

ETAPA 4

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

Plan Regulador Comunal de Yungay

Versión 1: septiembre 2022



Organismo responsable:
Ilustre Municipalidad de Yungay

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCION4	
2	MARCO DE REFERENCIA	4
2.1	Área de Estudio.....	5
2.2	División Política Censal.....	5
2.3	Marco legal sistemas de Saneamiento Rural	6
2.4	Marco Legal Servicios Públicos	7
2.5	Soporte general a la demanda de servicios sanitarios.....	7
2.5.1	Gestión de derechos de agua.....	8
2.5.2	Plan de aseguramiento de oferta de agua en fuentes	8
2.6	Descripción de la infraestructura de servicios sanitarios existentes	9
2.7	Proyección de población.....	12
3	EMPRESA SANITARIA ESSBIO S.A.: SISTEMA DE AGUA POTABLE	14
3.1	Proceso de producción	14
3.2	Proceso de distribución	15
3.3	Inversión estimada en el Plan de Desarrollo por la Empresa Sanitaria	17
3.4	Estimación de Demanda de Agua Potable.....	18
3.4.1	Criterios de diseño	18
3.4.2	Proyección de demanda de agua potable	19
3.5	Balance Oferta-Demanda.....	19
4	EMPRESA SANITARIA ESSBIO S.A.: SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS	21
4.1	Proceso de recolección.....	21
4.2	Proceso de disposición.....	24
4.3	Inversión en Aguas Servidas	24
4.4	Estimación de Demanda de Aguas Servidas.....	25
4.4.2	Proyección de demanda de aguas servidas	25
4.5	Balance Oferta-Demanda.....	26
5	INVERSION ESTIMADA POR LA EMPRESA SANITARIA	27
6	FACTIBILIDAD SANEAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS	28
6.1	Introducción	28
6.1.1	Diagnóstico de los Sistemas Urbanos de Drenaje.....	28
6.1.2	Criterios Generales	28
6.2	Definición de fajas de protección entorno a sistema de canales y obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias.....	31
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.2-1: Distrito censal comuna de Yungay. Provincia de Diguillín, Región de Ñuble (Censo 2017).....	6
Cuadro 2.6-1: Servicios sanitarios rurales de la comuna de Yungay	9
Cuadro 2.6-2: Iniciativas de inversión vigentes en la comuna de Pozo Almonte.....	10
Cuadro 2.7-1: Población saneada para la etapa de agua potable y aguas servidas.....	12
Cuadro 2.7-2: Dotaciones de saneamiento	13
Cuadro 3.1-1: Fuentes y derechos de agua	14
Cuadro 3.1-2: Oferta de agua.....	14
Cuadro 3.1-3: Estanques de producción	15
Cuadro 3.1-4: Conducciones de distribución comuna de Yungay	15
Cuadro 3.1-5: Dotación por área geográfica. Año 1	15
Cuadro 3.1-6: Dotación por área geográfica. Año 5	16
Cuadro 3.1-7: Redes de distribución comuna de Yungay	16
Cuadro 3.2-1: Obras futuras de producción.....	17
Cuadro 3.2-2: Obras estimadas adicionales a las propuestas en el Plan de Desarrollo. Etapa de producción	17
Cuadro 3.2-3: Obras futuras de distribución según el Plan de Desarrollo	17
Cuadro 3.2-4: Obras estimadas adicionales a las propuestas en el Plan de Desarrollo. Etapa de distribución.....	18
Cuadro 3.3-1: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa sanitaria, comuna de Yungay. Escenario Cabida Máxima.....	19
Cuadro 3.3-2: Proyección de demanda de volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa sanitaria, comuna de Yungay. Escenario Cabida Máxima.....	19
Cuadro 3.3-3: Balance de fuentes de aprovechamiento.....	19
Cuadro 3.3-4: Estanques de producción	20
Cuadro 3.3-5: Balance de volumen de regulación.....	20
Cuadro 3.3-1: Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas comuna de Yungay.....	21
Cuadro 4.1-1: Plantas elevadoras de recolección.....	22
Cuadro 4.1-2: Conducciones de recolección comuna de Yungay	22
Cuadro 4.1-3: Red de colectores de recolección de la comuna de Yungay	23
Cuadro 4.1-4: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)	23
Cuadro 4.1-5: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)	23
Cuadro 4.1-6: Caudales de disposición de aguas servidas, de ESSBIO.	24
Cuadro 4.1-7: Calidad del efluente.....	24
Cuadro 4.2-1: Obras futuras de disposición más relevantes. Considerando la población del PD.....	25
Cuadro 4.3-1: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa sanitaria, comuna de Yungay. Escenario Cabida Máxima.....	25
Cuadro 4.3-2: Balance de plantas elevadoras de recolección.....	26
Cuadro 4.3-3: Balance de impulsiones de recolección.....	26
Cuadro 4.3-4: Balance de plantas elevadoras de recolección.....	26

1 INTRODUCCION

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

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

Respecto de la proyección de población, se considera:

- a. La serie propuesta en Actualizaciones Planes de Desarrollo de la empresa sanitaria
- b. El escenario de Cuidado Máximo, propuestos en la Imagen Objetivo del estudio Actualización del Plan Regulador Comuna de Yungay, que incluye las localidades Campanario y Cholguán, actualmente en desarrollo.

En este informe se analizará el balance oferta demanda correspondiente a la comuna de Yungay. Las localidades de Campanario y Cholguán serán integradas en la etapa sucesiva de factibilidad sanitaria.

2 MARCO DE REFERENCIA

Yungay forma parte de las 9 comunas de la provincia de Diguillín en la Región de Ñuble. Esta se ubica al sector sur de la provincia, a 55 km al sur de Chillán. Sus límites urbanos son: al norte con la comuna de Pemuco, al sur con las comunas de Tucapel y Los Ángeles, al oriente con las comunas de Antuco y Pinto, y al poniente con la comuna de Cabrero (PLADECO, Municipalidad de Yungay, 2019)

El sector se caracteriza por una topografía ondulada de lomajes leves, sin grandes pendientes, con excepción de los márgenes de ríos y esteros. Estos márgenes son encajonados debido a la erosión provocada por los cursos de agua en el blando material aluvial de origen volcánico (PLADECO, Municipalidad de Yungay, 2019).

Desde la perspectiva geomorfológica el terreno de la comuna corresponde predominantemente a depósitos piroclásticos. En menor proporción se encuentran depósitos de avalancha volcánica, depósitos glaciares, y secuencias volcánicas sedimentarias, entre otros. Esta geomorfología junto a la erosión diferenciada ha permitido el surgimiento de saltos de agua y cascadas en la comuna (PLADECO, Municipalidad de Yungay, 2019).

En la región se distinguen tres climas: templado-cálido, con estaciones lluviosas y secas definida; templado y lluvioso; y de altura. En particular para Yungay, el clima es templado de tipo mediterráneo-cálido. La temperatura media anual es de 14°C y la precipitación media anual es de 1.024 mm. La estación seca corresponde a los meses de verano y dura menos de cuatro meses, debido a la interacción del anticiclón subtropical y el régimen de los vientos del oeste (Plan de Desarrollo Esbío, 2018) (PLADECO, Municipalidad de Yungay, 2019)

La red hidrográfica de la comuna forma parte parcialmente de dos cuencas: la Cuenca del Río Itata y la Cuenca del Río Laja. Los principales cursos de agua son el río Laja, el río Cholguán, y el río Dañicalqui. Otros cuerpos de agua secundarios son el río Panqueco, el río Trilaleo, y los esteros Camarones, San José, y Ñipilco (PLADECO, Municipalidad de Yungay, 2019)

La comuna tiene una superficie aproximada de 82.516 hectáreas, de las cuales un 69% corresponde a bosques, praderas y matorrales. Un 28% corresponde a terrenos de uso agrícola. Las áreas urbanas e industriales ocupan 563 hectáreas, lo que equivale a un 0,7% de la superficie total (PLADECO, Municipalidad de Yungay, 2019)

Según el Censo de 2017 la población de la comuna equivale a 17.787 habitantes. La población es homogénea, compuesta mayoritariamente por familias de nivel educacional y económico medio y medio-bajo (Censo 2017 – www.resultados.censo2017.cl; Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – www.bcn.cl)

Ilustración 2.1-1: Comuna y área urbana de Yungay



Fuente: Google Earth, 2021. Area Urbana:

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio contempla los 3 principales centros poblados más importantes de la comuna, a saber, a nivel urbano las áreas de Yungay y Campanario, a nivel rural el área de Cholguán. Así también, los polígonos referenciales incluidos en las Bases licitación, integran otras áreas rurales pobladas menores, como El Cardal, Sector Estadio (de campanario) y Cholguán Norte.

2.2 DIVISIÓN POLÍTICA CENSAL

La división política censal de la comuna está conformada por el distrito electoral N°19, que adicionalmente incluye las comunas de Bulnes, Chillán, Chillán Viejo, Cobquecura, Coelemu, Coihueco, El Carmen, Ninhue, Ñiquén, Pemuco, Pinto, Portezuelo, Quillón, Quirihue, Ránquil, San Carlos, San Fabián, San Ignacio, San Nicolás, y Treguaco.

De acuerdo con el Censo 2017, la población de la comuna de Yungay equivale a 17.787 habitantes, de los cuales 13.303 se ubican en la zona urbana, por otra parte considerando que la superficie urbana es de 563 hectáreas, se tiene en la zona urbana una densidad poblacional de 23,6 hab/ha. Las características de la comuna se incluyen en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.2-1: Distrito censal comuna de Yungay. Provincia de Diguillín, Región de Ñuble (Censo 2017)

Comuna	Distrito	Superficie (km ²)	Población (hab.)				Rubros económicos clave
			Urbana	Rural	Total	% Urbana	
Yungay	Distrito 19 - 10° Circunscripción	823,5	13.303	4.484	17.787	75%	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas. En menor medida a la industria manufacturera y actividades de alojamiento y de servicio de comidas.

Fuente www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html. Trabajadores según rubro económico, y complementos de elaboración propia.

En la comuna de Yungay la “agricultura, ganadería, caza y silvicultura” es la actividad económica más relevante, ya sea en términos de ventas totales como en cantidad de empleos asociados. Esta cifra se sustenta en gran parte por la actividad silvícola presente en la comuna y la presencia de algunas empresas de producción forestal. Otros rubros notables son el “comercio al por mayor y menor reparación de vehículos automotores y enseres domésticos”, el “comercio y servicios”, y el turismo, los cuales han ganado una creciente importancia en la última década.

La comuna de Yungay tiene un porcentaje de población urbana de un 75% siendo la tercera comuna con mayor proporción luego de Chillán y Chillán Viejo.

2.3 MARCO LEGAL SISTEMAS DE SANEAMIENTO RURAL

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

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

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

- ✓ Rural concentrado, más de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o de futura red de agua potable. Solución colectiva tradicional.
- ✓ Rural semiconcentrado, a lo menos 80 habitantes y una concentración mínima de 8 viviendas por Km. de calle o de futura red de agua potable. Solución colectiva de bajo costo.
- ✓ Rural disperso. Solución individual.

El 14 de febrero de 2017 se publica la Ley 20.988 que regula los Servicios Sanitarios Rurales, que en términos gruesos tiene por objeto establecer un marco jurídico e institucional que regule la prestación de servicios sanitarios rurales, entendiéndose por tal la provisión de agua potable, así como la recolección y tratamiento de las aguas servidas. Establece Comités o Cooperativas encargados; norma las licencias para prestar el servicio en un área determinada, y las condiciones los mecanismos de asesoría y fiscalización sanitaria.

2.4 MARCO LEGAL SERVICIOS PÚBLICOS

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

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

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

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

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

2.5 SOPORTE GENERAL A LA DEMANDA DE SERVICIOS SANITARIOS

Existe a nivel mundial la convicción a partir de una serie de investigaciones, asociadas al cambio o variabilidad climática y la preocupación de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales, que el problema asociado a los recursos hídricos será creciente y cada vez alcanzará mayor importancia, transformándose en una crisis mundial si no proponemos cambios radicales a la forma de utilizar los recursos disponibles. A partir de lo señalado, es necesario considerar en los Planes Reguladores, que los concesionarios de los nuevos sectores a incluir en el límite urbano propuesto realicen los estudios necesarios que permitan garantizar el uso sustentable del recurso hídrico a nivel de cuenca. Deberá tener en consideración la intensidad de la explotación que se hará de los recursos hídricos disponibles y las condiciones climatológicas. Deberá incorporar en sus estudios la recarga que deberá hacer al sistema, la cual debería ser equivalente al uso que requiera realizar para abastecer a los nuevos sectores a incorporar.

Los recursos hídricos son especialmente sensibles a la intensidad de la explotación que se haga de ellos, de las condiciones climáticas y de la recarga anual que se produzca en la zona. Por lo que se requiere estar en constante investigación referente a su comportamiento.

1.1.1 Gestión de derechos de agua

Tanto las empresas de servicios sanitarios del área de estudio, como los nuevos concesionarios en el caso que estos se incorporen, deberían implementar algunas acciones en forma permanente que permitan realizar un uso eficiente del recurso hídrico:

- ✓ Estudio sobre medición y control de pérdidas.
- ✓ Detección de sectores de mayor probabilidad de fuga de agua desde la red de distribución.
- ✓ Estudio de eficiencia de la micromedición
- ✓ Análisis de roturas en la red
- ✓ Gestión a nivel de cuenca con los distintos usuarios del agua
- ✓ Estudios respecto de un uso eficiente del agua
- ✓ Campañas de ahorro de consumo de parte de los usuarios

1.1.2 Plan de aseguramiento de oferta de agua en fuentes

La entrada en vigor de La Ley N°20.017 publicada con fecha 16/06/06, que modificó el Código de Aguas de 1997, e introdujo un conjunto de cambios cuya responsabilidad y competencia recaen en la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas.

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

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

De acuerdo con lo señalado, la Dirección General de Aguas desarrolló un estudio¹, el cual identificó las posibles fuentes de recursos de aguas tanto superficiales como subterráneas y se identificaron aquellas áreas de **interés nacional** podría generar conflictos ya sea de tipo económico, social o ambiental sobre las cuales existiesen argumentos que ameriten aplicar las facultades presidenciales citadas anteriormente.

El estudio desarrollado con motivo de la modificación del Código de Aguas, denominado “Análisis y determinación de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional”, Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., agosto 2006, el cual identificó las áreas de **interés nacional relacionadas al recurso hídrico, en las cuales el ejercicio de nuevos derechos no consuntivos** podría generar conflictos ya sea de tipo económico, social o ambiental. Tal

¹ Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para el Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional, Ministerio de Obras Públicas. Agosto 2006.

conflicto, debe entenderse como la superposición de un derecho solicitado con la existencia de un área de interés nacional, razón por la cual requieren revisarse los requerimientos que estarían asociados a dicho interés y su compatibilidad con el derecho solicitado. La comuna de **Yungay** no se identificó como una comuna inserta en el ámbito de interés según los objetivos del estudio señalado.

2.6 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTES

Desde el ámbito sanitario la comuna de Yungay cuenta con 10 servicios sanitarios rurales organizados en tres sistemas tipo: tres básicos, uno semi concentrado y seis concentrados. El total de beneficiarios es de 7.463 habitantes y un total de 2.407 arranques.

Cuadro 2.6-1: Servicios sanitarios rurales de la comuna de Yungay

Nombre oficial Sistema	Año de puesta en marcha	No. De Arranques a diciembre 2020	Tipo	Beneficiarios/as estimados a dic 2020	Administración del sistema
Cooperativa de Servicio de Abastecimiento, Distribución y Captación de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental Campanario Limitada	1980	1.017	Concentrado	3.153	Cooperativa
Comité de Agua Potable Rural Cholguán Norte	2004	129	Concentrado	400	Comité
Comité de Agua Potable El Roble	2000	280	Concentrado	868	Comité
Comité de Agua Potable La Esperanza Cholguán Estación	2005	69	Concentrado	214	Comité
Cooperativo Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental Comunidad de Pangal del Laja Ltda.	1965	77	Concentrado	239	Cooperativa
Comité de Agua Potable Rural Ranchillo	1997	96	Concentrado	298	Comité
Comité de Agua Potable Rural El Esfuerzo de Rinconada de Itata	2015	105	Semiconcentrado	326	Comité
Comité de Agua Potable Rural San Miguel de Itata	2009	133	Básico	412	Comité
Comité de Agua Potable Rural Nevados de Yungay		37	Básico	115	Comité
Comité de Agua Potable Rural El Cardal	2014	464	Básico	1.438	Comité
Total		2.407		7.463	

Fuente: Base de Sistemas Sanitarios Rurales. Dic. 2020. Dirección de Obras Hidráulicas – MOP

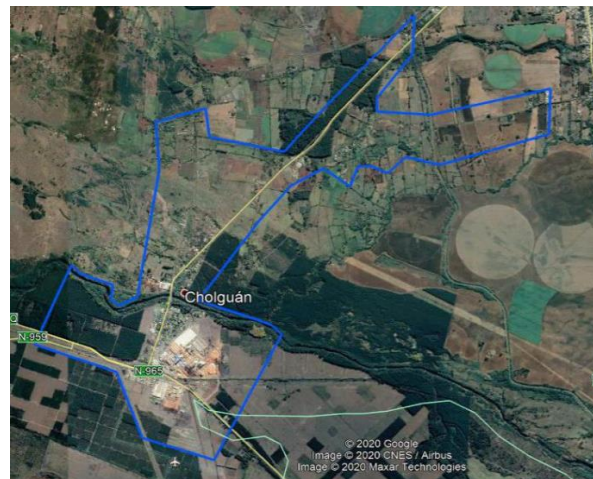
Forman parte del presente estudio, los sistemas sanitarios rurales de Campanario y Cholguán, sistemas que datan del año 1980 y 2004 respectivamente.

Ilustración 2.6-1: Localidad de Campanario



Fuente: SECPLAN, Municipalidad de Yungay (2020). Bases técnicas PRC Yungay

Ilustración 2.6-2: Localidad de Cholguán



Fuente: SECPLAN, Municipalidad de Yungay (2020). Bases técnicas PRC Yungay

Según se establece en las bases técnicas, los polígonos indicados son referenciales, y su delimitación forma parte del presente Estudio de Actualización el Plan Regulador.

Según información extractada a partir del Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, MDSF², se encuentran las siguientes iniciativas de inversión en la comuna de Yungay, considerando las iniciativas vigentes al 2021.

Cuadro 2.6-2: Iniciativas de inversión vigentes en la comuna de Pozo Almonte

Código BIP	Nombre Iniciativa	Etapa que postula	Año a financiar	Costo Total M\$
40002330-0	Construcción ampliación planta de tratamiento AS Campanario, comuna de Yungay.	EJECUCION	2021	324.381

² Según registro BIP-MDSF, 2021.

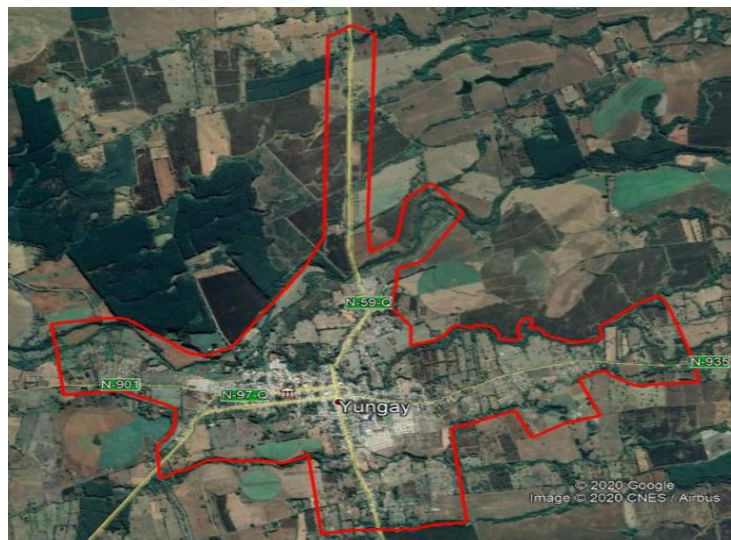
La localidad de Campanario tiene una población estimada total de 4.320 hab. Cuenta con servicio de agua potable administrado por la Cooperativa de agua potable del sector y el tratamiento de aguas servidas y sistema de alcantarillado que se encuentra administrado por el Municipio. Considerando el crecimiento experimentado por la población la planta de tratamiento requiere una ampliación, por lo que el proyecto indicado, se encuentra postulando a finamiento durante el presente año.

El proyecto considera una planta de tratamiento biológico que cuenta con las siguientes unidades: reja de desbaste manual y medido de flujo, estanque pulmón de afluente en estanque de hormigón, estación de bombeo, reactor biológico para la aireación, sistema de desinfección por contacto con cloro líquido, sistema de digestión de lodos y sistema de deshidratación por filtro prensa. El plazo estimado para desarrollar el estudio y la ejecución de la ampliación es de 18 meses.

La localidad de Cholguán cuenta con redes de alcantarillado de aguas servidas público y planta de tratamiento de aguas servidas. Por otra parte, no existen proyectos postulados para ampliar o mejorar los sistemas sanitarios existentes.

Si se decide incorporar las localidades rurales de Cholguán y Campanario como zonas urbanas, con motivo del estudio de Ampliación del Plan Regulador de la Comuna de Yungay, se deberán proyectar y reemplazar la totalidad de las redes existentes toda vez que los criterios de diseño de las áreas rurales no son coincidentes con los criterios de diseño de las áreas urbanas.

Ilustración 2.6-3: Localidad de Yungay



Fuente: SECPLAN, Municipalidad de Yungay (2020). Bases técnicas PRC Yungay

Desde el punto de vista de los servicios sanitarios urbanos, la comuna de Yungay es abastecida por la Empresa Essbio S.A., concesión formalizada por el Decreto N°1814 16.07.99. La empresa sanitaria Essbio S.A. presta los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas a la localidad de **Yungay**. Adicionalmente, esta empresa presta servicios sanitarios a las localidades de Coihueco, Los Álamos, Tucapel y Yumbel.

En el presente capítulo se describen los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado de aguas servidas para la comuna de **Yungay**, extractadas a partir de la investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas. Las fuentes principales son el estudio Actualización Planes de Desarrollo Localidad de Yungay SC 08-41 aprobado por ORD. SISS N°1142/18, el DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

2.7 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

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

Para el escenario de cabida máxima se estima una población equivalente a 36.480 habitantes. El cuadro siguiente muestra la población saneada por la empresa sanitaria en el escenario de cabida máxima. Se añaden los valores establecidos por la empresa sanitaria para el año 0 (2016) y el año 15 (2031).

Cuadro 2.7-1: Población saneada para la etapa de agua potable y aguas servidas

Escenario	Población por etapa (hab)					
	Agua potable			Aguas servidas		
	Total	Cobertura	Abastecida	Total	Cobertura	Saneada
Plan de Desarrollo sanitaria (año 0)	11.354	100%	11.355	11.354	81%	9.200
Plan de Desarrollo sanitaria (año 15)	13.168	100%	13.168	13.168	87%	11.393
Escenario Cabida Máxima	36.480	100%	36.480	36.480	87%	31.562

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

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

Cuadro 2.7-2: Dotaciones de saneamiento

Escenario	Dotaciones (l/hab/día)		
	Consumo AP	Producción AP	Saneada AS
Plan de Desarrollo (año 0)	145,3	213,6	147,1
Plan de Desarrollo (año 15)	173,6	255,3	189,3
Escenario Cobertura Máxima	173,6	255,3	189,3

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

3 EMPRESA SANITARIA ESSBIO S.A.: SISTEMA DE AGUA POTABLE

La empresa sanitaria Essbio S.A. es la concesionaria de los procesos de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas para Yungay.

Los territorios operacionales de agua potable y alcantarillado de aguas servidas son los mismos y se muestran en las láminas que acompañan este informe.

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

3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

a) Fuentes y derechos de agua

El sistema cuenta actualmente con cuatro captaciones subterráneas y una superficial, con un caudal total de explotación de 53 l/s y caudal de derechos de agua de 90 l/s.

Cuadro 3.1-1: Fuentes y derechos de agua

Nombre	Tipo	Fuente	Caudal explotación (l/s)
Sondaje 842	Subterránea	-	15
Sondaje 853	Subterránea	-	12,5
Sondaje 854	Subterránea	-	12,5
Sondaje 1422	Subterránea	-	13
Estero Trilaleo	Superficial	Río Trilaleo	0
Total			53

Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

b) Oferta actual y futura de las fuentes

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

Cuadro 3.1-2: Oferta de agua

Año		Q explotación (l/s)	Q derechos de agua (l/s)
1	2017	53	90
5	2021	53	90
15	2031	64	101

Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

c) Puntos de entrega actuales – Estanques de producción

En el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria son reportados dos valores de volumen de regulación distintos. En este informe se toma en cuenta el valor de regulación utilizado para el balance de oferta-demanda. Teniendo en cuenta lo anterior, la empresa sanitaria cuenta con dos estanques de regulación en la etapa de producción con una

capacidad conjunta que alcanza los 1.262 m³. Estos permiten mantener una reserva de agua para abastecer el sistema.

Cuadro 3.1-3: Estanques de producción

Nombre estanque	Volumen (m ³)
Yungay 3	600
Yungay 4	662

Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

d) Plantas elevadoras, de tratamiento, e infraestructura adicional

Para la etapa de producción el sistema cuenta con cuatro plantas elevadoras operativas en la etapa de producción, una planta de tratamiento de agua potable, y un total de 3.070,5 m de conducciones. Desde estos puntos se conduce el agua potable hasta los estanques de distribución.

Cuadro 3.1-4: Conducciones de distribución comuna de Yungay

Nombre	Longitud [m]						Total [m]
	Cem. Asb.	PVC	H. Dúctil	Acero	HDPE	Otro	
Aducción Estanque elevado a Avda. Baquedano	509,6	-	-	-	-	-	509,6
Aducción Estanque elevado a Avda. Baquedano	-	-	-	45,3	-	-	45,3
Aducción Estanque Yungay a Avda. Baquedano	1.212,80	-	-	-	-	-	1212,8
Total	1722,4	-	-	45,3	-	-	1767,7

a) Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

Adicionalmente, el sistema está dotado con dos centros de cloración, dos macromedidores, un grupo electrógeno, y no requiere estaciones reductoras de presión.

3.2 PROCESO DE DISTRIBUCIÓN

a) Dotación por área geográfica

La empresa sanitaria propone un nivel de atención creciente. En el Cuadro 2.1-7 y Cuadro 2.1-8, se indican los niveles de atención para el sistema en el año 1 y el año 5.

Cuadro 3.2-1: Dotación por área geográfica. Año 1

Sector año 2017	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Yungay	319	11.666	145,8	12,3
Total	319	11.666	-	-

Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

Cuadro 3.2-2: Dotación por área geográfica. Año 5

Sector año 2021	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Yungay	319	12.175	152,4	12,1
Total	319	12.175	-	-

b) Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

b) Descripción del sistema

El sistema de distribución cuenta con dos estanques de regulación como puntos de entrega, que suman una capacidad total de 1.262 m³. El sistema no cuenta con plantas elevadoras de agua potable operativas ni centros de reclaración en la etapa de distribución. La red de distribución tiene una longitud total de 38.248 m. Un 54% de la red está compuesta de PVC, un 41% de cemento asbesto, y el resto de HDPE, acero y otros.

Cuadro 3.2-3: Redes de distribución comuna de Yungay

Diámetro	Longitud [m]						Total [m]
	Cem. Asb.	PVC	H. Dúctil	Acero	HDPE	Otro	
75,0	5.788,0	254,6	-	-	-	-	6.042,6
90,0	-	3.998,2	-	-	-	-	3.998,2
100,0	3.274,2	-	-	-	-	197,1	3.471,3
110,0	-	14.529,4	-	-	980,8	-	15.510,2
125,0	-	448,3	-	-	157,9	-	606,2
150,0	2.863,9	-	-	-	-	-	2.863,9
160,0	-	300,1	-	-	-	-	300,1
200,0	1.932,3	1.099,7	-	576,2	-	136,7	3.744,9
250,0	1.710,9	-	-	-	-	-	1.710,9
Total	15.569,3	20.630,3	-	576,2	1.138,7	333,8	38.248,3

c) Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

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

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

El Decreto Supremo 656/2000 prohibió el uso del asbesto en ciertos productos y en su art. 2, señala: prohíbase en el país la “producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción que contengan cualquier tipo de asbesto”. Este decreto supremo no indica prohibición de uso ni retiro vinculante de las tuberías de asbesto

cemento ya existentes. Por esto último, las empresas sanitarias han optado por reemplazar la materialidad de las tuberías de asbesto parcialmente y solo una vez que el sistema así lo requiera.

Finalmente, para el proceso de distribución la empresa sanitaria cuenta con dos macromedidores, 3.292 arranques, 76 grifos de incendio, 78 válvulas de corta y un grupo electrógeno. El sistema no cuenta con estaciones reductoras de presión.

3.3 INVERSIÓN ESTIMADA EN EL PLAN DE DESARROLLO POR LA EMPRESA SANITARIA

La inversión propuesta en el Plan de Desarrollo en las etapas de producción y distribución equivale a un monto de 17.114 UF. De acuerdo con el crecimiento poblacional se estima una inversión adicional de 35.306 UF, lo que corresponde a un total de **52.420 UF en la producción y distribución de agua potable.**

Inversión en etapa de producción

La inversión total en obras futuras de producción, propuestas por el Plan de Desarrollo corresponde a **9.267 UF**. El detalle se presenta a continuación.

Cuadro 3.3-1: Obras futuras de producción

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF)
Aumento en capacidad de producción: Fuente de respaldo – Gestión de derechos de agua	En 6 l/s adicionales	2023 - 2024	9.267

Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO – Cronograma base actualizado. 2019.

Para suplir la demanda requerida según el crecimiento de población a partir del censo de 2017, se requiere un aumento de la capacidad de 14 l/s por lo que la inversión adicional sería de **21.623 UF**.

Cuadro 3.3-2: Obras estimadas adicionales a las propuestas en el Plan de Desarrollo. Etapa de producción

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF)
Aumento en capacidad de producción: Fuente de respaldo – Gestión de derechos de agua	En 4 l/s adicionales	2021 - 2022	6.178
	En 10 l/s adicionales	2125-2026	15.445

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan de Desarrollo ESSBIO – Cronograma base actualizado. 2019.

Inversión en etapa de distribución

La inversión total en obras futuras en etapa de distribución equivale a **7.847 UF**, correspondiente a la construcción de un estanque de regulación de 50 m³ y el refuerzo de la red.

Cuadro 3.3-3: Obras futuras de distribución según el Plan de Desarrollo

Obra	Designación	Año de inicio	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF)
Estanque Yungay 3	50 m ³ adicionales	2024	2025	2.873
Refuerzo Ángeles entre Alberto Hurtado y Tres Esquinas	758 m de red de 200 mm. de diámetro	2020	2020	4.974

d) Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

La inversión requerida para abastecer la población adicional considerando el Censo de 2017, a **13.683 UF**, correspondiente a la construcción del refuerzo de la red.

Cuadro 3.3-4: Obras estimadas adicionales a las propuestas en el Plan de Desarrollo. Etapa de distribución

Obra	Designación	Año de inicio	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF)
Refuerzo Ángeles entre Alberto Hurtado y Tres Esquinas	2.231 m de red de 200 mm. de diámetro	2020	2020	13.683

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan de Desarrollo ESSBIO – Cronograma base actualizado. 2019.

3.4 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

1.1.3 Criterios de diseño

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

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

a) Niveles de pérdidas

Los niveles de pérdidas señalados por el Plan de Desarrollo Essbio, 2018, estimadas según los datos del año 2015, son de 5,0% en la etapa de producción y 28,4% en la de distribución.

b) Coberturas

De acuerdo con el Plan de Desarrollo la cobertura base respecto a la población total de Yungay es de 100% para la distribución de agua potable. Con respecto a la recolección de aguas servidas el sistema cubre el 81% de la población, y se proyecta un aumento gradual hasta un 86,5% al año 15 (2031).

c) Calidad del agua

No existen datos reportados relacionados a la calidad del agua.

d) Factores de consumo

El factor del día de máximo consumo (FDMC) corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo (CDMC) en el mes de máximo consumo. Este factor se utiliza para mayorar el caudal medio, con lo cual se estiman las capacidades de los estanques, entre otros. El factor de la hora de máximo consumo (FHMC) es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. Este se utiliza para mayorar el caudal máximo diario y, con esto, diseñar las redes de distribución.

Estos factores se calculan a partir de las estadísticas de consumo con las que cuenta la empresa. En el caso de ESSBIO, se contó con estadísticas de facturación histórica desde el año 2005 al 2015. El Plan de Desarrollo define el **factor de día máximo consumo (FDMC) en 1,39**; el **factor de hora de máximo consumo (FHMC) en 1,50**.

1.1.4 Proyección de demanda de agua potable

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

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada para el escenario de cabida máxima de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 15 (2031).

Cuadro 3.4-1: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa sanitaria, comuna de Yungay. Escenario Cabida Máxima.

Escenario	Población			Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas totales (%)	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)				Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)
Plan de Desarrollo (2031)	13.168	100%	13.168	173,6	32,0%	255,3	26,5	36,7	55,0	38,9	53,9	80,9
Escenario Cabida Máxima	36.480	100%	36.480	173,6	32,0%	255,3	73,3	101,6	152,4	107,8	149,4	224,1

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

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada de volumen de regulación para la alternativa seleccionada de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 15 (2034).

Cuadro 3.4-2: Proyección de demanda de volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa sanitaria, comuna de Yungay. Escenario Cabida Máxima.

Escenario	Población			Volumen de regulación			
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)	Consumo (m3)	Incendio (m3)	Seguridad (m3)	Total (m3)
Plan de Desarrollo (2031)	13.168	100%	13.168	475	230	264	739
Escenario Cabida Máxima	36.480	100%	36.480	1.317	346	732	2.048

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

La empresa concesionaria del servicio de agua potable cuenta con dos estanques de regulación operativos para sus procesos de producción y distribución, que totalizan una capacidad de **1.262 m³**. Adicionalmente, la empresa considera la construcción de un estanque de 50 m³, que entrará en operación el año 2025.

3.5 BALANCE OFERTA-DEMANDA

La situación con proyecto señalada en los balances se refiere a la infraestructura requerida para cubrir la demanda definida por el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria. En la etapa de factibilidad sanitaria se determinará la infraestructura requerida para el proyecto de Actualización Plan Regulador.

a) Proceso de producción

Fuentes y derechos de agua

Del balance oferta-demanda de fuentes y capacidad de tratamiento se obtiene un déficit de producción de 20 l/s, para abastecer el sistema hasta el año 2031. Para suplir el déficit se considera un aumento de capacidad de producción y gestión de derechos de agua por **20 l/s**, cuyo inicio de operación se requiere el año 2021. El Plan de Desarrollo estima un aumento de la capacidad de producción de 6 l/s.

Para el escenario de cabida máxima se estima un déficit en infraestructura de 52,4 l/s para abastecer la demanda.

Cuadro 3.5-1: Balance de fuentes de aprovechamiento

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada en cabida máxima (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Cabida máxima	44	96,4	-52,4

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

b) Proceso de distribución

Puntos de entrega actuales – Estanques de producción

La empresa sanitaria cuenta con dos estanques de regulación en la etapa de producción con una capacidad conjunta que alcanza los 1.262 m³. Estos permiten mantener una reserva de agua para abastecer el sistema.

Cuadro 3.5-2: Estanques de producción

Nombre estanque	Volumen (m ³)
Yungay 3	600
Yungay 4	662

Fuente: Plan de Desarrollo ESSBIO. 2018.

Adicionalmente la empresa sanitaria propone la construcción de un estanque de 50 m³. El volumen disponible futuro será de 1.312 m³ lo que permite suplir la demanda de estanques. De acuerdo con la proyección de población estimada por la empresa en el Plan de Desarrollo, el volumen de regulación sería suficiente para todo el periodo en análisis.

Por otra parte, considerando el valor de población del escenario de cabida máxima, se calcula una demanda de volumen de regulación de 2.048 m³. Este volumen fue estimado utilizando un factor de seguridad establecido por la normativa de 15% sobre el volumen máximo diario. En este escenario, el volumen de regulación no es suficiente para abastecer la demanda, presentando un déficit de 736,3 m³.

Cuadro 3.5-3: Balance de volumen de regulación

Nombre	Volumen con proyecto (m ³)	Demanda estimada en cabida máxima (m ³)	Balance con proyecto (m ³)
Volumen total de regulación	1.312	2.048	-736,3

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

4 EMPRESA SANITARIA ESSBIO S.A.: SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

La concesionaria de la recolección de aguas servidas es la misma empresa concesionaria de la producción y distribución de agua potable, Essbio S.A.

El sistema cuenta con una planta única de tratamiento de aguas servidas. En la tabla siguiente se indican las características de la planta de tratamiento del territorio operacional de la comuna de Yungay.

Cuadro 3.5-1: Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas comuna de Yungay.

Planta de tratamiento	Tipo	Caudal de diseño (l/s)
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Yungay	Lagunas de estabilización	19,9

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de recolección de aguas servidas de la empresa Essbio S.A.

4.1 PROCESO DE RECOLECCIÓN

a) Área geográfica - Territorio Operacional

El territorio operación para el sistema de recolección de aguas servidas es el mismo presentado para el sistema de agua potable. En la siguiente figura se presenta el territorio operacional de la empresa sanitaria de la comuna de Yungay, comparando esta área con el área urbana de la comuna.

Ilustración 4.1-1: Localidad de Yungay



Fuente: Google Earth, 2021. Área urbana: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (áreas urbanas). Territorio operacional Essbio: Plan de Desarrollo Essbio 2018.

b) Plantas elevadoras de recolección

El sistema cuenta con tres plantas elevadoras de recolección, detalladas en la siguiente tabla.

Cuadro 4.1-1: Plantas elevadoras de recolección.

Nombre	Tipo	Caudal de diseño (l/s)
Peas Chipana	Bombas en el interior del pozo de aspiración	15,0
Tres Esquinas	Bombas en el interior del pozo de aspiración	9,0
Diagonal Esmeralda Cholguán	Bombas en el interior del pozo de aspiración	13,0

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018

c) Red de recolección

Las conducciones de recolección de aguas servidas tienen una longitud total de 6,3 km. El 57% de las conducciones son de material PVC y el 43% restante de hormigón.

Cuadro 4.1-2: Conducciones de recolección comuna de Yungay

Nombre	Tipo (1)	Diámetro (mm)	Longitud [m]			Longitud total (m)
			PVC	Hormigón	Otros	
Acueducto de calle Angamos a Peas	Ac	200	-	188,1	-	188,1
Acueducto de calle Natri a PTAS	Ac	180	-	71,3	-	71,3
Acueducto de calle Natri a PTAS	Ac	250	-	375,4	-	375,4
Acueducto de calle Pisagua a PTA Tratamiento	Ac	300	-	743,0	-	743,0
Acueducto de calle Pisagua a PTA Tratamiento	Ac	350	-	228,5	-	228,5
Acueducto de sector La Greda a 3 Esquinas Oriente	Ac	180	298,0	-	-	298,0
Acueducto de sector La Greda a 3 Esquinas Oriente	Ac	200	540,7	-	-	540,7
Acueducto de sector La Greda a 3 Esquinas Poniente	Ac	200	792,5	-	-	792,5
Acueducto desde Ángeles a PEAS Chipana	Ac	200	-	66,6	-	66,6
Impulsión de PEAS e Esquinas a IC Pinto	I	110	515,6	-	-	515,6
Impulsión Planta Chipana a Huamachuco	I	215	465,0	-	-	465,0
Impulsión PEAS Esmeralda a Natri	I	110	810,3	-	-	810,3
Acueducto Norte PEAS Tres Esquinas	Ac	200	170,2	-	-	170,2
Colector Baquedano PEAS Chipana	Ac	180	-	325,1	-	325,1
Colector Baquedano PEAS Chipana	Ac	200	-	687,4	-	687,4

Nombre	Tipo (1)	Diámetro (mm)	Longitud [m]			Longitud total (m)
			PVC	Hormigón	Otros	
Total			3.592,3	2.685,2	-	6.277,6

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018. Acueducto (Ac), Impulsión (I), Aducción (A)

La red de recolección tiene una longitud total de 27,7 km, compuesta en un 79% de hormigón simple, un 18% de PVC y el resto de otros materiales. Cuenta con un total de 2.641 Uniones Domiciliarias y un grupo electrógeno.

Cuadro 4.1-3: Red de colectores de recolección de la comuna de Yungay

Diámetro	Longitud [m]							Total [m]
	Cem. Asb.	PVC	Acero	Hormigón	HDPE	PRFV	Otro	
170,0	-	-	-	138	-	-	-	138,0
175,0	144,5	-	-	5.167,90	-	-	-	5.312,4
180,0	-	3.143,00	-	6.117,00	-	-	-	9.260,0
200,0	-	1.877,00	-	9.398,80	406,4	-	-	11.682,2
225,0	-	-	-	-	140,7	-	-	140,7
250,0	-	-	-	592,50	-	-	-	592,5
300,0	-	-	-	500,50	-	-	-	500,5
360,0	-	-	-	-	145,7	-	-	145,7
Total	144,5	5.020,0	0,0	21.914,7	692,8	0,0	0,0	27.772,0

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018.

d) Caudal a recolectar por área geográfica

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

Cuadro 4.1-4: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)

Sector año 2017	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (1)	Vol. Med. Mes por cliente (m³/cliente/mes)	Coef. de recuperación
Yungay	319	9.403	119,2	10,0	0,8

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018.

Cuadro 4.1-5: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)

Sector año 2021	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (1)	Vol. Med. mes por cliente (m³/cliente/mes)	Coef. de recuperación
Yungay	319	10.031	127,3	10,1	0,8

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018.

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

4.2 PROCESO DE DISPOSICIÓN

Essbio S.A. es concesionaria de la disposición de las aguas servidas de su territorio operacional. El cuerpo receptor para la disposición actual y futura (años 1, 5 y 15) corresponde al Río Trilaleo. El agua servida es tratada mediante una planta de tratamiento: PTAS: Yungay. El sistema de tratamiento actual y futuro (años 1, 5 y 15) corresponde a Lodos Activados Convencionales para ambas plantas de tratamiento.

Los caudales de aguas servidas a disponer se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.2-1: Caudales de disposición de aguas servidas, de ESSBIO.

Caudal (l/s)	Año 1	Año 5	Año 15
	2017	2021	2031
Medio anual AS	13,0	14,8	20,0
Medio anual total (1)	14,2	16,0	21,2
Máximo horario	39,9	44,9	59,1

(1) Q medio anual AS + Q infiltración

Fuente: Plan de Desarrollo Essbio. 2018.

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

Cuadro 4.2-2: Calidad del efluente.

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

4.3 INVERSIÓN EN AGUAS SERVIDAS

La inversión propuesta en el Plan de Desarrollo en las etapas de recolección y disposición equivale a un monto de 34.168 UF. De acuerdo con el crecimiento poblacional se estima una inversión adicional de 7.300 UF.

Inversión en etapa de recolección

No se consideran obras para la etapa de recolección en el cronograma base de la empresa concesionaria.

Inversión en etapa de disposición

La inversión total en obras futuras en etapa de disposición para todo el sistema corresponde a **34.168 UF**, correspondientes en su mayoría a aumentar la capacidad de la planta de tratamiento de aguas servidas. Las principales obras futuras en disposición se detallan a continuación.

Cuadro 4.3-1: Obras futuras de disposición más relevantes. Considerando la población del PD

Obra	Designación	Año de puesta en operación	Monto inversión (UF)
Aumento capacidad PTAS – Tratamiento biológico	108,4 kgDBO5/día	2020	16.168
Aumento capacidad PTAS – Tratamiento preliminar	13,7 l/s	2021	5.410
Aumento en capacidad PEAS	13,3 l/s	2021	1.910
Aumento capacidad PTAS – Tratamiento biológico	22,2 kgDBO5/día	2027	5.042
Aumento capacidad PTAS – Capacidad hidráulica	1,4 l/s	2028	3.955
Aumento capacidad PTAS – Desinfección	1,4 l/s	2028	1.683

Fuente: Cronograma base Plan de Desarrollo Essbio. 2019.

4.4 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

a) Coeficiente de recuperación

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

b) Caudal de infiltración

El Plan de Desarrollo considera un caudal de infiltración a los sistemas de recolección de aguas servidas de 1,25 l/s.

1.1.5 Proyección de demanda de aguas servidas

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

El siguiente cuadro muestra la demanda de saneamiento esperada para la alternativa seleccionada. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo al año 15 (2031).

Cuadro 4.4-1: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa sanitaria, comuna de Yungay. Escenario Cabida Máxima.

Escenario	Población			Dotación saneada (l/hab/día)	Coef. recuperación [R]	Caudales de aguas servidas			Caudales totales	
	Total (hab)	Cobertura (%)	Saneada (hab)			Qmed (l/s)	Coef. Harmon	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax H (l/s)
Plan de Desarrollo (2031)	13.168	87%	11.393	189,3	0,8	20,0	2,9	57,9	21,2	59,1
Escenario Cabida Máxima	36.480	87%	31.562	189,3	0,8	55,3	2,5	135,9	56,6	137

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

4.5 BALANCE OFERTA-DEMANDA

La situación con proyecto señalada en los balances se refiere a la infraestructura requerida para cubrir la demanda definida por el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria. En la etapa de factibilidad sanitaria se determinará la infraestructura requerida para el proyecto de Actualización Plan Regulador.

a) Proceso de recolección

Plantas elevadoras de aguas servidas e impulsiones asociadas

Para el escenario de cabida máxima se estima un déficit en capacidad de elevación para la etapa de recolección de aguas servidas.

Cuadro 4.5-1: Balance de plantas elevadoras de recolección

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada en cabida máxima (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
PEAS Chipana	15	30	-15
PEAS Diagonal Esmeralda	13	24	-11
PEAS tres Esquinas	9	17	-8

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

Adicionalmente la empresa sanitaria no prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema en el escenario de cabida máxima.

Cuadro 4.5-2: Balance de impulsiones de recolección

Nombre	Capacidad de porteo con proyecto (l/s)	Demanda estimada en cabida máxima (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
IMP Chipana	12,9	29,9	-17,0
IMP Diagonal Esmeralda	10,3	23,9	-13,6
IMP tres Esquinas	7,3	16,9	-9,6

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

b) Proceso de disposición

Plantas de tratamiento de aguas servidas

Para el escenario de cabida máxima se estima un déficit en capacidad de tratamiento para la etapa de recolección de aguas servidas.

Cuadro 4.5-3: Balance de plantas elevadoras de recolección

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada en cabida máxima (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
PTAS Yungay - tratamiento preliminar	45,5	137,0	-77,8
PTAS Yungay - tratamiento biológico	19,9	49,2	-27,9
PTAS Yungay - desinfección	19,9	49,2	-27,9

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

5 INVERSION ESTIMADA POR LA EMPRESA SANITARIA

Los planes de desarrollo de la empresa sanitaria Essbio S.A. están orientados a satisfacer el aumento de la demanda a sus servicios que se originará debido al crecimiento de la población en su territorio operacional, en un período de previsión que llega al año 2031.

La inversión estimada por la empresa durante el periodo 2016 – 2031, para alcanzar la cobertura y los niveles de servicio señalados en el Plan de Desarrollo vigente, considerando la proyección de población a partir de la población censada en el año 2017, es de **93.888 UF**.

La inversión señalada en el Plan de Desarrollo está distribuida en distintos años en el horizonte de previsión según el siguiente detalle:

- ✓ Etapa de producción: 9.267 UF
- ✓ Etapa de distribución: 7.847 UF
- ✓ Etapa de recolección: -
- ✓ Etapa de disposición: 34.168 UF

La inversión adicional para el escenario de cabida máxima se detallará en el informe de factibilidad sanitaria, a entregar en la etapa de proyecto.

6 FACTIBILIDAD SANEAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se resumen los criterios de diseño y consideraciones que se tendrán en cuenta para formular la factibilidad de aguas lluvias de la comuna de Yungay incluyendo las localidades de Cholguán y Campanario en el caso que estas últimas, cambien su condición de rural a urbana.

La Ley 19.525 que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestro de Aguas Lluvias para las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, esta localidad no cuenta con Plan Maestro de Aguas Lluvias y no está en los planes a corto plazo del Ministerio de Obras Públicas.

Por lo anterior, corresponderá a los urbanizadores implementar las soluciones de aguas lluvias en la medida que se urbanicen los distintos sectores y sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.

1.1.6 Diagnóstico de los Sistemas Urbanos de Drenaje

Los problemas registrados en las localidades urbanas se deben en general a inundaciones producto de desbordes de canales y acequias que normalmente son utilizados para regadío, cuya capacidad es insuficiente para conducir las aguas lluvias del período de invierno o cuya capacidad es sobrepasada producto de obstrucciones por basuras arrojadas por la población a los canales.

Otro tipo de problema detectado se refiere a la existencia de quebradas que drenan sus aguas hacia zonas urbanas. En estos casos las aguas bajan de las quebradas arrastrando importantes cantidades de sedimentos, los cuales se alojan en las zonas más planas produciendo anegamientos muy molestos para la población.

Adicionalmente, se detectaron problemas asociados a la existencia de gran cantidad de calles sin pavimentar, que al no poseer pendientes adecuadas para el drenaje de las aguas lluvias se transforman, ante lluvias de pequeña magnitud, en "barrales" que prácticamente impiden el paso de vehículos y peatones.

1.1.7 Criterios Generales

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

- ✓ Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo.
- ✓ Desbordes de cauces artificiales, como canales de riego o colectores de todo tipo, que ven superada su capacidad.
- ✓ Acumulación de aguas lluvias en zonas bajas con drenaje insuficiente.
- ✓ Zonas en las cuales se interrumpe el drenaje natural.
- ✓ Diseños de la red vial no compatible con el drenaje natural de algunos sectores.

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

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducir las al cauce natural más cercano. En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de

modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y de manejo del recurso hídrico.

En otros los problemas que se observan en las localidades urbanas se deben en general a inundaciones producto de desbordes de canales y acequias que normalmente son utilizados para regadío, cuya capacidad es insuficiente para conducir las aguas lluvias del período de invierno o cuya capacidad es sobrepasada producto de obstrucciones por basuras arrojadas por la población a los canales. Así también, existen quebradas que drenan sus aguas hacia zonas urbanas, En estos casos, las aguas bajan de las quebradas arrastrando importantes cantidades de sedimentos, los cuales se alojan en las zonas más planas produciendo anegamientos muy molestos para la población.

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

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducir las al cauce natural más cercano. En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y de manejo del recurso hídrico. En la actualidad se exploran técnica de infiltración y cosecha de agua que se refiere a infiltra las aguas lluvias dentro de los predios o sitios particulares.

a) Manejo Integral de las Aguas Lluvias

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

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

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

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

- a) Control de crecidas: el objetivo es proyectar las instalaciones que provean el adecuado almacenamiento y transporte de los caudales máximos y de los volúmenes de escorrentía a medida que la tormenta va ocurriendo.
- b) Control de la calidad del agua: el objetivo es proveer sistemas a nivel zonal que sean capaces de sanear la primera escorrentía o reducir las cargas de contaminantes del acuífero o cauces receptores, al máximo dentro de lo practicable.
- c) Manejo del ecosistema: el objetivo es desarrollar un sistema regional que proteja el paisaje y el conjunto de organismos vivos que en él habitan y que permita el aprovechamiento del recurso hídrico.

Los urbanizadores deberán presentar a la Dirección de Obras Hidráulicas, del Ministerio de Obras Públicas, para su aprobación los estudios necesarios. El objetivo de los estudios será:

- ✓ Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área y proponer una solución integral.
- ✓ Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para la localidad.
- ✓ Obtener una priorización de los proyectos de inversión.
- ✓ Definir los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias privilegiando las técnicas alternativas de regulación de caudales.

El contenido mínimo será:

- ✓ La definición del patrón de drenaje antes de la urbanización y después de ella.
- ✓ Determinar la esorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos, como mínimo, para eventos asociados a periodos de retorno de 2 a 10 años. Estos estudios se refieren a hidrología de la zona, clasificación de suelos y uso actual y futuro del suelo.
- ✓ Catastro y caracterización de la infraestructura existente de aguas lluvias, los canales urbanos, los cauces naturales que atraviesen las zonas urbanas y otras infraestructuras que servirían como vías de evacuación de aguas lluvias.
- ✓ Diagnóstico de la situación sin proyecto de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias o aquellos que presten dicho servicio en forma natural como los canales de riego y la selección de las áreas a sanear.
- ✓ Simulación y dimensionamiento de alternativas a nivel de perfil para las áreas a sanear, definición de costos, el nivel de seguridad requerido y seleccionando la alternativa de solución para cada área a sanear.
- ✓ Verificar la viabilidad de las alternativas seleccionadas, con su correspondiente impacto ambiental y priorización de obras.

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

Para el diseño de las soluciones de aguas lluvias tanto en áreas consolidadas como zonas de extensión se podrán considerar como guía de diseño el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Chillán, sin embargo, el interesado deberá hacer sus propias estimaciones considerando la ubicación geográfica y geomorfología de la localidad

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

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

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

- Propuestas de Técnicas Alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red.
- Definir claramente, por parte de los urbanizadores, los terrenos que son inundables y el uso que se propone.
- Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las Técnicas Alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

Estas propuestas deberán considerar, también:

- Definir la red de drenaje general como los cauces naturales que conforman la cuenca, que considere la forma en que ellos se incorporan en la urbanización.
- Respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecido o al acuífero vía infiltración.
- Considerando el emplazamiento de la urbanización ya sea en zonas de extensión o en áreas a densificar, el urbanizador deberá estimar la escorrentía en la situación sin proyecto y luego la escorrentía con la situación con proyecto.
- Cualquier sector que se urbanice no deberá generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda privilegiar **soluciones alternativas de infiltración** de los caudales de aguas lluvias excedentes a la escorrentía del sector en la situación sin proyecto. Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas que un determinado sector tenía antes de su urbanización.
- Privilegiar la regulación de caudales, la infiltración, el manejo controlado al interior de los núcleos básico de producción de escorrentía como son las viviendas y el diseño de la red vial coherente con un drenaje planificado y controlado.

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

6.2 DEFINICIÓN DE FAJAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS.

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

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

1.1.1 Fajas de protección en canales a tajo abierto:

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

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

1.1.2 Fajas de protección en cauces naturales y quebradas

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

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

1.1.3 Fajas de protección en colectores

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

1.1.4 Justificación de los anchos requeridos para mantención

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

En la limpieza de canales es una EXCAVADORA CATERPILAR 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de 0,75 m³, la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

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

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

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

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

El Plan de Desarrollo Comunal plantea que en la comuna de Yungay se identifican diversas problemáticas ambientales, entre las cuales la que genera mayor preocupación en la comunidad es el déficit hídrico presente en las zonas rurales. Muchas de estas zonas carecen de acceso a soluciones de agua potable rural (APR), especialmente durante la temporada de verano debido a la escasez del recurso. Esta problemática afecta tanto el consumo humano como a las actividades productivas en los sectores rurales. Los sectores más críticos corresponden a la Villa El Membrillo, el sector Tres Esquinas y San Antonio.

Desde la perspectiva general de riesgo, se considera el riesgo de inundación un factor importante en el desarrollo urbano de la comuna, tal como lo señala el Plan de Emergencia y Protección Civil. En particular, algunos puntos críticos se ven afectados por la ocurrencia de inundaciones ubicadas en el área urbana de Yungay, el sector de Campanario, y en sectores rurales adyacentes al Río Cholguán y al Río Laja.

El presente informe tiene como objetivo describir y evaluar la infraestructura sanitaria en la comuna de Yungay, en la Región de Ñuble. La empresa sanitaria, a cargo de la empresa Essbio S.A. presta los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas.

Con relación a la proyección de población, la empresa sanitaria utilizó una tasa de crecimiento variable, decreciente entre 1,5% el año 2017 y 0,9% el año 2031. El Plan de Desarrollo propone integrar al sistema una población de 134 hab en el año 2016, según el art. bis 52. El crecimiento de esta población se consideró también con una tasa de un 2% anual.

De acuerdo con la proyección del presente estudio de Actualización Plan Regulador Comunal de Yungay, para el escenario de la cabida máxima se propone una población de 36.480 hab (comuna de Yungay), lo que corresponde a un aumento del 177% por sobre la proyección propuesta por la empresa sanitaria en su Plan de Desarrollo al año 2031.

El Plan de Desarrollo propone el aumento en la capacidad de producción de 6 l/s adicionales, puestos en operación el año 2024. Se considera un aumento de derechos de agua de 11 l/s, llegando a un total de 101 l/s al 2031. Para suplir la demanda de la población proyectada según estudio de Actualización Plan Regulador Comunal de Yungay, se requiere una capacidad de 52 l/s, adicionalmente a lo propuesto por la empresa sanitaria al año 2031.

La empresa sanitaria cuenta con dos estanques de regulación, los que abastecen a dos sectores distintos de la población. De acuerdo con la población proyectada por el Plan de Desarrollo, uno de los estanques goza de un superávit de volumen de regulación según el balance oferta-demanda. Por el contrario, el segundo estanque llega al año 2025 con un déficit, por lo que se considera el aumento de su capacidad en 50 m³.

El volumen total de regulación es suficiente para abastecer la demanda estimada por la empresa sanitaria hasta el año 2031, sin embargo, se estima que se requerirá la construcción de las interconexiones necesarias para suplementar los volúmenes excedentes. Para el escenario de cabida máxima se prevé un déficit de 736 m³ adicionales.

Como se ha señalado la red de distribución está compuesta por un 41% de tuberías de asbesto cemento, material muy utilizado en las redes de agua potable desde el año 1930. El asbesto es un mineral de fibras largas y resistentes que se pueden separar y son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y ser resistente a altas temperaturas. Según investigaciones, este mineral es causante de enfermedades como asbestosis, mesotelioma pleural y diversos tipos de cáncer entre quienes se han visto expuestos a inhalar sus fibras microscópicas. En el año 1977, la Organización Mundial de la Salud declaró que el asbesto es cancerígeno en todas sus variedades. El Decreto Supremo 656/2000, prohibió el uso del asbesto en los productos que en él se indican y en su art. 2, señala: prohibase en el país la "producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción que contengan cualquier tipo de asbesto".

En la práctica no indica que se prohíba o se deban retirar las tuberías existentes de asbesto cemento, por lo que las empresas sanitarias han optado por reemplazar la materialidad de las tuberías de asbesto, una vez que el sistema así lo requiera. Por lo anterior la totalidad de las redes nuevas ya sea por ampliación del territorio operacional o por recambio serán de materiales inocuos como por ejemplo HDPE, PVC y otro y adicionalmente se recomienda que la empresa sanitaria proponga un programa de recambio de las tuberías existentes ya no es sustentable ambientalmente que se mantengan redes de asbesto más aún si existen materiales inocuos que cumplen la misma función.