

ESTUDIOS PREVIOS PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE

**PROVINCIA DE CHILOÉ, REGIÓN DE LOS LAGOS.
ID 644-10-LP15**

ETAPA 4 PROYECTO



FACTIBILIDAD DE SERVICIOS SANITARIOS (i)

FERNANDO HIDALGO T.

Ingeniero Civil Hidráulico

U. de Chile

Septiembre de 2017



TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	2
2. COBERTURAS DE AGUA POTABLE URBANA Y RURAL.....	2
2.3 Servicio Urbano de Agua Potable de Dalcahue.	2
2.4 Servicios Rurales de Agua Potable (APR) en la comuna de Dalcahue.	9
3. COBERTURAS DE ALCANTARILLADO URBANO Y RURAL.....	12
3.1 Servicio Urbano de Alcantarillado de Dalcahue.	12
3.2 Servicios Rurales de Alcantarillado.	15
4. PLANES DE EXPANSIÓN DE LOS SERVICIOS SANITARIOS.....	15
– Gestionar la expansión del TO concesionado más próximo, ya sea por acción de la concesionaria en operación, o por acción de la SISS a la concesionaria.	16
– Requerir servicio desde la concesión más próxima mediante el Art 52 bis de la ley sanitaria bajo la modalidad no regulada de la prestación.	16
– Solicitar una nueva concesión sanitaria a la SISS en el área de interés.	16
– Desarrollar sistemas particulares de agua potable y alcantarillado según las disposiciones de la autoridad de salud regional.	16
5. FACTIBILIDAD TECNICA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS.....	16
5.1 Demandas Esperables de Servicios Sanitarios.....	16
6. DISPONIBILIDAD HÍDRICA	18

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es contrastar la condición presente de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario en las localidades con población concentrada en el área urbana y en áreas rurales potencialmente urbanas en la comuna de Dalcahue, con las posibles demandas de servicio que se derivan de la propuesta del estudio del Plan Regulador Comunal de Dalcahue en su nivel de proyecto. Para esto se revisa la información disponible sobre tendencias de crecimiento poblacional y sobre los servicios sanitarios existentes, con énfasis en las capacidades de la infraestructura ya disponible, la planificada, y la que resulta carencial frente a las previsiones de la planificación urbana.

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

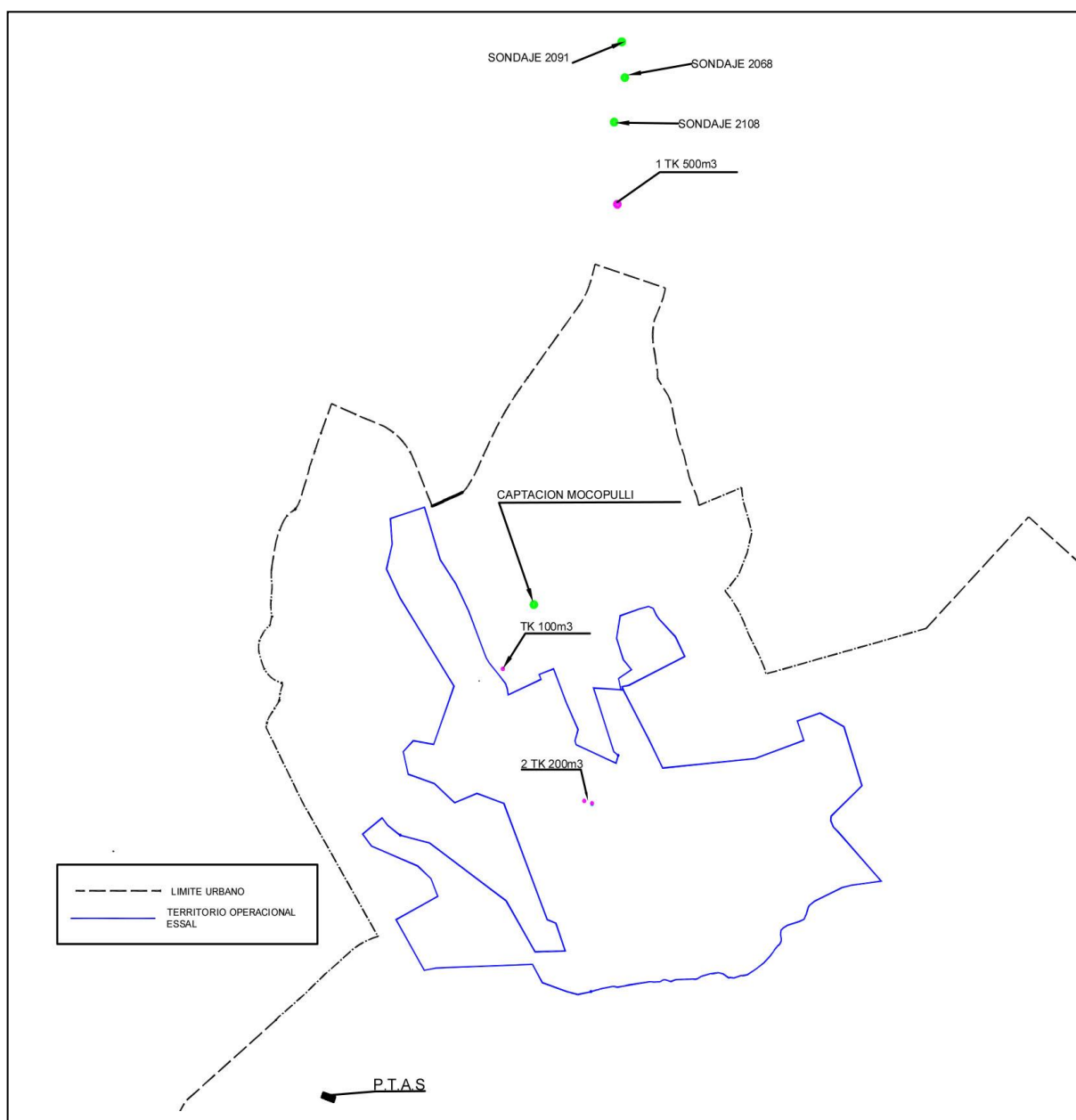
- Proyecto de Territorio y Ciudad Consultores para la comuna.
- Actualización Plan de Desarrollo Comunal 2010 - 2014, Dalcahue, X Región.
- Actualizaciones Planes de Desarrollo de ESSAL S.A. Noviembre 2010 y Marzo 2014
- Ley General de Servicios Sanitarios, DFL MOP 382 (Ley Sanitaria)
- Plano Límite Urbano Comunal (2002).
- 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

2.3 Servicio Urbano de Agua Potable de Dalcahue.

Es un sistema concesionado a la empresa ESSAL S.A. conforme a la Ley Sanitaria, y por tanto ha de cumplir, entre otros, los estándares de servicio público según NCh 691 y calidad del agua potable según NCh 409, y es fiscalizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS. Así, ha de actualizarse quinquenalmente su Plan de Desarrollo (PD), confrontando sus capacidades de la infraestructura existente 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 o Territorio Operacional (TO), que se muestra en la página siguiente y se detalla en planos en forma ampliada, corresponde a la versión del PD aprobada por la SISS en 2010, y comprende 132.4868 Hás en el PD de 2010, a las que se han agregado 4.2208 Hás de ampliación en 2014 en la periferia de Dalcahue (Sector 18 de septiembre), con lo que se totalizan 136.7076 Hás. En la figura en página subsiguiente se resume la configuración actual del sistema global de agua potable y su esquema operativo de producción y distribución, tal como figuran en el Plan de Desarrollo vigente de ESSAL S.A. de 2010 y su modificación derivada de la ampliación al sector 18 de septiembre en 2014. Se aprecia que el Territorio Operacional de la concesión está íntegramente contenido dentro del Límite Urbano (LU) planificado.

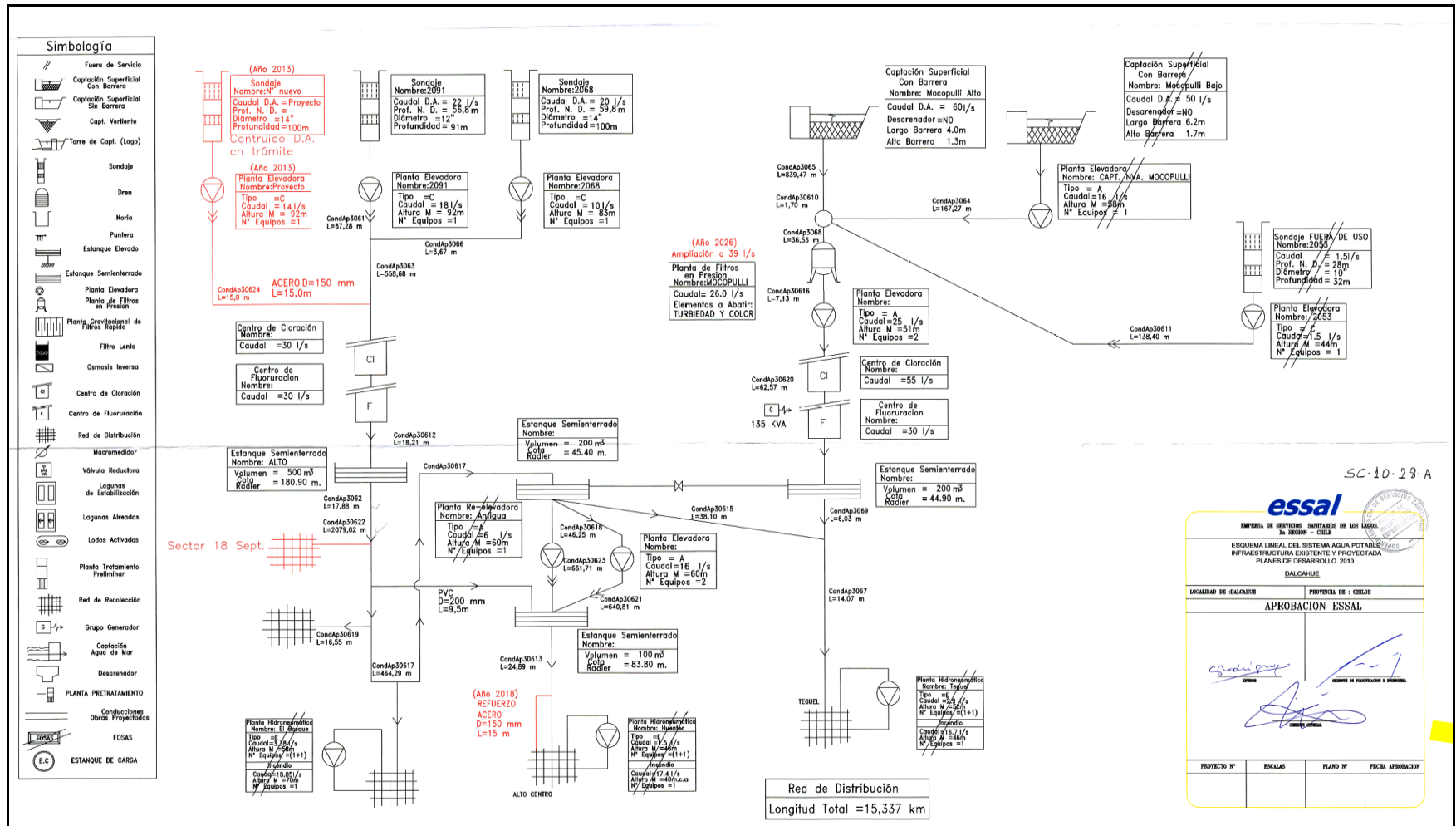
Figura 1. Territorio Operacional de ESSAL S.A. – Infraestructura Básica de A.P.



Fuente: PD DALCAHUE, ESSAL

PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Factibilidad Sanitaria (Proyecto)

Figura 2. Esquema del Sistema de Agua Potable de Dalcahue.



Fuente: PD DALCAHUE, ESSAL

PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Factibilidad Sanitaria (Proyecto)

De acuerdo con lo establecido en la adecuación del PD de 2014 y confirmado por la SISS, Dalcahue cuenta con tres nuevas captaciones operativas de agua subterránea en servicio más la captación antigua de aguas superficiales en el estero Mocopulli, cuyas características se muestran en las tablas siguientes, con caudales Q en l/s. El sondaje 2053 está fuera de servicio, pero sus 20 l/s en derechos bien pueden ser trasladados a nuevos pozos (2108).

Tabla 1. Fuentes de Agua Potable de Dalcahue

Estado de uso	Captación	Utm Norte	Utm Este	Cota (msnm)	Año	Profundidad (m)	Diámetro (pulgadas)	Capacidad Operativa	Q Diseño	Derechos Agua
En operación	Esteros Mocopulli	5308271.0	610517	90				14	25	60
Fuera de uso	SONDAJE 2053	5423640.0	669653	35.26	2000	32	10	2	20	20
En operación	SONDAJE 2068	5310116.74	610872.6	170.68	2001	100	14	15	10	13.5
En operación	SONDAJE 2091	5310231.95	610853.3	168.85	2006	91	12	22	22	22
Reserva	SONDAJE 2108	5309954.57	610830.41	171.0	2013	100	14	14	45	En trámite
SUMAS								67	122	115.5

Fuente: PD DALCAHUE-ESSAL, SISS

Tabla 2. Evolución de niveles en sondajes

Captación	Profundidad (m)	Nivel Estático S/PD 2013	Nivel Dinámico S/PD 2013	Nivel Max Estático S/SISS	Nivel Min Estático S/SISS	Nivel Max Dinámico S/SISS	Nivel Min Dinámico S/SISS	Q Máx S/SISS	Q Mín S/SISS
SONDAJE 2068	100	52.5	59.8	73.64	45.9	61.9	46.5	9	8
FECHAS				15/10/2015	01/11/2015	08/02/2012	20/10/2015	22/10/2013	23/10/2012
SONDAJE 2091	91	46.9	56.8	48.3	44.8	48.3	44.08	20	10.5
FECHAS				20/03/2015	30/11/2015	20/03/2013	22/01/2015	22/01/2015	20/08/2013
SONDAJE 2108	100	52.5	54.08	No medido	No medido	No medido	No medido	No medido	No medido

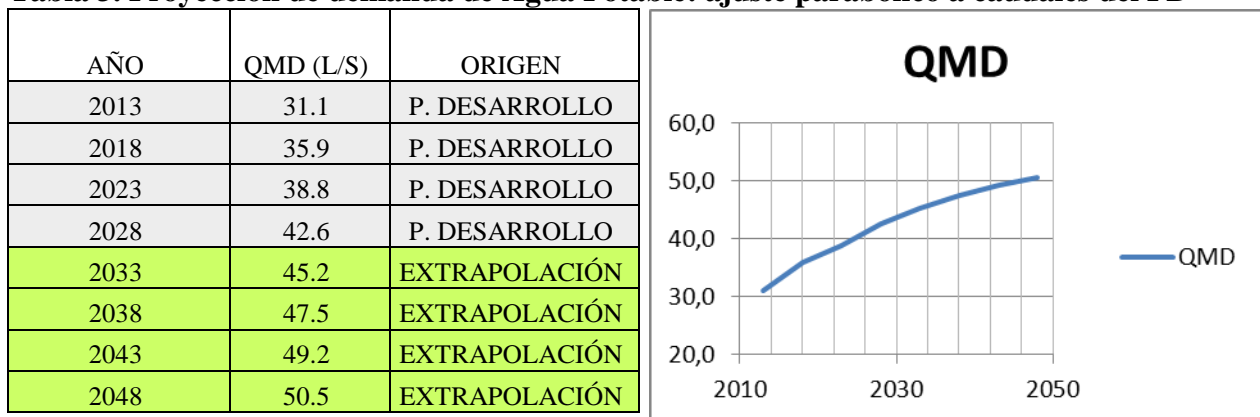
Fuente: PD DALCAHUE-ESSAL, SISS

La información indica que si bien se presentan 115.5 l/s de derechos de explotación y 122 l/s en caudales de diseño, la capacidad operativa nominal es de solo 67 l/s, pero la capacidad efectiva se limita a los 14 l/s de agua superficial en estiaje (febrero) más 34 l/s de aguas subterráneas, totalizando un mínimo seguro de 48 l/s, pues debe tenerse presente que se ha mantener un sondaje en reserva, el que idealmente debería ser el sondaje 2068 por su mayor antigüedad y la inestabilidad de sus niveles que indicaría deterioro de su capacidad captante. Es notorio que las fuentes disponibles pueden haber sido afectadas por el ciclo de sequía que recientemente ha afectado al sur del país.

En cuanto a la evolución de la demanda de agua potable en Dalcahue, el PD de ESSAL S.A. asume un crecimiento prácticamente lineal, y por tanto levemente decreciente en términos de tasa demográfica, desde 2013 a 2028, pasando de 31,1 l/s a 42.6 l/s; manteniendo la tendencia del PD se puede extrapolar este crecimiento de la demanda cubriendo los 30 años de horizonte

de análisis del Plano Regulador en desarrollo, haciendo presente que a mayor plazo tal proyección es crecientemente más incierta (Ver Tabla 3). Las dotaciones proyectadas entre 2013 y 2028 pasan de 268 a 254 l/hab/día, con cobertura de 100%, y población creciente desde 4252 a 6159 habitantes en ese período, y sin presentar población fuera del TO acogida al Art. 52 bis de la Ley sanitaria; los caudales de demanda de día máximo entre 2013 y 2028 serían así crecientes desde 31.1 a 42.6 l/s, con la observación de que se ha supuesto constante un nivel de pérdidas de 34.9%. Puede consignarse que esta cifra de pérdidas es excesiva, y podría disminuir en la medida que avance la reposición de cañerías de redes más antiguas, particularmente de asbesto cemento, por cañerías de mejores prestaciones.

Tabla 3. Proyección de demanda de Agua Potable: ajuste parabólico a caudales del PD



Fuente: PD DALCAHUE-ESSAL, más elaboración propia.

La concesionaria ESSAL ha comprometido en su PD de 2013 la construcción en 2017 de un nuevo sondaje con 10 l/s de capacidad de producción y la ampliación de la capacidad de la planta de filtración de aguas superficiales desde 26 a 39 l/s, agregando así 23 l/s para llegar a 61.5 l/s de disponibilidad, con lo que se tendría un margen seguro de 11 l/s para la cobertura de las demandas durante el período de análisis del PRC hasta 2048 en el TO. La calidad del suministro conforma los requisitos de la norma NCh 409 para agua potable, y por ser mayoritariamente aguas subterráneas ha significado una muy adecuada protección frente a la contaminación que suele afectar a las fuentes superficiales, y que en el caso del estero Mocopulli se requiere tratar con filtración.

En la fuente del estero Mocopulli se cuenta con capacidad para a filtración para 25 l/s y desinfección del agua como resguardo de esa calidad, lo que es exigible por normativa para todas las aguas captadas superficialmente, pues la cuenca, al estar inserta en terrenos con actividades antrópicas diversas que posibilitan el contaminar sus aguas, es susceptible de diversas formas de contaminación, orgánica e inorgánica.

La etapa de distribución del sistema presenta tres recintos de estanques, todos emplazados en cerros aledaños y de hormigón armado, del tipo semienterrado:

Tabla 4. Estanques de Regulación Existentes.

ESTANQUES	VOLUMEN (M3)
DALCAHUE ALTO 1	100
DALCAHUE ALTO 2	500
ANTIGUO	200
NUEVO	200
TOTAL	1000

Fuente: PD DALCAHUE-ESSAL.

La demanda del volumen de estanques según PD pasa de 627 a 859 m³ entre 2013 y 2028, frente a una disponibilidad de 1000 m³, por lo que no se programa construir nuevas unidades en este período; la extrapolación hacia 2048 recién apunta a alrededor de 1020 m³, pero bien puede considerarse que a 30 años plazo será suficiente con los 1000 m³ hoy disponibles, máxime si se exige mejorar el actual nivel de pérdidas a cifras entre 10% y 20%, propias de un servicio eficiente.

Las Figuras 1 y 3 presentan el emplazamiento de los 3 sondajes en servicio que está ubicados adyacentes al camino a Tenaún, en sectores altos y distantes del área poblada, donde el acuífero es de mejor productividad; se complementa con el punto de captación en el estero Mocopulli, y los 3 recintos de estanques de regulación. Se incluye esta información en forma detallada en plano anexo, a escala 1:10000, con referencia a los límites urbanos y de extensión urbana propuestos.

Los Planes de Desarrollo disponibles indican que las redes de distribución, con una longitud de cañerías de 15.5 km en 2010, tienen un comportamiento satisfactorio respecto de las exigencias de servicio de la norma NCh 691 para las demandas de flujos de consumo domiciliario y de incendio, pero no detallan datos catastrales de materiales y diámetros de su composición, ni el detalle de arranques en servicio; la evolución del número de clientes señala que se pasa de 1899 arranques y 4680 habitantes estimados en 2015 a 2452 arranques para 6159 habitantes en 2028; no se detallan obras de extensión de redes en el PD. Cabe suponer que las cañerías más antiguas, de asbesto cemento, pueden tener fugas y ser responsables de los altos niveles de pérdida anotados; un programa racional de reposición podría mejorar esta condición.

Figura 3. Ubicación de captaciones y estanques en Dalcahue



Fuente: GOGGLE EARTH, más elaboración propia.

2.4 Servicios Rurales de Agua Potable (APR) en la comuna de Dalcahue.

Según se informa por la DOH, la comuna cuenta con cinco sistemas de APR: Calen-San Juan, Mocopulli, Quetalco, Tenaun y Tocoihue-Tenaun, cuyas características se resumen en la Tabla N° 5 siguiente, con datos referidos a 2007, 2010 y 2015, complementados con información reciente de 2016; para los efectos de este estudio de Plan Regulador, el interés se centra en los sistemas de APR con potencial de devenir en urbanos. Las estimaciones de población servida corresponden al criterio DOH para APR que asume 4 habitantes por cada arranque en servicio

Las fuentes de agua son superficiales y en su mayor parte no han tenido mermas de capacidad aun con el estiaje severo actual, pues solo en Tenaun la captación superficial sobre la vertiente inmediata al pueblo, en las inmediaciones de la Iglesia local adyacente a la playa, ha quedado sin caudal durante enero de 2017, debiendo recurrirse a captar y elevar agua desde un predio particular próximo. En el caso de Quetalco se cuenta con el 25% del caudal de la vertiente sin mermas de cantidad, pero se dificulta la operación en invierno por el embancamiento de la toma con arena durante crecidas. En Tocoihue-Tenaun el agua es captada desde un humedal que, hasta la fecha, no ha experimentado merma, pero se tiene la preocupación de que la escasez de lluvias pueda incidir en el flujo disponible, por lo que se están anticipando eventuales medidas paliativas por parte del Comité de APR local. Calen y Mocopulli no reportan dificultades en su abastecimiento; esta última localidad presenta un desarrollo importante en Mocopulli, el que puede incrementarse por la actividad derivada del nuevo terminal aéreo de Chiloé en sus inmediaciones. La calidad potable es reportada como buena acorde a los requisitos de NCh 409 para agua potable.

A la fecha se tiene en estudio la Instalación del Servicio de Agua Potable Rural de Ñiucho, próximo al aeródromo de Dalcahue y con coordenadas: 42°.3286 de Latitud Sur y 73°.6922 de Longitud Oeste.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Factibilidad Sanitaria (Proyecto)

Tabla 5. Evolución de los Servicios de APR en la comuna de DALCAHUE

Localidad	Presidente Comité	Fono	Año puesta en marcha	Calidad del agua	Caudal lts/seg	(Impulsión-Aducción)	Estanque m3	Longitud redes m	Población 2017	Arranques 2016	Arranques 2010	Arranques 2007	Arranques 2005
Calen-San Juan	Hernán Sierpe	92425068	2012	buena	1.7	impulsión	25	13,200	552	138	0	0	0
Mocopulli	Carlos Rivera	61680105	2003	buena	1.3	impulsión	40 + 50	42,000	1400	350	273	219	184
Quetalco	José Barría	96436549	2002	buena	1.6	impulsión	25	5,630	492	123	100	78	70
Tenaun	María Saldivia	92262292	1987	buena	2	aducción	25	1,340	328	82	73	61	67
Tocoihue-Tenaun	Nicolás Bahamonde	93650352	2007	buena	1.5	impulsión	20	5,000	444	111	87	87	0
									3216				

Fuente: DOH/MOP

Es relevante la información oficial del Censo INE de 2002 que presenta datos desagregados para pueblos y aldeas, mientras que el dato no oficial de 2012 solo indica un total rural de 6.445 habitantes en la comuna.

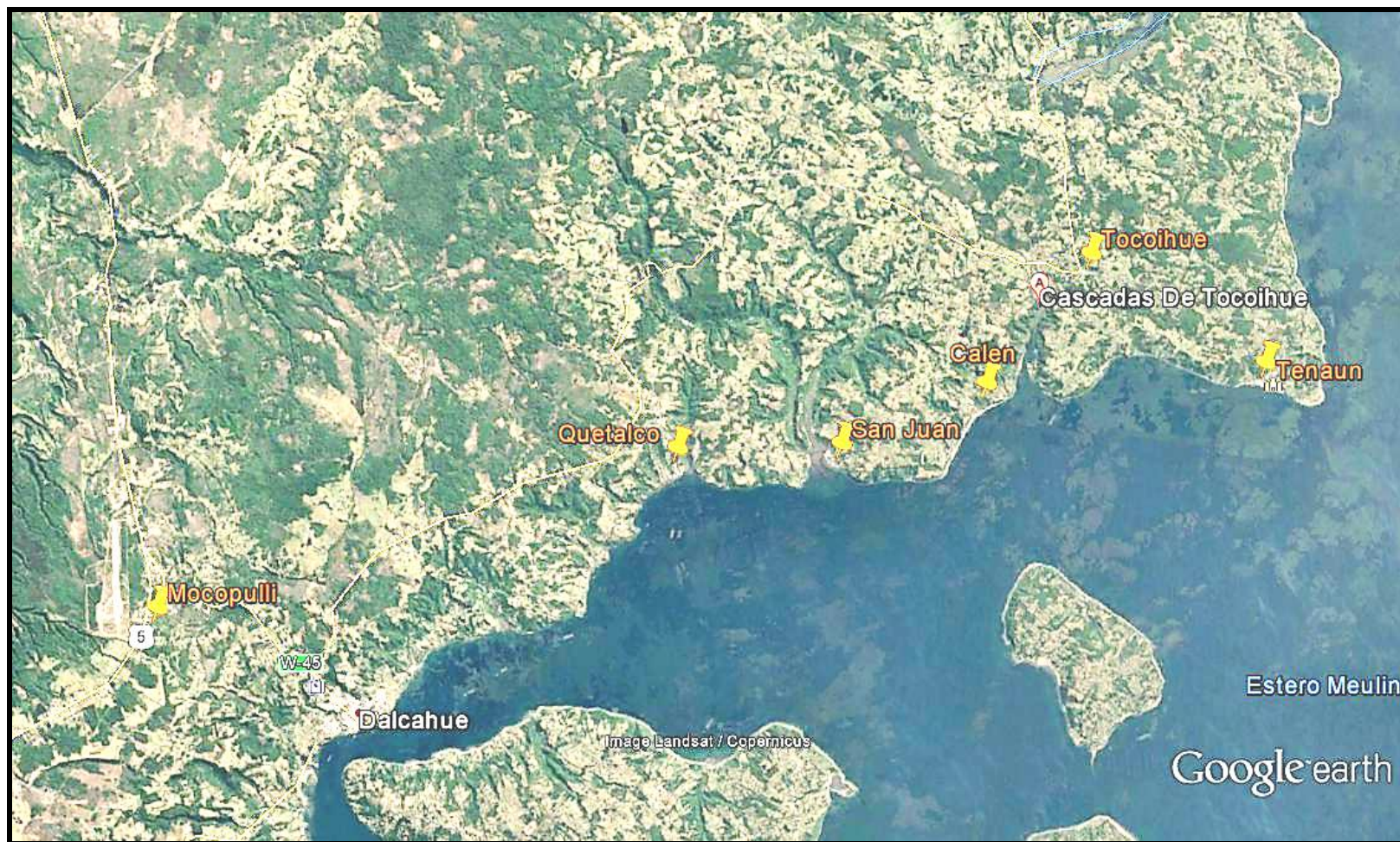
Tabla 6. Información Censal de Localidades Rurales en la comuna de Dalcahue

Sistemas con APR	Habitantes / censo INE 2002
Calen Bajo-San Juan Bajo	201-70
Mocopulli	346
Quetalco	S/I
Tenaún Playa	31
Tocoihue-Tenaún	139-193

Fuente: INE

PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Factibilidad Sanitaria (Proyecto)

Figura 4. Emplazamiento de 5 Sistemas de APR.



Fuente: GOOGLE EARTH

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE DALCAHUE

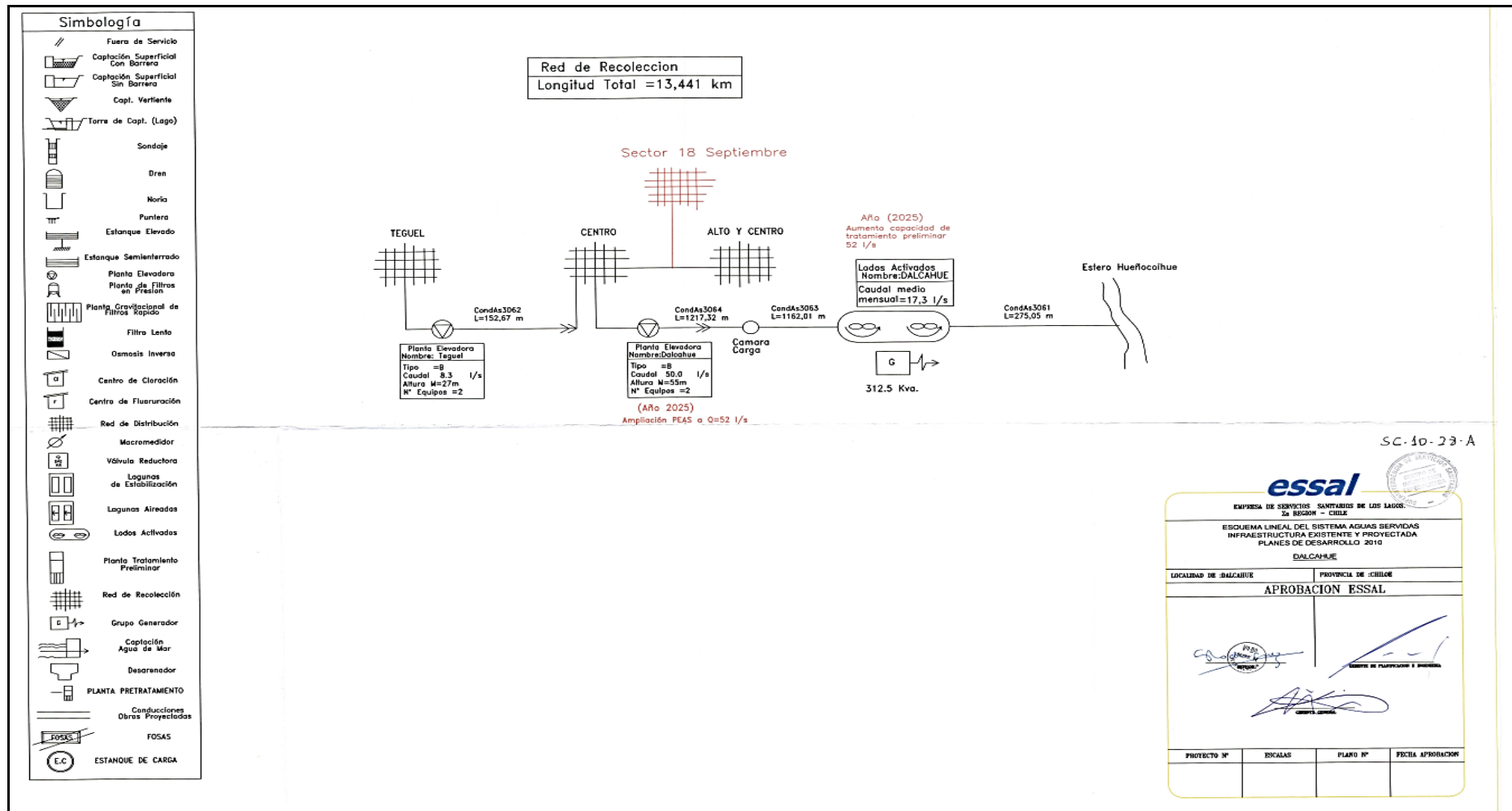
3. COBERTURAS DE ALCANTARILLADO URBANO Y RURAL

3.1 Servicio Urbano de Alcantarillado de Dalcahue.

El sistema de alcantarillado de Dalcahue cuenta con el esquema detallado en la figura 5 siguiente, que comprende solo colectores separados, sin ingreso de aguas de lluvia; opera con una red de recolección gravitacional principal complementada con elevación mecánica desde el sector Teguel, la que tributa a esa red central. El PD de Essal no cuenta con un catastro detallado del Sistema de Alcantarillado en la localidad de Dalcahue. El área de cobertura concesionada es coincidente con la de agua potable, pero con una menor densidad inicial de conexiones (UD), estimada recién en 2017 en 99.6% para 13.44 km de cañerías; La planta elevadora Dalcahue en el sector poniente de la ciudad recoge el total de los desagües sanitarios y su impulsión descarga en la Planta de Tratamiento; esta planta opera mediante lodos activados, con buen cumplimiento de los estándares de vertido del DS 90 para su entrega final en el mar, según control de la SISS detallado en la tabla 7. La cobertura de servicio de alcantarillado declarada para 2010 en el PD fue de 84.42%, y la programación considera alcanzar el 100% a partir de 2026. Por tratarse de un sistema nuevo, se excluye el ingreso de aguas lluvia a la red, y se considera un margen de infiltración de solo 0.26 l/s.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Factibilidad Sanitaria (Proyecto)

Figura 5. Esquema del Sistema de Alcantarillado de Dalcahue.



Fuente: PD Dalcahue

PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Factibilidad Sanitaria (Proyecto)

Tabla 7. Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas PTAS de Dalcahue: 2014/2016

Nombre ptas	Norma	Tabla	201501	201502	201503	201504	201505	201506	201507	201508	201509	201510	201511	201512
Ptas - dalcahue	D.s. 90/00	Tabla 1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
Nombre ptas	Norma	Tabla	201601	201602	201603	201604	201605	201606	201607	201608	201609	201610	201611	201601
Ptas - dalcahue	D.s. 90/00	Tabla 1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Nombre ptas	Norma	Tabla	201701	201702	201703	201704	201705	201706	201707	201708	201709			
Ptas - dalcahue	D.s. 90/00	Tabla 1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple					

Fuente: SISS



Fotografía 1. Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Dalcahue

Fuente: Google Earth

3.2 Servicios Rurales de Alcantarillado.

De acuerdo a la información disponible al año 2012, no se presentan en el área rural de Dalcahue servicios de alcantarillado comunitario, y la población debe recurrir a sistemas domiciliarios de fosa séptica con disposición sub superficial, pozos negros o letrinas. Dado el crecimiento significativo de Mocopulli, es concebible la necesidad en breve de un sistema público.

4. PLANES DE EXPANSIÓN DE LOS SERVICIOS SANITARIOS

En conformidad con la Ley Sanitaria, los servicios sanitarios concesionados deben evaluar cada cinco años la evolución de las demandas probables en su Territorio Operacional (TO) y contrastarlas con las capacidades de servicio de su infraestructura en un horizonte de 15 años; en caso de detectarse situaciones deficitarias, ha de planificarse las obras necesarias para sobrellevar las carencias previsibles, y establecer un calendario de ejecución de obras que deban entrar en servicio en el primer quinquenio del período de análisis, cuyo cumplimiento es vigilado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). En el caso de Dalcahue, el PD en su versión de reciente de 2014 consigna las siguientes obras requeridas para mantener la operatividad de sus servicios en este quinquenio:

Tabla 8. Obras de Infraestructura Planificadas

CRONOGRAMA BASE					
Etapa	Obra	Descripción	Monto Inversión Total (UF)	Año de Inicio	Año de Término
Producción	1	Año 2023 obra construcción y habilitación nuevo sondeaje de producción 10 l/s	3.700,0	2017	2017
	2				
	3				
Distribución	1	Año 2018 refuerzo salida estanque sector bajo en Acero 150mm L=15m	2.018,0	2018	2018
	2				
	3				
	4				
Recolección	1				
	2	No existen Obras Planificadas			
	3				
Disposición	1	Año 2014 con obra aumento capacidad tratamiento preliminar total 50 l/s	1.770,0	2014	2014
	2				
	3				

Fuente: PD Dalcahue

Las áreas urbanas no incluidas en el TO escapan a la responsabilidad de los concesionarios de prestación obligatoria de los servicios sanitarios, y en estos casos son los interesados en los desarrollos urbanos quienes han de abordar la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado, para lo cual se cuenta con las siguientes posibilidades:

- Gestionar la expansión del TO concesionado más próximo, ya sea por acción de la concesionaria en operación, o por acción de la SISS a la concesionaria.
- Requerir servicio desde la concesión más próxima mediante el Art 52 bis de la ley sanitaria bajo la modalidad no regulada de la prestación.
- Solicitar una nueva concesión sanitaria a la SISS en el área de interés.
- Desarrollar sistemas particulares de agua potable y alcantarillado según las disposiciones de la autoridad de salud regional.

Para las áreas rurales con servicios de APR la expansión queda sujeta a la decisión de la administración local del servicio, la que puede requerir el concurso de la DOH del MOP para eventuales expansiones de la infraestructura necesaria para atender los nuevos territorios o su densificación. Esta condición referida a los servicios de agua potable será extendida a los servicios de alcantarillado a través de la implementación de la ley 20998 del 14 de febrero de 2017, y su respectivo reglamento; esta iniciativa crea la Subdirección de Servicios Sanitarios dentro de la DOH/MOP, y su finalidad será impulsar tanto los programas actuales de APR como el avance en el saneamiento de alcantarillado en el ámbito rural. Se podrá así gestionar la solución a los problemas suscitados por el crecimiento acelerado y densificación de muchas localidades rurales que han alcanzado buena provisión de agua potable y un consiguiente deterioro ambiental por la falta de sistemas públicos de alcantarillado. Podrá así normalizarse el deterioro de muchas iniciativas de municipalidades y administraciones de APR que han abordado proyectos de saneamiento de alto costo con pobres resultados operacionales.

5. FACTIBILIDAD TECNICA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS.

5.1 Demandas Esperables de Servicios Sanitarios.

La factibilidad para la comuna de Dalcahue de contar con servicios de agua potable y alcantarillado adecuados a un plazo de 30 años está condicionada principalmente por las disponibilidades de agua potable, tanto en el sector concesionado actualmente como en sus posibles expansiones, y los servicios de agua potable rural, en cantidad suficiente para cubrir las demandas de la población esperable en ese plazo.

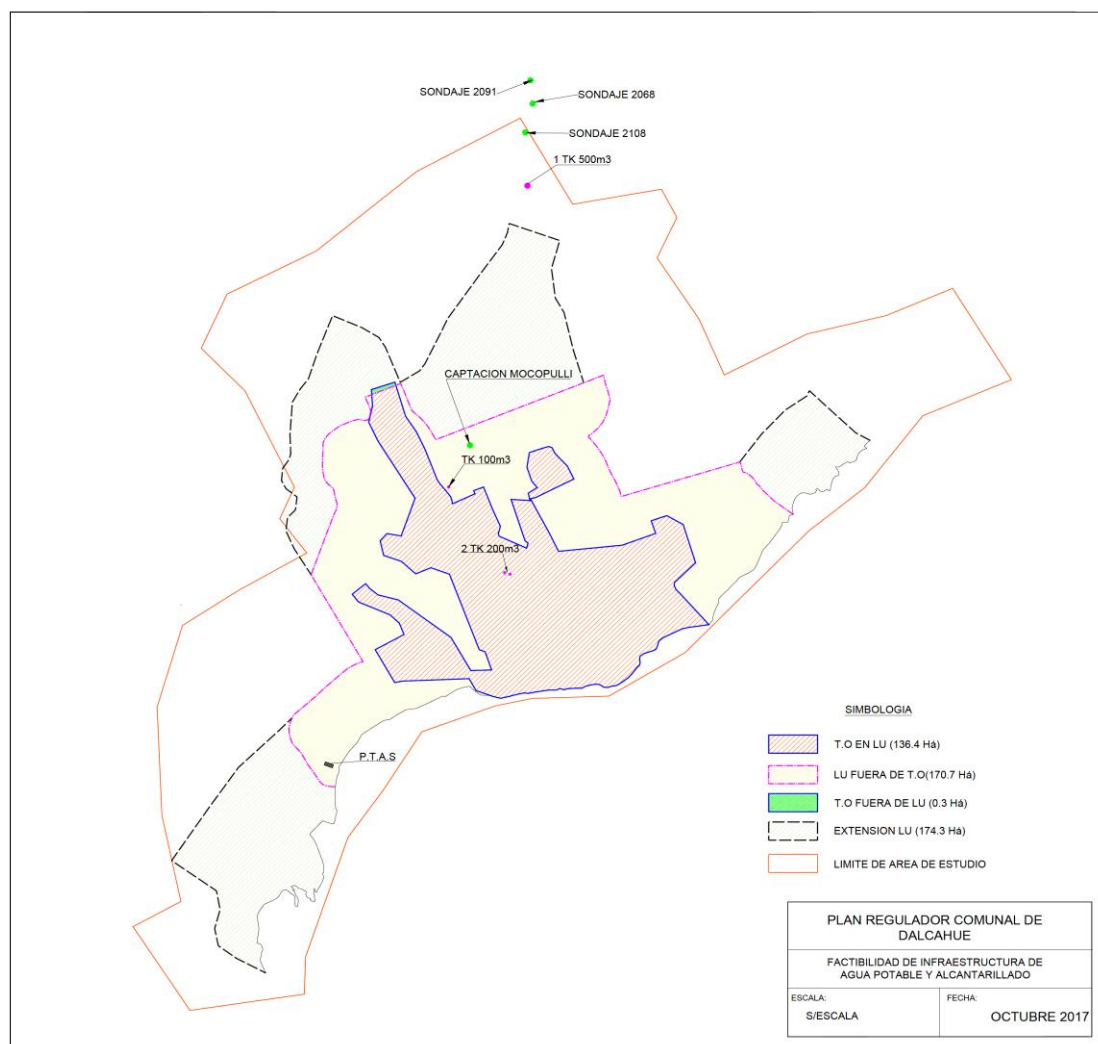
Área urbana. El análisis de posible ocupación de las zonas con destino habitacional en el área urbana propuesta se muestra en la tabla a continuación, y de ella se puede derivar la demanda total esperable, apoyándose en los criterios aportados por Essal en su plan de desarrollo en cuanto a dotaciones de consumo y pérdidas.

Tabla 8. Estimación de cabida máxima en zonas habitacionales

ZONA	Nombre	Densidad máxima	Superficie total zona (ha)	Área de quebrada uso área verde	% de uso vivienda	Superficie factible vivienda (ha)	Población cabida máxima factible (hab)	% de consolidación probable	Capacidad teórica Máxima probable 30 años (hab por zona)
ZM1	Zona mixta baja	280	133.8	0.00	75%	100	28,098	55%	15,454
ZM2	Zona mixta media	360	123.37	7.44	85%	99	35,475	40%	14,190
ZM3	Zona mixta alta	360	233.328	25.02	95%	198	71,241	35%	24,934
ZCH	Centro histórico	160	14.47	0.00	55%	8	1,273	70%	891
							136,087		55,470

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Relación de Territorio Operacional TO con límites Urbano y de Extensión Urbana



Fuente: Elaboración propia.

Asumiendo que se mantienen los parámetros de demanda de agua potable del PD de 2025, con dotación de 254.16 l/hab/día, pérdidas del 34.9%, y factor de demanda máxima de 1.539, la demanda potencial de la cabida de ocupación esperable de 55470 habitantes para 2047 en el total del área urbana sería de 385,9 l/s, de los cuales solo 50.5 sería ejercidos por 5312 habitantes dentro del actual TO, según se estableció en la tabla 3, frente a una disponibilidad actual de 60.5 l/s. si bien podría esperarse una reducción del nivel de pérdidas, en todo caso habría de proveerse alrededor de 300 l/s de capacidad de producción de agua mediante nuevas fuentes. Habida cuenta de que las fuentes hoy en explotación son limitadas, y las expectativas de la hidrología de Chiloé pueda tener efectos restrictivos por efecto del cambio climático, la factibilidad técnica de obtener este caudal pasa por ubicar cuencas de mejor productividad, ya sea de aguas subterráneas o superficiales, en los cauces al norte de Dalcahue, emplazados a distancias considerables. Alternativamente podrá, en su momento, considerarse la opción de desalinizar agua de mar, cuyos costos crecientemente decrecientes podrían ser abordables en el mediano plazo.

En lo que respecta al sistema de alcantarillado, la factibilidad técnica de recolectar, tratar y disponer estos importantes aumentos de caudal está en incorporar nueva infraestructura de redes, plantas elevadoras y

plantas de tratamiento, lo que no tiene más estrictión que adecuarse a la normativa ambiental y las normas de vertido a cuerpos de agua del DS 90.

Como comentario final, ha de resaltarse que el eventual paso desde 8770 habitantes servidos en 2025 a 55470 habitantes en 2047 requeriría una tasa geométrica de desarrollo poblacional del 5.78% anual, por lo que ha de tenerse la precaución de revisar estas cifras a la luz de lo que pueda derivarse del cocimiento de los datos fidedignos del Censo de 2017 y de la observación del crecimiento en cada década.

6. DISPONIBILIDAD HÍDRICA

Los sistemas de agua potable de la comuna de Dalcahue se surten en lo urbano de las fuentes subterráneas habilitadas en los rellenos locales que son favorables por su productividad y con recarga asegurada por el régimen de alta pluviosidad de la zona, más el aporte de alta variación estacional de la captación superficial de Mocopulli. Las fuentes de suministro de los sistemas de APR son esencialmente superficiales. Las aguas tienen origen mixto esencialmente pluvial directo y en segundo por afloramientos de napas subterráneas, lo que les imparte cierta constancia en caudales a lo largo de años hidrológicamente normales. Así, aun cuando Chile viene experimentando un período con una marcada reducción de precipitaciones líquidas y sólidas que ha redundado en un creciente déficit de disponibilidades de agua incluso en el sur normalmente lluvioso, solo se ha apreciado merma de productividad en Tenaun, y con alguna sospecha de posible deterioro en las vegas de Tocoihue-Tenaun. Este fenómeno bien podría ser circunstancial y recuperarse la normalidad en algún tiempo, o ser de carácter permanente, como sería el caso si se confirma la tendencia de “Cambio Climático” en desarrollo; este cambio tendría su origen en el calentamiento global de la atmósfera y de los mares por el desbalance y aumento de gases con efecto invernadero (CO_2 , CH_4), con incremento de la cubierta de nubes en zonas tropicales y su avance hacia latitudes sub tropicales, con mayores precipitaciones y liberación de aire cálido y seco que asciende para descender posteriormente sobre las fajas desérticas en torno a los trópicos de Capricornio por el sur y de Cáncer por el norte. En general, se desplazarían así hacia los polos los diferentes ciclos de circulación de la atmósfera, y en el caso chileno se traduciría en el avance hacia el sur de la desertificación.

En todo caso, es necesario recalcar que los niveles de pérdida de agua potable reportados en el PD de Dalcahue son exagerados, y deberían ser reducidos en pro de una mejor eficiencia técnica y económica al mejorar la vida útil de equipos sujetos a desgaste y consumos de energía eléctrica, con beneficio tanto para la población a través de las tarifas y de los operadores.

Es de resaltar el que las aguas servidas de Dalcahue sean objeto de tratamiento tanto en los servicios con sistemas en operación, sus mejoramientos o en proyecto, lo que es una garantía de salubridad para personas, masa ganadera y cultivos marinos, y un beneficio ambiental altamente valorado en una región agraciada por su naturaleza.

FERNANDO HIDALGO T.

Ingeniero Civil Hidráulico

U de Chile