/s en 2026, 41 l/s en 2028, y 23 l/s en 2031, sumando 104 l/s más.

La figura 3 en páginas siguientes siguiente muestra esquemáticamente el emplazamiento general y detalle ampliado de los sondajes identificados por la numeración de las captaciones del PD tal como figuran en el plano de infraestructura de agua potable.

II.1.3.- Estanques.

La producción de las captaciones es descargada en los 2 estanques de hormigón armado, semienterrados, del recinto El Boldo: El Boldo 1 de 1000 m³ y El Boldo 2 de 500 m³; la etapa de distribución dispone de 7 estanques de regulación que suman 11950 m³, emplazados cuatro en el Cerro Condell en el centro de Curicó, más tres en el recinto Romeral. Sus características y cotas de radier y nivel máximo de agua son:

Tabla 2. Características de los Estanques de Distribución de Agua Potable de Curicó.

Nombre	Tipo	Volumen (m ³)	Cota Radier (m.s.n.m.)	Cota aguas máx (m.s.n.m.)
C° Condell 3	Semi Enterrado	2,000	247.4	252.8
El Romeral 1	Semi Enterrado	1,475	239.3	247.1
El Romeral 2	Semi Enterrado	1,475	239.2	247.0
C° Condell 1	Semi Enterrado	2,000	247.5	252.8
C° Condell 2	Semi Enterrado	2,000	247.8	253.2
C° Condell 4	Semi Enterrado	2,000	248.9	254.2
El Romeral 4	Elevado	1,000	242.2	246.1

Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR.

Dado que el área poblada dentro del TO de NUEVOSUR se extiende entre las cotas 200 y 240 m.s.n.m., se puede inferir que el sector de servicio desde El Romeral, del orden de 34% del total, cuenta con el abastecimiento apropiado para la zona de mayor elevación desde el estanque elevado de 2000 m³, asegurando que la presión no sea inferior a 15 m.c.a. En cuanto a las presiones máximas que no debiesen exceder de 60 m.c.a., esto se cumple a cabalidad gracias a la sectorización de la red, sin requerir estaciones reductoras de presión. En términos de planificación urbana, las expansiones futuras al oriente del área urbana podrían requerir complementación del sistema de estanques en sectores más distantes de Cerro Condell.

Figura 3. Esquema General del emplazamiento de sondajes captación de Agua Potable de Curicó y detalles particulares.

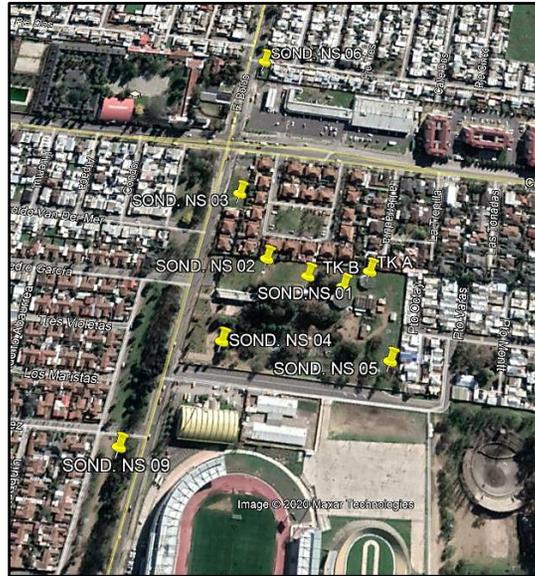


Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR, SISS y GOOGLE EARTH

MODIFICACION DEL PLAN REGULADOR COMUNAL DE CURICÓ



Sondajes N°7 y N° 8



Sondajes N° 1 al N° 9



Sondajes N° 11 N° 12 N° 13 y N° 16

II.1.4.- Distribución.

Curicó contaba en 2017 con alrededor de 367 km de red de distribución de agua potable sobre su Territorio Operacional, con 40541 arranques domiciliarios. La cobertura espacial de servicio en el TO es del 100% en la actualidad. Se puede apreciar que el TO, al ocupar un porcentaje reducido del área enmarcada por el Límite Urbano, presenta un amplio potencial de desarrollo en extensión en Curicó. Se muestra a continuación la composición de la red clasificada por longitudes y materiales de cañerías; se aprecia que hay un 30% de cañerías de asbesto cemento, de las cuales buena parte ya debe estar sobrepasada en su vida útil, y posiblemente es responsable de las elevadas pérdidas declaradas, del 47% hasta 2031. Es notable la proporción 5.6% de cañerías entre 50 y 75 mm de diámetro, con 65399 m, y cuya aplicación está restringida por la actual normativa a 75 mm solo en condiciones limitadas. Se tiene una densidad en redes de 9.1 m/arranque, y con 593 grifos de incendio se presenta una densidad de un grifo cada 574 m.

Tabla 3. Longitudes (m) y materiales de la Red de Distribución de Agua Potable de Curicó.

	Cem. Asb.	PVC	Acero	HDPE	Otro	Total
Alimentadoras	5996	1185	1882	4876	704	14642
Redes	106982	202487	918	48395	8317	367099
Sumas	112978	203672	2800	53271	9021	381741
Porcentaje	30%	53%	1%	14%	2%	100%

Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR

II.1.5.- Análisis de demandas y componentes deficitarios

Se ha calculado las demandas de producción del día de máximo consumo QMD en l/s, recurriendo a los factores de estacionalidad de la empresa, FDMC=1.36 y pérdidas de 47.15% en producción y distribución; extrañamente las cifras del PD son coincidentes con las calculadas para el TO, y se agrega la demanda de 40.1 l/s de QMD de los servicios asociados acogidos a suministro mediante Art. 52 bis de la ley sanitaria para tener la demanda total sobre las fuentes de producción.

Tabla 4. Proyección de Población y Demandas (l/s) en TO Sistema de A. Potable de Curicó.

AÑO	POBLACION	DOTACION – l/h/día	QMD- 52bis	QMD - PD	QMD + 52 bis
2016	117855	171.7	40.1	601.9	642.0
2021	131236	177.2	40.1	692.1	732.1
2026	145631	181.9	40.1	788.0	828.1
2031	161562	185.2	40.1	890.3	930.4

Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR y cálculo propio.

El PD ha considerado un crecimiento de población entre 1.9% y 2.0% hasta 2031, y dotación creciente desde 172 a 185 l/habitante/ día a partir de 2016, y detecta que se presentan deficiencias futuras mediante balance de capacidades/demandas tanto en las fuentes de producción como en la infraestructura de distribución de agua potable en 2026, para lo cual la planificación considera poner en servicio nuevas captaciones subterráneas ya señaladas previamente, más la construcción de 5 estanques de regulación: 4500 m³ en Cerro Condell escalonados en 1500 m³ (2019), 2500 m³ (2021) y 1000 m³(2024), más 3500 m³ en Romeral con 2000 m³ en 2021 y 1000 m³ en 2028.

Se ha concluido que la concesionaria NUEVOSUR espera un crecimiento sostenido y significativo de las demandas en su servicio concesionado de agua potable urbano de Curicó, comprometiendo la construcción de cuatro grandes estanques en el quinquenio inmediato y la incorporación de nuevas fuentes y un quinto estanque en los años siguientes; sin embargo, esta estimación de la concesionaria con 170015 habitantes en 2031 (161562 en su TO más 8452 habitantes acogidos al Art. 52 bis) excede con mucho la proyección lineal de los datos censales del INE entre 1982 y 2017 con solo 154864 habitantes en toda la ciudad y una tasa anual del orden de 2000 habitantes. Debe señalarse que el Art 52 bis es aplicable solo a la población rural.

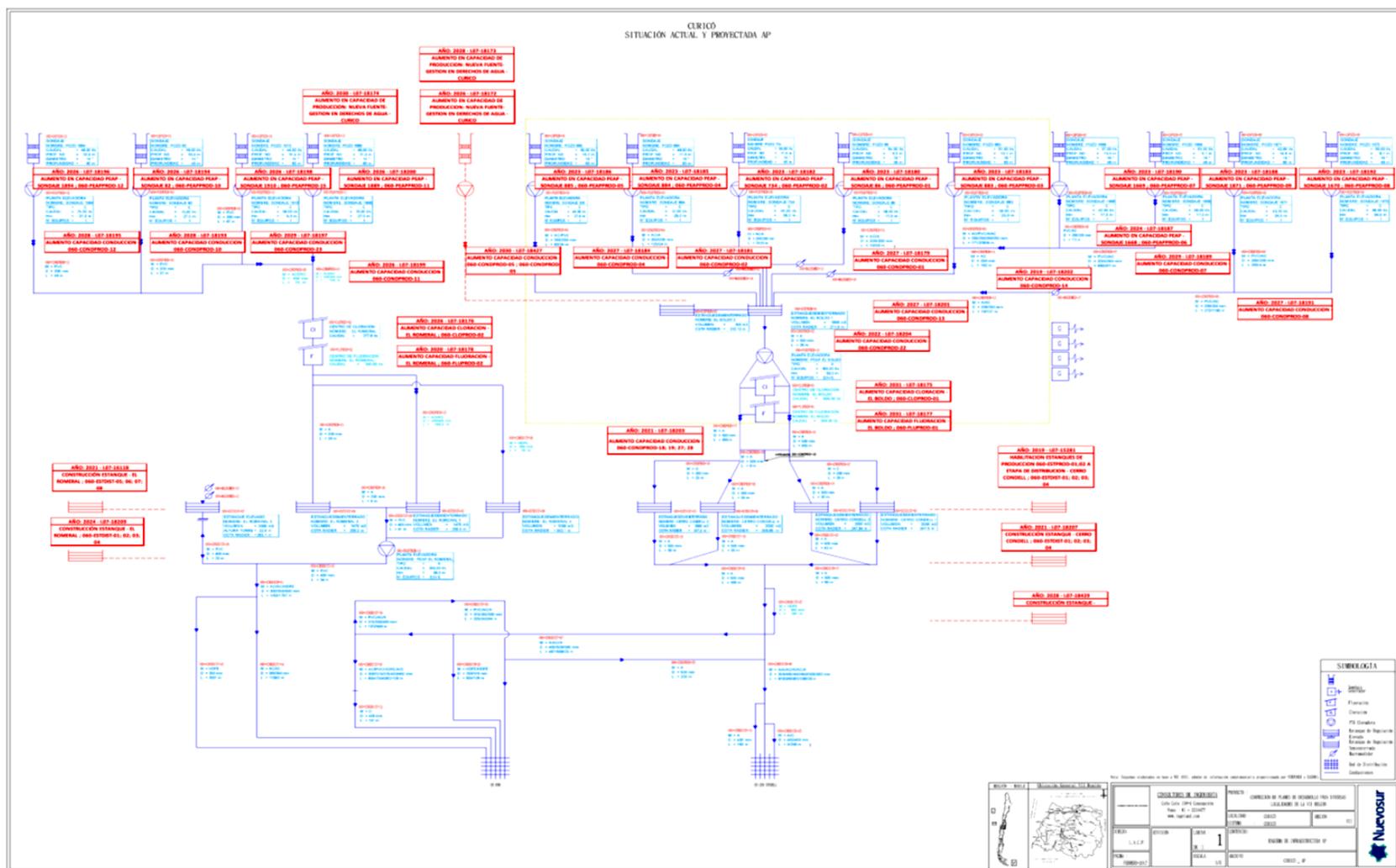
La calidad de las fuentes de agua subterránea es buena conforme a las exigencias de la norma chilena NCh 409; esta calidad está asegurada ante eventuales episodios volcánicos cercanos, a diferencia de lo que ocurrió con las fuentes superficiales afectadas por cenizas, arena y aluviones tras erupciones recientes en otras localidades (volcanes Calbuco, Chaitén). Esto tiene importancia por la presencia de una importante caldera magmática que subyace al sector de laguna del Maule. La profundidad de los pozos, entre 43 y 74 metros, y el nivel freático que se ubica entre 5.1 y 28.8 metros, asegura un buen resguardo para su operación ante condiciones de sequía severa como la reciente en la zona central. Un aspecto importante es el elevado nivel de pérdidas reportado en el PD a 2016, dado por la diferencia entre volúmenes de producción y de facturación, que se ha asumido constante entre 2019 y 2031, con 47%; estas cifras representan un desperdicio de energía eléctrica y de recursos de cloro y flúor, desgaste de equipos, así como una reducción en el horizonte de servicio de los componentes de servicio. Considerando que, en aguas subterráneas, idealmente estas pérdidas no deberían exceder del 15%, es necesario invertir en medidas para rebajar ese nivel de pérdidas. El manejo de las aguas servidas de Curicó es adecuado en relación con la salvaguardia de las fuentes de captación, con el transporte que las despacha a la planta de tratamiento muy distante del área poblada y de la zona de recarga del acuífero fuente, y la disposición final aún más distante, como se aprecia en el punto que aborda el sistema de alcantarillado; se preserva así tanto las fuentes de agua potable como la condición ambiental de la ciudad.

Un aspecto importante en términos de planificación urbana es la condición de suministro de agua potable en las 1862 Hás urbanas planificadas que actualmente quedan excluidas del TO concesionado a NUEVOSUR, de las que en alrededor de 250 Hás están en otras concesiones; dada la baja tasa de crecimiento esperable de la población apunta a un lento desarrollo habitacional, y la amplia disponibilidad hídrica permite asegurar que, de ser necesario, no habría dificultad técnica ni administrativa en ampliar el servicio público a nuevas urbanizaciones.

Las figuras en páginas siguientes resumen la configuración del sistema global de agua potable en un esquema operativo de producción y distribución, tal como figuran en el Plan de Desarrollo de NUEVOSUR S.A. de 2018, y que se presentan en su escala original en anexo a este informe para su mejor legibilidad. Se complementa con la figura esquemática del sistema de alcantarillado que es complementario.

MODIFICACION DEL PLAN REGULADOR COMUNAL DE CURICÓ

Figura 4. Esquema del Sistema de Agua Potable de Curicó.



Fuente: PD Curicó-NUEVOSUR.

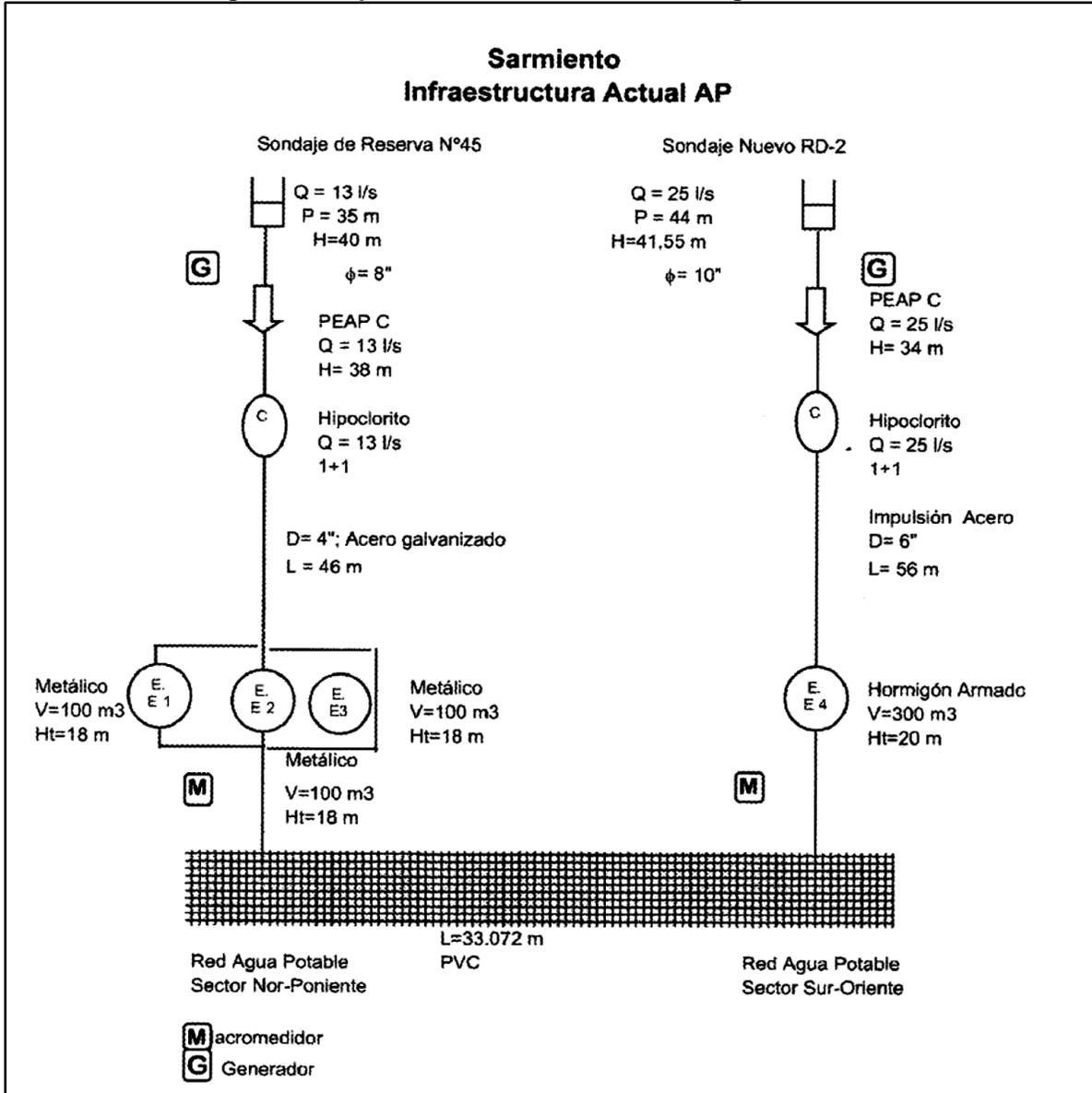
Nota: esta figura se presenta de modo referencial, y se entrega a escala mejorada en plano anexo.

II.2 Servicio Urbanos de Agua Potable y Alcantarillado de Sarmiento.

La localidad de Sarmiento cuenta con servicios públicos de agua potable y alcantarillado administrados por la Cooperativa Sarmiento Ltda., y tiene aprobado por la SISS su PD para el período 2017-2032; comprende 144.38 Hás en su TO. La infraestructura de estos servicios se resume en los esquemas del PD, representados en páginas siguientes, y tiene las siguientes características;

II.2.1.- Sistema de agua potable.

Figura 6. Esquema de la Infraestructura de Agua Potable.



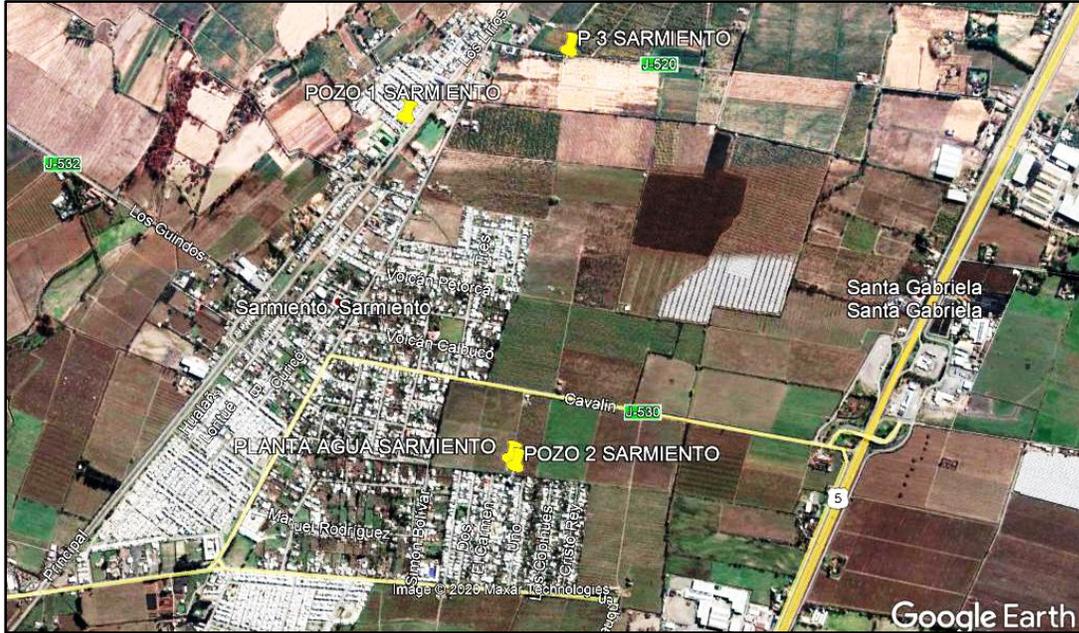
Fuente: PD Sarmiento

Se cuenta a la fecha con tres captaciones subterráneas:

- Sondaje N°45, hoy Pozo N°1, con d=8'', 35 m de profundidad y 38 l/s de capacidad de producción pero habilitado con bomba para 13 l/s. Los derechos de agua disponibles son de 33.6 l/s.

- Sondaje N°RD-2, hoy Pozo N° 2 con $d=10''$, 44 m de profundidad y 94 l/s de capacidad de producción y con bomba que entrega 25 l/s. Cuenta con 94 l/s en derechos de agua.
- Pozo N°3 de reciente puesta en servicio, sin información detallada aun disponible.

Figura 7. Emplazamiento de fuentes de captación de agua potable.



Fuente GOOGLE EARTH y PD Sarmiento.

Tabla 5. Fuentes de Agua Potable de Sarmiento: ubicación y capacidades.

Nombre Obra	Año	Estado Uso	Profundidad	Q Diseño	Utm Norte	Utm Este	Q Operativo
			(m)	(l/s)	(m)	(m)	(l/s)
POZO 1	1974	OPERATIVO	35	38	6132430	299443	13
POZO 2	2002	OPERATIVO	44	94	6131213	299757	25
POZO 3	2020	OPERATIVO	S/I	S/I	6132628	300019	S/I

Fuente: PD Sarmiento

El acuífero que provee el agua es el mismo del ya analizado para Nuevosur en Curicó, y la calidad potable del suministro es acorde con NCh 409.

La regulación está dada principalmente por un estanque elevado de 300 m³ y 20 m de altura, adyacente al sondaje N° 2, complementado por otros 3 estanques elevados de 100 m³ cada uno y sobre torres de 18 m, asociados al sondaje N°1.

La red de distribución comprende 33072 m de cañerías con diámetros entre 50 y 200 mm, con solo 182 m de asbesto cemento, y 2757 arranques domiciliarios conectados. Se tiene programada la sustitución de las cañerías asbesto cemento y las de diámetro inferior a 75 mm, lo que redundará en una eventual disminución de roturas y pérdidas.

La proyección de demandas de producción de agua potable de la concesionaria asume una cobertura de 100% desde el año 2016, con 10022 habitantes y dotación de consumo de 94.5 l/hab/día, a los que se adiciona solo 31% en pérdida en distribución, y sin pérdidas en producción; con un factor de día máximo de 1.42 se obtiene 176 l/hab/día de producción; se

asigna en el PD un crecimiento prácticamente lineal de la población, con 104 habitantes por año.

Tabla 6. Proyección de Población y Demandas de Producción de A. Potable de Sarmiento.

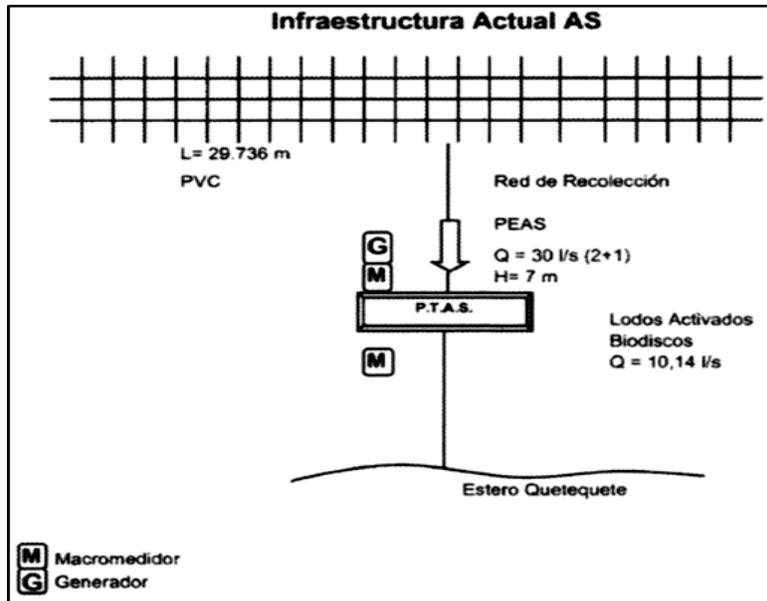
AÑO	2016	2021	2026	2031
POBLACIÓN	10022	10526	11045	11592
DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	94.5	94.5	94.5	94.5
Q MAXIMO DIARIO (l/s)	20.39	21.42	22.47	23.59

Fuente: PD Sarmiento

II.2.2.- Sistema de alcantarillado.

Contaba con 2668 uniones domiciliarias (UD) en 2016, con diámetro único de 110 mm; la red opera en forma gravitacional hasta su entrega a la planta de tratamiento de aguas servidas, donde una planta elevadora con capacidad para 30 l/s@7 m.c.a. abastece a esa Planta. La red de recolección es íntegramente de cañerías de PVC con diámetros de 180 a 400 mm, y 29736 m de desarrollo, con 11.15 m/UD en promedio; esto limita la infiltración de agua desde la napa subterránea somera. La Planta de tratamiento opera con el sistema de aireación mediante biodiscos, y el efluente es descargado al estero Quetequete.

Figura 8. Esquema de la Infraestructura de Alcantarillado.



Fuente: PD Sarmiento

II.2.3.- Planificación de obras.

En el sistema de agua potable de Sarmiento se consideran ajustes de capacidad de los equipos de bombeo del pozo 1 (N°45) a 28 l/s y del pozo 2 (RD-2) a 35 l/s, más el aumento de

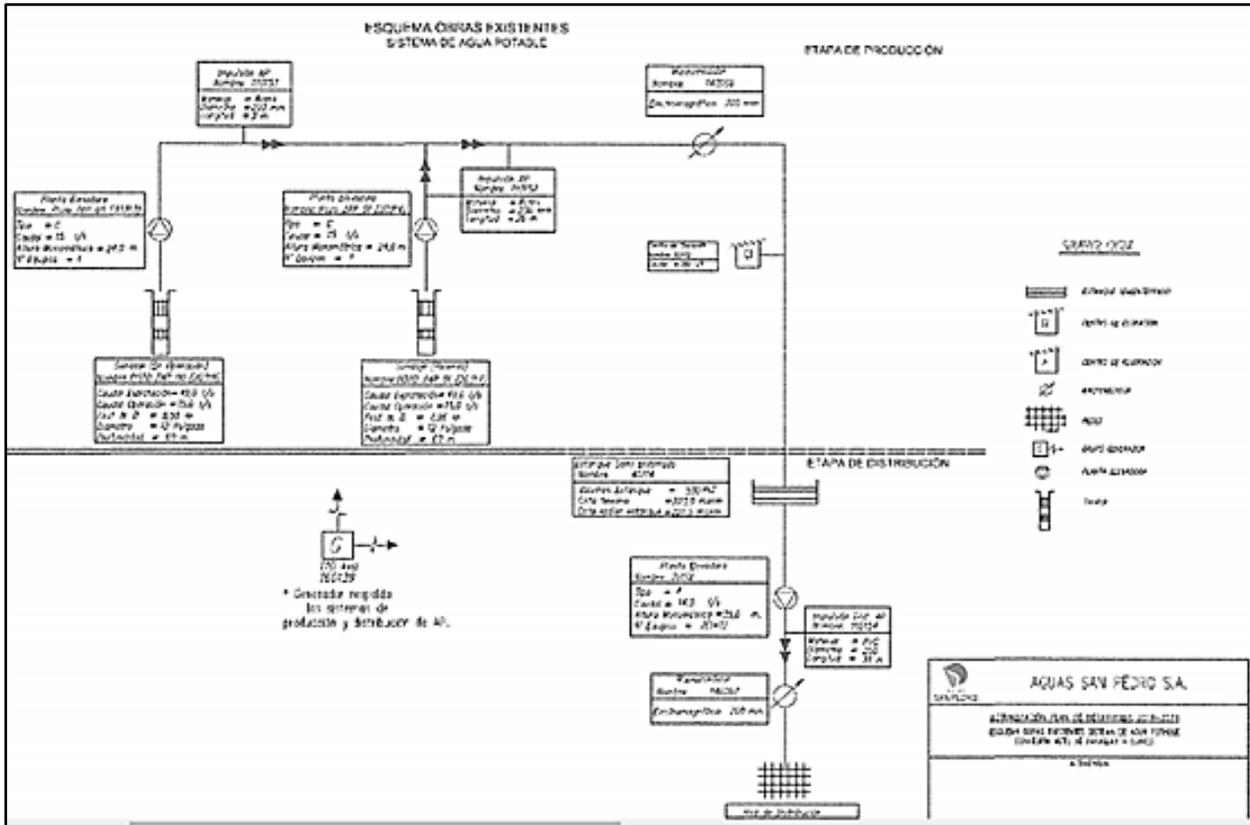
capacidad en sus respectivos cloradores a esas nuevas disponibilidades; en la red de distribución se ha dispuesto el recambio progresivo de cañerías de diámetros de 50 y 63 mm a 75 mm, y de las cañerías de asbesto cemento que cumplen su vida útil. La reciente construcción del Pozo N° 3 permite contar con la fuente de respaldo necesaria para suplir el abastecimiento durante faenas de mantención de las captaciones.

II.3 Servicios Urbanos de Agua Potable y Alcantarillado de Alto de Zapallar.

El sector identificado como Alto de Zapallar en la comuna de Curicó dispone solo desde 2017 de servicios públicos de agua potable y alcantarillado que corresponden a una concesión sanitaria otorgada a la empresa Aguas San Pedro S.A., y recientemente le ha sido aprobado por la SISS su actualización PD para el período 2019-2033; comprende 105.8 Hás en su TO. La infraestructura de estos servicios se resume en los esquemas del PD, representados en páginas siguientes, y el detalle de sus instalaciones y capacidades se describe a continuación.

II.3.1.- Sistema de Agua Potable

Figura 9. Esquema de la Infraestructura de Agua Potable de Zapallar Alto.



Fuente: PD Zapallar Alto

Nota: la figura original en el PD es de baja legibilidad; la siguiente descripción de los componentes facilita su entendimiento.

La producción de agua potable está dada por dos sondeos de captación de aguas subterráneas:

Tabla 7. Fuentes de Agua Potable de Zapallar Alto: ubicación y capacidades.

Nombre Obra	Año	Estado Uso	Profundidad	Q Diseño	Utm Norte	Utm Este	Q Operativo
			(m)	(l/s)	(m)	(m)	(l/s)
POZO 01	2008	OPERATIVO	60	49	6125462	297764	15
POZO 02		RESERVA	60	49	6125461	297769	15

Fuente: PD Zapallar Alto y SISS

Figura 10. Fuentes de agua potable y planta de tratamiento de alcantarillado.



Fuente: GOOGLE EARTH y SISS.

Los sondajes disponen de derechos de aprovechamiento para 49 l/s, y captan agua somera entre 7 y 8 m de profundidad; dado que los pozos tienen 60 m de profundidad, hay resguardo más que suficiente ante descensos posibles de la napa de agua por el cambio climático. Las aguas son descargadas al estanque semienterrado de 500 m³ de capacidad adyacente.

La etapa de distribución comprende el estanque de acumulación, que alimenta una planta presurizadora que le imparte la presión de 24 m.c.a. para abastecer directamente la red de distribución, que está conformada por 2085 m de cañerías de PVC con diámetros de 110, 160 y 200 mm.

La escasa cobertura espacial de la urbanización sobre el TO concesionado está cubierta con solo 4 grifos de incendio en la actualidad.

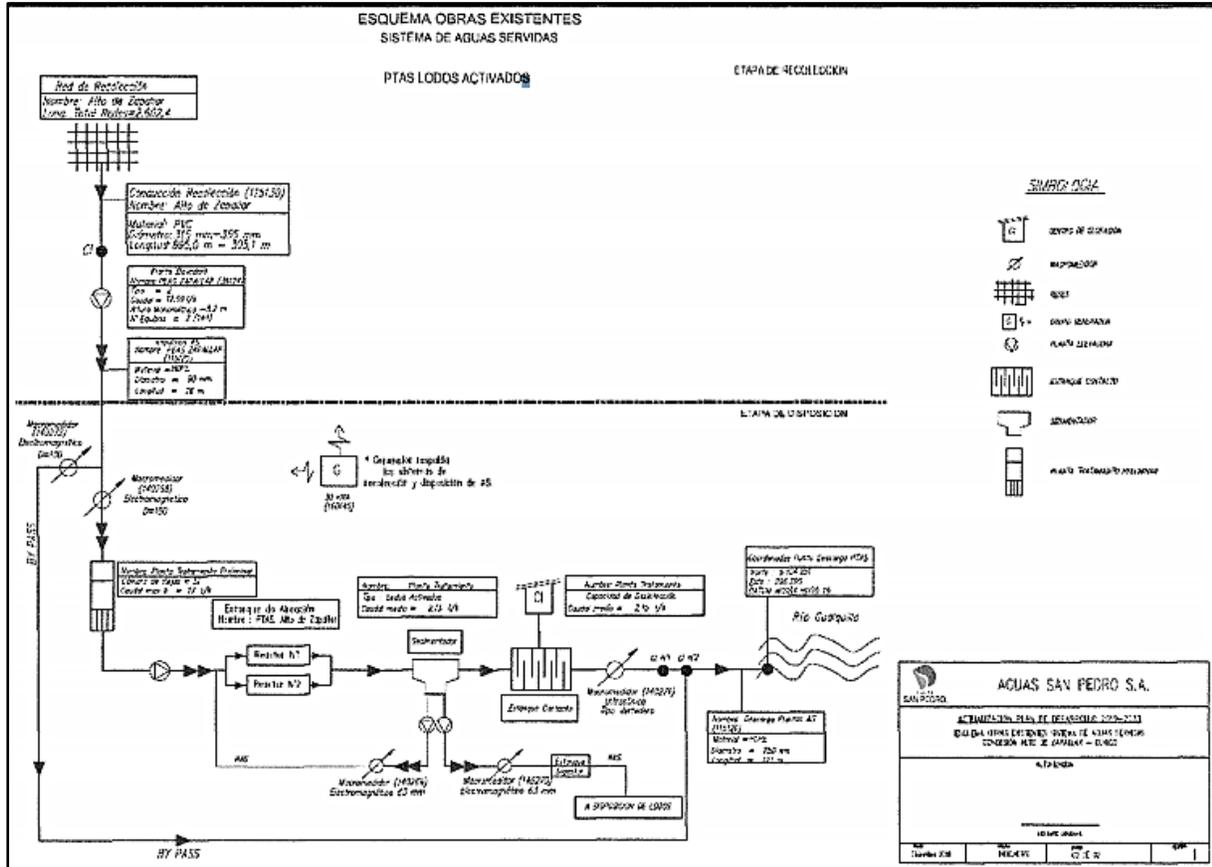
II.3.2.- Sistema de Alcantarillado.

La etapa de recolección de aguas servidas está compuesta por una red de 2602 m de extensión conformada con diámetros de 180 y 200 mm de diámetro, construida de PVC, lo que le confiere estanqueidad para evitar la intrusión de aguas desde la napa subterránea somera en el lugar.

La etapa de Tratamiento y disposición de las aguas servidas está centrada en el recinto emplazado al extremo sur poniente del área de servicio, con una planta elevadora de 12 l/s que

descarga en la planta de tratamiento que opera mediante lodos activados; el efluente tratado es descargado al estero Guaiquillo en un costado del recinto de la planta.

Figura 11 Esquema de la Infraestructura de Alcantarillado



Fuente: PD Zapallar Alto

II.4 Servicios Rurales de Agua Potable (APR) en la comuna de Curicó.

Es notable que la Región del Maule haya tenido un gran avance inicial en la cantidad de servicios de APR, pero consecuentemente con un estancamiento en los últimos años:

Tabla 8. Servicio de APR en la región del Maule.

AÑO	2011	2012	2013	2014
N° DE SISTEMAS APR EN MAULE	266	267	267	268
N° DE ARRANQUES	66285	66435	66435	66555
N° DE HABITANTES CONECTADOS	265140	265740	265740	266220

Fuente: DOH/MOP

Según se informa por la DOH, la comuna de Curicó cuenta con 17 sistemas de APR activos, los que son administrados por sus respectivos Comités de APR más una cooperativa, con el apoyo para gestión de proyectos, asesoría y asistencia técnica de la empresa sanitaria NUEVOSUR, y

el concurso de la DOH/MOP para su desarrollo. Tienen interés para este estudio las cuatro localidades con potencialidad para devenir en servicios sanitarios urbanos, y su condición se resume en la Tabla N° 6, en datos referidos a diciembre de 2017 reportados por la DOH para la condición actual.

Tabla 9. Servicios de APR en la Comuna de Curicó

NOMBRE SISTEMA Y AÑO CONSTRUCCION		ARRANQUES Y POBLACION (FECHA: 10/12/2017)	
BARROS NEGROS	2000	48	192
CHEQUENLEMU	1995	206	824
CORDILLERILLA	1988	724	2,896
CORRAL DE PÉREZ	2009	98	392
EL MAITÉN- SAN SALVADOR	1991	262	1048
LA CUESTA (QUEBRADA DE CORDILLERILLA)	2004	249	996
LA OBRA	1986	633	2532
LAS VERTIENTES (ISLA DE MARCHANT)	1999	82	328
LOS CASTAÑOS	1999	164	656
LOS CRISTALES	1989	464	1856
LOS NICHES-SANTA ELENA	1979	1794	7176
POTRERO GRANDE	1989	233	932
RINCÓN DE SARMIENTO	1996	152	608
SANTA OLGA-LOS GUINDOS	1988	262	1,048
TUTUQUÉN BAJO	1983	204	816
TUTUQUÉN LTDA	1965	368	1,472
VISTA HERMOSA	1990	506	2024
SUMAS		6449	25796

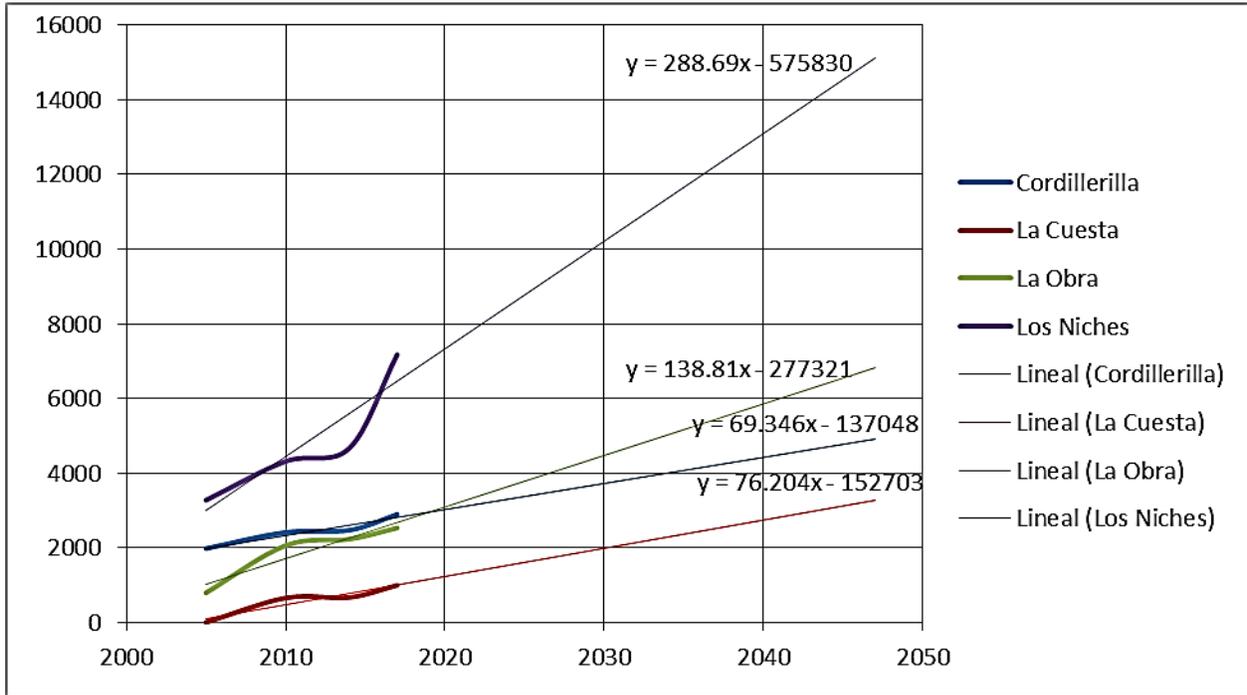
Fuente: DOH/MOP

Se verifica que hay tres sistemas que sobrepasan ya los 500 arranques: Cordillerilla, La Obra y Vista Hermosa, y uno, Los Niches-Santa Elena, cercano a esa cifra, aunque información complementaria de la DOH señala que ya serían 1794 arranques para abastecer a 7042 personas; esto hace a estos poblados potencialmente aptos para ser localidades urbanas y con servicios públicos de agua y alcantarillado con cumplimiento de las normas NCh 691 correspondientes, de mayor exigencia que las de APR. La evolución de estos servicios desde 2005 muestra las tendencias de crecimiento, que según indica la DOH, son a tasas decrecientes. Se analiza a continuación la información reciente recopilada sobre los sistemas de APR que son considerados con condiciones para ser urbanos, y sus tendencias de crecimiento para el caso de ajuste lineal, que representa tasas decrecientes.

Tabla 10. Evolución de Principales Servicios de APR en la Comuna de Curicó.

Comité APR	Año Puesta en Marcha APR	Población estimada 2005	Población estimada 2010	Población estimada 2014	Población estimada 2017	Nº de Arranques 2005	Nº de Arranques 2010	Nº de Arranques 2014	Nº de Arranques 2017
Cordillerilla	1988	1980	2414	2472	2896	471	618	618	724
La Cuesta (Quebrada de Cordillerilla)	2004	0	657	672	996	0	168	168	249
La Obra	1986	795	2063	2232	2532	200	558	558	633
Los Niches - Santa Elena	1979	3275	4318	4672	7176	810	1168	1168	1794

Fuente: DOH/MOP



Fuente: DOH/MOP y elaboración propia.

LA OBRA.

Según el Comité de APR de La Obra, se da cuenta de que actualmente registra 650 arranques domiciliarios que abastecen a 2600 habitantes, y según DOH en diciembre de 2017 se tenía 633 arranques en servicio para una población de 2532 habitantes; no hay información de solicitudes pendientes para nuevas conexiones. El crecimiento entre los años 2010 y 2017 ha sido de 22.8%, a una tasa media anual de 2.95% anual; en 30 años puede estimarse que se alcanzaría una población del orden de 6100 habitantes.



Fuente: GOOGLE EARTH

Asumiendo una dotación de 150 l/hab/día y un factor de día de máximo consumo 1.2, la demanda de consumo en día máximo sería de 13.7 l/s, y la demanda de producción con 5% de pérdidas y 18 horas diarias de bombeo sería de 19.3 l/s.

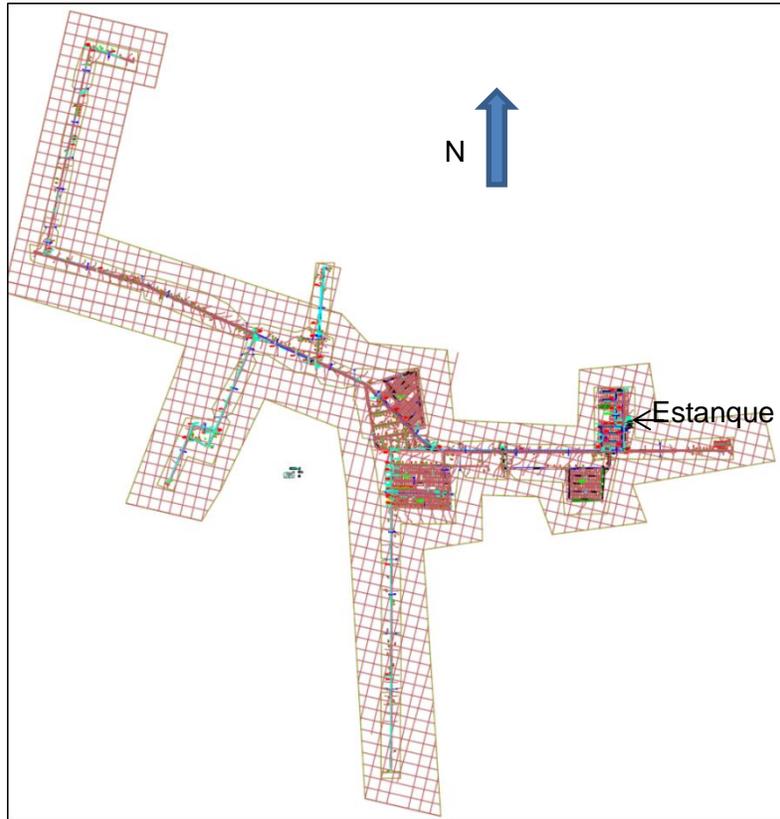
En cuanto a estanque de regulación, se requerirá un volumen del orden de 180 m³. La infraestructura actual presenta la fuente de agua que es un sondaje con capacidad de extracción de 11 l/s y con derechos de explotación otorgados por 15 l/s; se cuenta con dos estanques elevados con 25 m³ y 75 m³, sobre torres de 15 m de altura, y la red de distribución se desarrolla en aproximadamente 7.5 km con cañería de PVC. El sondaje es de 46 m de

profundidad, y rindió 20 l/s en su prueba de caudal, la bomba está a 27 m, mientras que el nivel deprimido llega a 25 m. Teniendo en cuenta que estas cifras corresponden a un periodo de sequía en la zona central de Chile, se puede establecer que no hay restricción de disponibilidad de captación de agua y de sus derechos de explotación en el largo plazo, y solo debería incrementarse la capacidad de estanques con una nueva unidad de 75 m³.

Complementariamente a las funciones de servicio de agua potable, el comité local de APR tiene a su cargo el servicio de alcantarillado cuya construcción se inició en 2001 y entró en servicio en 2005, con financiamiento del programa PSS de la Subdirección de Desarrollo Regional de Ministerio del Interior; se inició con 501 socios, capacidad de servicio para 2340 habitantes, y vida útil de 20 años. En 2012 fue sometida a reacondicionamiento y renovación de equipos la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) que opera mediante Lodos Activados con Aireación Extendida. Al presente tiene 586 Uniones Domiciliarias (UD) conectadas, y la infraestructura de servicio incluye dos Planta Elevadoras de Aguas Servidas (PEAS). El efluente es desinfectado mediante cloración y descargado a canal de regadío. Se puede inferir que el sistema de alcantarillado está operando con 98% de cobertura respecto de la de agua potable, y que su capacidad operativa está en su límite técnico; incrementos significativos de población requerirán readecuación de esa capacidad.

La tendencia de crecimiento de La Obra ha sido muy irregular, entre 42 y 254 habitantes por año, pero el promedio general muestra un incremento de 139 habitantes por año, apuntando a alrededor de 6700 habitante hacia 2047, y una tasa vegetativa de 2.82 % anual en ese año.

SANTA ELENA-LOS NICHES



Fuente: Comité APR

Este sistema de APR construido en 1979 tiene un gran desarrollo presente, con 1794 arranques domiciliarios que abastecieron a 7176 habitantes en 2017; dado que en 2010 se tenía una población de 4318 habitantes, se verifica un elevado crecimiento de 66.2% en 7 años, con tasa media anual de 2.97%, y que de mantenerse durante 30 años significaría una población de 63000 habitantes, lo que no es razonable ni sostenible.



Fuente: GOOGLE EARTH

Si se asume la tasa media nacional que indica el INE para 2018, de 1.9% anual, podría llegarse a una población hacia 2037 de 12621 habitantes. Con la dotación de 150 l/hab/día y un factor de día de máximo consumo 1.3, la demanda de consumo en día máximo sería de 28.5 l/s, y la demanda de producción con 5% de pérdidas sería de 40.0 l/s. al funcionar con 18 horas/día, y el volumen de regulación estanques sería de 370 m3.

La infraestructura actual de este servicio de APR muestra que cuenta con dos sondajes de captación pero solo uno en servicio, el que si bien rindió 25 l/s en su prueba, operaba con 29 l/s de extracción, pero con dificultades técnicas que han afectado el servicio. El sondaje es de solo

8" de diámetro y 60 m de profundidad y la bomba está a 18 m, pues el nivel estático de la napa es de 11.5 m y el nivel deprimido de solo 13.5 m. La etapa de producción incluye dos estanques semienterrados de 200 m³ y 300 m³, más un estanque elevado, y se complementa con una estación presurizadora de 4.7 l/s de capacidad. La extensa red de distribución en 2017 tenía 25 km de extensión. Al presente se tiene pendiente, a lo menos, solicitudes de factibilidad con 280 arranques, lo que está diferido por la falta de capacidad actual del sistema. Se desprende que el crecimiento futuro esperado en 30 años requerirá mejoras importantes en el sistema de producción.

El comité de APR tiene también a su cargo el sistema de alcantarillado, que señala para 2017 contar con 1690 UD conectadas. Este sistema se construyó en 1996 y entró en servicio en 1997, sirviendo a 1035 habitantes; fue objeto de mejoramiento en 2012, cuenta con dos plantas de tratamiento, Santa Elena y Prudencio Lozano, pero recientemente ha tenido dificultades de capacidad de tratamiento por sobrecarga. Se aprecia que este sistema ha de ser objeto de mejoramiento integral para soportar la demanda actual de más de 7000 habitantes, y con mayor razón abordar el potencial de crecimiento de factibilidades de servicio solicitadas en espera.

CORDILLERILLA.



Fuente: GOOGLE EARTH

Este sistema de APR data de 1988, y a diciembre de 2017 contaba con 2896 habitantes conectados con 724 arranques domiciliarios. En 2010 se tenía una población servida de 2414 habitantes, con un incremento del 20 % en el período y una tasa media anual de 60.25 habitantes anuales, equivalente a 2.1% por año. La extrapolación a 30 años con esa tasa apunta a tener alrededor de 4700 habitantes futuros. Para entonces la demanda de día de máximo consumo sería de 14.5 l/s, requiriendo una capacidad de producción de 20.0 l/s si se opera con solo 18 horas diarias de bombeo, y un volumen de estanques de 185 m³.

El suministro de agua se hace desde un sondaje en servicio de 10" de diámetro y 42 m de profundidad, que cuenta con 11.5 l/s de derechos de agua y 7 l/s de capacidad de la bomba instalada a 35 m de profundidad; el nivel estático se ubica a 18 m de profundidad, y en

operación el nivel dinámico llega a los 25 m. Un segundo sondaje de $D = 10''$ y 70 m de profundidad aporta 22 l/s, mediante bomba instalada 36 m de profundidad. Hay dos estanques elevados de 75 m³ de capacidad sobre torres de 25 m de altura, que alimentan la red de 25 km de extensión. La información actual indica que se tiene solicitudes de conexión pendiente para 8 nuevas poblaciones que totalizan 462 arranques, a los que se agregan 74 solicitudes aisladas, enterando 536 nuevos empalmes y 2144 habitantes adicionales. Así el total esperable a corto plazo sería de algo más de 5000 habitantes, para los cuales se tiene capacidad de producción, pero será necesario materializar el proyecto de un tercer estanque de 75 m³ que está en proceso de licitación.

El comité de APR tiene también a su cargo el sistema local de alcantarillado, originalmente instalado en 1996 y cuya operación se inició en 1997 con 638 socios y una población servida de 2142 habitantes; su horizonte de diseño fue de 20 años. En la actualidad cuenta con 520 UD conectadas a dos redes complementarias de recolección, una con 94 UD que descarga a una PTAS que opera con biodiscos y que tiene problemas de reposición de equipos para su operación; la otra red recibe el aporte de 426 UD y con PTAS operando mediante lodos activados. Se desprende de lo expuesto que se tiene un muy elevado potencial de crecimiento para el sistema de alcantarillado, que deberá ser abordado anticipadamente a la ocupación del espacio habitable por los más de 2000 nuevos residentes.

BAJO LA CUESTA (QUEBRADA DE CORDILLERILLA).

Esta localidad precordillerana contó con sistema de APR solo en 2004, y registró 262 arranques a esta fecha, con crecimiento moderado desde 168 en 2010 a 249 en diciembre de 2017, pasando de 657 a 996 habitantes estimados en esta fecha. Con un crecimiento medio de 42.4 habitantes por año entre 2010 y 2017 se deriva una tasa media anual de 4.86 %, y que proyectando la población de 996 habitantes a 30 años con esa tasa se obtendría una estimación de ocupación a largo plazo de alrededor de 4140 habitantes para La Cuesta.



Fuente: GOOGLE EARTH

La tasa así calculada para un solo período se puede estimar excesiva si se considera que excede con mucho la tendencia general de despoblamiento de los sectores rurales por migración a las ciudades

El sistema dispone de un sondaje de captación de aguas subterráneas de $D = 10''$ y 50 m de profundidad, con bomba a 40 m que entrega 8.2 l/s; se dispone de 15 l/s en derechos de explotación, por lo que la demanda futura requeriría solo recambio de bomba. El agua producida es entregada a dos estanques semienterrados con 25 m³ y 100 m³ de capacidad, los que surten la red de distribución de 4 km de extensión. Podrá ser diferido el aumento de capacidad de estanque en la medida que se verifiquen las demandas efectivas de suministro.

Respecto de sistema de alcantarillado, La Cuesta no tiene aún este servicio disponible.

III.- AGUAS LLUVIA.

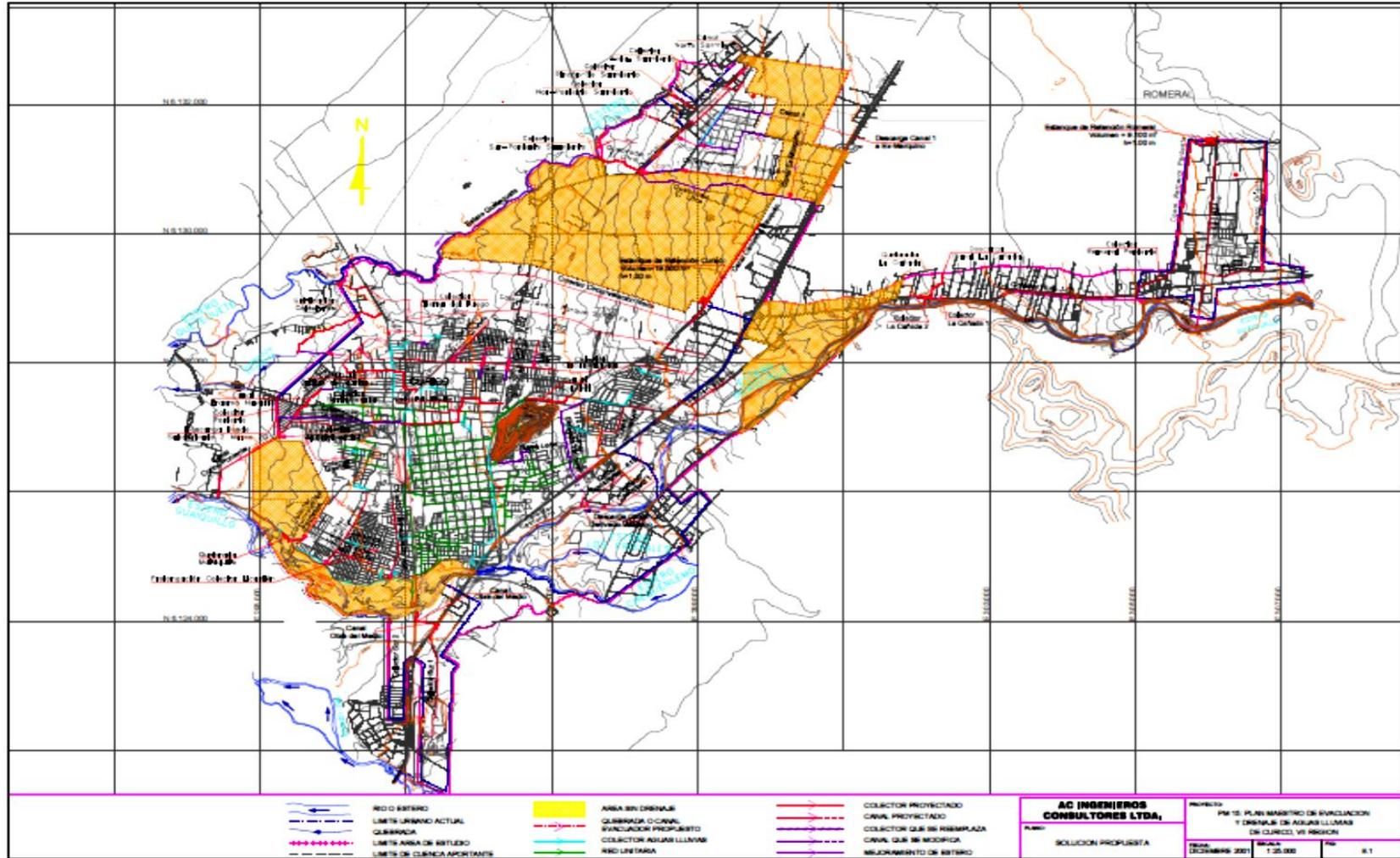
El que Curicó cuente con más de 50000 habitantes incidió en su inclusión del programa de Planes Maestros de Aguas Lluvia del MOP, y por tanto cuenta desde 2002 con el estudio Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Curicó – DOH-MOP, el que fue desarrollado por AC Ingenieros Consultores Ltda., al ser este documento relativamente reciente sus contenidos están plenamente vigentes, y su alcance de Diagnóstico excede con mucho lo que se requiere como base para la planificación territorial de este PRC. Atendida esta mayor profundidad del PMALL de Curicó, será apropiado referirse a ese documento detallado para soporte de la planificación urbana en desarrollo. Se señala como referencia los siguientes párrafos del PMALL relativos a sus conclusiones:

“Como parte del Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Curicó, se efectuó un diagnóstico tendiente a establecer la magnitud de los daños que se presentan en esta localidad como producto del anegamiento por acumulación de aguas lluvias. Los resultados obtenidos permitieron verificar la existencia de un total de 36 puntos críticos respecto del riesgo de anegamiento por aguas lluvias, afectando una superficie total dentro del área de estudio de 6,3 Há, de los cuales 4,6 Há corresponden a la ciudad de Curicó. Dicho valor representa el 0,5% de la superficie urbana actual de la ciudad de Curicó incluidos Romeral y Sarmiento.

La solución integral de los problemas de evacuación y drenaje de las aguas lluvias asociados tanto a las zonas conflictivas como a las futuras zonas incorporadas al área urbana de Curicó requieren la construcción de una red primaria de 68,7 km de longitud más 8 km de mejoramiento de cauces. La inversión requerida asciende a \$24.695 millones (equivalente a UF1.542.591) para una condición de diseño asociada a 2, 5 y 10 años de período de retorno.”

Se muestra en la página siguiente la Figura 8.1 del Plan Maestro de Aguas Lluvia de Curicó, que detalla el área de estudio sobre los territorios urbanos de la comuna y resume la configuración de las soluciones definidas para normalizar las condiciones de evacuación de los flujos y evitar anegamientos en las zonas habitadas; por cierto el análisis de ese Plan Maestro es exhaustivo y representa una fuente de información valiosa para el avance de este PRC.

Figura 11. Planificación para Aguas Lluvia en Curicó



Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvias-DOH/MOP/AC Ingenieros Consultores Ltda.

Nota: esta figura se presenta de modo referencial, y se entrega a escala original en archivo anexo, que permite su cabal interpretación y lectura.

IV.- FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS.

IV.1.1.- AGUA POTABLE.

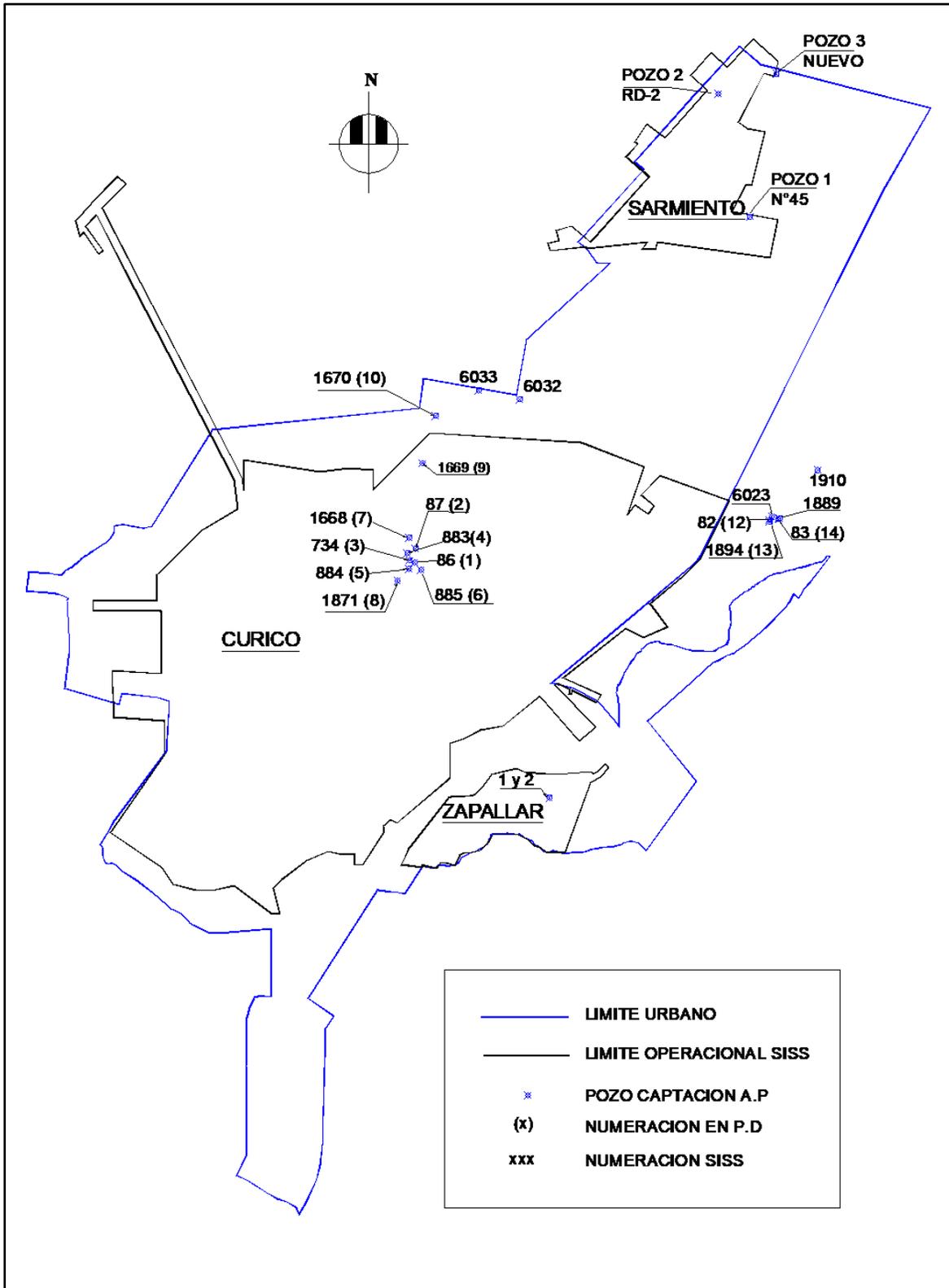
La factibilidad de una localidad urbana de tener servicio de agua potable está dada en primer término por contar con fuentes de suministro de agua potable que dispongan del respaldo hidrológico para satisfacer las demandas de producción de agua potable con 90 % de seguridad estadística y con sus respectivos derechos de aprovechamiento. Se complementa este requisito con la necesaria inclusión de un ente operativo con las competencias técnicas, administrativas y financieras para asegurar que el agua producida cumpla con los requisitos de calidad y continuidad de servicio acordes con las normas de servicio público, y que deberá costear su accionar con una tarifa que compense los gastos operativos y de inversión, más una rentabilidad al capital regulada por la ley sanitaria.

Las áreas urbanas disponen de dos sistemas de acceder a estos servicios de agua potable y alcantarillado: el establecimiento de concesiones sanitarias en conformidad con el decreto MOP 382 y con regulación por parte de la SISS, y la creación de servicios particulares que se establecen y rigen por las disposiciones del MINSAL a través de sus servicios regionales de Salud del Ambiente. Las localidades rurales tienen acceso al Programa de APR del MOP/DOH.

En la comuna de Curicó se cuenta con tres sistemas públicos de abastecimiento de agua potable concesionados a los requerimientos de la ley sanitaria, lo que en principio le imparte la plena seguridad de servicio por el imperio legal resguardado y fiscalizado por la SISS. Así la factibilidad del servicio de agua potable se puede entender garantizada mediante la regulación que exige la adecuación de la infraestructura productiva mediante periódicas actualizaciones quinquenales de los Planes de Desarrollo que analizan las tendencias de las demandas de servicio en un plazo de treinta años y comprometen la ejecución de las obras necesarias para cubrir los primeros cinco años de ese horizonte. La falta de cumplimiento de estas obligaciones hace recaer al concesionario en reconvenciones, multas pecuniarias, y eventualmente, en caso de reiteraciones, en la pérdida de la concesión y la ejecución de las garantías comprometidas. Solo pueden ser excepciones a estos cumplimientos efectos de fuerza mayor, imposibles de contrarrestar.

Se puede entender así que el mayor riesgo para el suministro de agua potable en Curicó son las amenazas potenciales que afecten la disponibilidad de agua en las fuentes de captación; típicamente esto se presenta en la disminución de caudales en los cauces naturales por efectos hidrológicos con sequías persistentes, o por catástrofes volcánicas que incidan en contaminación o alteración de los cauces superficiales. En Curicó estos riesgos son altamente improbables por la estrategia de tener captaciones subterráneas emplazadas en un acuífero generoso y cuyas profundidades las resguardan frente a descensos importantes de los niveles freáticos.

Figura 12. Captaciones subterráneas de agua potable en la comuna de Curicó.



Fuente: SISS y elaboración propia según PDs.

CURICO.

La ciudad dispone del servicio de agua potable y alcantarillado concesionado a NUEVOSUR S.A., con cobertura sobre 1667 Hás dentro del LU proyectado y 45.5 Hás fuera de ese LU, con solo 48.5 % del total urbano proyectado; reconoce tener alrededor de 8000 personas acogidas al Art 52 bis de la ley sanitaria, que en rigor deberían ser exclusivamente rurales. Atendidos los términos de la concesión vigente, la factibilidad de servicio de agua potable en las 1712 Hás urbanas y rurales del TO debe entenderse amparada mientras esa concesión perdure, bajo la supervisión de la SISS y el control quinquenal de su ajuste entre demanda y capacidad de la infraestructura de servicio. Para las 1862 Hás externas a esta concesión, de las cuales aproximadamente 250 Hás corresponden a otras concesiones, puede esperarse que tengan abastecimiento, en caso de requerirlo, mediante ampliaciones futuras de esta u otras concesiones existentes, o estableciendo nuevas concesiones, o bien mediante soluciones puntuales con establecimiento de servicios particulares.

El análisis del desarrollo poblacional de la ciudad de Curicó a partir de los censos INE desde 1982 a 2017 muestra un crecimiento promedio de 1959 habitantes por año; considerando que el censo de 2012 no ha sido validado, su omisión resultaría en que la tasa indicada se reduciría a solo 1670 habitantes por año.

Tabla 13. Evolución de población en Curicó

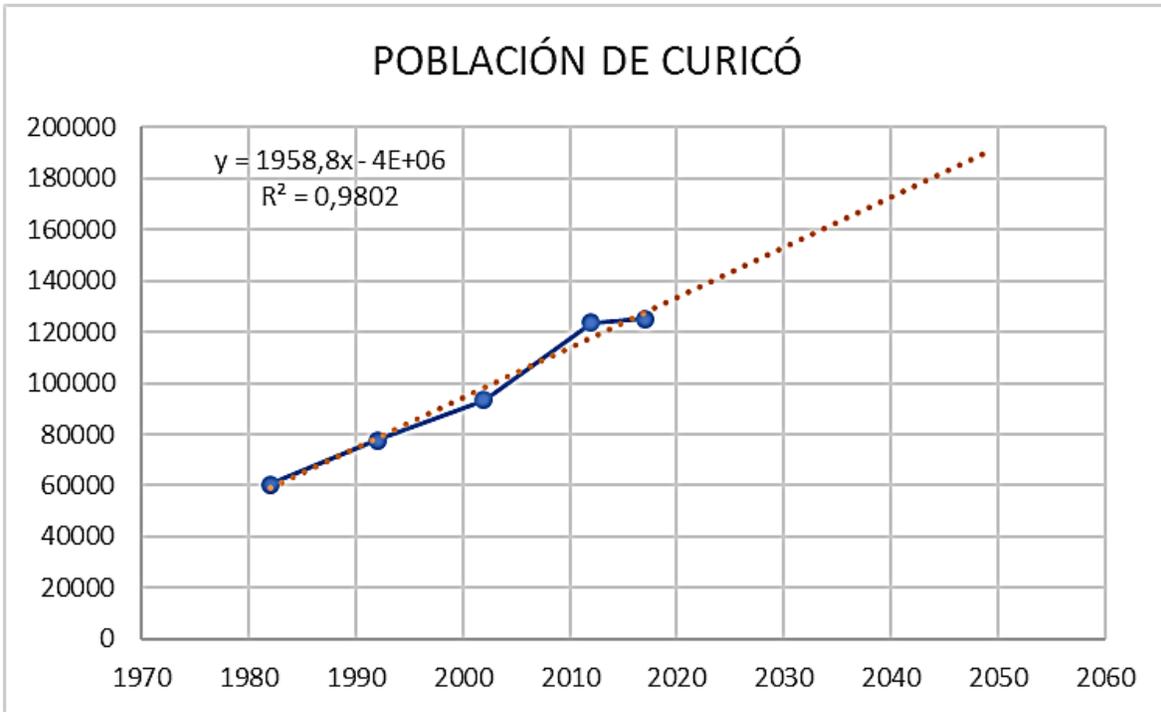
AÑO DE CENSO	POBLACIÓN DE CURICÓ	HTES/AÑO
1982	60550	
1992	77733	1718,3
2002	93447	1571,4
2012	123493	3004,6
2017	125275	356,4

Fuente: INE

La proyección lineal de los datos censales indica una población esperable en Curicó de 154863 habitantes en 2031, y 190121 para el año 2049; estas cifras señalan tendencias reducidas respecto de los 170015 habitantes tan solo en su TO previstos por NUEVOSUR para 2031; el ajuste lineal representa una tasa decreciente desde 1.60 % en 2017 a 1.05 % en 2049, promediando 1.33 % anual, y que se corresponde razonablemente con la tendencia urbana general de Chile.

La demanda total de producción esperable a 30 años por 190121 habitantes, derivable de las bases de demanda de NUEVOSUR para 2031 en su PD de 2018, vale decir una dotación de 185.2 l/hab/día, factor de día máximo 1.36, pérdidas de 47.15 %, y cobertura de 100%, alcanzaría a 1049 l/s, pero si se redujese el nivel de pérdidas a un razonable 20 %, bastaría con solo 692 l/s. Estas demandas son en todo caso con escaso efecto en la disponibilidad hídrica de la cuenca del río Mataquito, toda vez que alrededor del 80 % es restituido al ambiente a través de los sistemas de alcantarillado, y el 20 % restante corresponde en buena parte a regadío con recarga de las napas subterráneas.

Figura 12. Representación de datos censales y su proyección lineal.



Fuente: INE y elaboración propia

Las cifras de crecimiento esperable se contrastan con la cabida máxima que permite la población de saturación que se planifica en este proyecto de PRC en las diversas categorías de zonificación para uso residencial definidas, que representan 333032 habitantes sobre un área de 2389 Hás con uso habitacional; se desprende que incluso a largo plazo se contará con espacio disponible dentro del LU proyectado para albergar ampliamente cualquier urbanización en esos espacios.

SARMIENTO.

La Cooperativa Sarmiento Ltda. detenta la concesión de los servicios sanitarios de Sarmiento, y tiene aprobado por la SISS su PD para el período 2017-2032; comprende 188 Hás en su TO, lo que se representa en la figura en la página siguiente, se informa que servía a 10022 habitantes en 2016 y estima un bajo crecimiento poblacional para llegar a 11592 en 2031. Se aprecia ahí que se ha instalado grifos de incendio, coloreados en amarillo, sin cubrir todo el TO concesionado, lo que apunta a un potencial de expansión de las redes dentro del área de servicio. La información del INE en sus tres últimos censos oficiales para el distrito N°9, Sarmiento, muestra una tendencia lineal que apunta a 16187 habitantes en 2031 y 22876 habitantes en el año 2049. Se complementa esta concesión con 17.63 Hás concesionadas a Aguas del Centro, adosadas al sur con el TO de NUEVOSUR.

Figura 13. Territorio Operacional concesionado en Sarmiento.



Fuente: SISS.

Se analiza la estadística censal y su proyección lineal, más la proyección de la concesionaria;

Tabla 14. Información censal INE y proyección de crecimiento de Nuevosur.

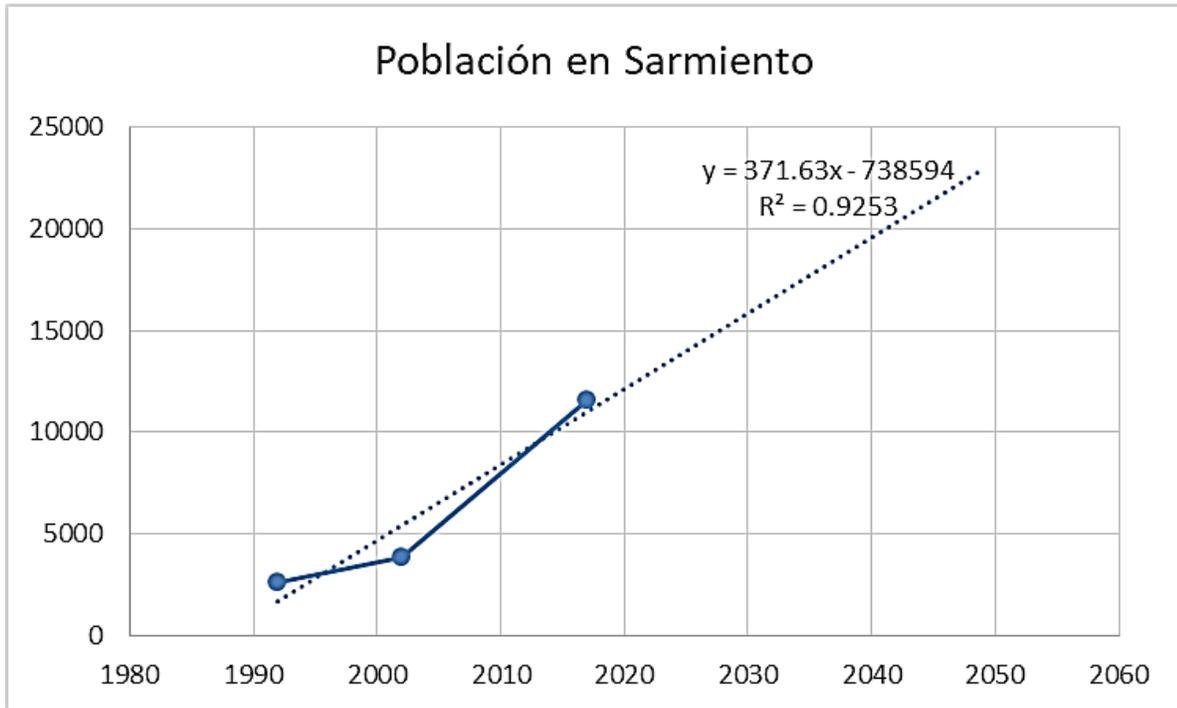
Año Censo	Población
1992	2610
2002	3888
2017	11596
2031	16187
2049	22876

Población y demandas de agua por Nuevosur

Año	2016	2021	2026	2031
Población	10022	10526	11045	11592
Dotación Consumo l/Hab/Día)	94.5	94.5	94.5	94.5
Q Máximo Diario /L/S)	20.39	21.42	22.47	23.59

Fuente; INE más PD Sarmiento.

Figura 14. Representación de datos censales y su proyección lineal.



Fuente; INE más elaboración propia.

La demanda de producción de agua potable esperada por la concesionaria en 2031 es de 23.6 l/s, y la demanda potencial en 2049 sería de 46.6 l/s; la disponibilidad de agua en las dos fuentes de captación de aguas subterráneas es de 132 l/s y se cuenta con 103.4 l/s en derechos, por lo que no hay restricción para cubrir cualquier incremento de consumo. Dada la supervisión de la SISS sobre la calidad de servicio concesionado, se tiene certeza sobre la factibilidad técnica de este sistema de agua potable en el largo plazo.

ZAPALLAR ALTO.

Con solo unas 106 Has de TO, esta concesión de reciente data se originó en 2017 con una población inicial de 107 habitantes, y con rápido crecimiento esperado: en 2020 ya tendría 1776 habitantes servidos, y proyecta llegar a 6824 en 2033, todo esto con 100% de cobertura de servicio. La demanda del día de máxima producción de agua potable pasaría así de 3.81 l/s inicial a 45.17 l/s al final del período en 2033. Dado que se tiene derechos para 49 l/s y capacidades de producción de 90 l/s en pozo 1 y 72.5 l/s en pozo 2, se dispone de amplio margen para surtir las demandas a todo evento. Las sucesivas actualizaciones de su PD podrán dar cuenta de la gradualidad efectiva que se tenga en el avance de la ocupación urbana en este territorio. No se prevé dificultad en que el servicio de alcantarillado siga estrechamente cualquier necesidad de desarrollo complementario al agua potable.

La figura siguiente muestra el área concesionada sombreada en celeste, incluyendo la posición de los grifos de incendio con puntos amarillos, y el emplazamiento del sistema de tratamiento y disposición de las aguas servidas, marcado en color ocre en su extremo sur poniente,

Figura 15. Territorio Operacional de Zapallar Alto.

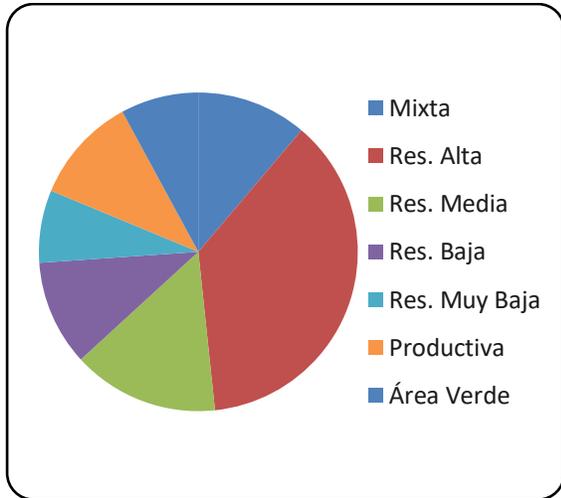


Fuente: SISS.

LA OBRA.

Se proyecta en este PRC una moderada ampliación del LU de esta localidad, llegando a 140.34 Hás totales y de las cuales 129.25 Hás son asignadas para uso habitacional; al aplicar los diversos factores asumidos de ocupación efectiva de esos espacio físicos, se llega a 73.1 Hás disponibles, las que ponderadas por las cabidas máximas definidas permite estimar la población de saturación en La Obra: 8347 habitantes. La proyección lineal de crecimiento estima que para 2047 la población sería de 6702 habitantes, lo que dista de la saturación y deja un margen de alrededor de 12 años para ello. Considerando una demanda de consumo de 150 l/hab/día, un 20 % de factor de demanda para el día de máximo consumo, y un 5% de pérdida entre producción y consumo, y la operación de 18 horas/día, se requeriría una capacidad de producción de 19.6 l/s. El sondaje existente tiene una capacidad de producción probada de 20 l/s, suficiente para hacer factible la disponibilidad de agua potable en el largo plazo. La buena administración del Comité de APR debería asegurar el poder contar con un segundo sondaje de respaldo de capacidad similar al existente, como se requiere para los servicios urbanos, y un estanque de regulación adicional de 75 m³.

La necesidad de asegurar presiones en red no inferiores a 15 m.c.a. podría requerir contar con estaciones presurizadoras. Se concluye que la factibilidad técnica de disponer del servicio de agua potable en La Obra está asegurada para el futuro previsible.



Fuente: este PRC.

CABIDA DE SATURACION AJUSTADA A OCUPACION ESPERADA					
SIGLA	DENSIDAD MÁX	OCUPACION	AREA (Há)	%	SATURACION
Área Verde	0	0	11.09	8%	0
Mixta	120	0.70	15.71	11%	1320
Res. Alta	150	0.70	52.12	37%	5473
Res. Media	90	0.50	20.85	15%	939
Res. Baja	60	0.40	15.03	11%	361
Res. Muy Baja	50	0.30	10.33	7%	156
Productiva	16	0.40	15.20	11%	98
			140.34	100%	8347

LOS NICHES.

Se ha proyectado para Los Niches un Área Urbana que comprende 225.2 Hás, de las cuales 207.8 tienen uso residencial en distintos grados de ocupación, lo que redonda en una estimación de disponibilidad efectiva para uso habitacional de solo 140.29 Hás; la red en servicio se extiende fuera del LU. La población de saturación en esa área apunta a 21327 habitantes. La tendencia lineal de aumento de población señala que a 30 años puede esperarse una ocupación del orden de 15846 habitantes, con una tasa anual de 1.82 %, y distante con un margen de 19 años para alcanzar la saturación. La demanda de producción de agua potable en los términos usuales ya definidos con anterioridad en cuanto a dotación, factor de día de máximo consumo y pérdidas, señala que entonces se requerirá disponer de 46.3 l/s.

El hecho de que se incluya edificación de 3 y 4 pisos en las áreas residenciales implica que el servicio de agua potable ha de readecuarse en su infraestructura a los estándares de servicios urbanos de la norma NCh 691, incorporando sondaje de respaldo para la producción con al menos 80 % de la demanda máxima, estanques de regulación cuya cota de aguas asegure presiones de servicio no inferiores a 15 m.c.a. en toda la red y la capacidad de portear los flujos de incendio.

Dado que en la actualidad se ha tenido dificultades de parte de la administración para cubrir las demandas del crecimiento, la factibilidad pasa por una readecuación importante en la capacidad de generar las condiciones de servicio indicadas, para lo cual se entiende que no hay restricciones técnicas para disponer de los derechos de agua y nuevas captaciones para su explotación, toda vez que la ocupación de suelo agrícola con viviendas necesariamente libera disponibilidades de agua de riego en cantidades similares. En consecuencia, no habiendo dificultad técnica para ese logro, deberá abordarse el reforzamiento institucional, financiero y administrativo para que alcanzar los objetivos de que este sector urbano sea efectivamente un suburbio complementario para la vecina ciudad de Curicó. La reciente ley 20998 de servicios sanitarios rurales podrá impulsar estos cambios sin tener que recurrir necesariamente al establecimiento de servicio concesionado según la ley sanitaria, DFL/MOP 382.



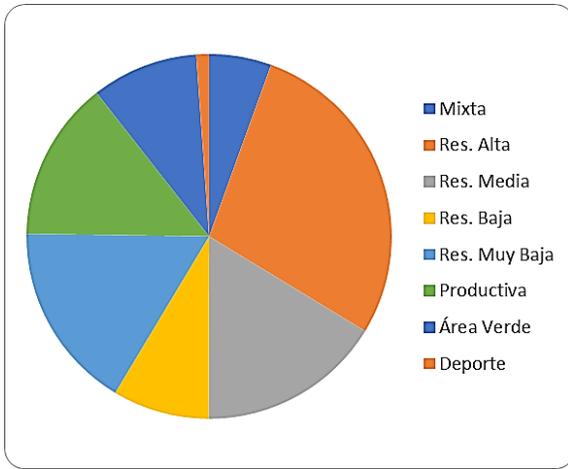
Fuente: este PRC.

CORDILLERILLA.

Para Cordillerilla se establece una ampliación significativa del Área Urbana a 166.2 Há, de las cuales 148.5 corresponden a uso habitacional; aplicadas las asignaciones de ocupación esperada y las densidades máximas habitacionales dadas, se presenta un total de 78.9 Há con ocupación en viviendas, y una expectativa de población de saturación de 7019 habitantes, que es más del doble de la población señalada para 2017, de 2896 habitantes.

La proyección lineal de la tendencia de crecimiento indica un aumento fijo del orden de 69 habitantes por año, apuntando a llegar a unos 4966 habitantes en 30 años, lo que deja un margen de 17 años para alcanzar la saturación indicada. Esta tendencia media de crecimiento sería entonces 1.39 % anual, considera baja, y que deja margen a tendencias superiores.

La demanda esperable a 30 años es de 14.5 l/s para el día de máximo consumo, y con la capacidad actual de producción de 29 l/s la factibilidad técnica de contar con los recursos hídricos necesarios está garantizada. No obstante, la planificación establece para el área urbana el edificar con 3 y 4 pisos de altura, llegando a 10.5 metros; esto implica que para cumplir con el requisito de tener, a lo menos, 15 m.c.a. de presión en la red, habrá de verificarse esta condición para los extremos de red más distantes de los estanques, y así también la capacidad de porteo de los caudales de combate de incendio de 16 l/s; la capacidad actual de 150 m³ de estanques de acumulación será sobrepasada si se aplican las normas de servicio urbano de NCh 691, tanto por el volumen de estanque necesario para incendio, como por las presiones necesarias en red. Técnicamente hay soluciones para eventuales carencias en estos aspectos: reubicación de nuevos estanques para operar en contrapunta, y con los volúmenes adicionales necesarios, o estaciones presurizadoras intercaladas en la red. De igual modo, ha de disponerse de sondaje de reserva de a lo menos 80 % de la capacidad del sondaje más productivo en servicio. Se concluye que, técnicamente, no hay obstáculos relevantes para que Cordillerilla disponga de servicio de agua potable acorde a las normas nacionales para lo urbano.



Fuente: este PRC

CABIDA DE SATURACION AJUSTADA A OCUPACION ESPERADA					
DENOMINACIÓN	DENSIDAD MÁX	OCUPACION	AREA (Há)	%	SATURACION
Área Verde	0	0.00	15.7	9.4 %	0
Deporte	0	0.00	1.9	1.1 %	0
Mixta	90	0.70	9.2	5.5 %	577
Res. Alta	120	0.70	46.8	28.2 %	3930
Res. Media	100	0.60	27.2	16.4 %	1630
Res. Baja	70	0.40	14.2	8.5 %	398
Res. Muy Baja	40	0.30	27.6	16.6 %	332
Productiva	16	0.40	23.6	14.2 %	152
			166.0	100.0 %	7019

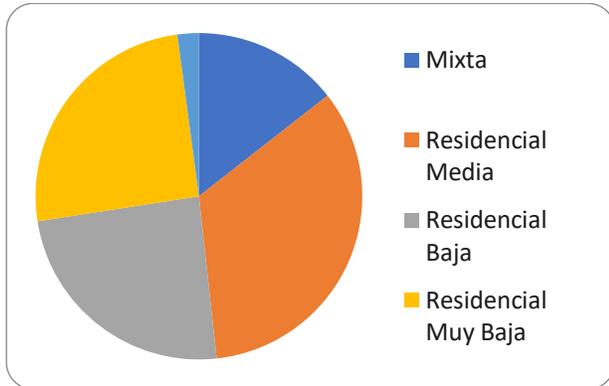
BAJO LA CUESTA.

La localidad tuvo instalación de servicio de APR en 2004, por lo que el crecimiento inicial de conexiones y población servida resultó explosivo, y ha hecho necesario ajustar una curva de regresión lineal que incluye la falta de conexiones en ese año; se asume así un crecimiento medio de 76.2 habitantes por año, lo que apunta a alcanzar a 3276 personas abastecidas en 30 años, con una tasa moderada de crecimiento del 2.32 % anual para entonces.

La planificación de este PRC, excluyendo Áreas Verdes, ha establecido regulaciones de uso de suelo urbano en 41.19 Hás de La Cuesta, y con densidades habitacionales máximas reducidas en los sectores urbanos con uso residenciales; aplicando los criterios porcentuales de ocupación esperada a los cuatro sectores habitables y sus respectivas densidades máximas, se obtiene que el área habitable se reduce a 40.32 Hás, la capacidad de saturación es de solo 1053 habitantes, y esta saturación podría ocurrir entre 2019 y 2020. Puede pensarse que habrá de proceder una revisión de estos criterios en el futuro, si efectivamente se mantiene la tendencia de poblamiento a tasa elevada.

En todo caso, si en 30 años se llegase a tener demandas de agua de 3276 habitantes, su consumo de día máximo sería de 9.6 l/s con 18 horas de operación de bomba, lo que está cubierto por la capacidad actual del equipo de bombeo que entrega 8.2 l/s continuos, y dispone de 15 l/s de derechos de explotación. Así, no se aprecia limitación técnica de recurso hídrico para tener la producción necesaria en el largo plazo, aunque la norma urbana NCh 691 podrá requerir contar con un pozo adicional de respaldo. Donde se requerirá planificar y desarrollar los cambios necesarios es en el sistema de distribución, pues se ha establecido que los sectores habitacionales podrán llegar a 10.5 m de altura de edificación, con estructuras de 2 y de 3 pisos. La actual cota del emplazamiento de los estanques de regulación puede ser insuficiente para asegurar la presión de 15 m.c.a. que indica NCh 691 para localidades urbanas, y también el volumen de estanque disponible es escaso respecto del volumen de norma para combate de incendio de 2 horas de duración, 115 m³, más reserva. De igual modo ha de proveerse la

capacidad de la red de distribución para el caudal de 16 l/s para incendio, y la provisión de grifos de incendio.



Fuente: este PRC.

CABIDA DE SATURACION AJUSTADA A OCUPACION ESPERADA

SIGLA	DENSIDAD MÁXIMA	OCUPACION	AREA (Há)	PORCENTAJE	SATURACION-HTES
MIXTA	50	0.80	5.94	20%	238
RES MEDIA	50	0.70	13.94	41%	488
RES BAJA	40	0.50	10.00	21%	201
RES MUY BAJA	30	0.40	10.44	18%	126
			40.32	100%	1053

IV.2 ALCANTARILLADO.

CURICÓ.

La etapa de recolección de aguas servidas cuenta con redes de alcantarillado en un territorio concesionado que, conforme a la ley sanitaria, es coincidente con el de las redes de agua potable, y por tanto la factibilidad técnica de la cobertura de agua potable necesariamente ha de importar la de alcantarillado.

Estado actual de PTAS de Curicó con descarga a estero Huaiquillo.



Fuente: Google Earth. Coordenadas: Sur 6126181 Este 291224

Una diferencia relevante es que el relieve local en Curicó y su extensión hacen necesario el empleo de plantas elevadoras de aguas servidas, cinco propias del TO más dos requeridas para dar servicio a sectores acogidos al Art. 52 bis. Las soluciones con elevación mecánica conllevan un grado de complejidad técnica tanto por la necesidad de una prolija operación que asegure la continuidad de servicio en alto grado, y las implicancias ambientales severas en caso de fallas.

La supervisión de la SISS sobre el avance del cumplimiento de los planes de desarrollo y las obras que se comprometen para cada quinquenio debe garantizar la suficiencia técnica de estos elementos críticos para un buen servicio, en particular la reposición de equipos de elevación al cabo de su vida útil; de hecho, el PD vigente incluyó la necesaria ampliación de 5 l/s en 2019 de la planta elevadora Valles de Santa Fe.

En cuanto a la etapa de tratamiento y disposición final, se ha incluido en el programa de obras la ampliación de la capacidad de la planta de lodos activados para el año 2021, lo que se tenía ya previsto en el diseño original; en efecto, la figura siguiente muestra que reservó el espacio necesario para las nuevas unidades de tratamiento por construir

SARMIENTO.

La figura siguiente muestra que la localidad cuenta las dos plantas de tratamiento de aguas servidas en Sarmiento, ambas operando con lodos activados, y correspondientes a las dos

distintas concesiones sanitarias en ejercicio; la buena cobertura alcanzada y, al igual que en Curicó, la injerencia de la SISS en su supervisión asegura la prestación del servicio y por tanto la factibilidad técnica de mantenerla a través de los sucesivos Planes de Desarrollo y su cumplimiento. Se destaca que la única obra comprometida ha sido la ampliación de capacidad en 5 l/s de la PTAS de Sarmiento, en la imagen a la izquierda, en el año 2018.

2 PTAS en Sarmiento.

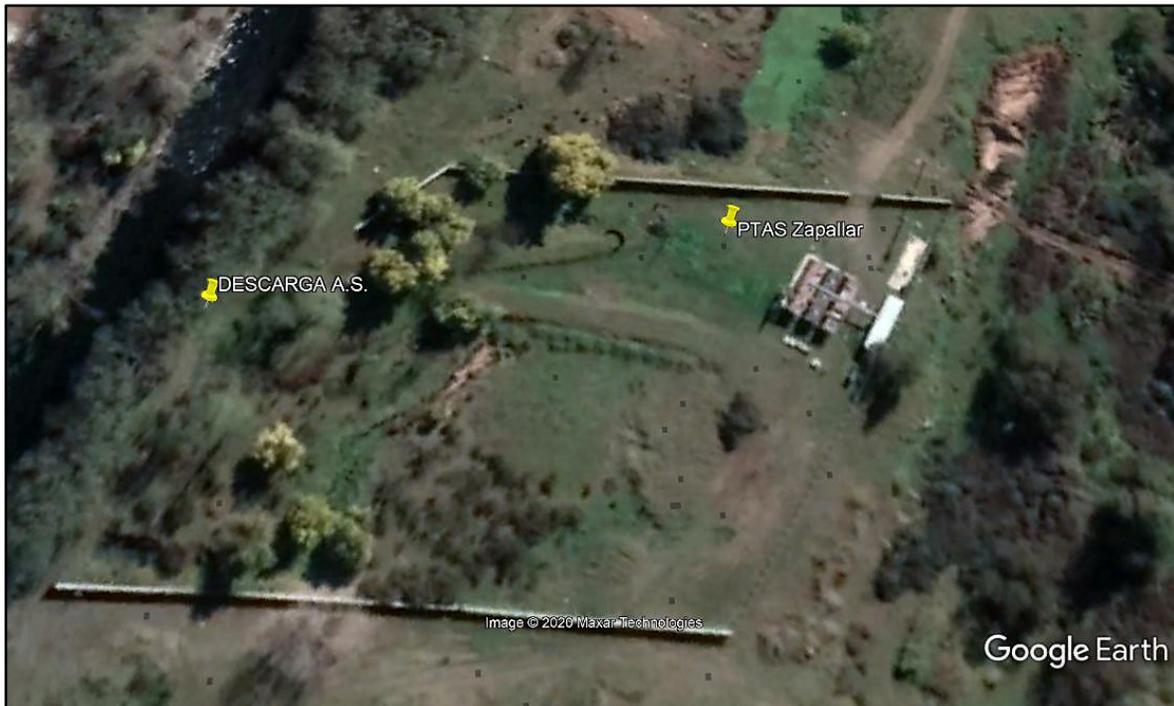


Fuente: GOOGLE EARTH. Coordenadas: Sur 6130817 Este 298672 /// S 6131003 E 297720

ZAPALLAR ALTO.

El incipiente servicio de alcantarillado cubre con la red de recolección existente solamente el sector norte del TO, y cuenta con un amplio recinto para sus instalaciones de tratamiento y disposición de las aguas servidas; las futuras actualizaciones quinquenales del PD habrán de dar cuenta del desarrollo futuro en función del avance efectivo de la urbanización, para lo cual no se avizoran inconvenientes.

PTAS ZAPALLAR ALTO.



Fuente: GOOGLE EARTH y PD.

LA OBRA

Se tiene aquí una alta tasa de conexiones de alcantarillado, del 98 % respecto de las conexiones de agua potable, lo que permite asumir que podrá mantenerse esta alta cobertura a futuro frente al crecimiento muy moderado del LU planificado; se dispone ya de dos plantas elevadoras de aguas servidas que permiten una alta cobertura espacial, y la planta de tratamiento con lodos activados estaría al término de su vida útil proyectada, que consideró un diseño para 2340 habitantes servidos. La estimación de población a 30 años indica unos 6700 habitantes, por lo que cabe esperar a corto plazo una ampliación que duplique la capacidad actual y con cobertura temporal por otros 20 años. Si bien técnicamente no habría dificultad en aumentar la capacidad de elevación de las plantas ni en diseñar la nueva planta de tratamiento, ha de considerarse la disponibilidad de terreno en el recinto de la planta en servicio, y hacer la tramitación de permisos ambientales para ello, con la debida premura.

. PTAS de La Obra, frente a recinto de estanques de AP.



Fuente: GOOGLE EARTH. Coordenadas: Sur 6121970 Este 297497

LOS NICHES

El servicio de alcantarillado dispone de dos plantas de tratamiento, con cobertura a la población Santa Elena la más antigua, con 280 conexiones. Y al sector Prudencio Lozano la más reciente, con 1300 conexiones en servicio, y que fue objeto de mejoramiento en 2014. Se aprecia que en el plazo de 30 años será necesario contar con nuevas capacidades de tratamiento, idealmente en recintos más distantes de las áreas pobladas que las actuales plantas, ubicadas en el extremo nor poniente del LU proyectado, y preferentemente distantes del LU.

Las aguas tratadas son descargadas a sistemas de riego, por lo que el efecto sobre la disponibilidad hídrica global es positivo, y no se aprecia dificultad técnica para que en mediano y largo plazo pueda abordarse un nuevo esquema de tratamiento y disposición de las aguas servidas, el que podría liberar terrenos para uso urbano y resolver una situación ambiental delicada para el entorno inmediato.

2 PTAS en Los Niches.



Coordenadas: Sur 6118479 Este 301842 Sur 6118565 Este 302027

Fuente: GOOGLE EARTH.

CORDILLERILLA

Esta localidad tiene sistema de alcantarillado con una red que tiene 426 UD conectadas, que respecto de los 724 arranques domiciliarios de agua potable actuales representan solo 59 % de cobertura; La planta de tratamiento tiene una capacidad nominal para 500 UD, y se ubica en el extremo norte del LU proyectado, que crece desde 93 a 166 Hás, y que le define uso productivo, distante de zonas residenciales. El Comité de APR informa de 60 solicitudes de factibilidad pendientes, y de un número importante de poblaciones en proyecto. La factibilidad técnica de llegar a alrededor de 5000 habitantes en 30 años no tiene dificultad para ampliaciones de la red de colectores, gracias al relieve favorable, pero pasa necesariamente por sucesivas ampliaciones de la planta de tratamiento, hoy en el límite de sus capacidades, lo que dependerá de tener los terrenos necesarios para ello, idealmente adyacentes a la planta existente, y para lo que no habría impedimento técnico; habrá de resolverse adecuadamente la obtención de los permisos ambientales respectivos.

. PTAS en Sarmiento: Vista local y vista aérea.



Coordenadas: Sur 6111973 Este 304310 Fuente: GOOGLE EARTH

BAJO LA CUESTA.

El poblado carece de servicio de alcantarillado, y la factibilidad de contar con esto está técnicamente vigente, toda vez que su relieve natural favorece trazados de red gravitacionales en las 71.5 Hás del LU planificado; puede observarse que esta planificación ha reservado 0.87 Hás dentro de este LU para infraestructura sanitaria, lo que si bien técnicamente podría destinarse a planta de tratamiento, esto requeriría un muy elevado estándar ambiental al estar inserta en un entorno residencial, y bien puede considerarse alternativas más beneficiosas fuera de ese LU, y evitando la necesidad de planta elevadora de aguas servidas desde el sector bajo próximo al río, de menor cota que el área propuesta.

Recinto para PTAS planificado en Bajo La Cuesta.



Coordenadas: Sur 6105047 Este 306686

V.- CONCLUSIÓN.

Dada la condición de que las localidades urbanas de Curicó (incluido el suburbio de Zapallar Alto) y Sarmiento disponen de servicios sanitarios concesionados según la ley sanitaria sobre la mayor parte de sus áreas de uso habitacional, se desprende que se tiene factibilidad técnica de esos servicios para su eventual desarrollo en el largo plazo, ajustando en forma escalonada en el tiempo las capacidades de sus sistemas en operación en función de los incrementos futuros de demanda que se puedan verificar; la falta de cumplimiento de estos mejoramientos acarrea sanciones pecuniarias importantes al concesionario, y la pérdida de la concesión con ejecución de garantías pecuniarias importantes en caso de reincidencias.

Para los sectores urbanos de la comuna de Curicó excluidos de los tres territorios concesionados y las localidades que no están sometidas a concesiones sanitarias, las responsabilidades de soportar los servicios de agua potable y alcantarillado recaen en los administradores de servicios particulares supervisados por MINSAL; la condición de nuevas urbanizaciones en terrenos urbanos no pertenecientes a los territorios operacionales concesionados presenta también las alternativas administrativas y técnicas de recurrir a solicitudes de extensión de esos TO existentes

En las localidades que cuentan con Comités de Agua Potable Rural será esencial la aplicación de la ley 20998 de servicios sanitarios rurales, en la medida que el apoyo estatal a través de DOH/MOP se haga cargo de los crecimientos importantes de las demandas esperadas y aborde las soluciones de alcantarillado.

Técnicamente no se presentan dificultades substanciales para estos cumplimientos, dada la muy buena disponibilidad de agua subterránea en el valle y la existencia de terrenos aptos para cualquier ampliación de la infraestructura de servicio. Debe resaltarse que ante la amenaza del cambio climático sobre las disponibilidades de agua, las demandas para agua potable no debiesen ser afectadas en forma significativa, toda vez que su cuantía se estima, dependiendo de consideraciones locales, entre 5 y 10 % sobre la demanda global, y más aún esta huella hídrica es minimizada al restituir al ambiente alrededor del 80 % de estos caudales como aguas servidas tratadas, o infiltradas a napas subterráneas, o reusadas directamente; en resumen, su impacto no es mayor que el 2 %. Ha de precaverse, en todo caso, del riesgo de soluciones de trasvase de sus cuencas propias a cuencas vecinas, como es el caso del canal Teno – Chimbarongo, que ya resta recursos superficiales a la hoya hidrográfica que abastece a Curicó, pero que por ahora no amenaza los recursos subterráneos.



FERNANDO HIDALGO T.

Ingeniero Civil Hidráulico U de Chile