



ESTUDIO FACTIBILIDAD SANITARIA
PLAN SECCIONAL N°21 – COMUNA DE RANCAGUA

1 SERVICIOS SANITARIOS

1.1 Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento a las exigencias dispuestas en la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza, para la aprobación del Plan Seccional 21, comuna de Rancagua que modifica Zonificaciones y Condiciones Urbanísticas al interior del Área Urbana. Para ello, corresponde informar la factibilidad técnica de los Servicios Sanitarios tanto en el área urbana consolidada como en aquellas zonas que mantienen su condición de Extensión Urbana, en el horizonte previsto para la duración de la actualización de este Instrumento IPT.

El objetivo específico de este estudio es informar los requerimientos en infraestructura relativos a la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Seccional propuesto. En tal sentido, se formulan las características técnicas de las obras principales requeridas. Lo anterior, teniendo presente el escenario elegido para este Plan Seccional y los antecedentes proporcionados por ESSBIO S.A., Empresa Concesionaria de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.

Este se ha desarrollado a partir de una recopilación bibliográfica de distintas fuentes con las cuales fue posible determinar la situación existente y estimar los requerimientos futuros.

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano provienen principalmente, de la existencia de redes de infraestructura, del soporte de éstas a nuevas demandas y de las posibilidades de dotación de mayores recursos, tanto para las áreas consolidadas como para las urbanizables.

El límite urbano de Rancagua, no está en un 100% circunscrito al Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas otorgado a la empresa ESSBIO S.A. Lo anterior significa que es responsabilidad de esa Empresa, otorgar los servicios e incorporar la planificación de las inversiones y efectuar las obras para acoger las mayores demandas de la población que se localice en su Territorio Operacional vigente.

1.2 Marco legal

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile, de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, para las soluciones colectivas debe presentar las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos y la solución de abastecimiento deben estar dentro del área de concesión otorgada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. (SISS).

- ✓ Producción y Distribución de agua potable
- ✓ Recolección y Disposición de aguas servidas, con tratamiento

Desde el marco legal, de acuerdo a 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 al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

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

En atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 01 de diciembre de 2009, complementada por Circular DDU 430 de 14 abril 2020, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación 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

TERRITORIO OPERACIONAL DE ESSBIO S.A. (4.113,9 Hás.)

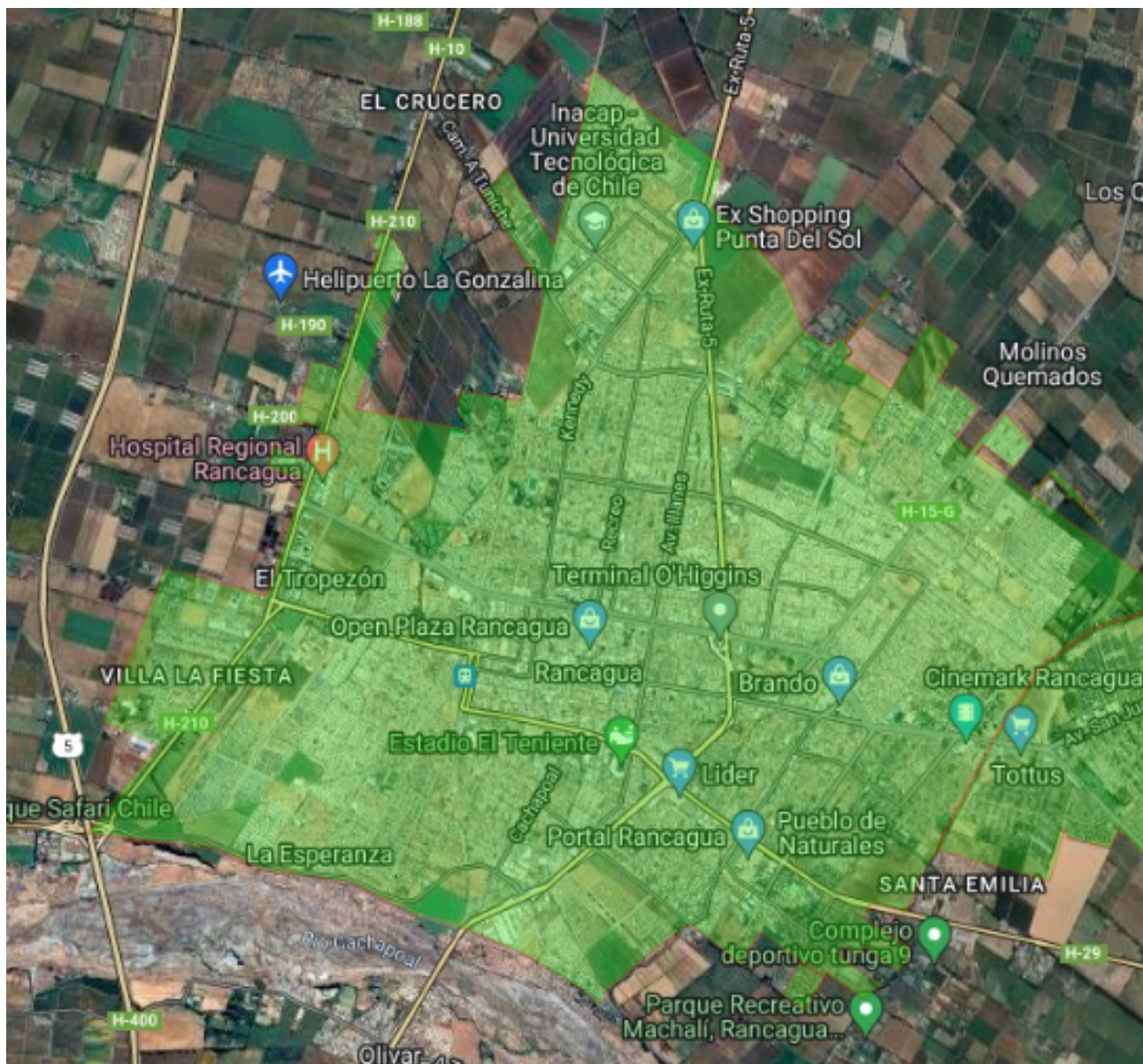
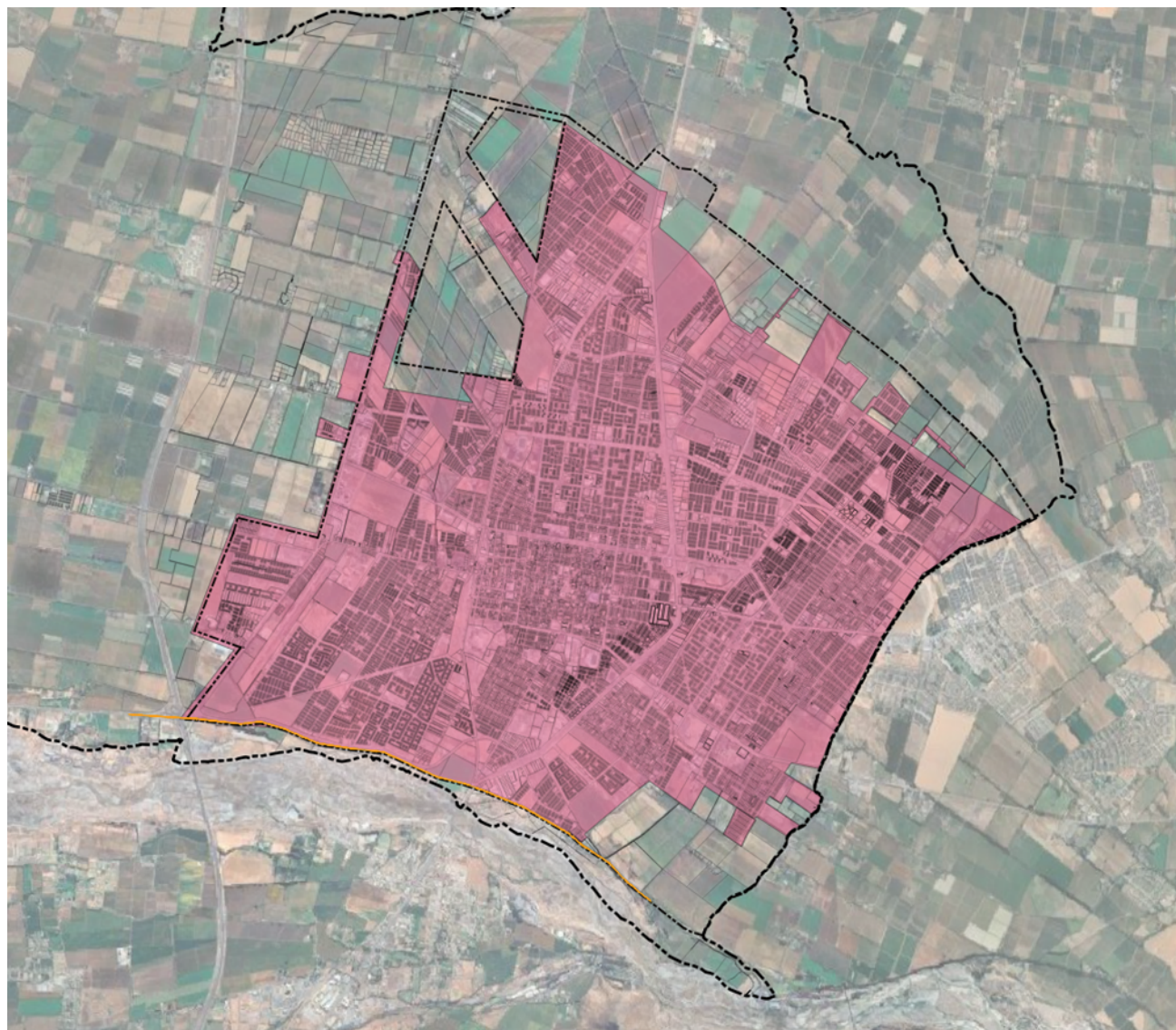


Figura 2. Territorio operacional de ESSBIO S.A. para agua potable, Fuente: ESSBIO

**TERRITORIO OPERACIONAL CONCESIONADO POR ESSBIO S.A.
SUPERFICIE DEL TERRITORIO OPERACIONAL 4.113,9 HÁS**



SIMBOLOGIA

- • • — LÍMITE COMUNAL DE RANCAGUA
- - - - LÍMITE URBANO DE RANCAGUA
- COBERTURA SANITARIA EFECTIVA CIUDAD DE RANCAGUA

Figura 3. Territorio operacional concesionado de ESSBIO S.A. para agua potable, Fuente: ESSBIO

2.1.1 Agua Potable

La localidad de Rancagua, desde el punto de vista del abastecimiento de agua potable, corresponde a un sistema de agua potable urbano.

El Plan de Desarrollo de ESSBIO para 2011-2015; muestra dotaciones de consumo de 176 litros/Hab/día en 2012, y adopta una tasa moderadamente decreciente hasta 165 l/Hab/día en 2025; el factor de día de máximo consumo es 1,375 respecto del medio anual, y el factor de pérdidas asumido es de 31% respecto de la producción, que aun siendo excesivo se lo mantiene constante.

Si bien se tiene una población levemente creciente en el período de 15 años, el efecto neto es una disminución de demanda de agua potable entre 2010 y 2025, por lo que la situación al presente es la de mayor exigencia.

Con estos datos, y la comparación de densidades máximas en el área para las situaciones del PRC vigente y la propuesta en estudio muestra un incremento permanente de la población en el área concesionada.

Estas demandas adicionales no ocurrirán en ningún caso antes de 2025, y serán reducidas en caso de ocurrir una reducción de dotaciones desde 175 l/hab/día de 2012 a 165 l/hab/día en 2025. Otro factor de reducción de demandas en el área concesionada, y por tanto en favor de la factibilidad de servicio, será una muy necesaria reducción del nivel de pérdidas de agua desde el 31% de ESSEL a niveles normales no superiores a 15%. Puede así estimarse que bastaría disponer de 2 sondajes de captación adicionales con capacidad de producción de 16 l/s para asegurar la factibilidad de abastecimiento. Por otra parte, la Ley Sanitaria mandata a la empresa concesionaria a revisar su Plan de Desarrollo cada 5 años, y reformular su plan de obras de acuerdo a la verificación actualizada de demandas, con lo que se asegura cobertura total.

Área no concesionada. Respecto de las 175,18 Hás fuera del área de concesión de ESSBIO, que importan un 14% del área de estudio, su factibilidad de servicio está dada por las siguientes posibilidades:

- Ser incorporadas en ampliaciones del Territorio Operacional, ya sea por el propio interés de la empresa, o por mandato de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS, que tiene la potestad para ello, y la empresa cuenta con las capacidades necesarias.
- Licitación y formalización de nuevas concesiones por parte de la SISS, abiertas a cualquier interesado, para lo cual ESSBIO S.A. tiene clara ventaja de adjudicación.
- Soluciones mediante servicios particulares de agua potable, regidos por el MINSAL.
- Extensiones de servicio fuera de su área de concesión en acuerdo a lo permitido por el Art. 52 bis de la Ley Sanitaria.

Cualquiera de estas alternativas deberá satisfacer las exigencias técnicas y administrativas de la ley sanitaria o MINSAL (Servicio de Salud del Ambiente), debiendo contar con los derechos de agua suficientes, capacidades técnicas y el respaldo financiero requerido.

Ampliación de concesión al amparo de lo previsto en los artículos 33 C y D de la Ley General de Servicios Sanitarios De conformidad con lo dispuesto en el artículo 33 C del DFL MOP N° 382 de 1988, ESSBIO S.A. y Constructora 3L S.A., firmaron un contrato por medio del cual se encomendó a la sociedad que represento la ampliación de la concesiones de servicios públicos sanitarios en la localidad de Rancagua, con la finalidad de prestar dichos servicios al proyecto habitacional denominado "Loteo La Compañía", compuesto por 584 viviendas.

Derechos de aprovechamiento de agua de ESSBIO S.A.

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 que no fuere posible constituir derechos de carácter consuntivo, permanentes y continuos, la Superintendencia de Servicios Sanitarios podrá considerar para efectos de la solicitud de concesión, derechos de carácter eventual, que el solicitante tenga en propiedad o en uso, que alimenten embalses o estanques de regulación.

Identificación de las fuentes de agua y sus respectivos derechos.

La producción de agua potable para el abastecimiento del área concesionada, se respalda en los derechos de aprovechamiento de agua, Fuentes Superficiales y Fuentes Subterráneas, que a continuación se individualizan, cuyos caudales resultan suficientes para garantizar la demanda prevista.

Fuentes Superficiales

Identificación Captación (Nombre)	Derechos de agua l/s	Res. D.G.A.	Inscripción en el Conservador Fs, N° y fecha
RIO CACHAPOAL	850,0	209- 03/07/1984	FJS. 22 VTA N° 44 - 04/03/1993 - RANCAGUA
RÍO CLARO DE CAUQUENES	200,0	25328 - 06/02/2000	FJS. 38 VTA N° 75- 10/04/2000- RANCAGUA

Identificación Captación (Nombre)	Derechos de agua l/s	Compraventa	Inscripción en el Conservador Fs, N° y fecha
RIO CACHAPOAL	56,1	CV - 02/05/2007	FJS 24 VT A N° 36 - 07 /01/2015 - RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	50,1	CV - 02/05/2007	FJS. 25 N° 37- 07/01/2015- RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	20,9	CV - 06/01/2011	FJS. 25 VTA N° 38- 07/01/2015- RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	54,9	CV - 06/01/2011	FJS. 22 N° 31 - 07 /01/2015 - RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	54,9	CV - 06/01/2011	FJS. 22 VTA N° 32- 07/01/2015- RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	491,3	CV - 18/07 /2014	FJS. 115 VTA N° 200 - 01/08/2014 - RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	46,8	CV - 24/03/2017	FJS. 80 N° 121 Año 2017 - CBR RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	26,4	CV - 03/03/2017	FJS. 67 N° 97 Año 2017- CBR RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	49,9	CV - 10/05/2017	FJS.116VTA N° 170 Año 2017-CBR RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	84,7	CV - 29/08/2017	FJS. 228 N° 369 Año 2017 - CBR RANCAGUA
RIO CACHAPOAL	85,0	CV - 27 /09/2018	FJS.187VTA N°350 Año 2018 - CBR RANCAGUA

Compraventa Derechos de Agua Superficiales	Derechos de agua l/s	Compraventa	Inscripción en el Conservador Fs, N° y fecha
Compraventa 1	45,0	CV - 11/12/2018	FJS.26 VTA. N° 42 Año 2019 – CBR RANCAGUA
Compraventa 2	102,3	CV - 07 /06/2019	FJS 176 VTA. N° 311 Año 2019- CBR RANCAGUA
Compraventa 3	125,8	CV - 25/08/2019	FJS. 245 N° 442 Año 2019- CBR RANCAGUA

Tabla 1. Fuentes Superficiales, Fuente: ESSBIO S.A.

Fuentes Subterráneas

Identificación Captación (Nombre)	Derechos de agua l/s	Res. D.G.A.	Inscripción en el Conservador Fs, N° y fecha
SONDAJE 1172	55,0	373 - 20/09/1983	FJS. 28 VTA N° 53 - 04/03/1993 - RANCAGUA
SONDAJE 1173	60,0	373 - 20/09/1983	FJS. 28 VTA N° 53 - 04/03/1993 - RANCAGUA
SONDAJE 232	21,0	373 - 20/09/1983	FJS. 28 VTA N° 53 - 04/03/1993 - RANCAGUA
SONDAJE 233	20,5	373 - 20/09/1983	FJS. 28 VTA N° 53 - 04/03/1993 - RANCAGUA
SONDAJE 234	19,2	373 - 20/09/1983	FJS. 28 VTA N° 53 - 04/03/1993 - RANCAGUA
SONDAJE 1443	65,0	918 - 01/12/1999	FJS. 68 VTA N° 135 - 02/06/2000 - RANCAGUA
SONDAJE 1455	5,0	249 - 15/03/2012	FJS. 31 N° 51 - 25/02/2013 - RANCAGUA
SONDAJE 1337	46,5	372 - 20/09/1983	FJS. 28 N° 52- 04/03/1993- RANCAGUA
SONDAJE 803	46,5	372 - 20/09/1983	FJS. 28 N° 52- 04/03/1993- RANCAGUA
SONDAJE 1497	18,0	2165 - 30/12/2011	FJS.218 VTA N° 382 - 22/11/2013 - RANCAGUA
	14,0	2165 - 30/12/2011	FJS.218 VTA N° 382 - 22/11/2013 - RANCAGUA
	12,5	251 - 08/03/2011	FJS.222 VTA N° 377 - 20/10/2011 - RANCAGUA
SONDAJE 1547	32,0	2165 - 30/12/2011	FJS.218 VTA N° 382 - 22/11/2013 - RANCAGUA
	12,5	251 - 08/03/2011	FJS.222 VTA N° 377 - 20/10/2011 - RANCAGUA

Compraventa Derechos de agua Subterráneos	Derechos de agua l/s	Compraventa	Inscripción en el Conservador Fs, N° y fecha
N/A - 803	7,0	CV - 11/04/2013	FJS. 27 N° 41, Año 2015 CBR RANCAGUA
N/A - 804	7,0	CV - 11/04/2013	FJS. 27 N° 41, Año 2015 CBR RANCAGUA
N/A - 805	7,0	CV - 11/04/2013	FJS. 27 N° 41, Año 2015 CBR RANCAGUA
N/A - 807	8,9	CV - 17/02/2014	FJS. 27 VTA N° 42, Año 2015 CBR RANCAGUA
N/A - 808	5,3	CV - 17/02/2014	FJS. 27 N° 41, Año 2015 CBR RANCAGUA
Compraventa 1	16,5	CV - 18/05/2017	FJS.143VTAN° 218, Año 2017 CBR RANCAGUA
Compraventa 2	10,3	CV - 20/04/2017	FJS. 88 VTA N°130, Año 2017 CBR RANCAGUA
Compraventa 3	10,3	CV - 20/04/2017	FJS. 89 N° 131, Año 2017 CBR RANCAGUA
Compraventa 4	14,0	CV - 04/05/2017	FJS.112VTAN° 165, Año 2017 CBR RANCAGUA
Compraventa 5	40,0	CV - 11/04/2016	FJS.71 VTA N° 109, Año 2016 CBR RANCAGUA
Compraventa 6	30,0	CV - 21/01/2016	FJS. 41 N° 48, Año 2016 CBR RANCAGUA

Tabla 2. Fuentes Subterráneas, Fuente: ESSBIO S.A.

2.1.2 Aguas Servidas

Concesión de Disposición de Aguas Servidas.

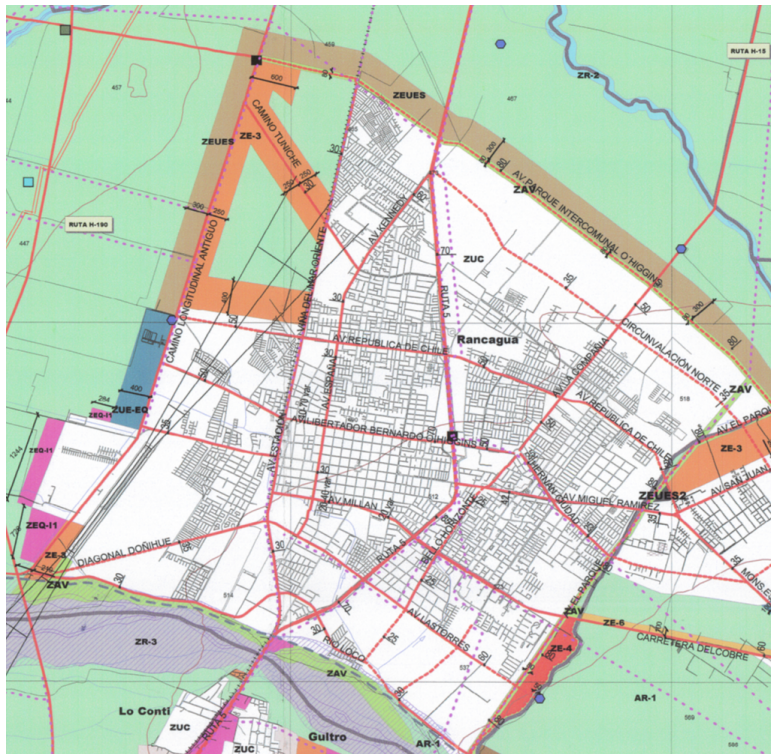
Características de las aguas servidas tratadas, cuerpo receptor y tipo de tratamiento.

Los caudales serán recolectados, tratados y descargados en la planta de tratamiento de la Localidad Rancagua. Las aguas servidas tratadas cumplirán con las exigencias establecidas en el Decreto N° 90 del 7 de marzo de 2001. El tipo de tratamiento será lodos activados, modalidad Aireación Extendida.

Las descargas de aguas servidas se efectuarán a la red de colectores existentes. Las aguas servidas recolectadas serán de tipo residuos líquidos domésticos. La descarga del efluente de la planta de tratamiento se realizará en el Estero La Cadena en las coordenadas N: 6.223.400 mt y E: 335.700 mt, DATUM PSAD56, aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas servidas.

La recolección y disposición de las aguas servidas se realiza solo en la ciudad de Rancagua, por lo que no incluye al Área Rural, la cual resuelve su alcantarillado con soluciones particulares.

2.2 Verificación del territorio operacional



SIMBOLOGÍA:

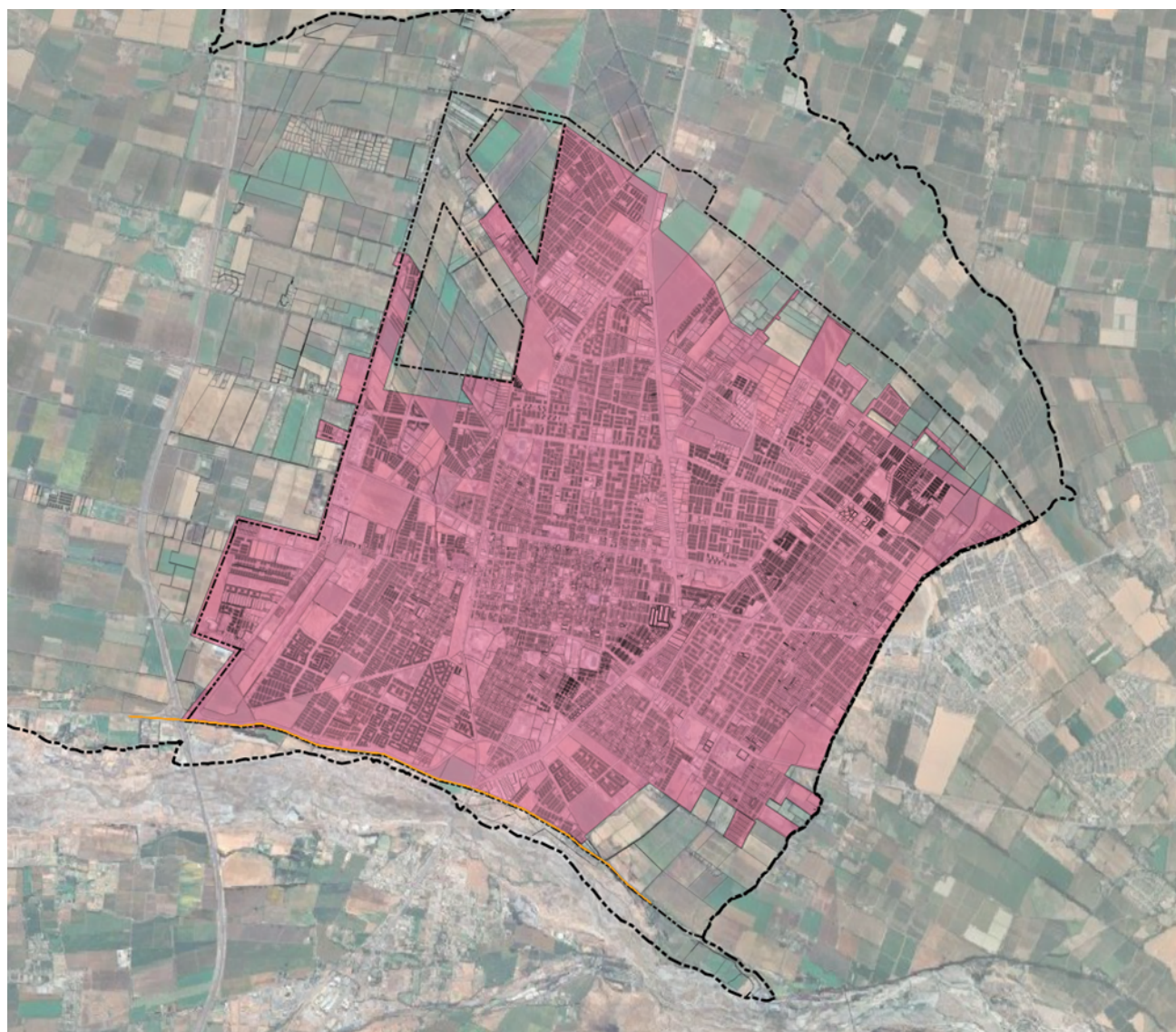


Área urbana según Plan Regulador Comunal de Rancagua

*En color se identifican las áreas declaradas urbanas en el PRI de Rancagua.
Se ubican en el perímetro del área urbana (color blanco).

Figura 4. Esquemas comparativo del límite urbano respecto de las nuevas Áreas de extensión urbana que incorporó el PRI de Rancagua, Fuente: Elaboración Municipalidad de Rancagua

TERRITORIO OPERACIONAL CONCESIONADO



SIMBOLOGIA

- • • — LÍMITE COMUNAL DE RANCAGUA
- - - - LÍMITE URBANO DE RANCAGUA
- COBERTURA SANITARIA EFECTIVA CIUDAD DE RANCAGUA

Figura 5. Territorio operacional concesionado de ESSBIO S.A. para aguas servidas, Fuente: ESSBIO

INTERVENCIÓN DEL MUNICIPIO DE RANCAGUA EN CONJUNTO CON ESSBIO S.A. PARA DOTAR DE SERVICIOS SANITARIOS A ÁREAS NO INCLUIDAS EN EL TERRITORIO OPERACIONAL

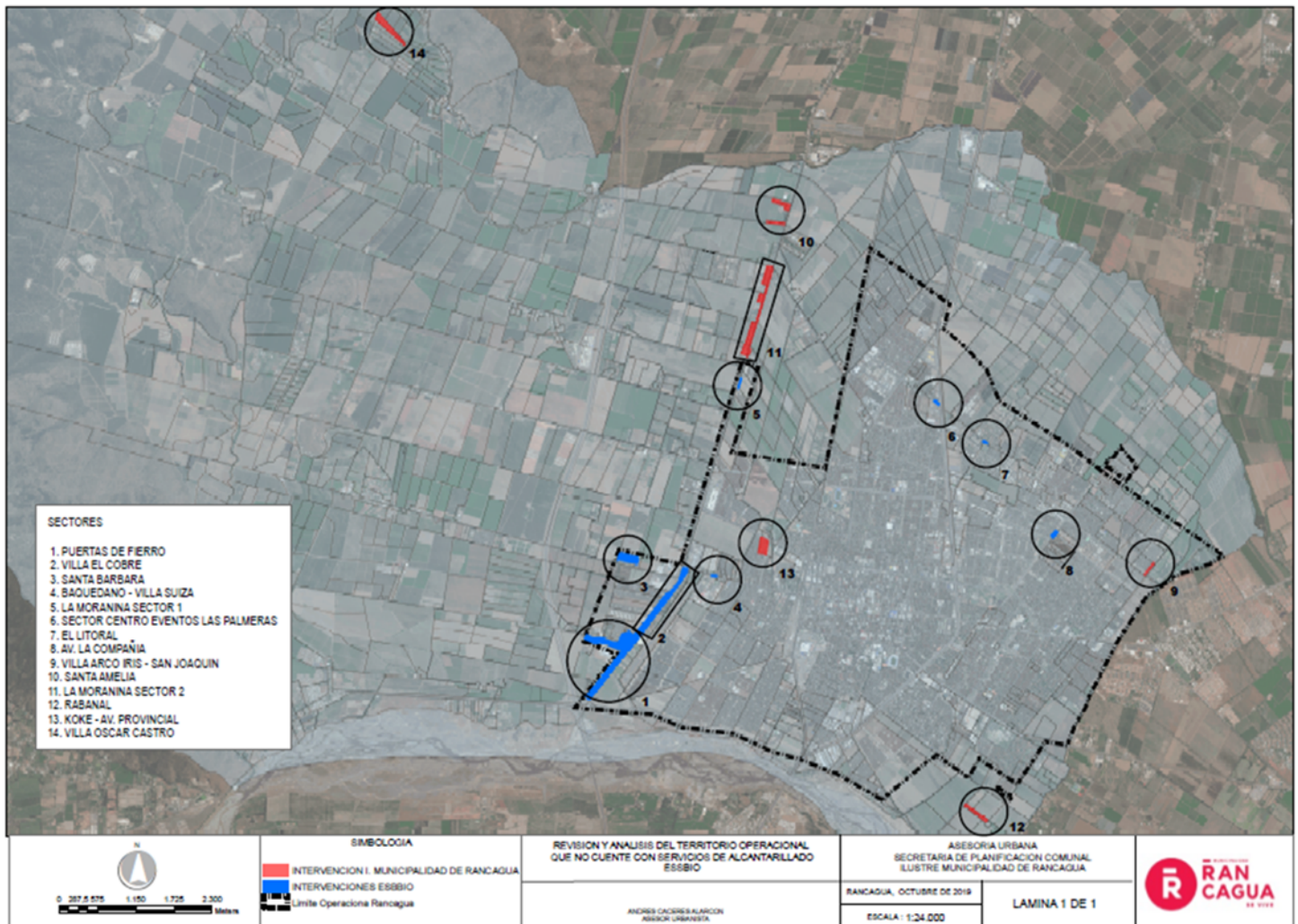


Figura 6. Saneamiento del servicio sanitario, Fuente: Municipalidad de Rancagua.

2.3 Estudio de población y viviendas.

La Empresa Sanitaria debe prever la factibilidad de dotar con Servicios Sanitarios a las áreas reformuladas al interior del Plan Seccional N° 21, conforme a las distintas zonas tributarias de los sistemas con las proyecciones de expansión esperadas. El territorio urbano vigente ha sido estimado en 4.795,87 Hás (Fuente Departamento de Asesoría Urbana, en base cartográfica WGS84).

De acuerdo a lo Informado por ESSBIO S.A., el territorio Operacional concesionado corresponde a 4.113,9 hás, permaneciendo un déficit tanto para servir a la población ya localizada como además la densificación propuesta por el Plan Seccional N° 21.

2.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con respecto a abastecer de agua potable y dotar de alcantarillado de aguas servidas a la ciudad de Rancagua es necesario tener presente:

En la actualidad el área de concesión del sistema “Rancagua” corresponde, a una superficie operacional de 4.113,9 Hás. y son terrenos que se ubican dentro del radio urbano de la ciudad de Rancagua. Con todo, el límite urbano actual no es coincidente con el Territorio Operacional vigente, en consideración las nuevas áreas que incorporó el Plan Regulador Intercomunal de Rancagua.

El límite urbano propuesto del Plan Seccional N° 21 del Plan Regulador, solo reconoció hacia el sur oriente el balneario Municipal. La ciudad de Rancagua está en constante crecimiento y actualmente gran parte de la periferia se encuentra con urbanización quedando un área disponible aproximada de 31%.

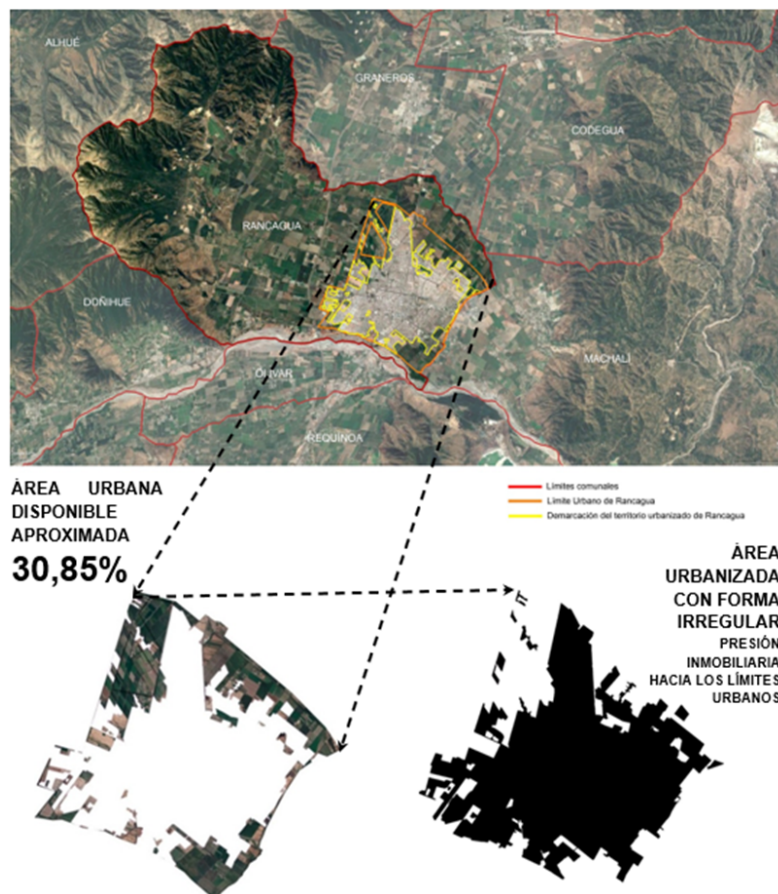


Figura 7. Relación territorial entre el área urbanizada y sin urbanizar. Fuente: Municipalidad de Rancagua.



ESTUDIO FACTIBILIDAD AGUAS LLUVIAS
PLAN SECCIONAL N° 21 – PLAN REGULADOR COMUNAL DE RANCAGUA

Factibilidad de Aguas Lluvias.

De conformidad a lo dispuesto en la Ley 19.525 de Noviembre de 1997, sobre "Regulación de los Sistemas de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias", y por encargo de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, la consultora IFARLE desarrolló y completó en el año 2001 el "Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Rancagua y Machalí".

El Ministerio de Obras Públicas desarrollará los Planes Maestros que definirán las redes primarias y secundarias de evacuación y drenaje de aguas lluvias y para lo cual encarga a la D.O.H. la planificación, estudio, proyección, construcción, operación, reparación, conservación y mejoramiento de las obras de la red primaria hasta su evacuación en cauces naturales.

Además, en el Artículo transitorio N°1 se indica que en las ciudades y los centros poblados con más de 50.000 habitantes, estos Planes Maestros deberán ser aprobados dentro del plazo máximo de 5 años.

Basado en lo anterior y considerando los daños que se han producido por los problemas de aguas lluvias en las ciudades de Rancagua y Machalí es que se resolvió elaborar el Plan Maestro en mención.

El estudio comprende la recopilación de antecedentes básicos y catastro de la infraestructura existente de aguas lluvias, identificación de los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, análisis y sistematización de los mismos, como también, la identificación, desarrollo y selección de soluciones viables correspondientes a cada uno de los problemas.

Los objetivos específicos del Estudio son los siguientes:

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área de estudio y proponer una solución integral.
- Realizar una caracterización y diagnóstico de la situación actual del área de estudio
- Seleccionar las zonas a sanear.
- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para las ciudades en cuestión.
- Definir el período de retorno adecuado para las alternativas de solución a los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de cada zona a sanear.
- Desarrollar y estudiar la viabilidad a nivel de perfil de las alternativas de sistemas de aguas lluvias, necesarios y suficientes, para la evacuación de aguas lluvias generadas en el área aportante de la zona en estudio.
- Obtener una priorización de los proyectos de inversión dentro del Plan Maestro.
- Definir la Red Primaria de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de las ciudades de Rancagua y Machalí.

1. Patrón de Drenaje.

1.1 Identificación de Problemas de Inundación.

Sobre la base de los antecedentes recopilados, la inspección en terreno durante los días de lluvia, la información periodística y las encuestas realizadas a los habitantes de Rancagua en las zonas de interés, se identificaron una serie de problemas y situaciones de carácter general que dificultan el buen funcionamiento de los sistemas durante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos, principalmente en el período invernal.

En Rancagua existe una relación entre el comportamiento de los canales y de los colectores existentes ya que las aguas de las inundaciones corresponden a una mezcla de aguas rebasadas desde los canales y de aguas no drenadas provenientes de los sectores altos. El agua no drenada puede provenir tanto de los colectores que no se encuentran funcionando adecuadamente o bien directamente de la precipitación, en aquellas zonas en las que no existe red. De esta manera, las inundaciones se producen directamente por una o más de las siguientes causas:

- Desbordes de los canales que atraviesan Rancagua y Machalí.
- Desbordes del río Cachapoal en su ribera norte, afectando algunas poblaciones de Rancagua.
- Desborde del estero Machalí en un extenso tramo hasta el Canal La Compañía y del estero La Vinilla en Machalí.
- Desbordes del estero La Cadena, afectando zonas rurales adyacentes a su cauce.
- Inundaciones en algunos puntos bajos específicos en Rancagua, como el paso bajo nivel de la Alameda con la línea del ferrocarril.
- Insuficiencia de los colectores de aguas lluvias existentes en Rancagua.
- Inundaciones por falta de colectores y sumideros de aguas lluvias.
- Mal manejo de los cauces receptores, cuyos lechos abiertos son utilizados como botaderos de escombros y basuras en Machalí.
- Embancamiento de los cauces por disminución de las fuertes pendientes.

Adicionalmente, se debe mencionar que el aumento de las zonas urbanizadas se ha traducido en una variación de los coeficientes de escorrentía de los suelos desde un valor del orden de 0,25 a 0,35 a otro comprendido entre 0,7 y 0,95. Esto ha dado como resultado que los caudales aportados desde las zonas altas de la ciudad hacia la red de drenaje aumenten sin que se haya ajustado la capacidad de porteo de los cauces hacia aguas abajo.

En particular no se han construido los colectores de aguas lluvias necesarias para sanear efectivamente las nuevas áreas que se han ido incorporando al casco urbano.

1.2 Identificación del Patrón de Drenaje.

Tomando en cuenta consideraciones de tipo topográfico, trazados de canales y acequias, así como la existencia de redes para la evacuación de aguas lluvias, la ciudad de Rancagua puede dividirse en diversas zonas que descargan sus aguas lluvias a distintos canales o conductos receptores y, de acuerdo a esto, el drenaje de las aguas servidas se realiza a través de cinco sistemas independientes denominados: Canal Población-Canal Ballica, Canal San Pedro-Canal San Rafael, Sistema Unitario, Canal Hijuelas-Canal Peterson y Canal Vicuñano. En la tabla siguiente se detalla qué sistema drena cada zona de la ciudad y cuáles son los cuerpos receptores de las descargas de dichos sistemas.

Zonas de Rancagua, cursos receptores y sistemas de drenaje

Zonas	Sistemas	Cursos Receptores
Norponiente	Canal Hijuelas - Canal Peterson	Canal Peterson / Canal Hijuelas
	Canal San Pedro – Canal San Rafael	San Rafael
	Canal Vicuñano	Vicuñano.
	Unitario	Emisario general sistema Unitario
Surponiente	Canal Hijuelas -Canal Peterson	Canal Peterson.
	Canal San Pedro -Canal San Rafael	Canal San Pedro / San Rafael.
	Canal Vicuñano	Canal Vicuñano.
Norte	Canal San Pedro -Canal San Rafael	Canal San Rafael
	Canal Población -Canal Ballica	Canal Ballica
CentroNorte	Canal San Pedro -Canal San Rafael	Canal San Rafael
	Canal Población -Canal Ballica	Canal Población
Central	Unitario	Area unitaria con descarga a emisario general
Sur	Canal San Pedro – Canal San Rafael	Canal San Pedro
Sur Sur		Río Cachapoal
Nororient	Canal Población - Canal Ballica	Canal Población y Derivados / Canal Ballica
	Canal San Pedro -Canal San Rafael	Canal San Rafael
Surorient	Canal Población - Canal Ballica	Canal Población y Derivados

Tabla 1. Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Rancagua y Machalí, Fuente: Consultora IFARLE.

Es importante señalar que el límite oriente de Rancagua queda definido por el canal La Compañía, que coincide con el límite comunal con Machalí.

La gran capacidad de este canal permite considerarlo como una barrera al escurrimiento de aguas lluvias superficiales de sectores ubicados al oriente de él.

2. Diagnóstico de los Sistemas de Evacuación y Drenaje y Áreas a Sanear.

2.1 Diagnóstico.

Los resultados del modelo en el programa de simulación SWMM (Visual Hydro de CAICE), muestran el déficit de capacidad de los sistemas de aguas lluvias existentes. En Rancagua, la mayoría de los colectores no tiene la capacidad de conducción necesaria para la evacuación de los caudales generados por las lluvias simuladas, situación que se agudiza a medida que aumenta el período de retorno de éstas. Por otra parte, aún cuando las redes tuvieran la capacidad de conducción suficiente, la mayoría de los colectores descargan las aguas a los canales de riego que atraviesan la ciudad, cuya capacidad es absolutamente insuficiente para estos fines, generándose las inundaciones características en las zonas aledañas a sus cauces. Es importante mencionar el caso del paso bajo nivel de la Alameda Bernardo O'Higgins con la línea férrea, el que se anega en cada lluvia ya que a él confluyen las aguas lluvias de gran parte de la zona centro de la ciudad; existe un colector recién construido destinado a solucionar los problemas de inundación de la Alameda, sin embargo éste corresponde a un colector ciego que no se encuentra aún en operación.

2.2 Áreas a sanear.

Como un paso previo a la proposición de alternativas de solución a la evacuación y drenaje de aguas lluvias de Rancagua y Machalí, en este capítulo se decidió qué áreas deberían ser saneadas y en qué orden de prioridad.

La selección de las áreas a proteger depende de una serie de consideraciones de tipo económico, social y ambiental, que se pueden traducir en la definición de una serie de criterios que las representen de tal manera que éstos reflejen, en conjunto y de la manera más completa posible, la problemática de las aguas lluvias en una zona determinada. La evaluación de estos criterios y variables para cada zona, a través de ciertos indicadores, permitió visualizar con mayor claridad la magnitud y alcances del problema de las inundaciones por aguas lluvias en forma sectorizada. Por otra parte, la definición de las zonas depende de la escala adoptada para realizar la selección de áreas a proteger.

Se simularon los sistemas de Rancagua y Machalí definidos en el patrón de drenaje y la cuenca del estero La Cadena, de acuerdo a lo que se muestra en el esquema de la Figura N°6.1.

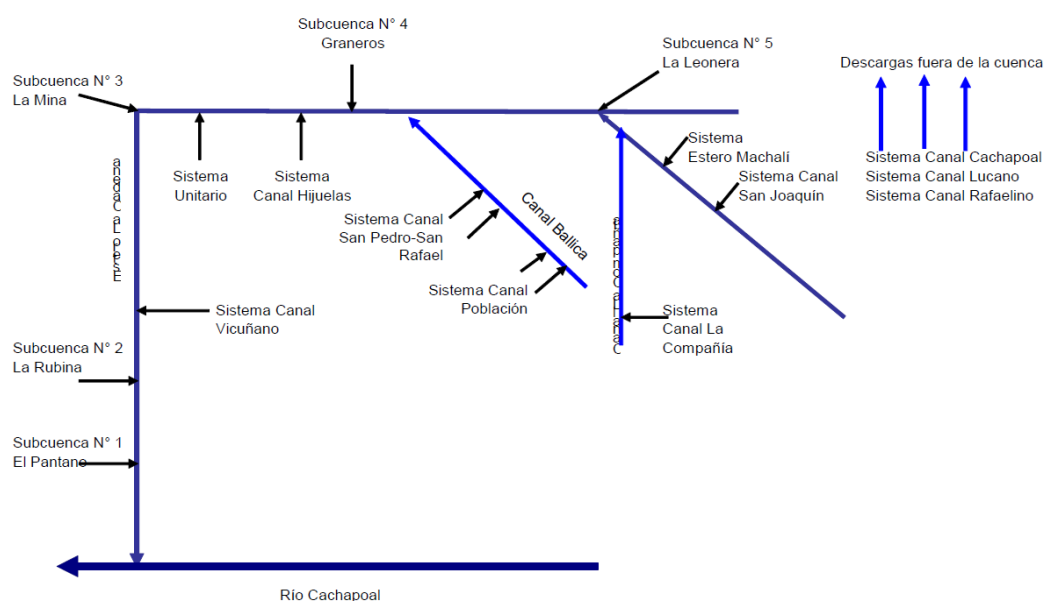


Figura 1. Diagrama unifilar del modelo del diagnóstico, Fuente: Consultora IFARLE.

3. SOLUCIONES.

Descripción general de la solución.

Con el diagnóstico fue posible detectar las falencias y los requerimientos del sistema de aguas lluvias existente de las ciudades en estudio. Lo anterior obligó a definir diversas alternativas de solución para minimizar las inundaciones generadas por estos caudales.

El área total a sanear en Rancagua se separó en cinco sistemas independientes de drenaje de aguas lluvias: los sistemas denominados Ballica, Chancón y Alameda que descargan al estero La Cadena; el sistema Cachapoal que lo hace al río del mismo nombre y el Sistema Unitario que es evacuado por el emisario de aguas servidas existente que descarga en el estero La Cadena.

La solución al problema de las aguas lluvias de Machalí está estrechamente ligada a los canales que la atraviesan de sur a norte, al Estero Machalí y al canal La Compañía. Como en el caso de Rancagua, los sistemas actuales también se reagruparon en sistemas independientes de drenaje de aguas lluvias: sistema La Compañía que descarga al estero Machalí a través del canal La Compañía; sistema Machalí que descarga al estero Machalí; y los sistemas Rafaelino Norte y Lucano Norte que descargan a los respectivos canales Rafaelino y Lucano.

Cada uno de los sistemas de recolección de aguas lluvias mencionadas se divide en una red de colectores y un emisario o interceptor de la red correspondiente, el que conduce y finalmente descarga las aguas lluvias del sistema en un cuerpo receptor determinado.

4. PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES.

La solución propuesta para el drenaje de las aguas lluvias de Rancagua y Machalí separa el área de estudio en sistemas independientes entre sí (Ballica, Chancón, Alameda, Cachapoal y Sistema Unitario en Rancagua; La Compañía, Machalí, Rafaelino Norte y Lucano Norte en Machalí) que evacuarían las aguas lluvias de las distintas áreas a sanear y que, a su vez, contienen las zonas de inundación detectadas dentro de la zona urbana en estudio.

5. DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA

Basado en lo establecido en la Ley N°19.525 y considerando factores de diseño y construcción, mantenimiento y operación de las redes, como también su efectividad, se propone que la red primaria para el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Rancagua esté constituida por:

- Los esteros La Cadena y Machalí.
- Todo colector que sea definido como emisario o interceptor de las aguas lluvias de un sistema.
- Todo colector, existente o proyectado, cuyo diámetro sea mayor o igual a 800 mm.
- Todo canal abierto que descargue a un colector entubado de la red primaria.
- Colectores del Sistema Unitario que reciban aportes de aguas lluvias; estos son: colectores Libertador Bernardo O'Higgins 1, Libertador Bernardo O'Higgins 2, Astorga, San Martín, Santa María, Viña del Mar y Brasil.

Cualquier colector o canal que no corresponda con la anterior definición formará parte de la red complementaria.

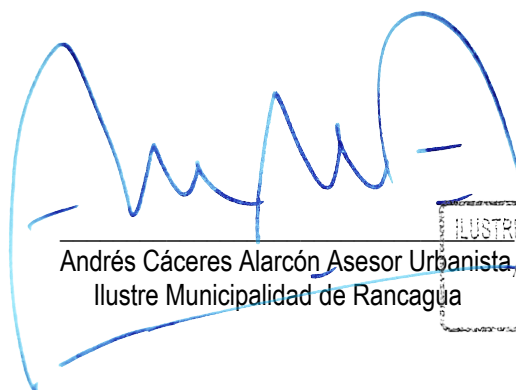
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

SOLUCIÓN PROPUESTA:

- En Rancagua, los sistemas actuales se reagruparon en cuatro sistemas independientes de drenaje de aguas lluvias, los que son, de norte a sur: **Sistema Ballica, Sistema Chancón, Sistema Alameda y Sistema Cachapoal.**
- La solución propuesta para los sistemas de Rancagua incluyen obras tales como canales interceptores, redes de colectores entubados y mejoramiento de canales existentes.
- Se dimensionaron las obras que solucionan las deficiencias de los sistemas actuales, a través de la simulación de éstos para los escenarios hidrológicos seleccionados que se traducen en períodos de retorno de diseño. Aunque estos períodos de retorno varían para cada sistema, en general se tiene que éstos corresponden a 2 años para las redes de colectores, y a 5 años para los interceptores de cada sistema.
- En cualquier caso, las alternativas que permiten la construcción de canales, ya sea como interceptor de un sistema o como parte de la red de colectores, presentan ventajas respecto de las que consideran sólo colectores entubados, especialmente desde el punto de vista de los costos de inversión de las obras evaluadas.

RECOMENDACIONES:

- El curso receptor directo de las aguas lluvias de Rancagua y Machalí es el estero La Cadena. Sin embargo, este estero tiene serios problemas de capacidad, siendo necesaria su ampliación y mejoramiento para que pueda operar de manera óptima durante las crecidas ocasionadas por las lluvias y de esta manera, evitar las frecuentes inundaciones en campos aledaños al curso del estero.
- El Plan considera continuar utilizando algunos canales de regadío, o secciones de éstos, para la evacuación de las aguas lluvias de Rancagua y Machalí. Por este motivo, se recomienda que la(s) institución(es) responsable(s) de los sistemas de aguas lluvias establezcan los contactos pertinentes con las asociaciones de Canalistas involucradas y actúen coordinadamente en función de la óptima operación de las obras.
- Análogamente, es necesario realizar un esfuerzo de coordinación con ESSBIO S.A., la que opera el sistema de alcantarillado unitario del centro de Rancagua, para que éste funcione de la manera planificada una vez se hayan realizado las obras propuestas para conseguir este objetivo.


Andrés Cáceres Alarcón Asesor Urbanista
Ilustre Municipalidad de Rancagua

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE RANCAGUA
ASESOR URBANISTA
SECPLAC