



El presente documento forma parte del expediente que obtuvo Toma de Razón de la Contraloría General de la República, Región del Maule con fecha 27.03.2026 relativo a la Resolución Afecta N° 60 de fecha 13.08.2025 del Gobierno Regional del Maule.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

PLAN REGULADOR COMUNAL DE RAUCO  
DICIEMBRE 2021

Una firma manuscrita en tinta negra que parece decir 'F. Hidalgo'.

FERNANDO HIDALGO  
INGENIERO CIVIL

**INDICE**

1	OBJETIVO Y ANTECEDENTES.....	3
2	Coberturas de Agua Potable Urbana y Rural.....	3
2.1	SERVICIO URBANO DE AGUA POTABLE DE RAUCO. ....	3
2.2	PRODUCCIÓN. ....	5
2.3	DISTRIBUCIÓN.....	5
2.4	SERVICIO AGUA POTABLE RURAL EN RAUCO.....	9
3	Coberturas de Alcantarillado Urbano y Rural.....	11
3.1	SERVICIO URBANO DE ALCANTARILLADO DE RAUCO.....	11
3.2	SERVICIO RURAL DE ALCANTARILLADO DE QUICHARCO - EL PLUMERO.....	13
4	Tendencias de Evolución de la Población.....	14
4.1	POBLACIÓN COMUNAL 4 ÚLTIMOS CENSOS. ....	14
4.2	POBLACIÓN EN LOCALIDADES POBLADAS, 4 ÚLTIMOS CENSOS.....	14
4.3	POBLACIÓN EN ÁREA DE CONCESIÓN DE NUEVOSUR EN RAUCO. ....	15
5	Diagnóstico.....	17
5.1	INFRAESTRUCTURA SANITARIA.....	17
6	FACTIBILIDAD DE SERVICIOS SANITARIOS CON PROPUESTA DE PRC.....	18
6.1	ALCANCE.....	18
6.2	BASES DE CÁLCULO. ....	18
6.3	DEMANDAS DE SERVICIOS.....	19
6.4	SISTEMAS DE AGUA POTABLE. ....	19
6.5	SISTEMAS DE ALCANTARILLADO. ....	24
7	recursos hídricos.....	26

## **1 OBJETIVO Y ANTECEDENTES.**

El presente documento tiene por objetivo analizar los posibles efectos de la planificación urbana que ahora se propone sobre la condición actual de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario en las localidades de Rauco y Quicharco-El Plumero, en la comuna de Rauco, región del Maule, a fin de considerar estos efectos sobre su desempeño con diferentes alternativas del Estudio de Plan Regulador Comunal (PRC) de Rauco. Para esto se ha revisado la información disponible sobre los servicios sanitarios existentes y sobre tendencias de crecimiento poblacional, con énfasis en las capacidades de la infraestructura ya disponible, la planificada, y la que pueda ser deficitaria.

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

Propuesta de trabajo del Consultor para PRC de Rauco.

Etapas de Diagnóstico PRC de Rauco-Factibilidad Sanitaria. Agosto 2019

Estudio Tarifario 2016 – 2021 Empresa Nuevosur S.A. SISS.

Plan de Desarrollo de Rauco 2012-2027 (PD)– NUEVOSUR S.A. Marzo 2014

Plan de Desarrollo de Rauco 2016-2031 (PD)– NUEVOSUR S.A. Marzo 2018

Cronograma Base 2018 del PD (Actualización PD).

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).

GOOGLE EARTH.

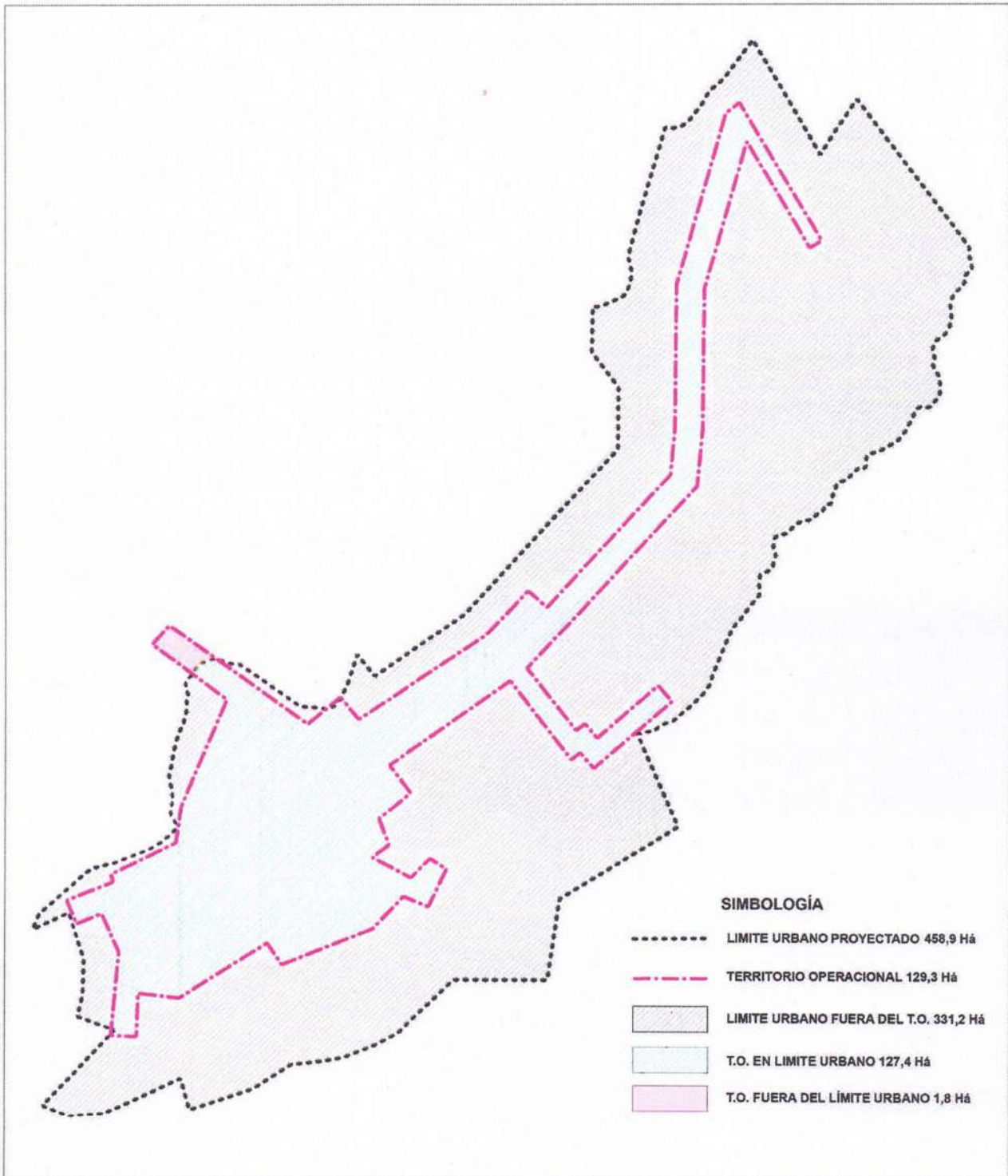
ORD MINVU 617 de 12 de octubre de 2010.

## **2 COBERTURAS DE AGUA POTABLE URBANA Y RURAL**

### **2.1 SERVICIO URBANO DE AGUA POTABLE DE RAUCO.**

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 los estándares de servicio público, particularmente de calidad del agua potable según NCh 691, y de calidad de servicio acorde con NCh 691, más los de alcantarillado conforme a NCh 1105, entre otros, lo que es fiscalizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS. Así, ha de actualizarse a lo menos quinquenalmente su Plan de Desarrollo (PD), o en cada oportunidad en que se tenga modificaciones sustantivas de su estructura, confrontando sus capacidades de infraestructura con las proyecciones de demandas para los siguientes quince años y comprometer la ejecución de las obras que subsanen eventuales déficit para los primeros cinco años. El área de concesión, que se muestra en la página siguiente, comprende 129.3 Hás con cobertura espacial a una fracción menor del total del área poblada, esto calculado a partir del cuadro de coordenadas del PD vigente. Se complementa así este servicio con habitantes no regulados servidos fuera de la concesión conforme al Art. 52 bis de la ley sanitaria. Las figuras en páginas siguientes resumen la configuración actual del sistema global de agua potable en un esquema operativo de producción y distribución, tal como figuran en el Plan de Desarrollo vigente de NUEVOSUR S.A.

**FIGURA N°1.** Relación del Territorio Operacional de Rauco y Límite Urbano Projectado.



Fuente: SISS y este proyecto.

## 2.2 PRODUCCIÓN.

De acuerdo con lo establecido en ese PD para 2012 a 2027 y confirmado por la SISS en 2014, Rauco cuenta actualmente con tres sondajes de captación de agua subterránea, los que tienen amplio respaldo hidrogeológico en los rellenos del acuífero somero de los ríos Teno y Lontué, y de los esteros Rauco y Seco en el entorno, y con derechos de extracción para sostener su producción actual y eventuales aumentos:

**Tabla 1. Fuentes de Agua Potable de Rauco**

SONDAJE	PROFUNDIDAD	NIVEL ESTÁTICO	NIVEL DINÁMICO	Q OPERACION	Q DERECHOS	Q DISEÑO
N°	(m)	(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1798	40	2.5	4.2	15.0	0	60.0
1896	40	2.6	3.7	22.0	15.0	55.0
1920	35	3.1	4.3	27.0	15.0	25.0

Fuente: PD Rauco, NUEVOSUR, SISS

Los sondajes, inmediatos a los estanques, muestran una alta capacidad de producción, con caudales específicos de 6.7 l/s/m de depresión en sondaje 1798 y 9.4 l/s/m en el 1896, lo que muestra una buena disponibilidad para aumentos de caudal con la profundidad de 35 y 40 m de las captaciones. Esto es importante pues la normativa requiere que se haya de contar con una fuente de reserva para interrupciones de funcionamiento de una de ellas, con el requisito de asegurar a lo menos el 80% de la demanda durante la eventualidad. Es apropiada, en consecuencia, la puesta en servicio y regularización de derechos del sondaje nuevo 1920. Así, con solo dos pozos de los actualmente operando en servicio, la capacidad eventual sería de  $32/0.8=40.0$  l/s ante eventualidades. Los tres sondajes impulsan su producción a los estanques adyacentes en el mismo recinto captaciones, donde también se adiciona cloración y fluoruración al agua producida, con capacidad para 38 l/s. Un grupo electrógeno de 40 KVA supe energía de respaldo ante fallas de suministro.

## 2.3 DISTRIBUCIÓN

La producción de estas captaciones es descargada en los 2 estanques de regulación elevados de 300 y 100 m<sup>3</sup>, y este último se lo tenía previsto en el PD de 2012-2027 para ser construido en 2015, pero las imágenes de GOOGLE EARTH muestran solo la existencia de un estanque tipo APR de 100 m<sup>3</sup> hasta 2011, el que luego desaparece para volver a figurar en octubre de 2013 y hasta la última imagen en julio de 2019; no obstante la SISS validó en 2018 la planificación para 2017 y 2018 de un estanque de 300 m<sup>3</sup>, que aún no está construido.

**Tabla 2. Características de los Estanques de Agua Potable de Rauco**

ESTANQUE	TIPO	VOLUMEN	COTA DE RADIER	COTA AGUA MÁXIMA
RAUCO 1	ELEVADO- H. ARMADO	300 M3	224.2	230.4
RAUCO 2	ELEVADO – ACERO/APR	100 M3	213.8	217.0
RAUCO FUTURO (2019)	ELEVADO - H.ARMADO	300 M3	¿?	¿?

Fuente: PD Rauco, NUEVOSUR, SISS

**FIGURAS N°2 y 3. Estanques de Regulación – Rauco**



Fuente: Vuelo Aero fotogramétrico 2018



Fuente: GOOGLE EARTH

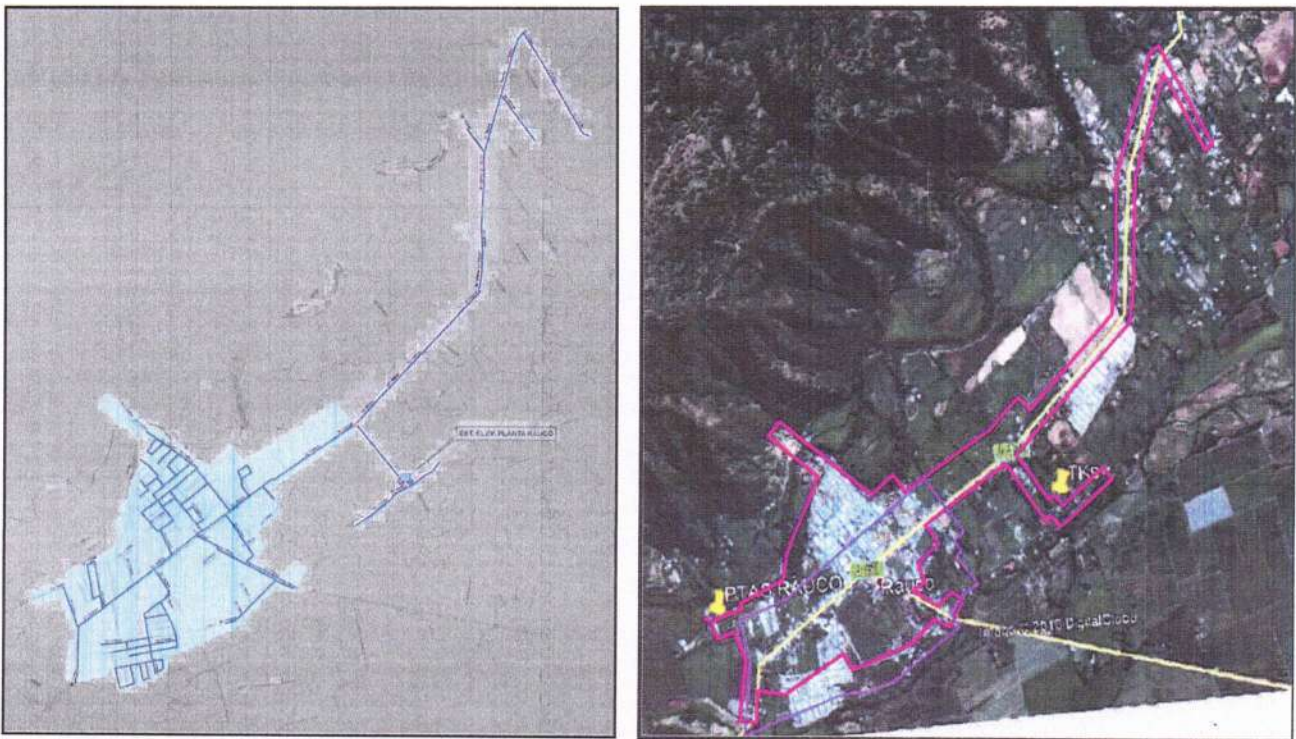


**Tabla 3.** Características de la red de Agua Potable de Rauco

MATERIAL	CEMENTO/ASBESTO	PVC	ACERO	HDPE	OTRO	TOTAL
LONGITUD TOTAL (m)	2692.6	15412.1	130.6	5595.8	15.4	23846.5
% DEL TOTAL	11%	65%	1%	23%	0%	100%
LONGITUD d=75 mm	1014.3	2087.3	130.6			3232.2
% DEL TOTAL	4.3%	8.8%	0.5%	0.0%	0.0%	13.6%

Fuente: PD Rauco, NUEVOSUR

La red de distribución de Rauco informada en el PD de 2018 con 23847 m muestra una baja proporción, 4.3% de cañerías de asbesto cemento, y un 13.6% de diámetro 75 mm, cuyo empleo se limita solo a pasajes y en casos particulares, lo que puede limitar la capacidad de servicio para nuevas extensiones.

**Figuras 5 y 6.** Extensión y cobertura del Sistema de Agua Potable de Rauco.

Fuente: PD Rauco, NUEVOSUR y elaboración propia en base a imagen GOOGLE EARTH

La comparación entre la traza de la red existente (figura izquierda) y la traza del territorio operacional (figura derecha) permite apreciar que hay amplias áreas pobladas excluidas de la concesión, y extensiones de red en igual condición. Esta red contaba con 1467 arranques domiciliarios en 2014, y un promedio de 14 m de red por arranque, lo que se ha reducido a 1322 según PD de 2018, con 18 m de red/arranque. Las presiones en la red analizadas están en conformidad con la norma NCh 691, y no se requiere reforzamientos, solo reposiciones. La escasa tendencia de crecimiento asumida por la concesionaria refuerza esta conclusión.

## 2.4 SERVICIO AGUA POTABLE RURAL EN RAUCO.

Según se informa por la DOH, la comuna cuenta con cinco sistemas de APR: El Plumero, La Palmilla, Majadilla, Palquibudi, Quilpoco y El Valle; de estos, El Plumero, asociado con el sector de Quicharco, tiene interés para este estudio por su potencialidad para devenir en centro urbano, y cuya evolución se resume en la Tabla N° 8, en datos referidos a 2007, 2010 y 2018 reportados por la DOH y complementados por el Comité de APR para la condición actual. Estas localidades figuran en censos del INE con 817 habitantes en 1982 y con 959 en 2002.

**Tabla 4.** Evolución de población y arranques e infraestructura de Agua Potable de Quicharco.

Nombre	Año puesta en marcha	N° Arranques 2007	Población estimada 2007	N° Arranques 2010	Población estimada 2010	N° Arranques 2018	Población estimada 2018	Q de Producción	Estanques 3 unidades	Longitud de Red
									M3	(M)
El Plumero	1988	482	955	492	1575	972	4002	32 l/s	190	25000

Fuente: DOH/MOP y Comité APR

Los derechos de agua en captaciones están regularizados por la DGA en 2006 a nombre del respectivo Comité de APR, con 16.66 l/s permanentes y continuos, en las coordenadas 6137034 Norte y 292950 Este.

El gran aumento de población ocurrido entre 2007 y 2010 ya hizo necesario un proyecto de mejoramiento, iniciado en 2013, cuando se contaba con solo 505 arranques, los que gracias a ese proyecto a 2018 ya suman 972 conexiones y con servicio a 4002 habitantes; sin embargo, la administración da cuenta de alrededor de 500 solicitudes de nuevos arranques, lo que por cierto ha de requerir reforzar la capacidad de producción más distribución, y sus respectivos derechos de aprovechamiento. Dado que solo 192 viviendas disponen de alcantarillado público, debe esperarse que, en la eventualidad de que materialice un sistema de alcantarillado general, las demandas de consumo puedan de ser aún mayores.

**Figuras 7 y 8. 2 Recintos de estanques de APR.**



Fuente: Google Earth.

### 3 COBERTURAS DE ALCANTARILLADO URBANO Y RURAL

#### 3.1 SERVICIO URBANO DE ALCANTARILLADO DE RAUCO.

En conformidad con las disposiciones de la ley sanitaria, el área de servicio de recolección del sistema concesionado de alcantarillado es coincidente con la del sistema de distribución de agua potable. Este sistema de alcantarillado de Rauco cuenta con el esquema detallado en la figura siguiente, que comprende colectores con un margen de inclusión de 0.54 l/s de aguas de lluvia, más un margen de 4.0 l/s de infiltración de aguas freáticas hacia las redes propias en el TO, así como también las redes anexas de las extensiones de servicio según Art 52 bis. El sistema opera con una red principal de recolección gravitacional al que tributa un sub sector menor que requiere de Planta Elevadora de Aguas Servidas (PEAP): Maicillo, con capacidad para impulsar 12 l/s y descargar a esa red principal. El total recolectado es tratado en la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) posterior a 2013, la que opera mediante lodos activados; el caudal ya tratado es descargado gravitacionalmente al estero Comalle inmediato; su reporte a la SISS de cumplimiento es de 100% de efectividad respecto del DS 90-Tabla 1 durante todo los años 2017, 2018 y hasta junio de 2019, última información disponible.

Los niveles de cobertura de este servicio de alcantarillado son reportados en 87.8% en 2018 con 1453 UD, proyectando alcanzar a 88.0% en 2020 y mantener esa cobertura hasta 2027, gracias a la adopción por el PD de tasa nula de crecimiento de población en ese período. Es apropiado contrastar esas cifras con lo que indica el Censo de 2017, con 5861 habitantes en Rauco como localidad, que indica un crecimiento vegetativo de 2.83% anual entre 2002 y 2017. Es relevante la existencia de 272 clientes (UD) acogidos al Art 52 bis, excluidos del área de concesión, y por tanto no regulados. La red es casi exclusivamente de PVC, por lo que la alta infiltración de aguas subterráneas puede ser originada en cámaras de inspección y uniones domiciliarias.

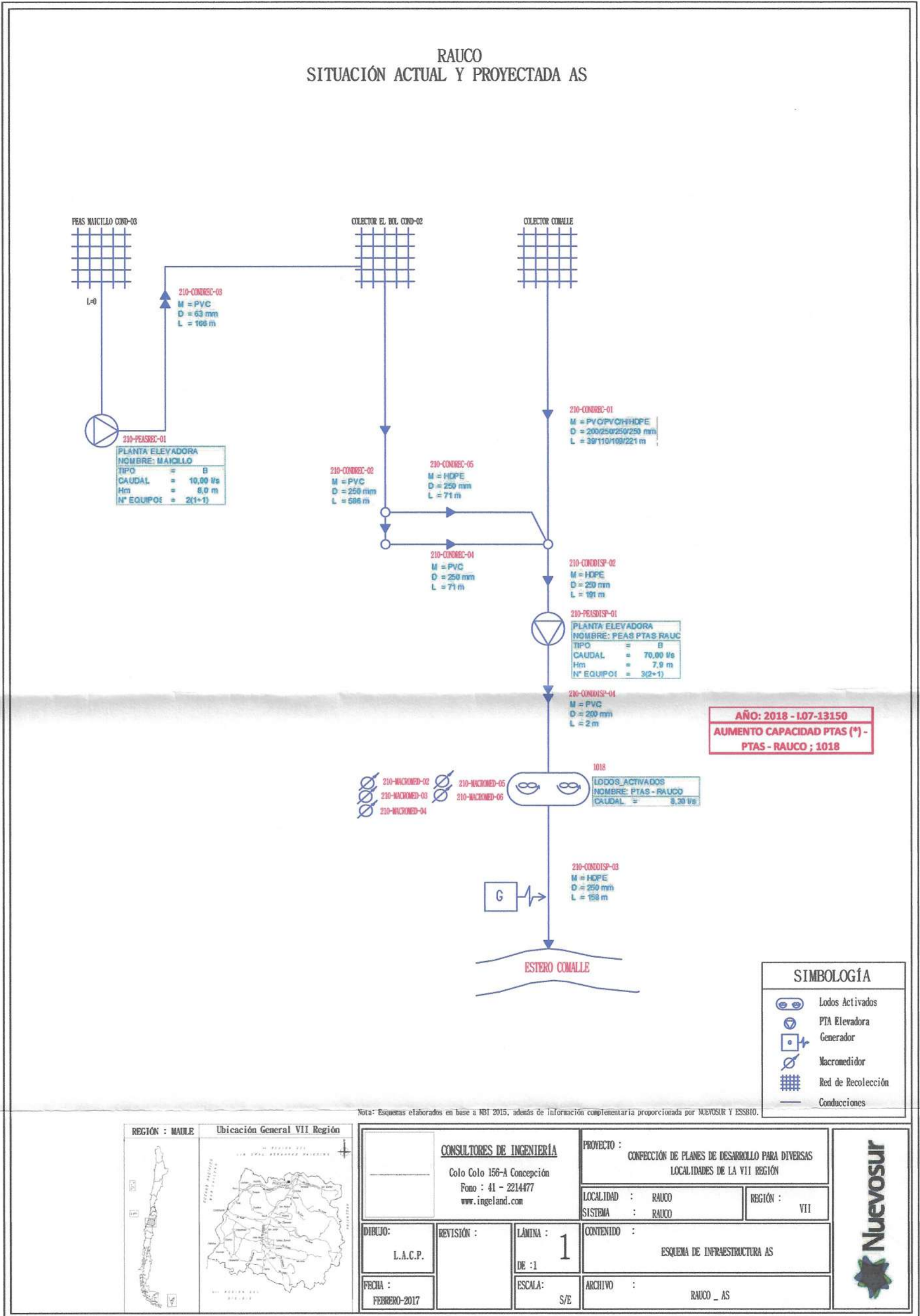
**Tabla 5.** Características de la red de Alcantarillado de Rauco

MATERIAL	PVC	HORMIGON	HDPE	TOTAL
LONGITUD (m)	17179	206	138	17523
%	98.0%	1.2%	0.8%	100.0%

Fuente: Plan de Desarrollo NUEVOSUR.

Se puede concluir que este sistema de alcantarillado opera satisfactoriamente, con áreas incluidas en el TO pero sin servicio todavía, resguardando en forma apropiada un entorno sensible, con capacidades marginales disponibles y suficientes para soportar eventuales mayores cargas de servicio provenientes de mayor ocupación de suelo en los terrenos no desarrollados al interior del TO, e incluso posibles avances de ese TO sobre mayores extensiones disponibles en el límite urbano actual o sus futuras modificaciones, incorporando los sectores hoy amparados en el Art. 52 bis.

Figura 9. Esquema del Sistema de Alcantarillado de Rauco.



Fuente: Plan de Desarrollo NUEVOSUR..

**Figura 10.** Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Rauco y descarga a estero Comalle.



Fuente: Elaboración propia en base a vuelo Aero fotogramétrico del estudio año 2018

### 3.2 SERVICIO RURAL DE ALCANTARILLADO DE QUICHARCO - EL PLUMERO.

El servicio de APR de esta localidad está complementado con una solución particular de alcantarillado para 192 viviendas de la Población Comalle en el sector Quicharco. La información de la División de Desarrollo Regional del Ministerio del Interior indica que este sistema incluye tratamiento mediante fosa séptica, fue construido con financiamiento del SERVIU en 1995, con una previsión de vida útil de 10 años y para servir a 576 habitantes.

La población efectiva servida era de 850 habitantes, y el reporte fechado en 2012 señala que el sistema había colapsado, y resultaba de urgencia su reemplazo, idealmente con extensión al total de la localidad de Quicharco-El Plumero. Esta carencia es relevante para un mayor desarrollo urbano, pues la alta presencia de la napa subterránea dificulta la adecuada operación de soluciones individuales, las que además se dificultan para infiltrar al subsuelo en predios de superficies reducidas.

La promulgación en febrero de 2017 de la ley 20998 de Servicios Sanitarios Rurales complementa las atribuciones de la DOH respecto de agua potable, incorporando soluciones de alcantarillado público. Esta ley, aún sin contar con su reglamentación, apunta a resolver el problema de muchos sistemas de APR que, tras su puesta en servicio, han experimentado crecimientos elevados en su población, generando dificultades de manejo de las aguas residuales. En frecuentes casos se ha recurrido a soluciones particulares con aportes municipales, FNDR, y otros, pero con resultados a menudo inadecuados, con el resultado de costosas inversiones inoperantes. Las causas de fallas se encuentran en la falta de capacidades técnicas para operar y mantener adecuadamente sistemas complejos. Sin embargo, hay casos de administraciones de sistemas de APR que han sido exitosas al hacerse cargo de soluciones de alcantarillado.

## 4 TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN.

### 4.1 POBLACIÓN COMUNAL 4 ÚLTIMOS CENSOS.

Se cuenta con información del INE para los censos de 1992, 2002, 2012 (no oficializada) y 2017; a partir de estos datos se ajusta una curva de crecimiento exponencial a 30 años, aplicando la tasa geométrica verificada entre 2012 y 2017, que fue de 1.2% anual; puede esperarse que tienda a ser marginalmente decreciente hacia 2048.

**Tabla 6** Evolución y proyección de la población

AÑO	P.COMUNA	AÑO	P.COMUNA
1992	7822	2025	11532
2002	8566	2030	12239
2012	9731	2035	12990
2017	10484	2040	13787
2017	10484	2045	14633
2020	10865	2048	15165



Fuente: Elaboración propia.

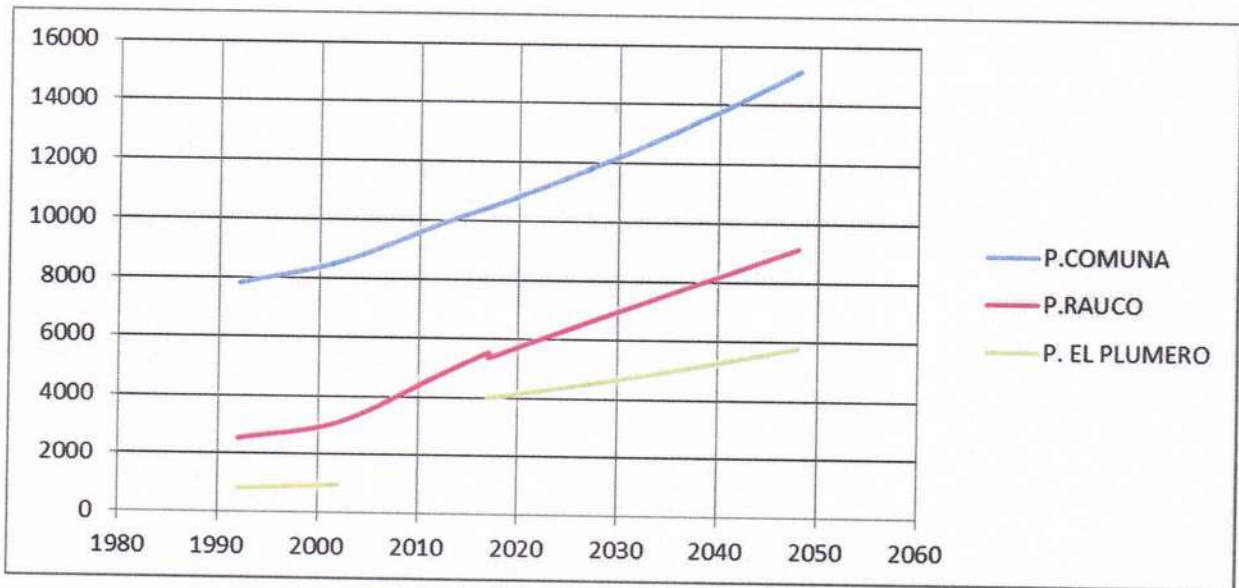
### 4.2 POBLACIÓN EN LOCALIDADES POBLADAS, 4 ÚLTIMOS CENSOS.

Se dispone de información censal desglosada para los cuatro censos en la localidad cabecera de la comuna, Rauco, y solo para 1992 y 2002 para El Plumero y Quicharco. En el caso de Rauco se observa que un ajuste lineal y un ajuste exponencial son prácticamente coincidentes, por lo que se adopta la versión lineal para proyectar una tendencia a 30 años. En el caso de Quicharco-El Plumero la falta de detalle de nivel local para los dos últimos censos impide tener una correlación apropiada, a lo que se agrega el dato aportado de la población servida por el Comité de APR de El Plumero que señala 4002 habitantes en 2018; en este caso se proyecta a 30 años con la tasa geométrica verificada entre 1992 y 2002, 1.62% anual con la base de 4002 habitantes de 2018. El resultado se muestra en la tabla siguiente, más su representación gráfica con inclusión de la tendencia para la comuna.

**Tabla 7** Evolución y proyección localidades.

AÑO	P.COMUNA	P.RAUCO	P. EL PLUMERO
1992	7822	2545	817
2002	8566	3114	959
2012	9878	4749	
2017	10484	5536	
2020	10865	5736	4130

AÑO	P.COMUNA	P.RAUCO	P. EL PLUMERO
2030	12239	6964	4560
2035	12990	7578	4779
2040	13787	8193	4999
2045	14633	8807	5221
2048	15165	9175	5356



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3 POBLACIÓN EN ÁREA DE CONCESIÓN DE NUEVOSUR EN RAUCO.

La empresa concesionaria hizo su análisis de proyección de población y demanda con los datos de su estadística de evolución del número de conexiones de servicio; su resultado se reproduce en su Cuadro 3.1 del PD: Se destaca que se asumió tasa nula de crecimiento para 2016, seguida de tasas moderadamente crecientes entre 1.5% y 1.7% hasta 2031; es destacable la disminución desde 590 habitantes servidos fuera del TO gracias al Art. 52 bis en 2012 hasta 470 actualmente, y supuestos fijos en todo el período. Esta proyección, si bien debe entenderse asociada solo al área concesionada y su extensión no regulada, difiere notablemente del bajo crecimiento asumido en la versión anterior del PD, y se ajusta tanto a los datos censales de 2017 como a la información del Comité de APR, tanto en Rauco como en el área rural.

CUADRO N° 3.1 en PD  
Proyección de Población Adoptada

Año	Población	Clientes	Tasa de Crecimiento (%)		Densidad Habitantes	Clientes 52 Bis	Población 52 Bis
	Hab.	N°	Población	Clientes	hab/vivienda	N°	N°
2016	5454	2010	0.0%	0.0%	2.71	470	1275
2017	5546	2047	1.7%	1.8%	2.71	470	1274
2018	5637	2083	1.6%	1.7%	2.71	470	1272
2019	5725	2119	1.5%	1.7%	2.70	470	1270
2020	5812	2154	1.5%	1.6%	2.70	470	1268
2021	5900	2189	1.5%	1.6%	2.69	470	1266
2022	5989	2226	1.5%	1.6%	2.69	470	1265
2023	6081	2263	1.5%	1.7%	2.69	470	1263
2024	6175	2302	1.5%	1.7%	2.68	470	1261
2025	6270	2341	1.5%	1.7%	2.68	470	1259
2026	6368	2380	1.5%	1.7%	2.68	470	1257
2027	6468	2421	1.5%	1.7%	2.67	470	1256
2028	6570	2463	1.6%	1.7%	2.67	470	1254
2029	6685	2506	1.7%	1.7%	2.67	470	1254
2030	6791	2549	1.6%	1.7%	2.66	470	1252
2031	6898	2593	1.5%	1.7%	2.66	470	1250

Fuente: Plan de Desarrollo NUEVOSUR.

Se destaca que se asumió tasa negativa y nula de crecimiento para 2012, 2013 y 2014, seguidas de tasas moderadamente crecientes hasta 2020, para continuar con crecimiento nulo hasta 2027; es destacable la presencia de 590 habitantes servidos fuera del TO gracias al Art. 52 bis, supuestos fijos en todo el período. Esta proyección, si bien debe entenderse asociada solo al área concesionada y su extensión no regulada, difiere notablemente del crecimiento sostenido que se puede derivar de los datos censales e información del Comité de APR, tanto en Rauco como en el área rural, como se analiza en la Tabla 7 precedente.

## 5 DIAGNÓSTICO.

### 5.1 INFRAESTRUCTURA SANITARIA.

Los sistemas de agua potable y alcantarillado urbano concesionado en Rauco se benefician del amparo de la ley sanitaria, que impone a la concesionaria la obligación de entregar servicio a sus clientes regulados conforma a exigencias de normas de buena calidad de servicio, revisando esta condición cada cinco años en sucesivas actualizaciones de sus Planes de Desarrollo, lo que ha de ser monitoreado por la SISS; no aplica esta supervisión a los 470 habitantes acogidos al Art. 52 bis. Este beneficio es aplicable sólo al TO concesionado, que cubre un 27.8% del área comprendida en el nuevo Límite Urbano que aquí se establece, y donde se espera un moderado crecimiento medio de 96 habitantes por año y tendiendo a 7000 como límite hacia 2031 según la empresa concesionaria; en consecuencia, puede esperarse un bajo crecimiento en el 73.7% de las áreas urbanas hoy externas al TO. Puede entenderse que esto aplicaría a los 470 habitantes hoy servidos desde la concesión mediante el Art. 52bis de la ley sanitaria, y que deberá abordarse la provisión de servicios para algo más de 2000 nuevos residentes urbanos en ese sector para los próximos 30 años. La factibilidad de contar con estos servicios de agua potable y alcantarillado tiene las siguientes opciones:

- Gestionar la expansión del TO ya concesionado en Rauco, intercediendo ante la empresa respectiva.
- Solicitar los interesados una nueva concesión sanitaria a la SISS en el área de utilidad.
- Desarrollar sistemas de agua potable y alcantarillado particular según las disposiciones de la autoridad de salud regional.

Debe tenerse presente que el Art. 52bis es aplicable a localidades rurales, por lo que quienes pasen a integrarse al interior del nuevo LU no podrían acogerse a esa situación excepcional de servicio no regulado. En cada caso, la factibilidad de constituir los servicios sanitarios habrá de cumplir las exigencias de la ley sanitaria para servicios concesionados (tener los recursos hídricos en fuentes de agua, presentar el Plan de Desarrollo aplicable, y tener los respaldos técnicos, financieros y administrativos establecidos), y los requerimientos similares de la SEREMI de Salud regional para los servicios particulares.

En el caso del APR de Quicharco-El Plumero, se verifica una importante tendencia al crecimiento de la demanda, hasta ahora bien resuelta por la administración respectiva, pero que está aparejada con un agravamiento ambiental derivado de la falta de servicio integral de alcantarillado; se puede esperar que, una vez entre en aplicación el Reglamento de la reciente ley 20998, esta deficiencia podrá ser abordada con el concurso de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la DOH/MOP. Ha de tenerse presente que, mientras esto no ocurra, esta carencia puede limitar eventuales expansiones urbanas en esta área.

Ha de señalarse que si bien las localidades rurales que devienen en urbanas pueden aspirar a concesiones de servicios sanitarios, la recomendación es que esto sea aplicado cuando se cuenta con 500 o más arranques de agua potable, y la práctica señala que las altas exigencias técnicas, administrativas y financieras de la normativa de servicio público suelen ser inabordables para entes aislados; en estas condiciones sería más abordable propender a soluciones conjuntas de localidades próximas, con beneficios por economías de escala.

## 6 FACTIBILIDAD DE SERVICIOS SANITARIOS CON PROPUESTA DE PRC.

### 6.1 ALCANCE.

La propuesta de este estudio de PRC de Rauco define los espacios urbanos con aptitudes habitacionales designados **Z1, Z2, Z3, ZE1 Y ZE2**, y ha postulado un escenario para la evolución probable del número de habitantes de Rauco y Quicharco hacia el año 2038, complementado con alternativas que maximizan y minimizan esta evolución:

**Tabla 8** Evolución y proyección de población en localidades.

ESCENARIOS	CENSO 2002	CENSO 2017	TENDENCIAL 2038	CONTRASTE 1 (-) 2038	CONTRASTE 2(+) 2038
Población Comunal	8.566	10.484	13.912	12.688	15.247
Población Rauco	3.856	5.861	10.533	8.762	12.641
Población Quicharco	959	1.100	1.333	1.540	1.152

Fuente: Elaboración propia con base en datos INE.

Corresponde evaluar los efectos de esos incrementos de población en ambas localidades sobre la disponibilidad de servicios sanitarios detallada en el diagnóstico precedente, y ponderar la factibilidad técnica y administrativa de contar con infraestructura que pueda ser requerida en caso de presentarse insuficiencias de capacidad o cobertura de los sistemas actualmente en servicio.

### 6.2 BASES DE CÁLCULO.

La demanda de agua potable y de servicio de alcantarillado en Rauco se establece a partir de lo reportado por la concesionaria Nuevosur en el PD vigente, y se asume que se tendrán estos valores para Quicharco:

**Tabla 9** Parámetros para cálculos de demanda de servicios sanitarios.

Dotación de consumo:	155 l/hab. /día.
Factor de agua no contabilizada:	39.10%
Dotación de producción:	215 l/hab/día
Horas de bombeo por día en sondajes	18
Factor de día de máximo consumo:	1.49
Cobertura de servicio de agua potable:	100%
Cobertura de servicio de alcantarillado:	93.40%
Factor de recuperación de alcantarillado:	0.8
Caudal de infiltración de lluvia:	0.54 l/s
Caudal de infiltración desde la napa:	4.0 l/s

Fuente: Plan de Desarrollo NUEVOSUR.

Se ha de señalar que el factor de pérdidas de 39.1% es excesivo, y técnicamente no debería exceder de 20%, pero se mantendrá este valor como factor de seguridad adicional para los efectos de este estudio.

### 6.3 DEMANDAS DE SERVICIOS

A partir de los parámetros adoptados se estiman los caudales que han de soportar los sistemas de agua y alcantarillado hacia el año 2038, derivados a partir de los tres escenarios considerados en la Tabla 7.

**Tabla 10** Proyección de demandas de servicios sanitarios en 2038.

DEMANDAS AGUA POTABLE: Q MAXIMO DIARIO EN 2038 (l/s)			
ESCENARIOS	TENDENCIAL 2038	CONTRASTE 1	CONTRASTE 2
Población Rauco	36.3	30.2	43.6
Población Quicharco	4.6	5.3	4.0
PRODUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS: Q MEDIO EN 2038 (l/s)			
ESCENARIOS	TENDENCIAL 2038	CONTRASTE 1	CONTRASTE 2
Población Rauco	18.7	16.3	21.5
Población Quicharco	6.3	6.6	6.1

Fuente: Elaboración propia

### 6.4 SISTEMAS DE AGUA POTABLE.

**Localidad de Rauco.** Se ha de distinguir las demandas potenciales entre el sector urbano de uso habitacional con servicio actualmente concesionado a Nuevosur, y las del sector excluido de esa concesión, teniendo en cuenta las diferentes densidades habitacionales máximas propuestas en las distintas zonas asignadas para uso habitacional y su distribución según densidades habitacionales propuestas:

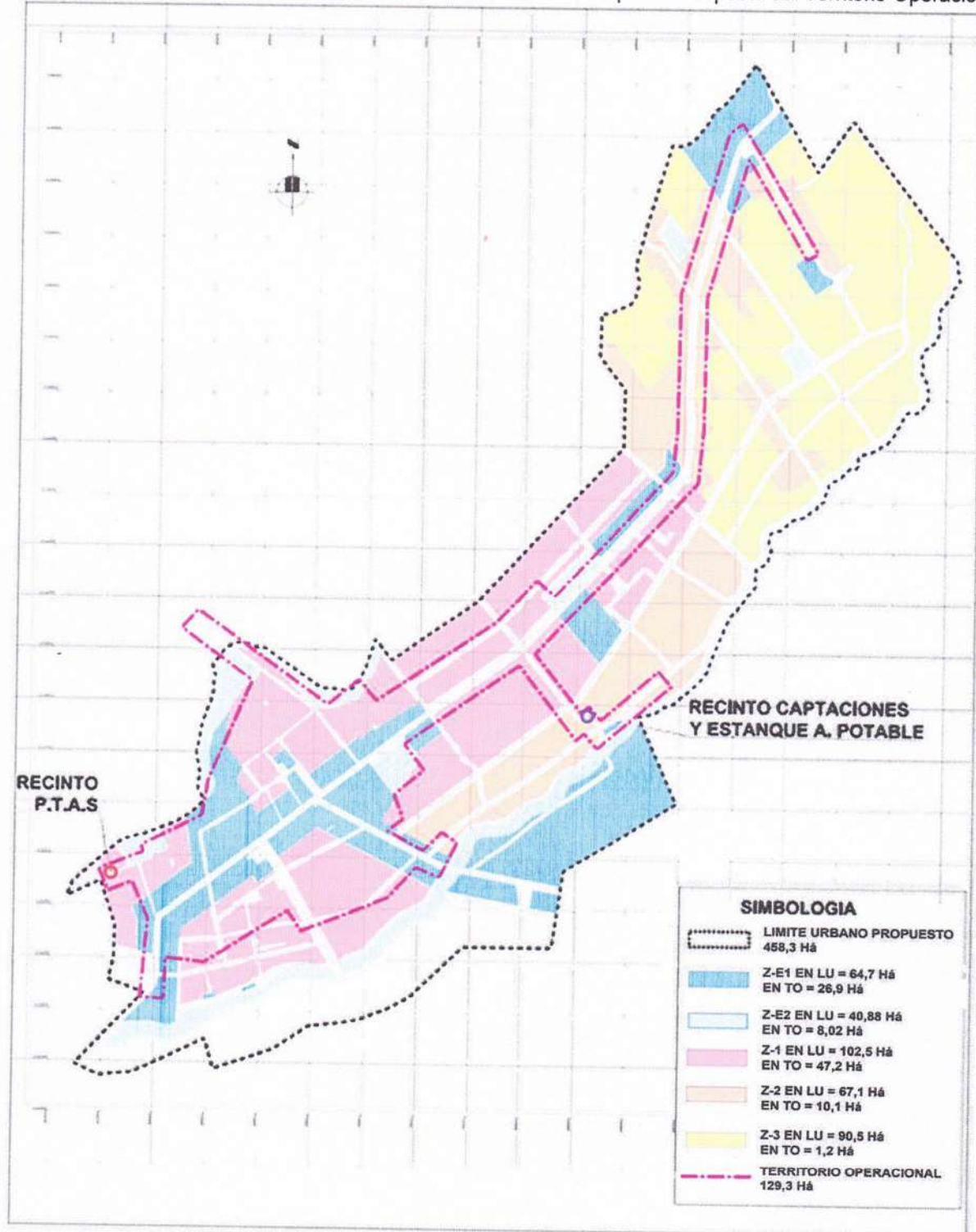
**Tabla 11** Distribución de población de saturación en zonas de uso residencial: Rauco

ZONA USO	DENSIDAD	TOTAL EN LU	TOTAL EN TO	SATURACION	SATURACION
RESIDENCIAL	HAB/Há máx.	Hás	Hás	HTES EN LU	HTES EN TO
ZE1	120	64.7	26.9	7764	3228
ZE2	20	40,8	8,0	816	160
Z1	120	102.5	47.2	12300	5664
Z2	80	67.1	10.1	5368	808
Z3	40	90.5	1.2	3620	48
TOTALES		365.6	93.4	29868	9908

Fuente: elaboración propia

La disponibilidad de suelos habitables está ampliamente relacionada con áreas fuera de la concesión sanitaria, pero al estar excluidas de la concesión actual tienen la restricción de la carencia de servicios sanitarios públicos, lo que va en desmedro de su ocupación. La proyección tendencial a 2038 de 10533 habitantes requeriría un 36% de las 324.8 Hás disponibles, pero concentraría la mayor demanda de servicios sanitarios.

Figura 11. Distribución de Zonas Habitables en Límite Urbano Propuesto respecto del Territorio Operacional.



Fuente: este proyecto y PD Nuevosur.

La demanda potencial total de Rauco hacia 2038 con 36.3 l/s es asignada proporcionalmente a sus componentes de población distribuida dentro y fuera del TO, con 26 l/s a ser proporcionados por Nuevosur según los términos de concesión, y 10.4 l/s que habrán de ser aportados por los distintos desarrolladores de esas áreas; los dos escenarios alternativos considerados en esta planificación territorial apuntan a que en caso de ser priorizado el desarrollo en CONTRASTE 1, de bajo crecimiento poblacional y radicado mayormente en el TO, con requerimiento de 31.2 l/s para Nuevosur y sin nuevas demandas fuera de ese TO; la variante CONTRASTE 2, con mayor desarrollo poblacional que el tendencial y radicado preferentemente fuera del TO, rebaja las demandas para Nuevosur a 21.6 l/s, y a para las nuevas fuentes implica aportar 22 l/s para sus urbanizaciones.

**Tabla 12** Demandas de producción de agua potable: Q Máximo Diario en 2038 (l/s)

ESCENARIOS	TENDENCIAL 2038	CONTRASTE 1	CONTRASTE 2
Demanda total Rauco	36.3	30.2	43.6
% en TO de Rauco	71%	86%	60%
Q demandado en TO	26.0	31.2	21.6
Q demandado fuera TO	10.4	-1.0	22.0

Fuente: elaboración propia.

La extrapolación lineal hacia 2038 de la proyección indicada por Nuevosur como poblamiento esperado en su TO en su PD apunta a una población servida de 7531 habitantes, solo 532 más que su estimación de 6898 habitantes y 24.7 l/s de producción en 2031; dada la capacidad actual de los tres sondajes en servicio con 64 l/s, no hay limitación en cubrir la demanda máxima del escenario más exigente, de 31.2 l/s en el TO. Las capacidades de cloración, fluoruración y en general las instalaciones en línea soportan caudales de 38 l/s, por lo que serían suficientes para el escenario de máxima demanda en el To con 31.2 l/s. Solo se tendría déficit de capacidad en volumen de estanque si no se llega a tener en servicio el nuevo estanque N° 2 que agrega 300 m<sup>3</sup> más al existente, de igual volumen, y previsto para 2019. En resumen, la factibilidad técnica de servicio de agua potable en el área actualmente concesionada está salvaguardada, tanto por las capacidades disponibles por parte de la concesionaria como por la supervisión de la SSSS, que ha de velar por el cumplimiento de los estándares de servicio quinquenalmente a través de las actualizaciones de los PD y la exigencia de ejecución de las obras ahí comprometidas.

**Localidad de Quicharco.** La condición de este servicio, al ser parte del Programa de Agua Potable Rural, difiere respecto de Rauco, que es parte de un conglomerado de distintos servicios bajo una administración única, pues su organización responde solo al conjunto Quicharco-El Plumero. La planificación urbana abarca solo en forma parcial el área de servicio del Comité de APR El Plumero, que tiene redes de distribución de alrededor de 25 km ramificadas en un área de unas 300 Hás, con 972 arranques y más de 4000 habitantes abastecidos. La propuesta de área urbana abarca solo 166.6 Hás, centrada en el sector Quicharco, y comprende 127.8 Hás con uso habitacional:

**Tabla 13** Distribución de población de saturación en zonas de uso residencial: Quicharco.

Superficies Habitables	TOTAL EN LU	DENSIDAD	Población de
ZONAS HABITABLES	Hectáreas	HAB/Há máx.	Saturación
Z-E1	28.7	120	3444
Z-E2	1.8	20	36
Z-1	27.9	120	3348
Z-2	71.2	80	5696
<b>SUMAS</b>	<b>129.6</b>		<b>12524</b>

Fuente: elaboración propia

Dado que la estimación de crecimiento tendencial de población en Quicharco para 2038 es de solo 1333 habitantes, se provee espacio para radicar prácticamente 9 veces lo estimado, incluso en la variante de mayor poblamiento, CONTRASTE 1, que apunta a 1540 habitantes para entonces. La demanda de producción de agua potable resultante es de solo 4.6 l/s, y de 5.3 l/s para el caso de CONTRASTE 1.

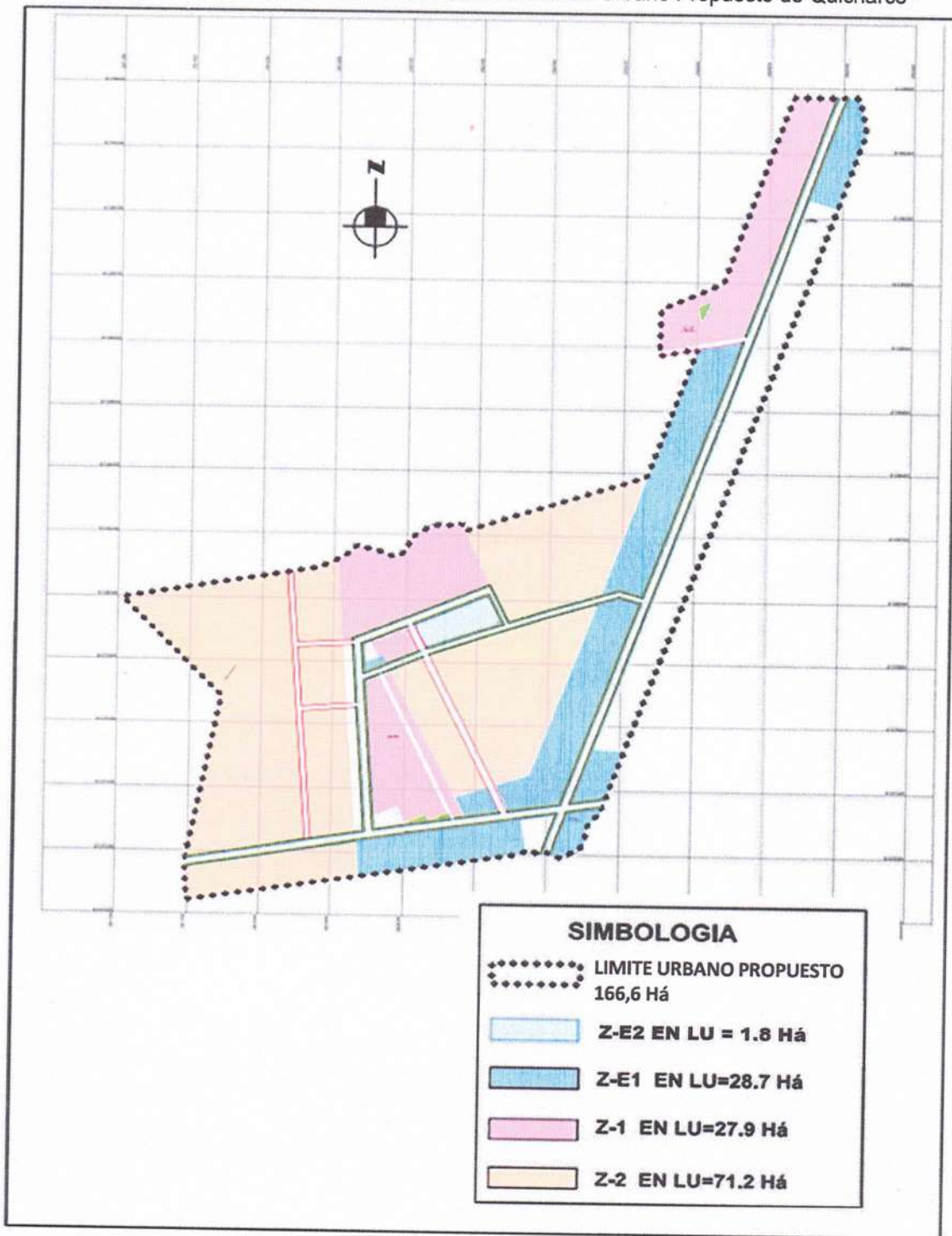
Se genera aquí una situación similar pero inversa a la de Rauco, con un área extensa de servicio de APR que incluiría un sector reducido de solo 166.6 Háas con características urbanas, y de las cuales un 76.7% tiene aptitud habitacional.

En términos generales, el servicio de APR dispone de los recursos hídricos e infraestructura (derechos de agua, captaciones, estanques, sistemas de potabilización, redes de distribución) suficiente para abastecer el área urbana planificada; la dificultad puede darse en el cumplimiento de los estándares de servicio urbano según NCh 691, superiores a los de APR, principalmente en cuanto a:

- Capacidad de producción con sondaje de reserva que asegure 80% de la demanda de día máximo cuando un sondaje cualquiera esté fuera de servicio.
- Presión de servicio en hora punta de demanda no inferior a 15 m.c.a, no practicable en la extensa red con estanques de solo 18 m de altura de torre actuales.
- Capacidad de estanques con inclusión de 2 horas de combate de incendio a 16 l/s.
- Redes de 100 mm de diámetro provistas de grifos para portear caudales de incendio, con el requisito de no llegar a presiones de menos de 4 m.c.a. sobre cada grifo.

Técnicamente es factible lograr un sectorización del sistema de agua potable para el área urbana acoplada al sistema general de APR, incluyendo sistema de presurización en línea (booster) o con nuevo estanque elevado con la altura necesaria, reforzamiento de la red con  $d=100$  mm, construcción de sondaje adicional para reserva de producción. Sin embargo, administrativamente podrá tenerse dificultad la asignación de tarifas diferenciadas para este sector urbano respecto de lo propio de APR, y en la no aplicabilidad del programa de APR a sectores urbanos. Por último, ha de mencionarse que, si bien una solución podría ser generar una concesión sanitaria para estas 166.6 Háas, su tamaño hace desaconsejable esta alternativa que importa recursos financieros, técnicos y administrativos difícilmente alcanzables en forma independiente.

Figura 12. Distribución de Zonas Habitables en Límite Urbano Propuesto de Quicharco



Fuente: este proyecto

## 6.5 SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.

**Localidad de Rauco.** Para el sistema de alcantarillado se replica la situación descrita para el agua potable, con una alta cobertura en el territorio concesionado a Nuevosur, con 93.4% esperado a 2031, y que contrasta con la escasa disponibilidad de servicio público fuera de ese TO. Dada la coincidencia de las áreas de distribución de agua potable y la de recolección de alcantarillado, se desprende que se tiene garantizada la provisión de recolección por la concesionaria para nuevos desarrollos en ese TO, sin requerir mayores ampliaciones de redes, mientras que las zonas externas a ese TO deberían recurrir a soluciones particulares o el establecimiento de nuevas concesiones. Un aspecto importante es el impedimento de desarrollo habitacionales en zonas urbanas para acogerse al Artículo 52 bis de la ley sanitaria, aplicable solo a lo rural.

La demanda de servicio de caudal medio de alcantarillado en el TO para el año 2031 está estimada en 12.44 l/s por Nuevosur, lo que está cubierto por la capacidad de recolección de redes y plantas elevadoras sin requerir ampliaciones, y por la capacidad de tratamiento de 16.6 l/s alcanzada tras ampliación en 2017. La extrapolación de esos caudales hacia 2038 permite evaluar la situación de demandas incrementales en el TO.

**Tabla 14** PRODUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS: Q MEDIO EN 2038 (l/s) en Rauco.

ESCENARIOS	TENDENCIAL 2038	CONTRASTE 1	CONTRASTE 2
Q Población Total Rauco	18.7	16.3	21.5
Q Población en TO Rauco	15.3	13.5	17.5

Fuente: elaboración propia.

La demanda tendencial de servicio en el área excluida del TO previsible para 2018 es de 3.4 l/s, y de 4 l/s en el escenario más exigente, lo que es perfectamente abordable con soluciones particulares en el amplio territorio disponible, siendo necesario considerar para su factibilidad técnica la presencia de napas someras de aguas subterráneas que pueden dificultar la infiltración sub superficial de los efluentes tratados, requiriendo elevación mecánica para su disposición final donde sea necesario.. Se establece así que no hay impedimentos técnicos para que Rauco disponga de alcantarillado sanitario tanto en el área concesionada, amparada por las exigencias de la ley sanitaria, como fuera de ese TO con soluciones particulares acordes a la reglamentación del MINSAL o el establecimiento de nuevas áreas bajo concesiones.

**Localidad de Quicharco.** La localidad cuenta con 192 uniones domiciliarias conectada a red de 1500 m de desarrollo y con planta de tratamiento mediante fosa séptica, y registra solicitud para 500 nuevas conexiones. Se deriva que existe una gran demanda de servicio de los 4000 y más habitantes hoy servidos por el Comité de APR no satisfecha, del orden de 10 l/s como caudal medio, y que lo que corresponde al LU planificado es solo una parte de esa demanda.

**Tabla 15** PRODUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS: Q MEDIO EN 2038 (l/s) en LU de Quicharco

ESCENARIOS	TENDENCIAL 2038	CONTRASTE 1	CONTRASTE 2
Q Población Quicharco	6.3	6.6	6.1

Fuente: elaboración propia.

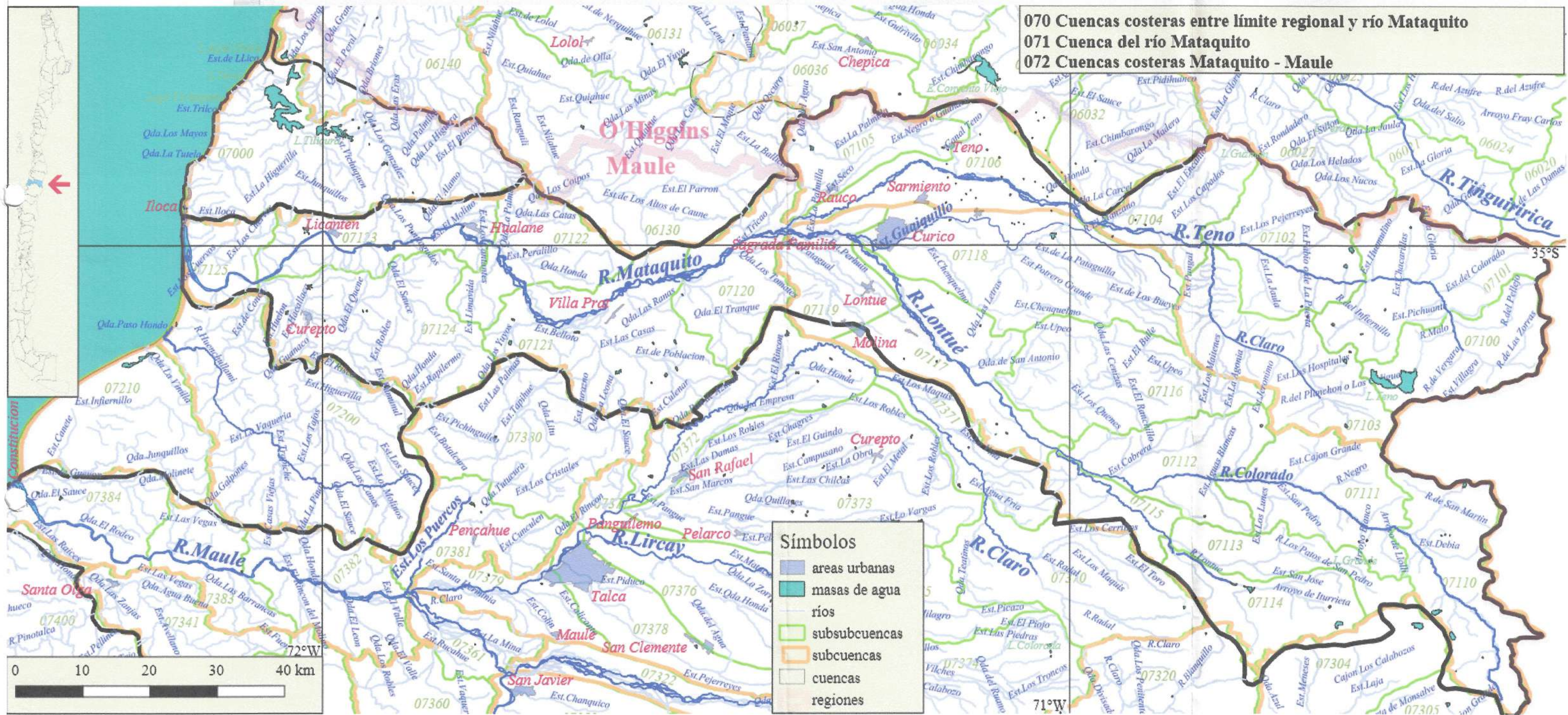
Las cifras de caudal medio incluyen 4.54 l/s de infiltración dadas en las bases de cálculo, por lo que en redes nuevas se tendía una producción media de aguas servidas de solo 1.8 l/s en el L.U., y 5.5 l/s en el total de Quicharco. En estas condiciones se estaría apuntando a tener un sistema aparte para el área urbana, y otro para el área que mantiene su carácter rural. Si bien técnicamente no habría impedimento para la factibilidad de esta configuración, se estarían desaprovechando las economías de escala y ventajas ambientales de tener un sistema único de alcantarillado, lo que lo hace desaconsejable. No corresponde a la planificación urbana dirimir esta situación, y para este proyecto es suficiente establecer que no existe impedimento técnico para que el área que se postula como urbana sea provista de solución de alcantarillado.

En relación a la posible incidencia sobre los sistemas de alcantarillado por la carencia de una infraestructura formal de recolección y disposición de las aguas de lluvia en ambas localidades, ha de señalarse que en noviembre de 1997 se publicó en el Diario Oficial la Ley N° 19.525, que regula los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Este cuerpo legal, define obligaciones y responsabilidades sobre el manejo de evacuación de aguas lluvias. De esta forma la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias corresponderá al Ministerio de Obras Públicas. La red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a quien corresponderá directamente, su planificación y estudio y, a través de los Servicios de Vivienda y Urbanización, la proyección, construcción, reparación y mantención de la misma. La aplicación de esta Ley, en los plazos que ella señala, no significará una solución a corto plazo de los problemas existentes. La ley establece un plazo de 5 años para que el Ministerio de Obras Públicas elabore los planes maestros de redes primarias de aguas lluvias para las localidades de más de 50.000 habitantes y no define plazos para que el MOP construya estas obras.

Las localidades de Rauco y Quicharco, poseen menos de 10.000 habitantes y no presentan actualmente infraestructura de alcantarillado de aguas lluvias. Actualmente estas se encauzan mediante cunetas, construidas a los costados de las calles y caminos, para posteriormente descargar las aguas en canales de regadío y esteros existentes. Este drenaje es facilitado por las pendientes generales del relieve local, con declive uniforme aunque moderado de norte a sur, y la proximidad de las quebradas y canales de regadío que lo surcan. No se prevén dificultades técnicas para cuando se aborden soluciones formales para aguas lluvias por parte de los organismos que establece la ley referida. Al respecto, debe hacerse notar que el ORD. MINVU 617 de 12 de octubre de 2010 estableció que no compete a los planos reguladores abocarse a temas que son competencia exclusiva de otras reparticiones,

7 RECURSOS HÍDRICOS.

Figura 13. Respaldo hidrológico de las fuentes de agua potable en la comuna de Rauco



Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Cuenca-070-071-072-B.svg>

La comuna en general y las dos localidades estudiadas en particular se benefician de buenas condiciones naturales de disponibilidad para Rauco y Quicharco-El Plumero de recursos hídricos, aportados por las cuencas pluvio-nivales amplias de los ríos Teno y Lontué, con acuíferos superficiales de buena calidad físico química, y aguas subterráneas de permeabilidades favorables, y de altos niveles freáticos.

Debe tenerse presente que la huella hídrica de las demandas de agua potable es mínima dentro del conjunto de las demandas sobre el recurso, toda vez que no excede del 10% del total, y que si bien es consuntivo, del orden del 80% de ese consumo es devuelto al ambiente como aguas servidas tratadas en sistemas avanzados con tratamiento secundario o infiltrada al suelo en soluciones primarias.

En consecuencia, ambas localidades están en buen pie para enfrentar contingencias frente al cambio climático en desarrollo.