UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
Departamento de Ingeniería Comercial
Departamento de Obras Civiles

GESTIÓN DE LA EXPANSIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL DE LA EMPRESA SANITARIA ESSBIO, ASOCIADO AL CRECIMIENTO URBANO.

José Luis Naredo Vergara
MAGÍSTER EN GESTION DEL AGUA
AGOSTO 2026

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título ☒ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Gestión de la expansión del territorio operacional de la empresa sanitaria ESSBIO, asociado al crecimiento urbano.

Nombre del candidato(a): José Luis Naredo Vergara

Carrera / Grado: Magíster en Gestión del Agua – Master of Water Management

Campus: Vitacura **Departamento:** Ingeniería Comercial /Obras Civiles

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **Marcelo Bravo Fortune**, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 19-10-2026 Firma:

Estudiante o Candidato(a)

Fecha: 19-10-2026 Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA
MWM MASTER OF WATER MANAGEMENT

Departamento de Ingeniería Comercial
Departamento de Obras Civiles

GESTIÓN DE LA EXPANSIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL DE LA EMPRESA SANITARIA ESSBIO, ASOCIADO AL CRECIMIENTO URBANO.

Tesis de magíster presentada por
José Luis Naredo Vergara
Como requisito para optar al Grado de
MAGÍSTER EN GESTION DEL AGUA

Director de Tesis:
Mg. Marcelo Bravo Fortune
Agosto 2026

TÍTULO DE TESIS:

Gestión de la expansión del territorio operacional de la empresa sanitaria Essbio asociado al crecimiento urbano.

AUTOR:

JOSÉ LUIS NAREDO VERGARA

TRABAJO DE TESIS, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA – MASTER OF WATER MANAGEMENT de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:

_____

_____

Mg. Marcelo Bravo Fortune.
Director de Tesis

Dra. Vivian Aranda Núñez.
Correferente Interno

Mg. Gonzalo Murillo Vargas.
Correferente Externo

Santiago, Agosto 2026

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: José Luis Naredo Vergara

Firma: 

Fecha: Santiago, agosto de 2026

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría comenzar agradeciendo en primer lugar a mi madre, la mujer gracias a la cual estoy aquí el día de hoy, quien me enseñó a no rendirme y a seguir adelante, que si te caes tienes que volver y que si me esfuerzo lo puedo lograr; también a mi padre, hombre de pocas palabras, pero gran corazón, quien siempre ha estado para mí, apoyando y entregando palabras de aliento para cuando se necesitan, ambos nunca dudaron de mí, siempre me creyeron capaces y me levantaron cuando lo necesité. Ellos son mi mayor inspiración, para ellos, gracias.

A mis hermanos, quienes me cuidan, se preocupan por mí, me dan ánimo y fuerzas, sin su apoyo jamás lo habría logrado. Las palabras de aliento, la preocupación y el cariño incondicional que recibo de ellos.

También quiero agradecer a todos mis amigos que desde que comencé a estudiar y hasta hoy jamás han dudado de mí. Me han apoyado siempre, dándome ánimo y preocupándose de mi progreso, en especial David, quien me ha ayudado con los temas sanitarios que necesitaba profundizar, ha estado junto a mi cuando necesito debatir o simplemente filosofar sobre temas varios. Gracias.

También agradecer a la empresa Essbio, que me dio la oportunidad de poder estudiar, pusieron a su disposición la información, los tiempos y las energías, me apoyaron desde que comencé a estudiar y hoy están presentes.

Además, agradecer a Mayer, quien me motivó a estudiar después de años, me guío, me mostro el camino que tenía que recorrer, me apoyó cuando lo necesité eso me permite estar hoy aquí. Muchas gracias.

Por último, agradecer a mis compañeros de magíster, los conozco hace dos años y han sido fundamentales para los terceros tiempos después de clases, sin ellos el sacrificio habría sido mayor, siempre preocupados por los demás, con palabras de aliento.

Para todos y cada uno de ellos, muchas gracias.

RESUMEN EJECUTIVO

La gestión de la expansión del territorio operacional de Essbio frente al crecimiento urbano debe considerar que los nuevos desarrollos pueden ubicarse fuera del área formal de prestación sanitaria. En estos casos, la incorporación al servicio se gestiona mediante instrumentos como la Ampliación de territorio operacional (ATO) o prestaciones asociadas al artículo 52 bis de la Ley General de Servicios Sanitarios; sin embargo, estos mecanismos suelen activarse cuando los proyectos urbanos ya se encuentran formulados, limitando la capacidad de anticipación de la empresa.

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar y aplicar una metodología que permita priorizar sectores urbanos fuera del territorio operacional según su presión potencial de expansión sanitaria. La aplicación se realizó en las comunas de Rancagua y Machalí, utilizando contratos ATO materializados entre el año 2020 y el primer trimestre de 2026, junto con información territorial, operacional y sanitaria disponible.

La metodología se construyó mediante una herramienta espacial multicriterio en QGIS, considerando cinco criterios: proximidad al territorio operacional, cercanía a contratos ATO históricos, proximidad a redes de agua potable, proximidad a redes de aguas servidas y accesibilidad vial. Estos criterios fueron aplicados sobre una grilla territorial, permitiendo clasificar los sectores urbanos fuera del territorio operacional en niveles de baja, media y alta presión potencial de expansión sanitaria.

Los resultados permitieron caracterizar 30 contratos ATO y clasificar 6.114 unidades territoriales, identificando sectores con mayor concentración de presión potencial en áreas específicas de Rancagua y Machalí. La herramienta desarrollada no constituye una predicción determinística ni reemplaza la evaluación técnica, económica, normativa o contractual del proceso formal; su aporte consiste en ordenar información territorial, reconocer señales de expansión y apoyar una gestión más anticipativa.

Finalmente, se recomienda incorporar una etapa previa de monitoreo territorial al modelo actual de gestión de Essbio, con el fin de complementar la respuesta a solicitudes formales con una lectura anticipada del crecimiento urbano y sus posibles efectos sobre la expansión sanitaria.

ABSTRACT

The management of Essbio's Operational Territory expansion in response to urban growth must consider that new developments may be located outside the formal sanitary service area. In these cases, incorporation into the service is managed through instruments such as Operational Territory Expansion Agreements (ATO) or service provisions associated with Article 52 bis of the General Law of Sanitary Services. However, these mechanisms are usually activated once urban projects have already been formulated, limiting the company's capacity for anticipation.

This research aimed to develop and apply a methodology to prioritize urban sectors located outside the Operational Territory according to their potential pressure for sanitary expansion. The application was carried out in the communes of Rancagua and Machalí, using ATO agreements materialized between 2020 and the first quarter of 2026, together with available territorial, operational and sanitary information.

The methodology was developed through a spatial multicriteria tool in QGIS, considering five criteria: proximity to the Operational Territory, proximity to historical ATO agreements, proximity to drinking water networks, proximity to sewerage networks and road accessibility. These criteria were applied to a territorial grid, allowing urban sectors outside the Operational Territory to be classified into low, medium and high levels of potential pressure for sanitary expansion.

The results made it possible to characterize 30 ATO agreements and classify 6,114 territorial units, identifying sectors with a higher concentration of potential pressure in specific areas of Rancagua and Machalí. The tool developed does not constitute a deterministic prediction and does not replace the technical, economic, regulatory or contractual evaluation of the formal process. Its contribution lies in organizing territorial information, recognizing expansion signals and supporting more anticipatory management.

Finally, it is recommended to incorporate a preliminary territorial monitoring stage into Essbio's current management model, in order to complement the response to formal requests with an early reading of urban growth and its possible effects on sanitary expansion.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 11

2. ORIGEN, PROPÓSITO Y ALCANCES DEL ESTUDIO 15

2.1. Origen del estudio 15

2.2. Propósito del estudio 15

2.3. Alcances del estudio 16

3. OBJETIVOS 18

4. ESTADO DEL ARTE 20

4.1. Review bibliográfico 20

4.2. Palabras claves asociadas a la investigación. 23

4.3. Antecedentes del estado del arte 25

4.3.1. Contexto y problemática general 25

4.3.2. Desconexión urbano–sanitaria 25

4.3.3. Modelo nacional (Chile) 27

4.3.4. Comparación internacional 28

4.3.5. Enfoques, modelos y herramientas 29

4.3.6. Brechas y posicionamiento 29

4.3.7. Aportes de las asignaturas 30

4.4. Sujeto de estudio 31

4.4.1. Sistema de gestión actual de expansión del territorio operacional 32

4.4.2. Proceso de evaluación de factibilidades y expansión del territorio operacional 33

4.4.3. Actores y roles del sistema de evaluación 42

4.4.4. Instrumentos de gestión y soporte del proceso 43

4.4.5. Criterios de decisión y evaluación del sistema 44

4.4.6. Caracterización del sistema de gestión actual 46

4.5. Marco teórico del estado del arte 47

4.5.1. Síntesis teórica y estructuración del problema de investigación 48

5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO 51

5.1. Fases de construcción de la investigación. 51

5.2. Propuesta temporal para la metodología de trabajo 55

6. APLICACIÓN METODOLÓGICA 57

6.1. Recopilación y sistematización de contratos en Rancagua y Machalí. 57

6.2. Caracterización de los contratos ATO recopilados. 59

6.3. Construcción de la base territorial para el análisis espacial 61

6.4. Definición de criterios territoriales y operacionales de presión de expansión 62
6.5. Aplicación de criterios sobre sectores urbanos fuera del territorio operacional 64
6.6. Clasificación de sectores según nivel de presión potencial de expansión sanitaria 70
6.7. Evaluación de coherencia espacial. 72
7. RESULTADOS 73
7.1. Resultados Parciales. 73
7.1.1. Resultados de la caracterización de contratos ATO 73
7.1.2. Distribución territorial de la presión potencial de expansión sanitaria 74
7.1.3. Sectores urbanos priorizados según presión potencial de expansión 76
7.1.4. Concordancia espacial 77
7.2. Resultado Final. 78
8. CONCLUSIONES 80
8.1. Cumplimiento de objetivos y respuesta al problema de investigación 80
8.2. Conclusiones integradas a partir de los apartados de la investigación 81
8.3. Implicancias de los resultados obtenidos 82
8.4. Alcances y límites del modelo desarrollado 83
8.5. Conclusiones profesionales desde la gestión del agua 84
9. RECOMENDACIONES 86
9.1. Recomendaciones profesionales para el modelo de gestión 86
9.2. Recomendaciones de aplicación del modelo desarrollado 87
9.3. Recomendaciones de implementación institucional 88
9.4. Recomendaciones según escenarios de aplicación 88
9.5. Recomendaciones personales y profesionales 89
10. BIBLIOGRAFÍA 90
11. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS 93
12. ANEXOS 96
12.1. Anexo 1: Fichas bibliográficas 96
12.2. Anexo 2: Fichas del magíster 119
12.3. Anexo 3: Recopilación de datos ATOs Rancagua-Machalí 130
12.4. Anexo 4: Mapas 132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Review Bibliográfico 20
Tabla 2 Palabra clave Planificación Adaptativa. 24
Tabla 3 Palabra clave Integración urbano-agua. 24
Tabla 4 Propuesta metodológica. 56
Tabla 5 Criterios territoriales y operacionales utilizados para identificar presión potencial de expansión sanitaria. 63
Tabla 6 Percentiles y asignación de puntajes para criterios territoriales y operacionales. 69
Tabla 7 Clasificación de puntajes globales según nivel de presión potencial de expansión sanitaria. 71
Tabla 8 Síntesis de contratos ATO caracterizados en Rancagua y Machalí. 74
Tabla 9 Número de celdas por cada índice preliminar. 75
Tabla 10 Distribución de unidades territoriales según nivel de presión potencial de expansión sanitaria. 75
Tabla 11 Sectores urbanos priorizados según presión potencial de expansión sanitaria. 76
Tabla 12 Recopilación ATO desde el 2020 a principios del 2026. P1. 130
Tabla 13 Recopilación ATO desde el 2020 a principios del 2026. P2. 131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Áreas urbanas fuera de territorios concesionados en Chile 26
Figura 2 Flujo de ingreso solicitudes ATO y 52ºBIS 33
Figura 3 Flujo del proceso de aprobación de solicitudes ATO y 52 bis. 35
Figura 4 Detalle de la macro-etapa de validación. 36
Figura 5 Detalle de la macro-etapa de propuesta. 37
Figura 6 Detalle de las macro-etapas de evaluación y aprobación. 38
Figura 7 Flujo del proceso de propuesta, validación y firma de contrato. 39
Figura 8 Detalle de la macro-etapa propuesta 40
Figura 9 Detalle de la macro-etapa contrato 41
Figura 10 Evolución del modelo teórico de la investigación. 50
Figura 11 Histograma de distancias a redes de agua potable. 66
Figura 12 Histograma de distancias a redes de aguas servidas. 67
Figura 13 Histograma de distancias a calles principales. 67
Figura 14 Histograma de distancias a contratos ATO materializados. 68
Figura 15 Histograma de distancias al territorio operacional. 68

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano constituye uno de los principales desafíos para la planificación de infraestructura sanitaria en ciudades que se expanden de manera continua y, en muchos casos, con ritmos distintos a los de los instrumentos formales de provisión de servicios. A medida que las áreas urbanas se consolidan o extienden hacia nuevos sectores, aumenta la demanda por agua potable y alcantarillado, generando presiones sobre redes existentes, infraestructura de producción, sistemas de recolección y plantas de tratamiento. Esta relación entre ciudad e infraestructura sanitaria no siempre se desarrolla de forma coordinada, lo que puede derivar en brechas entre las zonas habilitadas para el crecimiento urbano y aquellas efectivamente incorporadas al área formal de prestación de servicios sanitarios.

En el caso chileno, esta tensión adquiere una expresión particular debido al modelo de servicios sanitarios concesionados, en el cual las empresas prestadoras operan dentro de un territorio operacional definido y regulado. Dicho territorio establece el ámbito espacial en que existe obligación de servicio, por lo que los desarrollos urbanos localizados fuera de ese límite requieren mecanismos específicos para su incorporación al sistema sanitario formal. Entre estos mecanismos se encuentran la ampliación de territorio operacional (ATO) en el caso de los sectores urbanos y las prestaciones asociadas al artículo 52 bis de la Ley General de Servicios Sanitarios para sectores rurales. Si bien estos instrumentos permiten resolver situaciones de expansión fuera del área operacional vigente, su activación suele producirse cuando los proyectos urbanos ya se encuentran formulados o en etapas avanzadas de desarrollo.

La literatura revisada reconoce que la falta de integración entre planificación urbana y planificación sanitaria puede generar desajustes relevantes en la provisión de infraestructura. González-Mathiesen et al. (2023) identifican inconsistencias entre los instrumentos de planificación del uso de suelo y los instrumentos de planificación de servicios sanitarios, señalando que esta desarticulación puede producir áreas urbanas sin cobertura efectiva de servicios. En una línea similar, los autores Viera y Malekpour (2020) advierten que las empresas sanitarias chilenas enfrentan limitaciones para incorporar enfoques de planificación adaptativa, operando en muchos casos bajo esquemas reactivos frente a cambios urbanos, climáticos o regulatorios. Esta condición refuerza la necesidad de contar con herramientas que permitan observar tempranamente las señales territoriales asociadas al crecimiento urbano y a la futura demanda de servicios.

La problemática abordada en esta investigación surge precisamente de esa brecha entre crecimiento urbano, expansión operacional y capacidad de anticipación institucional. En la práctica, las empresas sanitarias disponen de información relevante para comprender las dinámicas de expansión territorial, tales como solicitudes de factibilidad, antecedentes de proyectos clasificados como de

alto impacto, contratos ATO, registros operacionales, trazados de redes y cartografía territorial. Sin embargo, esta información no siempre se encuentra integrada en un sistema estructurado que permita priorizar sectores antes del ingreso formal de nuevas solicitudes. El problema, por tanto, no radica exclusivamente en la falta de datos, sino en la necesidad de transformarlos en conocimiento territorial útil para la toma de decisiones. Desde esta perspectiva, la expansión del territorio operacional no debe entenderse únicamente como un problema técnico de extensión de redes o de cálculo hidráulico. Si bien la capacidad de infraestructura, los derechos de aprovechamiento de aguas, la factibilidad técnica y la viabilidad económica son elementos indispensables para cualquier decisión de incorporación territorial, existe una dimensión previa de gestión que resulta igualmente relevante: identificar qué sectores urbanos fuera del territorio operacional presentan señales de presión potencial de expansión sanitaria. Esta identificación temprana puede contribuir a ordenar el seguimiento interno, mejorar la coordinación entre áreas y preparar antecedentes para procesos posteriores de evaluación técnica, económica y normativa.

La tesis se desarrolla en ese ámbito de gestión territorial sanitaria. Su propósito es construir y aplicar una herramienta que permita priorizar sectores urbanos fuera del territorio operacional de Essbio, considerando criterios territoriales y operacionales que reflejen condiciones asociadas a procesos históricos de expansión. La investigación no busca reemplazar los procedimientos formales de evaluación de factibilidades, contratos ATO o mecanismos regulados de ampliación operacional, ni pretende establecer una predicción determinística de futuras expansiones. Su finalidad es proponer una herramienta de apoyo a la gestión, capaz de estructurar información dispersa y transformarla en una lectura territorial comparativa. Para ello, el estudio se apoya en enfoques de planificación adaptativa, integración urbano-sanitaria y análisis territorial mediante sistemas de información geográfica. La planificación adaptativa resulta pertinente porque reconoce que las decisiones de infraestructura se desarrollan bajo condiciones de incertidumbre, donde no siempre es posible conocer con precisión la localización, magnitud o temporalidad de la demanda futura (Marchau, Walker, Bloemen, & Popper, 2019). En este contexto, el monitoreo de señales, la identificación de sectores críticos y la construcción de herramientas flexibles de apoyo a la decisión constituyen elementos relevantes para fortalecer la capacidad institucional de anticipación. Asimismo, el uso de información espacial permite representar territorialmente variables que, analizadas de manera aislada, pueden perder valor estratégico.

La aplicación metodológica se focaliza en las comunas de Rancagua y Machalí, utilizando como base los contratos de ampliación de territorio operacional materializados por Essbio entre el año 2020 y el primer trimestre de 2026. Esta información permite construir una lectura histórica de procesos reales de expansión sanitaria, considerando variables como tipo de contrato, número de viviendas, localización, distancia al territorio operacional y características territoriales

asociadas. A partir de estos antecedentes, la investigación avanza hacia la construcción de una base espacial en QGIS, orientada a analizar sectores urbanos ubicados fuera del área operacional vigente. La herramienta propuesta considera cinco criterios principales: proximidad al territorio operacional, cercanía a contratos ATO históricos, proximidad a redes de agua potable, proximidad a redes de aguas servidas y accesibilidad vial. Estos criterios fueron seleccionados por su disponibilidad, posibilidad de medición espacial y pertinencia para representar condiciones territoriales y operacionales vinculadas a la presión potencial de expansión sanitaria. La integración de estos criterios permite clasificar unidades territoriales en niveles de baja, media y alta presión potencial, generando una base cartográfica para apoyar la priorización de sectores. El enfoque adoptado reconoce expresamente sus límites. Una celda o sector clasificado con alta presión potencial no implica, por sí solo, factibilidad técnica, disponibilidad hidráulica, suficiencia de infraestructura, viabilidad económica o aprobación normativa. La herramienta funciona como una primera capa de análisis territorial, destinada a orientar la observación y priorización interna; en consecuencia, su valor no está en sustituir el juicio técnico ni los procedimientos formales de evaluación, sino en anticipar preguntas relevantes, ordenar información y aportar una lectura territorial previa al proceso de decisión. La tesis se estructura en distintos capítulos que permiten avanzar desde la formulación del problema hasta la propuesta de recomendaciones. En primer lugar, se presentan el origen, propósito y alcances del estudio, delimitando el problema de investigación y su ámbito de aplicación; luego, se definen los objetivos que guían el trabajo. Posteriormente, el estado del arte revisa antecedentes nacionales e internacionales relacionados con la integración entre planificación urbana, infraestructura sanitaria, gobernanza del agua y enfoques de planificación adaptativa.

A continuación, se desarrolla la propuesta metodológica, donde se describen las fases de construcción de la investigación y la lógica utilizada para vincular antecedentes bibliográficos, análisis del modelo actual de gestión, sistematización de contratos ATO y construcción de una herramienta espacial multicriterio. Luego, en la aplicación metodológica, se expone el trabajo realizado sobre Rancagua y Machalí, incluyendo la recopilación de información, la construcción de la base territorial, la definición de criterios, la asignación de puntajes y la clasificación de sectores urbanos fuera del territorio operacional. Posteriormente, el capítulo de resultados presenta la caracterización de los contratos ATO analizados, la distribución territorial del índice de presión potencial, los sectores urbanos priorizados y la concordancia espacial observada entre la herramienta propuesta y los procesos históricos de expansión sanitaria. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones sintetizan los principales aprendizajes del estudio, identifican sus alcances y limitaciones, y proponen lineamientos para fortalecer la gestión anticipativa de la expansión del territorio operacional de Essbio.

En síntesis, esta investigación busca aportar una mirada aplicada a un problema relevante para la gestión del agua en contextos urbanos: cómo anticipar, ordenar y priorizar señales territoriales asociadas a la expansión sanitaria. Su contribución principal consiste en proponer una metodología replicable que permita complementar el modelo actual de evaluación, incorporando una etapa previa de análisis territorial orientada a mejorar la capacidad de respuesta institucional frente al crecimiento urbano.

2. ORIGEN, PROPÓSITO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

2.1. Origen del estudio

La investigación surge a partir de una problemática observada en el ejercicio profesional dentro de la empresa sanitaria Essbio S.A., relacionada con la desalineación entre el crecimiento urbano y la expansión del territorio operacional (TOP) de las empresas sanitarias. En la práctica, los procesos de ampliación del TOP (materializados mediante instrumentos como la Ampliación de territorio operacional (ATO) y el artículo 52° BIS) se activan principalmente a partir de iniciativas externas, cuando los proyectos urbanos ya se encuentran en etapas avanzadas de desarrollo.

Si bien estos mecanismos forman parte del modelo regulatorio y de negocio del sector sanitario concesionado, actualmente no existe un modelo institucional formal que permita priorizar de manera anticipativa los sectores con mayor probabilidad de futura expansión operacional. La gestión territorial se apoya en información relevante, como registros históricos de Factibilidades de Alto Impacto (FAI), procesos ATO y antecedentes asociados a proyectos con financiamiento público; sin embargo, dichas señales no se encuentran integradas bajo un esquema estructurado de análisis prospectivo.

A partir de entrevistas realizadas a profesionales del área de planificación y expansión territorial, se identifican diferencias en la forma en que se percibe y gestiona la anticipación del crecimiento urbano, lo que evidencia la ausencia de criterios homogéneos a nivel organizacional. Aunque existen instancias operativas de coordinación con determinados actores públicos (principalmente en el ámbito de proyectos sociales) no se observa un sistema permanente de monitoreo territorial que incorpore de manera sistemática señales urbanas tales como permisos de edificación, subsidios habitacionales u otras dinámicas regulatorias locales.

En este escenario, la problemática central no radica en la inexistencia de información, sino en la falta de integración, sistematización y utilización estratégica de dicha información para la toma de decisiones. Como consecuencia, la gestión del territorio operacional adopta un carácter predominantemente reactivo, donde su expansión responde a la materialización de proyectos urbanos, en lugar de anticiparse a ellos mediante un enfoque planificado y prospectivo.

2.2. Propósito del estudio

El propósito del presente estudio es desarrollar un modelo de gestión que permita priorizar los sectores con mayor probabilidad de expansión del territorio operacional dentro de las zonas de concesión de Essbio, anticipando la demanda futura sobre las redes de agua potable y alcantarillado en un horizonte de mediano plazo.

El modelo propuesto no busca sustituir los mecanismos formales de expansión establecidos por la normativa vigente, sino fortalecer la capacidad de gestión estratégica de la empresa mediante la integración estructurada de señales territoriales relevantes. De esta manera, se pretende complementar los procesos actuales, incorporando una lógica anticipativa que permita mejorar la planificación de inversiones y la toma de decisiones.

Asimismo, el estudio apunta a contribuir a un cambio en el enfoque de gestión territorial, transitando desde una lógica reactiva (basada en la respuesta a solicitudes ya materializadas) hacia una lógica proactiva, orientada a identificar tempranamente los sectores con mayor probabilidad de desarrollo urbano y, por consiguiente, de incorporación futura al territorio operacional.

En consecuencia, la investigación se posiciona en el ámbito de la gestión estratégica, proponiendo una herramienta que permita estructurar y sistematizar la información disponible, mejorar la coordinación interna y fortalecer la capacidad de anticipación de la empresa frente a las dinámicas de crecimiento urbano.

2.3. Alcances del estudio

Para efectos de su delimitación, la investigación se circunscribe geográficamente a los territorios operacionales de la empresa sanitaria Essbio S.A. ubicados en Rancagua y Machalí, los cuales constituyen el caso de estudio aplicado. Esta focalización permite desarrollar un análisis contextualizado, utilizando información real proveniente de la gestión territorial de la empresa. No obstante, el diseño metodológico del modelo se concibe como escalable a otras localidades dentro de las zonas de concesión de la compañía, en la medida que su aplicación piloto resulte satisfactoria.

El estudio se desarrolla en el contexto de una empresa sanitaria que presta un servicio público bajo el marco regulatorio chileno, concentrándose en el sector sanitario urbano regulado. En consecuencia, quedan excluidos del alcance los Sistemas de Servicios Sanitarios Rurales (SSR), microempresas sanitarias y servicios no concesionados.

Desde el punto de vista temático, la investigación se centra en la gestión estratégica e institucional del territorio operacional, excluyendo expresamente aspectos asociados al diseño hidráulico, cálculo de redes, modelación técnica o dimensionamiento de infraestructura, por tratarse de materias propias de la ingeniería de detalle y no del ámbito de la gestión territorial.

En términos temporales, el análisis histórico utilizará como base mínima el período comprendido desde el año 2020 en adelante, período para el cual se dispone de registros completos y trazables, considerando la disponibilidad de registros georreferenciados de FAI y otros instrumentos internos relevantes para la

expansión territorial. En caso de obtener información previa adicional, esta podrá incorporarse como complemento para fortalecer el análisis de tendencias.

Desde el punto de vista científico-profesional, el estudio se sitúa en el ámbito de la gestión territorial sanitaria, específicamente en la dimensión estratégica de la expansión del territorio operacional. La investigación no se orienta al análisis técnico de infraestructura ni a la modelación hidráulica, sino al diseño de un esquema de gestión que permita estructurar y sistematizar la toma de decisiones asociadas a la priorización anticipativa del TOP.

El trabajo presenta un alcance exploratorio, dado que aborda una problemática que, si bien forma parte del funcionamiento cotidiano del sector sanitario regulado, no ha sido formalizada mediante un modelo institucional dentro del contexto específico de la empresa. La ausencia de un mecanismo estructurado de integración de señales territoriales (tales como factibilidades, procesos ATO, subsidios habitacionales o permisos de edificación) justifica la necesidad de explorar conceptualmente y ordenar dichas variables bajo un enfoque de gestión.

Adicionalmente, el estudio posee un carácter descriptivo, ya que se orienta a caracterizar las dinámicas actuales de expansión territorial, los instrumentos utilizados y las prácticas de coordinación existentes entre la empresa sanitaria y otros actores públicos. Este componente permite identificar las brechas institucionales que explican el predominio de una lógica reactiva en la incorporación de nuevos sectores al territorio operacional.

El alcance también puede considerarse correlacional en un sentido aplicado, en cuanto se analizará la relación entre distintas señales territoriales formales (por ejemplo, solicitudes de factibilidad, adjudicación de subsidios o permisos de edificación) y su eventual vinculación con procesos de expansión del TOP. No se pretende establecer relaciones causales determinísticas ni desarrollar modelaciones econométricas, sino identificar patrones que contribuyan a priorizar sectores con mayor probabilidad de incorporación futura.

Finalmente, el estudio incorpora un componente explicativo, orientado a comprender las razones institucionales y territoriales que condicionan la forma en que actualmente se gestiona la expansión operacional. Bajo esta lógica, la investigación busca aportar una propuesta concreta de mejora en la gestión estratégica del territorio operacional, contribuyendo a fortalecer la capacidad anticipativa de la organización dentro del marco regulatorio vigente.

3. OBJETIVOS

Para la investigación sobre los modelos de gestión de territorio operacional, se establece un objetivo general, que será abordado mediante 16 objetivos específicos que serán desarrollados durante esta tesis. Dichos objetivos específicos, con su secuenciación reflejan la propuesta metodológica con la cual desarrollaremos este trabajo de investigación.

Se establece que es lo que se busca hacer en este estudio, acotando los sectores donde se van a realizar las investigaciones, analizando la forma en la que se desarrollará junto con la metodología a usar. Finalmente se delimitará la finalidad para la cual se hará esta investigación. A continuación, el objetivo general y específicos:

- **Objetivo General**

Priorizar los sectores con mayor probabilidad de expansión operacional, dentro de las zonas de concesión de Essbio; generando un modelo de gestión que permita identificar las futuras expansiones de territorio operacional. Con el propósito de mejorar la planificación de refuerzos y adaptaciones de la infraestructura.

- **Objetivos específicos**

1. Identificar los aportes de fuentes bibliográficas complementarias relevantes para la comprensión del problema de investigación.
2. Conocer la información escrita sobre los distintos modelos de gestión implementados para la expansión del territorio operacional aplicados por las diferentes empresas sanitarias nacionales e internacionales.
3. Relacionar los contenidos de las asignaturas del magíster con los procesos de expansión y urbanización fuera del territorio operacional de las sanitarias en Chile.
4. Entrevistar a profesionales relacionados al área de planificación de inversiones y gestión de territorio operacional de empresas sanitarias.
5. Identificar los actores, procesos, instrumentos de gestión y criterios de decisión asociados a la evaluación de factibilidades y contratos de prestación de servicio clasificados como de alto impacto, para los nuevos territorios operacionales.

6. Caracterizar el sistema de gestión utilizado por Essbio para la expansión del territorio operacional.
7. Establecer un marco teórico estructurado con los antecedentes de la documentación analizada y las herramientas aplicadas para las expansiones territoriales de la empresa sanitaria.
8. Sistematizar los contratos ATO de Rancagua y Machalí según variables contractuales, territoriales y operacionales.
9. Caracterizar los patrones históricos de expansión territorial asociados a los contratos ATO recopilados.
10. Definir criterios territoriales y operacionales para identificar presión potencial de expansión sanitaria.
11. Aplicar los criterios definidos sobre sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria.
12. Evaluar la coherencia espacial entre los sectores priorizados y los contratos ATO materializados.
13. Analizar la utilidad de los criterios aplicados para fortalecer el modelo de gestión de expansión territorial de Essbio.
14. Evaluar la capacidad del modelo propuesto para representar patrones históricos de expansión territorial.
15. Valorar el modelo de gestión propuesto respecto del modelo actualmente utilizado por Essbio.
16. Proponer lineamientos de mejora para el modelo de gestión de expansión territorial de Essbio.

4. ESTADO DEL ARTE

El crecimiento urbano en las ciudades latinoamericanas, y particularmente en Chile, ha experimentado una aceleración significativa durante las últimas décadas, impulsado por factores como el aumento demográfico, la expansión de los límites urbanos definidos en los instrumentos de planificación territorial y la creciente presión por desarrollo inmobiliario. Este fenómeno ha generado una tensión estructural entre la velocidad de urbanización del territorio y la capacidad de los sistemas de infraestructura sanitaria para adaptarse de manera oportuna a dicha expansión.

4.1. Review bibliográfico

Utilizando investigaciones nacionales e internacionales, se realiza un cuadro bibliográfico donde se indica la relevancia de cada una de dichas lecturas, clasificándolas en fundamentales, específicas y complementarias. La clasificación y síntesis de las investigaciones revisadas se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1 Review Bibliográfico

N°	CITA	DESCRIPTOR
LECTURAS FUNDAMENTALES		
1	Viera, O., & Malekpour, S. (2020)	El artículo analiza la distancia entre la teoría de la planificación adaptativa y la práctica real de las sanitarias chilenas. Identifica que las sanitarias dependen de escenarios limitados, aplican soluciones tradicionales, declaran pocas inversiones anticipadas y operan principalmente de manera reactiva frente a cambios urbanos y climáticos. También muestra restricciones regulatorias que afectan la adopción de soluciones innovadoras.
2	González-Mathiesen, C., Palma, C., Jara, C., & Zapata, R. (2023).	El estudio demuestra que en Chile existe una desconexión estructural entre los instrumentos sanitarios (TOP, Plan de Expansión) y los instrumentos urbanos (PRC, Estudios de Factibilidad). Esta desconexión produce brechas espaciales: grandes áreas dentro del límite urbano no están cubiertas sanitariamente. También produce brechas demográficas: las estimaciones de población futura entre ambos instrumentos no coinciden. La falta de integración genera riesgo de déficit de infraestructura, retrasos en cobertura y problemas de seguridad hídrica urbana. Los autores proponen indicadores cuantitativos (Spatial Coverage Index, Potential Expansion Index, Potential Demand Index) que evidencian la magnitud de estas brechas. Se identifica que las empresas sanitarias no utilizan información urbana en su planificación, y que los municipios tampoco consideran información sanitaria al definir crecimiento urbano.
3	Vinagre, V., Fidélis, T., & Luís, A. (2025)	El estudio analiza cómo mejorar la colaboración entre los sectores de gestión del agua y planificación urbana para enfrentar presiones combinadas (urbanización, crecimiento poblacional, cambio climático). Encuentra que la colaboración actual es informal, fragmentada y carece de estándares, herramientas y estructuras institucionales. La falta de integración entre instrumentos urbanos y sanitarios limita la adaptación y la capacidad de anticipar demandas futuras, proponiendo seis dimensiones para estructurar una colaboración efectiva: marco normativo, visión

N°	CITA	DESCRIPTOR
		compartida, articulación de instrumentos, guías técnicas, estructura facilitadora y mecanismos de comunicación.
6	Matondo, J. I. (2002).	El artículo compara la planificación tradicional de recursos hídricos con el enfoque integrado, concluyendo que ambos fracasan cuando no existe un marco institucional que coordine sectores, niveles de gobierno y escalas territoriales. El autor enfatiza que la planificación del agua debe vincularse explícitamente con el uso de suelo y otros sectores del desarrollo, destacando la integración administrativa y multisectorial como condición clave para enfrentar contextos de crecimiento urbano y demandas crecientes sobre la infraestructura.
7	Janssen, M. A., Goosen, H., & Omtzigt, N. (2006)	El artículo presenta una herramienta simple de apoyo a la mediación y negociación en gestión del agua, enfocada en integrar a los actores desde etapas tempranas del proceso de planificación. Demuestra que los problemas de gestión hídrica son esencialmente institucionales y de coordinación, no solo técnicos. A través de herramientas participativas (mapas de valores, escenarios y negociación), se reducen conflictos, se mejora la toma de decisiones y se fortalecen acuerdos colectivos en contextos de uso de suelo y expansión urbana.
13	Kwadijk, J. C. J., Haasnoot, M., Mulder, J. P. M., Hoogvliet, M. M. C., Jeuken, A. B. M., van der Krogt, R. A. A., van Oostrom, N. G. C., Schelfhout, H. A., van Velzen, E. H., van Waveren, H., & de Wit, M. J. M. (2010)	El artículo propone el enfoque de adaptation tipping points (ATP) como una herramienta de planificación anticipativa que permite identificar cuándo una estrategia de gestión deja de ser efectiva frente a cambios externos. En lugar de partir desde escenarios climáticos, el enfoque evalúa la durabilidad de las estrategias actuales respecto de los objetivos definidos, entregando información clara sobre qué decisiones deberán tomarse y en qué momento, bajo condiciones de incertidumbre.
14	Haasnoot, M., Middelkoop, H., van Beek, E., & van Deursen, W. P. A. (2011)	El artículo propone un método para desarrollar estrategias de gestión del agua sostenibles bajo condiciones de alta incertidumbre, integrando dimensiones físicas y sociales. El enfoque se basa en la identificación de vulnerabilidades, la definición de puntos críticos (adaptation tipping points) y el diseño de trayectorias de adaptación que permitan ajustar las decisiones en el tiempo.
17	Marchau, V. A. W. J., Walker, W. E., Bloemen, P. J. T. M., & Popper, S. W. (2019)	El libro revisa enfoques y herramientas de planificación adaptativa diseñados para contextos de alta incertidumbre, destacando que los métodos tradicionales de planificación son inadecuados cuando no es posible definir escenarios futuros con probabilidades claras. Propone estrategias flexibles basadas en monitoreo continuo, acciones contingentes y secuencias de decisiones, con especial énfasis en sistemas de infraestructura de largo plazo como los servicios de agua.

N°	CITA	DESCRIPTOR
LECTURAS ESPECIFICAS		
5	Guzmán-Sánchez, J., Perevochtchikova, M., & Kolb, M. (2024)	El artículo presenta una revisión sistemática de 228 estudios sobre aguas servidas en periferias urbanas de América Latina. Identifica una fuerte concentración en enfoques técnicos y cuantitativos, con escasa integración de dimensiones territoriales, institucionales y de gobernanza. El trabajo evidencia que las periferias urbanas (espacios donde ocurre la expansión urbana) concentran déficits de infraestructura sanitaria y requieren enfoques integrados para mejorar la planificación, la toma de decisiones y la gestión del crecimiento urbano.
10	Bach, Staalesen, McCarthy y Deletic (2015)	El artículo analiza cómo la clasificación de usos de suelo y la agregación espacial influyen directamente en la modelación de sistemas urbanos integrados de agua. Demuestra que representaciones simplificadas del territorio generan errores relevantes en la estimación de demanda, escorrentía y comportamiento de la infraestructura. El estudio enfatiza que la planificación hídrica urbana debe apoyarse en una representación territorial precisa para anticipar impactos del crecimiento urbano y tomar decisiones robustas de inversión y refuerzo de redes.
15	Molinos-Senante, M., Sala-Garrido, R., & Lafuente, M. (2015)	El artículo evalúa la eficiencia de las empresas sanitarias en Chile incorporando variables de calidad del servicio como outputs no deseados, evidenciando que factores operacionales como pérdidas de agua, demanda máxima y uso de personal externo influyen significativamente en su desempeño. Los resultados muestran que las sanitarias operan en condiciones de retornos constantes a escala, lo que indica que su tamaño es adecuado y que las mejoras en eficiencia dependen más de la gestión operativa y control de variables internas que de cambios estructurales como fusiones.
18	Mendes, A. T., & Alves, C. M. A. (2026).	El artículo demuestra que los servicios de drenaje urbano y manejo de aguas lluvias han sido históricamente relegados dentro de las políticas de agua y saneamiento, generando brechas en planificación, regulación y financiamiento. Esta asimetría institucional produce una gestión reactiva, fragmentada y con baja capacidad de anticipación frente al crecimiento urbano y al cambio climático.
19	Bravo, J., Anríquez, G., Melo, O., & Donoso, G. (2025).	El artículo demuestra que, en Chile, las altas coberturas nacionales de agua potable y saneamiento ocultan desigualdades estructurales de carácter territorial e institucional. La exclusión se concentra principalmente en áreas urbanas no concesionadas y zonas rurales, donde la expansión de los servicios no ha acompañado el crecimiento urbano ni las dinámicas de localización de la población.
20	Casarin, A. A., & Mercadier, A. (2025)	El artículo demuestra que los cambios en el régimen de gestión de los servicios sanitarios (privado → público) generan efectos directos en el desempeño operativo, principalmente debido a distorsiones políticas en la fijación tarifaria, la asignación de recursos y la gestión operacional. La evidencia muestra que, sin marcos institucionales robustos, la gestión pública tiende a ser más reactiva y sensible a ciclos electorales.

N°	CITA	DESCRIPTOR
LECTURAS COMPLEMENTARIAS		
4	Reis, N., & Sánchez Trujillo, S. (2024).	El artículo describe cómo el financiamiento del agua en la ciudad de Puebla reconfigura la provisión del servicio, produciendo desigualdades socioespaciales. Las decisiones de infraestructura y expansión se vinculan a dinámicas de inversión, urbanización acelerada y concentración del poder económico. Se muestra cómo el crecimiento urbano (formal e informal) crea nuevas demandas sobre la red, y cómo la priorización de sectores rentables genera brechas territoriales y deterioro en el mantenimiento. El estudio vincula urbanización, gobernanza e infraestructura con procesos económicos que moldean qué áreas reciben mejor servicio y refuerzos.
8	Uchegbu, S. N. (2009).	El estudio demuestra, mediante análisis estadístico y trabajo de campo, que la planificación y gestión son factores determinantes en el desempeño del abastecimiento urbano de agua. Identifica que el crecimiento urbano acelerado, combinado con deficiencias en mantenimiento, financiamiento y capacidades institucionales, genera déficits persistentes de servicio. El artículo enfatiza que mejorar la gestión de los sistemas existentes es más efectivo que expandir infraestructura sin planificación integrada.
9	Pickard, Nash, Baynes y Mehaffey (2017)	El artículo desarrolla un enfoque de planificación basado en escenarios para proyectar la demanda doméstica futura de agua en Estados Unidos, identificando territorios con mayor riesgo de estrés hídrico. Demuestra que el crecimiento urbano y la migración concentran el aumento de demanda en áreas metropolitanas y periurbanas, y que la resiliencia hídrica depende de anticipar estas dinámicas mediante la integración de datos demográficos, espaciales e infraestructura existente.
11	Morison, P. J., & Brown, R. R. (2011).	El artículo analiza cómo el compromiso institucional de los gobiernos locales con políticas ambientales depende del contexto socioeconómico, la capacidad organizacional y los arreglos intergubernamentales. A través de un estudio de caso en Melbourne, se identifican distintos niveles de compromiso municipal, mostrando que los enfoques reactivos y orientados solo a la provisión de servicios limitan la implementación de políticas urbanas integradas, mientras que una visión estratégica e integrada favorece la planificación de largo plazo.
12	Penning-Rowsell, E. C., & Crease, D. (1988)	El artículo analiza cómo las restricciones legales e institucionales condicionan la planificación y gestión del río Wye, mostrando que la fragmentación de competencias, la superposición de derechos históricos y la ausencia de una autoridad coordinadora dificultan la gestión efectiva del recurso. El estudio evidencia que los conflictos por el uso del agua no surgen por falta de demanda o capacidad física, sino por limitaciones normativas y de gobernanza que impiden una planificación integrada y anticipativa.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Palabras claves asociadas a la investigación.

Se incluyen las palabras claves asociadas a cada uno de los autores de las diferentes investigaciones y como se desarrollan los conceptos. Los conceptos asociados a planificación adaptativa e integración urbano-agua se sintetizan en las Tabla 2 y Tabla 3, respectivamente.

Tabla 2 Palabra clave Planificación Adaptativa.

Palabra Clave: Planificación adaptativa / incertidumbre	**Autor Lectura:**	**Tipo de enfoque**	**Herramienta**	**Horizonte temporal**	**Condición de cambio**	**Observación Clave**
	Viera et al. (2020)	Adaptativa vs reactiva	Robustness	—	Cambio en condiciones operativas	Evitar reacción tardía
	Kwadijk et al. (2010)	Adaptativa	Tiping points	Largo Plazo	Umbrales de falla	Cambio gatilla acción
	Haasnoot et al. (2011)	Adaptativa	Pathways	Largo Plazo	Incertidumbre futura	Estrategias flexibles
	Marchau et al. (2019)	Decisión Robusta	RDM / DMDU	Largo Plazo	Incertidumbre futura	No optimizar, robustecer
	Pickard et al. (2017)	Proyección	Escenarios	Futuro	Crecimiento demanda	Anticipación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Palabra clave Integración urbano-agua.

Palabra Clave: Integración urbano-agua	**Autor Lectura:**	**Tipo de problema**	**Tipo de integración**	**Nivel (escala)**	**Barrera principal**	**Idea clave**
	González-Mathiesen et al. (2023)	Desfase urbano–sanitario	Instrumentos de planificación	Urbana	Falta de coordinación	Planificación desalineada
	Bach et al. (2015)	Uso de suelo mal representado	Modelación espacial	Urbana	Información inadecuada	Base para decisiones
	Vinagre et al. (2025)	Falta de coordinación	Intersectorial	Regional/urbana	Fragmentación institucional	Necesidad de colaboración

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Antecedentes del estado del arte

Primeramente, se revisará el estado actual del conocimiento en torno a la relación entre el crecimiento urbano y la expansión de los servicios sanitarios, abordando los principales enfoques, problemáticas y líneas de investigación desarrolladas en la literatura. Esta revisión permite contextualizar la investigación, identificar las principales brechas existentes y fundamentar la necesidad de avanzar hacia modelos de gestión que integren de manera efectiva la planificación territorial y la provisión de servicios sanitarios.

4.3.1. Contexto y problemática general

Diversos estudios han identificado que la expansión de las ciudades no ocurre de manera articulada con la provisión de infraestructura sanitaria, generando brechas entre el desarrollo físico del territorio y la cobertura efectiva de los servicios básicos (Vinagre, Fidélis, & Luís, 2025). Esta situación se vincula con la fragmentación de responsabilidades entre los distintos actores involucrados en el desarrollo urbano y la gestión del agua, lo que dificulta la implementación de enfoques integrados.

Desde la perspectiva de la gestión hídrica, se ha señalado que el desempeño de los sistemas de abastecimiento urbano depende tanto de la infraestructura disponible como de la calidad de los procesos de planificación y gestión (Uchegbu, 2009). En este marco, la planificación adaptativa se posiciona como un enfoque relevante para enfrentar escenarios de incertidumbre, mediante estrategias basadas en el monitoreo continuo y el uso de información para la toma de decisiones (Marchau, Walker, Bloemen, & Popper, 2019).

Adicionalmente, la coordinación entre actores y la articulación de información han sido identificadas como condiciones necesarias para mejorar la planificación de servicios urbanos. Herramientas orientadas a la participación y articulación institucional permiten fortalecer los procesos de toma de decisiones, facilitando una respuesta más efectiva frente a los desafíos asociados a la expansión territorial (Janssen, Goosen, & Omtzigt, 2006).

En este contexto, la expansión de los servicios sanitarios se configura como un problema de carácter multidimensional, donde la gestión, la gobernanza y la planificación territorial cumplen un rol central en la capacidad de respuesta frente al crecimiento urbano.

4.3.2. Desconexión urbano–sanitaria

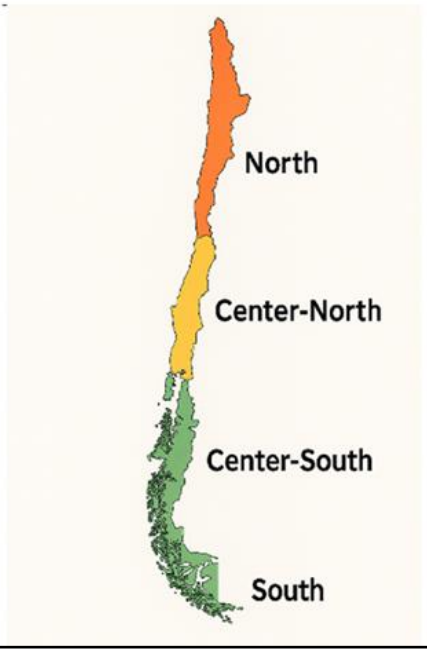
Esta problemática se expresa de manera específica en la desconexión entre la planificación urbana y la planificación de los servicios sanitarios, lo que limita la capacidad de anticipar la demanda futura de infraestructura. La literatura identifica que esta brecha responde a la ausencia de mecanismos que vinculen de forma sistemática las dinámicas de crecimiento territorial con los procesos de expansión

de redes sanitarias (Vinagre, Fidélis, & Luís, 2025). La expresión territorial de esta brecha en el contexto chileno se ilustra en la Figura 1.

Figura 1 Áreas urbanas fuera de territorios concesionados en Chile

Table 3
Urban Areas not Concessioned to WSS operators by Geographic Zone (km[21] and percent of total).

Macrozone	Urban area (km^2)	Percentage of Urban Area Outside Concessioned Territories (%)
North	1,556	80.8
Center-North	1,973	32.2
Center South	1,440	63
South	346	47.7
Total	5,315	55.8



Fuente: elaboración propia

Desde una perspectiva institucional, dicha desconexión se relaciona con la fragmentación de competencias entre los actores involucrados en el desarrollo urbano y la gestión del agua, dificultando la generación de instancias de coordinación y el intercambio efectivo de información. En este marco, se plantea la necesidad de avanzar hacia esquemas de gobernanza que permitan articular de manera coherente los distintos niveles de decisión (Pahl-Wostl, 2020).

En la práctica, esta condición se traduce en procesos de planificación que operan de forma paralela, donde las decisiones urbanas (como la localización de nuevos desarrollos habitacionales o la expansión del límite urbano) no necesariamente consideran la capacidad existente o proyectada de la infraestructura sanitaria. Como resultado, la provisión de servicios se organiza en

función de demandas ya materializadas, en lugar de responder a una lógica anticipativa.

A lo anterior se suma la ausencia de sistemas de monitoreo territorial que integren señales relevantes (tales como permisos de edificación, subsidios habitacionales o solicitudes de factibilidad) lo que limita la capacidad de identificar oportunamente zonas de crecimiento urbano. Esta situación restringe la posibilidad de incorporar información territorial de manera sistemática en los procesos de planificación.

De este modo, la desconexión urbano–sanitaria constituye una brecha estructural que condiciona la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de provisión de servicios, evidenciando la necesidad de fortalecer enfoques de gestión orientados a la anticipación.

4.3.3. Modelo nacional (Chile)

En el contexto chileno, el modelo de prestación de servicios sanitarios se estructura en torno a un sistema concesionado, en el cual las empresas operan dentro de un territorio operacional (TOP) definido y regulado, que delimita espacialmente la obligación de prestar servicios de agua potable y alcantarillado. Este esquema ha permitido alcanzar altos niveles de cobertura a nivel nacional; sin embargo, la literatura evidencia que estas cifras agregadas ocultan desigualdades territoriales relevantes, particularmente en sectores urbanos no concesionados y áreas periféricas en expansión (Bravo, 2025).

En este escenario, el crecimiento urbano no se desarrolla de manera sincronizada con la expansión del territorio operacional, generándose una brecha entre la localización de nuevos desarrollos y la cobertura formal de los servicios sanitarios. Esta situación se manifiesta en la existencia de áreas urbanas que, pese a su consolidación, permanecen fuera de los límites concesionados, evidenciando una limitada capacidad de adaptación del modelo frente a las dinámicas territoriales.

Para abordar esta brecha, el sistema contempla mecanismos como la ampliación de territorio operacional (ATO) y las soluciones bajo el artículo 52 bis de la Ley General de Servicios Sanitarios, los cuales permiten viabilizar proyectos fuera del límite concesionado. No obstante, el uso reiterado de estos instrumentos refleja un enfoque basado en la respuesta a la demanda ya existente, más que en una planificación anticipada de la expansión.

Desde la perspectiva de la gestión, se ha demostrado que el desempeño de las empresas sanitarias está fuertemente condicionado por la calidad de los procesos de planificación y control, más allá de las características estructurales de la infraestructura (Molinos-Senante, Sala-Garrido, & Lafuente, 2015). En consecuencia, las brechas observadas no solo responden a limitaciones físicas,

sino también a la ausencia de modelos que permitan integrar información territorial en la toma de decisiones.

En este marco, el modelo sanitario chileno presenta fortalezas en cobertura y regulación, pero enfrenta desafíos relevantes en su capacidad de adaptación frente al crecimiento urbano, lo que evidencia la necesidad de incorporar enfoques de gestión más estratégicos.

4.3.4. Comparación internacional

En contraste con el contexto nacional, a nivel internacional, la planificación de los servicios sanitarios ha evolucionado hacia enfoques más integrados, en los cuales la provisión de infraestructura se articula de manera directa con los procesos de planificación urbana y territorial. A diferencia de esquemas centrados en la respuesta a demandas específicas, la literatura destaca la incorporación de herramientas orientadas a anticipar el crecimiento urbano y su impacto en la demanda de servicios (Marchau, Walker, Bloemen, & Popper, 2019).

En estos contextos, la gestión del agua se aborda bajo un enfoque de gobernanza integrada, donde la coordinación institucional, la definición de roles y la articulación de información constituyen elementos centrales para la toma de decisiones (Pahl-Wostl, 2020). Este enfoque permite reducir la fragmentación y avanzar hacia procesos de planificación que consideran de manera conjunta variables urbanas, ambientales y de infraestructura.

Asimismo, el uso de sistemas de información geográfica (GIS) ha permitido fortalecer la capacidad de monitoreo de las dinámicas territoriales, facilitando la identificación de zonas de expansión urbana y la priorización de inversiones en infraestructura sanitaria (Orgoványi & Karches, 2014). Estas herramientas, complementadas con el análisis de datos históricos, contribuyen a mejorar la capacidad de anticipación de los procesos de planificación.

Adicionalmente, la literatura resalta la importancia de la coordinación entre actores y la participación en los procesos de planificación, destacando que la integración de distintas perspectivas permite mejorar la calidad de las decisiones y reducir conflictos (Janssen, Goosen, & Omtzigt, 2006). En esta línea, se ha evidenciado que el rol de los gobiernos locales resulta determinante en la implementación de enfoques estratégicos que articulen el desarrollo urbano con la provisión de servicios (Morrison & Brown, 2011).

En este contexto, la evidencia internacional muestra una transición hacia modelos de planificación más anticipativos e integrados, los cuales ofrecen referencias relevantes para el análisis de la gestión sanitaria.

4.3.5. Enfoques, modelos y herramientas

En el contexto descrito, la literatura ha desarrollado diversos enfoques orientados a mejorar la planificación de los servicios sanitarios en contextos de crecimiento urbano, destacando la importancia de incorporar herramientas que permitan estructurar la información y apoyar la toma de decisiones. En este marco, la planificación adaptativa propone estrategias flexibles basadas en el monitoreo continuo y la evaluación de escenarios futuros, especialmente en sistemas de infraestructura de largo plazo (Marchau, Walker, Bloemen, & Popper, 2019).

En paralelo, los sistemas de información geográfica (GIS) han permitido avanzar en la integración y análisis de información territorial, facilitando la identificación de patrones de crecimiento urbano y su relación con la demanda de servicios. Estas herramientas permiten transformar información dispersa en sistemas organizados de monitoreo territorial, mejorando la trazabilidad y el análisis de datos (Orgoványi & Karches, 2014).

Asimismo, la literatura destaca el rol de la coordinación institucional y la participación de actores en la planificación, señalando que los procesos de mediación y negociación contribuyen a integrar distintas perspectivas y mejorar la calidad de las decisiones (Janssen, Goosen, & Omtzigt, 2006).

Desde una perspectiva complementaria, se ha señalado que la gestión hídrica constituye un factor determinante en el desempeño de los sistemas de abastecimiento urbano, donde la eficiencia depende tanto de la infraestructura como de la calidad de los procesos de gestión (Uchegbu, 2009).

En conjunto, estos enfoques evidencian avances relevantes en el desarrollo de herramientas y metodologías para la planificación sanitaria. Sin embargo, su incorporación en modelos de gestión aplicados sigue siendo limitada, particularmente en la integración de estas herramientas dentro de procesos sistemáticos de priorización territorial.

4.3.6. Brechas y posicionamiento

A partir de la revisión realizada, se identifica una brecha entre los enfoques desarrollados en la literatura y su aplicación en la gestión de los servicios sanitarios. Si bien existen avances en planificación adaptativa, integración territorial y gobernanza del agua, estos no se han traducido de manera consistente en modelos operativos que permitan anticipar la expansión de la demanda (Pahl-Wostl, 2020).

Una parte importante de los estudios se ha concentrado en marcos conceptuales o en aspectos técnicos específicos, sin abordar de forma directa la integración de información territorial e institucional en procesos concretos de toma de decisiones. Esta limitación resulta especialmente relevante en contextos de crecimiento urbano acelerado (Vinagre, Fidélis, & Luís, 2025).

En el caso chileno, esta brecha se refleja en la ausencia de modelos orientados a anticipar la expansión del territorio operacional en función del crecimiento urbano. A pesar de los altos niveles de cobertura, persisten desigualdades territoriales y zonas urbanas fuera de concesión (Bravo, 2025).

Asimismo, la evidencia indica que el desempeño del sector sanitario depende en gran medida de la calidad de la gestión y de la capacidad de integrar información relevante (Molinos-Senante, Sala-Garrido, & Lafuente, 2015). Esto refuerza la necesidad de avanzar hacia modelos que permitan sistematizar las señales territoriales disponibles.

En este contexto, la presente investigación se orienta a abordar esta brecha mediante el desarrollo de un modelo de gestión que permita priorizar la expansión del territorio operacional de forma anticipativa, integrando información proveniente de distintas fuentes.

De esta manera, el estudio busca aportar desde una perspectiva aplicada, contribuyendo a fortalecer la planificación territorial y mejorar la articulación entre crecimiento urbano y provisión de servicios sanitarios.

4.3.7. Aportes de las asignaturas

El desarrollo del estudio se sustenta, en parte, en los conocimientos adquiridos a lo largo del programa de Magíster en Gestión del Agua, particularmente en las asignaturas de Gobernanza y Economía del Agua, Gestión de Redes, y Planificación y Dirección Estratégica, las cuales aportan marcos conceptuales y herramientas aplicadas clave para abordar el problema de estudio.

- Gobernanza y economía del agua

La asignatura de Gobernanza y Economía del Agua permite comprender el sector sanitario desde una perspectiva institucional y regulatoria, abordando las interacciones entre actores públicos y privados, los incentivos económicos presentes en la provisión de servicios sanitarios y las brechas existentes en la coordinación multinivel. Este enfoque es fundamental para analizar las limitaciones actuales en la expansión del territorio operacional (TOP), así como para proponer mejoras en los mecanismos de toma de decisiones y en la articulación entre planificación urbana y sanitaria.

- Gestión de redes

La asignatura de Gestión de Redes aporta una comprensión sistémica del funcionamiento de la infraestructura sanitaria, incluyendo redes de agua potable y alcantarillado, así como sus restricciones operacionales. Si bien la investigación no se centra en el diseño hidráulico, este conocimiento permite interpretar adecuadamente las limitaciones de capacidad, los criterios de factibilidad técnica y

la lógica detrás de las decisiones de inversión, elementos clave para la construcción de un modelo de gestión que anticipe la demanda futura

- Planificación y dirección estratégica

La asignatura de Planificación y Dirección Estratégica entrega herramientas para el análisis prospectivo, la definición de objetivos organizacionales y la formulación de modelos de gestión orientados a la toma de decisiones. En este contexto, resulta especialmente relevante para estructurar la propuesta metodológica de la investigación, permitiendo diseñar un modelo que integre información territorial, regulatoria y operativa, con el fin de anticipar la expansión del TOP y mejorar la planificación de infraestructura en el sector sanitario.

4.4. Sujeto de estudio

El sujeto de estudio corresponde al sistema de gestión utilizado por la empresa sanitaria Essbio S.A. para la expansión de su territorio operacional (TOP), con énfasis en los procesos asociados a la evaluación de factibilidades de alto impacto y la generación de contratos de prestación de servicios bajo las modalidades de ampliación de territorio operacional (ATO).

Este sistema de gestión comprende el conjunto de procesos, actores, instrumentos y criterios de decisión que permiten evaluar la incorporación de nuevos territorios al área de concesión sanitaria, particularmente en aquellos casos en que los proyectos se emplazan fuera del límite operacional vigente, conforme a los mecanismos establecidos en el D.F.L. MOP N°382/88.

En este contexto, el análisis se centra en comprender cómo la organización estructura y ejecuta dichas evaluaciones, considerando tanto los aspectos técnicos como económicos involucrados en la toma de decisiones, en línea con los procedimientos internos definidos para la evaluación técnico–económica de propuestas ATO (Essbio, 2023)

El alcance del sujeto de estudio se circunscribe al funcionamiento interno de la empresa Essbio S.A., específicamente a las unidades vinculadas a la evaluación de proyectos de expansión territorial, tales como Nuevos Clientes y Planificación, las cuales participan activamente en el proceso de evaluación y generación de propuestas técnico–económicas (Essbio, 2023). En consecuencia, se excluyen del análisis los aspectos asociados al diseño hidráulico de las soluciones, la modelación técnica detallada de redes y la ejecución de obras, focalizando el estudio en la dimensión de gestión y toma de decisiones.

Asimismo, el análisis se concentra en proyectos clasificados como de alto impacto, entendidos como aquellos que, por su magnitud o características, generan efectos relevantes sobre la infraestructura sanitaria existente, requiriendo procesos

de evaluación más complejos y la eventual definición de condiciones técnicas y económicas para su materialización.

4.4.1. Sistema de gestión actual de expansión del territorio operacional

El sistema de gestión utilizado por Essbio S.A. para la expansión de su territorio operacional se estructura a partir de un conjunto de procesos formales que articulan la evaluación técnica, económica y operativa de solicitudes de incorporación de nuevos clientes, particularmente en aquellos casos que se desarrollan fuera del área de concesión vigente.

En términos generales, este sistema se basa en la interacción coordinada entre distintas unidades organizacionales, principalmente las áreas de Nuevos Clientes y Planificación, las cuales participan de manera conjunta en la evaluación de proyectos, validando tanto su factibilidad técnica como su viabilidad económica. Esta interacción se encuentra formalizada mediante procedimientos internos que definen responsabilidades, etapas y tiempos asociados a cada proceso (Essbio, 2023)

El funcionamiento del sistema se apoya en plataformas digitales corporativas que permiten canalizar, registrar y dar seguimiento a las solicitudes, siendo la Plataforma de Negocios el principal entorno de gestión para la evaluación de factibilidades de alto impacto y propuestas de expansión territorial. A través de esta herramienta, se centraliza la información del proyecto, se gestionan las validaciones técnicas y se documentan las decisiones adoptadas durante el proceso (Essbio, 2023).

Desde una perspectiva operativa, el sistema se caracteriza por estructurarse en etapas secuenciales que incluyen la validación de antecedentes, la evaluación de redes y capacidad, el análisis de condiciones, la evaluación económica y la emisión de propuestas técnico–económicas al solicitante. Cada una de estas etapas se encuentra asociada a responsables específicos y plazos definidos, lo que permite estandarizar el proceso de evaluación y asegurar su trazabilidad dentro de la organización (Essbio, 2023).

Asimismo, el sistema incorpora instancias de validación jerárquica en distintos niveles, donde jefaturas y subgerencias participan en la revisión y aprobación de las evaluaciones realizadas, particularmente en aquellos proyectos de mayor complejidad o impacto. Este esquema permite resguardar la coherencia técnica y económica de las decisiones, integrando distintas perspectivas dentro del proceso de evaluación.

En este contexto, el sistema de gestión de expansión del territorio operacional de Essbio puede ser entendido como un modelo estructurado y normado, que permite abordar de manera sistemática la incorporación de nuevos territorios al

servicio sanitario. No obstante, su funcionamiento se encuentra condicionado por la naturaleza de las solicitudes ingresadas, las cuales actúan como punto de partida del proceso de evaluación, configurando una lógica de operación que responde principalmente a la demanda efectiva presentada por los urbanizadores.

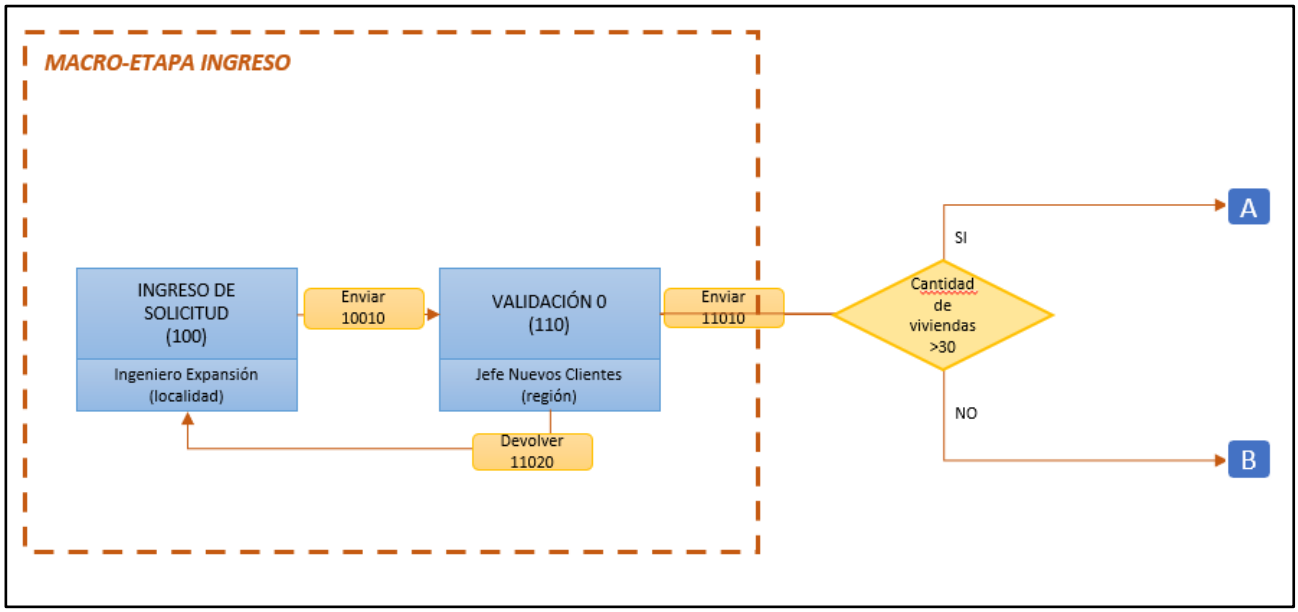
4.4.2. Proceso de evaluación de factibilidades y expansión del territorio operacional

El proceso de evaluación de factibilidades y expansión del territorio operacional en Essbio S.A. se encuentra formalizado mediante procedimientos internos que definen las actividades, responsables y plazos asociados a cada etapa, asegurando la trazabilidad y consistencia en la toma de decisiones (Essbio, 2024).

El proceso se inicia con el ingreso de una solicitud de factibilidad por parte del interesado, la cual es canalizada a través de los sistemas corporativos de la empresa. Esta solicitud es registrada y gestionada mediante plataformas digitales, permitiendo su seguimiento a lo largo de todo el proceso de evaluación (Essbio, 2024).

El flujo correspondiente al ingreso y clasificación inicial de las solicitudes se presenta en la Figura 2.

Figura 2 Flujo de ingreso solicitudes ATO y 52ºBIS



Fuente: Essbio S.A.

Una vez ingresada la solicitud, se realiza una etapa de clasificación inicial, en la cual se determina si el proyecto se encuentra dentro o fuera del territorio operacional. En el caso de proyectos ubicados fuera de dicho límite, se evalúa la posibilidad de avanzar mediante mecanismos de expansión territorial, tales como contratos de ampliación de territorio operacional o bajo el artículo 52 bis. Adicionalmente, se determina si la solicitud corresponde a una Factibilidad de Alto

Impacto, en función de su magnitud y potencial impacto sobre la infraestructura sanitaria existente (Essbio, 2024)

Para aquellas solicitudes clasificadas como de alto impacto, el proceso continúa con su ingreso a la Plataforma de Negocios, donde se consolida la información del proyecto y se inicia la etapa de evaluación técnica. En esta fase se realiza la validación y capacidad de las redes, la cual es ejecutada por las áreas de planificación, mediante el análisis de la infraestructura existente y la identificación de posibles restricciones o necesidades de refuerzo (Essbio, 2024)

Posteriormente, se desarrolla la etapa de análisis de condiciones, en la cual se determina si el proyecto requiere la ejecución de obras adicionales, ya sea en redes o en infraestructura de capacidad. En caso de ser necesario, se establecen condiciones técnicas y plazos asociados a la disponibilidad de dichas obras, las cuales pueden estar vinculadas a inversiones futuras de la compañía o a aportes por parte del urbanizador (Essbio, 2024)

En el caso de proyectos fuera del territorio operacional, el proceso incorpora una evaluación técnico–económica más compleja, en la cual se analizan aspectos adicionales tales como la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas, la viabilidad de ejecución de obras y la valorización económica del proyecto. Esta evaluación considera tanto el impacto sobre la infraestructura sanitaria como el aporte económico asociado a la incorporación de nuevos clientes, integrando dimensiones técnicas y financieras en la toma de decisiones (Essbio, 2023)

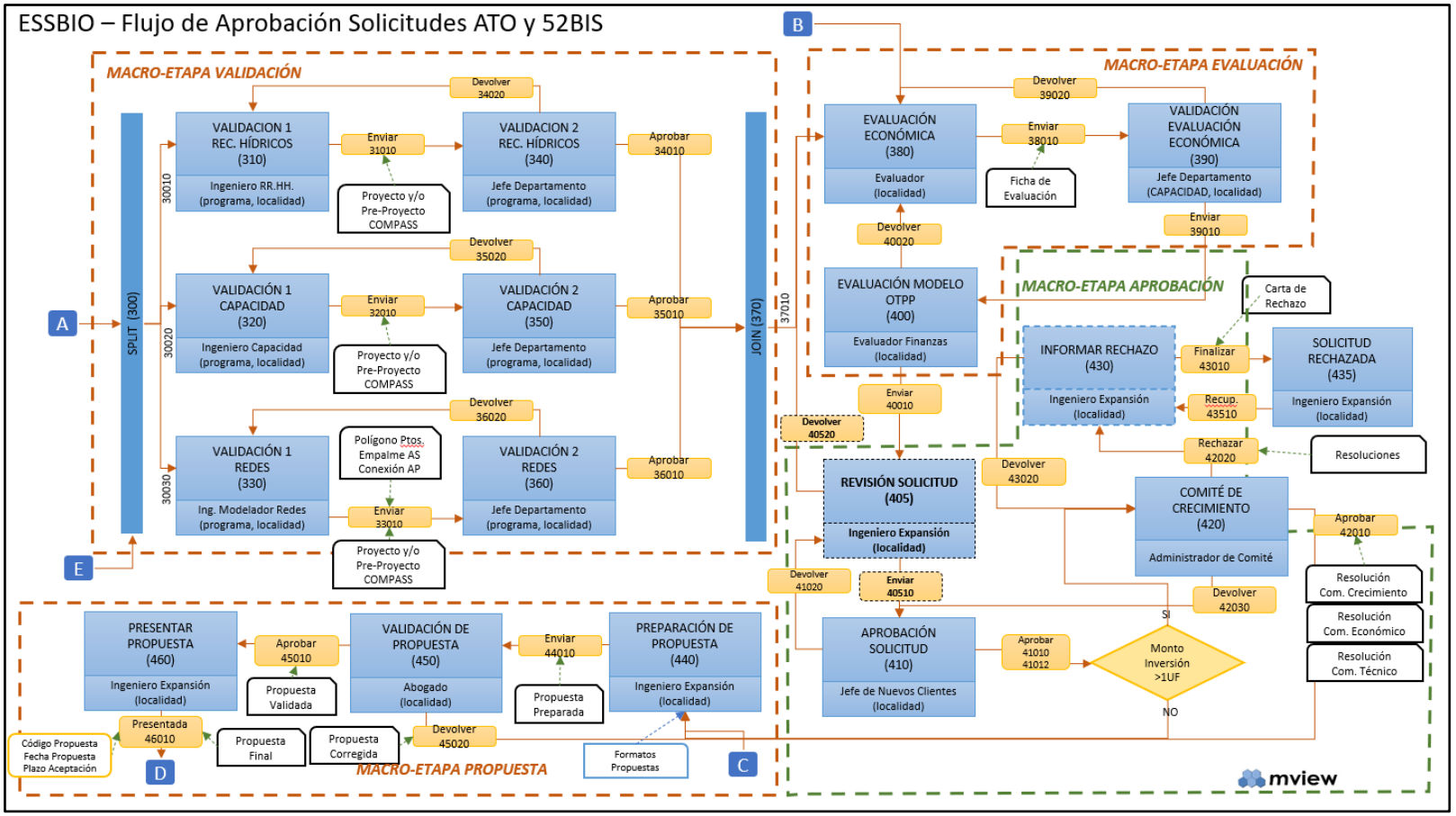
Una vez finalizadas las etapas de evaluación, se procede a la emisión de la factibilidad o propuesta técnico–económica, según corresponda, la cual establece las condiciones bajo las cuales el proyecto puede ser desarrollado. Este documento formaliza la decisión de la empresa, incluyendo aspectos tales como puntos de conexión, requerimientos de obras, plazos de ejecución y costos asociados (Essbio, 2023)

Finalmente, el proceso concluye con el cierre administrativo de la solicitud, asegurando el registro completo de la información y la documentación asociada en las plataformas corporativas, lo que permite mantener la trazabilidad del proceso y facilitar futuras evaluaciones o revisiones.

En conjunto, el proceso de evaluación se caracteriza por su estructura secuencial, la participación de múltiples actores y la incorporación de diversas instancias de validación, lo que permite abordar de manera sistemática la evaluación de proyectos de expansión territorial dentro del marco regulatorio y operativo de la empresa.

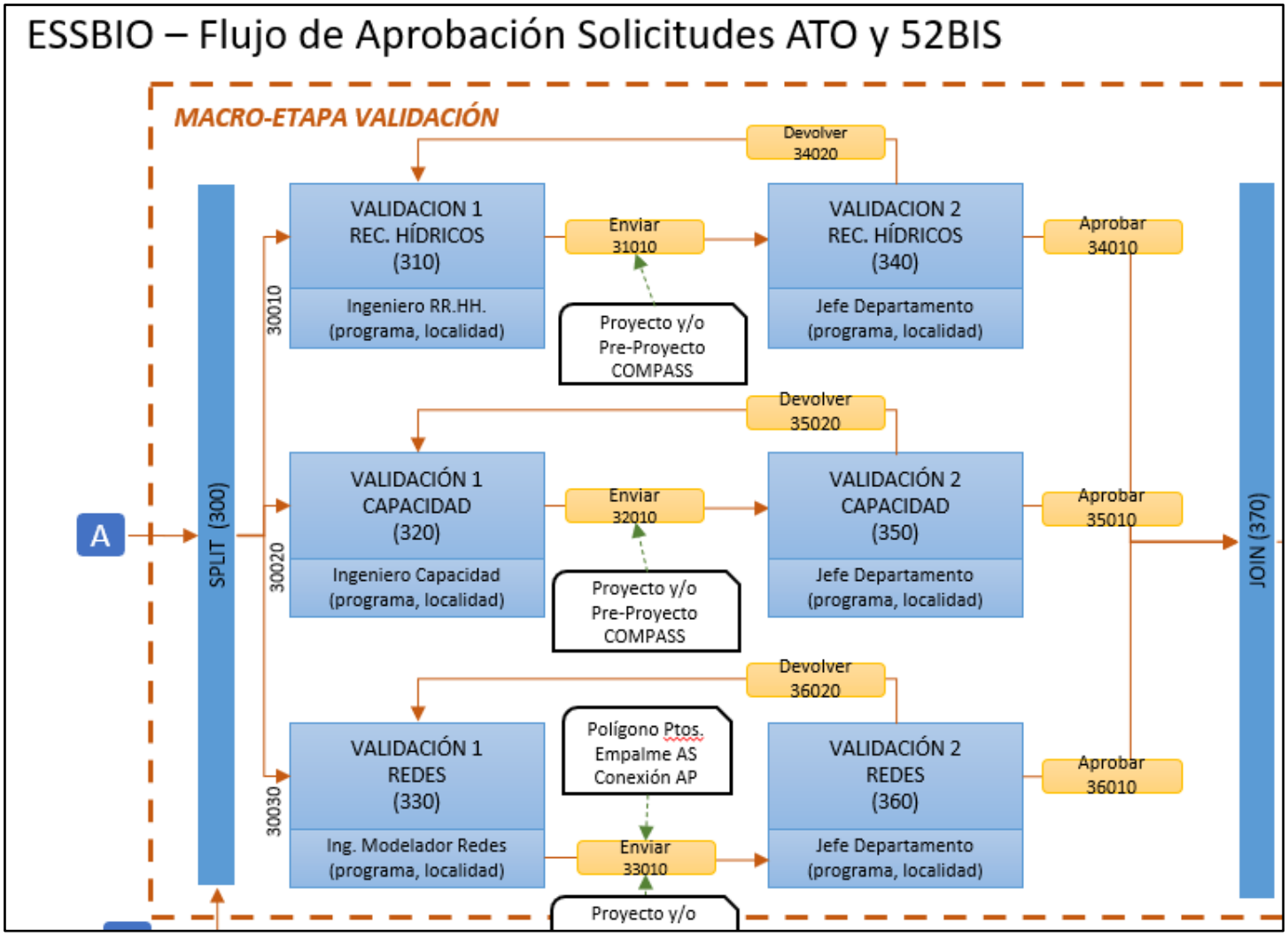
Las etapas de validación, evaluación, aprobación, propuesta y formalización contractual se representan en las Figuras 3 a Figura 9.

Figura 3 Flujo del proceso de aprobación de solicitudes ATO y 52 bis.



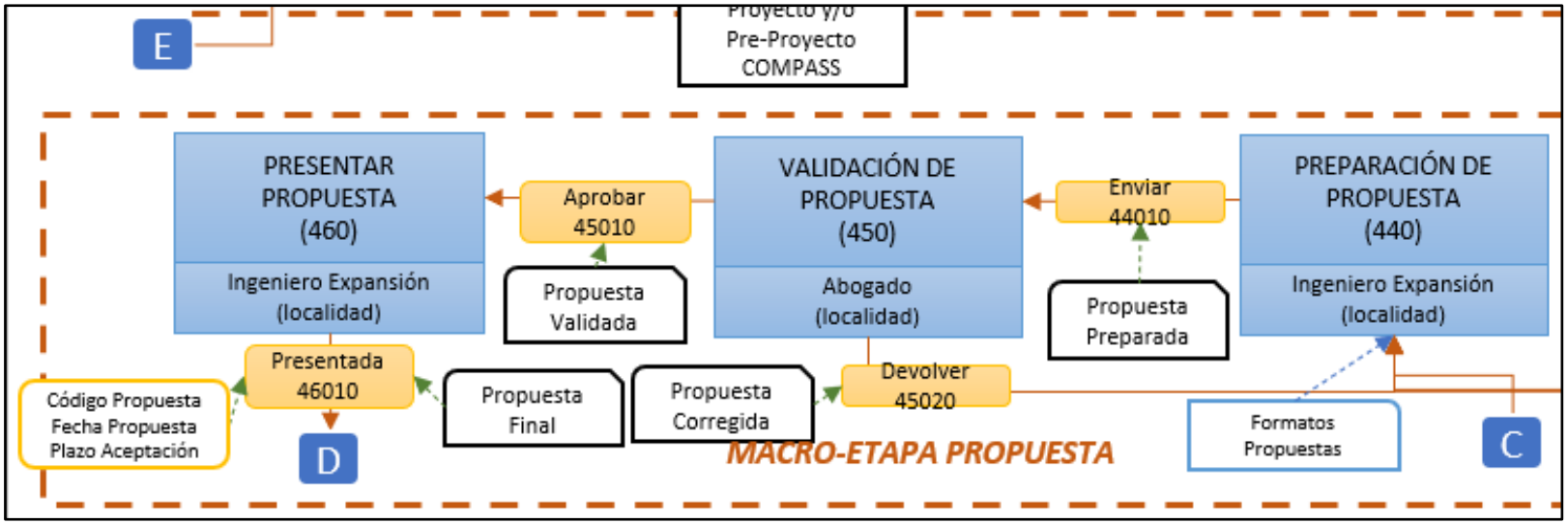
Fuente: Essbio S.A.

Figura 4 Detalle de la macro-etapa de validación.



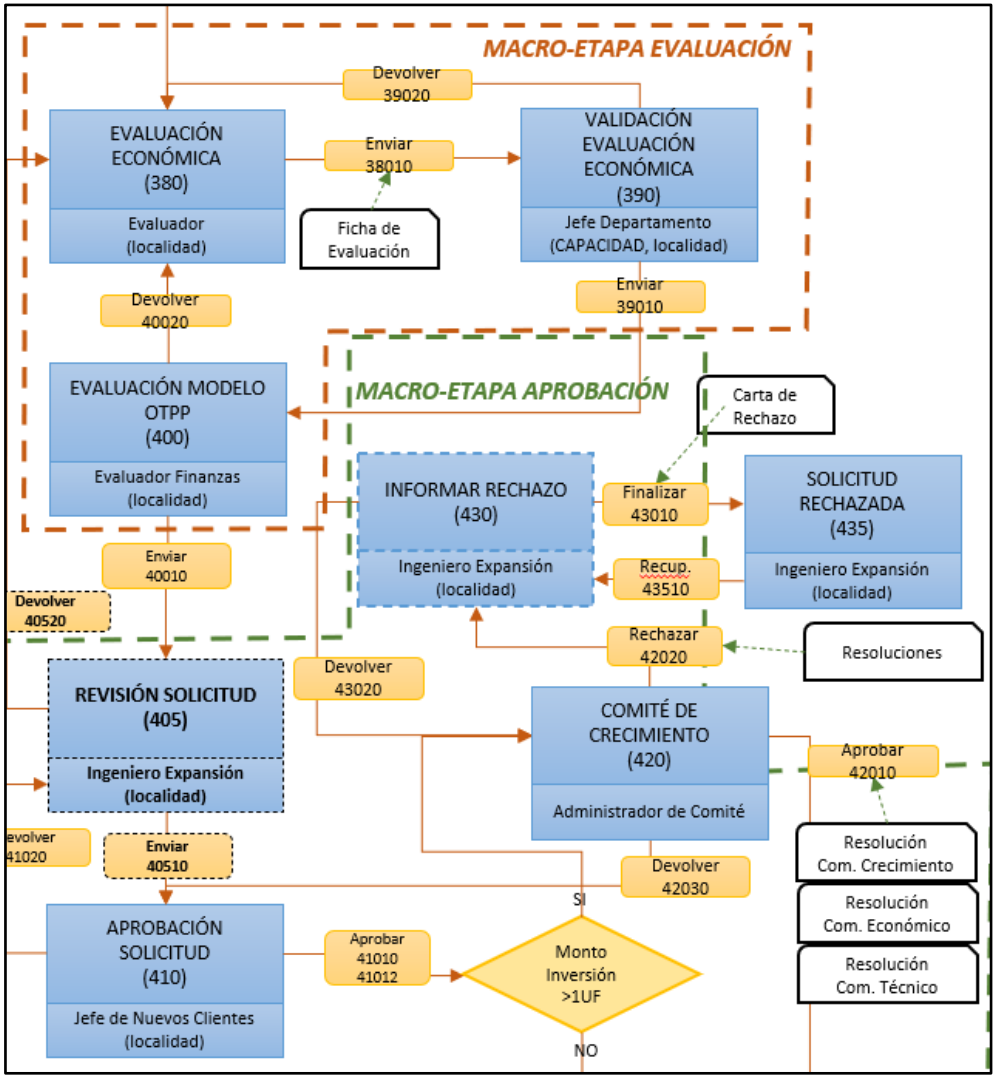
Fuente: Essbio S.A.

Figura 5 Detalle de la macro-etapa de propuesta.



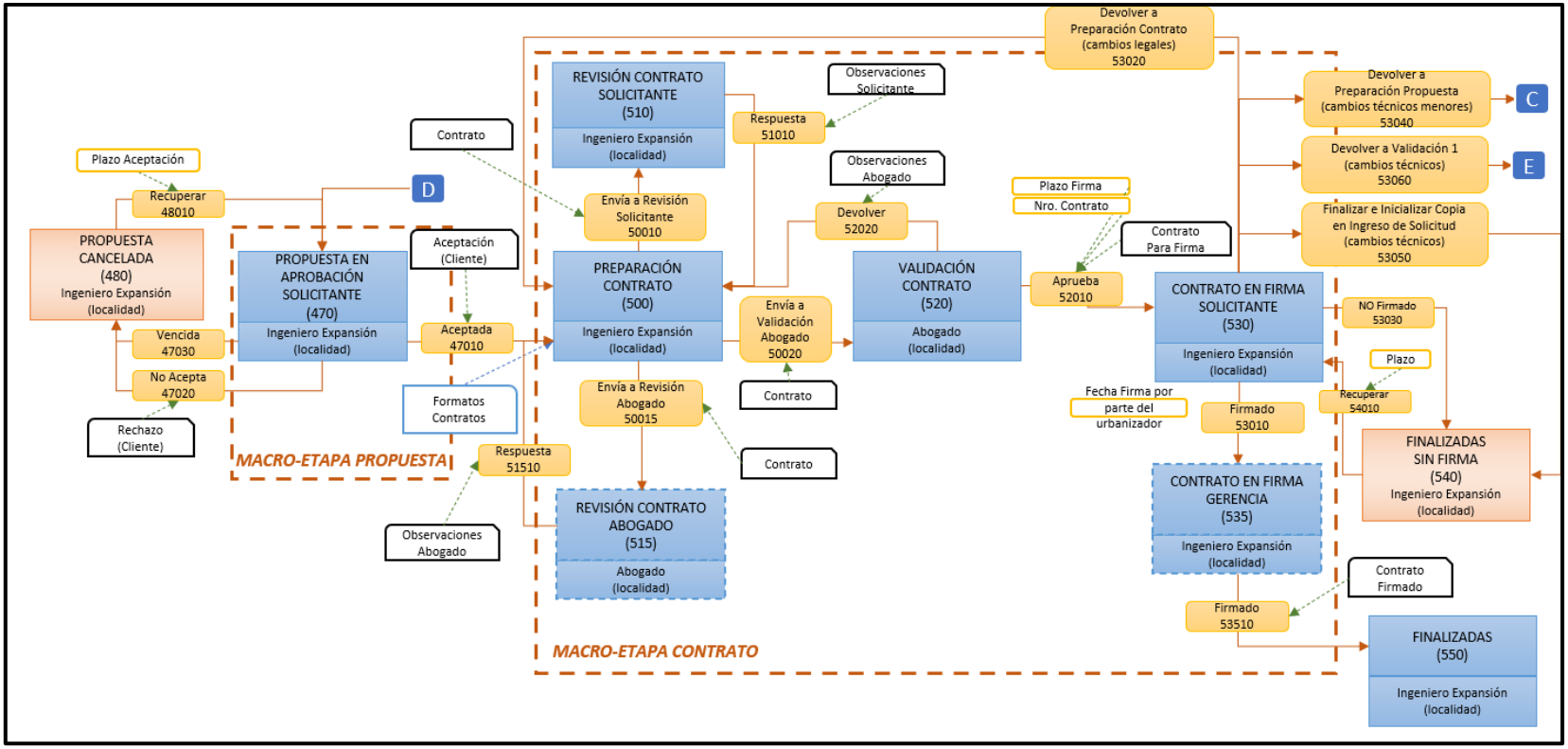
Fuente: Essbio S.A.

Figura 6 Detalle de las macro-etapas de evaluación y aprobación.



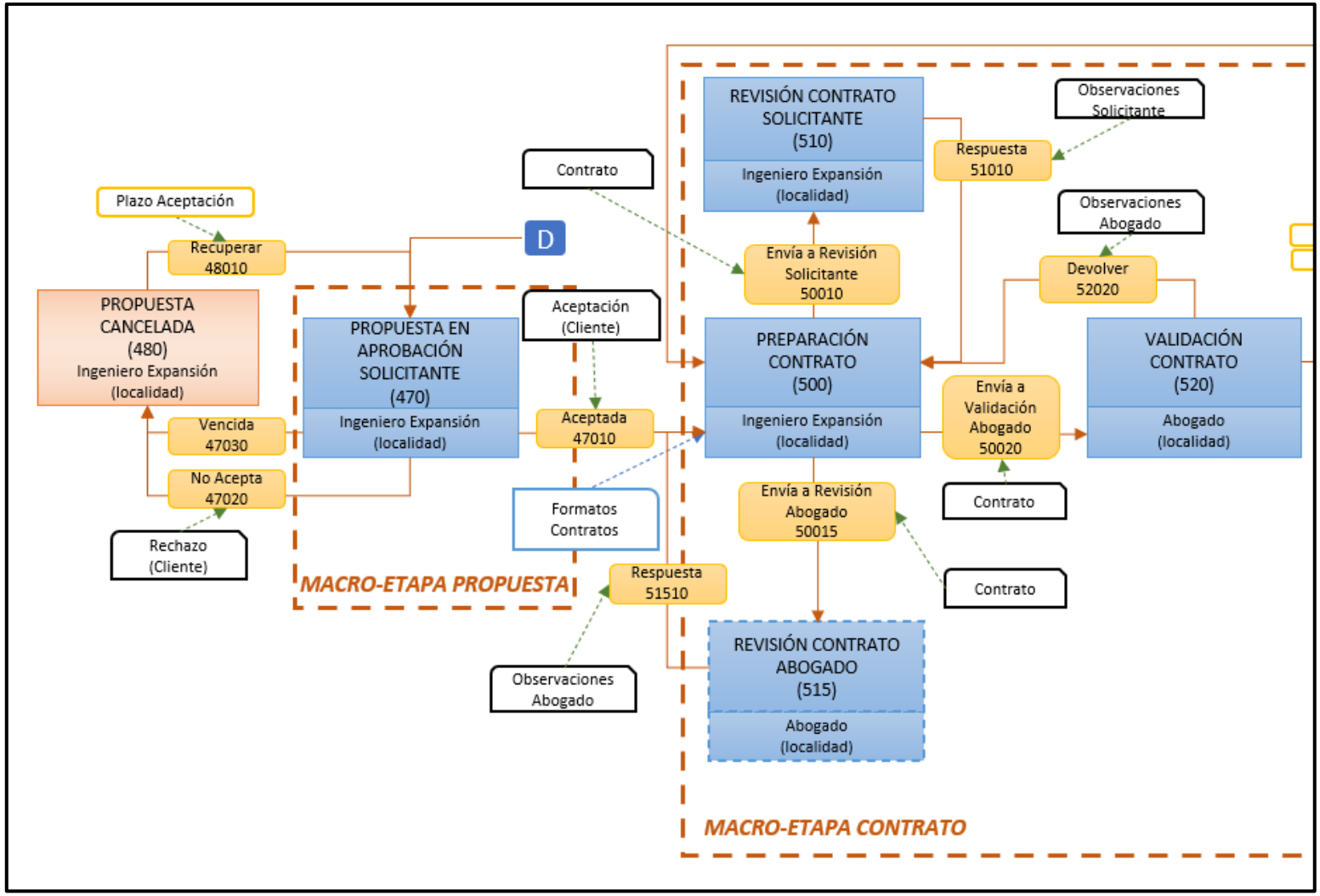
Fuente: Essbio S.A.

Figura 7 Flujo del proceso de propuesta, validación y firma de contrato.



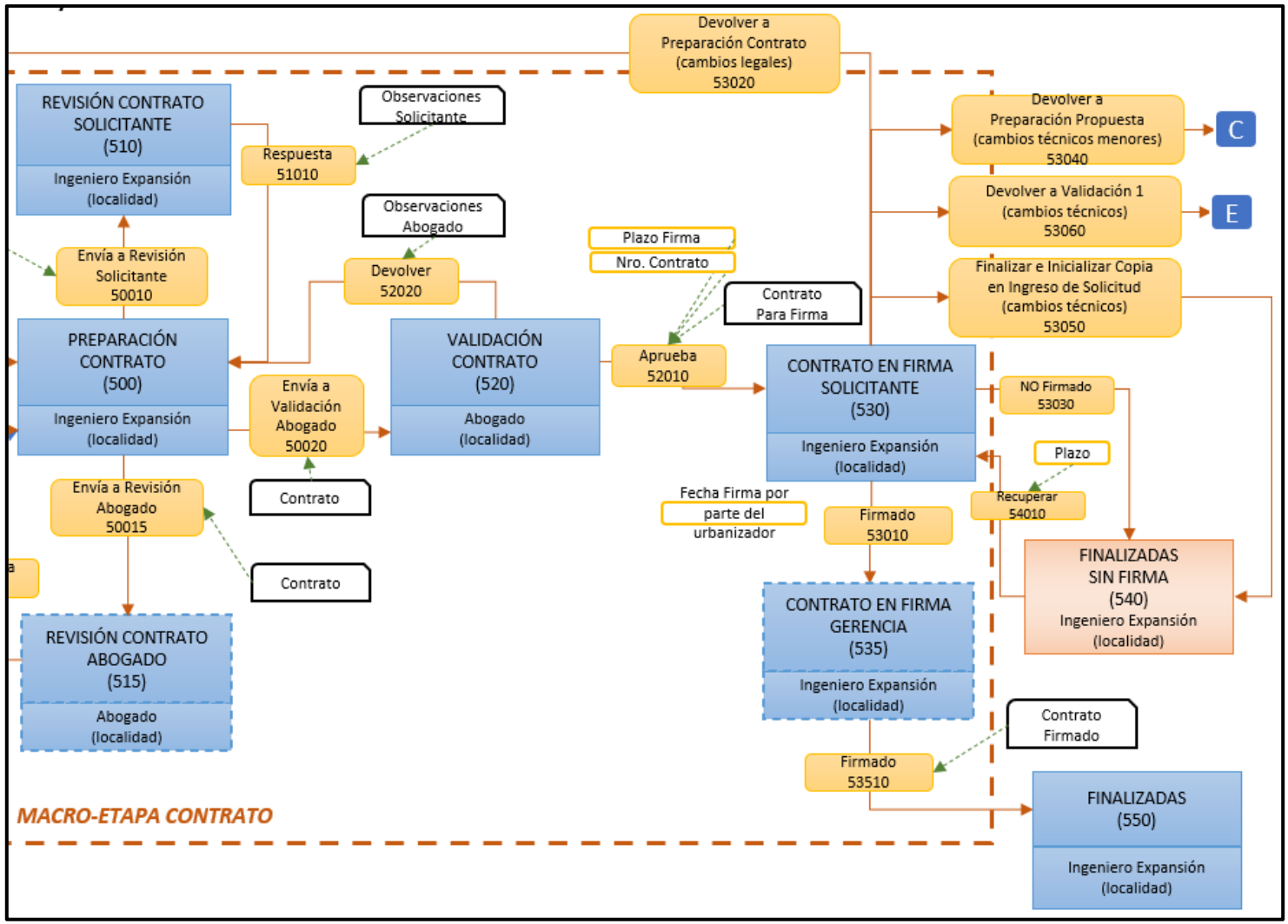
Fuente: Essbio S.A.

Figura 8 Detalle de la macro-etapa propuesta



Fuente: Essbio S.A.

Figura 9 Detalle de la macro-etapa contrato



Fuente: Essbio S.A.

4.4.3. Actores y roles del sistema de evaluación

El sistema de gestión de expansión del territorio operacional en Essbio S.A. se sustenta en la participación coordinada de múltiples actores organizacionales, cuyas funciones se encuentran definidas en los procedimientos internos que regulan la evaluación de factibilidades y la generación de propuestas técnico–económicas. Esta estructura permite distribuir responsabilidades específicas a lo largo del proceso, asegurando la correcta ejecución de cada etapa (Essbio, 2024); (Essbio, 2023).

En la etapa inicial del proceso, el ingreso y gestión de solicitudes de factibilidad es realizado por los canales de atención al cliente, siendo posteriormente canalizadas al Departamento de Nuevos Clientes. En este contexto, los profesionales encargados de la evaluación preliminar corresponden principalmente al Analista de Proyectos Domiciliarios (APD) y al Administrador de Proyectos de Terceros (APT), quienes tienen la responsabilidad de clasificar las solicitudes, verificar su localización respecto al territorio operacional y determinar su eventual categorización como Factibilidad de Alto Impacto (Essbio, 2024).

En aquellos casos que involucran proyectos fuera del territorio operacional, adquiere relevancia el rol del Administrador de Proyectos de Expansión (APE), quien lidera el proceso de evaluación asociado a contratos de prestación de servicios bajo modalidades ATO, gestionando el ingreso de antecedentes a la Plataforma de Negocios y coordinando las etapas posteriores del proceso (Essbio, 2023).

La evaluación técnica del sistema es desarrollada por la Subgerencia de Planificación y Gestión de Inversiones, a través de dos roles principales: el Ingeniero de Planificación y Modelación (IPM), encargado de la validación de redes y puntos de conexión, y el Ingeniero de Gestión de Planificación (IGP), responsable de la evaluación de capacidad de infraestructura y de la definición de eventuales obras requeridas. Ambos actores cumplen un rol crítico en la determinación de la viabilidad técnica de los proyectos (Essbio, 2024).

Complementariamente, el proceso incorpora una dimensión económica, en la cual el Ingeniero de Gestión de Planificación participa en la valorización de las obras requeridas y en la determinación de los aportes asociados al proyecto, mientras que el Analista de Planificación Financiera (APF) desarrolla la evaluación del modelo económico del proyecto, permitiendo estimar su impacto financiero para la compañía (Essbio, 2023).

En términos de validación y control, las jefaturas intermedias, tales como el jefe de Departamento de Nuevos Clientes (JDNC) y el jefe de Planificación y Gestión de Inversiones (JPGI), participan en la revisión y aprobación de las distintas etapas del proceso, asegurando la consistencia técnica y económica de las evaluaciones realizadas. A nivel superior, la Subgerencia de Nuevos Clientes (SGN) cumple un

rol de supervisión y validación final en los procesos de mayor complejidad o impacto (Essbio, 2023).

Adicionalmente, el sistema considera la participación indirecta de actores externos, principalmente el urbanizador o solicitante, quien inicia el proceso mediante la solicitud de factibilidad y participa en la definición de condiciones del proyecto, así como en la eventual aceptación de las propuestas técnico–económicas emitidas por la empresa.

En conjunto, la estructura de actores del sistema evidencia una organización jerarquizada y especializada, en la cual cada rol cumple funciones específicas dentro de un proceso integrado, permitiendo abordar de manera coordinada la evaluación de proyectos de expansión del territorio operacional.

4.4.4. Instrumentos de gestión y soporte del proceso

El sistema de gestión de expansión del territorio operacional en Essbio S.A. se sustenta en un conjunto de instrumentos normativos, plataformas digitales y herramientas técnicas que permiten estructurar, ejecutar y respaldar el proceso de evaluación de factibilidades y generación de propuestas técnico–económicas. Estos instrumentos facilitan la estandarización de las evaluaciones, la trazabilidad de la información y la integración de las distintas etapas del proceso (Essbio, 2023).

Desde el punto de vista normativo, el proceso se enmarca en la Ley General de Servicios Sanitarios (D.F.L. MOP N°382/88), que regula la prestación de servicios sanitarios y establece los mecanismos para la ampliación del territorio operacional, así como en el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA), que define los requisitos formales para el ingreso y evaluación de solicitudes de factibilidad. Estos instrumentos constituyen la base legal sobre la cual se desarrollan los procesos internos de la empresa.

A nivel interno, Essbio cuenta con procedimientos formales que regulan la evaluación de factibilidades y propuestas de expansión territorial, destacando el procedimiento de evaluación técnico–económica para propuestas ATO, el cual define las etapas del proceso, los responsables de cada actividad y los plazos asociados a su ejecución. Este procedimiento actúa como eje estructurador del sistema, permitiendo asegurar la consistencia y estandarización de las evaluaciones (Essbio, 2023).

En cuanto a las plataformas digitales, la Plataforma de Negocios constituye el principal entorno de gestión para la evaluación de proyectos fuera del territorio operacional. A través de esta herramienta se centraliza la información de las solicitudes, se gestionan las validaciones técnicas y económicas, y se registran las decisiones adoptadas durante el proceso. Esta plataforma permite articular el trabajo entre las distintas unidades organizacionales, facilitando la coordinación y seguimiento de las evaluaciones (Essbio, 2023).

Complementariamente, el sistema se apoya en otras herramientas corporativas, tales como SAP, utilizado para el registro y gestión de solicitudes, y sistemas de modelación hidráulica como EPANET o WaterCAD, los cuales permiten analizar el comportamiento de las redes y evaluar el impacto de nuevos proyectos sobre la infraestructura existente. Asimismo, se utilizan herramientas de apoyo como sistemas de información geográfica (GIS), Google Earth y hojas de cálculo en Excel, que permiten gestionar y analizar la información territorial y técnica asociada a los proyectos (Essbio, 2023).

Un instrumento clave dentro del proceso corresponde al “Tablero de Derechos de Agua”, el cual es elaborado por la Subgerencia de Planificación y permite evaluar la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas en cada localidad. Este instrumento constituye un elemento determinante en la evaluación de proyectos fuera del territorio operacional, ya que define la viabilidad de otorgar servicios en función de la disponibilidad hídrica existente (Essbio, 2023).

Finalmente, los contratos de prestación de servicios asociados a ATO y 52 bis constituyen un instrumento fundamental para la materialización de la expansión territorial, ya que formalizan las condiciones técnicas y económicas bajo las cuales se incorpora un nuevo proyecto al sistema sanitario. Estos contratos establecen aspectos tales como las obras requeridas, los plazos de ejecución, las responsabilidades de las partes y los costos asociados al desarrollo del proyecto.

En conjunto, los instrumentos de gestión utilizados por Essbio configuran un sistema **integrado** que combina normativa, herramientas tecnológicas y procedimientos internos, permitiendo abordar de manera estructurada la evaluación de proyectos de expansión del territorio operacional.

4.4.5. Criterios de decisión y evaluación del sistema

El proceso de evaluación de factibilidades y expansión del territorio operacional en Essbio S.A. se sustenta en un conjunto de criterios de decisión que permiten determinar la viabilidad técnica y económica de los proyectos, particularmente en aquellos casos asociados a solicitudes de alto impacto. Estos criterios no solo se encuentran definidos en los procedimientos internos de la empresa, sino que además se aplican de manera integrada a lo largo de las distintas etapas del proceso de evaluación, configurando una lógica de decisión multidimensional (Essbio, 2023).

Uno de los principales criterios corresponde a la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), la cual constituye una condición habilitante para la prestación de servicios sanitarios fuera del territorio operacional. La evaluación de este criterio se realiza mediante el uso del “Tablero de Derechos de Agua”, instrumento que permite clasificar las localidades en función de su disponibilidad hídrica y definir la viabilidad de emisión de propuestas técnico–económicas. En este sentido, la ausencia de derechos de agua suficientes o la inviabilidad de su

obtención constituye una restricción crítica que puede impedir el desarrollo de proyectos (Essbio, 2026).

En segundo lugar, se considera la capacidad de la infraestructura sanitaria existente, tanto a nivel de redes de distribución y recolección como de infraestructura de producción y tratamiento. Este criterio se evalúa mediante la validación de redes y capacidad, donde se analiza el impacto de la incorporación de nuevos clientes sobre el sistema, determinando la necesidad de ejecutar obras de refuerzo o ampliación. La evaluación incluye aspectos tales como puntos de conexión, presiones, diámetros de redes y capacidad de las instalaciones asociadas (Essbio, 2023).

Un tercer criterio relevante corresponde a la magnitud del proyecto, la cual se expresa en términos de cantidad de viviendas o viviendas equivalentes. Esta variable permite clasificar las solicitudes y determinar si corresponden a Factibilidades de Alto Impacto, lo que implica la aplicación de procesos de evaluación más complejos y la participación de mayores instancias de validación dentro de la organización (Essbio, 2024).

Adicionalmente, el sistema incorpora criterios de carácter económico, los cuales se materializan en la evaluación del aporte requerido al urbanizador mediante el derecho de conexión, así como en la evaluación del impacto financiero del proyecto a través del modelo OTPP. Estos análisis permiten determinar la viabilidad económica de los proyectos y su contribución al sistema sanitario, complementando la evaluación técnica realizada en etapas previas (Essbio, 2023).

Otro criterio relevante corresponde a la necesidad de ejecución de obras de infraestructura, tanto en redes como en instalaciones de capacidad. En este contexto, se define si dichas obras serán ejecutadas por la empresa sanitaria o por el urbanizador, así como los plazos asociados a su materialización. Este criterio se encuentra estrechamente vinculado a la planificación de inversiones de la compañía y a la disponibilidad de infraestructura en el corto y mediano plazo (Essbio, 2023).

Desde una perspectiva operativa, estos criterios no actúan de manera aislada, sino que se integran dentro de un proceso de evaluación que combina variables técnicas, económicas y territoriales, permitiendo estructurar decisiones complejas en función de múltiples dimensiones. Esta integración se materializa en las distintas etapas del proceso, donde cada área aporta información específica que contribuye a la decisión final.

Asimismo, a partir de la información levantada mediante entrevistas a profesionales del área, se identifica que, junto a los criterios formalmente definidos, existen factores de decisión asociados a la experiencia y juicio profesional de los evaluadores, particularmente en contextos de incertidumbre o cuando la información disponible es limitada. Estos elementos complementan el marco formal

de evaluación, reflejando la naturaleza aplicada del proceso de toma de decisiones dentro de la organización.

En conjunto, los criterios de evaluación del sistema evidencian una estructura compleja y multidimensional, en la cual la viabilidad de los proyectos depende de la interacción de múltiples factores, configurando un proceso de decisión que va más allá de una evaluación puramente técnica, integrando aspectos económicos, territoriales y operativos.

4.4.6. Caracterización del sistema de gestión actual

A partir del análisis desarrollado en los apartados anteriores, es posible caracterizar el sistema de gestión de expansión del territorio operacional de Essbio S.A. como un modelo estructurado, normado y basado en procedimientos formales, que permite abordar de manera sistemática la evaluación de proyectos de incorporación de nuevos territorios al servicio sanitario.

En primer lugar, el sistema presenta un alto nivel de formalización, evidenciado en la existencia de procedimientos definidos que establecen las etapas del proceso, los roles de los distintos actores y los plazos asociados a cada actividad. Esta estructura permite asegurar la trazabilidad de las evaluaciones, así como la consistencia en la aplicación de criterios técnicos y económicos en la toma de decisiones (Essbio, 2023).

Asimismo, el sistema se caracteriza por la participación de múltiples actores organizacionales, los cuales intervienen en distintas etapas del proceso, aportando desde sus respectivas áreas de especialización. Esta configuración permite abordar la evaluación de proyectos desde una perspectiva integral, incorporando análisis técnicos, económicos y operativos en la definición de las condiciones de prestación del servicio.

Desde el punto de vista operativo, el proceso de evaluación se estructura en una secuencia de etapas claramente definidas, que incluyen validaciones técnicas, evaluaciones económicas y revisiones jerárquicas, lo que contribuye a resguardar la calidad de las decisiones adoptadas. Sin embargo, esta misma estructura genera procesos de evaluación extensos, con múltiples instancias de validación, lo que puede traducirse en tiempos prolongados de respuesta frente a las solicitudes de los desarrolladores (Essbio, 2023).

En relación con los criterios de decisión, se observa que el sistema integra múltiples variables, tales como la disponibilidad de derechos de agua, la capacidad de la infraestructura existente, la magnitud de los proyectos y su viabilidad económica. Esta integración permite abordar la evaluación de manera multidimensional, evitando decisiones basadas en un único criterio.

No obstante, el análisis evidencia que el sistema opera predominantemente bajo una lógica reactiva, en la cual el proceso de evaluación se activa a partir del

ingreso de solicitudes de factibilidad por parte de los urbanizadores. En este sentido, la planificación de la expansión territorial se encuentra condicionada por la demanda efectiva, limitando la capacidad de anticipar el crecimiento urbano y de planificar de manera proactiva el desarrollo de la infraestructura sanitaria.

Adicionalmente, se identifica la ausencia de mecanismos estructurados que permitan integrar de manera sistemática información territorial externa, tales como permisos de edificación, subsidios habitacionales u otros indicadores de crecimiento urbano, lo que restringe la capacidad del sistema para generar alertas tempranas y apoyar procesos de planificación anticipada.

Por otra parte, la evaluación de proyectos fuera del territorio operacional incorpora un nivel significativo de incertidumbre, asociado principalmente a la disponibilidad de derechos de agua, la ejecución de obras de infraestructura y los plazos necesarios para su materialización. Esta condición introduce complejidad en la toma de decisiones, requiriendo la incorporación de criterios adicionales y la participación de múltiples instancias de validación.

En conjunto, el sistema de gestión actual de Essbio presenta fortalezas en términos de formalización, trazabilidad e integración de criterios de evaluación, pero también evidencia limitaciones en su capacidad de anticipación y en la incorporación de información territorial externa, configurando un modelo de gestión que responde de manera eficiente a la demanda existente, pero que enfrenta desafíos para abordar de manera proactiva la expansión del territorio operacional.

4.5. Marco teórico del estado del arte

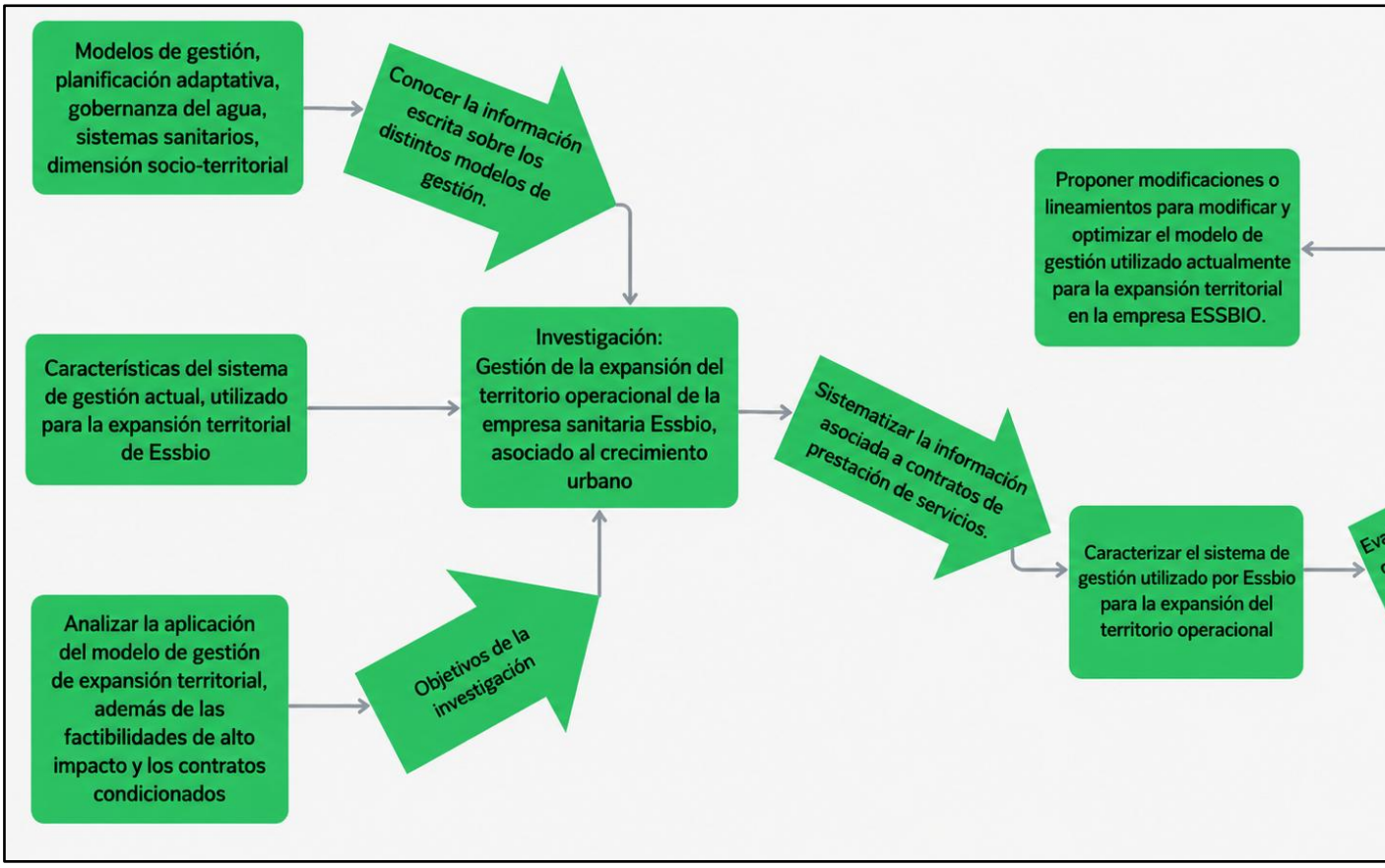
El modelo teórico solo se plantea una vez conocida, recopilada y tratada toda la información preexistente a la investigación, teniendo claridad en los pasos metodológicos de la investigación, normalmente expresados en la organización cronológica de los objetivos específicos. El modelo teórico se realiza una vez se han analizado todos los conocimientos que se han entregado en las clases del Magíster en Gestión del Agua que se encuentran asociadas al tema investigativo y los conocimientos que han sido adquiridos con anterioridad, aplicando lo aprendido durante el ejercicio profesional.

Se define la prepraxis para establecer el problema y la solución. El problema de la investigación es como mejorar el modelo de gestión de ampliación de territorio operacional de Essbio para pasar de un sistema reactivo a uno proactivo mediante la predicción de la expansión territorial asociada a nuevas urbanizaciones, analizando las características de los contratos de ampliación de territorio operacional (ATO), los criterios para categorizar los contratos como de alto impacto hacia las urbanizaciones en la infraestructura sanitaria y los motivos para condicionar las nuevas urbanizaciones que se encuentren fuera del área de concesión**.** Lo anterior busca ser la solución al escaso trabajo colaborativo que existe entre los sistemas y los procesos de urbanización actuales con las diferentes

entidades asociadas a las urbanizaciones como son SERVIU, las municipalidades, los terceros y las empresas sanitarias, que se ubican fuera del territorio operacional de las empresas sanitarias, con la finalidad de evitar o disminuir la cantidad de contratos ATO condicionados a obras primarias de refuerzo o ampliación de plantas de producción o tratamiento.

Se articula la respuesta al problema, mediante una serie de tareas ordenadas a través de una propuesta metodológica, la cual está expresada también mediante la formulación de los objetivos específicos (

Figura 10 Evolución del modelo teórico de la investigación.



).

4.5.1. Síntesis teórica y estructuración del problema de investigación

A partir de los antecedentes revisados en el estado del arte, es posible estructurar el problema de investigación desde una perspectiva integradora, que permite comprender la expansión del territorio operacional como un fenómeno multidimensional, en el cual convergen variables territoriales, técnicas, institucionales y de gestión.

En primer lugar, desde la dimensión territorial, el crecimiento urbano se configura como un proceso dinámico y espacialmente heterogéneo, cuya evolución responde a múltiples factores, tales como la disponibilidad de suelo, instrumentos de planificación, políticas habitacionales y dinámicas del mercado inmobiliario. Esta condición implica que la demanda por servicios sanitarios no se distribuye de manera uniforme, sino que se concentra en sectores específicos, generando presiones localizadas sobre la infraestructura existente.

En segundo lugar, desde la dimensión de infraestructura, la provisión de servicios sanitarios se encuentra condicionada por la capacidad de las redes y

sistemas de producción y tratamiento, los cuales presentan limitaciones físicas y operativas que deben ser consideradas en la evaluación de nuevos proyectos. En este contexto, la expansión del sistema no depende únicamente de la existencia de demanda, sino también de la capacidad del sistema para absorber nuevos usuarios sin comprometer su funcionamiento.

Por otra parte, la dimensión institucional incorpora los procesos de toma de decisiones, la coordinación entre actores y los marcos regulatorios que rigen la prestación de servicios sanitarios. Tal como se ha evidenciado en la literatura, la fragmentación institucional y la ausencia de mecanismos de coordinación efectiva dificultan la integración entre planificación urbana y planificación sanitaria, reforzando una lógica de respuesta basada en la demanda efectiva.

Finalmente, la dimensión de información adquiere un rol central en la comprensión del problema, en tanto la disponibilidad, calidad y uso de datos territoriales condiciona la capacidad de anticipar el crecimiento urbano y planificar la expansión de la infraestructura. En este sentido, la literatura destaca la relevancia del uso de herramientas de análisis territorial, sistemas de información geográfica y datos históricos como insumos para la toma de decisiones en contextos de incertidumbre.

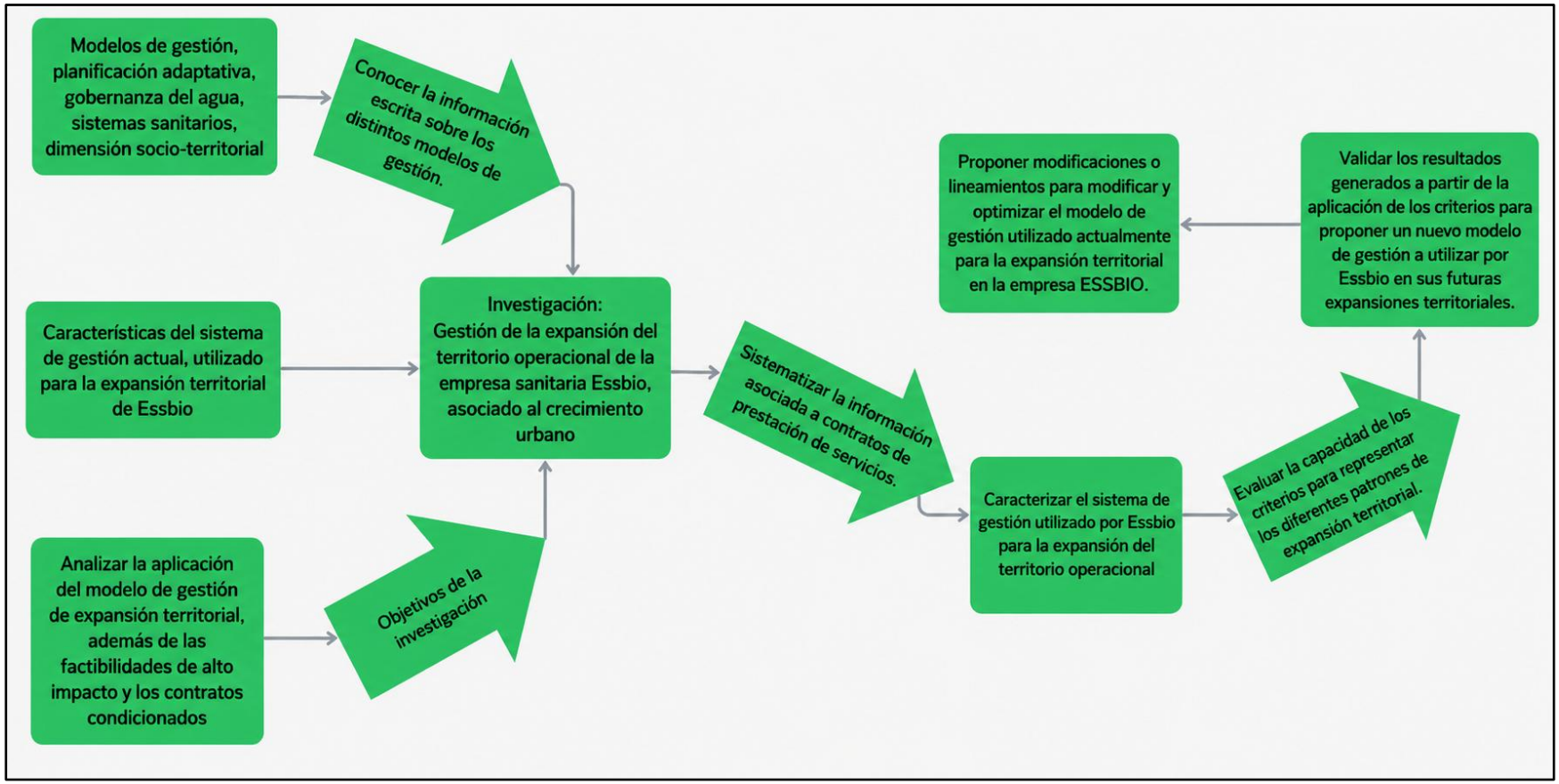
La integración de estas dimensiones permite comprender que la expansión del territorio operacional no puede ser abordada únicamente desde una lógica técnica, sino que requiere un enfoque de gestión que articule información territorial, capacidad de infraestructura y criterios de decisión institucionales. En este contexto, el problema de investigación se configura como la necesidad de avanzar desde un modelo de gestión reactivo, basado en la respuesta a solicitudes, hacia un enfoque anticipativo, que permita identificar tempranamente sectores con presión de expansión y apoyar la planificación estratégica de la infraestructura sanitaria.

Desde una perspectiva teórica, este enfoque se sustenta en la utilización de información territorial estructurada, el análisis de patrones de comportamiento y la definición de criterios que permitan priorizar sectores en función de su probabilidad de desarrollo futuro. Asimismo, se reconoce la importancia de integrar distintas fuentes de información y de establecer mecanismos de sistematización que permitan transformar datos dispersos en conocimiento útil para la toma de decisiones.

En consecuencia, el marco teórico desarrollado permite justificar la necesidad de construir un modelo de gestión que integre estas dimensiones, orientado a mejorar la capacidad anticipativa del sistema sanitario frente al crecimiento urbano. Este enfoque no busca reemplazar los mecanismos existentes, sino complementarlos mediante la incorporación de herramientas de análisis y criterios que permitan fortalecer la planificación de la expansión del territorio operacional.

En la Figura 10 se indica la evolución del marco teórico de la investigación.

Figura 10 Evolución del modelo teórico de la investigación.



Fuente: Elaboración propia

5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para lograr cumplir con cada uno de los objetivos específicos, se señala una fase especifica la cual define el camino a seguir durante el desarrollo del proyecto, a fin de lograr cumplir con ellos.

5.1. Fases de construcción de la investigación.

Para mayor comprensión, el texto se estructura con la indicación de la fase especifica, el objetivo específico (en cursiva) y su desarrollo, pudiendo una fase contener más de un objetivo específico.

- **Fase 1: Investigar y construir el contexto de los modelos de gestión para expansiones de territorio operacional.**

1.- Conocer la información escrita sobre los distintos modelos de gestión implementados para la expansión del territorio operacional aplicados por las diferentes empresas sanitarias nacionales e internacionales.

Se realiza una recopilación de los distintos modelos de gestión de las empresas sanitarias, asociados a expansiones de territorio operacional, para poder realizar comparaciones y utilización de ciertos procesos que puedan ser replicables en el modelo actual de la empresa sanitaria Essbio S.A.

2.- Relacionar los contenidos de las asignaturas del magíster con los procesos de expansión y urbanización fuera del territorio operacional de las sanitarias en Chile.

Realizar una revisión y correlación de los contenidos de las asignaturas, asociando con los modelos y sistemas de expansión de territorio operacional

3.- Entrevistar a profesionales relacionados al área de planificación de inversiones y gestión de territorio operacional de empresas sanitarias.

Realizar entrevistas a los y las profesionales encargados de la expansión operacional de la empresa sanitaria Essbio S.A dentro de los territorios urbanos, mediante preguntas dirigidas para conocer la experiencia de la aplicación del modelo de gestión de expansión de territorio operacional actual.

4.- Identificar los aportes de fuentes bibliográficas complementarias relevantes para la comprensión del problema de investigación.

Se realiza un compilado de citas bibliográficas las cuales permiten validar y proponer ideas para la aplicación en el modelo de gestión actual con la finalidad de hacerlo más eficiente y adaptarse a las necesidades del crecimiento y planificación de las ciudades actuales dentro del territorio nacional.

- **Fase 2: Realizar una recopilación de los datos asociados a los modelos de gestión para la expansión territorial.**

5.- Identificar los actores, procesos, instrumentos de gestión y criterios de decisión asociados a la evaluación de factibilidades de alto impacto fuera del territorio operacional.

Se compilan y revisan los documentos, diagramas de flujo, modelos de gestión y aplicaciones de la expansión territorial para poder identificar quienes participan dentro de este proceso, los elementos que se utilizan y de qué forma se están tomando las decisiones actualmente.

6.- Caracterizar el sistema de gestión utilizado por Essbio para la expansión del territorio operacional.

Se estructura el proceso actual con todos los actores involucrados en la expansión operacional actual expresados en los diagramas de flujo de los procesos.

7.- Establecer un marco teórico basado en la documentación y herramientas aplicadas para las expansiones territoriales de empresas sanitarias

Utilizando como base la información investigada, los modelos de gestión obtenidos de otras sanitarias y considerando los propósitos actuales que se tienen para los plazos y modelos de gestión de las expansiones operacionales de las sanitarias, se debe establecer el marco en el cual la investigación se sustenta.

- **Fase 3: Análisis y revisión del modelo de gestión vigente.**

8.- Sistematizar los contratos ATO de Rancagua y Machalí según variables contractuales, territoriales y operacionales.

Mediante la recopilación de los contratos ATO materializados en las comunas de Rancagua y Machalí, se sistematiza la información disponible con el propósito de ordenar los antecedentes asociados a cada caso. Esta etapa considera la identificación de variables contractuales, territoriales y operacionales relevantes, tales como tipo de proyecto, ubicación respecto del territorio operacional, distancia al límite operacional, tamaño, densidad y otras características asociadas a los procesos de expansión territorial.

El resultado de esta etapa corresponde a un cuadro recopilatorio de los contratos ATO analizados, organizado según variables que permitan caracterizar las expansiones territoriales materializadas por la empresa sanitaria Essbio.

9.- Caracterizar los patrones históricos de expansión territorial asociados a los contratos ATO recopilados.

Una vez sistematizada la información, se analizan y clasifican las características de los contratos ATO recopilados, con el fin de reconocer elementos comunes entre los procesos de expansión territorial ya materializados. Esta etapa

permite distinguir características como el tipo de proyecto, la condición social o clásica del contrato, la localización territorial, la distancia respecto del territorio operacional, la densidad del desarrollo, el tamaño del terreno o proyecto y otros atributos relevantes para la gestión sanitaria.

El propósito de este análisis es identificar patrones presentes en los contratos ATO históricos, de manera que estos puedan servir como referencia para la construcción posterior de criterios aplicables a sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria. El resultado de esta etapa corresponde a una clasificación de los contratos ATO según sus principales características contractuales, territoriales y operacionales.

10.- Definir criterios territoriales y operacionales para identificar presión potencial de expansión sanitaria.

A partir del análisis de los contratos ATO históricos, se establecen criterios territoriales y operacionales que permitan identificar sectores urbanos fuera del territorio operacional con condiciones similares a aquellas observadas en procesos de expansión ya materializados. Para ello, se construye una herramienta espacial multicriterio en QGIS, incorporando capas correspondientes al Plan Regulador Comunal, territorio operacional, contratos ATO georreferenciados, calles principales y redes de agua potable y aguas servidas.

El resultado de esta etapa corresponde a una matriz de criterios territoriales y operacionales que permite representar espacialmente distintos niveles de presión potencial de expansión sanitaria

11.- Aplicar los criterios definidos sobre sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria.

Una vez definidos los criterios, estos se aplican sobre los sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria en las comunas de Rancagua y Machalí. La aplicación se realiza mediante la grilla espacial construida en QGIS, en la cual cada unidad territorial incorpora los puntajes obtenidos a partir de las distancias calculadas respecto del territorio operacional, contratos ATO, redes de agua potable, redes de aguas servidas y calles principales.

Esta etapa permite clasificar los sectores analizados según su nivel relativo de presión potencial de expansión sanitaria, generando una representación territorial graduada mediante puntajes y colores. De esta forma, la herramienta permite identificar áreas con condiciones más favorables o recurrentes respecto de aquellas observadas en expansiones territoriales previamente materializadas.

El resultado de esta etapa corresponde a una cartografía de priorización territorial y a una tabla de aplicación de criterios sobre los sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria.

12.- Evaluar la coherencia de los criterios aplicados para representar patrones históricos de expansión territorial, mediante el contraste entre los sectores urbanos fuera del territorio operacional clasificados con mayor presión de expansión y los contratos ATO materializados en Rancagua y Machalí

Una vez aplicada la herramienta espacial multicriterio, se evalúa la coherencia de los criterios definidos mediante el contraste entre los sectores clasificados con mayor presión potencial de expansión y la localización de los contratos ATO históricamente materializados. Esta evaluación permite determinar si los criterios aplicados representan de manera razonable los patrones territoriales observados en las expansiones sanitarias ya efectuadas.

La evaluación se realiza mediante una revisión de concordancia espacial entre las áreas de mayor puntaje y los ATO georreferenciados, considerando la coincidencia o proximidad entre ambos elementos. Asimismo, se analiza si los sectores priorizados por la herramienta se relacionan con las zonas donde se ha observado concentración de procesos de expansión territorial.

El resultado de esta etapa corresponde a una evaluación metodológica de coherencia entre la herramienta de priorización territorial y los patrones históricos de expansión, permitiendo determinar si los criterios aplicados son útiles para identificar sectores urbanos fuera del territorio operacional con presión potencial de expansión sanitaria.

- **Fase 4: Resultados de los criterios aplicados al modelo vigente de gestión territorial.**

13.- Analizar la utilidad de los criterios aplicados para fortalecer el modelo de gestión de expansión territorial de Essbio.

Una vez evaluados y determinados los criterios de priorización territorial, se analizan para ver si son suficientes y necesarios para la modificación y actualización del modelo de gestión actual. Esta identificación de patrones y jerarquización de los territorios se realizará mediante un índice de prioridad territorial.

14.- Evaluar la capacidad del modelo propuesto para representar patrones históricos de expansión territorial.

Se aplican los criterios al modelo de gestión actual y se evalúa la capacidad del modelo de encontrar patrones de expansión de territorio operacional, para la priorización los nuevos territorios operacionales. Se entrega un mapa de expansión territorial con sectores priorizados, que podrían ser territorios transicionales de probables aureolas de crecimiento urbano.

- **Fase 5: Conclusiones y recomendaciones para el modelo de gestión territorial de la sanitaria.**

  15.- Valorar el modelo de gestión propuesto respecto del modelo actualmente utilizado por Essbio.

Se hace necesario comparar el nuevo modelo de gestión utilizando los criterios de priorización territorial con el modelo vigente, valorizándolo según criterios nuevas formas de evaluar. Por lo cual se generará una tabla comparativa entre el modelo actual y el modelo con los criterios propuestos mediante la predicción del escenario en base a la creación de escenarios preexistentes.

16.- Proponer lineamientos de mejora para el modelo de gestión de expansión territorial de Essbio.

Finalmente se proponen las modificaciones necesarias al modelo de gestión actual, con la finalidad de hacer más eficiente el modelo de gestión actual y que pase de un modelo reactivo a un modelo proactivo de gestión de territorio operacional.

5.2. Propuesta temporal para la metodología de trabajo

La propuesta temporal organiza el desarrollo de los objetivos específicos de la investigación en un horizonte de 27 semanas. Su estructura responde a la secuencia metodológica definida para el estudio, permitiendo relacionar cada objetivo con las actividades necesarias para avanzar desde la recopilación de antecedentes hasta la formulación de conclusiones y recomendaciones.

Las primeras semanas se orientan a la revisión bibliográfica, la integración de los contenidos del Magíster en Gestión del Agua y el levantamiento de información sobre el sistema actual de gestión de la expansión territorial. Posteriormente, la programación considera la sistematización y caracterización de los contratos ATO, la definición de criterios territoriales y operacionales, y su aplicación sobre los sectores urbanos ubicados fuera del territorio operacional.

Finalmente, la programación incorpora el análisis de los resultados obtenidos, la evaluación de la capacidad de los criterios aplicados para representar patrones históricos de expansión y la formulación de lineamientos de mejora para el modelo de gestión. La distribución temporal de los objetivos específicos y su secuencia de ejecución se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4 Propuesta metodológica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS	SEMANAS																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1. Identificar los aportes de fuentes bibliográficas																											
2. Conocer la información modelos																											
3. Relacionar las asignaturas																											
4. Entrevistar a profesionales																											
5. Identificar los actores, procesos																											
6. Caracterizar el sistema de gestión																											
7. Establecer un marco teórico																											
8. Sistematizar la información asociada																											
9. Analizar y clasificar los contratos																											
10. Establecer criterios																											
11. Aplicar los criterios																											
12. Evaluar la capacidad de los criterios																											
13. Validar los resultados generados																											
14. Evaluar el actual modelo usado																											
15. Valorar la calidad del nuevo modelo																											
16. Proponer modificaciones																											

Fuente: Elaboración propia.

6. APLICACIÓN METODOLÓGICA

La aplicación metodológica se desarrolla sobre las comunas de Rancagua y Machalí, utilizando como base los contratos de ampliación de territorio operacional (ATO) materializados por Essbio y una lectura espacial de los sectores urbanos ubicados fuera del territorio operacional de la sanitaria. La finalidad es conectar el comportamiento histórico de las expansiones ya ejecutadas con una herramienta territorial que permita identificar zonas con presión potencial de expansión sanitaria.

El trabajo se organiza en dos componentes principales. El primero corresponde a la recopilación, sistematización y caracterización de los contratos ATO, considerando variables contractuales, territoriales y operacionales como tipo de proyecto, escala habitacional, densidad, localización y distancia respecto del territorio operacional. Este análisis permite reconocer condiciones presentes en procesos reales de expansión sanitaria.

El segundo componente corresponde a la construcción y aplicación de una herramienta espacial multicriterio desarrollada en QGIS. Esta herramienta evalúa sectores urbanos fuera del territorio operacional mediante criterios basados en la proximidad al límite operacional, cercanía a contratos ATO materializados, distancia a redes de agua potable, distancia a redes de aguas servidas y accesibilidad vial.

A partir de esta secuencia, la metodología permite pasar desde una lectura histórica de los contratos ATO hacia una evaluación territorial de sectores que presentan condiciones similares a aquellas observadas en expansiones previamente materializadas. La herramienta no busca predecir de manera determinística futuras ampliaciones del territorio operacional, sino estructurar información territorial para priorizar sectores y apoyar una gestión más anticipativa de la expansión sanitaria.

Finalmente, se evalúa la coherencia espacial entre los sectores priorizados y la localización de los contratos ATO históricos. Esta evaluación permite revisar si los criterios aplicados representan razonablemente los patrones territoriales observados en Rancagua y Machalí, generando el vínculo metodológico con el análisis de resultados.

6.1. Recopilación y sistematización de contratos en Rancagua y Machalí.

La primera etapa del desarrollo de la investigación consistió en recopilar y sistematizar la información asociada a contratos de ampliación de territorio operacional (ATO) materializados en las comunas de Rancagua y Machalí (ver Tabla 12 y Tabla 13) Esta recopilación tiene por finalidad construir una base histórica de análisis que permita caracterizar procesos reales de expansión del territorio operacional de la empresa sanitaria Essbio.

La información utilizada fue obtenida desde la Plataforma de Negocios de Essbio S.A., considerando contratos ATO registrados entre el año 2020 y el primer

trimestre de 2026. La selección de este período responde a criterios de disponibilidad y calidad de la información, ya que los contratos anteriores al año 2020 presentan un menor nivel de detalle en sus registros, además de mayores dificultades de acceso y trazabilidad para su análisis. En consecuencia, el período seleccionado permite contar con antecedentes más completos, homogéneos y confiables para el desarrollo de la investigación.

La información recopilada considera antecedentes contractuales, territoriales y operacionales asociados a cada ATO, permitiendo ordenar los casos según variables relevantes para el análisis posterior. Entre las variables incorporadas se consideran el identificador del contrato, el tipo de proyecto habitacional (social o clásico), el número de viviendas, la dirección, el rol de avalúo, el lote, el correlativo de propuesta, la distancia respecto del territorio operacional, la densidad habitacional y otros antecedentes disponibles vinculados al proceso de expansión sanitaria.

Asimismo, los contratos ATO recopilados fueron georreferenciados a partir de sus antecedentes territoriales disponibles, con el fin de permitir su posterior incorporación al análisis espacial desarrollado en QGIS. Esta georreferenciación permite vincular la información tabular de los contratos con su localización territorial, generando una base espacial compatible con las etapas posteriores de análisis.

Esta etapa permitió consolidar una base de datos inicial orientada a reconocer las características de los contratos ATO ejecutados en el área de estudio. En este sentido, la sistematización no busca evaluar aún la presión futura de expansión, sino ordenar los antecedentes históricos que servirán como referencia para identificar patrones territoriales y operacionales presentes en expansiones ya materializadas.

La base de contratos ATO recopilados constituye, por tanto, el insumo principal para la caracterización posterior de los procesos de expansión territorial en Rancagua y Machalí. A partir de esta información será posible analizar variables como la localización de los proyectos, su escala habitacional, la distancia al límite del territorio operacional, la densidad de desarrollo y la condición general del proyecto, diferenciando, cuando corresponda, entre iniciativas de carácter social y proyectos habitacionales clásicos.

6.2. Caracterización de los contratos ATO recopilados.

Una vez recopilada y sistematizada la información asociada a los contratos ATO de Rancagua y Machalí, se procedió a caracterizar dichos contratos a partir de variables contractuales, territoriales y operacionales relevantes. Esta etapa tiene por finalidad identificar condiciones comunes en procesos de expansión del territorio operacional ya materializados, de modo que estos antecedentes puedan servir como referencia para la construcción posterior de criterios aplicables a sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria.

La caracterización de los contratos ATO se fundamenta en la necesidad de comprender cómo la expansión urbana se relaciona con la provisión de infraestructura sanitaria. La literatura ha señalado que la planificación urbana y la planificación de los servicios sanitarios suelen desarrollarse de manera desarticulada, generando brechas entre las áreas habilitadas para el crecimiento urbano y las zonas efectivamente cubiertas por los territorios operacionales de las empresas sanitarias (González-Mathiesen, Palma, Jara, & Zapata, 2023). En este contexto, analizar los contratos ATO permite observar casos concretos en los cuales dicha brecha fue abordada mediante procesos de ampliación territorial.

Asimismo, el análisis de estos contratos resulta pertinente debido a que las áreas urbanas fuera de zonas concesionadas constituyen una problemática relevante en el contexto chileno. Bravo et al. (2025) señalan que las altas coberturas nacionales de agua potable y saneamiento pueden ocultar desigualdades territoriales asociadas a sectores urbanos no incorporados a áreas concesionadas. Por ello, caracterizar los contratos ATO materializados permite estudiar cómo se han resuelto, en la práctica, ciertos procesos de incorporación territorial al sistema sanitario formal.

Las variables consideradas en esta etapa buscan representar distintas dimensiones del proceso de expansión. En primer lugar, se incorpora el tipo de proyecto habitacional, diferenciando entre proyectos de carácter social y proyectos habitacionales clásicos (Tabla 12). Esta distinción permite reconocer si existen dinámicas diferenciadas de expansión según el origen, financiamiento o naturaleza del desarrollo urbano. Si bien esta variable no permite anticipar directamente el tipo de proyecto futuro, sí contribuye a describir el comportamiento histórico de las expansiones analizadas.

En segundo lugar, se considera la escala del proyecto, expresada principalmente a través del número de viviendas asociadas a cada contrato ATO (véase Tabla 12). Esta variable permite aproximar la magnitud de la demanda potencial incorporada al sistema sanitario, aspecto relevante en la evaluación de los efectos que los nuevos desarrollos pueden generar sobre la infraestructura existente. La relación entre crecimiento urbano, demanda futura e infraestructura ha sido destacada por Pickard et al. (2017), quienes plantean que la planificación de

servicios urbanos debe integrar información territorial y de demanda para anticipar necesidades futuras.

En tercer lugar, se incorpora la densidad habitacional como una variable descriptiva de los contratos ATO recopilados, entendida como una aproximación a la intensidad de ocupación del suelo. Esta variable permite diferenciar proyectos de distinta concentración habitacional y comprender las características de las expansiones históricamente materializadas. No obstante, la densidad no se incorpora posteriormente como criterio del índice territorial, dado que su utilización en esta investigación se limita a la caracterización de los contratos disponibles. En esta línea, Bach et al. (2015) señalan que la representación espacial del uso del suelo y de la forma urbana influye en la planificación de los sistemas urbanos de agua, debido a que distintas configuraciones territoriales generan demandas y efectos diferenciados sobre la infraestructura.

Otra variable relevante corresponde a la distancia de los contratos ATO respecto del límite del territorio operacional (véase Tabla 12). Esta variable permite observar si las expansiones materializadas se concentran en sectores próximos al límite operacional existente o si, por el contrario, responden a procesos más discontinuos en el territorio. En esta investigación, la distancia respecto del territorio operacional se utiliza como una variable descriptiva para observar la continuidad o discontinuidad espacial de los procesos ATO analizados.

Adicionalmente, se considera la localización territorial de los contratos ATO, con el propósito de identificar concentraciones espaciales o sectores recurrentes de expansión dentro de las comunas analizadas (véase Tabla 13). Esta dimensión resulta relevante porque permite pasar desde una lectura individual de cada contrato hacia una comprensión territorial del fenómeno. El uso de herramientas de análisis espacial y sistemas de información geográfica permite integrar antecedentes técnicos y territoriales en un marco común de apoyo a la toma de decisiones, como muestran Orgoványi y Karches (2014) en el contexto de la gestión de redes urbanas de agua.

Finalmente, cuando la información disponible lo permite, se incorporan antecedentes asociados a requerimientos operacionales, tales como aportes de terceros, obras de capacidad u otras condiciones vinculadas a la materialización del contrato. Estas variables permiten reconocer el nivel de complejidad asociado a cada proceso de expansión, considerando que la incorporación de nuevos sectores al sistema sanitario no depende únicamente de su localización, sino también de las condiciones técnicas, económicas y operacionales necesarias para asegurar la prestación del servicio.

En síntesis, la caracterización de los contratos ATO permite construir una lectura histórica de las expansiones territoriales materializadas en Rancagua y Machalí. Esta lectura no busca establecer relaciones causales determinísticas, sino identificar patrones contractuales, territoriales y operacionales que sirvan como

base para la definición de criterios de presión potencial de expansión. De esta forma, los ATO históricos permiten reconocer qué condiciones han estado presentes en procesos reales de expansión, mientras que las etapas posteriores de la metodología permitirán evaluar dónde se presentan condiciones similares en sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria.

La caracterización desarrollada constituye el insumo histórico para la definición posterior de los criterios territoriales y operacionales de presión potencial de expansión sanitaria. Los resultados cuantitativos obtenidos a partir de esta caracterización se presentan en el apartado Resultados de la caracterización de contratos ATO.

6.3. Construcción de la base territorial para el análisis espacial

Una vez caracterizados los contratos ATO recopilados, se procedió a construir una base territorial de análisis que permitiera representar espacialmente las condiciones urbanas, operacionales y sanitarias asociadas a la expansión del territorio operacional en las comunas de Rancagua y Machalí. Esta etapa permite pasar desde una lectura histórica de los contratos ATO hacia una evaluación espacial de los sectores urbanos que se encuentran fuera del territorio operacional de la sanitaria.

La construcción de esta base territorial se realizó mediante el uso de QGIS, incorporando distintas capas de información territorial y operacional que se disponen en el Anexo 4. Entre las capas utilizadas se consideraron el Plan Regulador Comunal (Figura 16), el territorio operacional de Essbio (Figura 17), los contratos ATO georreferenciados (Figura 20), las redes de agua potable (Figura 19), las redes de aguas servidas (Figura 18) y la red vial principal (Figura 16). La integración de estas capas permitió estructurar una representación espacial del área de estudio, orientada a identificar sectores urbanos con condiciones potencialmente asociadas a presión de expansión sanitaria.

El uso de herramientas de información geográfica resulta pertinente para este tipo de análisis, dado que permite integrar información técnica, territorial y operacional en una misma plataforma de decisión. Orgóványi y Karches (2014) presentan una metodología basada en GIS para vincular información espacial con modelos de redes urbanas de agua, ya que permiten vincular información espacial con decisiones de planificación, operación y expansión de infraestructura. En la misma línea, Bach et al. (2015) plantean que la representación espacial del uso de suelo y la escala territorial utilizada influyen directamente en la modelación y planificación de sistemas urbanos de agua.

Para delimitar el área de análisis, se consideró el espacio urbano definido por el Plan Regulador Comunal y se contrastó con el territorio operacional vigente de la sanitaria (Anexo 4, Figura 21). A partir de este cruce espacial, se identificaron los sectores urbanos que se encuentran fuera del territorio operacional, los cuales

constituyen el ámbito principal de aplicación de la herramienta. Esta delimitación permite focalizar el análisis en aquellos sectores que, desde el punto de vista urbano, forman parte del área de crecimiento o consolidación comunal, pero que aún no se encuentran incorporados formalmente al área de prestación sanitaria.

Sobre estos sectores urbanos fuera del territorio operacional se construyó una grilla espacial de análisis (Anexo 4, Figura 21), la cual permite dividir el territorio en unidades comparables. Esta grilla actúa como soporte para la aplicación posterior de criterios territoriales y operacionales, ya que permite asignar a cada unidad espacial información derivada de su proximidad al territorio operacional, a contratos ATO materializados, a redes de agua potable, a redes de aguas servidas y a calles principales.

La utilización de una grilla permite homogeneizar el análisis territorial, evitando que la evaluación dependa exclusivamente de predios o proyectos individuales previamente identificados. De esta forma, la herramienta puede aplicarse sobre el territorio urbano fuera del territorio operacional, incluso en sectores donde aún no existe una solicitud formal de factibilidad o contrato ATO asociado. Esta condición es relevante para el enfoque anticipativo de la investigación, ya que permite identificar áreas con condiciones espaciales similares a aquellas observadas en procesos históricos de expansión.

De manera complementaria, Liu et al. (2017) muestran la utilidad de integrar distintas fuentes de información espacial para clasificar y analizar el uso de suelo urbano, antecedente que respalda la construcción de una base territorial multifuente en QGIS.

En síntesis, la base territorial construida en QGIS constituye el soporte espacial de la herramienta multicriterio desarrollada en la investigación. Su objetivo es integrar información urbana, operacional y sanitaria en una estructura común de análisis, permitiendo evaluar de manera comparativa los sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria en Rancagua y Machalí.

6.4. Definición de criterios territoriales y operacionales de presión de expansión

A partir de la base territorial construida en QGIS, se definieron criterios territoriales y operacionales orientados a identificar sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria que presenten condiciones asociadas a presión potencial de expansión. Estos criterios se construyen sobre variables espaciales medibles y comparables, permitiendo evaluar de manera homogénea las unidades territoriales definidas en la grilla de análisis.

La selección de criterios se fundamenta en la necesidad de integrar información urbana, sanitaria y territorial en una estructura de apoyo a la toma de decisiones. La literatura ha señalado que la expansión urbana y la planificación de

infraestructura sanitaria deben analizarse de manera integrada, debido a que la falta de articulación entre ambos sistemas puede generar brechas de cobertura, mayores costos y respuestas reactivas frente al crecimiento urbano (González-Mathiesen, Palma, Jara, & Zapata, 2023). En este contexto, los criterios definidos buscan representar condiciones territoriales que puedan actuar como señales tempranas de presión sobre el territorio operacional.

Los criterios establecidos se presentan en la Tabla 5, donde se indica la variable medida, su fuente de información y la interpretación adoptada.

Tabla 5 Criterios territoriales y operacionales utilizados para identificar presión potencial de expansión sanitaria.

Criterio	**Variable medida**	**Fuente de información**	**Interpretación**
Proximidad al TOP	Distancia al territorio operacional	Cartografía operacional Essbio	Menor distancia = mayor presión potencial
Cercanía a ATOs históricos	Distancia a contratos ATO	Registros internos Essbio	Menor distancia = mayor similitud con sectores de expansión
Proximidad a red AP	Distancia a la red de agua potable	Cartografía operacional Essbio	Menor distancia = mayor cercanía a infraestructura AP
Proximidad a red AS	Distancia a la red de aguas servidas	Cartografía operacional Essbio	Menor distancia = mayor cercanía a infraestructura AS
Accesibilidad vial	Distancia a calles principales	OpenStreetMap / cartografía Vial	Menor distancia = mayor conectividad urbana

Fuente: Elaboración propia.

El primer criterio corresponde a la proximidad al territorio operacional. Este criterio permite evaluar la cercanía de cada unidad territorial al límite operacional vigente de la sanitaria. Se considera que los sectores más próximos al territorio operacional presentan mayor continuidad territorial y, por tanto, mejores condiciones relativas para una eventual incorporación futura. Esta variable resulta relevante porque permite representar espacialmente la relación entre el área urbana existente y el límite sanitario formal.

El segundo criterio corresponde a la cercanía a contratos ATO históricamente materializados. Este criterio permite identificar sectores urbanos fuera del territorio operacional que se encuentran próximos a zonas donde ya se han desarrollado procesos de expansión sanitaria. Su incorporación responde a la lógica de que los ATO históricos constituyen evidencia territorial de expansiones efectivamente materializadas, por lo que su localización puede servir como referencia para reconocer patrones espaciales recurrentes.

El tercer criterio corresponde a la proximidad a redes de agua potable. Esta variable permite representar la cercanía relativa de cada unidad territorial a la infraestructura sanitaria existente asociada al abastecimiento de agua potable. La proximidad a redes constituye un antecedente relevante para analizar la factibilidad territorial de conexión, debido a que mayores distancias pueden implicar mayores requerimientos de extensión de infraestructura, mayores costos o mayor complejidad operacional.

El cuarto criterio corresponde a la proximidad a redes de aguas servidas. Al igual que en el caso de agua potable, esta variable permite evaluar la cercanía de los sectores analizados a la infraestructura existente de recolección de aguas servidas. La incorporación separada de las redes de agua potable y aguas servidas resulta necesaria debido a que ambos sistemas presentan trazados, restricciones y condiciones operacionales distintas, por lo que su análisis conjunto podría ocultar diferencias relevantes para la expansión sanitaria.

El quinto criterio corresponde a la accesibilidad vial, medida a partir de la distancia a calles principales. Esta variable se incorpora como aproximación a la conectividad urbana del sector, considerando que la expansión urbana tiende a relacionarse con la existencia de infraestructura vial que facilite el acceso, la urbanización y la consolidación de nuevos desarrollos. En este sentido, la cercanía a vialidad principal permite complementar la lectura sanitaria con una dimensión territorial urbana.

En conjunto, estos cinco criterios permiten representar dimensiones relevantes de la presión potencial de expansión: continuidad con el territorio operacional, relación con expansiones históricas, proximidad a infraestructura sanitaria existente y accesibilidad urbana. La selección de criterios privilegia variables disponibles, medibles y replicables, evitando depender de antecedentes futuros inciertos, como el tipo específico de proyecto que podría desarrollarse en cada sector.

6.5. Aplicación de criterios sobre sectores urbanos fuera del territorio operacional

Una vez definidos los criterios territoriales y operacionales de presión potencial de expansión, estos fueron aplicados sobre los sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria en las comunas de Rancagua y Machalí. Para ello, se utilizó la grilla espacial construida en QGIS, en la cual cada unidad territorial fue evaluada de acuerdo con su proximidad relativa al territorio operacional, a contratos ATO materializados, a redes de agua potable, a redes de aguas servidas y a calles principales.

Para facilitar la comprensión visual del procedimiento, las figuras presentan acercamientos representativos del cálculo de distancias entre centroides de la grilla y las capas de referencia utilizadas. La aplicación completa del procedimiento se realizó sobre la totalidad de los sectores urbanos fuera del territorio operacional.

La aplicación de los criterios se realizó mediante el cálculo de distancias mínimas entre los centroides de cada unidad de la grilla y las capas espaciales incorporadas al análisis. La utilización de centroides permitió establecer un punto representativo para cada celda, facilitando la medición homogénea de distancias entre unidades territoriales comparables. Este procedimiento permitió transformar la información espacial en variables cuantificables, manteniendo una lógica replicable dentro del área de estudio.

En primer lugar, se calculó la distancia entre cada centroide de la grilla y el límite más cercano del territorio operacional (Anexo 4, Figura 22). Esta variable permite representar el grado de continuidad territorial entre los sectores urbanos analizados y el área sanitaria actualmente incorporada al sistema operacional de la empresa. En términos metodológicos, una menor distancia al territorio operacional se interpreta como una condición territorial más favorable para una eventual expansión sanitaria.

En segundo lugar, se calculó la distancia entre cada centroide y los contratos ATO georreferenciados (Anexo 4, Figura 23). Esta variable permite identificar la cercanía de los sectores urbanos fuera del territorio operacional respecto de zonas donde ya se han materializado procesos de ampliación sanitaria. Su incorporación permite utilizar los ATO históricos como referencia territorial para reconocer sectores con condiciones espaciales similares a aquellas observadas en expansiones previas.

En tercer lugar, se calculó la distancia entre cada centroide y la red de agua potable existente (Anexo 4, Figura 25). Esta variable permite representar la proximidad relativa de cada unidad territorial a la infraestructura de abastecimiento, entregando una aproximación espacial respecto de la cercanía a redes operacionales disponibles. Una menor distancia a la red de agua potable se interpreta como una condición territorial-operacional más favorable dentro del análisis multicriterio.

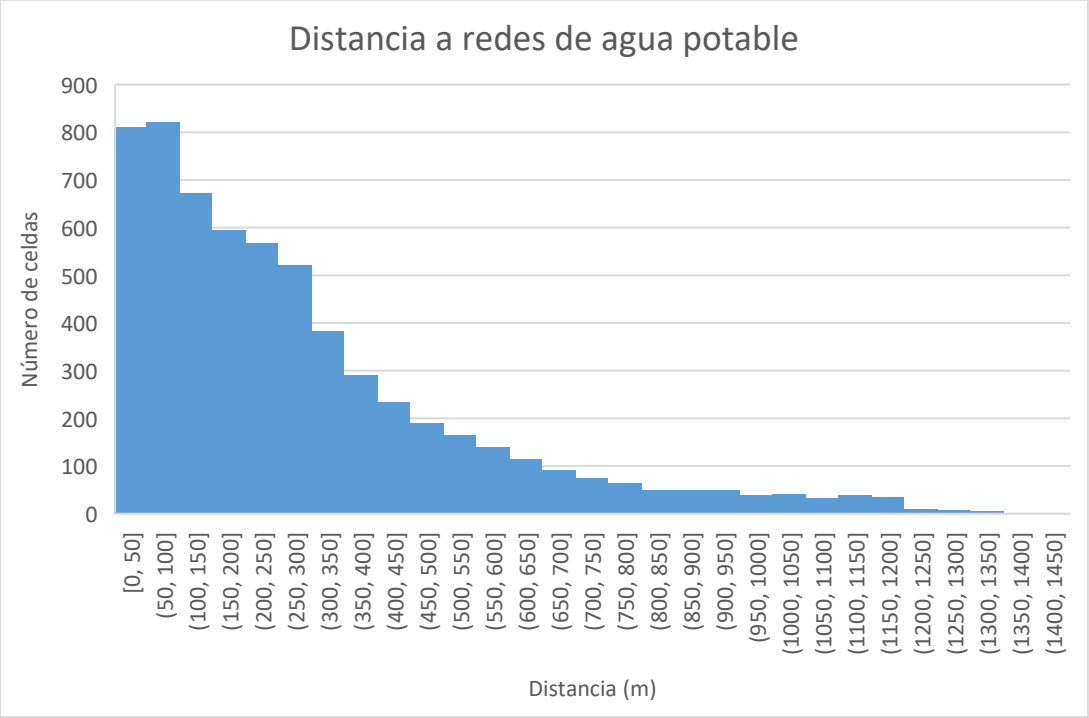
En cuarto lugar, se calculó la distancia entre cada centroide y la red de aguas servidas existente (Anexo 4, Figura 26). Esta medición se realizó de manera separada respecto de la red de agua potable, debido a que ambos sistemas presentan trazados, restricciones y condiciones operacionales distintas. La separación de ambas variables permite evitar una lectura agregada que pudiera ocultar diferencias relevantes entre la disponibilidad espacial de infraestructura de abastecimiento y saneamiento.

En quinto lugar, se calculó la distancia entre cada centroide y las calles principales incorporadas al análisis (Anexo 4, Figura 24). Esta variable se utilizó como aproximación a la accesibilidad urbana de los sectores evaluados, considerando que la conectividad vial constituye un factor relevante para la consolidación de nuevos desarrollos urbanos y para la factibilidad territorial de eventuales procesos de expansión.

Una vez obtenidas las distancias para cada una de las cinco variables, los resultados fueron tabulados en una base de datos en planilla Excel. Esta tabla permitió ordenar las unidades territoriales analizadas, comparar los valores obtenidos y preparar la información para su posterior ponderación. De esta forma, la información espacial generada en QGIS fue transformada en una matriz cuantitativa de análisis.

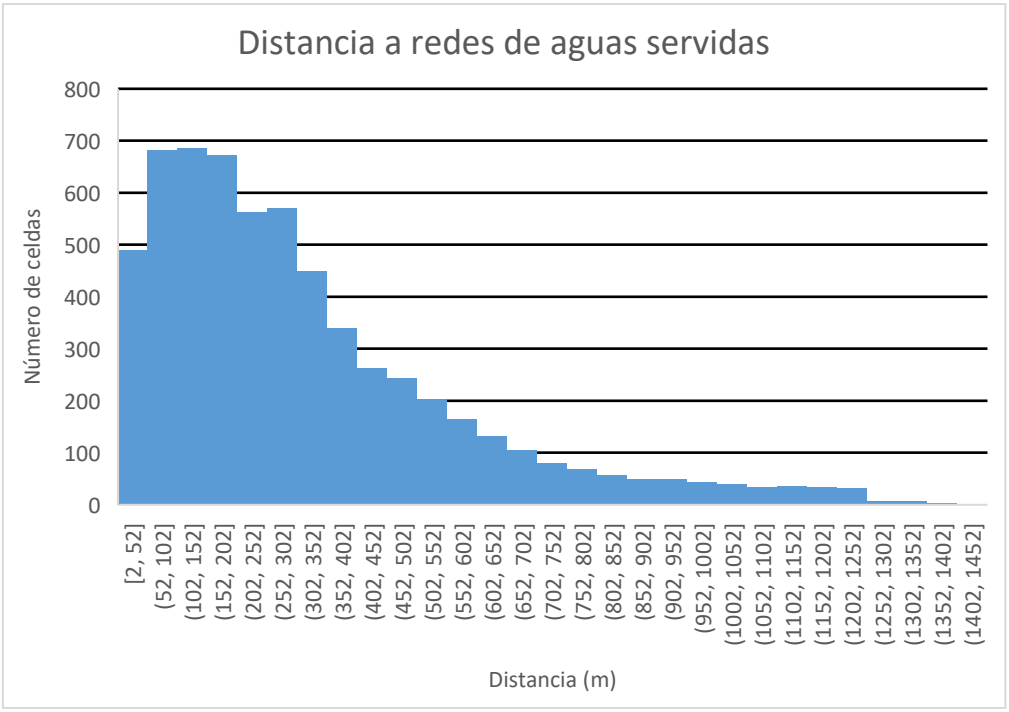
Con el fin de revisar el comportamiento de las distancias calculadas para cada criterio, se elaboraron histogramas de distribución para las variables consideradas en el análisis (Figura 11 a Figura 15). Estos gráficos permiten observar la concentración y dispersión de los valores obtenidos en la grilla, proporcionando un respaldo visual para la utilización de percentiles como mecanismo de clasificación relativa. De esta forma, la definición de rangos de puntaje se basa en la distribución efectiva de los datos observados en el área de estudio y no en umbrales arbitrarios definidos externamente.

Figura 11 Histograma de distancias a redes de agua potable.



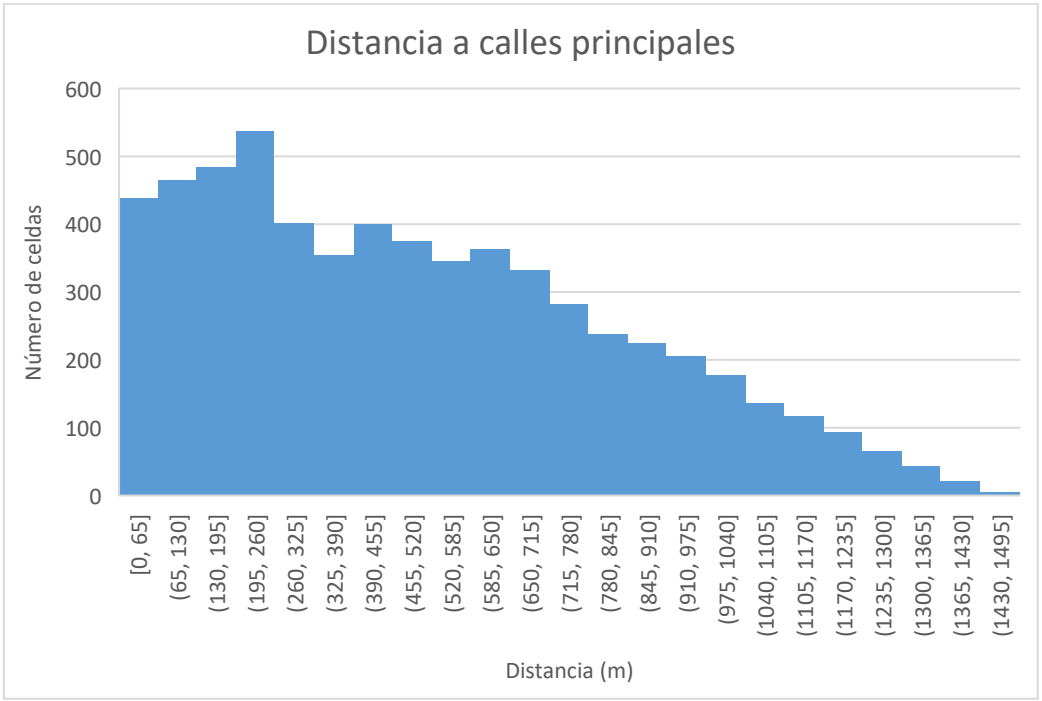
Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Histograma de distancias a redes de aguas servidas.



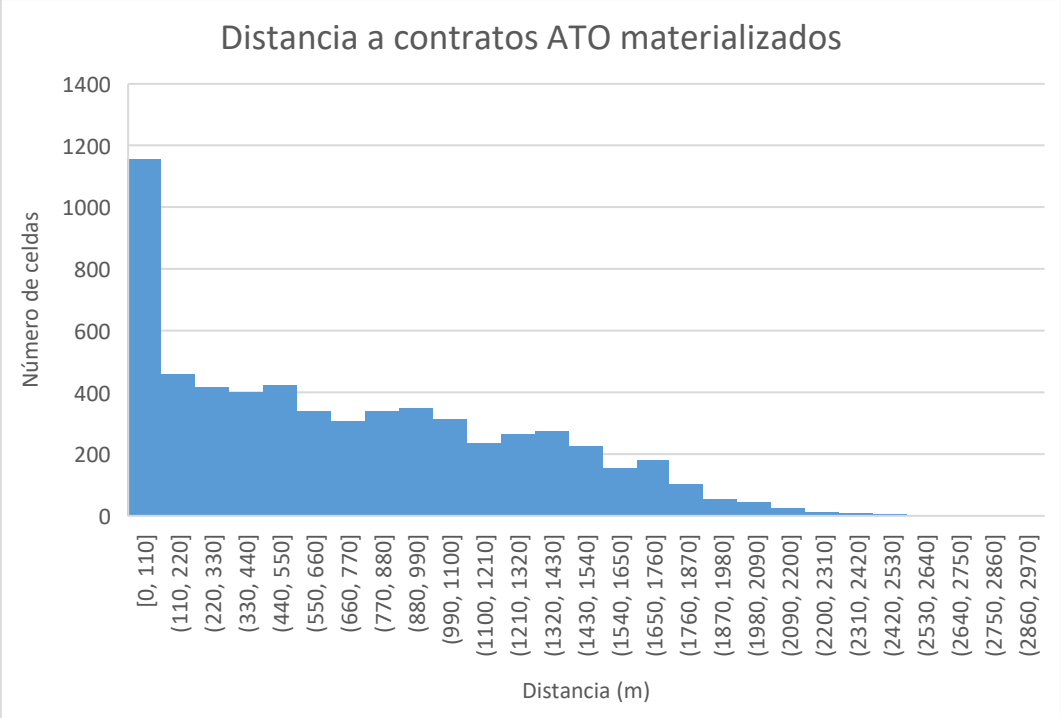
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 Histograma de distancias a calles principales.



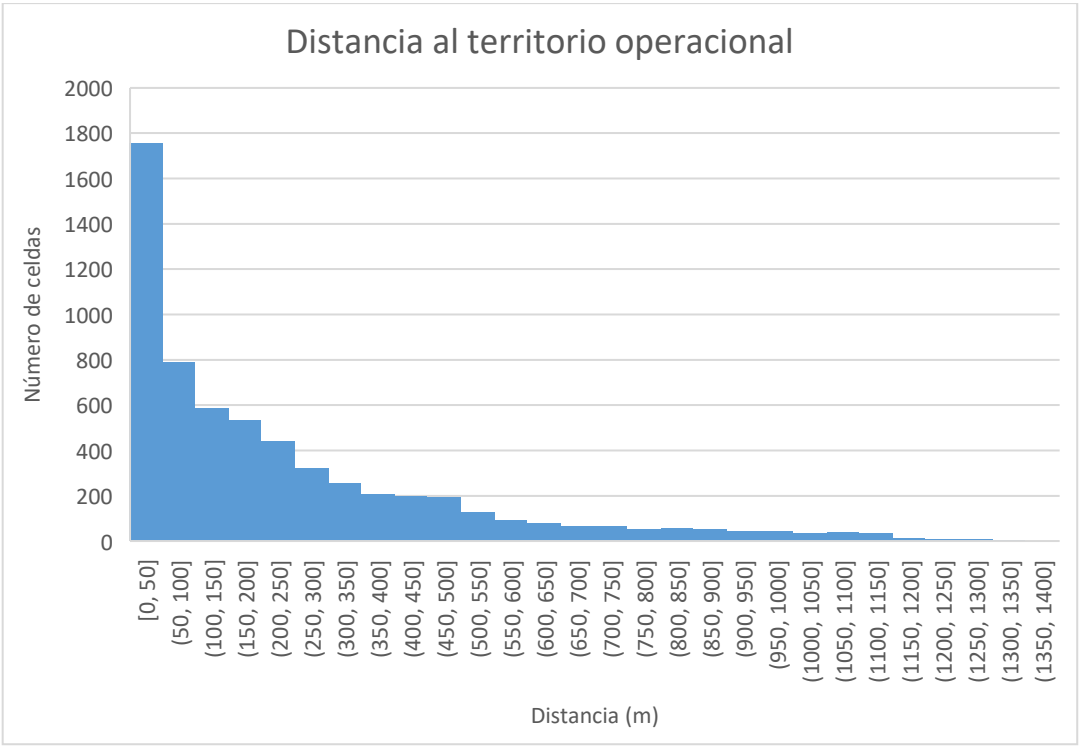
Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Histograma de distancias a contratos ATO materializados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Histograma de distancias al territorio operacional.



Fuente: Elaboración propia

A partir de la distribución observada en cada variable, se utilizaron los percentiles 25, 50 y 75 como puntos de corte para la asignación de puntajes. Considerando que la ponderación se realizó en una escala ordinal de 1 a 4, las distancias menores o iguales al percentil 25 fueron asociadas al puntaje más alto, mientras que las distancias superiores al percentil 75 recibieron el puntaje más bajo. Los rangos intermedios fueron clasificados de acuerdo con los percentiles 50 y 75, conforme se presenta en la Tabla 6.

La base completa de distancias calculadas para cada unidad territorial se incorpora en los anexos, incluyendo el identificador de cada celda de la grilla y las distancias obtenidas respecto del territorio operacional, contratos ATO, redes de agua potable, redes de aguas servidas y calles principales.

Tabla 6 Percentiles y asignación de puntajes para criterios territoriales y operacionales.

Criterio	Variable medida	P25 (m)	P50 (m)	P75 (m)	Puntaje 4	Puntaje 3	Puntaje 2	Puntaje 1
Proximidad al territorio operacional	Distancia al TOP	38,07	143,57	329,26	Distancia ≤ P25	P25 < distancia ≤ P50	P50 < distancia ≤ P75	Distancia > P75
Cercanía a contratos ATO históricos	Distancia a ATO	196,6	614,96	1.135,29	Distancia ≤ P25	P25 < distancia ≤ P50	P50 < distancia ≤ P75	Distancia > P75
Proximidad a red de agua potable	Distancia a red AP	93,87	214,76	386,2	Distancia ≤ P25	P25 < distancia ≤ P50	P50 < distancia ≤ P75	Distancia > P75
Proximidad a red de aguas servidas	Distancia a red AS	128,0	249,47	425,2	Distancia ≤ P25	P25 < distancia ≤ P50	P50 < distancia ≤ P75	Distancia > P75
Accesibilidad vial	Distancia a calles principales	212,8	449,63	735,4	Distancia ≤ P25	P25 < distancia ≤ P50	P50 < distancia ≤ P75	Distancia > P75

Fuente: Elaboración propia

Para la integración de los criterios se utilizó una ponderación equiponderada, asignando el mismo peso relativo a cada una de las cinco variables consideradas en el índice: proximidad al territorio operacional, cercanía a contratos ATO históricos, proximidad a redes de agua potable, proximidad a redes de aguas servidas y accesibilidad vial. Esta decisión metodológica responde al carácter exploratorio y aplicado de la herramienta, cuyo objetivo no es establecer una relación causal ni determinar factibilidad técnica definitiva, sino construir una primera lectura territorial comparativa de los sectores urbanos fuera del territorio operacional.

La utilización de pesos equivalentes permite evitar la incorporación de jerarquías subjetivas entre criterios, especialmente considerando que no se dispone, en esta etapa, de una calibración estadística, panel experto formal o análisis multicriterio jerarquizado que permita justificar diferencias de peso entre las variables. En consecuencia, cada criterio se considera como una dimensión complementaria de la presión potencial de expansión sanitaria, aportando información territorial u operacional relevante para la priorización. Bajo esta lógica, el índice global se obtiene mediante la sumatoria simple de los puntajes asignados a cada criterio, en una escala ordinal de 1 a 4. De esta manera, el puntaje mínimo posible para cada unidad territorial corresponde a 5 puntos y el máximo a 20 puntos. Los valores más altos representan sectores donde se concentran simultáneamente mejores condiciones relativas de proximidad al territorio operacional, infraestructura sanitaria existente, antecedentes históricos de expansión y conectividad urbana. La ponderación equiponderada debe entenderse como un supuesto metodológico inicial, adecuado para una aplicación piloto. En futuras aplicaciones del modelo, estos pesos podrían ser ajustados mediante análisis de sensibilidad, validación histórica ampliada o consulta estructurada a profesionales de las áreas de planificación, nuevos clientes y gestión territorial.

De esta forma, cada unidad territorial obtuvo un puntaje asociado a cada uno de los cinco criterios definidos. Posteriormente, estos puntajes fueron integrados en una valoración global, permitiendo representar comparativamente el nivel relativo de presión potencial de expansión sanitaria en los distintos sectores urbanos fuera del territorio operacional. El resultado de esta etapa corresponde a una tabla de aplicación de criterios, en la cual cada unidad espacial de análisis presenta las distancias calculadas, los puntajes asignados por criterio y su valoración global. La base completa de distancias y puntajes se incorporará en los anexos correspondientes, mientras que en el cuerpo principal de la tesis se presentará la tabla resumen con los percentiles utilizados y la lógica de asignación de puntajes. Asimismo, la tabla completa con los criterios aplicados, puntajes asignados y valoración global por unidad territorial se incorpora en los anexos, mientras que en el cuerpo principal de la tesis se presenta una síntesis metodológica de los percentiles utilizados y de la lógica de ponderación aplicada.

6.6. Clasificación de sectores según nivel de presión potencial de expansión sanitaria

Una vez asignados los puntajes individuales para cada criterio territorial y operacional, se procedió a integrar dichos valores en una valoración global por unidad territorial. Esta valoración permite clasificar comparativamente los sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria según su nivel relativo de presión potencial de expansión sanitaria.

La valoración global se obtuvo a partir de la sumatoria de los puntajes asignados a los cinco criterios definidos: proximidad al territorio operacional,

cercanía a contratos ATO históricos, proximidad a redes de agua potable, proximidad a redes de aguas servidas y accesibilidad vial. Dado que cada criterio fue ponderado mediante una escala ordinal de 1 a 4, el puntaje total posible para cada unidad territorial se encuentra dentro de un rango mínimo de 5 puntos y un máximo de 20 puntos.

En este contexto, los puntajes más altos representan sectores que presentan mayor proximidad relativa a las variables consideradas relevantes para la expansión sanitaria. Por el contrario, los puntajes más bajos representan sectores que, dentro del área urbana analizada, presentan menor cercanía relativa al territorio operacional, a contratos ATO materializados, a infraestructura sanitaria existente o a vialidad principal.

Con el propósito de facilitar la interpretación de los resultados, los puntajes globales fueron agrupados en categorías de presión potencial de expansión sanitaria (Tabla 7). Estas categorías permiten traducir la valoración numérica de la herramienta en una lectura territorial útil para el análisis metodológico y para la posterior discusión de resultados.

Tabla 7 Clasificación de puntajes globales según nivel de presión potencial de expansión sanitaria.

Puntaje global	**Categoría**	**Interpretación**
5 a 10	Baja presión potencial	Sectores con menor proximidad relativa a las variables territoriales y operacionales consideradas.
11 a 15	Presión potencial media	Sectores con condiciones intermedias de proximidad territorial, sanitaria y vial.
16 a 20	Alta presión potencial	Sectores con mayor concentración de condiciones favorables asociadas a expansión sanitaria.

Fuente: Elaboración propia

La clasificación obtenida fue incorporada nuevamente a la grilla espacial en QGIS, permitiendo representar cartográficamente los sectores urbanos fuera del territorio operacional según su nivel de presión potencial de expansión. Para ello, se utilizó una graduación visual de colores asociada a los distintos niveles de puntaje, generando un mapa de priorización territorial.

Es importante precisar que esta clasificación no constituye una predicción determinística de futuras expansiones del territorio operacional. Su finalidad es identificar sectores con mayor presión potencial de expansión, entendida como la presencia conjunta de condiciones territoriales y operacionales similares a aquellas observadas en procesos históricos de ampliación sanitaria. En consecuencia, la herramienta funciona como un mecanismo de priorización territorial y no como un modelo predictivo absoluto.

El resultado de esta etapa corresponde a una cartografía de clasificación territorial, en la cual los sectores urbanos fuera del territorio operacional son diferenciados según su nivel relativo de presión potencial de expansión sanitaria. Esta clasificación servirá como base para la evaluación de coherencia espacial desarrollada en el apartado siguiente, donde se contrastarán los sectores priorizados con la localización de los contratos ATO históricamente materializados.

6.7. Evaluación de coherencia espacial.

Una vez clasificados los sectores urbanos fuera del territorio operacional según su nivel de presión potencial de expansión sanitaria, se definió un procedimiento de contraste espacial con los contratos ATO materializados en Rancagua y Machalí. Este procedimiento tuvo por finalidad establecer una forma de revisión metodológica que permitiera comparar la clasificación obtenida con la localización de procesos reales de ampliación del territorio operacional.

El contraste se realizó mediante la superposición cartográfica entre la grilla clasificada y la capa de contratos ATO georreferenciados. A partir de esta superposición, se revisó si los contratos ATO materializados se ubicaban dentro de celdas clasificadas con presión potencial alta o media, o bien en áreas próximas a dichas categorías.

Para efectos de esta investigación, la coherencia espacial se entiende como la correspondencia o cercanía territorial entre los contratos ATO materializados y los sectores clasificados con mayor presión potencial de expansión sanitaria. Esta revisión no constituye una validación estadística ni una predicción determinística de futuras ampliaciones del territorio operacional. Su objetivo es evaluar, de manera aplicada, si los criterios definidos permiten representar patrones territoriales compatibles con expansiones sanitarias ya observadas.

El resultado de este procedimiento corresponde a una base de comparación espacial que será analizada en el capítulo de resultados. A partir de ella, se revisará la concordancia entre los sectores priorizados por la herramienta y los contratos ATO materializados, así como la utilidad de esta lectura para fortalecer el modelo de gestión de expansión territorial de Essbio.

7. RESULTADOS

Se exponen los resultados obtenidos a partir de la aplicación metodológica desarrollada en las comunas de Rancagua y Machalí. La presentación se organiza siguiendo la secuencia de trabajo definida en la investigación: primero, la caracterización de los contratos de Ampliación de territorio operacional materializados; luego, la aplicación del índice de presión potencial de expansión sanitaria sobre los sectores urbanos fuera del territorio operacional; posteriormente, la identificación de sectores priorizados; y finalmente, el contraste espacial entre dichos sectores y los contratos ATO históricos.

Los resultados se presentan como una sistematización de los hallazgos principales obtenidos durante la aplicación metodológica. Por ello, el análisis se concentra en aquellos antecedentes que permiten explicar el comportamiento territorial de la expansión sanitaria en el área de estudio y evaluar la utilidad de los criterios aplicados para priorizar sectores urbanos fuera del territorio operacional.

En este sentido, el capítulo no busca establecer una predicción determinística de futuras ampliaciones del territorio operacional, sino presentar evidencia territorial que permita reconocer patrones, diferenciar niveles de presión potencial y evaluar si la herramienta desarrollada aporta una lectura útil para fortalecer la gestión anticipativa de la expansión operacional.

7.1. Resultados Parciales.

7.1.1. Resultados de la caracterización de contratos ATO

A partir de la información recopilada y sistematizada, se identificaron 30 contratos de Ampliación de territorio operacional materializados en las comunas de Rancagua y Machalí durante el período analizado. De este total, 18 contratos corresponden a Rancagua y 12 a Machalí, lo que evidencia una mayor concentración de procesos de expansión sanitaria en la comuna de Rancagua dentro de la base estudiada (Tabla 8)

En términos de clasificación, se observa una predominancia de contratos ATO asociados a proyectos habitacionales clásicos, los cuales representan 22 de los 30 casos analizados. Los contratos de carácter social corresponden a 8 casos. Sin embargo, esta diferencia en número de contratos no debe interpretarse de manera aislada, ya que los proyectos sociales concentran una cantidad relevante de viviendas dentro del total analizado. Mientras los contratos clásicos suman 3.257 viviendas, los contratos sociales concentran 2.509 viviendas, lo que evidencia que la magnitud habitacional no depende únicamente del número de contratos registrados.

Respecto de la escala de los desarrollos, los contratos ATO recopilados consideran un total de 5.766 viviendas. De ellas, 4.478 se localizan en Rancagua y 1.288 en Machalí. Esta distribución muestra que Rancagua concentra tanto una

mayor cantidad de contratos como una mayor cantidad de viviendas asociadas a procesos de expansión del territorio operacional dentro del área de estudio.

La distancia respecto del territorio operacional constituye una variable relevante dentro de la caracterización. Los contratos analizados presentan distancias que varían entre 0 m y 1.900 m, con una mediana aproximada de 337,5 m. Asimismo, 11 contratos se ubican a 100 m o menos, mientras que 20 contratos se encuentran a 500 m o menos. Este resultado permite reconocer que una parte importante de los procesos ATO materializados se ha desarrollado en condiciones de relativa cercanía al sistema operacional existente.

Sin perjuicio de lo anterior, también se identifican contratos emplazados a mayores distancias, incluyendo 3 casos superiores a 1.000 m. Estos casos muestran que la expansión sanitaria no responde exclusivamente a una lógica de continuidad inmediata con el territorio operacional, sino que puede estar condicionada por otros factores técnicos, territoriales, económicos o institucionales. En consecuencia, la distancia constituye una variable relevante para caracterizar los procesos de expansión, pero no resulta suficiente por sí sola para explicar la materialización de los contratos ATO.

Tabla 8 Síntesis de contratos ATO caracterizados en Rancagua y Machalí.

Indicador	Resultado	Porcentaje
Total, de contratos ATO analizados	**30**	**100%**
Contratos en Rancagua	18	60%
Contratos en Machalí	12	40%
Contratos clásicos	22	73.3%
Contratos sociales	8	26.7%
Viviendas totales asociadas	**5.766**	**100%**
Viviendas en Rancagua	4.478	77.7%
Viviendas en Machalí	1.288	22.3%
Contratos a 100 m o menos	11	36.5%
Contratos a 500 m o menos	20	66.6%
Contratos sobre 1.000 m	3	10%

Fuente: Elaboración propia

7.1.2. Distribución territorial de la presión potencial de expansión sanitaria

La aplicación del índice de presión potencial de expansión sanitaria permitió clasificar un total de 6.114 unidades territoriales correspondientes a sectores urbanos fuera del territorio operacional de la sanitaria en las comunas de Rancagua y Machalí. Esta clasificación se obtuvo a partir de la integración de los cinco criterios territoriales y operacionales definidos en la metodología: proximidad al territorio operacional, cercanía a contratos ATO históricos, proximidad a redes de agua potable, proximidad a redes de aguas servidas y accesibilidad vial.

La distribución de las unidades territoriales según cada puntaje preliminar obtenido se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9 Número de celdas por cada índice preliminar.

Índice preliminar	N° de celdas
5	408
6	226
7	99
8	318
9	478
10	540
11	468
12	514
13	406
14	475
15	548
16	451
17	458
18	312
19	252
20	161

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que la mayor proporción de unidades territoriales se concentra en la categoría de presión potencial media, con 2.411 celdas, equivalentes al 39,4% del total analizado. En segundo lugar, se identifican 2.069 celdas con baja presión potencial, correspondientes al 33,8%. Finalmente, las celdas clasificadas con alta presión potencial alcanzan 1.634 unidades, equivalentes al 26,7% del total (Tabla 10)

La distribución presentada en la Tabla 10 indica que el índice permite diferenciar territorialmente los sectores urbanos fuera del territorio operacional, evitando una lectura homogénea del área analizada. Esta diferenciación resulta relevante, ya que permite distinguir zonas con distintos niveles de concentración de condiciones favorables asociadas a expansión sanitaria.

Tabla 10 Distribución de unidades territoriales según nivel de presión potencial de expansión sanitaria.

Categoría	Rango	N° de celdas	Porcentaje
Baja presión potencial	5 a 10	2.069	33,8%
Presión potencial media	11 a 15	2.411	39,4%
Alta presión potencial	16 a 20	1.634	26,7%
Total		**6.114**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, el resultado de esta etapa corresponde a una jerarquización territorial inicial de los sectores urbanos fuera del territorio operacional. Esta jerarquización no define factibilidad técnica ni viabilidad normativa de incorporación futura, pero permite ordenar el territorio según niveles relativos de presión potencial, entregando una base comparable para el análisis espacial posterior.

7.1.3. Sectores urbanos priorizados según presión potencial de expansión

A partir de la clasificación territorial obtenida mediante el índice de presión potencial de expansión sanitaria (Tabla 10), se identificaron sectores urbanos fuera del territorio operacional que concentran unidades territoriales clasificadas con alta presión potencial. Estas unidades corresponden a celdas con puntajes globales entre 16 y 20 puntos, de acuerdo con la escala definida en la aplicación metodológica (Tabla 7).

La distribución espacial de las celdas priorizadas muestra concentraciones específicas en determinados sectores de Rancagua y Machalí (Anexo 4, Figura 27). En Rancagua, las áreas con mayor presencia de celdas de presión media y alta se localizan principalmente hacia los sectores norte, sur y nororiente de la comuna. En Machalí, las celdas priorizadas se observan en sectores urbanos próximos al territorio operacional existente, especialmente en áreas donde el límite operacional rodea o se encuentra próximo a sectores urbanos aún no incorporados formalmente al área de prestación.

Las zonas clasificadas con alta presión potencial presentan una combinación de condiciones territoriales y operacionales asociadas a los criterios aplicados en el índice. Entre ellas se observa proximidad al territorio operacional, cercanía a contratos ATO materializados, proximidad a redes de agua potable, proximidad a redes de aguas servidas y cercanía a calles principales. Los sectores urbanos identificados y las principales variables presentes en cada resultado se sintetizan en la Tabla 11.

Tabla 11 Sectores urbanos priorizados según presión potencial de expansión sanitaria.

Sector identificado	Comuna	Presión observada	Variables presentes en el resultado
Sector norte	Rancagua	media/alta	Proximidad al TOP, cercanía a redes y presencia de ATOs
Sector sur	Rancagua	media/alta	Continuidad urbana, cercanía a redes y presencia de ATOs
Sector nororiente	Rancagua	media/alta	Concentración de celdas priorizadas y cercanía a ATOs
Sector centro/el polo	Machalí	alta	Proximidad al TOP y presencia de sectores urbanos rodeados por TOP
Sectores urbanos específicos	Machalí	media/alta	Cercanía a infraestructura y relación con áreas urbanas

Fuente: Elaboración propia.

La representación cartográfica de estos resultados permite observar que las celdas de mayor puntaje no se distribuyen de manera uniforme en el área de estudio, sino que se agrupan en zonas específicas. Esta agrupación espacial permite diferenciar sectores urbanos fuera del territorio operacional según la concentración de condiciones consideradas en el índice.

En el mapa de clasificación territorial se distinguen áreas de baja, media y alta presión potencial (Anexo 4, Figura 27). Las celdas de alta presión corresponden a los sectores donde se acumula un mayor número de puntajes altos en los criterios aplicados, mientras que las celdas de presión media representan sectores con valores intermedios en la combinación de variables territoriales y operacionales.

El resultado de esta etapa corresponde a la identificación de sectores urbanos priorizados dentro del área de estudio. Esta identificación se obtiene a partir de la clasificación espacial del índice y constituye la base para el contraste posterior con los contratos ATO materializados. Los acercamientos cartográficos correspondientes a los sectores priorizados A a G se presentan en las Figuras 28 a 34.

7.1.4. Concordancia espacial

Una vez aplicada la clasificación territorial de presión potencial de expansión sanitaria, se realizó una revisión espacial entre la grilla clasificada y los contratos ATO materializados en Rancagua y Machalí durante el período analizado. Para el contraste se utilizó la localización de los contratos ATO georreferenciados presentada en la Figura 20 y la clasificación territorial en la Figura 27, ambas en Anexo 4.

La revisión permitió identificar contratos ATO ubicados dentro de sectores clasificados con presión potencial media y alta, así como contratos localizados en áreas próximas a dichas categorías. Esta relación espacial se observó principalmente en sectores específicos de Rancagua y Machalí, donde la grilla presenta concentraciones de celdas priorizadas y antecedentes de expansión operacional materializada.

1.- En el sector sur de Rancagua se observa presencia de contratos ATO en áreas asociadas a presión potencial media y alta. En este sector, la superposición muestra una relación espacial entre los contratos materializados y celdas ubicadas en zonas próximas al territorio operacional y a infraestructura sanitaria existente.

2.- En el sector centro de Machalí se identifican contratos ATO localizados en el entorno de celdas clasificadas con presión media y alta. La distribución observada muestra sectores urbanos fuera del territorio operacional próximos a áreas operacionales existentes y a zonas donde ya se han materializado procesos de ampliación.

3.- En el sector nororiente de Rancagua se observa una concentración de celdas con presión potencial media y alta en torno a áreas con antecedentes de contratos ATO. La superposición permite identificar sectores donde coinciden celdas priorizadas y procesos previos de expansión operacional.

En el sector norte de Rancagua también se identifica presencia de contratos ATO en áreas cercanas a celdas clasificadas con presión potencial media y alta. La distribución observada muestra relación espacial entre las áreas priorizadas por el índice y los contratos materializados en dicho sector.

La revisión también permitió identificar sectores clasificados con alta presión potencial donde no se registran contratos ATO materializados dentro del período analizado. Estos sectores corresponden a áreas urbanas fuera del territorio operacional que presentan puntajes altos según los criterios aplicados, pero que no cuentan con antecedentes ATO en la base histórica utilizada.

Asimismo, se observaron contratos ATO localizados en sectores donde la clasificación territorial corresponde a presión media o baja. Estos casos forman parte del resultado espacial obtenido y muestran diferencias entre la clasificación del índice y la localización de algunos contratos materializados.

El resultado de esta etapa corresponde a una comparación espacial entre la clasificación territorial generada por el índice y los contratos ATO históricos georreferenciados. Las superposiciones cartográficas utilizadas para esta revisión se incorporan como respaldo gráfico en los anexos correspondientes.

7.2. Resultado Final.

La aplicación metodológica permitió integrar la información histórica de 30 contratos de ampliación de territorio operacional materializados en Rancagua y Machalí con antecedentes territoriales y operacionales asociados a la expansión sanitaria. A partir de esta información se construyó una base de análisis espacial compuesta por 6.114 unidades territoriales ubicadas dentro del límite urbano y fuera del territorio operacional vigente, las cuales fueron evaluadas mediante cinco criterios: distancia al territorio operacional, proximidad a contratos ATO históricos, cercanía a redes de agua potable, cercanía a redes de aguas servidas y accesibilidad vial.

La integración de estos criterios permitió asignar un puntaje global a cada unidad territorial y clasificarlas según niveles de presión potencial de expansión sanitaria. Como resultado, se identificaron sectores con una mayor concentración relativa de puntajes en áreas específicas de Rancagua y Machalí, diferenciándolos de aquellas zonas que presentan condiciones territoriales y operacionales menos favorables para procesos de expansión. Esta clasificación quedó representada mediante mapas de priorización territorial y fichas específicas para los sectores identificados.

Finalmente, la superposición entre los sectores priorizados y los contratos ATO materializados permitió observar una concordancia espacial entre parte de las áreas clasificadas con presión media o alta y los procesos históricos de expansión sanitaria registrados en ambas comunas. El resultado final de la investigación corresponde, por tanto, a una clasificación territorial comparativa que reúne antecedentes previamente dispersos y permite distinguir espacialmente los sectores urbanos según sus condiciones asociadas a la presión potencial de expansión sanitaria.

8. CONCLUSIONES

La investigación permitió cumplir el objetivo general planteado, al desarrollar y aplicar una metodología orientada a priorizar sectores urbanos fuera del territorio operacional de Essbio según su presión potencial de expansión sanitaria. Esta priorización se construyó a partir de la integración de antecedentes históricos de contratos ATO, información territorial, redes de agua potable, redes de aguas servidas, vialidad principal y límites operacionales existentes.

El principal resultado de la investigación no corresponde a una predicción determinística de futuras ampliaciones del territorio operacional, sino a la construcción de una herramienta de apoyo a la gestión territorial. Esta herramienta permite ordenar sectores urbanos fuera del área operacional vigente mediante una clasificación de baja, media y alta presión potencial, generando una lectura territorial previa a la evaluación formal de solicitudes de factibilidad y contratos ATO. Desde esta perspectiva, la investigación respondió a la problemática inicial relacionada con la ausencia de un mecanismo estructurado para integrar información territorial en la gestión de expansión operacional. El estudio permitió transformar antecedentes que normalmente se encuentran dispersos (contratos históricos, localización de redes, límite urbano, vialidad y territorio operacional) en una base espacial comparable, aplicable sobre unidades territoriales homogéneas.

El cumplimiento del objetivo no se expresa únicamente en la generación de un mapa de priorización, sino en la construcción de una secuencia metodológica replicable: recopilación y caracterización de contratos ATO, construcción de una base territorial, definición de criterios de presión potencial, aplicación de puntajes, clasificación de sectores y contraste espacial con procesos históricos de expansión sanitaria. En consecuencia, la principal conclusión general del estudio es que la gestión de expansión del territorio operacional puede fortalecerse mediante la incorporación de una lectura territorial anticipativa, capaz de complementar el modelo formal de evaluación vigente. Esta lectura no reemplaza los procedimientos técnicos, económicos, normativos o contractuales de la empresa, pero permite disponer de una base previa para identificar sectores que concentran señales territoriales y operacionales asociadas a expansión sanitaria.

8.1. Cumplimiento de objetivos y respuesta al problema de investigación

La investigación cumplió el objetivo general, ya que permitió generar una metodología aplicada para priorizar sectores con presión potencial de expansión operacional dentro del área urbana analizada en Rancagua y Machalí. A partir de la herramienta desarrollada, fue posible clasificar sectores urbanos fuera del territorio operacional según niveles de baja, media y alta presión potencial de expansión sanitaria.

Asimismo, los objetivos específicos fueron abordados de manera secuencial durante el desarrollo de la investigación. En primer lugar, se revisó literatura

nacional e internacional asociada a planificación adaptativa, integración urbano-sanitaria, gobernanza del agua y herramientas territoriales de apoyo a la toma de decisiones. Esta revisión permitió fundamentar la problemática y situar el estudio dentro de una discusión más amplia sobre la desalineación entre crecimiento urbano e infraestructura sanitaria.

En segundo lugar, se caracterizó el modelo actual de gestión de expansión del territorio operacional de Essbio, identificando actores, procesos, instrumentos, plataformas y criterios de decisión utilizados en la evaluación de factibilidades, contratos ATO y mecanismos asociados al artículo 52 bis. Este análisis permitió reconocer que el modelo vigente cuenta con una estructura formal y trazable, pero que se activa principalmente a partir del ingreso de solicitudes o requerimientos específicos.

En tercer lugar, se sistematizaron los contratos ATO materializados en Rancagua y Machalí durante el período analizado, incorporando variables contractuales, habitacionales, territoriales y operacionales. Esta etapa permitió transformar registros administrativos en una base histórica útil para analizar patrones de expansión sanitaria.

En cuarto lugar, se construyó una base territorial mediante QGIS, integrando el límite urbano, el territorio operacional, los contratos ATO georreferenciados, las redes de agua potable, las redes de aguas servidas y la vialidad principal. Sobre esta base se aplicaron criterios de proximidad y se construyó un índice de presión potencial de expansión sanitaria.

Finalmente, se evaluó la concordancia espacial entre los sectores priorizados por la herramienta y los contratos ATO materializados. Esta revisión permitió observar relaciones espaciales entre áreas clasificadas con presión media y alta y sectores donde ya se habían producido procesos históricos de ampliación operacional. De esta forma, la investigación dio respuesta a la problemática planteada, al proponer una forma estructurada de integrar información histórica, territorial y operacional en una herramienta de apoyo para la gestión anticipativa de la expansión sanitaria.

8.2. Conclusiones integradas a partir de los apartados de la investigación

El estado del arte permitió concluir que la desalineación entre crecimiento urbano e infraestructura sanitaria no constituye un fenómeno aislado, sino una problemática reconocida en la literatura asociada a planificación urbana, gestión del agua y gobernanza de servicios básicos. La revisión bibliográfica muestra que la falta de integración entre instrumentos urbanos y sanitarios puede generar brechas de cobertura, respuestas reactivas y mayores dificultades para anticipar demandas futuras.

El análisis del sujeto de estudio permitió concluir que Essbio dispone de un modelo de evaluación formalizado para abordar solicitudes de factibilidad, contratos ATO y mecanismos asociados al artículo 52 bis. Este modelo presenta fortalezas relevantes en términos de trazabilidad, definición de responsabilidades, participación de áreas técnicas y existencia de criterios económicos y operacionales. Sin embargo, su principal limitación se encuentra en el momento en que se activa, dado que normalmente responde a solicitudes ya ingresadas o a proyectos urbanos que se encuentran en desarrollo.

La propuesta y aplicación metodológica permitieron concluir que es posible construir una lectura territorial previa utilizando información disponible dentro de la organización y fuentes territoriales complementarias. La integración de contratos ATO, redes sanitarias, vialidad y límite operacional permitió ordenar el territorio en unidades comparables, generando una base de análisis distinta a la revisión caso a caso que caracteriza el proceso tradicional.

Los resultados de la caracterización de contratos ATO permitieron concluir que estos antecedentes tienen valor como memoria territorial de la expansión sanitaria. Los contratos analizados muestran diferencias según comuna, tipo de proyecto, número de viviendas y distancia respecto del territorio operacional. No obstante, también muestran patrones relevantes, especialmente la existencia de una proporción importante de contratos ubicados a distancias relativamente cercanas al sistema operacional existente.

La aplicación del índice multicriterio permitió concluir que el territorio urbano fuera del territorio operacional no presenta una condición homogénea. La clasificación de 6.114 unidades territoriales en baja, media y alta presión potencial permitió diferenciar sectores y reconocer zonas donde se acumulan condiciones territoriales y operacionales asociadas a expansión sanitaria.

Finalmente, el contraste espacial entre sectores priorizados y contratos ATO materializados permitió concluir que a herramienta muestra concordancia exploratoria con parte de los patrones históricos observados; esa concordancia no constituye validación predictiva concluyente. Sin embargo, dicha concordancia debe interpretarse como una revisión aplicada y no como una validación estadística absoluta, dado que la materialización de un contrato ATO depende también de variables técnicas, económicas, normativas e institucionales que exceden el alcance del índice desarrollado.

8.3. Implicancias de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos tienen implicancias relevantes para la gestión de expansión del territorio operacional. En primer lugar, muestran que la empresa dispone de información suficiente para construir una lectura territorial previa al ingreso formal de nuevas solicitudes. Esta información, al ser organizada

espacialmente, permite identificar sectores donde se concentran señales asociadas a presión potencial de expansión sanitaria.

En segundo lugar, la investigación muestra que los contratos ATO históricos no deben ser entendidos solo como antecedentes contractuales cerrados, sino también como registros territoriales de procesos de expansión ya materializados. Al ser sistematizados y georreferenciados, estos contratos permiten reconocer sectores donde el crecimiento urbano ha requerido incorporación al sistema sanitario formal.

En tercer lugar, los resultados muestran que la proximidad al territorio operacional es una variable relevante, pero no suficiente por sí sola para explicar la expansión sanitaria. La existencia de contratos próximos al límite operacional y también de casos emplazados a mayores distancias demuestra que la expansión responde a una combinación de factores territoriales, técnicos, económicos e institucionales.

En cuarto lugar, la herramienta multicriterio permite ordenar el análisis territorial y diferenciar sectores de mayor y menor presión potencial. Esta clasificación puede aportar una base inicial para estructurar conversaciones internas entre áreas vinculadas a Nuevos Clientes, Planificación, infraestructura y gestión territorial.

En quinto lugar, la existencia de sectores clasificados con alta presión potencial sin contratos ATO materializados durante el período analizado constituye una implicancia relevante del modelo. Estos sectores no representan necesariamente futuras ampliaciones, pero sí corresponden a áreas que reúnen condiciones territoriales y operacionales que podrían ser observadas con mayor atención en procesos posteriores.

En síntesis, la principal implicancia del estudio es que la expansión del territorio operacional puede ser abordada no solo como una respuesta a solicitudes específicas, sino también como un proceso territorial que puede ser observado, clasificado y actualizado mediante información histórica y espacial.

8.4. Alcances y límites del modelo desarrollado

El modelo desarrollado debe entenderse como una herramienta de apoyo a la gestión territorial y no como un mecanismo automático de decisión. Su función principal es entregar una primera lectura del territorio urbano fuera del territorio operacional, identificando sectores con distintos niveles de presión potencial de expansión sanitaria.

El índice permite priorizar sectores en función de variables de proximidad territorial y operacional, pero no determina por sí solo la factibilidad técnica de incorporación al sistema sanitario. Una celda clasificada con alta presión potencial no implica disponibilidad hidráulica, suficiencia de infraestructura, existencia de

derechos de agua, capacidad de plantas, viabilidad económica o aprobación normativa.

Una limitación metodológica adicional corresponde al uso de una ponderación equiponderada entre los criterios del índice. Esta decisión permitió construir una herramienta inicial de priorización sin introducir jerarquías subjetivas entre variables; sin embargo, no implica que todos los criterios tengan necesariamente la misma relevancia en procesos reales de expansión sanitaria. En la práctica, la incorporación futura de nuevos sectores al territorio operacional puede depender con mayor intensidad de restricciones técnicas, disponibilidad de infraestructura, derechos de agua, costos de obras, decisiones regulatorias o dinámicas urbanas específicas. Por ello, la ponderación utilizada debe entenderse como un supuesto de base para la aplicación piloto, susceptible de ser ajustado en futuras etapas mediante análisis de sensibilidad, validación con nuevos casos ATO o consulta estructurada a especialistas internos.

Asimismo, el modelo depende directamente de la calidad, actualización y completitud de la información utilizada. cambios en el territorio operacional, nuevas redes, actualización de contratos ATO, modificaciones en la vialidad o cambios en los instrumentos de planificación territorial pueden modificar los resultados del análisis.

Una limitación relevante corresponde a la ausencia de indicadores urbanos externos que podrían fortalecer la lectura territorial, tales como permisos de edificación, subsidios habitacionales, factibilidades rechazadas, solicitudes FTOP o DTOP, proyectos públicos, modificaciones normativas y antecedentes de desarrollo inmobiliario. La incorporación futura de estas variables permitiría mejorar la capacidad del modelo para representar señales urbanas emergentes.

También debe considerarse que la aplicación desarrollada corresponde a un caso piloto en Rancagua y Machalí. Si bien la estructura metodológica es replicable, su aplicación en otras localidades requiere ajustar criterios, revisar escalas territoriales, validar fuentes de información y considerar las particularidades operacionales de cada sistema sanitario. Por lo tanto, el modelo debe ser utilizado como una primera capa de análisis territorial. Su valor se encuentra en ordenar señales, identificar sectores de interés y complementar el proceso formal de evaluación, manteniendo siempre la necesidad de revisión técnica, económica, normativa y contractual en etapas posteriores.

8.5. Conclusiones profesionales desde la gestión del agua

Desde la perspectiva profesional de un ingeniero experto en gestión del agua, la investigación permite concluir que la expansión sanitaria no puede abordarse únicamente como un problema técnico de redes. Si bien la infraestructura, la capacidad hidráulica y la disponibilidad operacional son elementos indispensables,

la expansión del territorio operacional también involucra variables territoriales, institucionales, urbanas, económicas y de coordinación interna.

Una primera conclusión profesional es que la gestión sanitaria requiere integrar información dispersa para transformarla en conocimiento útil para la toma de decisiones. En este caso, contratos ATO, redes sanitarias, límites urbanos, vialidad y territorio operacional adquieren mayor valor cuando son analizados en conjunto y no como antecedentes aislados.

Una segunda conclusión profesional es que la planificación de infraestructura debe avanzar hacia esquemas más anticipativos. En contextos de crecimiento urbano, esperar únicamente el ingreso de solicitudes puede limitar la capacidad de preparación de la empresa. Una lectura territorial previa permite identificar sectores que podrían requerir seguimiento antes de transformarse en requerimientos formales.

Una tercera conclusión se relaciona con la aplicación laboral práctica del modelo. La herramienta desarrollada puede servir como base para reuniones internas, revisión de sectores críticos, actualización de carteras territoriales y coordinación entre áreas técnicas y comerciales. Su utilidad no se encuentra en reemplazar la evaluación formal, sino en mejorar la preparación previa de la organización.

Desde el punto de vista de la gestión y administración, la investigación muestra la importancia de mantener información actualizada, trazable y reutilizable. Cada nueva solicitud, factibilidad, contrato ATO, rechazo, condicionamiento u obra requerida puede transformarse en un dato territorial útil para fortalecer progresivamente el modelo. De esta forma, la gestión sanitaria puede avanzar hacia una lógica de aprendizaje institucional acumulativo.

En términos de desarrollo futuro profesional, el estudio refuerza la necesidad de formar capacidades que integren análisis territorial, comprensión regulatoria, gestión de infraestructura, manejo de datos y coordinación institucional. La gestión del agua requiere profesionales capaces de conectar la ciudad con la infraestructura, la información con la decisión y la operación actual con las presiones futuras.

Finalmente, desde una perspectiva valórica, la investigación permite reconocer que la expansión sanitaria tiene una dimensión pública relevante. Anticipar el crecimiento urbano y mejorar la gestión del territorio operacional no solo responde a una necesidad empresarial, sino también a una responsabilidad asociada a la provisión segura, oportuna y sostenible de servicios básicos. En ese sentido, la gestión del agua exige rigor técnico, prudencia en la interpretación de los datos y responsabilidad frente al desarrollo urbano y las comunidades que dependen de estos servicios.

9. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados y conclusiones obtenidos en la investigación, se recomienda modificar el modelo actual de gestión de expansión del territorio operacional de Essbio mediante la incorporación de una etapa previa de monitoreo, priorización y retroalimentación territorial continua. Esta modificación no reemplaza el procedimiento formal de evaluación de factibilidades, contratos ATO o mecanismos asociados al artículo 52 bis, sino que lo complementa con una lectura anticipativa del territorio.

La recomendación principal consiste en incorporar al modelo vigente una "Etapa 0" de análisis territorial previo, orientada a identificar sectores urbanos fuera del territorio operacional que presenten señales de presión potencial de expansión sanitaria. Esta etapa permitiría observar el territorio antes del ingreso formal de una solicitud, generando una base previa para orientar el seguimiento interno, la coordinación entre áreas y la preparación de antecedentes técnicos.

El modelo actual se activa principalmente a partir del ingreso de solicitudes de factibilidad o requerimientos específicos asociados a nuevos proyectos urbanos. En cambio, el modelo propuesto agrega una fase anterior de monitoreo territorial, de manera que el proceso pueda avanzar desde una lógica exclusivamente reactiva hacia una lógica complementaria de anticipación. Bajo esta propuesta, el flujo general recomendado sería el siguiente:

Monitoreo territorial anticipativo → identificación de sectores priorizados → cartera interna de seguimiento → ingreso de solicitud formal → evaluación técnica, económica y normativa → emisión de respuesta o propuesta → cierre administrativo → retroalimentación del modelo territorial.

9.1. Recomendaciones profesionales para el modelo de gestión

Se recomienda que Essbio incorpore una cartera interna de sectores urbanos fuera del territorio operacional, clasificados según niveles de baja, media y alta presión potencial de expansión sanitaria. Esta cartera permitiría ordenar el seguimiento territorial y diferenciar sectores que requieren mayor observación interna respecto de aquellos que presentan menor prioridad inicial.

Los sectores clasificados con alta presión potencial deberían ser revisados periódicamente por las áreas vinculadas a Nuevos Clientes y Planificación, considerando su proximidad al territorio operacional, cercanía a redes sanitarias, relación con contratos ATO históricos y conectividad vial. Esta revisión no implica reconocer factibilidad técnica automática, sino disponer de una alerta territorial temprana para análisis posteriores.

Los sectores clasificados con presión media deberían mantenerse bajo seguimiento, especialmente cuando existan nuevas solicitudes de factibilidad, cambios en instrumentos de planificación territorial, modificaciones en la vialidad,

ingreso de proyectos públicos o aparición de señales urbanas adicionales. Por su parte, los sectores de baja presión potencial podrían mantenerse registrados dentro de la base territorial, pero sin prioridad inmediata de revisión.

También, se recomienda fortalecer la coordinación entre las áreas que participan en el proceso de expansión operacional. Nuevos Clientes puede aportar información sobre solicitudes, factibilidades, FTOP, DTOP y contratos ATO; Planificación puede revisar restricciones de redes, capacidad e infraestructura; y las áreas responsables de información territorial pueden mantener actualizadas las capas espaciales utilizadas en el modelo.

9.2. Recomendaciones de aplicación del modelo desarrollado

Se recomienda utilizar la herramienta desarrollada en esta investigación como base piloto para una aplicación inicial en Rancagua y Machalí. Esta aplicación debería mantenerse como una herramienta de apoyo interno, orientada a ordenar información territorial y no a reemplazar las evaluaciones técnicas, económicas, normativas o contractuales establecidas por la empresa.

Para su aplicación práctica, se recomienda actualizar periódicamente las capas utilizadas en el modelo, incluyendo territorio operacional, redes de agua potable, redes de aguas servidas, contratos ATO, vialidad principal y límite urbano. La actualización de estas capas es fundamental para evitar que la herramienta opere con información desfasada respecto de la situación real del sistema sanitario y del crecimiento urbano. Asimismo, se recomienda incorporar progresivamente nuevos indicadores urbanos y operacionales que permitan fortalecer el análisis. Entre ellos se encuentran permisos de edificación, subsidios habitacionales, solicitudes de factibilidad, factibilidades rechazadas, solicitudes FTOP y DTOP, proyectos públicos, modificaciones de instrumentos de planificación territorial y antecedentes de desarrollo inmobiliario. Una recomendación relevante es que cada nueva solicitud ingresada al sistema no quede únicamente como registro administrativo, sino que sea incorporada como señal territorial dentro del modelo. De esta forma, las factibilidades ingresadas, rechazadas, condicionadas, aprobadas, los contratos ATO nuevos y las obras exigidas pueden alimentar la herramienta y mejorar progresivamente su capacidad de representar presiones urbanas y sanitarias.

Bajo esta lógica, el modelo debería funcionar como una herramienta dinámica de retroalimentación continua. Cada nuevo antecedente permitiría actualizar la lectura territorial, ajustar la clasificación de sectores y fortalecer la toma de decisiones futuras. Esta actualización puede realizarse mediante un ciclo de registro, georreferenciación, incorporación al índice, revisión de sectores priorizados y validación interna.

9.3. Recomendaciones de implementación institucional

Para evitar que la herramienta quede como un ejercicio aislado, se recomienda definir responsables, periodicidad y mecanismos de actualización. Una alternativa es establecer una revisión trimestral de nuevas solicitudes, factibilidades y contratos ingresados, junto con una revisión semestral de la cartera de sectores priorizados.

Se recomienda que Nuevos Clientes mantenga actualizada la información asociada a solicitudes, factibilidades, contratos ATO y antecedentes de proyectos fuera del territorio operacional. La Subgerencia de Planificación y Gestión de Inversiones debería participar en la revisión de capacidad, restricciones operacionales, obras requeridas y relación con inversiones futuras. Asimismo, se recomienda que la información territorial sea administrada mediante una base GIS corporativa o, en una etapa posterior, mediante un tablero territorial integrado con plataformas corporativas existentes. Esto permitiría vincular la información espacial con sistemas de seguimiento interno, reduciendo la dependencia de archivos aislados y mejorando la trazabilidad de los antecedentes utilizados para la priorización.

También se recomienda establecer instancias periódicas de revisión entre áreas, donde se analicen los sectores clasificados con mayor presión potencial y se actualicen los antecedentes disponibles. Estas instancias podrían funcionar como reuniones técnicas de seguimiento territorial, orientadas a revisar señales emergentes, identificar restricciones preliminares y definir sectores que requieren mayor análisis.

9.4. Recomendaciones según escenarios de aplicación

En un escenario de corto plazo, se recomienda mantener la aplicación piloto en Rancagua y Machalí, utilizando el modelo como herramienta interna de monitoreo territorial. En esta etapa, el objetivo principal sería validar su utilidad práctica, revisar la calidad de las capas utilizadas y ajustar los criterios antes de extender su aplicación a otras localidades. En un escenario de mediano plazo, se recomienda replicar la metodología en otras comunas o localidades que presenten presión urbana, crecimiento habitacional o presencia recurrente de solicitudes fuera del territorio operacional. Esta replicación debería considerar ajustes locales según configuración urbana, disponibilidad de redes, crecimiento territorial y características propias de cada sistema sanitario. En un escenario de largo plazo, se recomienda integrar la herramienta a un tablero territorial corporativo de expansión operacional. Este tablero podría consolidar información proveniente de GIS, SAP, Plataforma de Negocios, factibilidades, contratos ATO, FTOP, DTOP y antecedentes externos de planificación urbana. Su finalidad sería disponer de una herramienta institucional de seguimiento permanente para apoyar la gestión estratégica del territorio operacional.

En un escenario conservador, el modelo puede utilizarse únicamente como insumo de análisis interno para reuniones de coordinación y revisión de sectores sensibles. En un escenario avanzado, podría vincularse con procesos de planificación de inversiones, priorización de estudios, coordinación con municipios y seguimiento de sectores con presión urbana emergente.

9.5. Recomendaciones personales y profesionales

Desde la perspectiva profesional como ingeniero, se recomienda abordar la expansión del territorio operacional como un problema de gestión integrada y no solamente como una evaluación técnica de redes. La infraestructura sanitaria debe analizarse en relación con el crecimiento urbano, la normativa vigente, la disponibilidad operacional, la información territorial y la coordinación institucional. A su vez se recomienda fortalecer capacidades profesionales vinculadas al análisis territorial, manejo de información espacial, interpretación de datos, comprensión regulatoria y coordinación entre áreas. La gestión futura del agua requerirá profesionales capaces de conectar información técnica con decisiones estratégicas, especialmente en contextos urbanos dinámicos. Por último, se recomienda mantener una actitud prudente frente al uso de herramientas de priorización. El modelo desarrollado permite ordenar información y detectar señales territoriales, pero no sustituye el juicio técnico ni la evaluación formal de factibilidad. Su valor se encuentra en apoyar mejores preguntas, anticipar revisiones y fortalecer la preparación institucional frente al crecimiento urbano.

En síntesis, la recomendación principal de esta investigación es modificar el modelo actual de gestión de expansión del territorio operacional incorporando una etapa anticipativa y dinámica de monitoreo territorial. Esta etapa permitiría que la información acumulada por la sanitaria no solo sirva para responder solicitudes, sino también para aprender de ellas, actualizar el modelo y fortalecer progresivamente la toma de decisiones sobre expansión sanitaria.

10. BIBLIOGRAFÍA

Angel , S., Parent , J., Civco , D., & Blei, A. (2011). *The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000–2050. Progress in Planning, 75(2).* 10.1016/j.progress.2011.04.001

Bach, P. M., Deletic, A., McCarthy, D. T., & Stokes, A. (2015). *Revisiting land use classification and spatial aggregation for modelling integrated urban water systems. Landscape and Urban Planning, 143*. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.06.004

Bertaud, A. (2002). *The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence? World Bank.* https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/129541468782382523

Bravo, J. A. (2025). *Beyond coverage: Unveiling income and spatial inequalities in access to water and sanitation services in Chile. https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.102061*

Brueckner, J. K. (2000). *Urban sprawl: Diagnosis and remedies. International Regional Science Review, 23*(2). https://doi.org/10.1177/016001700761012710

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). *Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2*(3). https://doi.org/10.1177/016001700761012710

Eastman, J. R. (1999). *Multi-criteria evaluation and GIS (2 ed., Vol. Geographical Information Systems: Principles and Technical Issues)*. John Wiley & Sons.

Essbio. (2023). *Evaluación técnico–económica para propuestas ATO/52 bis.*

Essbio. (2024). *Procedimiento de evaluación de factibilidades.*

Essbio. (2026). Tablero de derechos de agua criterios ATO/52 bis.

González-Mathiesen, C., Palma, C., Jara, C., & Zapata, R. (2023). *Assessing the integration of planning instruments for urban land use and water service. Utilities Policy.* 10.1016/j.jup.2023.101635

Janssen, M., Goosen, H., & Omtzigt, N. (2006). *A simple mediation and negotiation support tool for water management in the Netherlands. Landscape and Urban Planning,. Landscape and Urban Planning, 78*(1-2). https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.05.005

Liu, X., He, J., Yao, Y., Zhang, J., Liang, H., Wang, H., & Hong, Y. (2017). *Classifying urban land use by integrating remote sensing and social media data.*

Landscape and Urban Planning. https://doi.org/10.1080/13658816.2017.1324976

Marchau, M., Walker, W., Bloemen, P., & Popper, S. (2019). *Decision Making under Deep Uncertainty: From Theory to Practice.* Springer. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.12.032

Ministerio de Obras Publicas. (1988). *Decreto con Fuerza de Ley N° 382: Ley General de Servicios Sanitarios.* Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=5545

Molinos-Senante, M., Sala-Garrido, R., & Lafuente, M. (2015). T*he role of environmental variables on the efficiency of water and sewerage companies: a case study of Chile. Environmental Science and Pollution Research, 22*(13). https://doi.org/10.1007/s11356-015-4225-0

Morrison, P., & Brown, R. (2011). *Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. Landscape and Urban Planning, 99*(2). https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.08.019

Orgoványi, P., & Karches, T. (2014). *GIS-Based Model Parameter Enhancement for Urban Water Utility Networks. Urban Science, 8*(2), 35. https://doi.org/10.3390/urbansci8020035

Pahl-Wostl, C. K. (2020). *Enhancing the capacity of water governance to deal with complex management challenges: A framework of analysis. Environmental Science & Policy, 107.* https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.02.011

Pickard, B. R., Nash, L. L., Baynes, J., & Mehaffey, M. (2017). *Planning for community resilience to future United States domestic water demand. Landscape and Urban Planning, 158*. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.002

Smolka, M. O., & Biderman, C. (2011). H*ousing informality: An economist's perspective on urban planning. (N. Brooks, K. Donaghy, & G.-J. Kieran, Edits.) The Oxford Handbook of Urban Economics and Planning*. 10.1093/oxfordhb/9780195380620.013.0036

Uchegbu, S. N. (2009). *Effective planning and management as critical factors in urban water supply and management in Umuahia and Aba, Abia State, Nigeria. Physics and C*hemistry of the Earth. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 34*(1-2). 10.1016/j.pce.2008.08.004

Viera, O., & Malekpour, s. (2020). A*n analysis of adaptive planning capacity: The case of chilean water utilities. Utilities Policy, 65*. https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101064

Vinagre, V., Fidélis, T., & Luís, A. (2025). *How can we adapt together? Exploring barriers, drivers, and tools for collaboration between water and urban experts. Water Policy, 27*(4). https://doi.org/10.2166/wp.2025.176

11. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

Acrónimos, siglas y abreviaturas

Sigla / abreviatura	Significado
AP	Agua Potable.
APD	Analista de Proyectos Domiciliarios.
APE	Administrador de Proyectos de Expansión.
APF	Analista de Planificación Financiera.
APT	Administrador de Proyectos de Terceros.
AS	Aguas Servidas.
ATO	Ampliación de territorio operacional.
ATP	Adaptation Tipping Points; puntos críticos o umbrales de adaptación.
DAA	Derechos de Aprovechamiento de Aguas.
D.F.L.	Decreto con Fuerza de Ley.
DMDU	Decision Making under Deep Uncertainty; toma de decisiones bajo incertidumbre profunda.
DTOP	Solicitud o proyecto ubicado dentro del territorio operacional.
FAI	Factibilidad de Alto Impacto.
FTOP	Solicitud o proyecto ubicado fuera del territorio operacional.
GIS	Sistema de Información Geográfica, por su denominación en inglés Geographic Information System.
GPNT.NCL.004.PR	Código interno del procedimiento de evaluación técnico–económica para propuestas ATO/52 bis de Essbio.
IGP	Ingeniero de Gestión de Planificación.
IPM	Ingeniero de Planificación y Modelación.
JDNC	Jefe de Departamento de Nuevos Clientes.
JPGI	Jefe de Planificación y Gestión de Inversiones.
MOP	Ministerio de Obras Públicas.
OTPP	Modelo corporativo de evaluación económica utilizado en el análisis financiero de proyectos.
PRC	Plan Regulador Comunal.
QGIS	Software de Sistema de Información Geográfica utilizado para análisis espacial.
RDM	Robust Decision Making; toma de decisiones robusta.
RIDAA	Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado.
SAP	Sistema corporativo utilizado para el registro y gestión de solicitudes.
SERVIU	Servicio de Vivienda y Urbanización.
SGN	Subgerencia de Nuevos Clientes.
SSR	Sistemas de Servicios Sanitarios Rurales.
TOP	Territorio operacional.

Glosario

Ampliación de territorio operacional

Mecanismo mediante el cual se incorpora formalmente un nuevo sector urbano al área de prestación sanitaria concesionada. En esta investigación, las ampliaciones materializadas se utilizan como antecedentes históricos para caracterizar los procesos de expansión de Essbio.

Artículo 52 bis

Mecanismo contemplado en la Ley General de Servicios Sanitarios para gestionar prestaciones sanitarias fuera del territorio operacional. En el contexto de esta investigación, se asocia principalmente a la prestación de servicios en sectores rurales.

Coherencia espacial

Correspondencia o cercanía territorial observada entre los contratos ATO materializados y los sectores clasificados con mayor presión potencial de expansión sanitaria. Su evaluación no constituye una validación estadística ni una predicción determinística.

Contrato ATO

Instrumento contractual mediante el cual se formalizan las condiciones técnicas, económicas, operacionales y administrativas asociadas a un proceso de ampliación de territorio operacional.

Factibilidad de alto impacto

Solicitud o proyecto que, debido a su magnitud o características, puede generar efectos relevantes sobre la infraestructura sanitaria existente y requiere un proceso de evaluación técnica y económica de mayor complejidad.

Gestión anticipativa

Enfoque orientado a identificar y monitorear señales territoriales antes del ingreso formal de solicitudes o de la materialización de nuevos proyectos urbanos. Su finalidad es mejorar la preparación institucional y apoyar la planificación, sin reemplazar las evaluaciones formales.

Grilla espacial de análisis

División homogénea del territorio en unidades espaciales comparables, utilizada para calcular distancias, asignar puntajes y representar los niveles relativos de presión potencial de expansión sanitaria.

Herramienta espacial multicriterio

Instrumento desarrollado en QGIS que integra distintos criterios territoriales y operacionales para comparar y priorizar sectores urbanos ubicados fuera del territorio operacional.

Planificación adaptativa

Enfoque de planificación aplicable a contextos de incertidumbre, basado en el monitoreo continuo, la revisión de señales y la posibilidad de ajustar las decisiones conforme cambian las condiciones territoriales, operacionales o regulatorias.

Presión potencial de expansión sanitaria

Clasificación territorial relativa que representa la concentración de condiciones asociadas a procesos de expansión sanitaria. En esta investigación se obtiene mediante la integración de cinco criterios y se expresa en niveles de presión baja, media y alta. No representa por sí sola una predicción ni determina factibilidad técnica.

Priorización territorial

Proceso mediante el cual se ordenan y diferencian sectores urbanos según las condiciones territoriales y operacionales observadas, con el propósito de orientar el seguimiento y apoyar la toma de decisiones.

Territorio operacional

Área geográfica concesionada dentro de la cual una empresa sanitaria tiene la obligación de prestar los servicios sanitarios correspondientes.

Unidad territorial

Cada celda individual de la grilla espacial sobre la cual se calcularon las distancias, se asignaron los puntajes de los cinco criterios y se obtuvo una valoración global.

12. ANEXOS

12.1. Anexo 1: Fichas bibliográficas

Ficha Nº1	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	An analysis of adaptive planning capacity: The case of chilean water utilities Viera, O., & Malekpour, S. (2020). *An analysis of adaptive planning capacity: The case of Chilean water utilities*. Utilities Policy, 65, 101064. https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101064
Palabras Claves	Adaptive planning; Water utilities; Robustness
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1. “The planning process is driven by the search for robustness.” (p. 2) 2. “Reactive management without strategic planning might be very costly…” (p. 1) 3. “Practitioners rely on scenario projections… without wider consideration of socio-political, economic, or climatic dynamics.” (p. 5) 4. “Urban water utilities do not always declare their future investments in the Development Plans…” (p. 5) 5. “There is a predominance of traditional and commonly used infrastructure solutions…” (p. 4) 6. “Current regulations do not promote consideration of non-traditional alternatives.” (p. 4) 7. “Most commonly, water companies rely on ad-hoc contingency measures to cope with uncertainties.” (p. 7) REDACCIONES PROPIAS El artículo analiza la distancia entre la teoría de la planificación adaptativa y la práctica real de las sanitarias chilenas. Identifica que las sanitarias dependen de escenarios limitados, aplican soluciones tradicionales, declaran pocas inversiones anticipadas y operan principalmente de manera reactiva frente a cambios urbanos y climáticos. También muestra restricciones regulatorias que afectan la adopción de soluciones innovadoras.
Aporte especifico que se cree obtener	1. Apoyar el diagnóstico de que Essbio no integra adecuadamente el crecimiento urbano en su planificación 2. Mostrar que el marco regulatorio inhibe la declaración temprana de inversiones, fundamento crítico para explicar la desalineación entre expansión urbana y expansión operacional. 3. Justificar que el modelo propuesto debe orientarse a robustez frente a escenarios territoriales cambiantes 4. Fortalecer la propuesta de introducir un sistema de señales y tipping points territoriales como parte del modelo de gestión. 5. Respaldar la argumentación de que la expansión operacional debe pasar de “ad hoc” a “anticipatoria”.
Materiales más significantes	**Tabla 2:** Distribución de clientes por sanitaria → útil para contextualizar Essbio dentro del sector. **Tabla 3:** Categorías y temas emergentes → permite argumentar brechas sectoriales. **Tabla 4:** Estrategias de adopción de innovación → fundamenta los elementos del modelo de gestión propuesto.

Ficha Nº2	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	Assessing the integration of planning instruments for urban land use and water service González-Mathiesen, C., Palma, C., Jara, C., & Zapata, R. (2023). *Assessing the integration of planning instruments for urban land use and water service*. Utilities Policy, 84, 101635. https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101635
Palabras Claves	Urban land-use planning; Water services planning; Urban growth; Integration; Operational territory; Expansion plans.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Land-use and water-service planning should be integrated.” (p. 1) 2.- “We find inconsistencies between water service and land-use planning instruments.” (p. 1) 3.- “Rapid unplanned urbanization may lead to serious shortages of infrastructure and limited access to urban services.” (p. 2) 4.- “Urban growth and residential zones should be defined by their availability of water.” (p. 2) 5.- “The lack of integration prevails despite the evidence that unsustainable land-use planning practices produce inadequate water services.” (p. 3) 6.- “Water companies prepare operational territories and expansion plans; municipalities prepare land-use plans and sanitary feasibility studies.” (p. 3) 7.- “Most of the studied instruments do not refer to the relevant information in the other corresponding instrument.” (p. 5) 8.- “Water companies are not considering urban planning instruments when defining their instruments, and vice versa.” (p. 5) 9.- “The Spatial Coverage Index shows that more than 50% of the urban area was not part of the operational territory of the water companies.” (p. 6) 10.- “This practice generates discrepancies… creating urban areas without water service coverage.” (p. 5–6) 11.- “The Potential Expansion Index shows major discrepancies between current population served and the potential population projected by land-use plans.” (p. 6) 12.- “The lack of coherence suggests that permitted population densities are unlikely to be supplied with drinking water.” (p. 8) 13.- “The major reason for deficient integration is that water companies do not consider the urban growth guidelines given by land-use plans.” (p. 8) REDACCIÓN PROPIA El estudio demuestra que en Chile existe una desconexión estructural entre los instrumentos sanitarios (TOP, Plan de Expansión) y los instrumentos urbanos (PRC, Estudios de Factibilidad). Esta desconexión produce brechas espaciales: grandes áreas dentro del límite urbano no están cubiertas sanitariamente. También produce brechas demográficas: las estimaciones de población futura entre ambos instrumentos no coinciden. La falta de integración genera riesgo de déficit de infraestructura, retrasos en cobertura y problemas de seguridad hídrica urbana. Los autores proponen indicadores cuantitativos (Spatial Coverage Index, Potential Expansion Index, Potential Demand Index) que evidencian la magnitud de estas brechas. Se identifica que las empresas sanitarias no utilizan información urbana en su planificación, y que los municipios tampoco consideran información sanitaria al definir crecimiento urbano.

Ficha Nº2	Tipo de lectura
Aporte especifico que se cree obtener	1.- Validación científica del problema central del estudio 2.- Soporte técnico para justificar el modelo de gestión 3.- Evidencia de brechas entre expansión urbana y cobertura sanitaria 4.- Justificación regulatoria e institucional 5.- Base para recomendaciones finales.
Materiales más significantes	**Fig.1:** Caso Quillon – Relación entre urban boundary y operational territory (útil para ilustrar desalineaciones urbano–sanitarias). **Tabla 1:** Tamaños urbanos vs operacional – demuestra brechas espaciales. **Tabla 2:** Marco de evaluación (Appraisal Points A, B, C). **Fig. 2:** Indicadores normalizados – base conceptual para el modelo. **Tabla 3:** Resultados de integración – fuerte evidencia empírica para justificar el diagnóstico.

Ficha Nº3	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	How can we adapt together? Exploring barriers, drivers, and tools for collaboration between water and urban experts. Vinagre, V. H. G. C. T., Fidélis, T., & Luís, A. (2025). How can we adapt together? Exploring barriers, drivers, and tools for collaboration between water and urban experts. Water Policy, 27(4), 447–464. https://doi.org/10.2166/wp.2025.176
Palabras Claves	Collaboration; Water service providers; Spatial planning; Urban adaptation; Governance; Climate change; Cross-sector planning.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “The combined pressures of urbanisation, population growth and climate change create complex challenges for cities.” (PDF p. 1) 2.- “Collaboration between water management and spatial planning is increasingly recognised as essential.” (PDF p. 1) 3.- “Collaboration involves sharing information, activities, resources and decision-making between organisations.” (PDF p. 2) 4.- “However, studies exploring how collaboration can be operationalised remain scarce.” (PDF p. 2) 5.- “The lack of integration between water and planning sectors persists in many countries.” (PDF p. 3) 6.- “Most planning instruments analysed show limited reference to water management responsibilities.” (PDF p. 5) 7.- “Practitioners expressed that collaboration is mostly ad hoc and dependent on informal communication.” (PDF p. 7) 8.- “Barriers include the absence of clear standards, lack of tools and limited institutional capacity.” (PDF p. 8) 9.- “Decision-making processes are often slow and fragmented.” (PDF p. 8) 10.- “Most participants supported the creation of a dedicated structure to facilitate collaboration.” (PDF p. 9) 11.- “The integration of plans does not occur in an objective and structured manner.” (PDF p. 10) 12.-“Urban adaptation requires not only technical solutions but coordination across sectors and levels of governance.” (PDF p. 11) REDACCIÓN PROPIA

Ficha Nº3	Tipo de lectura
	El estudio analiza cómo mejorar la colaboración entre los sectores de gestión del agua y planificación urbana para enfrentar presiones combinadas (urbanización, crecimiento poblacional, cambio climático). Encuentra que la colaboración actual es informal, fragmentada y carece de estándares, herramientas y estructuras institucionales. La falta de integración entre instrumentos urbanos y sanitarios limita la adaptación y la capacidad de anticipar demandas futuras, proponiendo seis dimensiones para estructurar una colaboración efectiva: marco normativo, visión compartida, articulación de instrumentos, guías técnicas, estructura facilitadora y mecanismos de comunicación.
Aporte especifico que se cree obtener	1. Fundamento directo del problema de Essbio en Rancagua 2. Justificación del modelo de gestión anticipativa 3. Apoyo científico para incluir “señales territoriales” en la metodología 4. Sustento institucional para proponer una unidad / protocolo interno en Essbio 5. Base para discutir barreras de gobernanza en Chile.
Materiales más significantes:	**Figuras 4–7:** Mapeo conceptual de colaboración; evidencia visual útil para el capítulo de Estado del Arte. **Resultados cualitativos (p. 7–10):** Bases para explicar por qué Essbio opera reactivamente. **Propuesta de estructura facilitadora (p. 9–11):** Utilizable como marco para recomendar un modelo institucional de anticipación de expansión operacional.

Ficha Nº4	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	Landscapes of debt: Urban water supply and the production of space under peripheral financialization. Reis, N., & Sánchez Trujillo, S. (2024). Landscapes of debt: Urban water supply and the production of space under peripheral financialization. Geoforum, 148, 103935. *https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2023.103935*
Palabras Claves	Financialization; Urban water supply; Peripheral financialization; Urban space; Inequality; Infrastructure; Governance.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Puebla has seen enormous urban growth since the 1990s, doubling its number of dwellings between 1990 and 2010.” (PDF p. 1) 2.- “The largest part of this growth is estimated to be due to the autoconstruction of informal settlements… with very limited capacity to pay for urban services.” (PDF p. 1) 3.- “Financialization can be seen as a historically recurring transformation of capitalism… where profit making increasingly occurs through mobilising and trading loanable capital.” (PDF p. 1) 4.- “Water utilities have thus become increasingly financialized, i.e. they are seen as financial assets.” (PDF p. 3) 5.- “Urban megaprojects and large-scale residential developments… significantly contributed to the sharp increase of water users with new hydraulic infrastructure.” (PDF p. 7) 6.- “Between 2000 and 2010, the number of water users in Puebla increased by 43%.” (PDF p. 7) 7.- “Maintenance has been deficient in general… physical efficiency decreased from 64% to 59%.” (PDF p. 8)

Ficha Nº4	Tipo de lectura
	8.- “Leak repairs were fixed within a few hours in wealthy areas, while in poor areas it took around 15 days.” (PDF p. 8) 9.- “Price increases were especially high in areas with fixed tariffs, with an overall 62% increase for all strata.” (PDF p. 8) 10.- “The privatization and financialization of water in Puebla was prepared by the neoliberalization of land and housing policies.” (PDF p. 9) 11.- “Financial capital flows through space and through water, creating new forms of highly heterogeneous urban spaces.” (PDF p. 9) 12.- “Financialization is particularly profitable in the Latin American postcolonial context, characterized by stark inequality and a limited rule of law.” (PDF p. 9) REDACCIÓN PROPIA El artículo describe cómo el financiamiento del agua en la ciudad de Puebla reconfigura la provisión del servicio, produciendo desigualdades socioespaciales. Las decisiones de infraestructura y expansión se vinculan a dinámicas de inversión, urbanización acelerada y concentración del poder económico. Se muestra cómo el crecimiento urbano (formal e informal) crea nuevas demandas sobre la red, y cómo la priorización de sectores rentables genera brechas territoriales y deterioro en el mantenimiento. El estudio vincula urbanización, gobernanza e infraestructura con procesos económicos que moldean qué áreas reciben mejor servicio y refuerzos.
Aporte especifico que se cree obtener	1. Explica con evidencia internacional cómo el crecimiento urbano acelerado presiona la infraestructura sanitaria 2. Muestra cómo la infraestructura se expande favoreciendo sectores más rentables 3. Aporta un marco para entender cómo decisiones económicas moldean la planificación sanitaria. 4. Ilustra cómo la expansión urbana crea bases para la expansión sanitaria 5. Refuerza el diagnóstico sobre las brechas urbano–sanitarias
Materiales más significantes.	**Fig. 2 (p. 7):** Estructura accionaria → evidencia de actores financieros influyendo en infraestructura. **Fig. 3 (p. 9):** Comparación visual de barrios con acceso desigual → útil para ilustrar brechas territoriales. **Fig. 4 (p. 9):** Aumento de tarifas → muestra impacto territorial y económico de decisiones de infraestructura. **Tabla 1 (p. 5):** Créditos e inversiones → útil para entender cómo decisiones de financiamiento alteran expansión y mantenimiento.

Ficha Nº5	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	Wastewater in Latin American urban peripheries: Identifying research trends and challenges through a systematic literature review Guzmán-Sánchez, J., Perevochtchikova, M., & Kolb, M. (2024). *Wastewater in Latin American urban peripheries: Identifying research trends and challenges through a systematic literature review*. Science of the Total Environment, 931, 173019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173019
Palabras Claves	Wastewater; Urban Peripheries; Urban Expansión; Integrated management; Governance; Latin America; Sanitation infrastructure

Ficha Nº5	Tipo de lectura
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Wastewater related impacts are particularly relevant in the peripheries of cities, frequently associated with urban expansion.” (PDF p. 2) 2.- “These areas are often related to poverty and the informal economy, given their lack of urban services, including drainage and sanitation infrastructure.” (PDF p. 2) 3.- “Wastewater has been identified as the main pollution source in urban streams in Latin America.” (PDF p. 2) 4.- “Most studies were found to be operationalized using environmental geochemistry methodologies, suggesting a dominance of technical, reductionist approaches.” (PDF p. 1–2) 5.-“Integrated and mixed perspectives including actors and other societal elements are suggested as a central research challenge.” (PDF p. 2) 6.- “Without an integrated view, it will be unfeasible to enhance decision-making processes and governance in the pursuit of sustainable water management.” (PDF p. 2) 7.- “Studies tend to focus on urban areas more than peri-urban or rural areas, despite the relevance of transitional zones.” (PDF p. 5) 8.- “Territorial planning is among the least addressed research topics compared to pollution or treatment.” (PDF p. 6) 9.- “Governance and actors’ involvement are crucial to understanding wastewater management in urban peripheries.” (PDF p. 9) REDACCIÓN PROPIA El artículo presenta una revisión sistemática de 228 estudios sobre aguas servidas en periferias urbanas de América Latina. Identifica una fuerte concentración en enfoques técnicos y cuantitativos, con escasa integración de dimensiones territoriales, institucionales y de gobernanza. El trabajo evidencia que las periferias urbanas concentran déficits de infraestructura sanitaria y requieren enfoques integrados para mejorar la planificación, la toma de decisiones y la gestión del crecimiento urbano.
Aporte especifico que se cree obtener	1. Fundamentación del foco territorial de la tesina 2. Diagnóstico estructural de brechas sanitarias 3. Crítica a la planificación sanitaria tradicional 4. Soporte para integrar gobernanza y planificación urbana 5. Justificación del énfasis en planificación territorial
Materiales más significantes	**Fig. 1 (PDF p. 3):** Diagrama del proceso SALSA → útil para explicar rigor metodológico del estado del arte. **Fig. 4 y Fig. 5 (PDF p. 6):** Relación entre áreas urbanas, periurbanas y temas tratados → evidencia visual de la poca atención de las periferias. **Fig. 7 (PDF p. 8):** Relación entre temas, enfoques y metodologías → apoya la crítica a enfoques reduccionistas. **Tablas 1 y matrices de categorización (PDF p. 3–4):** Base conceptual para estructurar el análisis de instrumentos.

Ficha Nº6	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*A comparison between conventional and integrated water resources planning and management* *Matondo, J. I. (2002). A comparison between conventional and integrated water resources planning and management. Physics and Chemistry of the Earth, 27(11–22), 831–838 https://doi.org/10.1016/S1474-7065(02)00072-4*
Palabras Claves	Water resources planning; Integrated management; Institutional framework; Multi-sectoral planning; Governance.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Air, land and water are the three fragile components of the Spaceship Earth… highly integrated resources.” (PDF p. 1) 2.- “The quality of human life is directly dependent on how well these resources are managed.” (PDF p. 1) 3.- “Conventional water resources planning and management has failed to deliver the desired results.” (PDF p. 1) 4.- “Both approaches have failed to deliver the end results due to a missing link.” (PDF p. 1) 5.- “This missing link in both approaches is the institutional framework that coordinates water resources planning and management responsibilities and activities at all levels of government.” (PDF p. 1) 6.- “Multi-sectoral planning is essential if sectoral plans… are to be properly related to existing and proposed land-use development.” (PDF p. 3) 7.- “Water resources planning and management decisions have environmental, physical, social, and economic impacts that are widespread and pervasive.” (PDF p. 3) 8.- “The major missing link in both approaches is administrative integration.” (PDF p. 7) REDACCIÓN PROPIA El artículo compara la planificación tradicional de recursos hídricos con el enfoque integrado, concluyendo que ambos fracasan cuando no existe un marco institucional que coordine sectores, niveles de gobierno y escalas territoriales. El autor enfatiza que la planificación del agua debe vincularse explícitamente con el uso de suelo y otros sectores del desarrollo, destacando la integración administrativa y multisectorial como condición clave para enfrentar contextos de crecimiento urbano y demandas crecientes sobre la infraestructura.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Fundamenta teóricamente para poder integrar la planificación urbana y sanitaria, indicando que la expansión operacional no puede definirse aislada del uso de suelo 2. Soporta conceptualmente para el modelo de gestión propuesto, indicando que el problema no es técnico, sino de coordinación institucional. 3. Define cual es la base para criticar enfoques reactivos, argumentando que esperar a que la ciudad crezca para luego reforzar infraestructura es ineficiente. 4. Sustenta para lograr incorporar escalas y niveles de gobierno
Materiales más significantes	**Tabla 1 (PDF p. 3):** Clasificación de actividades de planificación → útil para estructurar niveles y escalas del modelo. **Fig. 1 (PDF p. 2):** Interacciones entre sistemas naturales y humanos → base conceptual para explicar presiones urbanas sobre infraestructura.

Ficha Nº7	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*A simple mediation and negotiation support tool for water management in the Netherlands* *Janssen, M. A., Goosen, H., & Omtzigt, N. (2006). A simple mediation and negotiation support tool for water management in the Netherlands. Landscape and Urban Planning, 78(1–2), 71–84 https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.05.005*
Palabras Claves	Mediation; Negotiation support; Water management; Participatory planning; Decision support systems; Governance.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “When the stakes of stakeholders are not properly incorporated during early phases of a planning process, it may later give rise to severe conflicts.” (PDF p. 1) 2.- “Water management problems are no longer predominantly a technical issue; they have become part of a complex policy process.” (PDF p. 2) 3.- “The institutional arrangements in Dutch water management have changed over the past decade.” (PDF p. 2) 4.- “Common-pool resources are widely studied… water resources are a common-pool resource.” (PDF p. 3) 5.- “Research on simulation–communication procedures provides the insight that communication helps to build trust relationships.” (PDF p. 3) 6.- “Participatory planning has become an important aspect of natural resource management.” (PDF p. 4) 7.- “The integration of plans does not occur in an objective and structured manner.” (PDF p. 10) 9.- “Negotiation aims at reaching compromises between stakeholders.” (PDF p. 10) REDACCIÓN PROPIA El artículo presenta una herramienta simple de apoyo a la mediación y negociación en gestión del agua, enfocada en integrar a los actores desde etapas tempranas del proceso de planificación. Demuestra que los problemas de gestión hídrica son esencialmente institucionales y de coordinación, no solo técnicos. A través de herramientas participativas (mapas de valores, escenarios y negociación), se reducen conflictos, se mejora la toma de decisiones y se fortalecen acuerdos colectivos en contextos de uso de suelo y expansión urbana.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Justificación de integrar actores tempranamente en la expansión operacional, ya que la falta de coordinación temprana con municipios y actores urbanos genera conflictos y retrasos en la expansión de redes. 2. Soporte para un modelo de gestión institucional (no técnico), centrándose en gobernanza y procesos decisionales. 3. Base para incorporar herramientas de priorización territorial, creando un marco conceptual para priorizar sectores de expansión operacional. 4. Sustento para mecanismos de negociación Sanitaria–Municipio, apoyando la creación de protocolos formales de coordinación 5. Refuerzo del enfoque colaborativo del modelo propuesto, debiendo incorporar espacios formales de coordinación interinstitucional.
Materiales más significantes.	**Fig. 1 (PDF p. 4):** Enfoques de apoyo a decisiones ambientales → base conceptual para el modelo de gestión. **Fig. 2–4 (PDF p. 6–9):** Mapas de valores y planes de actores → inspiración metodológica para priorización territorial. **Tablas 1–3 (PDF p. 8):** Preferencias de uso de suelo → analogía para identificar conflictos potenciales en expansión urbana.

Ficha Nº8	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Effective planning and management as critical factors in urban water supply and management in Umuahia and Aba, Abia State, Nigeria* *Uchegbu, S. N. (2009). Effective planning and management as critical factors in urban water supply and management in Umuahia and Aba, Abia State, Nigeria. Physics and Chemistry of the Earth, 34(1–2), 23–27 https://doi.org/10.1016/j.pce.2008.08.004*
Palabras Claves	Urban water supply; Planning; Management; Infrastructure; Urban growth; Funding; Governance
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- "Urban water supply is a public amenity that is not only crucial for the wellbeing of the people but is also critical to the socio-economic development of the urban environment." (PDF p. 1) 2.- "With the peculiarities associated with this task of providing good quality water to the urban population, effective planning and management cannot be overlooked." (PDF p. 1) 3.- "Rapid population growth and high urbanization rates have greatly influenced water supply systems." (PDF p. 1) 4.- "Poor maintenance of infrastructural facilities account for most shortfalls in water supply." (PDF p. 4) 5.- "Funding greatly influence the volume of water supplied in the study area." (PDF p. 3) 6.- "Manpower, funding and tank capacity have the greatest influence on urban water supply and management." (PDF p. 5) 7.- "Management of existing water systems can work better than merely increasing capacity." (PDF p. 5) REDACCIÓN PROPIA El estudio demuestra, mediante análisis estadístico y trabajo de campo, que la planificación y gestión son factores determinantes en el desempeño del abastecimiento urbano de agua. Identifica que el crecimiento urbano acelerado, combinado con deficiencias en mantenimiento, financiamiento y capacidades institucionales, genera déficits persistentes de servicio. El artículo enfatiza que mejorar la gestión de los sistemas existentes es más efectivo que expandir infraestructura sin planificación integrada.
Aporte especifico que se cree obtener.	**1. Fundamenta empíricamente el impacto del crecimiento urbano en la infraestructura sanitaria, sustentando que la expansión urbana presiona directamente los sistemas sanitarios.** **2. Justificación de priorizar planificación y gestión sobre expansión reactiva, reforzando que expandir redes sin modelo de gestión anticipativo es ineficiente.** **3. Soporte para incorporar variables de gestión en el modelo propuesto, debiendo integrar criterios de capacidad operativa.** **4. Base para discutir mantenimiento y refuerzos anticipados, justificando los refuerzos planificados antes del colapso del sistema**
Materiales más significantes.	**Tabla 1 (PDF p. 2):** Fuentes de abastecimiento → evidencia de dependencia de soluciones individuales en zonas urbanas. **Tablas 2 y 3 (PDF p. 3–4):** Resultados de encuestas y mantenimiento → base empírica para discutir fallas de gestión. **Fig. 1 (PDF p. 2):** Mapa hidrológico → contexto territorial del crecimiento urbano.

Ficha Nº9	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Pickard, B. R., Nash, M., Baynes, J., & Mehaffey, M. (2017). Planning for community resilience to future United States domestic water demand. Landscape and Urban Planning, 158, 75–86. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.014*
Palabras Claves	Water demand; Urban growth; Scenario planning; Resilience; Infrastructure planning; Domestic water use.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Climate and anthropogenic change are creating new pressures on global water resources.” (PDF p. 1) 2.- “Urban water demand is projected to increase significantly due to population growth and migration.” (PDF p. 1) 3.- “Many regions already experience water stress and, therefore, infrastructure planning must consider future demand scenarios.” (PDF p. 1) 4.- “Scenario-based planning allows the identification of counties vulnerable to future water demand.” (PDF p. 2) 5.- “Domestic water demand projections are essential for identifying future infrastructure needs.” (PDF p. 2) 6.- “Urban counties near metropolitan areas show the greatest projected increases in domestic water demand.” (PDF p. 5) 7.- “Without anticipatory planning, increased demand may lead to water shortages and infrastructure stress.” (PDF p. 6) 8.- “Planning for resilience requires integrating demographic, spatial and infrastructure data.” (PDF p. 7) 9.- “Identifying thresholds for adaptive sustainability is critical for long-term water management. (PDF p. 7) 10.- “Results demonstrate substantial spatial variation in future domestic water demand.” (PDF p. 6) REDACCIÓN PROPIA El artículo desarrolla un enfoque de planificación basado en escenarios para proyectar la demanda doméstica futura de agua en Estados Unidos, identificando territorios con mayor riesgo de estrés hídrico. Demuestra que el crecimiento urbano y la migración concentran el aumento de demanda en áreas metropolitanas y periurbanas, y que la resiliencia hídrica depende de anticipar estas dinámicas mediante la integración de datos demográficos, espaciales e infraestructura existente.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Justificación del uso de escenarios para anticipar expansión operacional, ya que anticipar el crecimiento urbano permite priorizar sectores de expansión. 2. Soporte metodológico para identificar territorios críticos, respaldando un modelo de priorización territorial 3. Base conceptual para resiliencia y robustez del sistema, frente a diferentes escenarios de crecimiento urbano. 4. Vínculo directo entre crecimiento urbano e infraestructura, apoyando los refuerzos y adaptaciones planificadas.
Materiales más significantes	**Fig. 2–6 (PDF p. 5–6):** Mapas de proyección de demanda → referencia visual para explicar priorización territorial. **Tabla 1 (PDF p. 4):** Categorías de crecimiento → base para clasificar zonas urbanas. **Sección “Identifying thresholds for adaptive sustainability” (PDF p. 7):** Marco conceptual para resiliencia.

Ficha Nº10	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Bach, P. M., Staalesen, S., McCarthy, D. T., & Deletic, A. (2015). Revisiting land use classification and spatial aggregation for modelling integrated urban water systems. Landscape and Urban Planning, 143, 43–55. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.05.012*
Palabras Claves	Land use classification; Spatial aggregation; Integrated urban water systems; Urban modelling; Planning; Infrastructure.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1.- Citas Textuales 2.- Redacción Propia	CITAS TEXTUALES 1.-"Well-informed decisions about placement of new and adaptation of existing water infrastructure depend on accurate spatial representation of land use." (PDF p. 1) 2.- "Land use classification is a fundamental step in modelling urban water systems." (PDF p. 1) 3.- "Simplistic land use representations may lead to significant errors in modelling results." (PDF p. 2) 4.- "Spatial aggregation can mask critical variability in urban form relevant to water demand and runoff generation." (PDF p. 2) 5.- "Urban water systems are highly sensitive to land use and spatial scale." (PDF p. 3) 6.- "Different land use categories show markedly different water consumption patterns." (PDF p. 4) 7.- "The choice of spatial resolution has a strong influence on model outputs." (PDF p. 6) 8.- "Integrated urban water modelling requires careful consideration of both land use classification and spatial aggregation." (PDF p. 7) 9.- "Errors introduced at the land use representation stage propagate through the entire modelling process." (PDF p. 9) REDACCIÓN PROPIA El artículo analiza cómo la clasificación de usos de suelo y la agregación espacial influyen directamente en la modelación de sistemas urbanos integrados de agua. Demuestra que representaciones simplificadas del territorio generan errores relevantes en la estimación de demanda, escorrentía y comportamiento de la infraestructura. El estudio enfatiza que la planificación hídrica urbana debe apoyarse en una representación territorial precisa para anticipar impactos del crecimiento urbano y tomar decisiones robustas de inversión y refuerzo de redes.
Aporte especifico que se cree obtener	1. Base técnica para representar correctamente el crecimiento urbano, permitiendo justificar que el modelo de gestión debe apoyarse en información territorial 2. Soporte metodológico para priorización territorial, respaldando que la priorización de la expansión operacional debe considerar escala y resolución territorial 3. Fundamento para integrar datos urbanos al análisis sanitario, justificando que la demanda futura depende del tipo de desarrollo urbano. ◆ 4. Respaldo para un enfoque anticipativo y robusto, argumentando que decisiones tardías o basadas en información incompleta genera sobrecostos.
Materiales más significantes es	**Tabla 1 (PDF p. 4):** Clasificación de usos de suelo → base conceptual para categorizar expansión urbana en Rancagua. **Figs. 2–6 (PDF p. 7–10):** Efectos de escala y agregación → soporte visual para explicar errores de planificación. **Fig. 1 (PDF p. 3):** Esquema de modelación integrada → referencia conceptual para el modelo de gestión

Ficha Nº11	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design* *Morison, P. J., & Brown, R. R. (2011). Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. Landscape and Urban Planning, 99(2), 83–92.* *https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.08.019*
Palabras Claves	Water Sensitive Urban Design; Local policy commitment; Governance; Urban planning; Institutional capacity; Public participation.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“Urbanisation is associated with increasing deterioration in the health of urban waterways.” (PDF p. 1) 2.-“Water Sensitive Urban Design (WSUD) is a recent planning and design philosophy… used to minimise the hydrological impacts of urban development.” (PDF p. 1) 3.-“WSUD is not mainstream practice at the local level despite support by state governments.” (PDF p. 2) 4.-“Municipal policy commitment comprises a number of factors that affect what might otherwise be known as the ‘implementation behaviour’ of the organisation.” (PDF p. 2) 5.-The challenge is not the absence of policy, but the lack of publics associated with environmental policies.” (PDF p. 3) 6.-“Local context influences the level of municipal commitment to environmental policy.” (PDF p. 3) 7.-“Socio-economic variables such as population size, income and municipal revenue were associated with WSUD commitment.” (PDF p. 6) 8.-“Intergovernmental arrangements strongly influence municipal capacity to implement environmental policy.” (PDF p. 7) 9.-“Highly committed municipalities demonstrate strong organisational leadership and an integrated view of urban development.” (PDF p. 6) 10.-“Limited commitment municipalities focus on reactive service provision rather than long-term planning.” (PDF p. 7) REDACCIÓN PROPIA El artículo analiza cómo el compromiso institucional de los gobiernos locales con políticas ambientales depende del contexto socioeconómico, la capacidad organizacional y los arreglos intergubernamentales. A través de un estudio de caso en Melbourne, se identifican distintos niveles de compromiso municipal, mostrando que los enfoques reactivos y orientados solo a la provisión de servicios limitan la implementación de políticas urbanas integradas, mientras que una visión estratégica e integrada favorece la planificación de largo plazo.
Aporte especifico que se cree obtener	1. Fundamento para analizar el rol de los municipios en la expansión sanitaria, la expansión operacional sanitaria depende críticamente del grado de compromiso y capacidad de los gobiernos locales. 2. Soporte para un enfoque de gobernanza multinivel. 3. Base conceptual para explicar conductas reactivas. 4. La noción de “visión integrada del desarrollo urbano” (PDF p. 6) refuerza el argumento de que la planificación sanitaria debe anticiparse al desarrollo urbano, alineándose con el objetivo general

Ficha Nº11	Tipo de lectura
Materiales más significantes.	**Fig. 2 (PDF p. 4):** Esquema metodológico del análisis de compromiso → referencia conceptual para clasificar municipios. **Tablas 3 y 4 (PDF p. 6–7):** Relación entre variables socioeconómicas y compromiso → base comparativa para análisis territorial. **Estudio de 38 municipios (PDF p. 4–7):** Evidencia empírica robusta sobre variabilidad institucional.

Ficha Nº12	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Water for amenity and recreation: Legal constraints on planning and management for the River Wye* *Penning-Rowsell, E. C., & Crease, D. (1988). Water for amenity and recreation: Legal constraints on planning and management for the River Wye. Landscape and Urban Planning, 16(1), 105–125.* *https://doi.org/10.1016/0169-2046(88)90050-0*
Palabras Claves	Water management; Legal constraints; Planning; Governance; River management; Institutional fragmentation; Recreation.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“Rivers are a finite environmental resource and competing uses increasingly generate conflict.” (PDF p. 1) 2.-“The River Wye provides a unique environment for water recreation in the United Kingdom.” (PDF p. 1) 3.-“Private navigation companies have no ordinary access to the river for recreation and navigation is largely defined by historical rights.” (PDF p. 1) 4.-“The lack of restrictions on recreational use has severely limited the management of water-based recreation.” (PDF p. 5) 5.-“There is no authority, therefore, which has the power to create by-laws relating to navigation on the Wye.” (PDF p. 3) 6.-“The fragmented structure of river management has prevented effective planning.” (PDF p. 3) 7.-“Attempts to regulate the use of the river are often resisted on grounds of individual rights.” (PDF p. 7) 8.-“The challenge lies not in the absence of demand, but in the lack of institutional capacity to manage competing interests.” (PDF p. 8) 9.-“Water-based recreation has expanded rapidly without corresponding growth in control or coordination.” (PDF p. 6) 10.-“Management problems arise largely from institutional constraints rather than physical limitations.” (PDF p. 9) REDACCIÓN PROPIA El artículo analiza cómo las restricciones legales e institucionales condicionan la planificación y gestión del río Wye, mostrando que la fragmentación de competencias, la superposición de derechos históricos y la ausencia de una autoridad coordinadora dificultan la gestión efectiva del recurso. El estudio evidencia que los conflictos por el uso del agua no surgen por falta de demanda o capacidad física, sino por limitaciones normativas y de gobernanza que impiden una planificación integrada y anticipativa.

Ficha Nº12	Tipo de lectura
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Fundamento para analizar restricciones institucionales y legales, justificando las brechas en expansión operacional sanitaria no siempre son técnicas, sino normativas e institucionales. 2. Soporte para el enfoque de gobernanza del modelo propuesto para anticipar conflictos territoriales y normativos, no solo demandas hidráulicas. 3. Base conceptual para discutir multiplicidad de actores y derechos utilizará para explicar dificultades de intervención temprana en zonas de expansión urbana, donde confluyen múltiples intereses. 4. Justificación de planificación integrada y anticipativa. El diagnóstico de gestión reactiva (PDF p. 6 y p. 9) refuerza la necesidad de mecanismos de coordinación y planificación anticipada, alineados con el objetivo general.
Materiales más significantes.	**Figuras 1–6 (PDF p. 4–6):** Evidencia visual de presiones recreativas y territoriales → analogía para conflictos de uso en expansión urbana. **Tablas de encuestas a usuarios (PDF p. 11–15):** Ejemplo empírico de conflictos entre actores. **Mapa del río Wye (PDF p. 12):** Ilustra fragmentación territorial y administrativa.

Ficha Nº13	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Using adaptation tipping points to prepare for climate change and sea level rise: a case study in the Netherlands* *Kwadijk, J. C. J., Haasnoot, M., Mulder, J. P. M., Hoogvliet, M. M. C., Jeuken, A. B. M., van der Krogt, R. A. A., van Oostrom, N. G. C., Schelfhout, H. A., van Velzen, E. H., van Waveren, H., & de Wit, M. J. M. (2010). Using adaptation tipping points to prepare for climate change and sea level rise: a case study in the Netherlands. WIREs Climate Change, 1(5), 729–740. https://doi.org/10.1002/wcc.64*
Palabras Claves	Adaptation tipping points; Adaptive planning; Water management; Long-term planning; Decision-making; Uncertainty; Infrastructure strategy.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“We define adaptation tipping points as points where the magnitude of change is such that the current management strategy will no longer be able to meet the objectives.” (PDF p. 3) 2.-“The driver for taking action is not climate change, but failing to meet the objectives.” (PDF p. 3) 3.-“Expressing uncertainty in terms of the period that the existing strategy is effective was found to be useful for policy makers.” (PDF p. 1) 4.-“The ATP approach answers the basic questions of decision makers: what are the first issues that we will face and when can we expect this.” (PDF p. 2) 5.-“Adaptation planning focuses on reviewing the suitability of current and planned management.” (PDF p. 2) 7.-“The ATP approach stimulates policy makers to look at sensitivity of sectors and durability of a strategy under different conditions.” (PDF p. 9) REDACCIÓN PROPIA El artículo propone el enfoque de *adaptation tipping points* (ATP) como una herramienta de planificación anticipativa que permite identificar cuándo una estrategia de gestión deja de ser efectiva frente a cambios externos. En lugar de partir desde escenarios climáticos,

	el enfoque evalúa la durabilidad de las estrategias actuales respecto de los objetivos definidos, entregando información clara sobre qué decisiones deberán tomarse y en qué momento, bajo condiciones de incertidumbre.
Aporte especifico que se cree obtener.	1.-Se utilizará como base conceptual para identificar el punto en que la infraestructura sanitaria deja de responder adecuadamente al crecimiento urbano, justificando la necesidad de anticipación. 2.-Priorizar sectores según urgencia de expansión operacional. 3. Justificación del enfoque de gestión (no técnico) respaldando que el problema de expansión sanitaria es de gestión estratégica, no solo de diseño hidráulico. 4. Base para el modelo de gestión propuesto, indicando que el enfoque bottom-up del ATP (PDF p. 2–3) servirá como inspiración metodológica directa para construir el modelo de gestión de expansión del territorio operacional
Materiales más significantes.	**Figura 1 (PDF p. 3):** Comparación entre enfoque top-down y ATP → esquema conceptual clave. **Tabla 1 (PDF p. 5):** Escenarios de cambio → referencia contextual **Casos de agua potable y suministro (PDF p. 6–8):** Analogía directa con servicios sanitarios.

Ficha Nº14	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*A method to develop sustainable water management strategies for an uncertain future Haasnoot, M., Middelkoop, H., van Beek, E., & van Deursen, W. P. A. (2011). A method to develop sustainable water management strategies for an uncertain future. Sustainable Development, 19(6), 369–381. https://doi.org/10.1002/sd.438*
Palabras Claves	Sustainable water management; Uncertainty; Adaptive planning; Adaptation pathways; Decision-making; Governance; Long-term planning.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“The future is, however, more complex and dynamic. It involves general trends and unexpected events in both the water and the social system.” (PDF p. 1) 2.-“Recent scenario studies on water management were mainly ‘what-if’ assessments in one or two future situations.” (PDF p. 1) 3.-“Uncertainties are introduced by socio-economic developments such as population growth or industrial expansion.” (PDF p. 2) 4.-“Social uncertainties arise from uncertainties in human response like future values and objectives.” (PDF p. 2) 5.-“The objective of this paper is to describe a new method for the development of sustainable water management strategies under uncertainty.” (PDF p. 2) 6.-“Not all uncertainties can be adequately addressed with existing methods.” (PDF p. 4) 7.-“A sustainable strategy is effective now and in the future, and preferably independent of future conditions or flexible enough to adapt.” (PDF p. 2) 8.-“Adaptation tipping points are physical boundary conditions under which water-related services cannot function anymore.” (PDF p. 5)

	9.-“Adaptation pathways present a sequence of measures and possible options after a strategy becomes ineffective.” (PDF p. 7) REDACCIÓN PROPIA El artículo propone un método para desarrollar estrategias de gestión del agua sostenibles bajo condiciones de alta incertidumbre, integrando dimensiones físicas y sociales. El enfoque se basa en la identificación de vulnerabilidades, la definición de puntos críticos (*adaptation tipping points*) y el diseño de trayectorias de adaptación que permitan ajustar las decisiones en el tiempo.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Marco metodológico para anticipar la expansión operacional, el cual se utilizará para justificar que la expansión del territorio operacional debe planificarse anticipadamente, 2. Soporte conceptual para priorización territorial, considerando que la noción de *adaptation tipping points* (PDF p. 5) se usará para identificar sectores donde la infraestructura sanitaria deja de ser efectiva, permitiendo priorizar zonas de expansión operacional dentro de la concesión de Essbio. 3. El concepto de *adaptation pathways* (PDF p. 7) servirá como inspiración directa para estructurar el modelo de gestión, permitiendo definir cuándo reforzar, expandir o adaptar infraestructura sanitaria según escenarios de crecimiento urbano. 4. El énfasis en incertidumbre social y toma de decisiones (PDF p. 2–4) refuerza que el problema **no es solo técnico**, sino de **gestión institucional y planificación estratégica**, coherente con el alcance del estudio.
Materiales más significantes.	**Figura 1 (PDF p. 5):** Diagrama del enfoque PSIR → marco conceptual aplicable a expansión urbana y sanitaria. **Figura 2 (PDF p. 6):** Flujo de análisis de escenarios transitorios → base para la metodología. **Figura 3 (PDF p. 8):** Ejemplo de *adaptation tipping points* → analogía directa para redes sanitarias.

Ficha Nº15	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*The role of environmental variables on the efficiency of water and sewerage companies: a case study of Chile* *Molinos-Senante, M., Sala-Garrido, R., & Lafuente, M. (2015). The role of environmental variables on the efficiency of water and sewerage companies: a case study of Chile. Environmental Science and Pollution Research, 22, 10242–10253. https://doi.org/10.1007/s11356-015-4225-0*
Palabras Claves	Water utilities efficiency; Sewerage companies; Regulation; Benchmarking; Data Envelopment Analysis; Chile; Operational environment
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“The analysis covers 18 WaSCs from Chile, representing about 90% of the Chilean urban population.” (PDF p. 1) 2.-“The water industry in Chile has been regulated since 1990 when the Chilean Government created the Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).” (PDF p. 2) 3.-“Efficiency scores computed by traditional approaches penalize companies that provide higher service quality.” (PDF p. 2) 4.-“The production technology of Chilean WaSCs is overall characterized by constant returns to scale.” (PDF p. 6)

	5.-“Peak water demand, the percentage of external workers, and the percentage of unbilled water are the factors affecting the efficiency of WaSCs.” (PDF p. 10) 6.-“The size of Chilean WaSCs is optimal; therefore, their efficiency cannot improve by growing as a result of mergers.” (PDF p. 6) REDACCIÓN PROPIA El artículo evalúa la eficiencia de las empresas sanitarias en Chile incorporando variables de calidad del servicio como outputs no deseados, evidenciando que factores operacionales como pérdidas de agua, demanda máxima y uso de personal externo influyen significativamente en su desempeño. Los resultados muestran que las sanitarias operan en condiciones de retornos constantes a escala, lo que indica que su tamaño es adecuado y que las mejoras en eficiencia dependen más de la gestión operativa y control de variables internas que de cambios estructurales como fusiones.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Contexto regulatorio chileno para Essbio, para caracterizar el marco regulatorio y operativo del sector sanitario chileno, validando que Essbio opera bajo un régimen de benchmarking regulado por la SISS. 2. Soporte empírico para argumentar que el problema no es de escala, con el hallazgo de retornos constantes a escala (CRS) se usa para justificar que la expansión operacional no se resuelve solo creciendo, y que el problema está en cuándo y dónde expandir, no en fusionar o agrandar empresas. 3. Relación entre demanda punta y eficiencia, mostrando que el rol de la demanda punta conecta con el crecimiento urbano desordenado y la presión sobre las redes.
Materiales más significantes	**Tablas 2 y 3 (PDF p. 7):** eficiencia CRS y VRS de sanitarias chilenas. **Tabla 6. (PDF p. 9):** variables endógenas que afectan eficiencia. **Análisis regulatorio SISS (PDF p. 2–3).**

Ficha Nº16	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Decision Making under Deep Uncertainty: From Theory to Practice* *Marchau, V. A. W. J., Walker, W. E., Bloemen, P. J. T. M., & Popper, S. W. (Eds.). (2019). Decision making under deep uncertainty: From theory to practice. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2*
Palabras Claves	Adaptive planning; Deep uncertainty; Decision-making; Infrastructure planning; Robust decision making; Long-term strategies
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“Deep uncertainty exists when analysts do not know or cannot agree on the appropriate models, probability distributions, or valuation of outcomes.” (PDF p. 1) 2.-“Traditional planning approaches perform poorly under conditions of deep uncertainty.” (PDF p. 1) 3.-“Adaptive planning aims to design strategies that can change over time as conditions evolve.” (PDF p. 2) 4.-“Infrastructure systems are particularly vulnerable to deep uncertainty because of long lifetimes and high investment costs.” (PDF p. 2) 5.-“Adaptive strategies include monitoring, signposts, and contingent actions.” (PDF p. 3) 6.-“Robust decision making seeks strategies that perform reasonably well across a wide range of futures.” (PDF p. 4) 7.-“Adaptation pathways provide a structured way to sequence decisions over time.” (PDF p. 6)

	8.-“Many adaptive planning approaches have been successfully applied to water management problems.” (PDF p. 7) REDACCIÓN PROPIA El libro revisa enfoques y herramientas de planificación adaptativa diseñados para contextos de alta incertidumbre, destacando que los métodos tradicionales de planificación son inadecuados cuando no es posible definir escenarios futuros con probabilidades claras. Propone estrategias flexibles basadas en monitoreo continuo, acciones contingentes y secuencias de decisiones, con especial énfasis en sistemas de infraestructura de largo plazo como los servicios de agua.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Las definiciones de *deep uncertainty* (PDF p. 1) se usan para justificar que el crecimiento urbano y la demanda sanitaria futura no pueden modelarse de forma determinística, reforzando la necesidad de un enfoque adaptativo en Essbio. 2. La crítica a enfoques tradicionales (PDF p. 1–2) respalda que la expansión operacional reactiva genera ineficiencias y sobrecostos, alineado con el diagnóstico. 3. Los conceptos de monitoreo, señales (*signposts*) y acciones contingentes (PDF p. 3) se utilizan como inspiración directa para estructurar el modelo de gestión de expansión operacional, sin entrar en diseño hidráulico. 4. Las referencias a *adaptation pathways* (PDF p. 6) fortalecen el bloque conceptual junto a Haasnoot y Kwadijk, consolidando un marco coherente de la planificación anticipativa.
Materiales más significantes:	**Figura 1 (PDF p. 2):** Clasificación de enfoques de planificación adaptativa. **Tabla 1 (PDF p. 5):** Comparación de métodos (RDM, DAP, ATP, pathways). **Sección 4 (PDF p. 6–7):** Aplicaciones en gestión del agua.

Ficha Nº17	Tipo de lectura
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Asymmetries in water and sanitation services and how they are shaping urban drainage and stormwater management in Brazil* *Mendes, A. T., & Alves, C. M. A. (2026). Asymmetries in water and sanitation services and how they are shaping urban drainage and stormwater management in Brazil.* ***Utilities Policy, 98****, 102114. https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.102114*
Palabras Claves	Water and sanitation services; Urban drainage; Stormwater management; Regulation; Planning asymmetries; Public policy; Universalization.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITA TEXTUAL 1.-“Water and sanitation services have evolved disproportionately, with a focus on water supply and wastewater treatment.” (PDF p. 1) 2.-“Urban drainage and stormwater management services remain marginalized and face inertia in public policy.” (PDF p. 1) 3.-“The lack of data availability is directly reflected in the difficulty of planning.” (PDF p. 4) 4.-“UDSM services have the least amount of accumulated knowledge and are therefore the least understood.” (PDF p. 4) 5.-“Only a minority of subnational regulatory agencies have established technical guidelines for UDSM services.” (PDF p. 5) 6.-“Between 2007 and 2020, UDSM services received 12.2 % of total investments.” (PDF p. 5) 7.-“Without institutional drivers, UDSM services were not only marginalized but also faced inertia in public policy.” (PDF p. 8) REDACCIÓN PROPIA

	El artículo demuestra que los servicios de drenaje urbano y manejo de aguas lluvias han sido históricamente relegados dentro de las políticas de agua y saneamiento, generando brechas en planificación, regulación y financiamiento. Esta asimetría institucional produce una gestión reactiva, fragmentada y con baja capacidad de anticipación frente al crecimiento urbano y al cambio climático.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Las evidencias sobre falta de datos y objetivos estratégicos (PDF p. 4) se utilizan para fundamentar que la expansión urbana no ha sido acompañada por una planificación operativa integral, situación análoga a la expansión del territorio urbano frente al territorio operacional sanitario. 2. La idea de *policy inertia* (PDF p. 1 y p. 8) se emplea para argumentar que los servicios tienden a expandirse tarde, una vez que el déficit ya está consolidado, reforzando la necesidad de modelos anticipativos de gestión. 3. El enfoque de asimetrías entre servicios permite construir una analogía directa con las brechas entre crecimiento urbano y expansión del territorio operacional de Essbio, sin entrar en diseño técnico. 4. Las debilidades regulatorias identificadas (PDF p. 5) se utilizan para enfatizar que el problema no es técnico, sino institucional y de gestión, alineado con el alcance aprobado por la comisión.
Materiales más significantes	**Figura 1 (PDF p. 3):** Flujo metodológico para analizar políticas públicas (replicable). **Tabla 1 (PDF p. 4):** Dimensiones de análisis: planificación, regulación y financiamiento. **Tabla 2 (PDF p. 4):** Comparación de indicadores por tipo de servicio. **Figuras 2 y 3 (PDF p. 6):** Distribución histórica de inversiones.

Ficha Nº18	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Beyond coverage: Unveiling income and spatial inequalities in access to water and sanitation services in Chile* *Bravo, J., Anríquez, G., Melo, O., & Donoso, G. (2025). Beyond coverage: Unveiling income and spatial inequalities in access to water and sanitation services in Chile.* ***Utilities Policy, 97****, 102061. https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.102061*
Palabras Claves	Water access; Sanitation; Inequality; Urban–rural divide; Concessioned areas; Concentration Index; Chile.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“High national coverage rates have not translated into equitable outcomes.” (PDF p. 1) 2.-“Access deficits are disproportionately concentrated among lower-income households.” (PDF p. 1) 3.-“More than half of Chile’s urban territory lies outside concessioned areas.” (PDF p. 3) 4.-“Urban households outside concession areas remain without adequate access to basic water and sanitation infrastructure.” (PDF p. 4) 5.-“The primary constraint in urban areas is whether the household is located within a concessioned service area.” (PDF p. 5) 6.-“Service expansion strategies have raised national averages but failed to resolve barriers faced by low-income households.” (PDF p. 9) 7.-“Rapid expansion of utilities’ service areas is essential to keep pace with city growth.” (PDF p. 9)

	REDACCIÓN PROPIA El artículo demuestra que, en Chile, las altas coberturas nacionales de agua potable y saneamiento ocultan desigualdades estructurales de carácter territorial e institucional. La exclusión se concentra principalmente en áreas urbanas no concesionadas y zonas rurales, donde la expansión de los servicios no ha acompañado el crecimiento urbano ni las dinámicas de localización de la población.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Las evidencias sobre áreas urbanas fuera de concesión (PDF p. 3–5) se utilizan para demostrar que el crecimiento urbano ocurre más rápido que la expansión del territorio operacional. 2. Los resultados del Concentration Index permiten identificar que la exclusión no es aleatoria, sino territorial y socioeconómica, lo que respalda metodológicamente la priorización de sectores con mayor probabilidad de expansión operacional. 3. El paper enfatiza que la exclusión urbana no es una falla hidráulica, sino una consecuencia de límites institucionales, concesionales y de coordinación urbana, alineándose con el alcance de gestión aprobado por la comisión. 4. La crítica a las tasas de cobertura nacionales (PDF p. 1 y p. 9) se usa para justificar la necesidad de un modelo de gestión anticipativo, más fino que los indicadores tradicionales usados por reguladores.
Materiales más significantes.	**Tabla 3 (PDF p. 3):** Superficie urbana fuera de áreas concesionadas en Chile. **Tablas 5 y 6 (PDF p. 4–5):** Acceso a agua y saneamiento urbano/rural. **Figuras 1–8 (PDF p. 6–9):** Evolución de desigualdad (CI) en agua y saneamiento.

Ficha Nº19	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	*Reversing privatization: Political distortions and performance outcomes in Buenos Aires water services* *Casarin, A. A., & Mercadier, A. (2025). Reversing privatization: Political distortions and performance outcomes in Buenos Aires water services.* ***Utilities Policy, 95****, 101957. https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.101957*
Palabras Claves	Privatization reversal; Water services; Sanitation services; Political ideology; Regulation; Productivity; Tariff setting
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“Under private management, productivity increased while prices decreased.” (PDF p. 2) 2.-“After the privatization reversal, productivity declined at twice the pace of rising relative prices.” (PDF p. 2) 3.-“Publicly managed utilities are more exposed to political distortions.” (PDF p. 1–2) 4.-“Tariffs declined as elections approached, suggesting price manipulation for political gain.” (PDF p. 2, p. 8) 5.-Non-revenue water increased under public management.” (PDF p. 2, p. 9) 6.-“Political ideology significantly influences the operational outcomes of state-owned utilities.” (PDF p. 2, p. 9) REDACCIÓN PROPIA El artículo demuestra que los cambios en el régimen de gestión de los servicios sanitarios (privado → público) generan efectos directos en el desempeño operativo, principalmente debido a distorsiones políticas en la fijación tarifaria, la asignación de recursos y la

	gestión operacional. La evidencia muestra que, sin marcos institucionales robustos, la gestión pública tiende a ser más reactiva y sensible a ciclos electorales.
Aporte especifico que se cree obtener.	1. Se utiliza para respaldar que los problemas de expansión y desempeño no son técnicos, sino consecuencia de decisiones políticas, regulatorias e institucionales. 2. El contraste entre productividad privada y pública permite argumentar la necesidad de modelos de gestión que anticipen demanda y expansión, evitando respuestas reactivas condicionadas por ciclos políticos. 3. La evidencia sobre manipulación tarifaria (PDF p. 2 y p. 8) se usa para fundamentar riesgos de gestión pública sin reglas claras, relevante al analizar expansión del territorio operacional. 4. El paper permite desacoplar el problema del diseño de redes, enfocándolo en gobernanza, reglas de expansión, incentivos y toma de decisiones.
Materiales más significantes.	**Figura 1 (PDF p. 4):** Evolución de ingresos, costos y desempeño operacional. **Figuras 2 y 3 (PDF p. 5–6):** Productividad y pérdidas de agua en el tiempo. **Tablas 2, 3 y 4 (PDF p. 7–8):** Comparación de desempeño privado vs público. **Tablas 5 y 6 (PDF p. 8–9):** Impacto de ideología y ciclos políticos.

Ficha Nº20	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	Kutyłowska, M. (2018). *The concept of estimating the risk of water losses in the water supply network*. Water Resources Management, 32, 3179–3195. https://doi.org/10.1007/s11269-018-1983-5
Palabras Claves	Water losses; Risk assessment; Water distribution networks; Failure probability; Infrastructure deterioration; Asset management.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1.- Citas Textuales 2.- Redacción Propia	CITAS TEXTUALES 1.- “Water losses in water distribution systems represent a significant technical and economic problem for water utilities.” 2.- “Risk can be defined as a function of the probability of failure and its consequences.” 3.- “The proposed method enables utilities to prioritize sections of the network according to the estimated risk level.” REDACCIÓN PROPIA El artículo desarrolla un enfoque metodológico para estimar el riesgo asociado a pérdidas de agua en redes de distribución, integrando probabilidad de falla y consecuencias económicas. Propone un sistema de priorización basado en niveles de riesgo, permitiendo jerarquizar tramos de red según criticidad. Aunque el foco del paper es técnico (pérdidas y deterioro), su lógica de priorización por riesgo es directamente extrapolable a la gestión territorial del TOP, en la medida que demuestra cómo transformar información dispersa en un criterio estructurado de decisión. Desde la perspectiva de esta tesis, el aporte no radica en el cálculo hidráulico, sino en la lógica de priorización estratégica basada en indicadores objetivos.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Complementar la lógica de priorización territorial mediante criterios estructurados. • Avalar metodologías de jerarquización basadas en riesgo dentro de gestión sanitaria. Definir bases conceptuales para incorporar variables cuantificables al modelo de gestión del TOP.

Materiales más significantes.	• Modelo conceptual de riesgo (Probabilidad × Consecuencia). • Matriz de priorización de tramos. Variables consideradas en estimación de deterioro.

Ficha Nº21	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	Orgoványi, P., & Karches, T. (2024). GIS-based model parameter enhancement for urban water utility networks. Urban Science, 8(2), Article 35. https://doi.org/10.3390/urbansci8020035
Palabras Claves	GIS; Water distribution networks; Water consumption allocation; Geocoding; Hydraulic modelling; Network topology; Thiessen polygons; Spatial analysis.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “This study aims to present a GIS-based technique to align the consumption data to a simplified network topology.interventions.” REDACCIÓN PROPIA El artículo presenta una metodología basada en Sistemas de Información Geográfica para incorporar datos reales de consumo de agua dentro de un modelo simplificado de una red urbana de distribución. El problema abordado consiste en asignar espacialmente los consumos registrados a los nodos correspondientes del modelo, de manera que la representación hidráulica se aproxime mejor al funcionamiento real del sistema. La metodología utiliza la geocodificación de los puntos de consumo y la delimitación de áreas de influencia alrededor de los nodos de la red. A partir de esta estructura espacial, los consumos pueden ser asociados a los elementos del modelo mediante procedimientos replicables, evitando depender exclusivamente de asignaciones manuales. El estudio compara cuatro métodos para distribuir espacialmente los consumos: delimitación manual de áreas de influencia, zonificación basada en calles, asignación mediante promedios aritméticos y delimitación mediante polígonos de Thiessen. La comparación muestra que la zonificación basada en calles y el promedio aritmético pueden producir diferencias aproximadas de 190 % y 230 %, respectivamente, frente al método manual utilizado como referencia. Debido a que la delimitación manual resulta poco práctica en redes extensas, los autores proponen los polígonos de Thiessen como una alternativa automatizable para definir las áreas de influencia de los nodos.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Respaldar el uso de GIS como herramienta para integrar datos georreferenciados con elementos de una red sanitaria. • Fundamentar la necesidad de establecer procedimientos explícitos para asignar información espacial a unidades o nodos de análisis. • Evidenciar que la metodología utilizada para distribuir los datos puede modificar significativamente los resultados obtenidos. • Apoyar la construcción de una base territorial estructurada y reproducible para el análisis espacial desarrollado en QGIS. • Reforzar la necesidad de verificar y comparar los métodos de asignación espacial antes de utilizar sus resultados en procesos de toma de decisiones.

Materiales más significantes	• Esquema metodológico de geocodificación y vinculación de consumos con los nodos de la red. • Comparación entre los cuatro métodos de asignación espacial de consumos. • Resultados comparativos de error respecto del método manual de referencia. • Conclusiones sobre la importancia de la calidad y consistencia de los datos de entrada en la modelación de redes urbanas de agua.

Ficha Nº22	**Tipo de lectura**
Referencia Bibliográfica o dirección web completa	Pahl-Wostl, C., Knieper, C., Lukat, E., Meergans, F., Schoderer, M., Schütze, N., Schweigatz, D., Dombrowsky, I., Lenschow, A., Stein, U., Thiel, A., Tröltzsche, J., & Vidaurre, R. (2020). Enhancing the capacity of water governance to deal with complex management challenges: A framework of analysis. Environmental Science & Policy, 107, 23–35. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.02.011
Palabras Claves	Water governance; Coordination; Multi-level governance; Diagnostic approach; Policy implementation; Institutional context; Participatory assessment; Change management; Comparative case analysis.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Coordination problems persist and impede sustainable water governance and management.” REDACCIÓN PROPIA El artículo analiza los problemas de coordinación presentes en la gobernanza del agua y propone un marco de diagnóstico sensible al contexto. Los autores sostienen que la efectividad de la gestión depende de la interacción entre actores, instituciones, niveles administrativos y condiciones territoriales. Para esta investigación, la publicación permite comprender que la expansión del territorio operacional no depende únicamente de criterios técnicos, sino también de la coordinación interna y externa, la disponibilidad de información y la capacidad institucional para implementar cambios.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Fundamentar la importancia de la coordinación institucional en la gestión del agua. • Respaldar el análisis del sistema de Essbio como un proceso multinivel. • Justificar la incorporación de mecanismos de diagnóstico, seguimiento y adaptación.
Materiales más significantes.	• Marco de análisis de gobernanza del agua. • Relación entre contexto institucional y desempeño. • Enfoque de diagnóstico participativo y multinivel

12.2. Anexo 2: Fichas del magíster

Ficha Nº1	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D. / Patricio Rubio Romero, Ph.D. Tema 2 – Gobernanza del Agua (OECD – LAC)
Palabras Claves	gobernanza; brechas de gobernanza; coordinación multinivel; fragmentación institucional; alineación vertical y horizontal; planificación territorial.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“La gobernanza del agua es un problema institucional antes que técnico.” 2.-“Las brechas de gobernanza aparecen cuando las responsabilidades están fragmentadas y no existe coordinación efectiva.” 3.-“La coordinación multinivel requiere alineación vertical y horizontal entre actores.” 4.-“La planificación sectorial aislada genera ineficiencias cuando no se articula con la planificación territorial.” REDACCIÓN PROPIA El enfoque OCDE trabajado en el Tema 2 enfatiza que los desafíos en la gestión del agua no se explican únicamente por disponibilidad de infraestructura o recursos, sino por la calidad de la articulación institucional. Las brechas de gobernanza surgen cuando los distintos niveles de gobierno operan bajo lógicas desconectadas y sin mecanismos permanentes de intercambio de información. En el caso del territorio operacional (TOP), la expansión urbana es conducida por instrumentos municipales y sectoriales, mientras que la expansión sanitaria se activa mediante mecanismos regulatorios propios del sector concesionado. Esta separación estructural genera fragmentación institucional y favorece una dinámica reactiva. Desde esta perspectiva, la problemática del TOP puede entenderse como una manifestación concreta de una brecha de gobernanza multinivel. El modelo de gestión propuesto en la tesis busca reducir esta fragmentación mediante la integración sistemática de señales territoriales relevantes en el proceso decisional de la empresa sanitaria.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Fundamentar la problemática del TOP como una brecha institucional. • Avalar la necesidad de un mecanismo formal de coordinación territorial. • Justificar el modelo de gestión como herramienta de gobernanza anticipativa.
Materiales más significantes.	• Esquema gráfico del marco OCDE de gobernanza del agua (framework de gobernanza). • Representación visual de las “brechas de gobernanza” identificadas en el análisis OECD–LAC. • Diagramas que ilustran la coordinación entre distintos niveles de gobierno (enfoque multinivel). • Gráficos que evidencian desafíos de fragmentación institucional en el contexto latinoamericano.

Ficha Nº2	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D. / Patricio Rubio Romero, Ph.D. Tema 3 – Gobernanza del Agua en Chile
Palabras Claves	fragmentación institucional; multiplicidad de actores; coordinación sectorial; brechas administrativas; gestión hídrica en Chile; institucionalidad del agua.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“En Chile existe una alta fragmentación institucional en la gestión del agua.” 2.-“La multiplicidad de organismos con competencias en agua dificulta la coordinación.” 3.-“Las brechas administrativas afectan la efectividad de la política hídrica.” 4.-“La gobernanza del agua en Chile presenta desafíos estructurales de articulación interinstituciona REDACCIÓN PROPIA El análisis de la gobernanza del agua en Chile evidencia que la gestión hídrica se distribuye entre múltiples organismos con competencias parciales, lo que genera superposición de funciones y ausencia de liderazgo claro. Esta fragmentación institucional no solo afecta la gestión del recurso hídrico en términos generales, sino que incide directamente en la planificación sectorial. En el ámbito sanitario, la expansión del territorio operacional (TOP) se desarrolla dentro de esta estructura fragmentada. La empresa concesionaria interactúa con municipalidades, SERVIU, regulador (SISS) y otros actores sectoriales que operan bajo lógicas institucionales distintas. La ausencia de un sistema estructurado de intercambio de información territorial favorece respuestas tardías frente al crecimiento urbano. Desde esta perspectiva, la problemática identificada en la tesis puede entenderse como una manifestación específica de una brecha administrativa mayor dentro de la gobernanza del agua en Chile. El modelo de gestión propuesto busca reducir esta desarticulación en el ámbito sanitario urbano, incorporando criterios homogéneos y mecanismos formales de anticipación territorial.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Avalar que la problemática del TOP se inserta en una estructura institucional fragmentada a nivel país. • Fundamentar la necesidad de fortalecer mecanismos internos de coordinación dentro de la empresa sanitaria. • Justificar que el modelo propuesto responde a una brecha estructural del sistema y no a una falla puntual.
Materiales más significantes.	• Esquema de distribución de competencias en la institucionalidad del agua en Chile. • Diagrama de organismos públicos vinculados a la gestión hídrica. • Representación gráfica de brechas administrativas en el sistema chileno.

Ficha Nº3	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D Tema 8 – Nueva Economía Institucional y Rol de las Instituciones
Palabras Claves	instituciones; reglas formales e informales; incentivos; costos de transacción; incertidumbre; desempeño institucional; coordinación.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“Las instituciones estructuran los incentivos.” 2.-“Los costos de transacción aumentan cuando existe información incompleta.” 3.-“El desempeño depende de la calidad de las reglas.” 4.-“No basta con tener normas, importa cómo funcionan en la práctica.” REDACCIÓN PROPIA La Nueva Economía Institucional plantea que los resultados organizacionales no dependen únicamente de recursos o capacidades técnicas, sino del diseño de reglas formales e informales que estructuran el comportamiento de los actores. Las instituciones reducen incertidumbre al establecer marcos estables de interacción, pero cuando dichas reglas son ambiguas o no se encuentran sistematizadas, se incrementan los costos de transacción. En el contexto del territorio operacional (TOP), la expansión sanitaria ocurre dentro de un marco regulatorio definido; sin embargo, la anticipación territorial no siempre se encuentra institucionalizada como regla formal dentro de los procesos internos. Esto puede generar asimetrías de información, duplicidad de análisis y decisiones reactivas. Desde esta perspectiva, el modelo de gestión propuesto en la tesis puede interpretarse como una intervención institucional orientada a fortalecer reglas internas de coordinación, reducir costos de transacción y estructurar incentivos hacia una anticipación sistemática del crecimiento urbano.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Fundamentar el análisis del TOP como problema institucional y no técnico. • Justificar la necesidad de formalizar procesos de anticipación territorial. • Avalar el modelo de gestión como mecanismo de mejora institucional.
Materiales más significantes.	• Esquema conceptual de instituciones formales e informales presentado en clase. • Diagrama explicativo sobre costos de transacción. • Representación gráfica de relación entre reglas, incentivos y desempeño.

Ficha Nº4	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D. Tema 7C – Problema de Agencia y Riesgo Moral en los Bienes Públicos
Palabras Claves	problema de agencia; principal–agente; riesgo moral; asimetría de información; supervisión; incentivos regulatorios.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.-“El problema de agencia surge cuando quien toma la decisión no es quien asume completamente sus consecuencias.” 2.-“La asimetría de información es central en la relación principal–agente.” 3.-“El riesgo moral aparece cuando el agente modifica su comportamiento después de firmado el contrato.” 4.-“Los mecanismos de supervisión buscan alinear incentivos.” REDACCIÓN PROPIA El enfoque principal–agente aplicado a bienes públicos y sectores regulados permite analizar la relación entre el regulador (principal) y la empresa concesionaria (agente). Cuando existe asimetría de información, el agente posee mayor conocimiento técnico u operativo, lo que puede generar comportamientos subóptimos desde la perspectiva del interés público. En el sector sanitario, la expansión del territorio operacional (TOP) se desarrolla dentro de un marco concesionado donde la empresa tiene incentivos propios, mientras que el regulador supervisa el cumplimiento de reglas generales. La anticipación territorial no siempre se encuentra directamente incentivada por el esquema regulatorio, lo que puede favorecer una lógica reactiva más que preventiva. Desde esta perspectiva, el modelo de gestión propuesto en la tesis puede contribuir a reducir asimetrías internas y mejorar la alineación estratégica entre decisiones operativas y objetivos regulatorios de largo plazo.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Avalar que la relación entre el regulador–empresa implica desafíos de información y alineación de incentivos. • Fundamentar la necesidad de mecanismos internos que reduzcan asimetrías de información. • Justificar el modelo de gestión como herramienta de alineamiento estratégico.
Materiales más significantes.	• Esquema gráfico de relación principal–agente presentado en clase. • Diagrama explicativo de riesgo moral y asimetría de información. • Representación de mecanismos de supervisión e incentivos regulatorios.

Ficha Nº5	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D. Tema 9 – Teoría de Elección Pública (Rent-Seeking) y Regulación
Palabras Claves	elección pública; rent-seeking; captura regulatoria; incentivos políticos; interés público; diseño institucional.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITA TEXTUAL 1.- “La teoría de elección pública aplica el análisis económico al comportamiento político.” 2.- “El rent-seeking corresponde a la búsqueda de beneficios a través de la influencia sobre decisiones públicas.” 3.- “Los reguladores no son neutrales; también responden a incentivos.” 4.-“Las decisiones públicas pueden estar condicionadas por grupos de interés.” REDACCIÓN PROPIA La teoría de elección pública sostiene que los actores políticos y regulatorios actúan bajo incentivos propios, no necesariamente alineados con el interés social agregado. En este contexto, el fenómeno de rent-seeking se refiere a la búsqueda de beneficios económicos mediante la influencia en el diseño o aplicación de regulaciones. En el sector sanitario regulado, la expansión del territorio operacional (TOP) ocurre dentro de un marco institucional donde intervienen municipalidades, desarrolladores inmobiliarios, organismos sectoriales y el regulador. Cada actor puede tener incentivos particulares que influyen en la forma y el momento en que se gestionan los procesos de ampliación territorial. Desde esta perspectiva, la ausencia de un modelo institucional estructurado puede dejar espacio a decisiones fragmentadas o influenciadas por presiones externas puntuales. El modelo de gestión propuesto en la tesis busca introducir criterios homogéneos y sistemáticos de priorización, reduciendo la discrecionalidad y fortaleciendo la transparencia en la toma de decisiones.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Fundamentar que la toma de decisiones regulatorias está sujeta a incentivos políticos y económicos. • Avalar la necesidad de reglas claras y sistemáticas en la priorización territorial. • Justificar el modelo de gestión como mecanismo de reducción de discrecionalidad y fortalecimiento institucional.
Materiales más significantes.	• Esquema conceptual de rent-seeking presentado en clase. • Diagrama de interacción entre regulador, empresa y grupos de interés. • Representación gráfica de incentivos políticos en decisiones regulatorias

Ficha Nº6	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D. Tema 10 – Monopolios Naturales, Competencia, PSP y Creación de Marco Regulatorio
Palabras Claves	monopolio natural; economías de escala; regulación económica; fallas de mercado; concesión; marco regulatorio.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Un monopolio natural se caracteriza por economías de escala que hacen ineficiente la competencia.” 2.- “La regulación económica busca corregir fallas de mercado.” 3.- “En monopolios naturales, el desafío es simular condiciones de competencia.” 4.- “El diseño del marco regulatorio es clave para el desempeño del sector.” REDACCIÓN PROPIA El sector sanitario urbano opera bajo la lógica de monopolio natural, dado que la infraestructura de redes de agua potable y alcantarillado presenta altos costos fijos y economías de escala que hacen ineficiente la duplicación de sistemas. En este contexto, la competencia directa no es viable, lo que justifica la existencia de un marco regulatorio específico. La regulación económica en monopolios naturales busca equilibrar eficiencia, sostenibilidad financiera y protección del usuario. Sin embargo, el marco regulatorio no determina directamente todas las decisiones operativas, sino que establece incentivos generales dentro de los cuales la empresa concesionaria define su estrategia. En el caso de la expansión del territorio operacional (TOP), si bien los mecanismos de ATO y 52° BIS forman parte del marco regulatorio, la priorización territorial específica no está completamente definida por la norma. Esto abre un espacio de gestión interna donde la empresa puede fortalecer su capacidad anticipativa sin contravenir el marco regulatorio vigente. Desde esta perspectiva, el modelo de gestión propuesto en la tesis no altera el diseño regulatorio, sino que opera dentro de él, optimizando la toma de decisiones en un contexto de monopolio natural regulado
Aporte especifico que se cree obtener.	• Fundamentar que el sector sanitario es un monopolio natural regulado. • Justificar que la expansión del TOP ocurre dentro de un marco regulatorio definido, pero con espacio de gestión interna. • Avalar que el modelo de gestión propuesto es compatible con la estructura concesionada vigente.
Materiales más significantes.	• Gráfico explicativo de economías de escala en monopolios naturales. • Esquema comparativo entre competencia perfecta y monopolio natural. • Representación conceptual del rol de la regulación económica en sectores concesionados.

Ficha Nº7	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GOBERNANZA Y ECONOMÍA DEL AGUA Manuel Madrid Aris, Ph.D. Tema 15B – Concesiones: Propuestas para Perfeccionamiento y Desafíos Futuros
Palabras Claves	concesiones sanitarias; marco institucional; perfeccionamiento regulatorio; sostenibilidad; desafíos futuros; desempeño sectorial.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “El sistema de concesiones sanitarias en Chile ha mostrado buenos resultados en cobertura y calidad.” 2.- “El desafío no es reemplazar el modelo, sino perfeccionarlo.” 3.- “La regulación debe adaptarse a nuevas condiciones estructurales.” 4.- “Los desafíos futuros exigen ajustes institucionales.” REDACCIÓN PROPIA El modelo de concesiones sanitarias implementado en Chile ha permitido altos niveles de cobertura y estándares técnicos comparables internacionalmente. Sin embargo, el sistema enfrenta desafíos asociados a nuevas dinámicas urbanas, exigencias ambientales y mayor escrutinio público. El perfeccionamiento del sistema no implica una transformación estructural del modelo concesionado, sino ajustes institucionales que permitan mejorar coordinación, eficiencia y anticipación frente a cambios territoriales. En este contexto, la expansión del territorio operacional (TOP) puede entenderse como un espacio donde aún existen oportunidades de mejora en términos de planificación estratégica. El modelo de gestión propuesto en la tesis se inserta precisamente en esta lógica de perfeccionamiento institucional. No busca alterar el sistema concesionado ni su marco regulatorio, sino fortalecer la capacidad interna de anticipación territorial dentro de la empresa sanitaria, contribuyendo indirectamente a mejorar el desempeño del sistema en su conjunto.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Avalar que el sistema concesionado es sólido, pero perfectible. • Fundamentar que existen espacios de mejora institucional dentro del modelo vigente. • Justificar el modelo de gestión como contribución concreta al perfeccionamiento del sistema sanitario regulado.
Materiales más significantes.	• Esquema explicativo del modelo concesionado chileno. • Gráficos comparativos de desempeño sectorial (cobertura, calidad, eficiencia). • Representación de desafíos futuros del sistema sanitario.

Ficha Nº8	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	GESTIÓN DE REDES Ramos-Salgado, C., Muñuzuri, J., Aparicio-Ruiz, P., & Onieva, L. (2020). *A decision support system to design water supply and sewer pipes replacement intervention programs*. Reliability Engineering and System Safety, 195, 106707. https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106707
Palabras Claves	Water distribution systems; Sewer systems; Pipe replacement; Asset management; Decision support systems; Multi-objective optimization; Genetic algorithms.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Asset management in hydraulic infrastructures aims for the long-term sustainability of water distribution and wastewater networks.” 2.- “We have developed a decision support system (DSS) to help water utilities design intervention programs for hydraulic infrastructures.” 3.- “A multi-objective genetic algorithm optimizes the work programs configurations while integrating the water company’s strategic policy into an innovative multi-objective function.” REDACCIÓN PROPIA El artículo propone un sistema de apoyo a la decisión (DSS) orientado a estructurar programas de reposición de tuberías bajo criterios estratégicos corporativos, superando el enfoque tradicional de reemplazo individual de activos. El modelo integra agrupación espacial de tuberías (mediante celdas de Voronoi) y optimización multiobjetivo, incorporando criterios estratégicos definidos por la empresa sanitaria. Desde la perspectiva de esta tesis, el aporte no es técnico-hidráulico sino metodológico: demuestra que las decisiones territoriales pueden formalizarse bajo una lógica estructurada, replicable y coherente con la estrategia institucional.
Aporte especifico que se cree obtener.	• Complementar el diseño de un modelo de gestión territorial incorporando criterios estratégicos formales. • Avalar el uso de herramientas de apoyo a la decisión en planificación sanitaria. • Orientar futuras incorporaciones de modelos cuantitativos dentro del marco de gestión institucional del TOP.
Materiales más significantes.	• Modelo DSS multiobjetivo. • Aplicación en empresa sanitaria real. • Metodología de agrupación territorial. • Análisis de sensibilidad estratégica.

Ficha Nº9	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	PLANIFICACIÓN Y DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Planificación estratégica e implementación de estrategias (PPT clase)
Palabras Claves	Planificación estratégica; visión; misión; análisis FODA; implementación; alineamiento estratégico; sector sanitario; gestión pública; incertidumbre.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “La planificación estratégica no es un documento, es un proceso continuo.” 2.- “Estrategia es elegir qué no hacer.” 3.- “Sin implementación, la estrategia no existe.” 4.- “El análisis estratégico debe considerar el entorno externo y las capacidades internas.” REDACCIÓN PROPIA La clase enfatiza que la planificación estratégica en el sector sanitario debe superar el enfoque declarativo y convertirse en un proceso dinámico de toma de decisiones bajo incertidumbre. Se distingue entre planificación normativa (lo que debería ocurrir) y planificación estratégica (cómo enfrentar escenarios reales, restricciones regulatorias y limitaciones institucionales). El análisis estratégico se estructura en dos grandes dimensiones: entorno externo (regulación, competencia por recursos, presiones territoriales, cambio climático, actores públicos) y capacidades internas (recursos financieros, estructura organizacional, cultura institucional, sistemas de información). Esta distinción es particularmente relevante para la gestión del territorio operacional, donde la expansión no depende solo de demanda urbana, sino también de capacidad institucional para anticipar y coordinar. Asimismo, se destaca que una estrategia efectiva requiere mecanismos de implementación, indicadores y seguimiento (alineamiento entre planificación y operación). Esto dialoga directamente con la necesidad de que el modelo de gestión del TOP no sea solo analítico, sino también de operación.
Aporte especifico que se cree obtener, sirve para.	• **Orientar:** Fundamentar que el modelo de gestión del TOP debe entenderse como una herramienta estratégica y no solo técnica. • **Complementar:** Incorporar análisis interno/externo (tipo FODA) al diseño del modelo. • **Definir:** Justificar que la anticipación territorial es parte de la dirección estratégica de la sanitaria.
Materiales más significantes.	• Esquema del proceso de planificación estratégica (formulación → implementación → evaluación). • Diagrama análisis FODA aplicado a organizaciones del sector agua. • Distinción entre estrategia declarativa y estrategia implementada.

Ficha Nº10	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	PLANIFICACIÓN Y DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Planificación en la industria sanitaria (PPT y apuntes asociados)
Palabras Claves	Industria sanitaria; monopolio natural; regulación; planificación sectorial; Plan de Desarrollo (PD); inversión; sostenibilidad financiera; servicio público; expansión operacional.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “La industria sanitaria es un monopolio natural regulado.” 2.- “La planificación en el sector sanitario no es libre; está condicionada por el marco regulatorio.” 3.- “El Plan de Desarrollo es el instrumento central de planificación de las concesionarias.” 4.- “La expansión del servicio debe asegurar continuidad, calidad y cobertura conforme a estándares regulatorios.” REDACCIÓN PROPIA La clase aborda la particularidad de la planificación estratégica en la industria sanitaria, la cual opera bajo un régimen de monopolio natural regulado. Esto implica que la planificación no responde únicamente a criterios competitivos de mercado, sino que se encuentra fuertemente condicionada por el marco normativo, los procesos tarifarios y las obligaciones de servicio público. El Plan de Desarrollo (PD) se presenta como el instrumento estructural mediante el cual las concesionarias proyectan inversiones, refuerzos y expansiones de infraestructura en horizontes de mediano y largo plazo. Sin embargo, la planificación formal contenida en el PD no necesariamente incorpora señales territoriales dinámicas asociadas al crecimiento urbano efectivo, especialmente cuando este ocurre de manera acelerada o fragmentada. En este contexto, la expansión del territorio operacional (TOP) constituye un proceso que se vincula tanto al modelo de negocio como a la planificación regulatoria. La clase permite comprender que la anticipación territorial no es solo un problema técnico, sino un desafío estratégico dentro de una estructura institucional rígida, donde la coordinación con actores públicos (municipalidades, MINVU, SERVIU, SISS) es determinante. Asimismo, se evidencia que la sostenibilidad financiera del servicio está directamente asociada a la correcta programación de inversiones.
Aporte especifico que se cree obtener, sirve para.	• **Orientar:** Enmarcar el modelo de gestión del TOP dentro de la lógica de planificación regulada del sector sanitario. • **Complementar:** Conectar el modelo propuesto con el instrumento formal del Plan de Desarrollo (PD). • **Definir:** Justificar que la expansión territorial debe ser analizada desde una perspectiva estratégica y regulatoria, no solo operativa.
Materiales más significantes.	• Esquema del funcionamiento del sector sanitario como monopolio natural regulado. • Referencia al Plan de Desarrollo como instrumento de planificación obligatoria. • Relación entre inversión, cobertura y estándares de servicio.

Ficha Nº11	Magíster de gestión del agua
Nombre del módulo **Profesor** **Lectura**	PLANIFICACIÓN Y DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Planificación estratégica – Herramientas de gestión (PPT BSC) Balanced Scorecard (BSC) – Material de clase
Palabras Claves	Balanced Scorecard; gestión estratégica; indicadores; control de gestión; alineamiento estratégico; KPIs; desempeño organizacional; planificación; sector sanitario
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.- Citas Textuales** **2.- Redacción Propia**	CITAS TEXTUALES 1.- “Lo que no se mide, no se puede gestionar.” 2.- “El Balanced Scorecard traduce la estrategia en objetivos e indicadores.” 3.- “El BSC equilibra indicadores financieros y no financieros.” 4.- “La estrategia debe desplegarse en toda la organización.” REDACCIÓN PROPIA El Balanced Scorecard (BSC) es presentado como una herramienta de gestión estratégica que permite traducir la visión y estrategia organizacional en objetivos concretos, medibles y alineados a distintos niveles de la organización. La lógica del BSC se estructura en cuatro perspectivas clásicas (financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento), lo que permite superar una visión exclusivamente financiera del desempeño y avanzar hacia un modelo integral de gestión. En el contexto del sector sanitario, el BSC permite articular dimensiones regulatorias, financieras y operativas bajo una lógica común de seguimiento estratégico. Esto es especialmente relevante cuando se analiza la expansión del territorio operacional (TOP), ya que dicha expansión no puede evaluarse únicamente en términos técnicos, sino también en su impacto financiero, en la satisfacción de clientes y en la capacidad organizacional para gestionar crecimiento. Asimismo, el BSC facilita la alineación entre planificación estratégica (nivel corporativo) y ejecución operativa (nivel táctico y operativo), lo cual es clave en estructuras altamente reguladas como las concesionarias sanitarias.
Aporte especifico que se cree obtener.	• **Orientar:** Incorporar indicadores estratégicos para evaluar la gestión de expansión territorial. • **Complementar:** Integrar dimensiones financieras, regulatorias y operativas en el modelo de gestión del TOP. • **Definir:** Proponer un sistema de seguimiento del modelo basado en KPIs estratégicos.
Materiales más significantes.	• Esquema de las cuatro perspectivas del BSC. • Mapa estratégico (relación causa–efecto entre objetivos). • Ejemplo de despliegue de indicadores estratégicos.

12.3. Anexo 3: Recopilación de datos ATOs Rancagua-Machalí

Tabla 12 Recopilación ATO desde el 2020 a principios del 2026. P1.

Código	Categoría	Clasificación	Localidad	Nro. Viviendas	Distancia Cx	Diferencia Cota Cy
51578	ATO	CLASICO	RANCAGUA	133	849	0
51623	ATO	CLASICO	RANCAGUA	480	699	7
51672	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	500	0	0
51879	ATO	CLASICO	RANCAGUA	110	107	3
51880	ATO	CLASICO	RANCAGUA	82	109	2
51977	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	410	374,99	1
52375	ATO	CLASICO	RANCAGUA	190	90	4
52485	ATO	CLASICO	RANCAGUA	202	1100	3
52518	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	360	20	1
52591	ATO	CLASICO	RANCAGUA	276	300	2,97
52784	ATO	CLASICO	RANCAGUA	147	110	2
52809	ATO	CLASICO	RANCAGUA	254	924	3
52835	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	200	600	3
53001	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	200	20	1
53002	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	160	20	1
53006	ATO	CLASICO	RANCAGUA	109	48	1
53029	ATO	SOCIAL	RANCAGUA	448	60	11
53263	ATO	CLASICO	RANCAGUA	217	576	2
51558	ATO	CLASICO	MACHALI	7	0	1
51847	ATO	CLASICO	MACHALI	150	1820	9
52646	ATO	CLASICO	MACHALI	84	790	4
52647	ATO	CLASICO	MACHALI	69	620	4
52648	ATO	CLASICO	MACHALI	68	410	3
52680	ATO	CLASICO	MACHALI	6	2	0
52782	ATO	SOCIAL	MACHALI	231	500	9
52816	ATO	CLASICO	MACHALI	62	500	8
52919	ATO	CLASICO	MACHALI	233	20	3
53105	ATO	CLASICO	MACHALI	288	1900	37
53267	ATO	CLASICO	MACHALI	16	414	3
53277	ATO	CLASICO	MACHALI	74	57	2

Fuente: Elaboración propia.

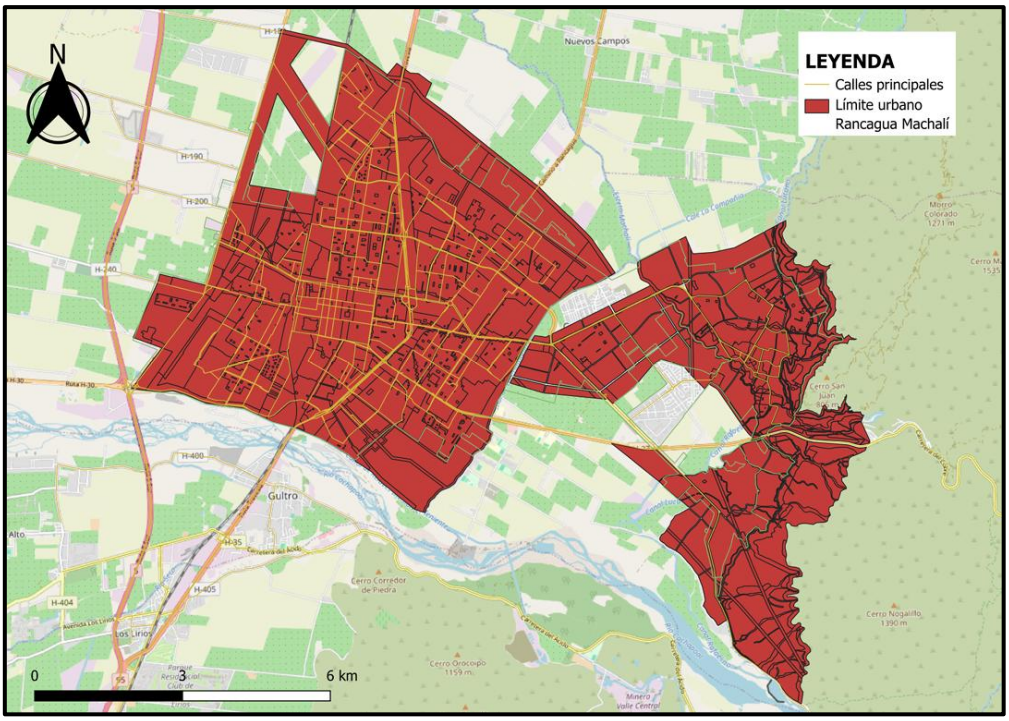
Tabla 13 Recopilación ATO desde el 2020 a principios del 2026. P2.

Código	Dirección	ROL	Lote
51578	Illanes Oriente S/N Lote 4A	1412-85	Lote 4A
51623	AVENIDA LA COMPAÑIA 02250	1408-62	LA GAMBOINA
51672	LA GAMBOINA S/N°	1408-52	PARCELA N°18
51879	AVENIDA SALVADOR ALLENDE 067	1419-961	LOTE 1-B
51880	LA MORANINA	2118-154	LOTE DOCE-1
51977	Av. La Compañía (H-15) S/N	1408-59	La Gamboina Parcela 15
52375	Illanes Oriente 02409	1412-85	4A
52485	ILLANES N°0620	9000-7	LOTE 4-a
52518	La Compañía 01715	1408-132	B
52591	Parque Intercomunal O´Higgins 01140	1412-88	4C
52784	Javiera Carrera 2151	1406-350	Parcela 8
52809	PRESIDENTE SALVADOR ALLENDE N°3005	1418-9	HIJUELA SEGUNDA
52835	Av. La Compañía (H-15) S/N	1408-59	Parcela 25
53001	La Compañía 01715	1408-132	B
53002	La Compañía 01715	1408-132	B
53006	El Cobre presidente Eduardo Frei Montalva 1780, Parcela 6	1405-62	6
53029	ILLÁNES	9000-7	LOTE CUATRO
53263		1412-85	
51558	Lote B Parcela N° 9, ruta H255.	146-2	Lote B Parcela N° 9
51847	CAMINO AL CRISTO	104-221	HIJUELA 2
52646	LOTE B MIRADOR DE NOGALES	102-708	LOTE B1
52647	LOTE B MIRADOR DE NOGALES	102-709	LOTE B-2
52648	LOTE B MIRADOR DE NOGALES	102-710	LOTE B-3
52680	Camino La Hacienda S/N	104-7	A, A1, A2 y B Chacra San Luis
52782	Las Mercedes S/N	113-101	2
52816	104-73	104-73	5A
52919	102-732	102-732	1B
53105	472-1 Y OTROS	472-1 Y OTROS	CONDOMINIO VISTA AL VALLE
53267	Edo. Frei Montalva	102-269	Lote Dos
53277	Las Rosas 501	509-36	Lote A

Fuente: Elaboración propia

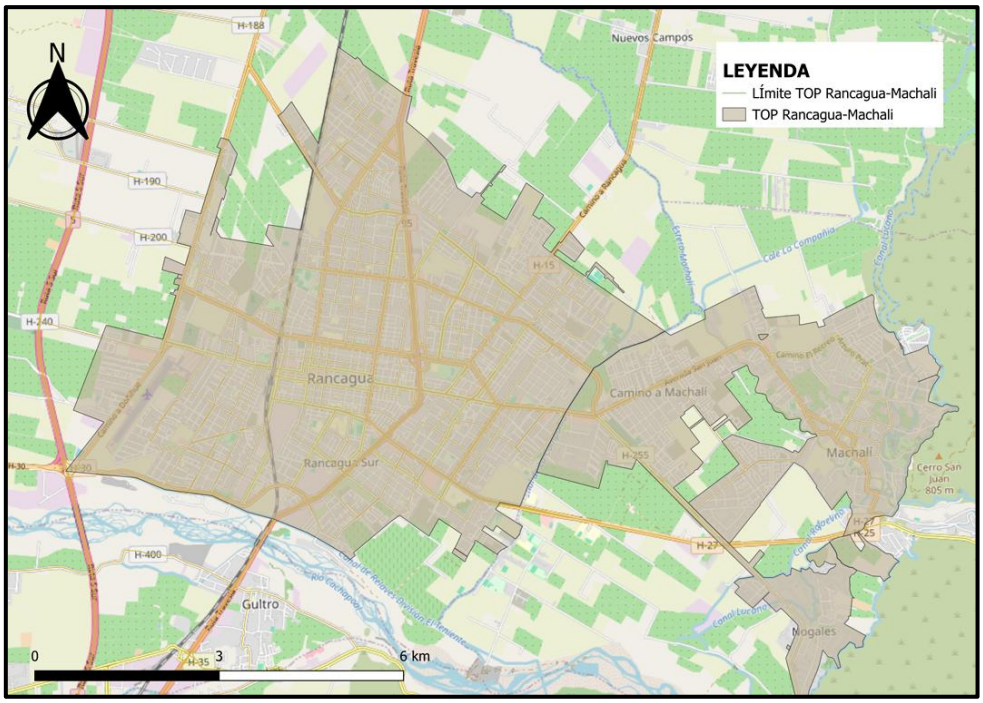
12.4. Anexo 4: Mapas

Figura 16 Límite urbano y calles principales, Rancagua y Machalí.



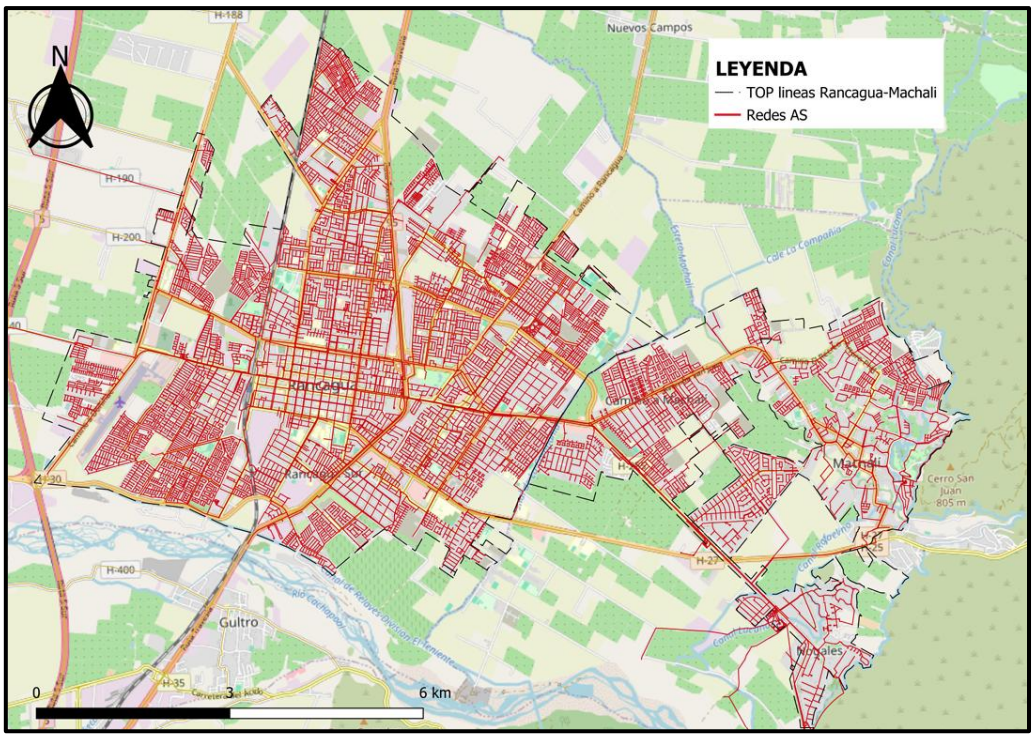
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17 Límite territorio operacional Rancagua y Machalí.



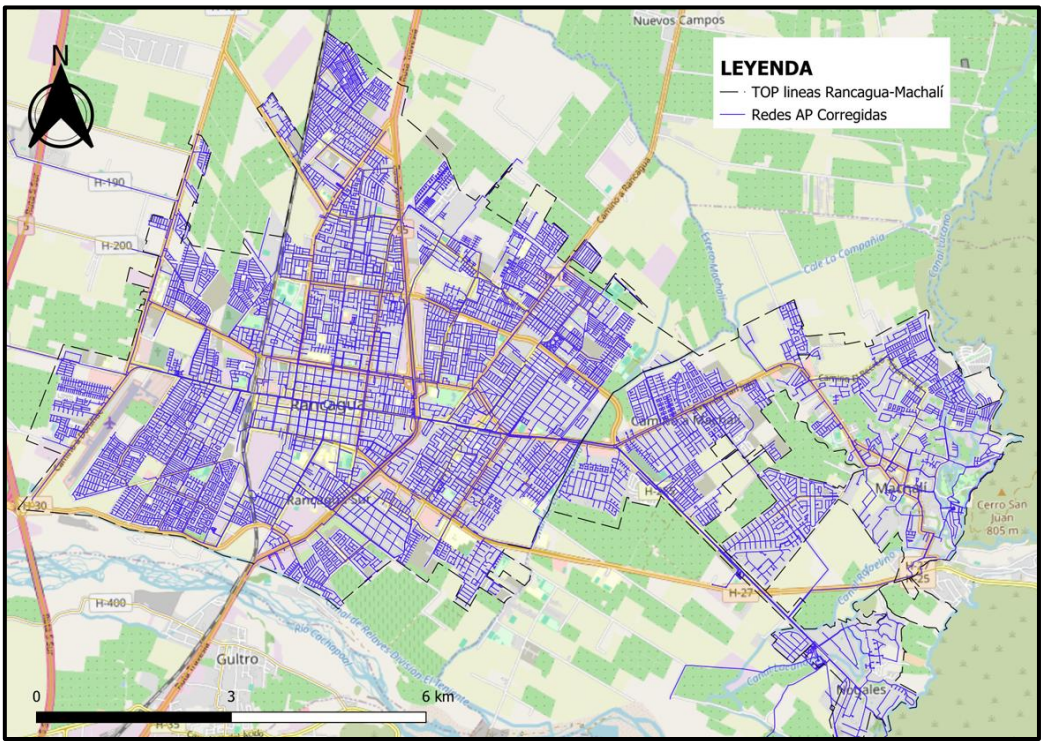
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18 Redes aguas servidas localidades de Rancagua y Machalí.



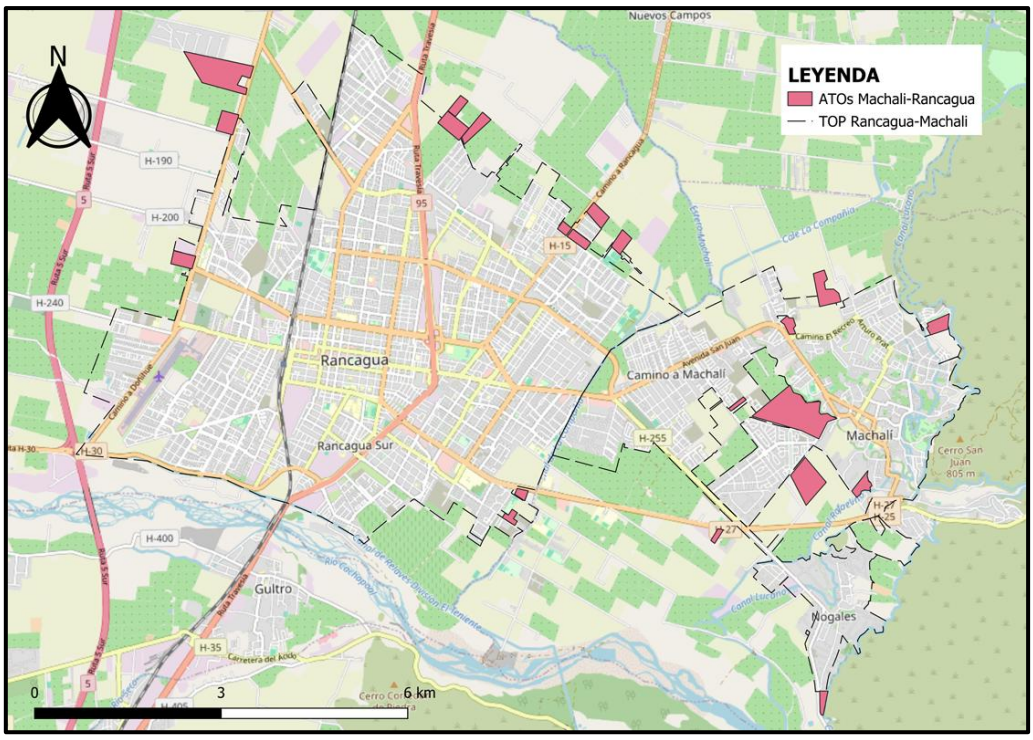
Fuente: Elaboración propia.

Figura 19 Redes agua potable localidades de Rancagua y Machalí.



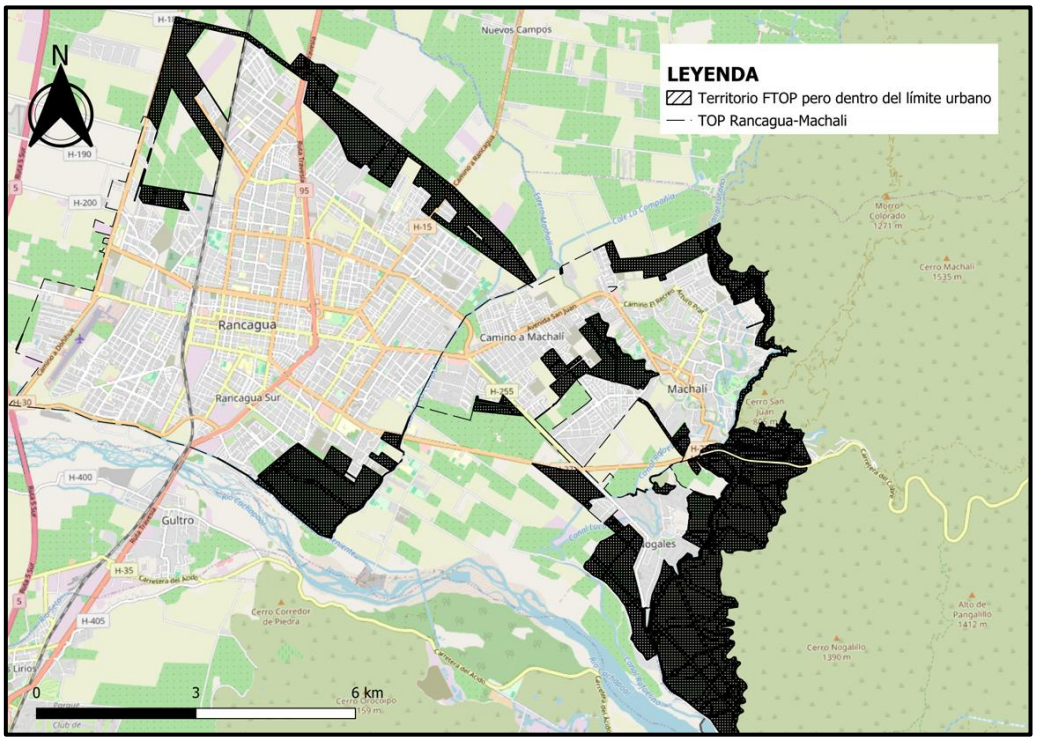
Fuente: Elaboración propia.

Figura 20 Ampliaciones de TOP a abril 2026, Rancagua y Machalí.



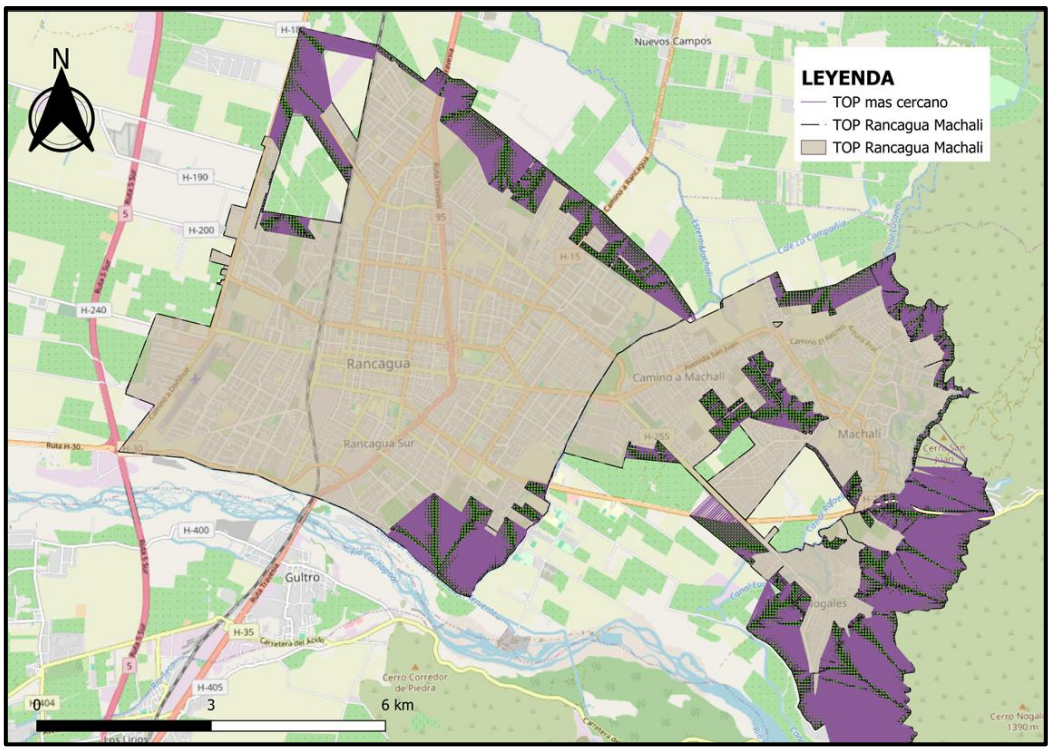
Fuente: Elaboración propia.

Figura 21 Territorio urbano fuera del TOP, Rancagua y Machalí.



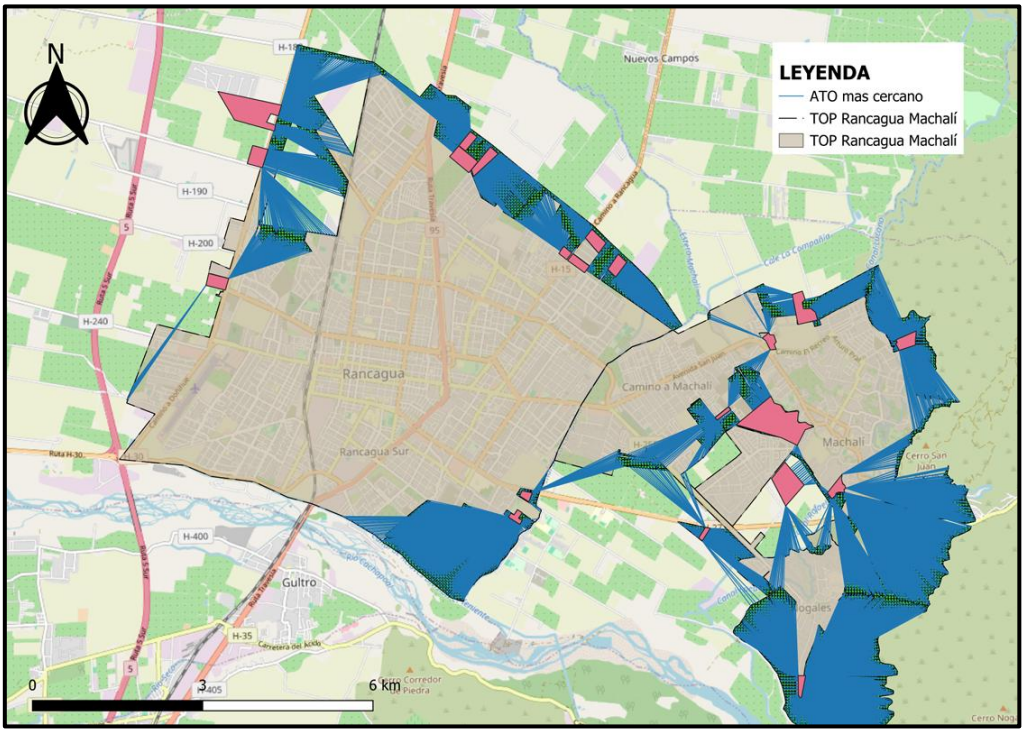
Fuente: Elaboración propia.

Figura 22 Distancia entre la grilla y TOP.



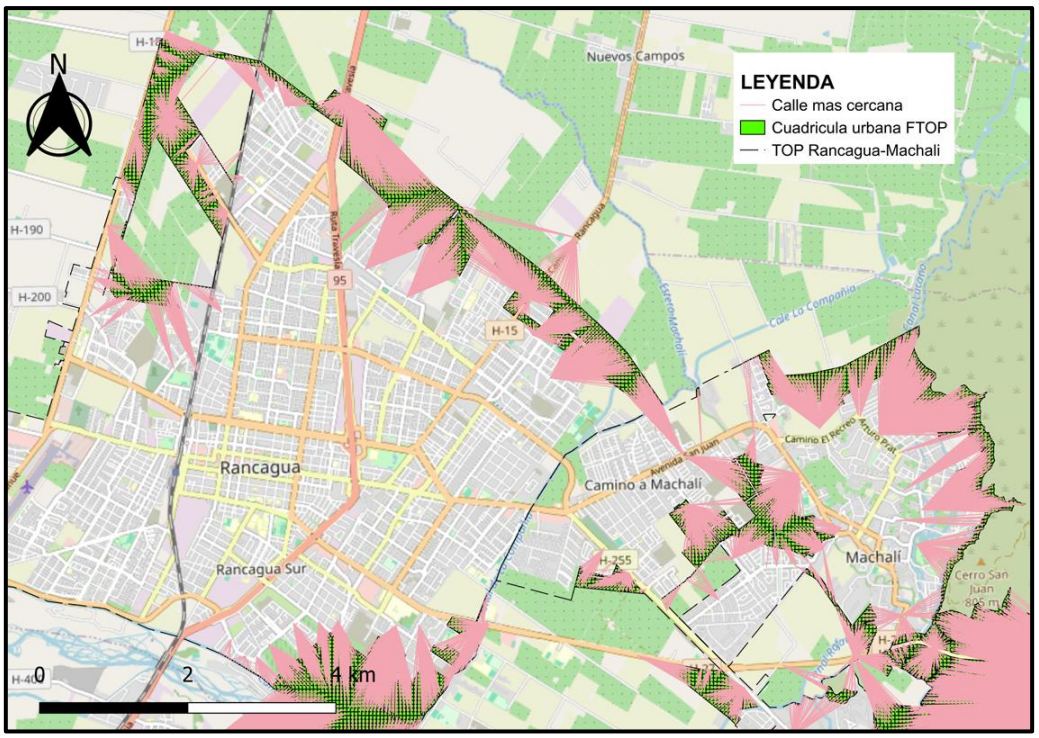
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23 Distancia entre la grilla y ATOs.



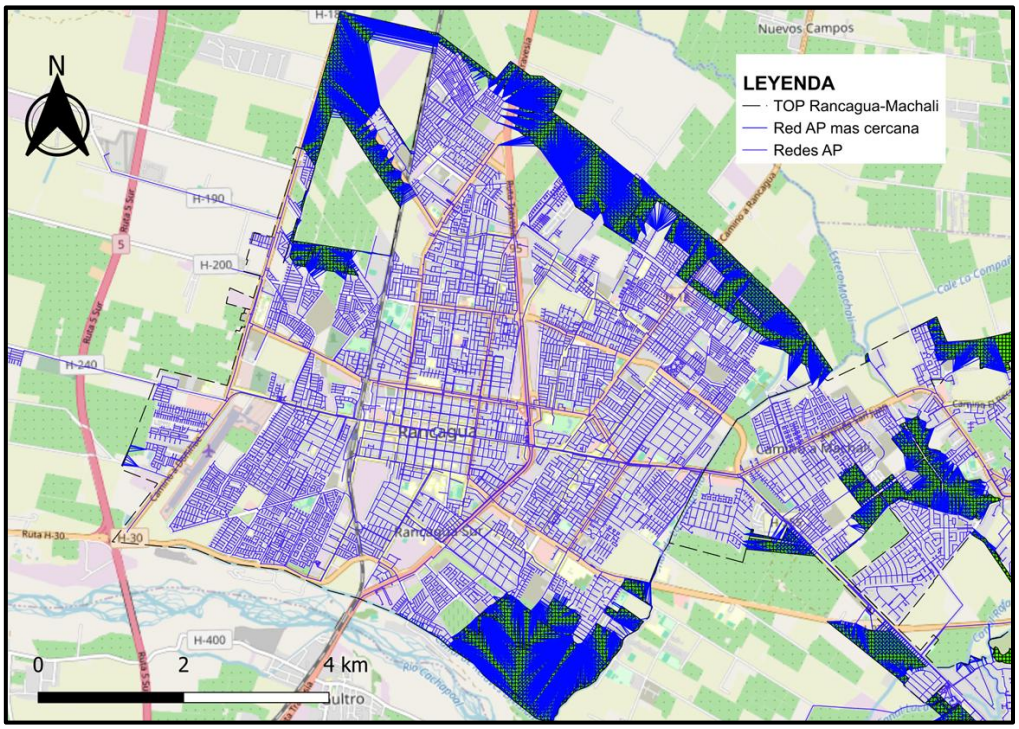
Fuente: Elaboración propia.

Figura 24 Distancia entre la grilla y calles principales.



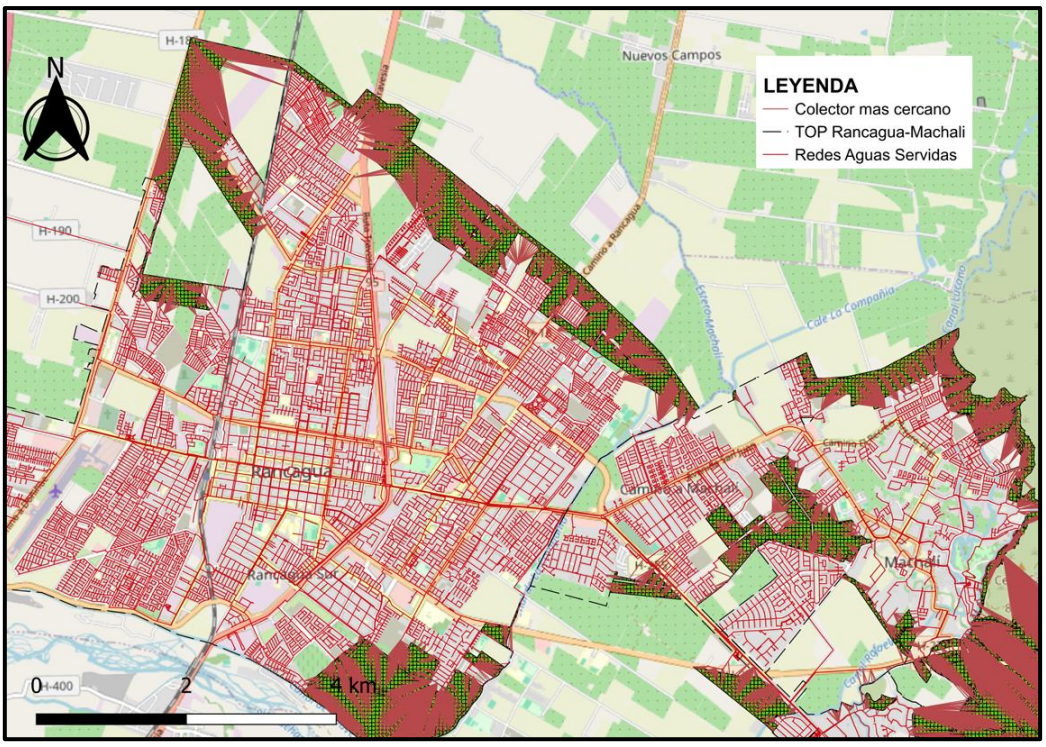
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25 Distancia entre la grilla y matrices.



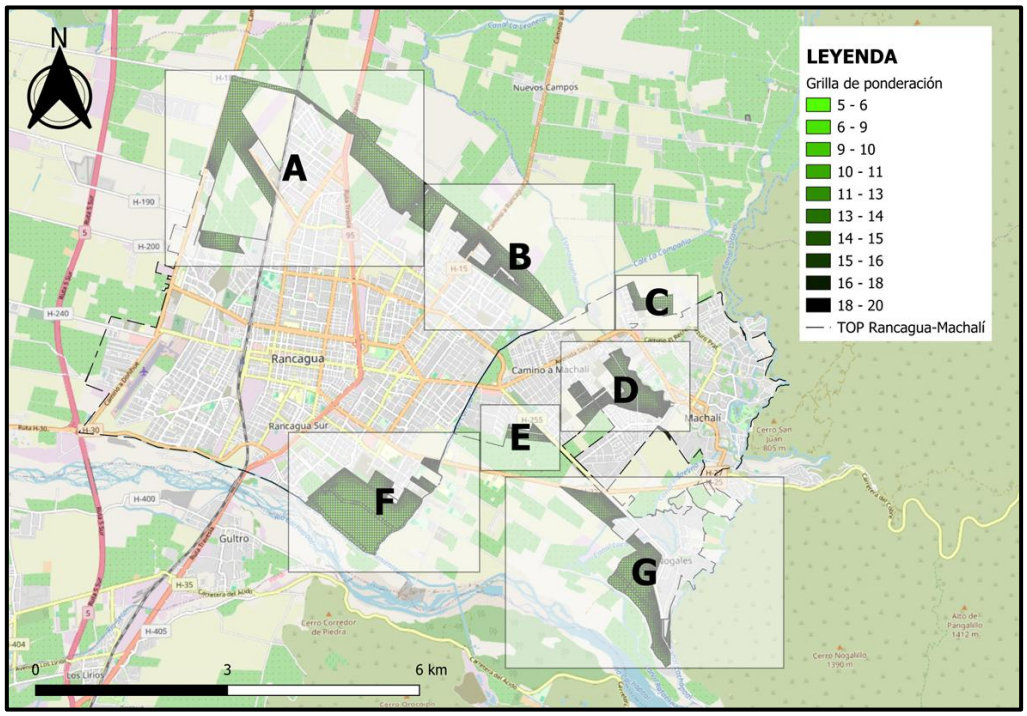
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26 Distancia entre la grilla y colectores.



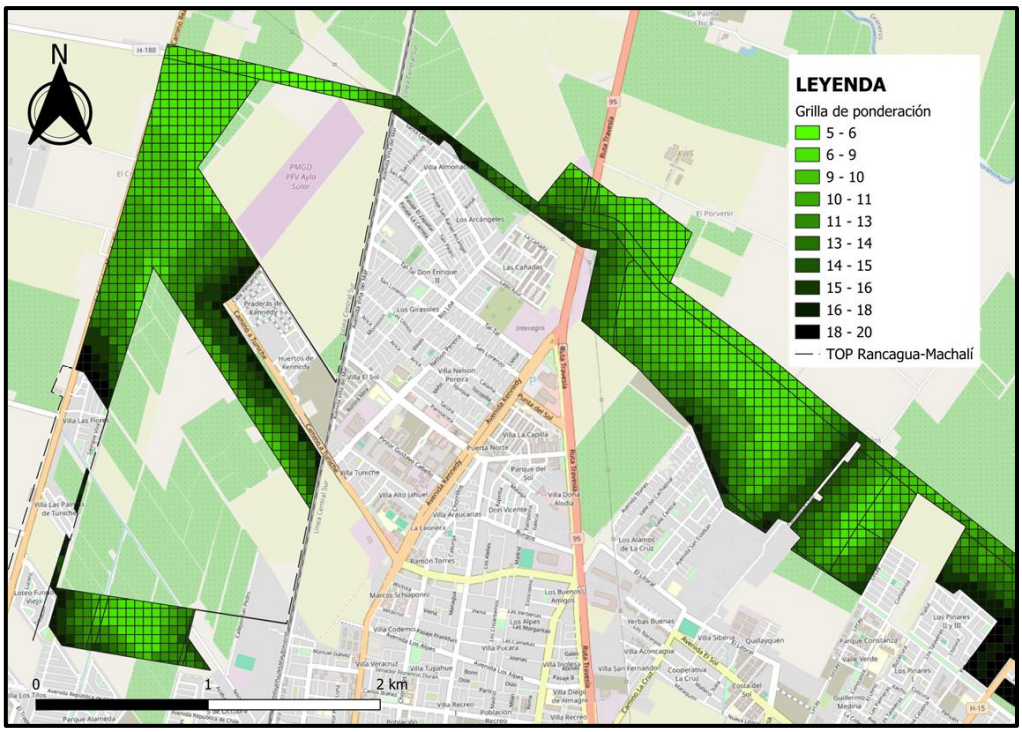
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27 Mapa de calor para priorización territorial.



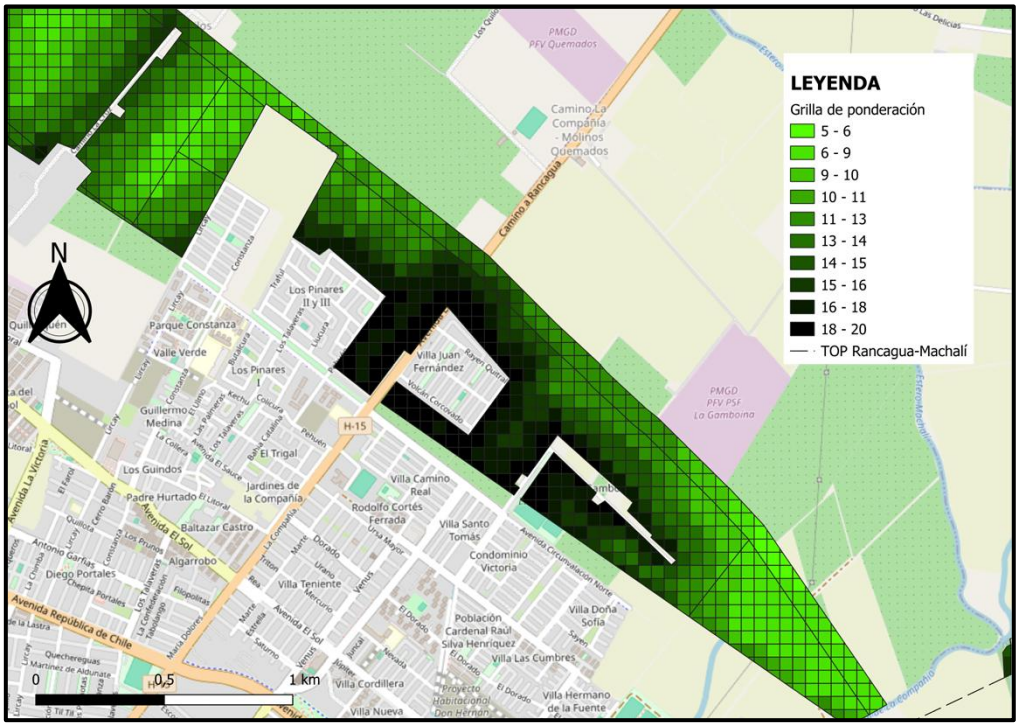
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28 Grilla ponderación A - Sector norte Rancagua.



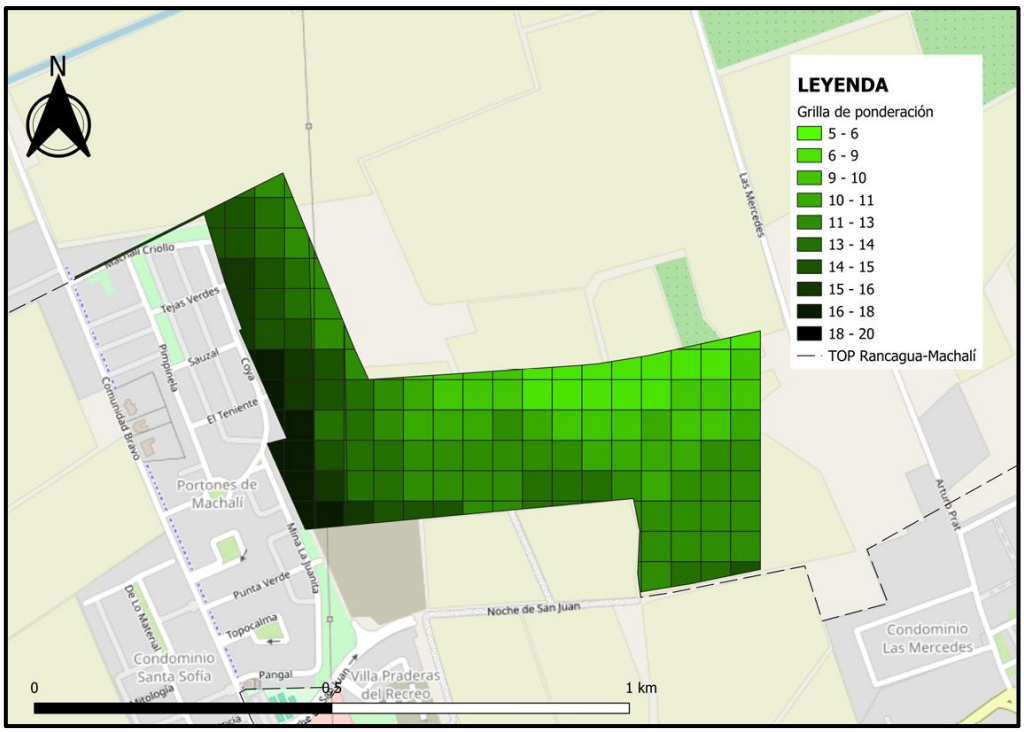
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29 Grilla ponderación B - Sector nororiente Rancagua.



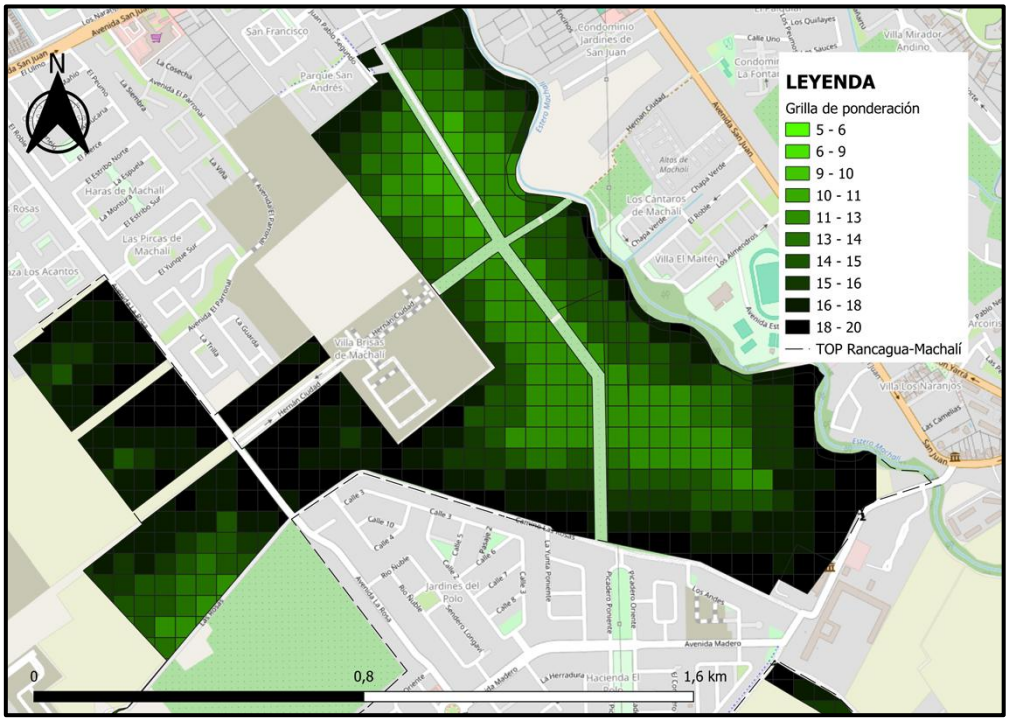
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30 Grilla ponderación C - Sector norte Machalí.



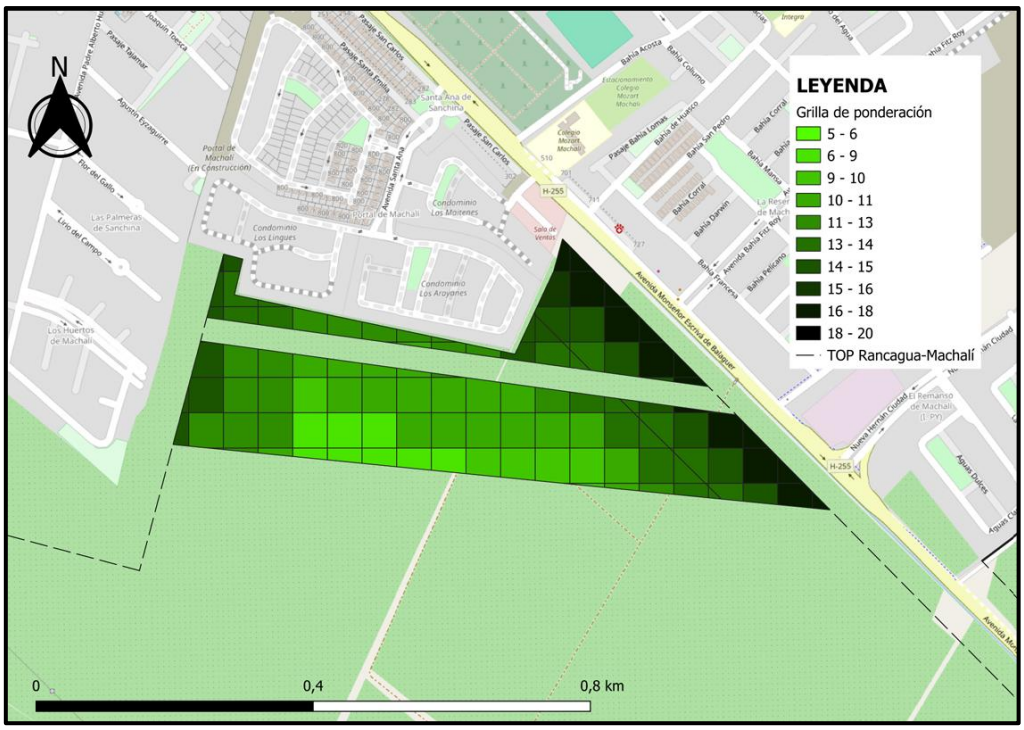
Fuente: Elaboración propia.

Figura 31 Grilla ponderación D - Sector centro El Polo Machalí.



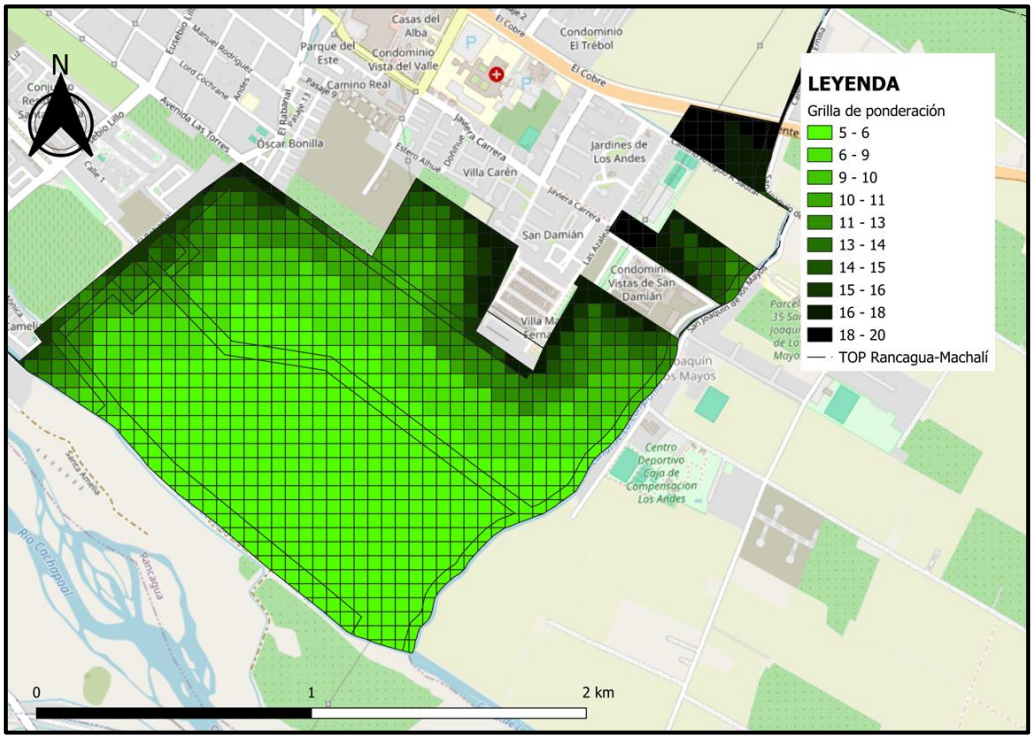
Fuente: Elaboración propia.

Figura 32 Grilla ponderación E - Sector surponiente Machalí.



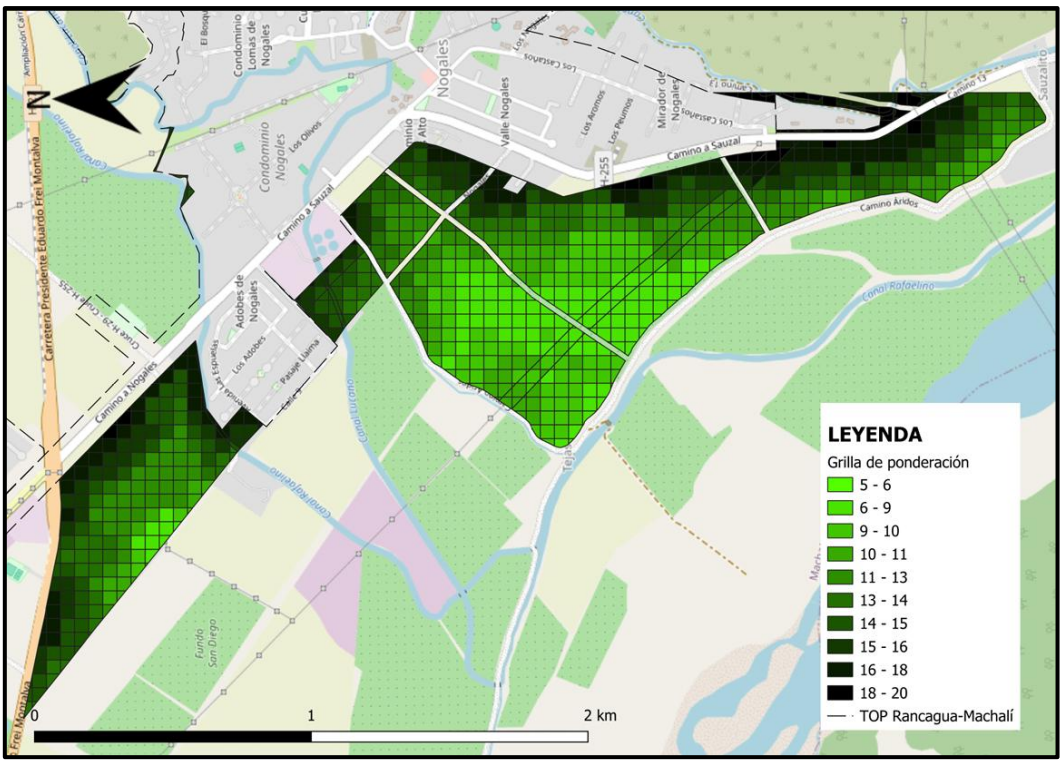
Fuente: Elaboración propia.

Figura 33 Grilla ponderación F - Sector suroriente Rancagua.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34 Grilla ponderación G - Sector Suroriente Machalí.



Fuente: Elaboración propia.