



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía



Facultad de Arquitectura
Urbanismo y Geografía
Magister en Procesos
Urbanos Sostenibles

ESTRATEGIAS DE DISEÑO URBANO SOSTENIBLE PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS HÍDRICOS URBANOS: EL CASO DEL ESTERO LAS TOSCAS EN CHILLÁN.

POR

María Elena Palma Sánchez

Trabajo Integrativo presentado a la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía de la Universidad de Concepción para optar al grado académico de Magister en Procesos Urbanos Sostenibles.

Prof. Guía de Tesis: Dra. Andrea Milisen Fernández Covarrubias.
Profesor Co-Guía de Tesis: Dra. (c) Daniela Romina Villouta Gutiérrez.

CONCEPCIÓN, Enero 2025.

© 2025 María Elena Palma Sánchez.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

Agradecimientos

En este proceso no queda más que agradecer a mi familia, por su apoyo incondicional durante todo mi proceso formativo, por contenerme y por sobre todo alentarme a seguir aprendiendo.

A Claudio, quien me ha acompañado durante todo mi proceso académico, desde el pregrado hasta hoy. Gracias por esas tazas de té que nunca llegaron, por ir a dejarme todos esos viernes en la madrugada al bus y cuidar de mi integridad junto a la de los perritos durante los días aciagos.

A mis perritos, Trufa y Ozzy, mi apoyo emocional incondicional, por recibirme con tanto amor después de largas jornadas de trabajo y los interminables viajes a la universidad. Gracias por renunciar a sus paseos para acompañarme bajo el escritorio mientras escribía este documento.

A mis amigas, por estar siempre presentes a pesar de mi ausencia, por comprender mis procesos y por aceptarme tal como soy, sin juicios ni condiciones.

A mis compañeros de trabajo, por enseñarme con el ejemplo y compartir sus experiencias y opiniones. Muchas de ellas, me han ayudado a crecer y enriquecerme en el ámbito profesional.

A mis profesoras, especialmente a mis guías en este TFI, Andrea y Daniela, por inspirarme no solo como profesionales, sino también como mujeres. Ojalá algún día pueda trabajar con la misma pasión que ustedes demuestran cada día.

Por último, quiero agradecer a uno de mis profesores de pregrado en esta misma facultad, quien en algún momento de mi proceso académico sugirió que me retirara de la carrera, ya que creía que no era lo mío. Desde ese momento, mi familia me brindó el apoyo necesario para encontrar las fuerzas que me permitieron seguir adelante, titularme como arquitecta y, sobre todo, lograr darme cuenta que una vez ejerciendo mi profesión, era posible encantarme con ella.

TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen	5
2.	Introducción	6
3.	Elección y fundamentación del tema y lugar	6
4.	Problemática urbano sostenible	10
5.	Pregunta e hipótesis proyectual	11
	a. Pregunta de investigación	11
	b. Hipótesis proyectual	12
6.	Objetivos generales y específicos	12
7.	Antecedentes del caso	12
8.	Marco conceptual	16
	8.1. Desintegración urbana y degradación socioambiental	16
	8.2. El espacio público y su rol en la integración del sistema hídrico	16
	8.3. Space syntax, una herramienta para la integración	17
	8.4. Estrategias de diseño urbano sostenible para la mejora integral del entorno de los sistemas hídricos	19
9.	Diseño metodológico	20
	9.1 Enfoque metodológico	20
	9.2 Etapas de la investigación	20
	9.3 Muestra y criterios a considerar	27
	9.3.1 Muestra	27
	9.3.2 Criterios de selección	28
	9.4 Variables o categorías de análisis	28
	9.4.1 Categoría espacial	28
	9.4.2 Categoría ambiental	29
	9.4.3 Categoría socioeconómica	29
	9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	29
	9.5.1 Técnicas de recolección de información	29
	9.5.2 Instrumentos de recolección de información	30
	9.6 Pasos metodológicos	30
	9.7 Acceso al campo, limitantes y aspectos éticos	32
	9.7.1 Acceso al campo	32
	9.7.2 Limitantes	32
	9.7.3 Aspectos éticos	32
	9.8 Plan de trabajo	33
10.	Resultados y propuesta	33
	10.1 Transformación de la trama urbana entorno al estero Las Toscas	33
	10.2.1 Integración del estero Las Toscas en la trama urbana utilizando la metodología Space Syntax	36
	10.2.2 Análisis espacial: Identificación y caracterización de configurantes y sus relaciones en el espacio público	40
	10.3 Estudio socioambiental del estero Las Toscas: Claves para su integración urbana	56
	10.3.1 Variables ambientales	56
	10.3.2.2 Variable socioeconómica	71
	10.4 Estrategias de diseño urbano sostenible para la integración y mejora del estero Las Toscas	75
11.	Discusión	91
12.	Conclusiones	92
13.	Referencias bibliográficas	94

1. RESUMEN

La ciudad de Chillán, capital de la Región de Ñuble, enfrenta una problemática histórica de desintegración de sus sistemas hídricos en el tejido urbano, particularmente en el caso del estero Las Toscas. Este espacio ha experimentado degradación ambiental y marginalización urbana, evidenciando la necesidad de estrategias de diseño sostenible que promuevan su integración como eje estructurador del tejido urbano. El presente trabajo busca generar estrategias de diseño urbano que integren el sistema hídrico del estero Las Toscas con el entorno construido y su espacio público, mediante un análisis espacial y socioambiental del sector, para contribuir a la rehabilitación y mejora del sistema hídrico, fomentando un desarrollo urbano sostenible y equilibrado entre la ciudad y su entorno natural.

El enfoque metodológico combina el análisis de integración espacial mediante la herramienta *Space Syntax* y la observación in situ para comprender las relaciones en el espacio público. Además, se identificaron y caracterizaron las dimensiones social y ambiental del área de estudio en base a estos análisis, se propone un marco de estrategias de diseño urbano alineadas con estándares globales, orientadas a mejorar la accesibilidad, visibilidad y calidad ambiental del entorno del estero Las Toscas. Este enfoque tiene el potencial de transformar el estero en un espacio integrador, multifuncional, sostenible y conectado, estableciendo un modelo de estrategias replicable para otras ciudades con desafíos similares que pueden ser implementados en política pública.

Palabras clave:

Space Syntax, diseño urbano sostenible, integración urbana.

ABSTRACT

The city of Chillán, capital of the Ñuble Region, faces a historical challenge of disintegration of its hydric systems within the urban fabric, particularly in the case of the Las Toscas stream. This area has experienced environmental degradation and urban marginalization, highlighting the need for sustainable design strategies that promote its integration as a structural axis of the urban fabric. This study aims to develop urban design strategies that integrate the hydric system of Las Toscas stream with the built environment and its public spaces. Through spatial and socio-environmental analysis of the area, it seeks to contribute to the rehabilitation and improvement of the hydric system, fostering sustainable urban development that balances the city with its natural environment.

The methodological approach combines spatial integration analysis using the *Space Syntax* tool with on-site observation to understand relationships within the public space. Additionally, the social and environmental dimensions of the study area were identified and characterized. Based on these analyses, a framework of urban design strategies aligned with global standards is proposed, aiming to improve accessibility, visibility, and environmental quality in the Las Toscas stream's surroundings. This approach has the potential to transform the stream into an integrative, multifunctional, sustainable, and connected space, establishing a replicable model of strategies for other cities facing similar challenges, which could be implemented in public policy..

Keywords:

Space Syntax, sustainable urban design, urban integration.

2 INTRODUCCIÓN

Las problemáticas hídricas representan un desafío crítico en el contexto urbano contemporáneo. En la mayoría de los países, la urbanización se ha llevado a cabo sin una adecuada planificación y métodos de previsión, lo que ha generado impactos negativos significativos en el medio ambiente y en la calidad de vida de las personas (Vammen, K. 2015). La gestión inadecuada de los sistemas hídricos urbanos, combinada con la expansión descontrolada de las ciudades, evidencia la necesidad de adoptar enfoques sostenibles que promuevan ciudades más resilientes. La resiliencia, entendida como la capacidad de una ciudad para resistir, adaptarse y recuperarse frente a amenazas como catástrofes socio-naturales, es fundamental en este proceso (Allan, P. et al. 2013).

En este marco, la sostenibilidad emerge como un principio rector de la planificación urbana, definida como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de futuras generaciones (ONU, 1987). Además, la configuración espacial de las ciudades influye directamente en la manera en que las personas interactúan y utilizan el espacio público. Según Hillier et al. (1984), el enfoque de Space Syntax establece que la configuración espacial de la ciudad afecta la percepción y el uso del espacio, proporcionando herramientas clave para abordar estos desafíos.

La presente investigación toma como caso de estudio el estero Las Toscas en la ciudad de Chillán, un sistema hídrico que ha sido marginado por la expansión urbana y la falta de planificación territorial adecuada. Este espacio ha sufrido una progresiva degradación ambiental y desconexión con el entorno urbano, lo que subraya la urgencia de estrategias de diseño urbano sostenible. El objetivo es desarrollar propuestas que promuevan la reintegración del estero al tejido urbano, mejorando tanto su funcionalidad como su rol ecosistémico y su relación con el espacio público.

Para ello, se emplean metodologías avanzadas, como el análisis mediante Space Syntax, junto con revisiones histórico-cartográficas, observación en terreno y el estudio de referentes nacionales e internacionales. Este enfoque busca no solo transformar el estero Las Toscas en un espacio integrador, multifuncional y sostenible, sino también establecer un modelo replicable para otras ciudades con problemáticas similares.

3 ELECCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA Y LUGAR

La ciudad de Chillán, capital de la Región de Ñuble y parte de la intercomuna Chillán-Chillán Viejo, está ubicada en la zona central de Chile, en la depresión intermedia conformada por la cordillera de la costa y de los andes (*Figura 1*), geomorfológicamente el espacio de esta depresión es un relieve bajo y sus materiales tienen que ver con la naturaleza de los sedimentos fluvio glacío volcánicos, ha incidido en esto la condición climática, la morfología y sistemas de escurrimientos, los que han determinado la distribución del nivel freático y a su vez el tipo de riesgos que en esta área actúa (Mardones, M., 1990). Forma parte de la cuenca del Río Itata, siendo el Río Ñuble uno de sus principales afluentes, de donde la región obtiene su nombre. Geográficamente, se encuentra en las coordenadas 36°36'24"S; 72°06'12"O, corresponde a un llano aluvial delimitado al norte por el Río Ñuble y al sur por el Río Chillán, con una altitud media de 124 msnm y una superficie total de 511 km².



Figura 1: Región de Ñuble. Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las ciudades del valle central de Chile tienen relación directa con la presencia de recursos hídricos. Las cuencas son los sistemas territoriales y ambientales más relevantes para la sustentabilidad de las ciudades chilenas, dada la configuración territorial del país, que puede ser definida como la sucesión de cuencas intermontanas en toda su longitud (Romero y Vidal, 2010). Considerando la importancia del agua en el desarrollo y crecimiento urbano, se ha evidenciado que la fundación de cualquier asentamiento urbano estará ligada a la transformación de su territorio, que incluye cauces y riberas (Rojas, A. 1986). La ciudad de Chillán, originalmente con el nombre de San Bartolomé de Chillán, se fundó en 1580 en la ribera norte del Río Chillán, dentro del proceso de colonización del centro de Chile (*Figura 2*). A lo largo de su historia, ha sido destruida total o parcialmente por una serie de desastres naturales, principalmente terremotos e inundaciones, siendo reubicada y reconstruida. Cuatro veces ha sido fundada la ciudad, siendo en 1835 cuando obtiene su ubicación actual (*Figura 3*).

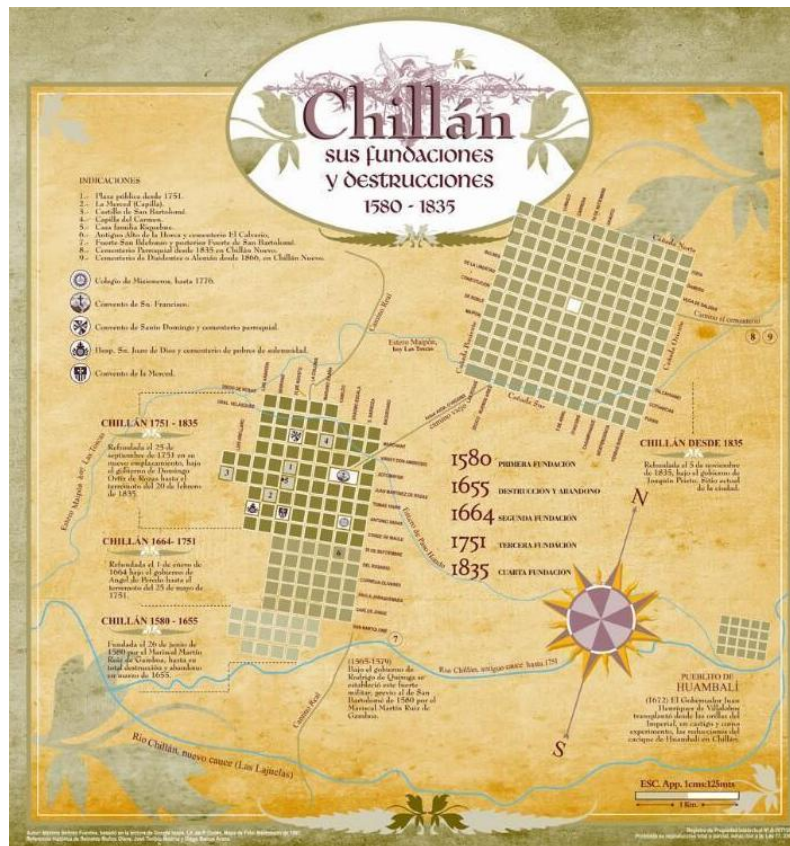


Figura 2: Mapa de Chillán sus fundaciones y destrucciones 1580 1835 / [material cartográfico]. Fuente: Chillán: Máximo Beltrán Fuentes, 2018.

Es importante señalar que, según varios autores, el proceso de planificación de la ciudades chilenas ha tenido una escasa consideración de los efectos de las urbes sobre los sistemas hídricos y la integración de estos a la ciudad, lo que ha transformado sus cauces y riberas en sitios eriazos, basurales, espacios inseguros y barreras socio espaciales (Henríquez, C. 2009). Esta transformación del territorio ha sido impulsada por la visión utilitaria de los recursos hídricos, lo que ha acrecentado problemáticas de integración de estos sistemas en la planificación urbana y la degradación de estos como un sistema.

Estas problemáticas no son exclusivas de la ciudad de Chillán, sino que es visible en otras ciudades chilenas del valle central como Los Ángeles, Linares y Angol, donde la gestión inadecuada de los recursos hídricos y su territorio ha impactado de forma negativa el entorno urbano y sus sistemas hídricos. Esto permite extrapolar las estrategias de diseño urbano basadas en el sistema hídrico que se puedan implementar en el estero Las Toscas y su espacio público asociado.

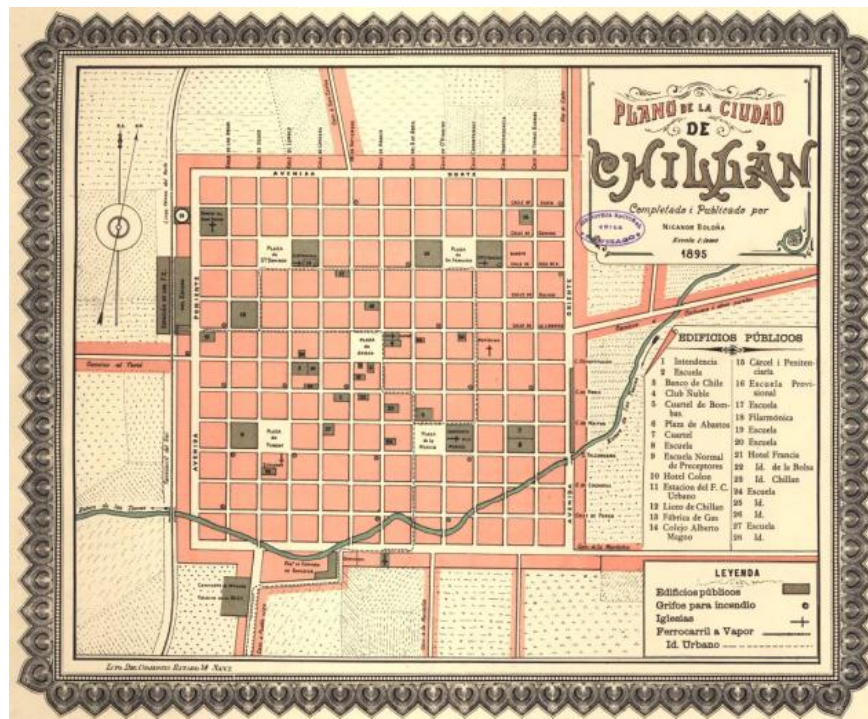


Figura 3: Álbum de planos de las principales ciudades y puertos de Chile (Santiago). Fuente: Dirección General de Obras Públicas, Oficina de Geografía y Minas (1896).

La ciudad de Chillán tiene una relación históricamente compleja con sus recursos hídricos, tanto en términos de gestión de desastres como planificación urbana, por lo que se considera un caso relevante de estudio para comprender la evolución de la ciudad y de su sistema hídrico a lo largo del tiempo. Además Chillán es la capital administrativa de una región recientemente formada, que cuenta con un sinfín de oportunidades de desarrollo y gestión al contar con los recursos e instituciones instaladas en el territorio, junto con esto, al conformar una intercomuna con Chillán Viejo, posee un carácter más relevante en términos de desarrollo urbano, contemplando que ya está en mira el desarrollo de una futura área metropolitana considerándose las proyecciones de crecimiento poblacional y urbano (Figura 4), entendiéndose como área metropolitana la extensión territorial formada por dos o más comunas de una misma región, unidas entre sí por espacios urbanos y que, en su conjunto, superen los doscientos cincuenta mil habitantes y considerando que la proyección al año 2024 es que la intercomuna alcance o sobrepase los 240.000 habitantes, según el último CENSO.

Gore inicia gestiones para que se declare un área metropolitana en Ñuble



PUBLICADO POR
[Felipe Ahumada](#)

PUBLICADO
Junio 5, 2023 | 11:58 AM



Cristian Cáceres

Figura 4: Artículo de prensa sobre gestiones del Gobierno Regional para la declaración de área metropolitana en Ñuble. Fuente: Diario La Discusión.

Por lo tanto, al abordar las problemáticas de integración de los elementos hídricos en la planificación de la ciudad de Chillán y la degradación de estos, se comprenderá las dinámicas de ciudad y contribuir al desarrollo de soluciones y estrategias más efectivas a nivel local, que puedan a su vez implementarse en casos similares.

4 PROBLEMÁTICA URBANO SOSTENIBLE

Un aspecto crucial es el concepto de sistema hídrico en la gestión y comprensión de los recursos acuáticos en entornos urbanos. Es esencial considerar la importancia de estos sistemas y sus servicios ecosistémicos asociados para abordar la problemática de la integración de estos a la ciudad. Montoya-Tangarife et al. (2022) señalan que la provisión de servicios ecosistémicos en áreas urbanas está directamente vinculada a la presencia y accesibilidad de espacios verdes públicos, así como a su disposición y ubicación dentro de la ciudad. Estas redes de elementos naturales y artificiales son fundamentales para la gestión del drenaje urbano, pero poseen mayor relevancia ante la regulación del clima local, conservación de la biodiversidad y la mejora del paisaje urbano.

La problemática de la desintegración espacial y degradación socioambiental del estero Las Toscas con su entorno urbano plantea una serie de desafíos específicos que impactan directamente en la calidad de vida de los habitantes y la funcionalidad del espacio urbano en general. Entre estos desafíos destacan la falta de conectividad e integración espacial del estero con el tejido urbano, la degradación ambiental que afecta su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos esenciales, y la pérdida del valor del espacio público asociado, que limita su uso como un lugar de encuentro y recreación. Además, la insuficiencia de intervenciones urbanas sostenibles y la fragmentación de la trama urbana, resultado de una expansión desordenada, dificultan tanto la rehabilitación del entorno como la interacción entre las personas y su medio natural.

Chueca (1977) plantea que el espacio urbano es un escenario que facilita el intercambio social y cultural entre sus habitantes, funcionando como un vehículo para el encuentro y la interacción. Sin embargo, cuando el entorno no está diseñado para promover estas relaciones, el espacio urbano pierde su capacidad integradora, afectando no solo la cohesión social, sino también la funcionalidad y el disfrute de la ciudad. Este marco conceptual refuerza la necesidad de rediseñar el entorno del estero Las Toscas con estrategias que favorezcan tanto su conectividad como la regeneración de su valor social y ambiental.

No obstante, cabe cuestionarse si la integración espacial es siempre necesaria o beneficiosa. Algunos espacios, debido a su fragilidad ambiental o su valor ecosistémico, podrían requerir medidas de protección en lugar de su exposición abierta. Este punto invita a reflexionar sobre cómo equilibrar la conectividad con el resguardo del entorno, priorizando intervenciones que maximicen los beneficios sin comprometer la sostenibilidad de los recursos hídricos y naturales.

El espacio público del estero Las Toscas, entendido como el conjunto de áreas de libre acceso y uso común para la comunidad, enfrenta retos como la falta de mantenimiento, la presencia de desechos, la ausencia de equipamientos adecuados y la percepción de inseguridad. Estas condiciones limitan su uso efectivo, reducen su atractivo y restringen la interacción con este elemento natural, generando un deterioro en la calidad de vida de los habitantes. Borja (2001) señala que la desaparición de espacios públicos integradores afecta tanto la cohesión social como la percepción de seguridad en la ciudad.

Las intervenciones realizadas hasta ahora para abordar la degradación y desintegración del espacio público del estero Las Toscas no han incluido acciones concretas orientadas a su revitalización. Estas intervenciones deberían abarcar la rehabilitación de áreas degradadas, la creación de espacios verdes y recreativos, la instalación de equipamiento urbano y la implementación de programas de seguridad y vigilancia para garantizar un ambiente acogedor.

En este marco, la configuración de la trama urbana desempeña un papel crucial. La distribución de calles, accesos y caminos alrededor del estero influye en la conectividad y accesibilidad del espacio público. Según Fuentes et al. (2013), el diseño físico-espacial no determina totalmente el comportamiento humano, pero cataliza o inhibe ciertas conductas, mientras que Hillier (1984) destaca que una trama urbana fragmentada puede limitar el surgimiento de interacción social, comercio y actividades, contribuyendo a la inseguridad y al desuso del espacio público.

Finalmente, la conectividad, aunque esencial para garantizar la funcionalidad y el uso efectivo del espacio público, debe ser entendida de manera equilibrada. Mejorar los accesos peatonales y ciclistas, integrar sistemas de transporte público y promover redes inclusivas son medidas necesarias; sin embargo, también es crucial identificar áreas del estero que puedan beneficiarse más del resguardo que de una exposición abierta al flujo constante de usuarios.

En conclusión, debiera abordarse aquí la problemática de la degradación y desintegración del espacio público del estero Las Toscas con su entorno urbano, requiriendo considerar aspectos clave como el diseño y uso del espacio público, la implementación de intervenciones efectivas, la configuración de la trama urbana, la conectividad, el sistema hídrico y sus servicios ecosistémicos. Desde una perspectiva de planificación urbana sostenible y regenerativa, es necesario promover intervenciones que reconecten este espacio con la ciudad, incrementen su funcionalidad y valor, y mejoren la calidad de vida de los habitantes mediante el fortalecimiento de la identidad y el uso del espacio público.

5 PREGUNTA E HIPÓTESIS PROYECTUAL

a. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera las estrategias de diseño urbano pueden integrar de manera efectiva el estero Las Toscas y su entorno urbano en la ciudad de Chillán?

b. HIPÓTESIS PROYECTUAL

Se prevé que la implementación de estrategias de diseño urbano sostenible mejorará la integración entre el sistema hídrico estero Las Toscas y su entorno urbano. Estas intervenciones fomentarán la mejora de la calidad ambiental mediante la rehabilitación del estero, la gestión de aguas pluviales y la restauración de su vegetación, contribuyendo a la conservación de los servicios ecosistémicos. Además, favorecerán el uso del espacio público al crear áreas accesibles para el esparcimiento y la interacción social.

6 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivo general:

Generar estrategias de diseño urbano que integren el sistema hídrico del estero Las Toscas con el entorno construido y su espacio público, mediante un análisis espacial y socioambiental del sector, con el objetivo de contribuir a la rehabilitación y mejora del sistema hídrico, fomentando un desarrollo urbano sostenible y equilibrado entre la ciudad y su entorno natural.

Objetivos específicos:

- A.** Analizar la transformación de la trama urbana en torno al estero Las Toscas, identificando las transformaciones y adaptaciones ocurridas a lo largo del tiempo, así como los factores que han influido en su integración o desconexión con el entorno urbano.
- B.** Analizar la integración espacial entre el estero Las Toscas y la trama urbana, identificando la configuración espacial y las relaciones en el espacio público, así como las tipologías de entornos urbanos que interactúan con el estero. Este análisis permitirá comprender las dinámicas entre el espacio natural y el urbano, con el fin de desarrollar propuestas que promuevan una integración funcional y sostenible.
- C.** Identificar y caracterizar las dinámicas socioambientales a partir de la relación de los usos y cobertura de suelo, superficie impermeabilizada, levantamiento de la cobertura vegetal, sendas y área libre disponible, riesgos y amenazas, incluyendo la vulnerabilidad socioeconómica.
- D.** Desarrollar estrategias de diseño urbano sostenible para la integración y mejora del estero Las Toscas para proponer soluciones específicas que permitan la integración efectiva del estero con su entorno urbano, así como la rehabilitación y mejora del sistema hídrico, basadas en los resultados del análisis histórico, espacial y socioambiental.

7 ANTECEDENTES DEL CASO

Uno de los elementos hídricos más significativos en el desarrollo histórico de la ciudad de Chillán es el estero Las Toscas, anteriormente conocido como estero Maipo o Maipón. Desde sus inicios, este estero ha sido fundamental para la ciudad, proporcionando agua y sirviendo como espacio recreativo para la comunidad local. Sin embargo, con el crecimiento urbano acelerado y el proceso de industrialización, la relación entre la ciudad y sus cuerpos de agua ha cambiado drásticamente. Hoy en día, el estero Las Toscas representa el único sistema hídrico en la intercomuna que atraviesa la ciudad de Chillán en toda su extensión y no ha sido soterrado, convirtiéndose en una pieza clave del sistema de drenaje pluvial de la ciudad (*Figura 5*).

**CAUCES ABIERTOS
Chillán, 2024.**

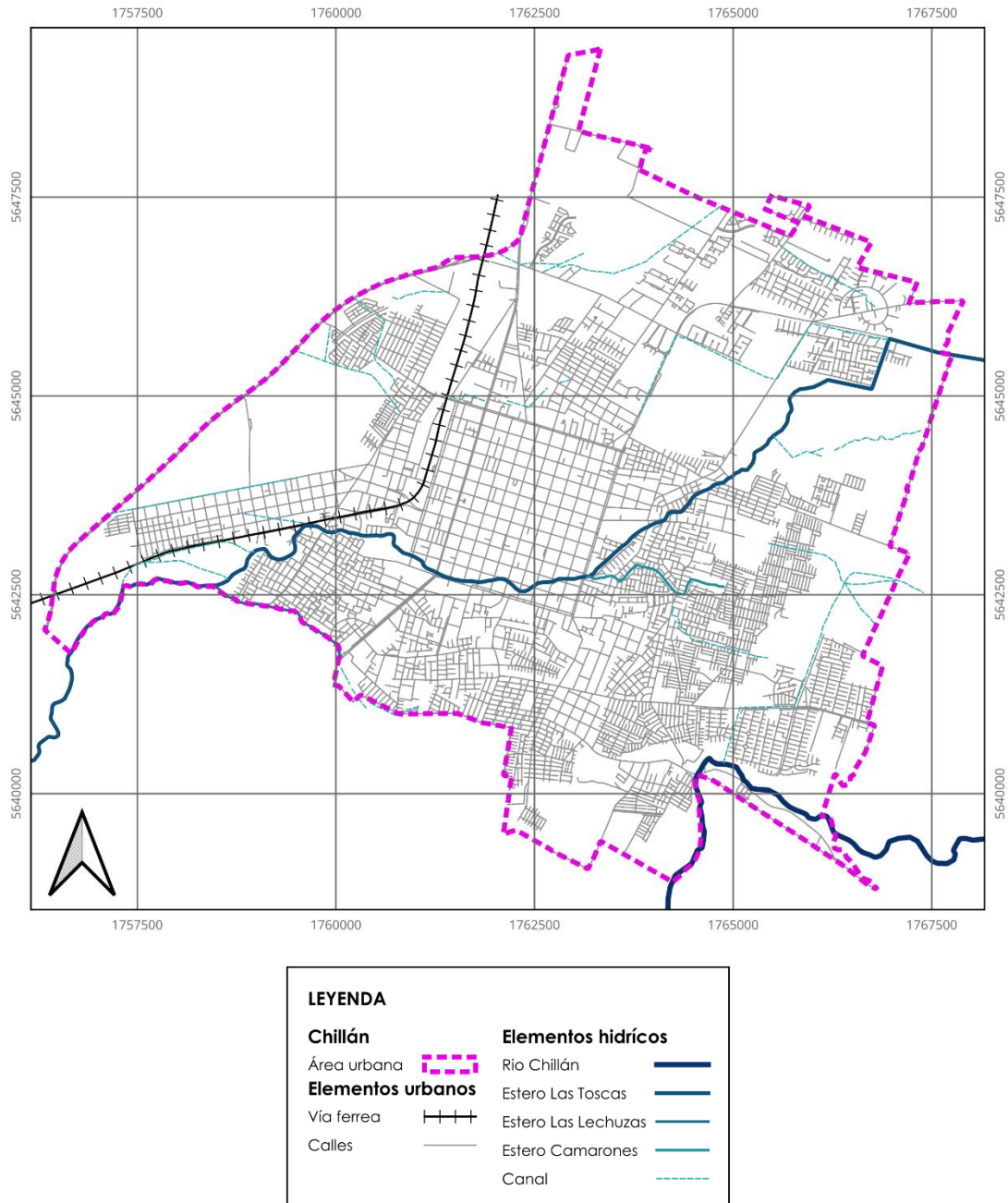


Figura 5: Catastro de cauces abiertos en el área urbana de la comuna de Chillán. Elaboración propia.

El deterioro de la calidad de las aguas y la reducción de los servicios ecosistémicos en el estero Las Toscas reflejan un proceso histórico de presión urbana sobre el medio natural, exacerbado por la expansión de la infraestructura y la construcción de áreas residenciales y comerciales. Este proceso ha afectado tanto el entorno inmediato del estero como sus servicios ecosistémicos, disminuyendo su capacidad para regular el clima, controlar inundaciones y brindar un hábitat a la biodiversidad

urbana. Además, el espacio público que rodea al estero ha sido marginado dentro de la planificación urbana, limitando el acceso de la comunidad y contribuyendo a su percepción como una barrera o límite dentro del tejido urbano de Chillán.

PROYECTOS REALIZADOS Chillán, 2024.

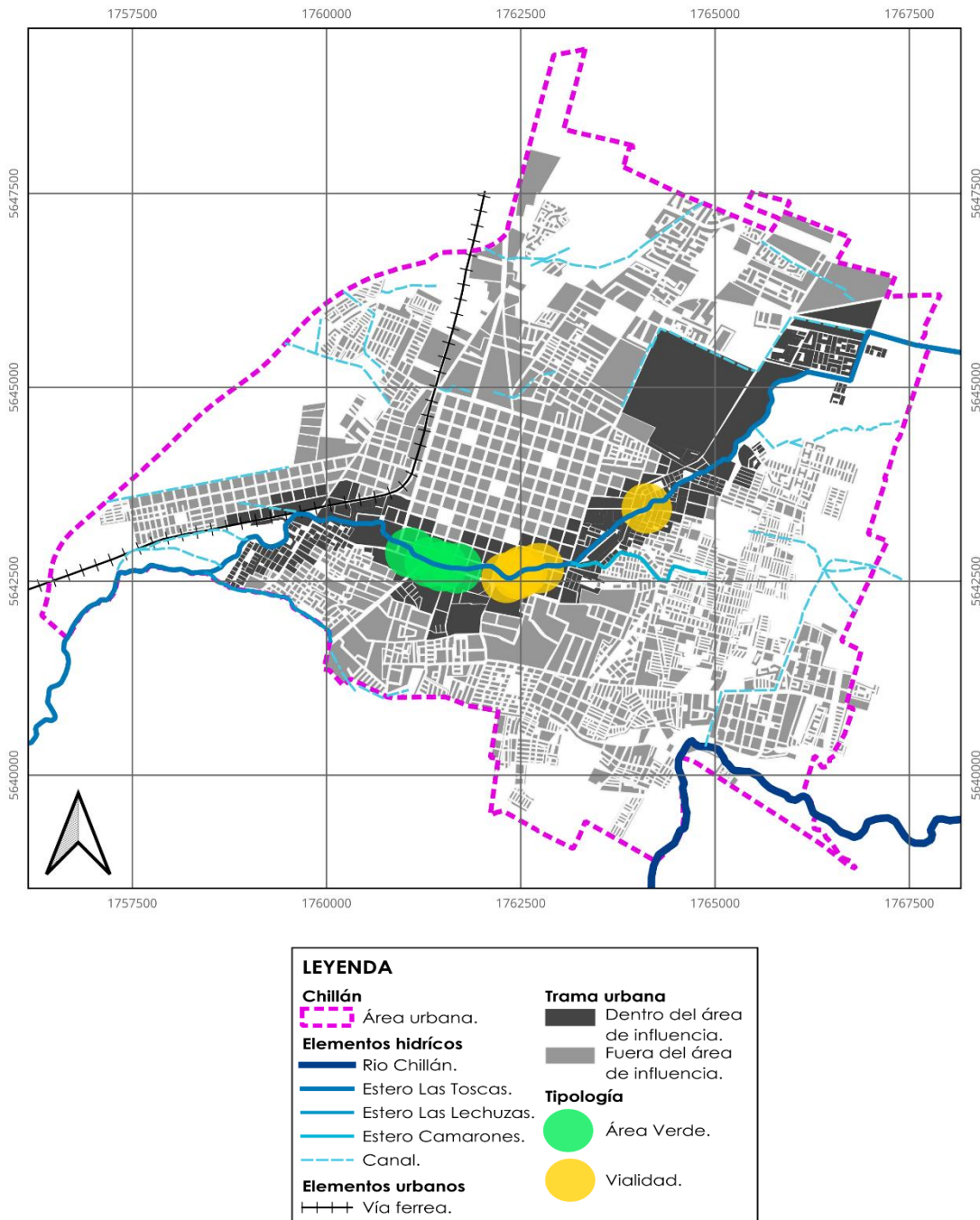


Figura 6: Catastro intervenciones a nivel de espacio público y conectividad ligadas al estero Las Toscas en los últimos 25 años. Fuente: Elaboración propia.

En los últimos 25 años, las únicas intervenciones significativas realizadas en términos de integración del estero Las Toscas a la trama urbana y desarrollo de espacio público han sido el Parque Urbano estero Las Toscas, como parte de los proyectos Bicentenario, y, a nivel de infraestructura vial, la construcción de diversos puentes (*Figura 6*). Aunque estas intervenciones han contribuido a la infraestructura vial, su impacto en la conectividad y accesibilidad peatonal del área ha sido limitado, dejando al estero y sus alrededores con una integración urbana insuficiente y una escasa revitalización como espacio recreativo y social.

Pulmón verde abandonado



PUBLICADO POR
[la discusión](#)

PUBLICADO
Octubre 12, 2023 | 08:06 AM



Esteros contaminados y olvidados



PUBLICADO POR
[la discusión](#)

PUBLICADO
Julio 3, 2023 | 09:50 AM



Confirman hallazgo de un cuerpo en estero Las Toscas



PUBLICADO POR
[Mario Andrés Díaz Llano](#)

PUBLICADO
Diciembre 31, 2019 | 17:04 PM



Figura 7: Serie de artículos de prensa sobre el estero Las Toscas. Fuente: Diario La Discusión.

Chillán, como capital administrativa de la región y centro intercomunal, siendo también la principal fuente de servicios y consumo por parte de las comunas aledañas, concentrando a la mayor cantidad de instituciones financieras y de servicios de salud, educación y cultura, de la región (Alfaro Romero, L. 2021). Esta dinámica hace que la ciudad sea el principal centro de consumo de la región, con una población de 184,739 habitantes según el Censo 2017. En términos de infraestructura verde, hasta el año 2019, Chillán contaba con 968,510.59 m² de áreas verdes, lo que representa un promedio de 5.75 m² de espacio verde público por habitante, una cifra superior al promedio nacional (4.91 m²) pero inferior al estándar mínimo de 10 m² por habitante recomendado por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano.

El estero no solo cumple una función ecológica, sino también un rol fundamental en la red de drenaje urbano, recibiendo aguas pluviales de los sectores centrales y de las zonas aledañas de la ciudad. Sin embargo, los espacios públicos adyacentes al estero Las Toscas son actualmente percibidos como inseguros por la comunidad, lo cual limita su uso y disfrute. Esta percepción de inseguridad se ha visto reforzada por el uso irregular del espacio y por la presencia de actos de incivilidad que desincentivan la recreación y el esparcimiento en torno a este recurso natural (*Figura 7*). La acumulación de desechos y contaminantes contribuye aún más al deterioro ambiental y estético de este entorno, alimentando la percepción negativa que tienen los habitantes respecto al estero y sus espacios colindantes.

En resumen, la relación entre el estero Las Toscas y la trama urbana de Chillán evidencia una incongruencia significativa entre su función ambiental, su rol dentro de la infraestructura de drenaje pluvial y su valor como espacio recreativo y social. La falta de integración y mantenimiento de este espacio limita su potencial como recurso ecosistémico y como espacio de esparcimiento para la población urbana, reforzando su marginalización dentro del tejido urbano.

8 MARCO CONCEPTUAL

8.1 DESINTEGRACIÓN URBANA Y DEGRADACIÓN SOCIOAMBIENTAL.

La desintegración urbana y degradación socioambiental se manifiestan en los espacios fronterizos de las ciudades, donde se encuentran los límites físicos y sociales que separan distintos sectores urbanos y grupos sociales. Según Sánchez et al. (2022), estos espacios limítrofes sirven tanto como puntos de encuentro e intercambio como áreas donde los contrastes y desigualdades se hacen especialmente visibles. En estas zonas, se experimenta la tensión entre la percepción de pertenencia y la sensación de alienación o exclusión, generando una fragmentación que afecta la cohesión urbana y la inclusión social, lo que supone la independencia de estos fragmentos en relación al todo sistema urbano (Castells, 1998), por lo tanto, se encuentran desintegrados.

Desde una perspectiva socioambiental, la desintegración también se expresa en la falta de espacios públicos adecuados y en la desconexión entre las áreas urbanas y los entornos naturales. La segregación socioespacial limita el acceso equitativo a recursos naturales, como espacios verdes y cuerpos de agua, reduciendo la calidad de vida de los habitantes, acentuando la vulnerabilidad ambiental de ciertos sectores y comprometiendo la sostenibilidad urbana, entendiéndolo como la búsqueda de un desarrollo urbano sostenible que no degrade el entorno y proporcione calidad de vida a los ciudadanos (Aguilera, A. 2021). Esta desvinculación obstaculiza la integración de los sistemas ambientales en la planificación urbana, afectando negativamente la sostenibilidad urbana.

En un contexto urbano desintegrado, la infraestructura de transporte, la accesibilidad y los servicios suelen concentrarse en áreas centrales, mientras que las periferias enfrentan barreras para acceder a estos recursos, profundizando las disparidades socioeconómicas y espaciales. Este tipo de desintegración urbana limita el potencial de los habitantes para interactuar y conectarse, generando

un entorno fragmentado en el que la ciudad carece de cohesión tanto en términos sociales como espaciales. La integración de estos espacios y la mejora de la accesibilidad se presentan como soluciones clave para mitigar esta fragmentación.

8.2 EL ESPACIO PÚBLICO Y SU ROL EN LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO.

El espacio público cumple una función esencial como integrador social y espacial, siendo los espacios que permiten la apropiación progresiva de las personas donde el paseo y el encuentro son dinámicas cotidianas, le dan sentido a la ciudad y a su vez ayudan a que se ordene (Borja & Muxi, 2003). Desde el aspecto social, según Álvarez (2014) se considera un elemento integrador que permite el desarrollo de actividades cotidianas, promoviendo la interacción y la conexión entre los habitantes en un entorno común, promoviendo el sentido de comunidad, inclusión y equidad. A través de actividades recreativas, culturales y comerciales, crea un ambiente inclusivo que favorece las relaciones sociales y el apoyo comunitario. Borja (2011) destaca que en el espacio público se reflejan las dinámicas urbanas, visibles en la integración o exclusión social, evidenciando cómo los espacios públicos pueden actuar como entornos que unen o, en su ausencia, fragmentan a la comunidad.

Según Borja (2000), el espacio público desempeña un papel fundamental en la configuración de la ciudad, actuando como un elemento estructurador del urbanismo y de la red urbana, actuando como un conector dentro de la trama urbana, facilitando el flujo de personas y la interconexión entre áreas residenciales, comerciales y recreativas. Esta conectividad espacial refuerza la accesibilidad y continuidad, creando una estructura urbana más cohesionada y funcional. Así, los espacios públicos no solo brindan áreas comunes, sino que consolidan una red que enlaza diferentes sectores de la ciudad, uniendo a sus habitantes y favoreciendo un desarrollo urbano equilibrado.

Como señala Cabrera (2012), el sistema de espacios abiertos y recreativos cumple una doble función: por un lado, responde a las necesidades de esparcimiento de la población y, por otro, contribuye al control y protección de los recursos ambientales presentes. Al integrarse con la geografía y el paisaje natural, el espacio público crea una conexión armónica entre la ciudad y su entorno físico. Este proceso establece un equilibrio entre lo construido y lo natural, permitiendo que los ecosistemas locales se integren al tejido urbano de manera funcional y estética. El espacio público actúa como un puente que vincula las dinámicas urbanas con los elementos naturales, promoviendo una relación simbiótica donde ambos componentes se potencian mutuamente.

Integrar elementos naturales, como sistemas hídricos y áreas verdes, en el diseño urbano no es solo una estrategia estética, sino también una herramienta crucial para abordar desafíos contemporáneos. Estos elementos mejoran la resiliencia de las ciudades al mitigar los efectos del cambio climático, reducir el riesgo de inundaciones y favorecer la biodiversidad. Además, proporcionan servicios ecosistémicos clave, como la purificación del aire, la regulación del microclima y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Finalmente, la integración de los sistemas naturales con el espacio público refuerza la capacidad de las ciudades para enfrentar los retos del crecimiento urbano descontrolado y la pérdida de biodiversidad. Este enfoque establece un modelo de desarrollo urbano sostenible, donde el espacio público, los sistemas naturales y la infraestructura urbana no sólo coexisten, sino que también se complementan. Al hacerlo, se promueven ciudades más equilibradas, inclusivas, resilientes y habitables, fortaleciendo la conexión entre las comunidades y su entorno natural.

8.3 SPACE SYNTAX, UNA HERRAMIENTA PARA LA INTEGRACIÓN.

La teoría de Space Syntax, formulada por Hillier y Hanson (1984), examina cómo se organiza el espacio en función de la arquitectura y la lógica social del lugar, explorando las conexiones y su aporte a la estructura urbana. Este método resulta útil para el caso del estero Las Toscas porque

permite identificar patrones de accesibilidad y conectividad en la trama urbana, elementos clave para integrar de manera sostenible el sistema hídrico al entorno construido. La configuración espacial se define en dos planos: los espacios convexos y los espacios axiales. Los espacios convexos se refieren a los lugares donde se generan interacciones entre las personas; los segundos, a aquellos por donde las personas se mueven para ir de un lugar a otro (Orozco-González et. al. 2017). Para evaluar la integración urbana, se elabora un mapa axial compuesto por el menor conjunto de líneas rectas que conectan todos los espacios posibles en el sistema (Hillier et al., 1984), esto permite analizar cómo se cruzan estos ejes y cuantificar el índice de integración de la trama (Figura 8).

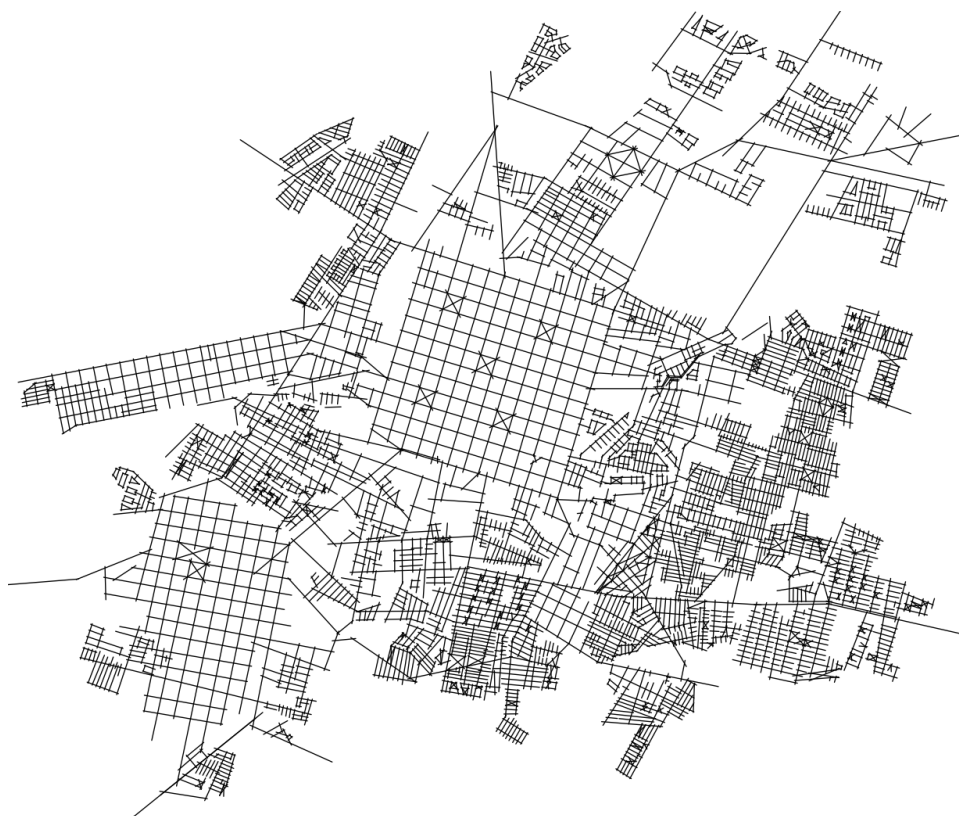


Figura 8: Plano axial intercomuna Chillán-Chillán Viejo. Fuente: Elaboración propia.

Jacobs (1993), sostiene que cada intersección en las calles representa una oportunidad para el espacio urbano, brindando a los ciudadanos la posibilidad de elegir entre varias alternativas. Concluye que una forma de evaluar el potencial de un trazado urbano para fomentar la vida urbana es observando la densidad de sus intersecciones. La integración mide cuán accesible es cada elemento dentro de un sistema y cuánto potencial tiene como destino de movimiento (Tagliari, 2022). Un elemento es más integrado cuanto menor sea la cantidad y el ángulo de los cambios de dirección necesarios para conectarse con el resto. Así, conexiones con ángulos más lineales mejoran la accesibilidad, y un segmento es configuracionalmente más accesible cuanto mayor sea su nivel de integración. Varios estudios demuestran que la integración se ajusta al movimiento peatonal real observado o movimiento natural (Hillier et al., 1993).

En términos sencillos, un espacio con mayor integración en la trama urbana significa que sus diferentes partes están conectadas de manera más eficiente. Esto tiene varias implicancias: las zonas más integradas suelen ser más seguras, ya que cuentan con más circulación de personas, lo que reduce el aislamiento y mejora la vigilancia social. Además, estas áreas son más propensas a recibir más flujo de personas, lo que favorece la actividad comercial, aumentando las oportunidades

para el desarrollo de centros comerciales, restaurantes y otros servicios. En resumen, la integración de la trama urbana favorece la accesibilidad, la seguridad y la vitalidad de los espacios, convirtiéndolos en lugares más dinámicos y atractivos para vivir, trabajar y socializar.

La integración puede calcularse de manera global, en relación a todo el sistema, o de manera local, considerando sólo las conexiones hasta cierta distancia (en un determinado radio de influencia). Esto permite el estudio de la accesibilidad a diferentes escalas. (Arnaiz et. al, 2013). Esta versatilidad ofrece un enfoque cuantitativo complementario para evaluar el rol del espacio público, ayudando a identificar áreas clave para mejorar la accesibilidad y fortalecer la cohesión espacial en la ciudad.

8.4 ESTRATEGIAS DE DISEÑO URBANO SOSTENIBLE PARA LA MEJORA INTEGRAL DEL ENTORNO DE LOS SISTEMAS HÍDRICOS.

El diseño urbano sostenible surge como una respuesta crítica al modelo de urbanización neoliberal, el cual no consideraba el suelo ni los recursos naturales como elementos limitados, resultando en un crecimiento urbano desmedido y poco reflexivo. Este modelo de urbanización ha contribuido al deterioro ambiental, social y económico de las ciudades, creando problemas como la contaminación, la exclusión social y la degradación de los ecosistemas urbanos. En este contexto, el diseño urbano sostenible busca transformar las ciudades mediante la integración armónica de variables ambientales, sociales y económicas, promoviendo un desarrollo urbano que no solo sea viable en términos económicos, sino que también respete los límites ecológicos y favorezca la equidad social.

Este enfoque se interesa especialmente por la recuperación de ecosistemas urbanos degradados, como los cursos de agua, que en muchas ciudades son los ecosistemas más deteriorados y subutilizados. Mora (2012) señala que estos ecosistemas sufren altos niveles de contaminación y marginalización, lo que subraya la urgencia de su restauración y reintegración en la trama urbana. El diseño urbano sostenible propone convertir estos espacios marginados en activos valiosos que mejoren la calidad ambiental y social de las ciudades, logrando una interacción funcional entre los procesos naturales y los sistemas urbanos.

El diseño urbano sostenible se distingue por ser un enfoque ecosistémico, que considera el ambiente como un sistema interdependiente, donde los procesos naturales, sociales y económicos interactúan con el entorno construido. Este enfoque no solo reconoce estas interacciones, sino que también promueve su integración consciente, asegurando que las decisiones urbanísticas tengan en cuenta su impacto a nivel ambiental y social. Según Thomas (2003), las ciudades bien diseñadas son aquellas que logran equilibrar estos aspectos, siendo dinámicas, inclusivas, prósperas y ambientalmente saludables, lo que implica que un diseño urbano efectivo debe ser capaz de adaptarse a los desafíos contemporáneos, como el cambio climático y la creciente urbanización.

En este sentido, el diseño urbano sostenible no solo aboga por la protección de los ecosistemas urbanos, sino también por la creación de nuevos espacios públicos que contribuyan a una forma urbana más equilibrada y respetuosa con el medio ambiente. Estos nuevos espacios deben ser concebidos como lugares que favorezcan la interacción social, el bienestar de los ciudadanos y la resiliencia ambiental. La incorporación de procesos naturales, como la gestión de aguas pluviales, la reforestación y la creación de corredores verdes, se convierte en un pilar esencial para la construcción de un entorno urbano más sostenible.

El diseño urbano sostenible destaca como una herramienta clave para integrar sistemas naturales, como el estero Las Toscas, al tejido urbano, promoviendo la protección de ecosistemas y la mejora de la calidad ambiental. Estrategias como la reforestación ribereña con especies nativas, la instalación de humedales urbanos para filtración de aguas pluviales y los sistemas urbanos de

drenaje sostenible (SUDS), han demostrado ser eficaces en la gestión hídrica y la promoción de la biodiversidad.

La creación de corredores verdes y senderos peatonales no solo mejora la conectividad urbana, sino que convierte los sistemas hídricos en espacios públicos multifuncionales. Estas acciones, junto con esfuerzos de conservación y restauración como la limpieza de márgenes y el incremento de la percepción de seguridad, potencian la accesibilidad y funcionalidad de los sistemas hídricos.

En resumen, el diseño urbano sostenible es una propuesta integral que responde a los problemas generados por los modelos urbanos tradicionales, reconociendo que las ciudades deben ser espacios inclusivos, prósperos y saludables. Este enfoque busca restaurar los ecosistemas urbanos, integrar los procesos naturales en la vida urbana y crear un desarrollo que sea socialmente justo, económicamente viable y ambientalmente responsable.

9 DISEÑO METODOLÓGICO

9.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque metodológico propuesto se basa en una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos para abordar la complejidad del fenómeno en estudio. Este enfoque mixto permite recolectar datos de manera equitativa, complementando la información cuantitativa con una perspectiva subjetiva. La teoría de Space Syntax proporciona una metodología robusta para analizar la configuración espacial y las relaciones entre los elementos urbanos, ofreciendo un marco teórico sólido para comprender la estructura y el funcionamiento del espacio urbano (Hillier, 1996). Este análisis espacial se complementa con el método cualitativo de observación en terreno, que aporta una visión directa y contextualizada del entorno. La observación permite identificar dinámicas sociales y ambientales, como las interacciones de los habitantes, el uso de los espacios y los problemas derivados de la configuración urbana, lo cual no siempre es evidente a través de los datos cuantitativos.

Además, el análisis socioambiental realizado con cartografías temáticas, imágenes satelitales y datos estadísticos, permite detectar áreas de vulnerabilidad y potencial de intervención, considerando factores como la cobertura vegetal, la impermeabilización del suelo y los riesgos ambientales. La combinación de estos métodos permite formular estrategias de diseño urbano que no solo optimizan la conectividad espacial, sino que también promueven el bienestar social y ambiental, creando soluciones sostenibles y equilibradas que responden a las necesidades de la comunidad y al contexto ecológico del área de estudio.

9.2 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se estructura en cuatro (4) etapas secuenciales, siendo las primeras tres (3) de carácter diagnóstico y la última prospectiva, con el objetivo de proporcionar un producto factible de ser implementado en otros casos de estudio. En las etapas diagnósticas iniciales, se lleva a cabo un análisis exhaustivo del entorno urbano del estero Las Toscas, identificando los cambios en la trama urbana en relación con el estero durante el crecimiento de la ciudad. Este análisis tiene como propósito comprender las dinámicas espaciales, sociales y ambientales del área, con el fin de desarrollar una visión integral que permita identificar oportunidades y desafíos para la integración del estero en el tejido urbano. En este marco, se incluirá una revisión histórica, un estudio de integración urbana mediante la metodología Space Syntax (Hillier et al. 1984) y una evaluación de las características espaciales, ambientales y socioeconómicas del área.

Posteriormente, en la etapa prospectiva, se desarrollan estrategias específicas de diseño urbano sostenible, basadas en los hallazgos obtenidos en las fases diagnósticas. Estas estrategias

considerarán el impacto potencial en la estructura y percepción del espacio urbano, con el objetivo de promover la integración del estero como un eje funcional, ambiental y social dentro del tejido urbano. Este enfoque secuencial asegurará una comprensión integral del entorno y facilitará la formulación de soluciones efectivas y sostenibles para la mejora del estero Las Toscas y su relación con la ciudad.

La **primera etapa** de la investigación **analiza la transformación de la trama urbana en torno al estero Las Toscas, identificando las transformaciones y adaptaciones ocurridas a lo largo del tiempo, así como los factores que han influido en su integración o desconexión con el entorno urbano**, considerando la relación entre la expansión urbana y el entorno natural. Para ello, se realizará una revisión de fuentes bibliográficas y documentales clave sobre la historia de Chillán, desde su fundación hasta la actualidad, con énfasis en los desastres naturales, el traslado de la ciudad tras el terremoto de 1835, y el impacto del éxodo rural.

Este análisis se complementará con un estudio cartográfico de mapas históricos y actuales para explorar la expansión urbana y su relación con el estero Las Toscas. La información será recopilada mediante cartografías históricas e imágenes satelitales, lo que permitirá comprender la adaptación (o no) entre el espacio urbano y el estero a través del tiempo. Este enfoque también facilitará la identificación de las áreas de estudio, las cuales serán complementadas con análisis posteriores.

Con la información recopilada, se reconstruirá la evolución de la trama urbana, identificando los factores clave que han influido en su desarrollo, así como los desafíos actuales, como la desconexión del estero y la contaminación. Este enfoque servirá como base para la identificación de intervenciones futuras en el área.

La **segunda etapa**, corresponde al **análisis de la integración espacial entre el estero Las Toscas y la trama urbana identificando la configuración espacial y las relaciones en el espacio público**. Para el análisis de la integración espacial se realizó un levantamiento de la totalidad de la intercomuna Chillán-Chillán Viejo mediante la realización de un plano axial con el trazado de la totalidad de las calles, pasajes y senderos de uso público catastrados en formato DWG, posterior a esto se exportó y trabajó el mapa axial en QGis, procesándolo con la extensión de Space Syntax e iterando en 3 radios de proximidad para evaluar la integración de la red urbana.

Este análisis se llevó a cabo en tres escalas complementarias: unidad, barrio y ciudad, las cuales permiten abordar la relación entre el estero Las Toscas y su entorno desde diferentes niveles de proximidad y conectividad. Cada escala aporta una perspectiva única:

- **Escala de unidad:** Evalúa la accesibilidad inmediata, comprendiendo cómo las personas se relacionan con el estero desde su entorno más cercano.
- **Escala de barrio:** Analiza la integración dentro de áreas residenciales y sus servicios esenciales, con el objetivo de identificar cómo los barrios circundantes acceden y utilizan el estero.
- **Escala de ciudad:** Considera la conectividad global dentro del tejido urbano, evaluando cómo el estero se integra al sistema urbano general y su papel en la conectividad entre diferentes sectores de la ciudad.

Estas escalas no solo enriquecen la comprensión del papel del estero en la estructura urbana, sino que también permiten identificar áreas críticas para posibles intervenciones que promuevan su integración en la trama urbana.

La integración mide la distancia topológica (grado de profundidad) de un nodo de origen a todos los otros en un sistema (Tagliari, V. 2017), donde los espacios con alta integración se visualizan en tonos

cálidos y los colores fríos representan los menos integrados. Para medir el nivel de integración de la trama urbana se requiere identificar un radio en metros que represente mejor los resultados según la escala del asentamiento. Para ello, se itera en varias opciones (200; 800; 1000; 3000; 10000; etc) hasta encontrar el radio que mejor se ajuste. En esta investigación se aplicaron tres radios que representan diferentes escalas de análisis: a) 300 metros para unidad; b) 1.000 metros para barrio; c) 3.000 metros para ciudad. Los valores de integración van desde a) 0,51 a 3,56 puntos; b) 0,33 a 5,51 puntos; c) 0,29 a 2,10 puntos, categorizados en 10 niveles de integración.

Cabe destacar que, según el Plan Regulador Intercomunal (PRICH Chillán-Chillán Viejo, 2022), el desarrollo de áreas verdes y parques de carácter intercomunal está proyectado a lo largo de toda la extensión del estero Las Toscas. Dado este enfoque, el estero se considera para el análisis como un área verde o parque, esta homologación permite evaluar su integración a la trama urbana alineándose con el objetivo de consolidarlo como un espacio recreativo.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cada una de las escalas:

- a. **Radio 300 metros o escala de unidad:** Basado en la teoría de Konijnendijk (2021), en que establece como regla que no debe existir una distancia superior a 300 metros a un área verde o parque desde cualquier unidad dentro del área urbana, lo que equivale a una caminata de 5 a 10 min (*Figura 9*).

INTEGRACIÓN R300m
Intercomuna Chillán-Chillán Viejo, 2024.

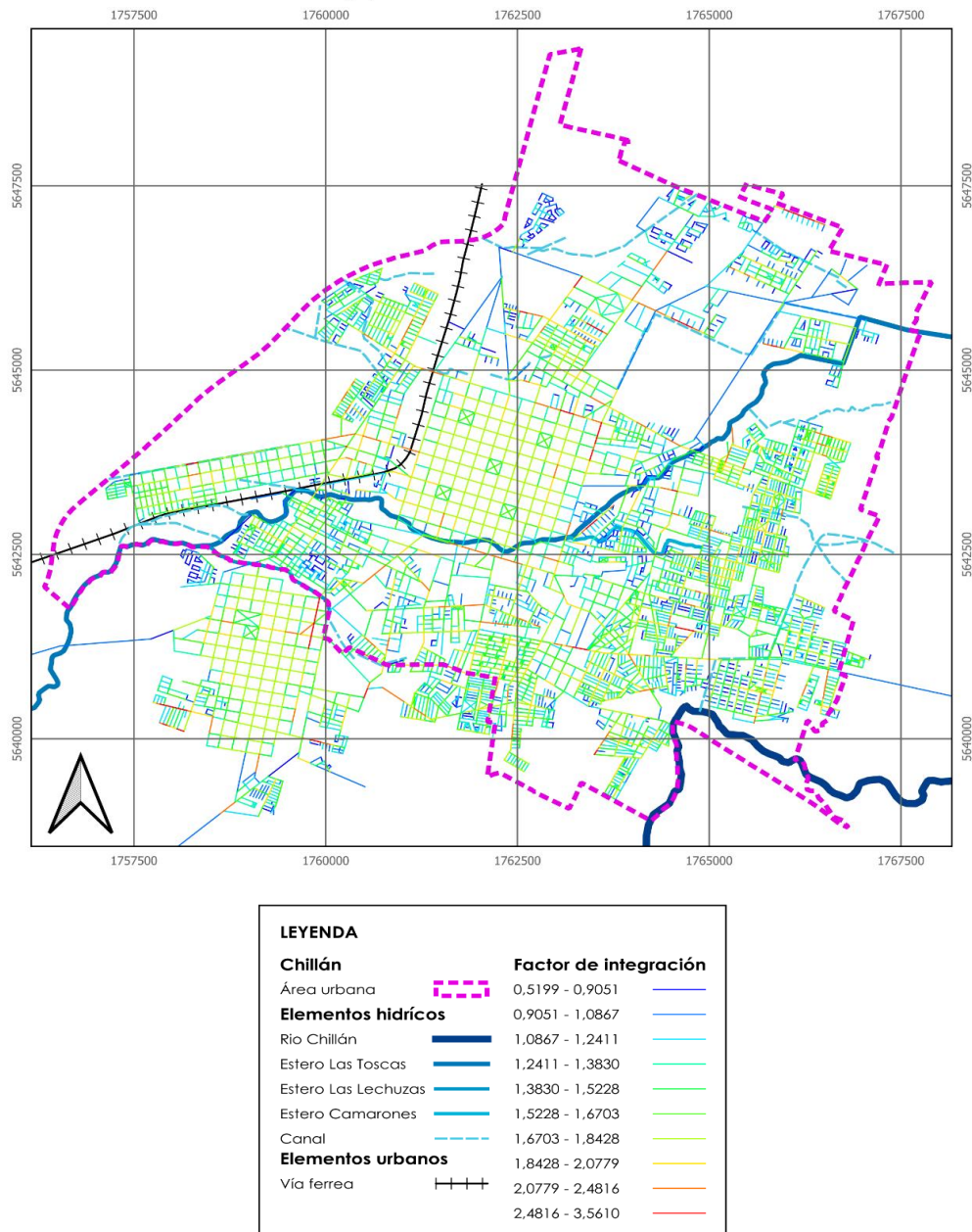


Figura 9: Cartografía metodología Space Syntax de integración ciudad de Chillán radio de 3.000 metros.
Fuente: Elaboración propia.

- b. **Radio 1.000 metros o escala de barrio:** Moreno (2016) populariza el concepto de “ciudad de 15 minutos”, donde los servicios esenciales se encuentran accesibles en un trayecto de un cuarto de hora a pie o en un modo de transporte activo (Morales, P. 2024). Este modelo nace desde el modelo de barrio desarrollado por Clarence Perry (1928), quien planteó que el diseño ideal de un vecindario debería tener un radio de aproximadamente 1 kilómetro; este radio permitiría a los residentes acceder a todos los servicios básicos sin necesidad de un vehículo motorizado (*Figura 10*).

INTEGRACIÓN R1.000m
Intercomuna Chillán-Chillán Viejo, 2024.

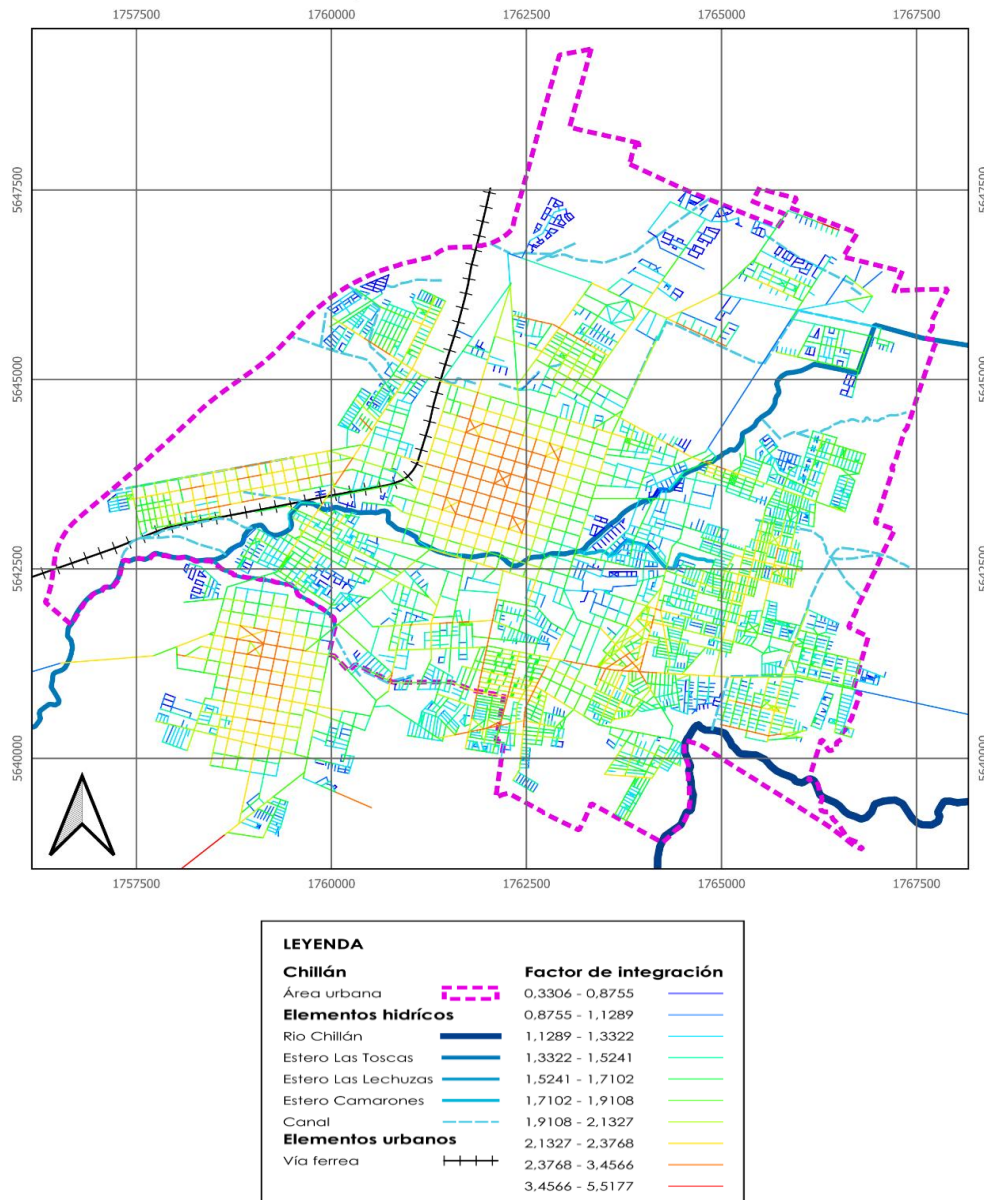


Figura 10: Cartografía metodología Space Syntax de integración ciudad de Chillán radio de 1.000 metros.
Fuente: Elaboración propia.

- c. **Radio 3.000 metros o escala de ciudad:** Según lo establecido por el Sistema Nacional de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano, implementado por el Instituto Nacional de Estadística y el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, en el que se mide la calidad de vida en las ciudades chilenas, se considera como estándar adecuado una distancia máxima de 3.000 metros entre cualquier manzana y el parque más cercano (Figura 11).

INTEGRACIÓN R3.000m
Intercomuna Chillán-Chillán Viejo, 2024.

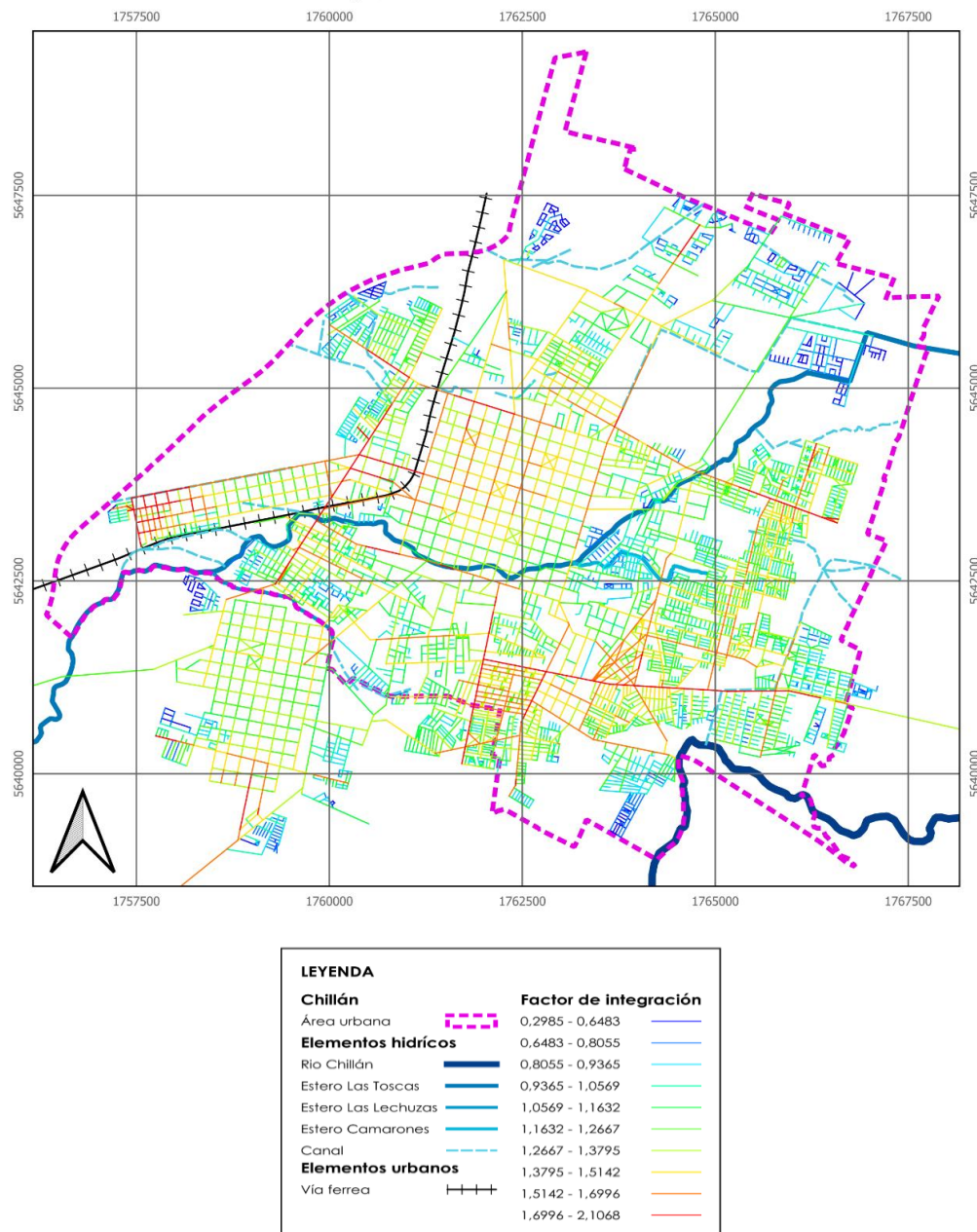


Figura 11: Cartografía metodología Space Syntax de integración ciudad de Chillán radio de 300 metros.
Fuente: Elaboración propia.

Se optó por trabajar exclusivamente en el radio de 1.000 metros (R1.000m) para el análisis final de la integración urbana del estero Las Toscas. Esta escala permite observar de manera clara las centralidades urbanas como áreas de mayor integración y, al mismo tiempo, visibiliza con mayor precisión las zonas más desfavorables en términos de conectividad y acceso vinculadas al estero. Además, el radio de 1.000 metros corresponde a una escala humano-colectiva que facilita identificar patrones, proporcionando una perspectiva integral sobre la función del estero en la estructura urbana y permite proponer intervenciones que refuercen sus cualidades espaciales y socioambientales.

Para la comprensión de la configuración espacial y las relaciones en el espacio público, se desarrolló un trabajo de campo basado en la observación in situ en las áreas de estudio, mediante recorridos e itinerarios. Este enfoque permitió identificar el encadenamiento y la sucesión del continuo urbano, así como su relación con el territorio circundante, caracterizando las transiciones entre la ciudad, la trama urbana y el entorno natural que rodea al estero Las Toscas.

Además, para comprender tanto sus elementos configurantes como las relaciones en el espacio público, se realizaron secciones y cortes espaciales como herramienta técnica descriptiva. Según Rivas 2015, se constituye como un "atravesamiento conceptual" que necesita intención o dirección para poner en relevancia lugares distintos de la planta y así comprender la organización interna de los tejidos como de su forma urbana global. El corte urbano permite seleccionar elementos específicos por sobre otros, relacionando organizaciones diversas entre sus componentes, ecológicos, sociales, funcionales, espaciales. La comprensión de elementos que configuran el espacio de manera independiente como las relaciones establecidas entre ellos (Rivas, 2015; Fernández, 2017).

A partir del análisis espacial, se definieron tipologías de borde que caracterizan las diferentes transiciones entre la ciudad y el estero. Estas tipologías permiten clasificar y entender las variaciones en el uso de los bordes urbanos del estero, estableciendo patrones que reflejan su integración o desconexión con la trama urbana circundante.

Finalmente, se realizó un cruce de los resultados obtenidos mediante el análisis espacial con Space Syntax y el trabajo de campo. Esta integración permitió determinar las dinámicas clave que condicionan la conectividad, accesibilidad y funcionalidad del estero Las Toscas dentro del tejido urbano, proporcionando una base sólida para proponer estrategias que refuercen sus cualidades espaciales.

En la **tercera etapa se identifican y caracterizan las dinámicas socioambientales a partir de la relación de los usos y cobertura de suelo, superficie impermeabilizada, levantamiento de la cobertura vegetal, sendas y área libre disponible, riesgos y amenazas, incluyendo la vulnerabilidad socioeconómica**, mediante la producción de cartografías temáticas, información levantada mediante la observación en terreno, levantamiento fotográfico, imágenes satelitales y datos estadísticos.

Las variables analizadas se organizaron en dos categorías principales:

Categoría	Variable
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura vegetal. - Uso de suelo. - Superficie impermeabilizada. - Riesgos y amenazas.
Socioeconómica	<ul style="list-style-type: none"> - Tramo 40 RSH.

Tabla 1: Variables de análisis socioambiental. Fuente: Elaboración propia.

La superposición de estas variables permitió identificar patrones de ocupación, zonas de riesgo y áreas con potencial para conservación o intervención. Este análisis no solo ayudó a determinar las áreas más vulnerables en términos socioambientales, sino que también ofreció una visión integral de las dinámicas del estero Las Toscas y su entorno.

Finalmente, esta síntesis de resultados posibilitó la identificación de oportunidades clave para la integración urbana del estero, así como los principales desafíos ambientales que deben abordarse para garantizar un desarrollo equilibrado y sostenible de este espacio estratégico en la trama urbana.

La **cuarta etapa** consiste en la **propuesta de estrategias de diseño urbano sostenible**, basadas en un análisis integrado que combina los resultados de las etapas previas. Este proceso considera la relación entre el sistema hídrico, la configuración espacial y las dinámicas socioambientales del entorno del estero Las Toscas. Como parte fundamental de esta etapa, se lleva a cabo un estudio de referentes, analizando casos exitosos a nivel nacional e internacional, que sirvan como modelos inspiradores para las propuestas. Además, se incorporan lineamientos y principios extraídos de guías reconocidas de diseño urbano sostenible. Estas estrategias están orientadas a mejorar la accesibilidad, la calidad ambiental y la funcionalidad del estero como espacio público, promoviendo su integración efectiva con la trama urbana. El objetivo es consolidarlo como un eje estructurador del tejido urbano y su entorno natural, fomentando un desarrollo sostenible y equilibrado alineado con estándares internacionales y buenas prácticas en planificación urbana.

9.3 MUESTRA Y CRITERIOS A CONSIDERAR

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto que integra métodos cuantitativos, como el análisis de imágenes satelitales, la cartografía temática y la aplicación de la metodología Space Syntax, con métodos cualitativos, como la observación directa en terreno y el levantamiento fotográfico. Este enfoque permite una comprensión integral del fenómeno estudiado. En lugar de recurrir a encuestas, entrevistas u otros instrumentos tradicionales de recolección de datos, la investigación delimita espacialmente su muestra en función del área de estudio, aplicando criterios específicos para garantizar tanto la pertinencia como la representatividad de los datos obtenidos.

9.3.1 Muestra

La muestra corresponde al área de influencia directa e indirecta del estero Las Toscas dentro de la intercomuna Chillán-Chillán Viejo. Esta área incluye:

- **Esteros Las Toscas:** Su extensión dentro del área urbana de la comuna de Chillán, considerando sus bordes inmediatos.
- **Entorno urbano adyacente:** Áreas hasta un radio de 1.000 metros desde el eje del estero, definido como el ámbito donde su integración espacial y funcional puede ser evaluada según la metodología Space Syntax.

- **Zonas críticas:** Sectores específicos con barreras físicas, áreas subutilizadas, riesgos de inundación, o alta vulnerabilidad socioeconómica, identificadas como prioritarias para el análisis.

9.3.2. Criterios de Selección

- **Relevancia espacial:** Se priorizan áreas que presentan una relación directa con el estero, ya sea por su cercanía, impacto ambiental, o función dentro del tejido urbano.
- **Disponibilidad de datos:** Las zonas seleccionadas deben contar con imágenes satelitales actualizadas y accesibles, además de mapas históricos que permitan realizar comparaciones temporales.
- **Diversidad de características:** La muestra incluye sectores representativos de diferentes tipologías de borde (urbano, natural, industrial, etc.) para abarcar una gama completa de condiciones espaciales y ambientales.
- **Accesibilidad:** Las áreas seleccionadas deben ser accesibles para observación en terreno, permitiendo verificar datos satelitales y recolectar información visual directa.
- **Impacto potencial:** Se priorizan sectores donde las intervenciones propuestas puedan generar un impacto significativo en términos de integración urbana y mejora ambiental.

9.4 VARIABLES O CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

La investigación considera un enfoque integral para el análisis del entorno del estero Las Toscas, organizado en tres categorías principales: espacial, ambiental y socioeconómica. Estas categorías permiten una evaluación exhaustiva de las dinámicas y características del área de estudio, identificando factores clave que influyen la relación entre el estero, la trama urbana y las personas. Además, se incorpora el análisis de integración mediante la metodología Space Syntax y el estudio del crecimiento urbano en torno al estero como ejes transversales para comprender su evolución y desafíos actuales.

9.4.1. Categoría espacial

Esta categoría incluye variables que analizan la configuración física y las dinámicas espaciales del entorno:

- **Integración urbana:** Mediante la metodología Space Syntax, se analiza la relación del estero con la trama urbana, evaluando su conectividad y accesibilidad en tres escalas (unidad, barrio y ciudad). Esto permite identificar áreas con alta, media y baja integración y diseñar estrategias específicas para mejorar su funcionalidad dentro del sistema urbano.
- **Barreras físicas y visuales:** Se identifican elementos que limitan la conectividad visual y espacial con el estero, tales como orientación de lotes, cercos o muros, y estructuras urbanas mediante la observación en terreno.
- **Sendas y área libre disponible:** Evalúa espacios no urbanizados o subutilizados en las inmediaciones del estero, considerando su potencial para ser intervenidos y transformados en áreas funcionales que promuevan la integración urbana, la conectividad peatonal y la mejora del entorno natural.
- **Perfiles del entorno:** Permite caracterizar las relaciones entre el estero Las Toscas y los usos del suelo adyacente, permitiendo identificar y clasificar las tipologías de borde presentes.

9.4.2. Categoría ambiental

Evalúa la relación entre el sistema hídrico y su entorno natural:

- **Cobertura vegetal:** Analiza la presencia, tipología y continuidad de vegetación en los bordes del estero. Esta información se obtiene mediante el análisis de imágenes satelitales y el desarrollo de cartografías temáticas.
- **Usos y cobertura de suelo:** Clasifica los usos predominantes en las áreas cercanas, incluyendo residenciales, comerciales o industriales. Estos datos se obtienen a través del procesamiento de imágenes satelitales y la elaboración de mapas temáticos.
- **Superficie impermeabilizada:** Examina el porcentaje de suelo impermeable y su impacto en la infiltración de aguas. Esta información se obtiene mediante la asignación de valores de impermeabilización a cada uso de suelo y cobertura vegetal identificada, acorde a los parámetros establecidos por Smith (2007).
- **Riesgos y amenazas:** Considera factores como inundaciones y anegamientos que afectan la sostenibilidad del entorno urbano del estero, esta información se obtiene a través del catastro de riesgos y amenazas obtenido en el estudio del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Chillán y Chillán Viejo (Dirección de Obras Hidráulicas, MOP, 2002).

9.4.3 Categoría socioeconómica

- **Vulnerabilidad socioeconómica:** Se analiza el índice de hogares con alto grado de vulnerabilidad (tramo 40 RSH) en el área de influencia del estero, mediante el procesamiento de datos por unidad vecinal obtenidos en el CENSO 2017.

Estas variables se integran en un análisis transversal, donde el estudio de la evolución urbana y el modelo Space Syntax permiten cruzar dimensiones espaciales, ambientales y socioeconómicas. Este enfoque proporciona una visión integral que fundamenta las estrategias de diseño urbano sostenible para la integración del estero Las Toscas en el tejido urbano de Chillán.

9.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de información en esta investigación se sustenta en técnicas y herramientas que integran enfoques cuantitativos y cualitativos. Estas metodologías permiten un análisis detallado del entorno del estero Las Toscas, así como la formulación de propuestas fundamentadas en referentes teóricos y prácticos. La recopilación de datos incluye la observación directa, el análisis espacial y ambiental, y una revisión exhaustiva de fuentes documentales y bibliográficas.

9.5.1 Técnicas de recolección de información

- **Análisis cartográfico e histórico:** El análisis cartográfico e histórico se centra en el procesamiento de mapas históricos y actuales para estudiar la evolución de la trama urbana de Chillán y su relación con el estero Las Toscas. Este enfoque permite entender cómo el estero ha sido integrado o segregado a lo largo del tiempo, considerando los eventos históricos clave, como el traslado de la ciudad tras el terremoto de 1835 y el impacto del éxodo rural.
- **Modelado espacial mediante Space Syntax:** La metodología Space Syntax se aplica para evaluar la integración del estero Las Toscas en la trama urbana, permitiendo identificar los niveles de conectividad y accesibilidad en diversas escalas: unidad, barrio y ciudad. A través del modelado espacial, se miden las distancias topológicas y se identifican las áreas más y menos integradas, lo que ayuda a comprender cómo los flujos de movimiento y la organización del espacio afectan la funcionalidad y la interacción de los diferentes sectores con el estero. Los resultados obtenidos se procesan utilizando herramientas de SIG como

QGIS, lo que permite representar de manera precisa las dinámicas espaciales y generar mapas que reflejen los patrones de integración urbana.

- **Observación directa en terreno:** La observación directa en terreno es fundamental para comprender las características físicas, espaciales y ambientales del entorno del estero Las Toscas. Esta técnica implica un registro visual detallado de las barreras físicas que limitan la conectividad del estero, el estado de la cobertura vegetal, los usos del suelo y las condiciones de accesibilidad y conectividad. Además, se documentan elementos como los accesos y las infraestructuras urbanas adyacentes
- **Análisis de imágenes satelitales y mapas digitales:** El análisis de imágenes satelitales y mapas digitales es una herramienta clave para evaluar los cambios espaciales a lo largo del tiempo, la cobertura vegetal, las áreas impermeabilizadas y los patrones de ocupación en el entorno del estero. Esta técnica permite identificar zonas críticas, como áreas urbanizadas sin suficiente vegetación o espacios vulnerables a riesgos ambientales, y también resalta áreas con potencial para intervención.
- **Revisión bibliográfica y documental:** La revisión bibliográfica abarca literatura académica relevante sobre diseño urbano sostenible, dinámica de sistemas hídricos y planificación urbana. Incluye el análisis de guías de diseño urbano sostenible utilizadas a nivel internacional y estudios de casos exitosos. Esta técnica permite identificar principios, estrategias y estándares aplicables al contexto del estero Las Toscas, proporcionando un marco teórico sólido para el desarrollo de propuestas.

9.5.2 Instrumentos de recolección de información

- **Cámara fotográfica:** Para capturar imágenes de barreras, accesos, espacios públicos y elementos ambientales del entorno.
- **Software SIG (QGIS):** Utilizado para procesar mapas, realizar análisis espaciales y generar visualizaciones temáticas.
- **Imágenes satelitales y mapas digitales:** Fuentes clave para identificar dinámicas espaciales y evaluar características ambientales del área.
- **Plano axial en formato DWG:** Base para el análisis de Space Syntax, evaluando relaciones espaciales y niveles de integración urbana.
- **Referentes nacionales e internacionales:** Se examinan casos exitosos de planificación urbana y sostenibilidad, para extraer estrategias aplicables.
- **Revisión de guías de diseño urbano sostenible** reconocidas globalmente para fortalecer la propuesta de estrategias en el contexto local.

9.6 PASOS METODOLÓGICOS

La investigación sobre el estero Las Toscas se estructura en una secuencia lógica de pasos metodológicos que guían la recolección, análisis y aplicación de datos (*Figura 12*). Estos pasos se alinean con los objetivos generales y específicos del estudio, asegurando un enfoque integral para abordar la problemática de integración urbana y sostenibilidad del estero.



Figura 12: Esquema pasos metodológicos. Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVO GENERAL: Generar estrategias de diseño urbano que integren el sistema hídrico del estero Las Toscas con el entorno construido y su espacio público, mediante un análisis espacial y socioambiental del sector, con el objetivo de contribuir a la rehabilitación y mejora del sistema hídrico, fomentando un desarrollo urbano sostenible y equilibrado entre la ciudad y su entorno natural.		
OBJETIVO ESPECÍFICO	METODO	PRODUCTO
Analizar la transformación de la trama urbana en torno al estero Las Toscas, identificando las transformaciones y adaptaciones ocurridas a lo largo del tiempo, así como los factores que han influido en su integración o desconexión con el entorno urbano.	Análisis histórico-cartográfico. Revisión de mapas históricos y actuales. Análisis de imágenes satelitales.	Cartografía de crecimiento urbano de la ciudad, QGIS.
Analizar la integración espacial entre el estero Las Toscas y la trama urbana, identificando la configuración espacial y las relaciones en el espacio público, así como las tipologías de entornos urbanos que interactúan con el estero.	Metodología Space Syntax. Levantamiento de un plano axial en DWG y procesamiento en QGIS. Observación en terreno.	Mapas de integración urbana a diferentes escalas (unidad, barrio, ciudad). Cartografías temáticas de barreras físicas y visuales, sendas y área libre disponible. Perfiles urbanos. Tipologías de borde urbano.
Identificar y caracterizar las dinámicas socioambientales a partir de la relación de los usos y cobertura de suelo, superficie impermeabilizada, levantamiento de la cobertura vegetal, sendas y área libre disponible, riesgos y amenazas, incluyendo la vulnerabilidad socioeconómica.	Análisis de imágenes satelitales. Observación en terreno. Análisis de datos estadísticos.	Mapas temáticos de cobertura vegetal, uso de suelo, impermeabilización y riesgos. Caracterización de vulnerabilidad socioeconómica.
Desarrollar estrategias de diseño urbano sostenible para la integración y mejora del estero Las Toscas, proponiendo soluciones específicas basadas en los resultados del análisis histórico, espacial y socioambiental.	Estudio de referentes nacionales e internacionales. Integración de resultados de las etapas anteriores.	Propuestas de diseño urbano sostenible específicas. Estrategias alineadas con estándares globales.

Tabla 2: Síntesis metodológica. Fuente: Elaboración propia.

9.7 ACCESO AL CAMPO, LIMITANTES Y ASPECTOS ÉTICOS

La investigación sobre el estero Las Toscas considera el acceso al área de estudio, las limitantes que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto y los aspectos éticos que guían las actividades de recolección de información. Estos factores son esenciales para garantizar un análisis riguroso, transparente y respetuoso con el entorno y las comunidades involucradas.

9.7.1 Acceso al campo

El acceso al área de estudio, comprendida por el corredor del estero Las Toscas y su entorno urbano inmediato, se realizará mediante observaciones directas en terreno. Para ello:

- **Acceso físico:** Se identifican puntos clave para la documentación, priorizando sectores públicos como bordes del estero, áreas verdes, caminos y espacios públicos accesibles.
- **Herramientas:** Se emplearán cámaras fotográficas, dispositivos de georreferenciación y mapas digitales para registrar las condiciones del entorno de manera precisa.

9.7.2 Limitantes

Durante el desarrollo de la investigación, podrían presentarse ciertas limitantes que impacten la recolección de información:

- **Condiciones climáticas:** Factores como lluvias intensas o inundaciones estacionales podrían dificultar el acceso a algunos sectores del estero, especialmente en las áreas más vulnerables.
- **Restricciones de acceso:** Algunas áreas del estero pueden estar cerradas al público debido a riesgos, conservación o propiedad privada, lo que limitaría el alcance de la observación directa.
- **Disponibilidad de datos secundarios:** La falta de datos actualizados o precisos en mapas históricos, imágenes satelitales o estadísticas socioeconómicas podría afectar el análisis de largo plazo y el cruce de variables.
- **Presión urbana:** La presencia de asentamientos informales o actividades no reguladas en las cercanías del estero podría dificultar la evaluación de ciertas zonas.

9.7.3 Aspectos éticos

La investigación sigue principios éticos fundamentales para garantizar el respeto hacia el entorno natural y las comunidades locales:

- **Respeto al medio ambiente:** Se evitará cualquier intervención que pueda dañar la flora, fauna o el equilibrio ambiental del estero Las Toscas durante las actividades de observación y documentación.
- **Consentimiento para ingreso a propiedad privada:** En caso de requerir acceso a terrenos privados o protegidos, se solicitará autorización previa a los propietarios o responsables.
- **Transparencia:** Los objetivos y alcances de la investigación serán comunicados de manera clara a cualquier parte interesada o afectada por las actividades en terreno.

Con estas directrices, la investigación busca desarrollar un análisis riguroso y éticamente responsable, minimizando los impactos negativos y promoviendo el respeto por el entorno y las comunidades que forman parte del área de estudio.

9.8 PLAN DE TRABAJO



Figura 13: Carta gantt plan de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

10 RESULTADOS Y PROPUESTA

10.1. Transformación de la trama urbana entorno al estero Las Toscas:

Chillán (*Figura 14*) fue fundada el 26 de junio de 1580 por el mariscal Martín Ruiz de Gamboa, en el contexto de la Guerra de Arauco, con un rol estratégico como núcleo de expansión en la cuenca del Bío-Bío. Su ubicación y suelos fértiles la convirtieron en un importante centro agropecuario en el Reino de Chile y en una base de apoyo para las incursiones en territorio mapuche. Chillán es también conocida como la ciudad de las cuatro fundaciones porque los ataques indígenas y los fenómenos naturales como terremotos y crecidas de ríos han hecho que se reconstruyera y cambiara de ubicación en reiteradas ocasiones (Sepúlveda, et.al. 2011).

TRAMA URBANA Y ELEMENTOS HÍDRICOS
Chillán, 2024.

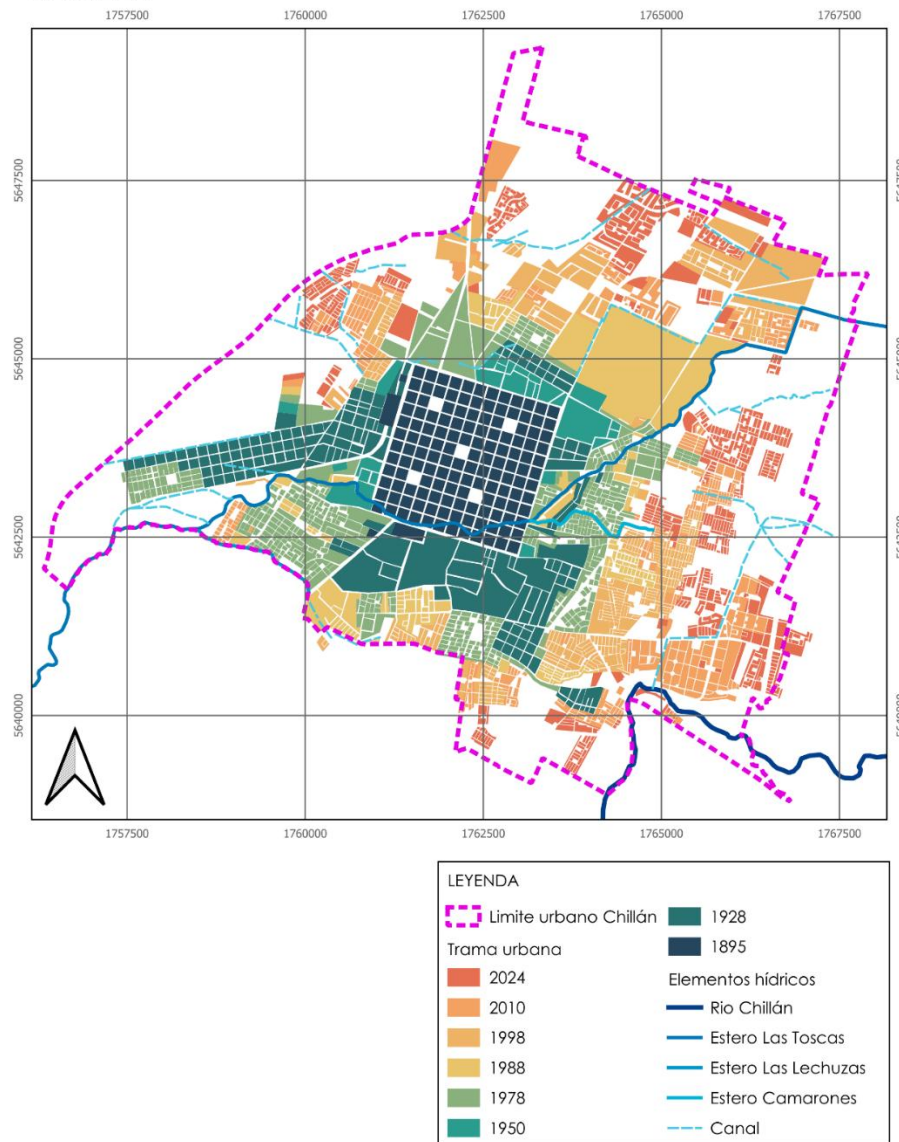


Figura 14: Cartografía crecimiento histórico trama urbana en el área urbana de la comuna de Chillán. Fuente: Elaboración propia.

Posterior al terremoto de 1835, se decreta el traslado de la ciudad de Chillán a su actual ubicación, pasando de estar en la ribera norte del río con mismo nombre a trasladarse a una cota más alta entre este y el río Ñuble. Siendo atravesada de oriente a poniente por el estero Las Toscas, por lo que la trama urbana de damero se posiciona sobre este y lo cruza mediante puentes.

El núcleo urbano central se percibe como un sector de trama regular originada en la cuadrícula histórica de la ciudad y organizada a partir de los equipamientos, servicios y funciones que allí se localizan (Anabalón, N. 2006). Desde 1870 la ciudad comienza a crecer hacia el exterior de este anillo central producto de la llegada del ferrocarril, creciendo hacia el sector poniente limitando con

la vía férrea pero con la misma morfología de damero y hacia el sur de estero gracias a la instalación de fábricas que requerían un abastecimiento intensivo de agua, la que obtenían directamente de este. Este proceso de crecimiento urbano se desarrolló hasta el terremoto de 1939 donde la ciudad quedó casi totalmente destruida, el trazado regular de la ciudad, la continuidad y alineación de la forma urbana estaban desdibujados y sólo se intuían entre los escombros (Torrent, H. 2016).

Posterior al proceso de reconstrucción, el éxodo rural que se produce durante la década de los años 50' y 60', origina la aparición de las primeras poblaciones emblemáticas (Espinoza, C. 2014), esto producto de la industrialización del país, cuyo desarrollo económico generó un aumento poblacional producto de la migración campo ciudad, donde aumenta la demanda de vivienda y equipamientos. La trama urbana comienza a adaptarse al estero y los canales de riego que quedaron dentro de estas áreas de crecimiento producto de la urbanización de suelo agrícola, adquiriendo una forma orgánica y sinuosa en sus bordes, atravesando el estero Las Toscas solo en sus vías principales, las cuales conectan directamente al área central de la ciudad, lo que preservó su percepción límite natural dentro de la expansión de la ciudad hacia la periferia.

Hasta 1978, el crecimiento de la trama urbana estuvo estrechamente ligado a las vías que conectaban la ciudad con distintos poblados cercanos, lo cual permitió que las zonas aledañas al estero Las Toscas mantuvieran su vinculación con el núcleo urbano central y con el flujo de acceso a otras áreas rurales. Esta expansión conectada facilitó que el desarrollo urbano se realizara de manera cohesionada, manteniendo al estero dentro del entramado urbano funcional de la ciudad.

Según Anabalón (2006), este proceso se intensificó a partir de la década de 1970, cuando las viviendas de emergencia en sectores urbanos con situación irregular fueron reemplazadas por las llamadas viviendas básicas, proyectos concebidos bajo el gobierno de Salvador Allende que terminan de ejecutarse durante la mitad de la década de los 70. Posterior a esto se evidencia el término de la participación del estado en el desarrollo constructivo de la vivienda y pasa a quedar en manos del mundo privado, produciendo una mercantilización del suelo donde los sitios más rentables para las empresas coincidían con áreas periféricas, desprovistas de equipamientos y formadas por lotes cada vez más pequeños, los que se vio potenciado por la aparición de la Política Nacional de Desarrollo Urbano, publicada en 1979.

Hasta la promulgación de esta política, el crecimiento de la trama urbana estaba estrechamente ligado al centro de la ciudad, priorizando la proximidad y ocupando áreas vacantes que antes habían sido suelos agrícolas relacionados directamente con el estero Las Toscas y su red de canales de riego. Esta expansión reflejaba una relación directa con el estero, mientras que, en las décadas siguientes, el crecimiento comenzó a desconectarse del núcleo urbano histórico y se extendió más allá del propio estero, pese a esto, aumentaron las presiones ambientales sobre este, al ser el principal canalizador de la evacuación de las aguas lluvias de la ciudad, esto no solo hizo necesaria su intervención, sino que también contribuyó a su deterioro debido a la baja calidad de las aguas que transportaba y a medida que el estero quedó confinado entre terrenos privados, el desarrollo de la propiedad privada prevaleció sobre el espacio público, lo que transformó sus bordes en áreas degradadas, desintegradas a escala de ciudad y focos de acumulación de basura.

A partir del análisis histórico y urbano del crecimiento de la ciudad y su interacción con el estero Las Toscas, se identifican tres áreas clave de estudio que representan distintas relaciones entre el desarrollo urbano y el estero a lo largo del tiempo. Estas áreas reflejan la evolución del tejido urbano desde la consolidación de la trama regular en el núcleo central, hasta los bordes periféricos con formas más orgánicas, producto de la urbanización de antiguos suelos agrícolas. Esta segmentación permite observar cómo las dinámicas de expansión urbana, la presión sobre el espacio público y la transformación de los usos del suelo han influido en la integración o desconexión del estero dentro

de la ciudad. La identificación de estas áreas resulta fundamental para evaluar los desafíos y oportunidades específicos de cada sector, orientando estrategias de diseño sostenible que respondan a las condiciones particulares de cada contexto.

10.2.1 Integración del estero Las Toscas en la trama urbana utilizando la metodología Space Syntax.

La metodología Space Syntax, formulada por Hillier y Hanson (1984), es una herramienta de análisis que examina la relación entre la estructura espacial y las dinámicas sociales de un lugar, enfocándose en cómo las configuraciones del espacio urbano afectan el comportamiento humano, especialmente en términos de accesibilidad y circulación. Este enfoque se basa en la premisa de que la forma de las ciudades y su red de espacios interconectados tienen un impacto significativo en los flujos de personas, actividades y relaciones sociales.

A través de esta metodología, se pueden identificar los patrones de movimiento y las interacciones que ocurren en una red urbana, permitiendo mapear y evaluar la integración de diferentes áreas urbanas. En el caso del estero Las Toscas, la metodología Space Syntax se aplicó para estudiar cómo su integración en la trama urbana influye en la accesibilidad y conectividad de las áreas circundantes en un radio de 1.000 metros (*Figura 15*), acorde a una escala de barrio o lo transitado en una caminata de 15 minutos.

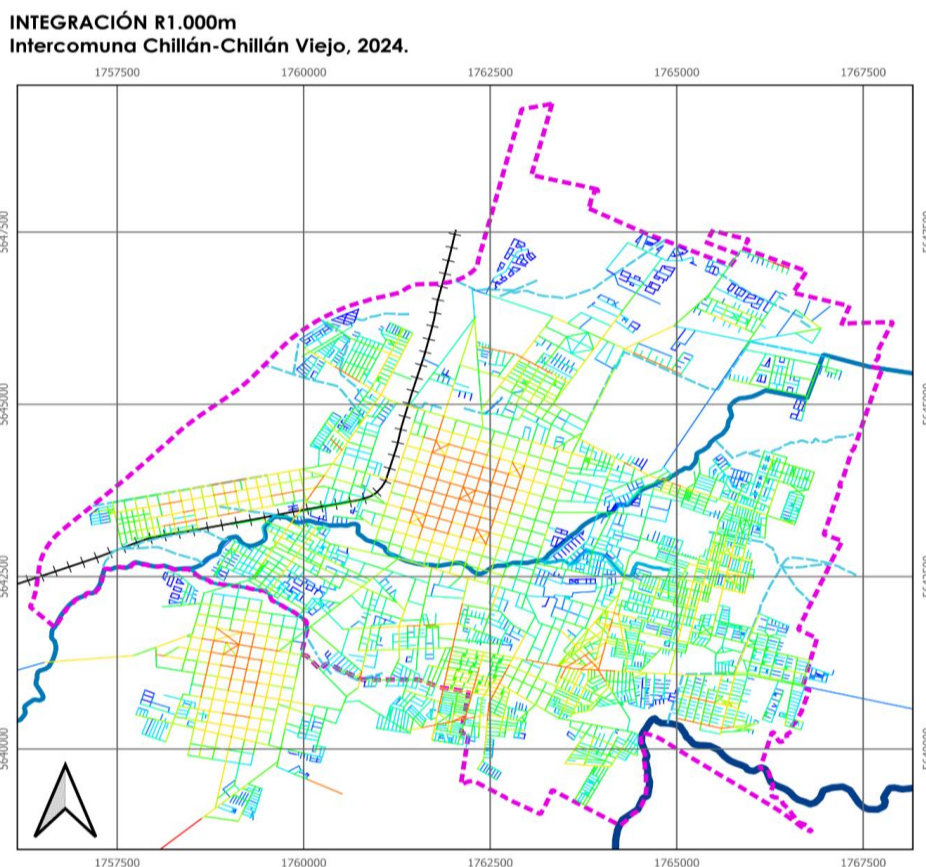


Figura 15: Cartografía integración urbana intercomuna Chillán-Chillán Viejo, Space Syntax radio 1.000 metros.
Fuente: Elaboración propia.

El factor de integración obtenido se clasifica en tres rangos: bajo (entre 0,33 y 1,33 puntos), intermedio (de 1,33 a 2,37 puntos) y alto (mayor a 2,37 puntos) (Figura 16). Esta clasificación se establece en función del valor total del factor de integración y la segmentación en intervalos definidos mediante el análisis de una tabla dinámica.








LEYENDA		Factor de integración	
Chillán			
Área urbana		0,3306 - 0,8755	Bajo
Elementos hídricos		0,8755 - 1,1289	
Rio Chillán		1,1289 - 1,3322	
Estero Las Toscas		1,3322 - 1,5241	Medio
Estero Las Lechuzas		1,5241 - 1,7102	
Estero Camarones		1,7102 - 1,9108	
Canal		1,9108 - 2,1327	
Elementos urbanos		2,1327 - 2,3768	Alto
Vía ferrea		2,3768 - 3,4566	
		3,4566 - 5,5177	

Figura 16: Tabla factores de integración urbana categorizada en rangos bajo, medio y alto. Fuente: Elaboración propia.

En una escala global, se identifican con claridad las centralidades principales de las comunas de Chillán y Chillán Viejo, destacándose como las áreas con el mayor factor de integración en la red urbana (Figura 17). Estas zonas muestran una alta conectividad y accesibilidad, con factores de integración sobre 2,37 puntos, lo que sugiere su rol estratégico en la estructura y funcionamiento del sistema urbano. Además, se observa la existencia de una posible subcentralidad hacia el sector suroriente de la comuna de Chillán. Esta área presenta un valor de integración intermedio, con factores de integración entre 1,33 y 2,37 puntos, lo que indica un potencial para convertirse en un nodo de importancia secundaria. Esto podría favorecer la diversificación de actividades y el acceso a servicios, contribuyendo a una mayor descentralización y distribución de flujos urbanos en la comuna.

**INTEGRACIÓN R1.000m
Intercomuna Chillán-Chillán Viejo, 2024.**

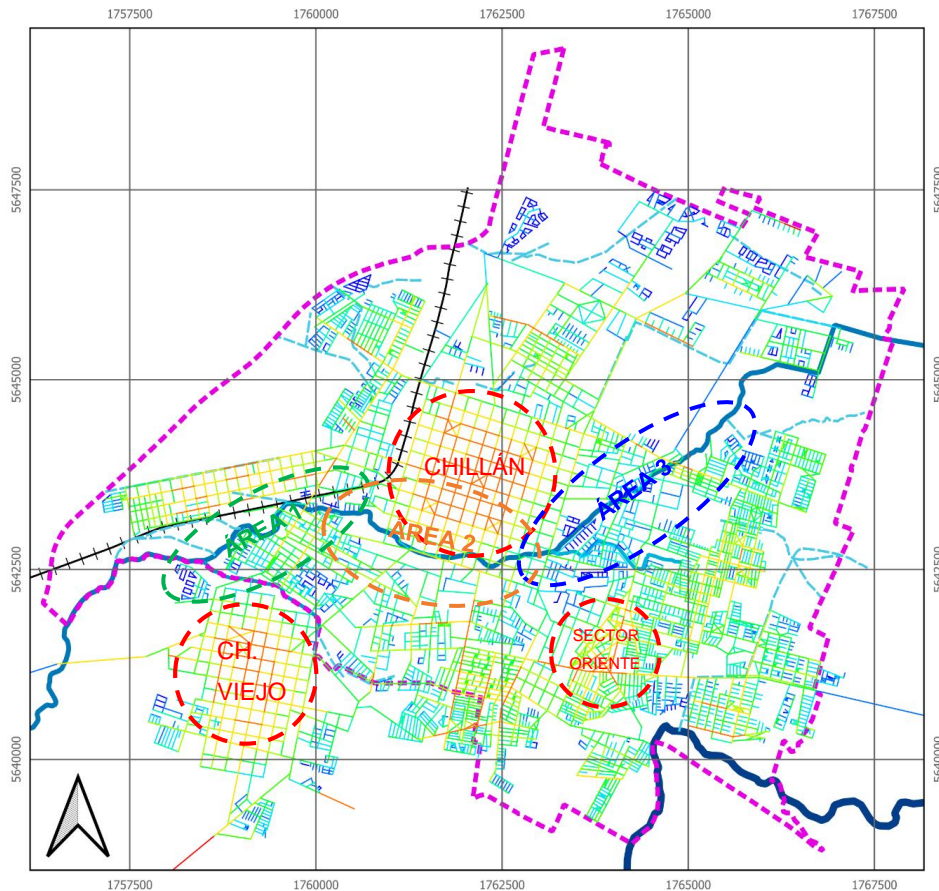




Figura 17: Identificación de centralidades observadas en la intercomuna mediante análisis de resultados de integración urbana con metodología Space Syntax. Fuente: Elaboración propia.

Los sectores con los factores de integración más bajos se localizan en las áreas periféricas de la ciudad, principalmente en las zonas de reciente expansión urbana y en aquellas que colindan con el estero Las Toscas. Estas áreas presentan una conectividad limitada y un menor nivel de accesibilidad en comparación con el núcleo central, lo cual coincide con lo observado en la literatura sobre urbanismo y planificación territorial. En estos estudios, es común que las zonas fronterizas y de expansión urbana tengan una menor integración debido a su distancia del centro y a la falta de infraestructura consolidada que permita una adecuada conectividad con otras partes de la ciudad.

Este patrón responde a varios factores, como la falta de desarrollo urbano planificado en los bordes de la ciudad y la presencia de barreras naturales, en este caso el estero Las Toscas, que actúan como límites físicos que restringen la continuidad de la red urbana. Según la literatura, estas condiciones suelen crear espacios con un papel marginal en términos de centralidad y accesibilidad, lo que puede dificultar el acceso a servicios y reducir el flujo de personas y actividades en estas áreas. Además, esta baja integración suele asociarse con desafíos en la movilidad y el desarrollo sostenible, ya que estas zonas suelen depender en gran medida del acceso vehicular y carecen de una infraestructura peatonal adecuada.

Se identifican y analizan tres áreas de estudio en función de su relación con el estero Las Toscas, con el objetivo de comprender cómo este elemento natural influye en la configuración urbana y los roles específicos que cumplen tanto el espacio público como el estero en cada área identificada.

Área	Cartografía Space Syntax	Descripción
1		<p>LÍMITE</p> <p>Corresponde al sector sur poniente, un área residencial que limita directamente con el estero, donde este restringe la expansión física de la ciudad. Contempla un valor promedio de integración dentro del rango medio.</p>
	<p>ROL: Relación equilibrada entre la urbanización y el entorno natural, permitiendo una conectividad limitada pero accesible y controlada. Área de transición que protege la integridad del estero, conteniendo el crecimiento de la ciudad.</p>	
2		<p>BORDE DE USO MIXTO</p> <p>Corresponde al centro de la ciudad, la trama urbana es más ordenada, presenta el nivel más alto de integración urbana y corresponde a una zona de la ciudad de uso mixto, principalmente comercio, industria y equipamiento.</p>
	<p>ROL: Consolidación del centro urbano, donde el espacio público actúa como articulador de actividades y encuentros entre personas. Esta área debe facilitar la conectividad y fomentar la interacción social y económica, manteniendo una alta accesibilidad y dinamismo urbano.</p>	

3		<p>BORDE RESIDENCIAL</p> <p>Corresponde al sector oriente de la ciudad, compuesta por sectores residenciales que limitan directamente con el estero pero este no restringió la expansión de la ciudad. Posee los niveles más bajos de integración urbana.</p>
---	--	--

Tabla 3: Caracterización de áreas de estudio. Fuente: Elaboración propia.

10.2.2 Análisis espacial: Identificación y caracterización de configurantes y sus relaciones en el espacio público.

Dentro del análisis espacial, se desarrollaron cartografías correspondientes a las barreras físicas y visuales que limitan la relación con el estero Las Toscas (*Figura 18*), esto acorde a los postulados Jane Jacobs (1961), donde introduce el concepto “ojos en la calle” enfatizando la importancia de la vigilancia natural de los residentes y usuarios para la seguridad y vitalidad de los espacios urbanos. También, se incorpora la visión de Jan Gehl (1971), quien señala que el poder ver lo que está ocurriendo en el entorno permite interactuar con este y participar de manera activa en él.

BARRERAS FÍSICAS Y VISUALES Chillán, 2024.

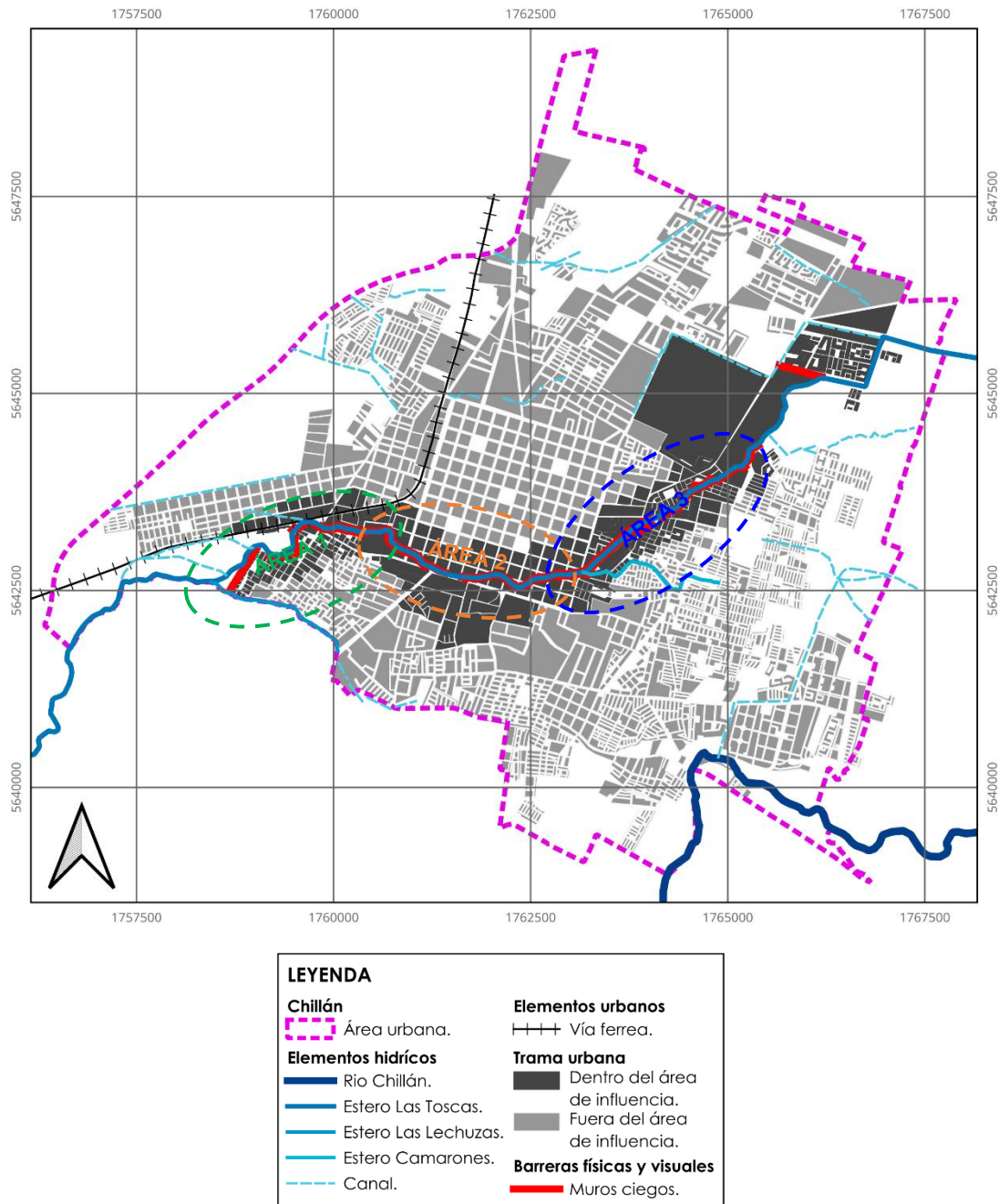


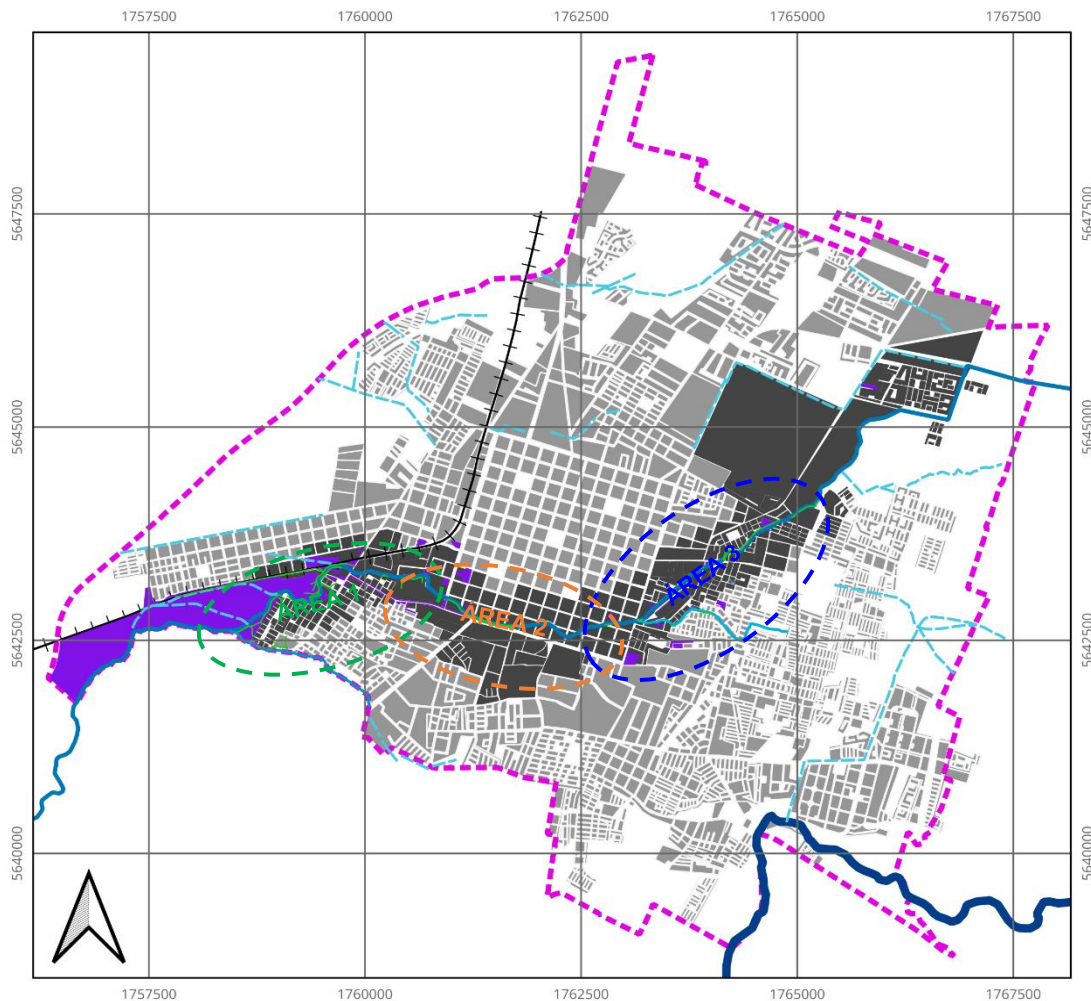
Figura 18: Cartografía barreras físicas y visuales observadas en terreno. Fuente: Elaboración propia.

Además, se hace un levantamiento de las sendas peatonales y área libre disponible próxima al estero Las Tascas (Figura 19). Las sendas peatonales ayudan a dilucidar que espacios próximos al estero están integrándose a la trama urbana en términos de conectividad y uso. Acorde a los conceptos de Kevin Lynch (1960), las sendas son elementos clave en la percepción y movilidad de los habitantes

dentro de un entorno urbano, no solo facilitando el tránsito de estos sino que permitiendo dar un uso e interactuar de manera activa con el espacio.

En este contexto, el levantamiento de las áreas libres disponibles toma relevancia al cruzar esta información con las sendas peatonales, ya que permite evidenciar la relación entre los espacios públicos, privados y el entorno natural del estero.

SENDAS Y ÁREA LIBRE DISPONIBLE Chillán, 2024.



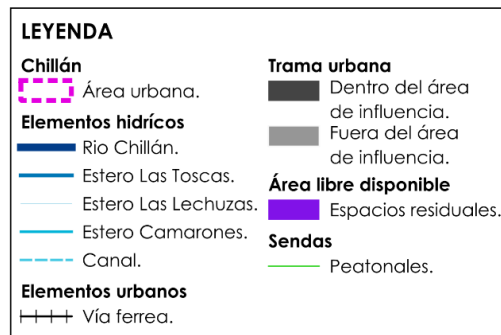
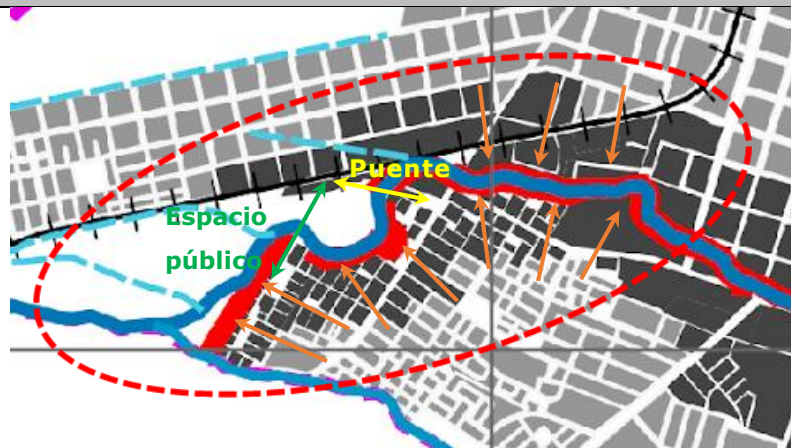


Figura 19: Cartografía sendas y área libre disponible observadas en terreno o mediante imágenes satelitales.
Fuente: Elaboración propia.

ÁREA 1: LÍMITE EXPANSIVO.

BARRERAS FÍSICAS Y VISUALES



Existe una relación limitada con el estero Las Toscas en esta área producto de la orientación de los lotes que bordean este elemento, los cuales posicionan sus fondos hacia el curso de agua, restringiendo tanto la conectividad visual como el acceso directo. Solo se identifican dos puntos de interacción visual y espacial con el estero.

El primero corresponde un puente y su entorno cuya función principal es conectar ambas riberas producto de la necesidad de dar acceso una toma de terreno que se encuentra próxima a la vía férrea, este elemento es netamente funcional pero permite al menos relacionarse con el estero.


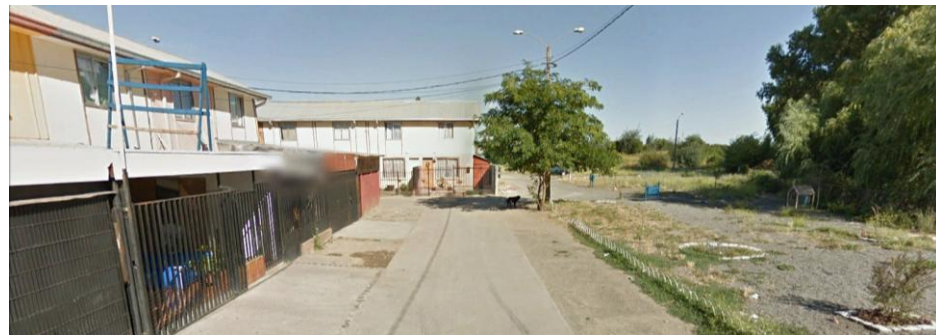
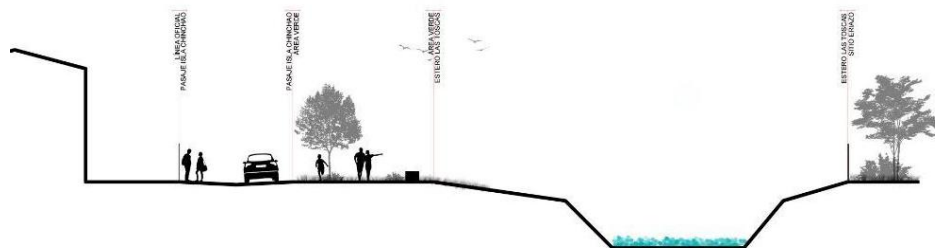
	 <p>El segundo punto corresponde al espacio público y residual adyacente al estero que enfrenta directamente a las viviendas. Este sector se distingue por ofrecer una experiencia más inmediata de contemplación y uso del estero, aunque se encuentra limitado en términos de continuidad y accesibilidad a lo largo de su extensión.</p>
<p>SENDAS PEATONALES Y ÁREA LIBRE DISPONIBLE</p>	 <p>La mayor extensión de área libre disponible se encuentra ubicada entre el estero Las Toscas y la vía férrea, lo que evidencia cómo estos dos elementos han funcionado como límites físicos que han restringido la expansión de la trama urbana, siendo estos espacios terrenos privados. El resto de los espacios libres presenta una distribución fragmentada, resultado de la ocupación irregular del suelo a través de tomas de terreno. Asimismo, parte de estas áreas corresponde a espacios libres remanentes ubicados entre las líneas oficiales de las vías que originalmente estaban destinadas al ensanche de sus fajas.</p> <p>También, es posible identificar que las sendas peatonales que permiten integrar el estero Las Toscas al resto de la trama urbana emergen y se concentran en los dos puntos catastrados en el apartado de barreras físicas y naturales, los que permitían interactuar espacial y visualmente con él, destacándose como puntos clave para la conectividad y el acceso en un contexto donde la relación con el estero es limitada.</p>

IMAGEN
SATELITAL

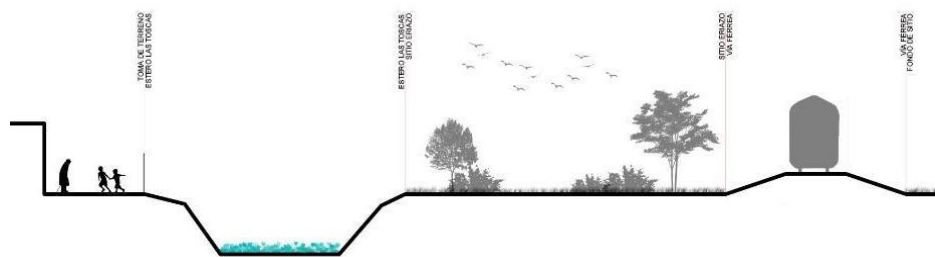


PERFILES Y
OBSERVACIÓN
EN TERRENO



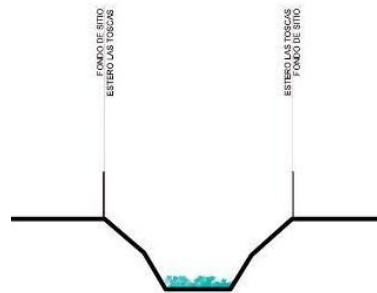
PERFIL A: BARRIO – LÍMITE.

En las áreas anteriormente indicadas donde las viviendas enfrentan el estero Las Toscas existe una apropiación del espacio público y con intervenciones comunitarias, lo que permite una relación directa de los habitantes del sector con el estero.



PERFIL B: ASENTAMIENTO IRREGULAR – LÍMITE.

El área libre identificada entre la trama urbana y el estero es habitada de forma irregular. Se catastra la presencia de cercos y muros que impiden la relación directa con el estero Las Toscas con el fin de evitar la llevada de basura y la intervención de su cauce. Por otro lado, en la ribera opuesta, ubicada entre el estero y la vía férrea, el área libre se encuentra en un estado más natural, con una concentración significativa de vegetación, producto de su condición de espacio no intervenido. Esta diferencia entre las dos riberas refleja un contraste en los usos y la gestión del espacio, donde una se encuentra marcada por la presión urbana y la otra permanece relativamente intacta.



PERFIL C: CONFINADO - FONDOS DE SITIO.

El estero Las Toscas se encuentra completamente confinado en este tramo, delimitado por los fondos de sitio de los lotes que lo rodean. Esta configuración genera una ausencia total de interacción visual y espacial entre el estero, la trama urbana y las personas.

CRUCE CON RESULTADOS SPACE SYNTAX



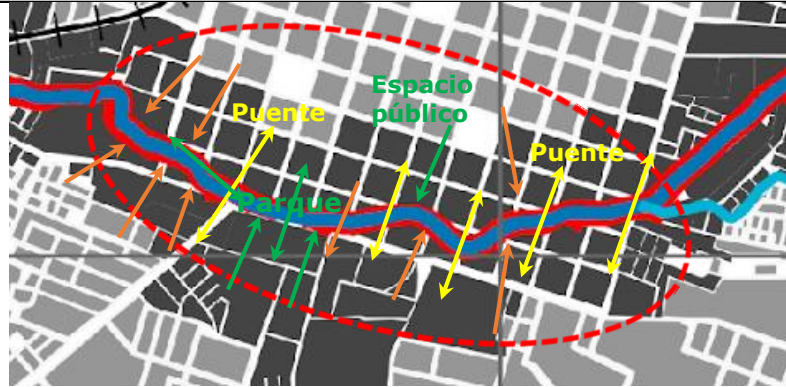
El análisis de Space Syntax revela que esta área presenta un nivel de integración promedio, situado dentro del rango medio. Es posible identificar que los dos puntos con mayor nivel de integración próximos al estero coinciden con los catastrados en el análisis espacial como los que permiten interactuar directamente con este, mientras que el lugar con menor nivel de integración dentro del área es donde el estero Las Toscas se encuentra confinado al estar delimitado por los fondos de sitio de los lotes que lo rodean, restringiendo las

oportunidades de interacción con el espacio urbano y reduciendo su integración en la red urbana circundante.

Tabla 4: Análisis de variables espaciales en el área de estudio 1. Fuente: Elaboración propia.

ÁREA 2: BORDE DE USO MIXTO.



BARRERAS FÍSICAS Y VISUALES



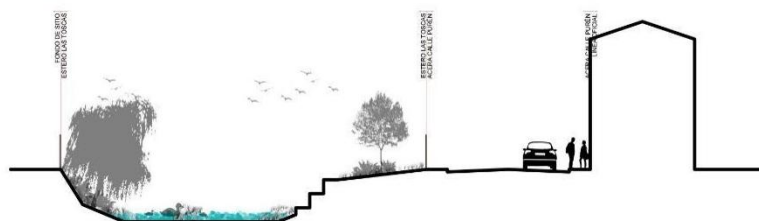
Si bien la relación con el estero Las Toscas sigue siendo limitada, esta área se distingue por ser la única que presenta espacio público directamente ligado al cauce. El Parque Urbano estero Las Toscas, construido como Proyecto Bicentenario el año 2005, permite relacionarse visual y espacialmente con el estero, facilitando el tránsito peatonal de manera paralela y transversal al curso de agua.



La significativa cantidad de puentes presentes en el centro de la ciudad, trazados desde el establecimiento de la trama fundacional en damero, permite una relación limitada con el estero Las Toscas. Aunque estos puentes ofrecen puntos de conexión visual y facilitan cierta accesibilidad, el estero permanece confinado entre los fondos de sitio de los lotes circundantes, lo que restringe su integración plena con el entorno urbano. Esta disposición espacial genera una interacción parcial, que, aunque relevante, no logra consolidar una vinculación significativa ni con la trama urbana ni con los habitantes de la zona.

	
<p>SENDAS Y ÁREA LIBRE DISPONIBLE</p>	 <p>El área libre disponible es escasa en esta área, producto de la densidad de las edificaciones presentes en el centro de la ciudad y la configuración de las cuadras dentro de una trama reticulada de frentes continuos. Esta estructura urbanística prioriza la ocupación intensiva del suelo, dejando poco espacio para áreas verdes o libres, limitándolas a las cuatro plazas presentes en el centro de la ciudad.</p> <p>Las sendas peatonales, por su parte, se concentran principalmente donde se encuentra el parque vinculado al estero Las Toscas, trazadas de forma paralela a este gracias a su diseño. Fuera de este sector, el estero es inaccesible a nivel peatonal y vehicular, quedando relegado a un rol pasivo dentro del paisaje urbano ya que su apreciación se limita a los puntos de cruce, puentes que funcionan como los únicos elementos que conectan visualmente a las personas con el estero Las Toscas.</p>

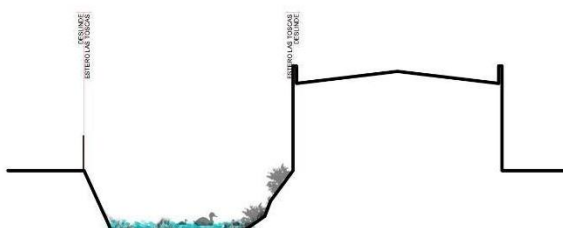
urbana, vinculada a vías principales y circulaciones rápidas, y una escala peatonal, que ofrece una experiencia más pausada. Esta dualidad permite al usuario no solo transitar sino también apropiarse del espacio, logrando que el estero se integre como un componente activo dentro de la vida urbana en este sector.



PERFIL C: FONDO DE SITIO – FRENTE ACTIVO.

El estero Las Toscas se encuentra en un espacio de transición caracterizado por dos dinámicas urbanas contrapuestas. Por un lado, una de sus riberas está delimitada por los fondos de sitio de lotes privados, que restringen tanto el acceso físico como la relación visual con el estero, limitando su integración con el entorno.

Por otro lado, la ribera opuesta presenta un frente activo, donde las edificaciones están orientadas hacia el estero, estableciendo una conexión visual y funcional con este.



PERFIL C: CONFINADO - FONDOS DE SITIO.

El estero Las Toscas se encuentra completamente encerrado, delimitado por los fondos de sitio de los lotes colindantes. Esta disposición espacial elimina cualquier posibilidad de interacción visual o física con el estero, desvinculándolo tanto de la trama urbana como de los habitantes del sector. Esta situación se ve parcialmente interrumpida por los puentes que atraviesan el estero en este sector. Estos puntos de cruce ofrecen momentos breves de conexión visual con el estero, aunque no garantizan una interacción significativa.

CRUCE CON RESULTADOS SPACE SYNTAX



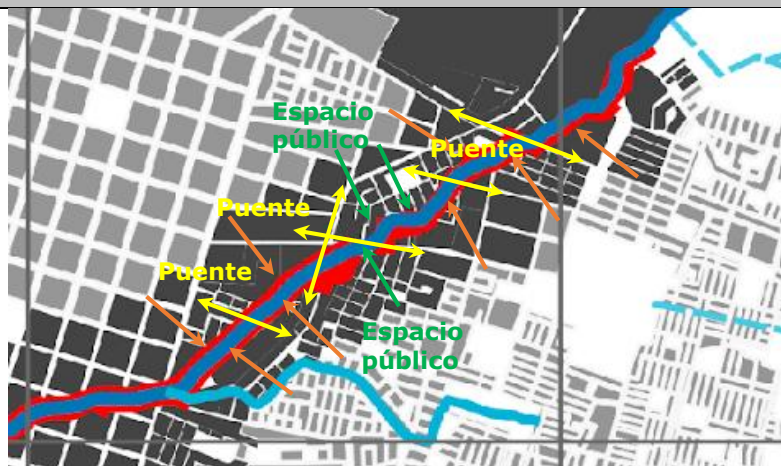
Los resultados previamente obtenidos mediante el análisis de Space Syntax, presenta que esta área es la que posee un mayor factor de integración urbana, esto se condice a la proximidad del estero Las Toscas al centro de la ciudad y como la configuración de la trama urbana reticulada que atraviesa este elemento con una serie de puentes. Donde se encuentra el Parque Urbano estero Las Toscas se encuentra el área con mayor factor de integración promedio del sector, lo que sugiere que su diseño espacial, con circulaciones paralelas al estero, facilita su incorporación como un elemento activo dentro de la estructura urbana.

Por otro lado, el sector con menor nivel de integración se encuentra en los sectores donde los senderos están confinados entre los fondos de sitio de los lotes adyacentes al estero. Este tipo de configuración limita tanto la accesibilidad como la conectividad, afectando negativamente la relación del estero con la trama urbana.

Tabla 5: Análisis de variables espaciales en el área de estudio 2. Fuente: Elaboración propia.

ÁREA 3: BORDE RESIDENCIAL.

BARRERAS FÍSICAS Y VISUALES



	<p>El área presenta una interacción desigual con el estero: mientras que algunos sectores permiten una apreciación visual y funcional del espacio natural, la mayoría de las viviendas están desconectadas de él debido a barreras físicas. En ciertas zonas, los residentes se han apropiado del estero, tratándolo como una extensión de sus patios, desarrollando huertos o espacios recreativos. Sin embargo, en la mayoría de los sectores, las viviendas están separadas del estero por muros u otras barreras que impiden el acceso directo. Estos muros no solo dificultan el acceso, sino que refuerzan la separación entre los barrios y el estero, limitando la integración de este elemento en la vida cotidiana de los residentes.</p>
<p>SENDAS Y ÁREA LIBRE DISPONIBLE</p>	 <p>El área libre disponible en esta área es limitada, principalmente corresponden a sitios eriazos que se catastraron y corresponden a propiedades privadas. Las sendas peatonales son paralelas al estero Las Toscas y se concentran donde las viviendas lo enfrentan directamente. Estas sendas, aunque informales, facilitan el acceso y la conexión entre los residentes y el estero, aunque el espacio circundante no ha sido urbanizado ni desarrollado como un espacio público formal. Además, se observa una senda que atraviesa uno de los terrenos eriazos adyacentes al estero y bordea otro, funcionando como una extensión de las sendas previamente mencionadas.</p>

**IMAGEN
SATELITAL**

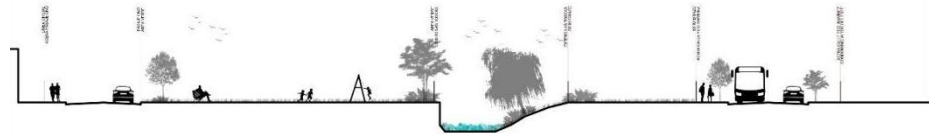


**PERFILES Y
OBSERVACIÓN
EN TERRENO**



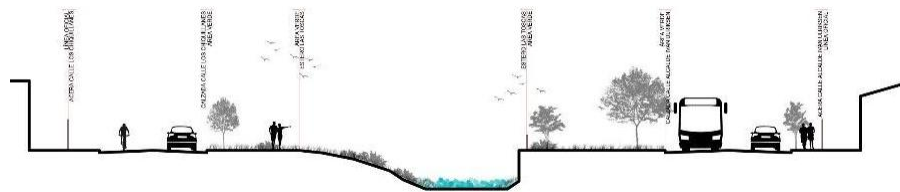
PERFIL A: BORDE APROPIADO – FONDOS DE SITIO.

El estero Las Toscas se encuentra confinado entre los fondos de sitio de los lotes adyacentes a éste, lo que impide relacionarse directamente con él. Sin embargo, algunos propietarios han utilizado su borde como una extensión de sus patios, interviniendo este espacio al desarrollar huertos y pequeños espacios de permanencia. Esta apropiación del espacio permite que estos habitantes establezcan una relación individual con el estero, aunque la configuración espacial limita la interacción más amplia del conjunto urbano con el entorno natural.



PERFIL B: BARRIO – SITIO ERIAZO.

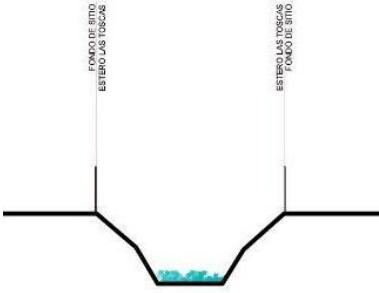


Las viviendas se orientan directamente hacia el estero Las Toscas, generando una relación activa con el cuerpo de agua. En el borde del estero se ha diseñado un espacio público que promueve la interacción de la comunidad con el entorno natural. Este espacio está equipado con mobiliario urbano y áreas de juegos infantiles, fomentando el uso recreativo y social del sector, lo que facilita la integración de los habitantes con el estero. Sin embargo, en el lado opuesto, se encuentra un sitio eriazo cercado que, aunque permite la visibilidad del estero, impide el acceso directo.



PERFIL C: BARRIO - BARRIO.

A lo largo de ambos frentes, las viviendas enfrentan al estero Las Toscas, sirviendo como elemento integrador de ambos frentes. El área libre que bordea el estero carece de un desarrollo formal como espacio público, y no cuenta con equipamiento urbano, como mobiliario o áreas recreativas. Sin embargo, los propios habitantes han intervenido de manera informal para embellecer el sector, realizando mejoras a pequeña escala que permiten un uso comunitario del espacio. Han trazado una serie de senderos que marcan las rutas que utilizan frecuentemente, lo que indica un uso constante del borde del estero.

Aunque el espacio no está planificado oficialmente, existe una relación visual y espacial clara entre ambos frentes, lo que fomenta la interacción indirecta entre las dos comunidades a través de su proximidad al estero.

	  <p>PERFIL D: CONFINADO - FONDOS DE SITIO.</p> <p>El estero Las Toscas se encuentra completamente rodeado y confinado por los fondos de sitio de los terrenos vecinos, lo que impide cualquier tipo de interacción visual o física entre el estero y las áreas urbanas cercanas. Esta configuración espacial desconecta completamente al estero tanto de la trama urbana como de la comunidad local. Sin embargo, de manera similar a lo observado en otras áreas, esta desconexión se ve parcialmente suavizada por los puentes que atraviesan el estero en este sector. Estos puentes proporcionan breves momentos de conexión visual con el estero, aunque no favorecen una interacción significativa ni profunda con el espacio natural.</p>
<p>CRUCE CON RESULTADOS SPACE SYNTAX</p>	 <p>Los resultados obtenidos con el análisis de Space Syntax, indican que esta pareja es la que tiene más sectores con un factor de integración bajo, esto es producto de la configuración de la trama urbana en la que los barrios anexos al</p>

	<p>estero Las Toscas se encuentran ensimismados, con pocos elementos que permitan su integración con el resto de su entorno urbano.</p> <p>Esta problemática es particularmente evidente en dos barrios específicos. En uno de ellos, la falta de conexiones entre los frentes del estero contribuye a su baja integración. Sin embargo, en el segundo barrio, donde existen puentes que permiten atravesar el estero y conectan ambos frentes, la situación mejora notablemente. Aquí, las viviendas enfrentan directamente el estero, y la presencia de senderos peatonales paralelos a este refuerza la conectividad y eleva el nivel de integración del sector.</p>
--	---

Tabla 6: Análisis de variables espaciales en el área de estudio 2. Fuente: Elaboración propia.

10.3. Estudio socioambiental del estero Las Toscas: Claves para su integración urbana.

Los resultados del análisis espacial y socioambiental proporcionan una comprensión detallada de las dinámicas y características actuales del área de estudio, destacando las interrelaciones entre los factores espaciales, ambientales y socioeconómicos que afectan la relación del estero Las Toscas con la ciudad y sus habitantes. Este apartado presenta los hallazgos obtenidos a partir de la evaluación de las cartografías temáticas y el cruce de variables, ofreciendo una visión integral sobre las oportunidades y limitaciones del entorno del estero Las Toscas.

El análisis socioambiental de las tres áreas identificadas en los resultados de Space Syntax se organiza en dos categorías principales: las variables ambientales y las socioeconómicas.

10.3.1 Variables ambientales.

La primera variable ambiental estudiada corresponde a la cobertura vegetal presente en el entorno inmediato al estero Las Toscas (*Figura 20*). Este análisis tiene como propósito evaluar si la vegetación existente contribuye o dificulta la continuidad ecológica, una de las funciones fundamentales de los cursos de agua. Siguiendo los postulados de Rosenberg et. al. (1997), el estero actúa como un corredor ecológico, definido como un elemento lineal dentro del paisaje que facilita el desplazamiento y la conexión de diversas especies a través de su entorno.

**COBERTURA VEGETAL
Chillán, 2024.**

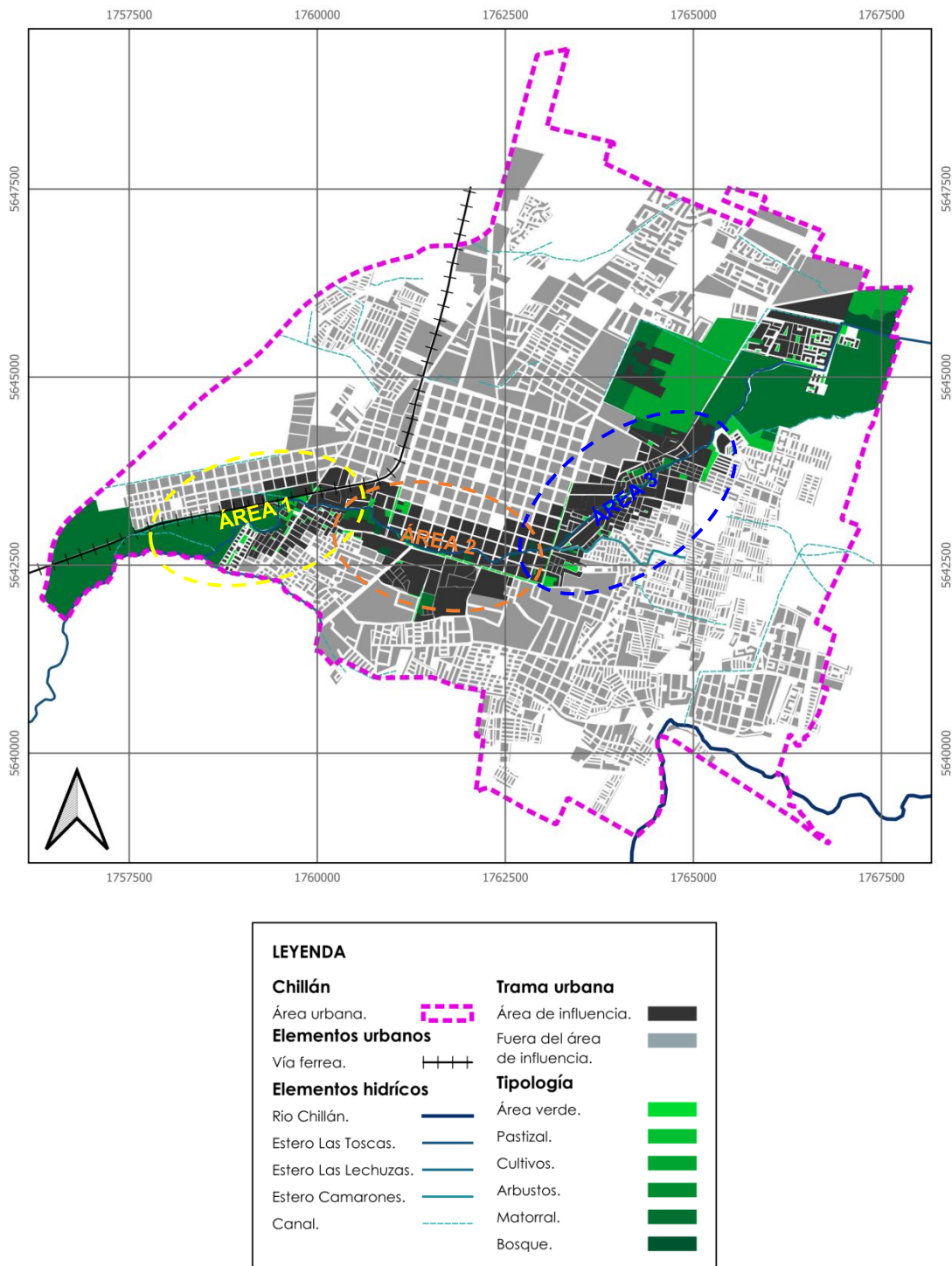


Figura 20: Cartografía cobertura vegetal observada en terreno o mediante imágenes satelitales. Fuente: Elaboración propia.

Este análisis de cobertura vegetal no solo busca identificar el estado actual de interacción entre el espacio urbano y los elementos naturales, sino también evaluar su capacidad para promover la resiliencia de los ecosistemas frente a las presiones derivadas del desarrollo urbano. Este análisis es crucial para establecer estrategias de intervención orientadas a potenciar la sostenibilidad ambiental, garantizar la funcionalidad del corredor ecológico y mejorar la integración del estero Las Toscas dentro del tejido urbano de manera equilibrada y respetuosa con el medioambiente.

La cobertura vegetal es un factor que regula el régimen hidrológico, controlando la infiltración y el escurrimiento superficial de aguas lluvia (Vidal et. al 2010), y también juega un papel clave en la mitigación de riesgos o amenazas como las inundaciones y anegamientos. En este contexto, el levantamiento del estado de impermeabilización del suelo resulta primordial para identificar sectores donde predominan suelos sellados, donde la impermeabilización ha disminuido constantemente la capacidad de infiltración de las aguas lluvias por parte de los suelos, aumentando el escurrimiento superficial (Romero et. al 2009).

Para realizar este levantamiento, se requirió un catastro detallado del uso de suelo en las áreas próximas al estero Las Toscas (*Figura 21*). Esta cartografía clasifica los diferentes tipos de usos del suelo, asignándoles un porcentaje de impermeabilización (*Figura 22*), basado en los parámetros establecidos por Smith (2007).

Porcentaje superficie impermeabilizada (%)	Usos y coberturas del suelo
0	Humedales, cursos y cuerpos de agua.
2,5	Vegetación densa.
3	Plantaciones forestales.
4,5	Vegetación dispersa.
5	Espacios con poca o nula vegetación.
5,3	Cultivos.
13	Sitios eriazos.
16,2	Áreas verdes.
37,6	Urbanización de baja densidad.
59	Industrial.
75	Urbanización de alta densidad.
100	Puertos, aeropuertos y autopistas.

Tabla 7: Porcentaje superficie impermeabilizada por uso o cobertura de suelo. Fuente: Smith, P. (2007).

USO DE SUELO
Chillán, 2024.

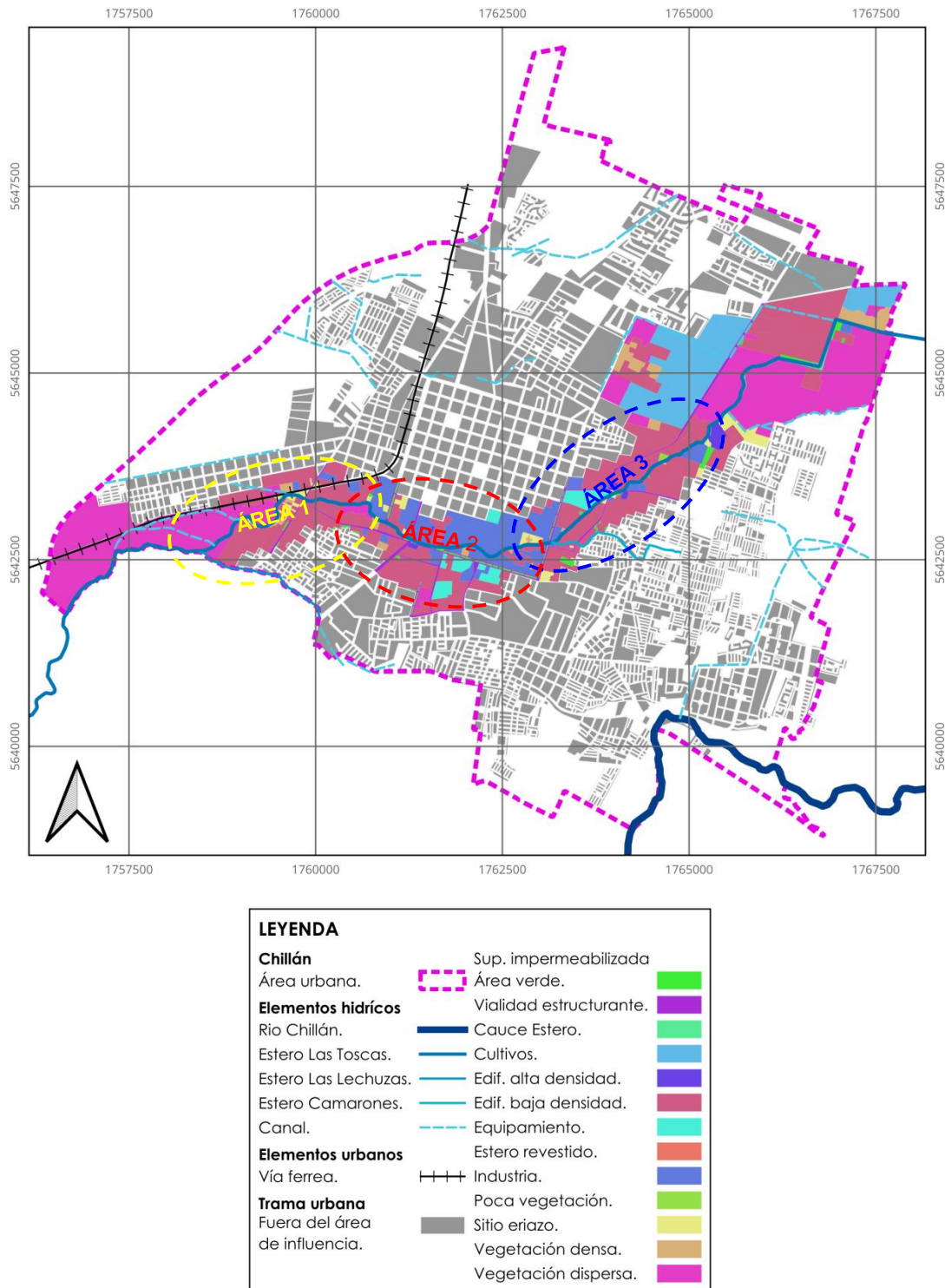


Figura 21: Cartografía uso de suelo observado en terreno. Fuente: Elaboración propia.

SUPERFICIE IMPERMEABILIZADA
Chillán, 2024.

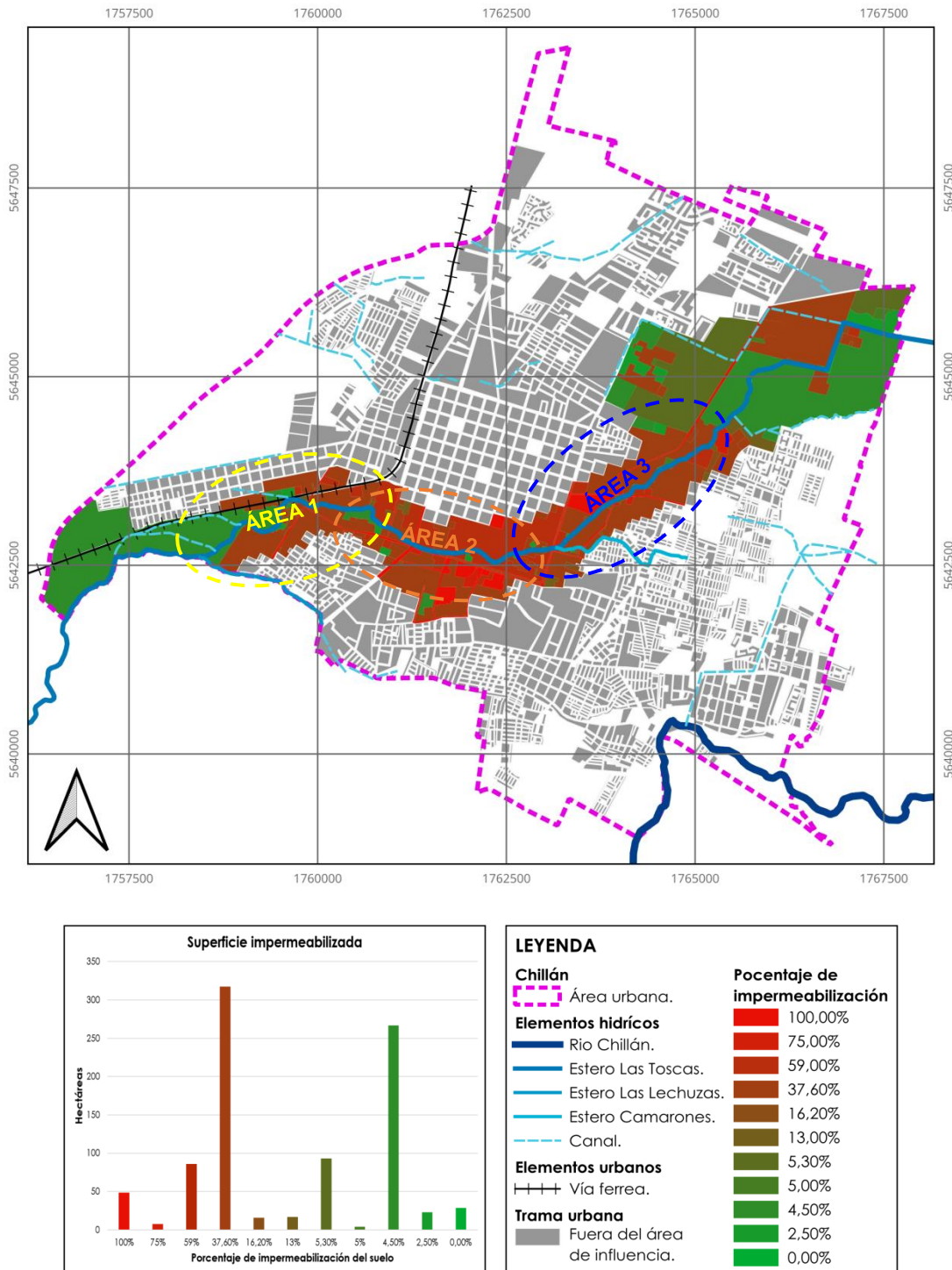
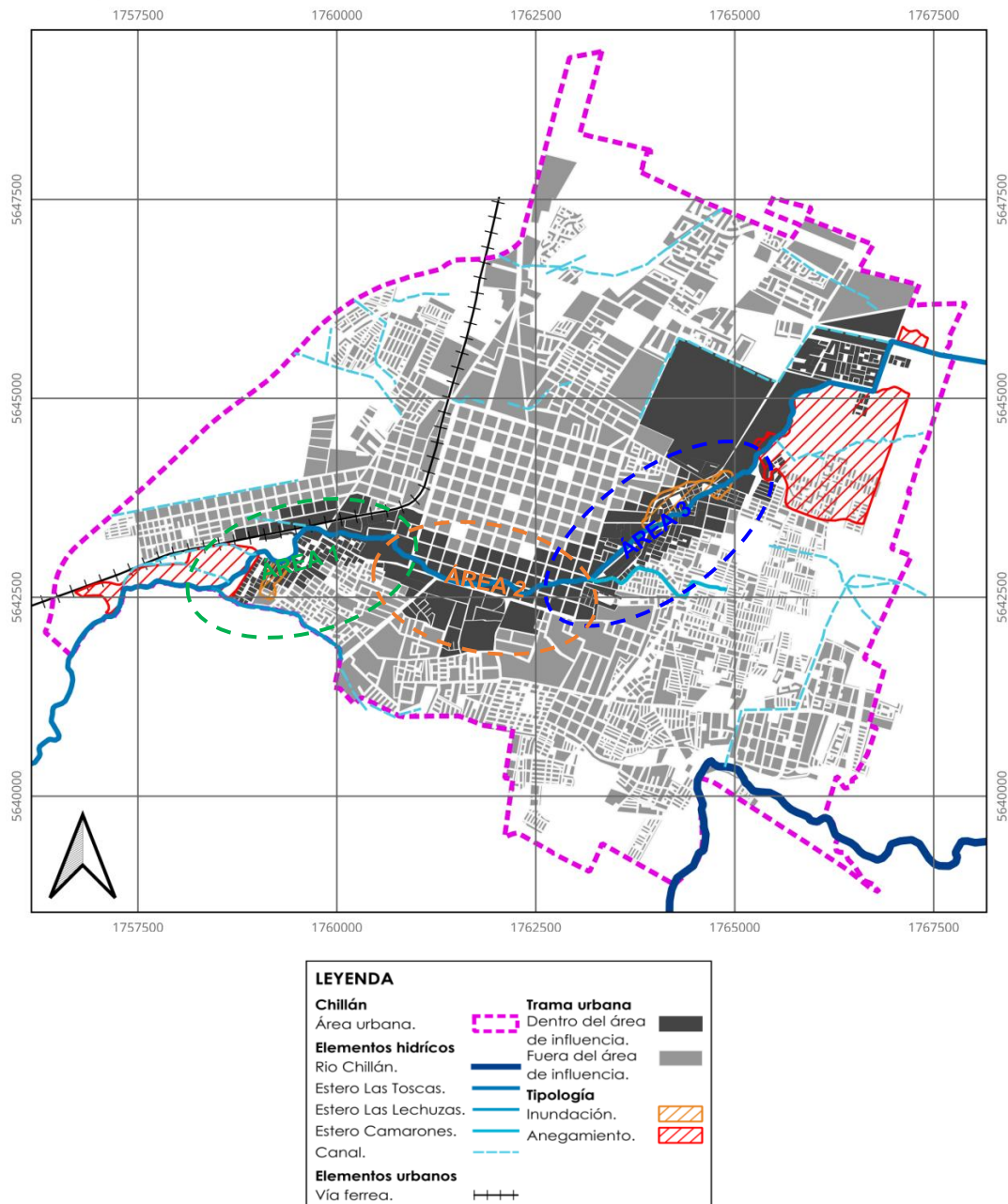


Figura 22: Cartografía superficie impermeabilizada al otorgar valores de impermeabilización a los usos de suelo. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con base en la información obtenida sobre cobertura vegetal, uso del suelo y grado de impermeabilización, se elaboró una cartografía de riesgos asociados catastrados para el desarrollo del Plan Maestro de Aguas Lluvias de la comuna (*Figura 23*). Esta herramienta permite localizar áreas más vulnerables a fenómenos como inundaciones y anegamientos, destacando los sectores más críticos.

RIESGOS Y AMENAZAS Chillán, 2024.



*Figura 23: Cartografía riesgos y amenazas obtenidos desde datos de la Dirección de Obras Hidráulicas.
Fuente: Elaboración propia.*

La cartografía no solo permite identificar riesgos, sino también correlacionar estos hallazgos con las variables ambientales previamente estudiadas. Este enfoque integral enriquece la comprensión de las interacciones socioambientales en el área y sirve como una herramienta fundamental para la planificación de intervenciones dirigidas a mitigar riesgos, mejorar la sostenibilidad ambiental y garantizar una gestión adecuada del entorno del estero Las Toscas.

Con el objetivo de consolidar los hallazgos obtenidos, se presenta a continuación un cuadro síntesis que organiza y resume las principales variables analizadas en cada una de las áreas identificadas. Este cuadro permite una visualización clara de los factores ambientales y de riesgo asociados, facilitando su comparación y proporcionando una herramienta clave para la toma de decisiones en futuras intervenciones.


ÁREA 1: LÍMITE EXPANSIVO DE BAJA DENSIDAD SUJETO A RIESGOS.


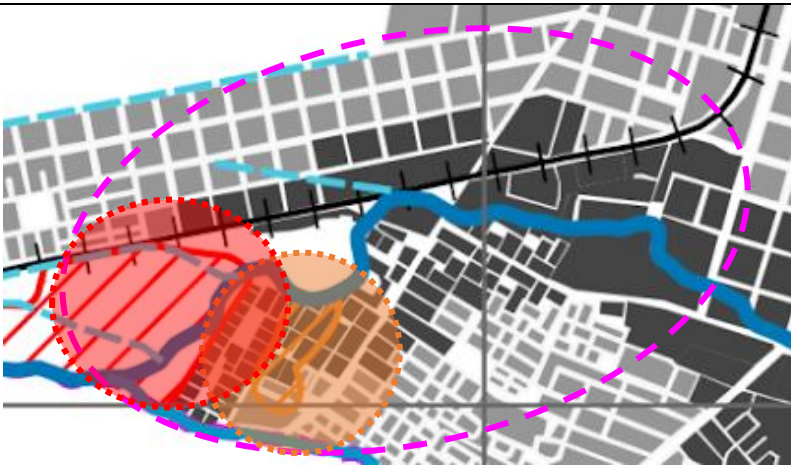
IMAGEN SATELITAL



Es posible observar, tanto mediante imágenes satelitales como en terreno, que en esta área el estero se encuentra fuertemente intervenido en su cauce, careciendo de vegetación natural en su lecho. Esto se debe a las obras realizadas dentro del Plan Maestro de Aguas Lluvias de la Dirección de Obras Hidráulicas (MOP), las cuales incluyeron el revestimiento del cauce. El objetivo principal de estas intervenciones es minimizar situaciones de emergencia e incrementar la eficiencia en la evacuación de aguas hacia el Río Chillán, ubicado aguas abajo.



<p>COBERTURA VEGETAL</p>	 <p>La cobertura vegetal que abarca mayor superficie dentro del área corresponde a vegetación arbustos presentes en el espacio entre la vía férrea y el estero Las Toscas, un área que permanece sin urbanizar.</p> <p>De los sectores analizados, se identifica solo una zona donde el área verde se encuentra directamente asociada al frente del estero, permitiendo una relación más evidente entre la vegetación, el cuerpo de agua y el entorno urbano. En contraste, el resto de las áreas verdes aparecen fragmentadas y distribuidas de manera desigual dentro de la trama urbana, lo que dificulta su conectividad ecológica y funcional.</p> <p>Por otra parte, se destaca un sector con una alta concentración de cobertura vegetal en forma de sitios eriazos próximos al estero. Esto corresponde a terrenos ocupados por una toma de terreno que se encuentra actualmente en proceso de reubicación.</p>
<p>USO DE SUELO E IMPERMEABILIZACIÓN</p>	 <p>El área presenta un predominio de uso residencial caracterizado por edificaciones de baja densidad, principalmente viviendas unifamiliares. Hacia el borde del estero, se concentra una proporción significativa de sitios eriazos. Estos espacios, mayoritariamente sin urbanizar, son el resultado de una utilización irregular del suelo.</p>

	 <p>En cuanto a la impermeabilización, los valores dominantes en esta área corresponden a un 37,6%, asociados a urbanizaciones de baja densidad, según los estándares de Smith (2007). Este nivel de impermeabilización, característico de viviendas con lotes individuales, se ve agravado por la escasez de áreas verdes y la ausencia de zonas de amortiguamiento adecuadas entre el estero Las Toscas y las edificaciones residenciales. La falta de estos buffers reduce la capacidad del suelo para infiltrar aguas lluvias, favoreciendo el escurrimiento superficial, elevando el riesgo de anegamientos y no mitigando los riesgos de inundación.</p>
<p>RIESGOS Y AMENAZAS</p>	 <p>El área presenta un riesgo significativo de inundación debido al desborde del cauce del estero Las Toscas, que podría afectar directamente a las zonas residenciales cercanas. En ciertas partes, este riesgo se superpone con áreas susceptibles a anegamientos por saturación de suelo, particularmente en un sector sin intervención urbana. Esta superposición puede estar relacionada con las características del suelo en esta zona, el cual podría formar parte de la red hidrológica conectada al Humedal Maipú, poniendo en evidencia cómo el proceso de crecimiento de la ciudad hacia la periferia ha</p>

implicado un cambio significativo en el uso del suelo, transformando terrenos anteriormente destinados a actividades agrícolas o áreas naturales, como humedales, en sectores urbanizados.



Tabla 8: Análisis de variables ambientales área de estudio 1. Fuente: Elaboración propia.

ÁREA 2: BORDE DE USO MIXTO DENSIFICADO.

IMAGEN SATELITAL



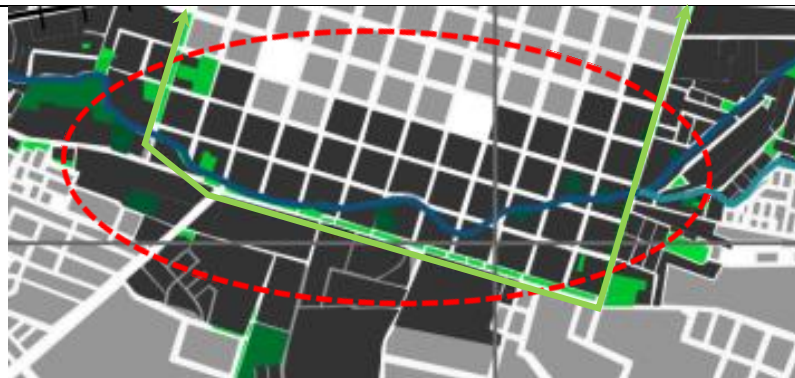
En el análisis combinado de imágenes satelitales y observaciones en terreno, se evidencia que, a pesar de las presiones urbanas que enfrenta el estero Las Toscas por su ubicación dentro del centro de la ciudad, este tramo presenta baja intervención a nivel de cauce. Aunque se han realizado trabajos en el área, estas intervenciones han consistido principalmente en la instalación de enrocados y gaviones, cuyo propósito es prevenir el desmoronamiento de los bordes sin recurrir a soluciones más agresivas, como el revestimiento del lecho.





Este enfoque de intervención, de menor impacto ambiental comparado con el revestimiento observado en otras áreas del estero, favorece la presencia de vegetación en el cauce. La vegetación existente contribuye a la estabilización natural de los bordes y refuerza la funcionalidad ecológica del estero, actuando como un amortiguador frente a las dinámicas urbanas que lo rodean. Este equilibrio evidencia cómo el diseño y la ejecución de infraestructuras hidráulicas pueden influir en el mantenimiento de los procesos naturales del entorno, incluso en contextos urbanos densamente poblados como es el caso del centro de la ciudad de Chillán.



COBERTURA VEGETAL



La cobertura vegetal es limitada en relación con la alta densidad de edificaciones presentes en el sector. La cobertura vegetal más próxima

	<p>al estero está conformadas por áreas verdes, como el anillo perimetral del damero fundacional de la ciudad, que actúa como corredor verde entre las vías estructurantes. A esto se suman el Parque Urbano estero Las Toscas y la vegetación que bordea la ribera del propio estero. Estos elementos están interconectados, favoreciendo el desplazamiento y la conexión de diversas especies a través de su entorno.</p>
<p>USO DE SUELO E IMPERMEABILIZACIÓN</p>	 <p>La gran mayoría de los lotes que colindan directamente con el estero tienen un uso industrial o comercial, lo que dificulta aún más su integración con el resto de la ciudad, ya que estas actividades funcionan como una barrera debido a su carácter netamente privado. Existen pocas excepciones, como el frente catastrado en el análisis espacial, donde un conjunto de viviendas se orienta hacia el estero Las Toscas, en el que se encuentra el parque urbano y permite relacionarse visual y espacialmente con este.</p>  <p>La impermeabilización del suelo producto del uso de suelo industrial es mucho mayor en comparación con las otras áreas estudiadas, la concentración de este uso sumado al de edificaciones de baja y alta</p>

	<p>densidad muestran que es un área crítica en nivel de escorrentía superficial, por lo que las aguas arrastran todos los elementos contaminantes del suelo urbano y son directamente canalizados al estero. Trayendo consigo un deterioro de las aguas y el hábitat de distintas especies que viven y se mueven a través de este elemento.</p>
RIESGOS Y AMENAZAS	 <p>No existen riesgos o amenazas vinculados al estero Las Toscas en el sector. Sin embargo, la alta impermeabilización y la carga contaminante representan desafíos ambientales a mediano y largo plazo.</p>

Tabla 9: Análisis de variables ambientales área de estudio 2. Fuente: Elaboración propia.

ÁREA 3: BORDE RESIDENCIAL DE BAJA DENSIDAD SUJETO A RIESGO.	
IMAGEN SATELITAL	 <p>Al igual que el área previamente analizada, el estero Las Toscas presenta una intervención mínima en su cauce, caracterizándose principalmente por la construcción de gaviones y muros de contención.</p>




Estas intervenciones tienen como objetivo prevenir el desmoronamiento de los bordes sin recurrir a soluciones más invasivas, como el revestimiento del lecho. La vegetación existente desempeña un papel fundamental en la estabilización natural de los bordes, complementando las intervenciones humanas. Su presencia no solo refuerza la funcionalidad ecológica del estero, sino que también actúa como un amortiguador frente a las dinámicas urbanas circundantes, ayudando a mitigar los impactos de la urbanización sobre el ecosistema fluvial.



COBERTURA VEGETAL



La cobertura vegetal en esta área es escasa y se encuentra predominantemente dentro de las áreas verdes interiores de los sectores residenciales. Estas áreas verdes tienen un carácter fragmentado y limitado en cuanto a su extensión, lo que dificulta su conectividad ecológica y funcionalidad a nivel urbano.

Una excepción notable son los bordes identificados en el análisis espacial, donde se concentra vegetación en las inmediaciones del estero e incluso dentro de su cauce. Esta vegetación desempeña un rol importante en la estabilización natural de los bordes del estero y en

	<p>la mitigación de impactos ambientales, aunque su distribución no es uniforme a lo largo del sector.</p> <p>La escasez de cobertura vegetal general, junto con la fragmentación de las áreas verdes, subraya la necesidad de estrategias que potencien su continuidad y conectividad</p>
<p>USO DE SUELO E IMPERMEABILIZACIÓN</p>	 <p>El sector se caracteriza por ser una zona residencial de baja densidad, dividida en dos frentes de características similares por el estero Las Toscas. Se trata de barrios antiguos con escasa presencia de áreas verdes, tanto en su interior como en los bordes del estero, y una oferta limitada de equipamientos urbanos, con la excepción del hospital que colinda directamente con el estero.</p>

	 <p>El área presenta un porcentaje uniforme de impermeabilización, propio de edificaciones de baja densidad. Este nivel se ve agravado por la escasez de espacios verdes y la falta de zonas de amortiguamiento adecuadas entre el estero Las Toscas y las construcciones residenciales. La ausencia de estas áreas de transición limita la capacidad del suelo para absorber el agua de lluvia, favoreciendo el escurrimiento superficial y aumentando el riesgo de anegamientos por saturación de la red de evacuación de aguas lluvias.</p>
<p>RIESGOS Y AMENAZAS</p>	

	El área presenta un sector con un riesgo significativo de inundación debido al desborde del cauce del estero Las Toscas, que podría afectar directamente a las zonas residenciales cercanas.
--	--

Tabla 10: Análisis de variables ambientales área de estudio 3. Fuente: Elaboración propia.

10.3.2 Variable socioeconómica.

El análisis de la variable socioeconómica en el área de estudio evidencia la profunda relación entre las condiciones sociales de la población y los factores ambientales previamente examinados, como la cobertura vegetal, el uso del suelo, la impermeabilización y los riesgos asociados. Según Maskrey (1997), los desastres no son exclusivamente el resultado de fenómenos naturales, sino de las condiciones de vulnerabilidad en las que se encuentran las comunidades. Así, un desastre ocurre cuando una amenaza impacta en una sociedad que carece de las capacidades necesarias para prevenir, resistir o recuperarse del evento.

En el área del estero Las Toscas, la alta impermeabilización del suelo, la escasez de cobertura vegetal y los usos irregulares del suelo incrementan significativamente la vulnerabilidad a riesgos como inundaciones y anegamientos. Estos problemas afectan de manera desproporcionada a las comunidades socioeconómicamente desfavorecidas, profundizando las desigualdades existentes. Como indica Campos-Vargas et al. (2015), estas condiciones amplifican los riesgos para las poblaciones más vulnerables, que a menudo residen en terrenos expuestos a fenómenos extremos debido a su bajo costo o accesibilidad.

También, la falta de diversidad en el uso de suelo en el área limita el desarrollo económico de los habitantes, ya que restringe las oportunidades para la implementación de actividades comerciales, productivas o de servicios que podrían mejorar la calidad de vida y reducir las desigualdades. La escasa variedad de usos del suelo impide que los sectores residenciales más vulnerables se beneficien de una economía local más dinámica y de acceso a servicios cercanos, lo que agrava aún más su situación socioeconómica.

Además, la limitada presencia de áreas verdes en sectores socioeconómicamente vulnerables no solo afecta el acceso a los beneficios ambientales, sino que también agrava las condiciones de riesgo. Según Vidal et al. (2010), la vegetación desempeña un rol crucial en la regulación hidrológica al facilitar la infiltración de aguas lluvias y mitigar inundaciones. Sin embargo, en las áreas analizadas, la falta de cobertura vegetal agrava los efectos de la impermeabilización del suelo, incrementando el escurrimiento superficial y la exposición a inundaciones.

Dentro del análisis socioeconómico, se realizó un levantamiento de la distribución de las unidades vecinales con mayor concentración de hogares dentro del 40% de hogares con mayor vulnerabilidad económica, según el Registro Social de Hogares (*Figura 24*). Este análisis permitió identificar que las áreas con una mayor concentración de hogares bajo esta categoría coinciden con sectores que conviven directamente con riesgos ambientales significativos, como el riesgo de inundación.

CONCENTRACIÓN DE HOGARES EN EL TRAMO 40 RSH POR UNIDAD VECINAL
Chillán, 2024.

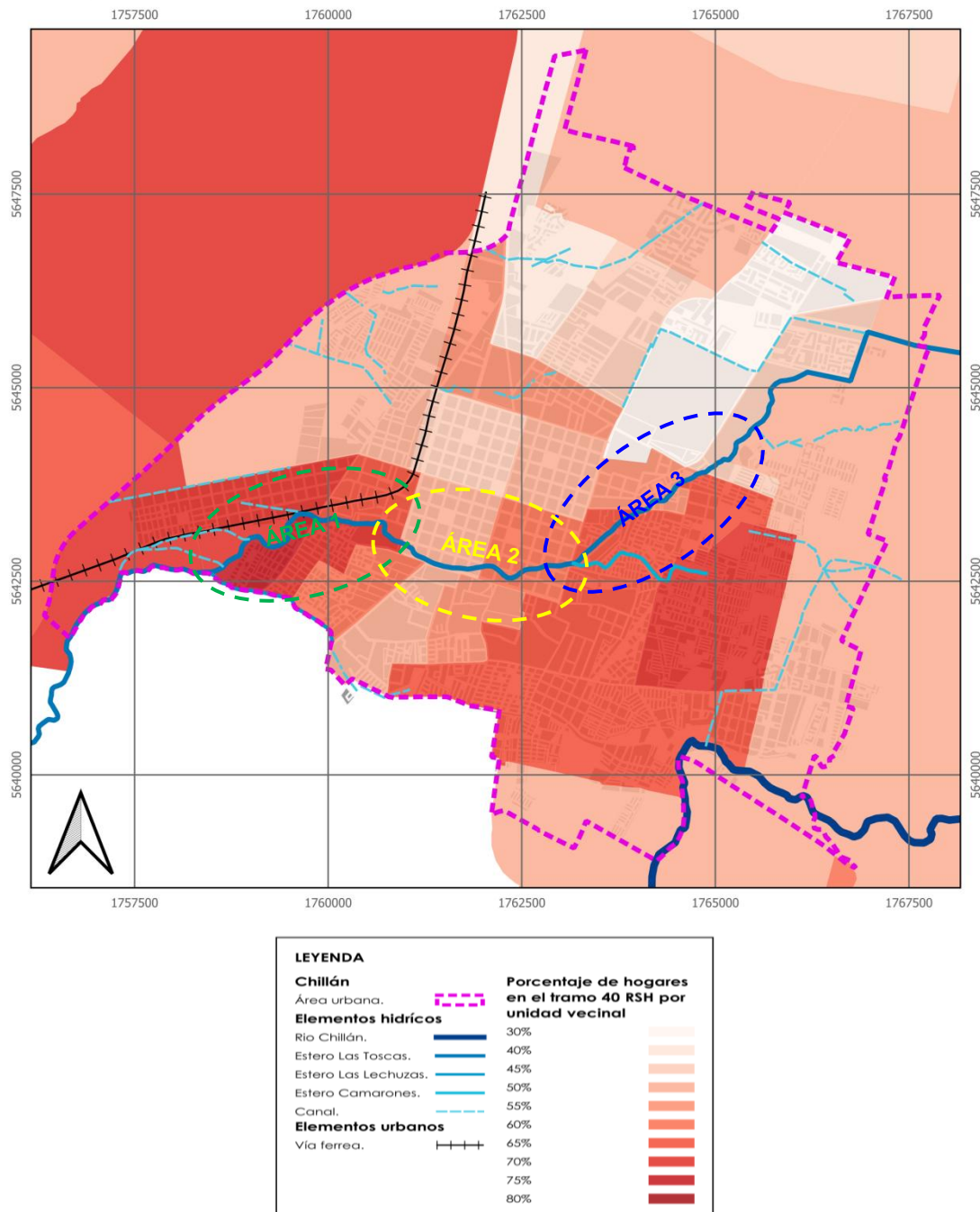


Figura 24: Cartografía concentración de hogares en el tramo 40 del Registro Social de Hogares, por unidad vecinal con datos obtenidos del INE. Fuente: Elaboración propia.

La superposición de estas variables revela cómo las condiciones de vulnerabilidad social se combinan con factores ambientales, intensificando los riesgos a los que se enfrentan estas comunidades.

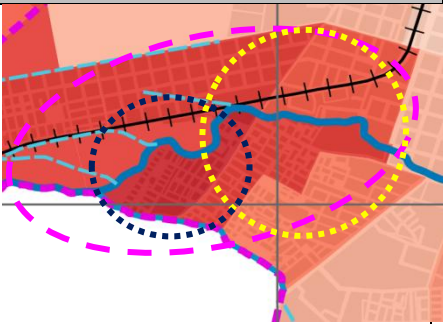

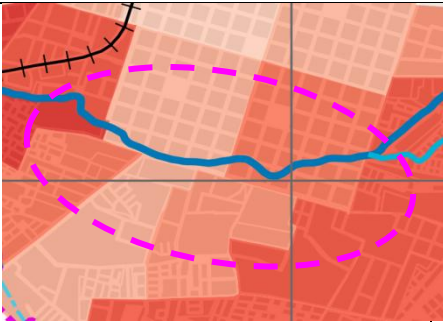

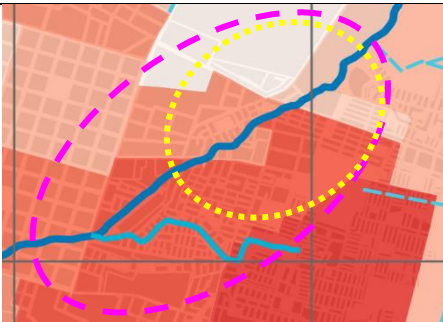

ÁREA	CONCENTRACIÓN DE HOGARES DENTRO DEL TRAMO 40 RSH	RIESGOS Y AMENAZAS
ÁREA 1: LÍMITE EXPANSIVO DE BAJA DENSIDAD SUJETO A RIESGOS Y ALTA VULNERABILIDAD ECONÓMICA.		
<p>Esta área concentra el 85% de los hogares clasificados dentro del tramo del 40% más vulnerable según el Registro Social de Hogares, coincidiendo directamente con su exposición a riesgos ambientales como inundaciones y anegamientos. Esta convergencia evidencia cómo las condiciones de vulnerabilidad económica se ven amplificadas por factores ambientales, aumentando la susceptibilidad de estos hogares a los impactos de fenómenos extremos.</p>		
ÁREA 2: BORDE DE USO MIXTO DENSIFICADO.		
<p>No existen riesgos en esta área, el sector presenta una composición socioeconómica homogénea, con un promedio del 50% de hogares clasificados dentro del tramo del 40% más vulnerable según el Registro Social de Hogares.</p>		
ÁREA 3: BORDE RESIDENCIAL DE BAJA DENSIDAD SUJETO A RIESGO.		
<p>El sector propenso al desborde de cauce se caracteriza por una condición socioeconómica media-baja, con aproximadamente el 60% de los hogares clasificados dentro del 40% más vulnerable según el Registro Social de Hogares.</p>		

Tabla 11: Análisis de variable socioeconómica de todas las áreas de estudio. Fuente: Elaboración propia.

10.4 Estrategias de diseño urbano sostenible para la integración y mejora del estero Las Toscas.

El estero Las Toscas ha experimentado una transformación significativa en su relación con la ciudad de Chillán. Inicialmente logró integrarse al tejido urbano manteniendo la continuidad de la trama, esto se ha diluido con el tiempo debido a la desconexión generada por la expansión urbana descontrolada, la presión del crecimiento periférico y la falta de planificación, relegándolo a un estado de marginalidad y degradación ambiental. El análisis con la metodología Space Syntax reveló un contraste marcado en los niveles de integración urbana: mientras que el centro de la ciudad, especialmente donde se encuentra el Parque Urbano estero Las Toscas, presenta alta conectividad, las zonas periféricas muestran una baja integración, donde el estero actúa más como barrera que como un recurso integrado. Complementariamente, el análisis espacial y socioambiental evidenció barreras físicas, visuales y de accesibilidad, junto con áreas de gran potencial para intervención, principalmente en sectores con vegetación natural o puntos estratégicos de conexión. Estos hallazgos subrayan la necesidad de estrategias que valoricen al estero para reintegrarlo efectivamente al tejido urbano.

ANÁLISIS	VARIABLE	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
TRAMA	Trama urbana	Ortogonal	Ortogonal	Irregular
SPACE SYNTAX	Integración urbana	Medio, con rangos desde 0,87 a 1,91 puntos.	Medio, con rangos desde 1,12 a 2,37 puntos.	Bajo, con rangos desde 0,33 a 1,71 puntos.
ANÁLISIS ESPACIAL	Barreras físicas y visuales	Toda la extensión.	Parcial	Parcial
	Área libre disponible	Sin urbanizar	-	Sitios eriazos
	Sendas	Sin formalizar	Formalizadas	Sin formalizar
	Tipologías de borde	Barrio-límite Asentamiento irregular-límite Confinado-fondos de sitio	Sendero confinado-fondos de sitio Parque Urbano Fondo de sitio-frente activo Confinado-fondos de sitio	Borde apropiado-fondos de sitio Barrio-sitio eriazo Barrio-barrio Confinado-fondos de sitio
ANÁLISIS AMBIENTAL	Cobertura vegetal	Vegetación dispersa, matorral.	Área verde	Sitio eriazo

	Uso de suelo	Residencial de baja densidad	Mixto, principalmente industria y comercio.	Residencial de baja densidad
	Impermeabilización del suelo	36,7%	59%	36,7%
	Riesgos y amenazas	Inundación Anegamiento	-	Inundación
ANÁLISIS SOCIOECONOMICO	Vulnerabilidad (Rango más alto hogares con tramo 40 RSH)	85%	55%	55%
DENOMINACIÓN		Límite expansivo de baja densidad sujeto a riesgos y alta vulnerabilidad económica.	Borde de uso mixto densificado.	Borde residencial de baja densidad sujeto a riesgo.

Tabla 12: Síntesis del análisis para todas las áreas de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Para desarrollar estrategias de diseño urbano sostenible en las tres escalas identificadas, se establece una metodología que aborda distintas dimensiones espaciales: una escala global que considera la totalidad del estero Las Toscas dentro de la ciudad, una escala intermedia correspondiente a cada área definida en el análisis, y una escala local vinculada a las tipologías específicas de borde identificadas.

Siguiendo el ejemplo de otras comunas del país, como el caso de Peñaflor, El Monte, Talagante e Isla de Maipo con el desarrollo del "Plan Maestro Borde Ríos Mapocho y Maipo" (MMA - ONU Medio Ambiente, 2021) o el caso de Valdivia con el "Plan Maestro de Borde Fluvial", se reconoce que como etapa previa al desarrollo de estrategias de diseño urbano sostenible debe existir un instrumento de planificación territorial para la gestión y desarrollo de programas, proyectos e iniciativas para la integración del estero Las Toscas. Esto debe servir como una hoja de ruta para el desarrollo de iniciativas con objetivos compatibles que articulen el desarrollo de la ciudad, las personas y su entorno natural.

En este marco, es crucial delimitar y gestionar áreas específicas de conservación, amortiguación y transición (*Figura 25*), con el fin de:

- Proteger el lecho del estero Las Toscas, priorizando la conservación de su biodiversidad y funciones hidrológicas.
- Crear barreras protectoras entre el entorno urbano y el estero, minimizando los impactos de las actividades humanas en su ecosistema. Esto implica trasladar actividades de alto impacto ambiental fuera de esta franja y fomentar usos de bajo impacto en estas áreas.
- Establecer zonas de transición que actúen como un puente entre la ciudad y el estero, mediante un diseño urbano que integre usos mixtos. Estas zonas deben promover la

convivencia armónica entre las actividades urbanas y el entorno natural, consolidando la conexión del estero Las Toscas con su entorno urbano.

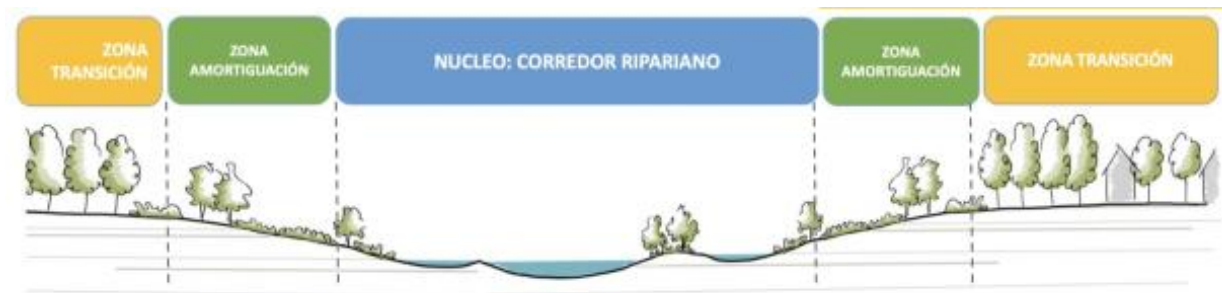


Figura 25: Esquema de zonas. Plan Maestro Borde Ríos Mapocho y Maipo. Fuente: MMA - ONU Medio Ambiente, 2021.

En base a esto se establecen las siguientes estrategias de diseño urbano sostenible de acuerdo a las variables analizadas previamente:

INTEGRACIÓN	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Formalizar, mejorar y crear accesos o puntos de conexión desde la ciudad al borde del estero Las Toscas.		
	Crear un sistema conectado de espacios públicos vinculados desde el interior de la trama urbana hacia el borde del estero Las Toscas.		
ESTRATEGIAS	Desarrollar espacio público vinculado al estero Las Toscas, para mejorar la relación entre la ciudad y este.		
	Diseñar puentes peatonales que unan sectores separados por el estero, promoviendo la conectividad entre barrios.		
	Generar una red de infraestructura verde que vincule el estero al interior de los barrios y al sistema de áreas verdes de la ciudad (Figuras 26 y 27).		

Tabla 13: Lineamientos y estrategias de diseño urbano para la integración del estero Las Toscas. Fuente: Elaboración propia.

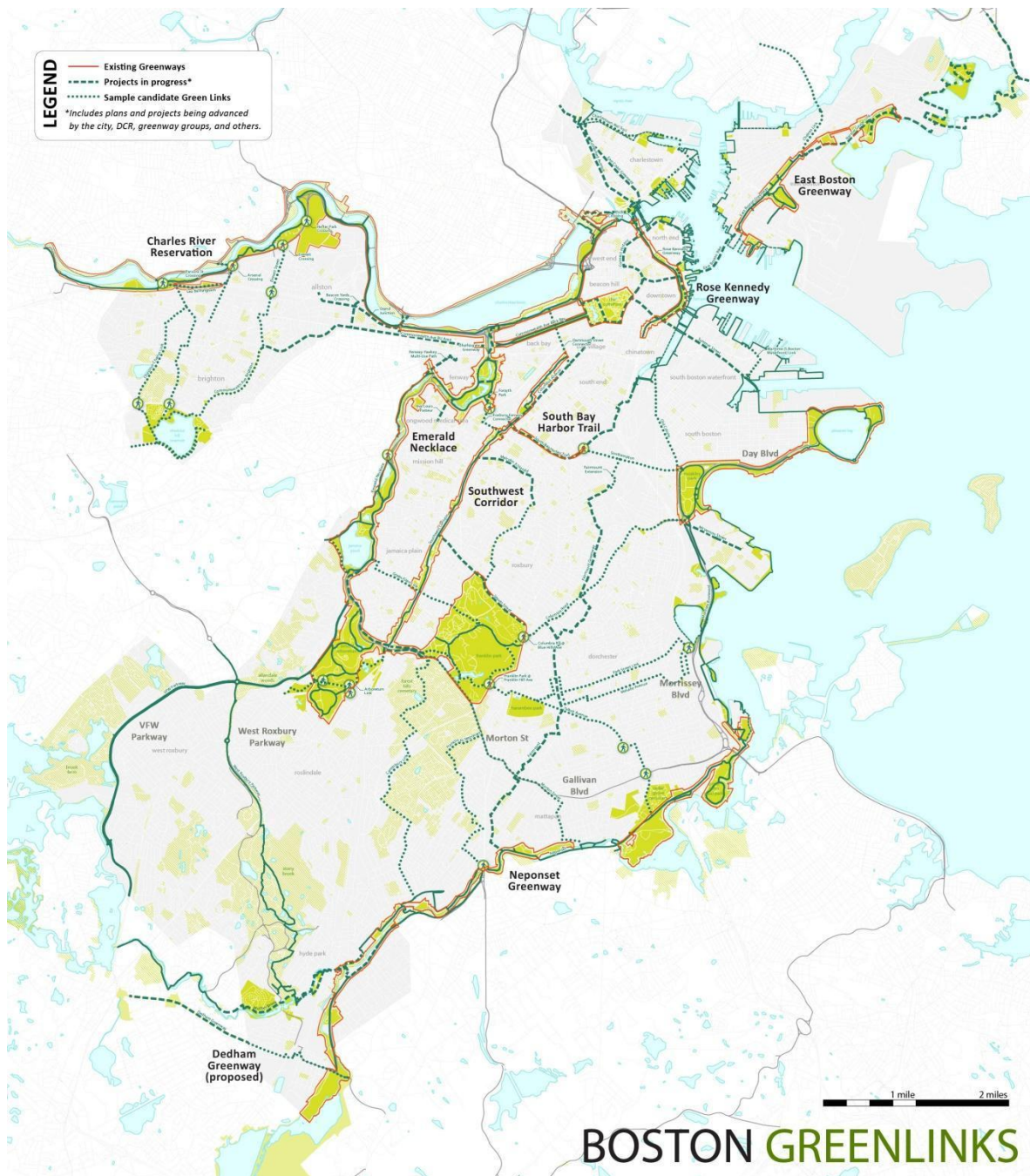


Figura 26: Cartografía Boston GreenWays and GreenLinks Plan. Fuente: City of Boston Government.

**RED DE INFRAESTRUCTURA VERDE
Chillán, 2024.**

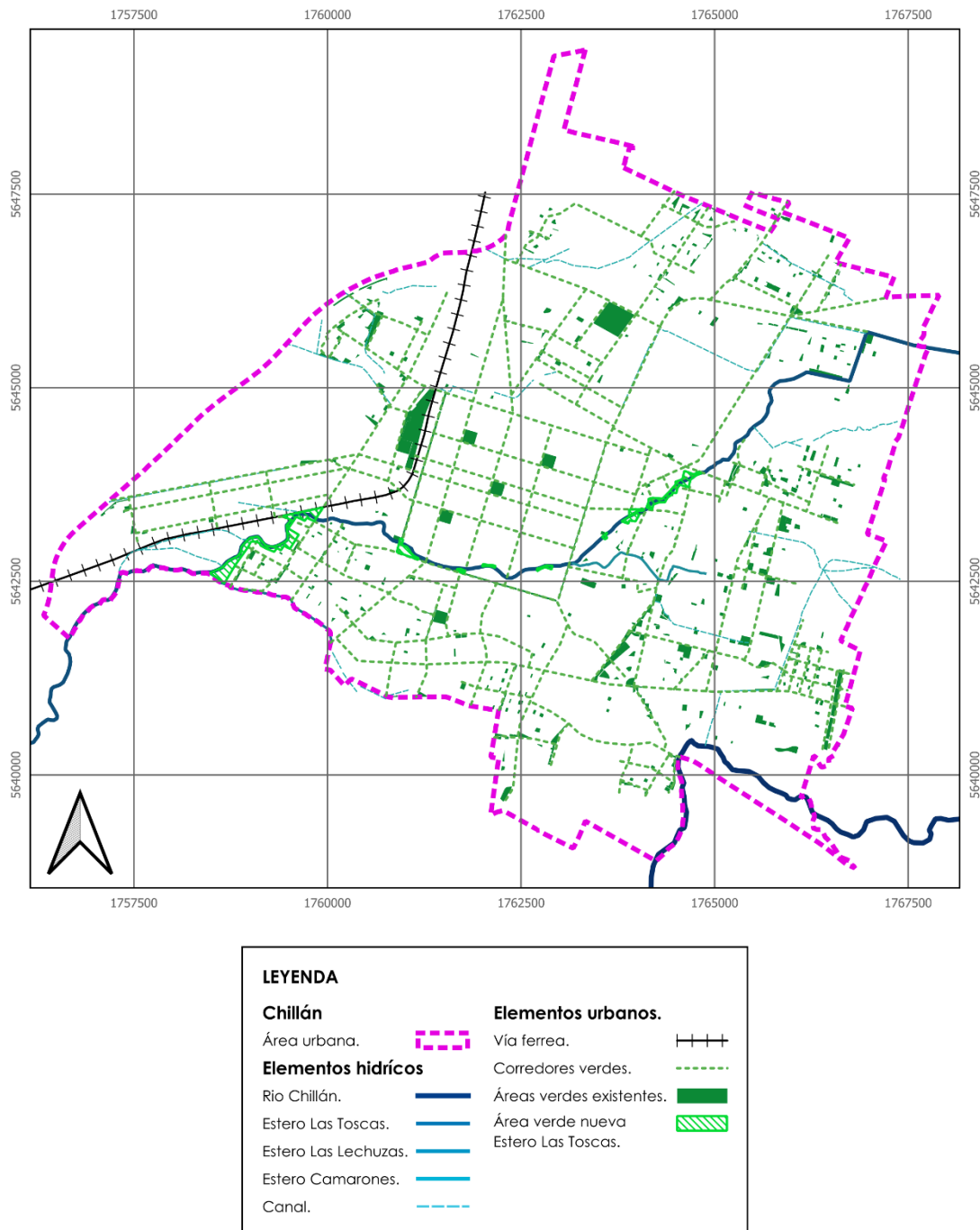


Figura 27: Cartografía propuesta de red de infraestructura verde para la comuna de Chillán. Fuente: Elaboración propia.

ESPACIAL / BARRERAS FÍSICAS Y VISUALES	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Eliminar barreras contiguas al estero Las Toscas.		
	Generar áreas de contemplación desde el entorno urbano al estero.		
	Dar continuidad al espacio público hacia el estero.		
ESTRATEGIAS	Eliminar cierros opacos entre el estero Las Toscas y su entorno urbano.		
	Incorporar miradores estratégicos en áreas de difícil acceso para permitir vistas panorámicas y fomentar la conexión visual con el estero.		
	Diseñar corredores urbanos que culminen en vistas abiertas hacia el estero (Figura 28).		

Tabla 14: Lineamientos y estrategias de diseño urbano sobre barreras físicas y visuales del estero Las Toscas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 28: Idea de corredores urbanos que rematan en vistas hacia el estero Las Toscas. Fuente: From Belltown To Pioneer Square, a 26-Block Public Waterfront Park, Friends of Waterfront Seattle (2016).

ESPACIAL / SENDAS PEATONALES Y ÁREA LIBRE DISPONIBLE	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Formalizar y mejorar las sendas peatonales preexistentes para garantizar su funcionalidad y accesibilidad.		
	Dar uso público al área libre disponible anexa al estero, integrándola a la ciudad mientras se preserva la integridad del frente natural sin intervención directa.	Recuperar y habilitar áreas subutilizadas dentro de las cuadras como espacios públicos activos.	Aprovechar el área libre disponible entre los barrios y el estero para crear zonas de interacción y esparcimiento que conecten los entornos urbano y natural.
ESTRATEGIAS	Construir senderos paralelos al estero para promover la movilidad activa, como caminatas y ciclismo recreativo.		
	Desarrollar plazas de bolsillo en puntos estratégicos como parte de una red interconectada de espacios públicos (Figura 29).		

Tabla 15: Lineamientos y estrategias de diseño urbano sobre sendas peatonales y área libre disponible del estero Las Toscas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 29: Referencia plazas de bolsillo como elementos de recuperación de áreas subutilizadas de poca superficie. Fuente: Nuevas experiencias en generación de espacios públicos, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2018.

ESPACIAL / TIPOLOGÍA DE BORDE		ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Barrio-límite	Contener el crecimiento urbano sobre el entorno natural.	-	-
	Asentamiento irregular-límite	Resolver la utilización irregular del área, garantizando un desarrollo planificado y controlado que preserve el entorno natural.	-	-
	Confinado-fondos de sitio	Destinar áreas de difícil acceso a actividades de conservación y restauración ecológica.		
	Sendero confinado-fondos de sitio	-	Fomentar un entorno permeable que integre el tejido urbano con el estero Las Toscas.	-
	Parque Urbano	-	Fortalecer el rol de Parque Urbano en la ciudad.	-
	Fondo de sitio-frente activo	-	Extender el uso al interior de las edificaciones hacia estero Las Toscas.	-
	Borde apropiado-fondos de sitio	-	-	Fomentar la apropiación comunitaria y responsable del borde del estero.
	Barrio-sitio eriazo	-	-	Convertir áreas vacantes en espacios funcionales para la comunidad.

	Barrio-barrio	-	-	Desarrollar espacios públicos funcionales que promuevan la interacción social en relación al estero.
ESTRATEGIAS	Crear áreas de amortiguamiento que funcionen como barreras naturales entre el borde urbano y el entorno natural, minimizando el impacto del desarrollo de la ciudad (<i>Figura 30</i>).			
	Regularizar asentamientos informales mediante la construcción de viviendas planificadas dentro de un proceso de reordenamiento urbano sostenible, garantizando acceso a infraestructura y servicios básicos.			
	Destinar las áreas inaccesibles del estero para proyectos de restauración y conservación (<i>Figura 30</i>).			
	Diseñar espacios públicos con vistas despejadas hacia el paisaje del estero, fomentando una conexión visual con el entorno natural.			
	Sustituir barreras opacas por cierros permeables para mejorar la relación visual y física entre los bordes urbanos y el estero.			
	Promover usos mixtos en los bordes urbanos adyacentes al estero, integrando viviendas, comercio y espacios recreativos (<i>Figuras 32 y 33</i>).			
	Diseñar espacios públicos que vinculen diferentes barrios, utilizando el estero Las Toscas como elemento central (<i>Figura 31</i>).			
	Hacer uso de áreas vacantes para transformarlas en espacios funcionales y de valor para los habitantes.			

Tabla 16: Lineamientos y estrategias de diseño urbano por tipología de borde. Fuente: Elaboración propia.

ZONIFICACIÓN ÁREAS DE CONSERVACIÓN Y AMORTIGUACIÓN Chillán, 2024.

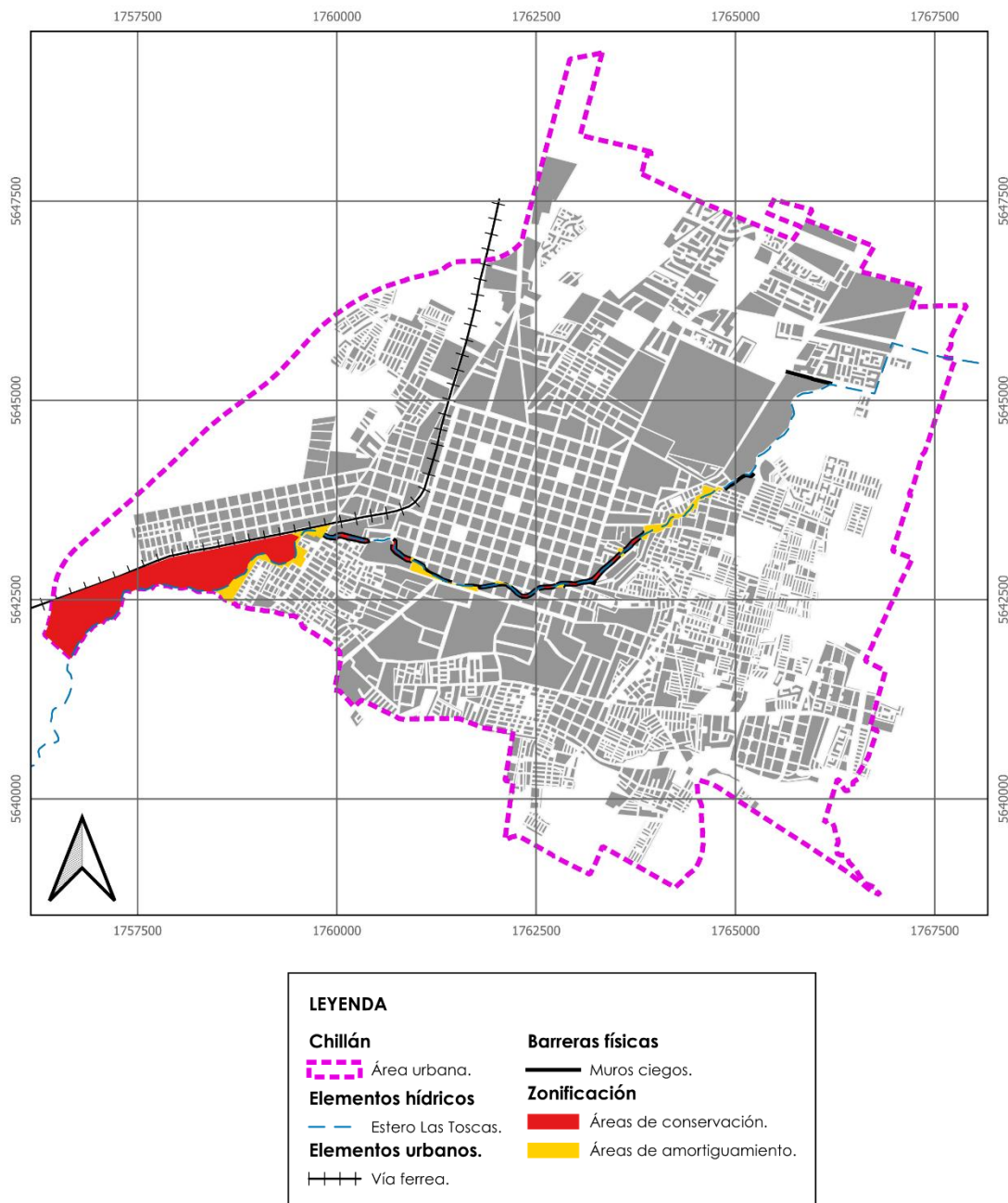


Figura 30: Cartografía propuesta de zonificación de áreas de conservación y amortiguación, ubicando las primeras en áreas de difícil acceso o mínima intervención urbana. Fuente: Elaboración propia.

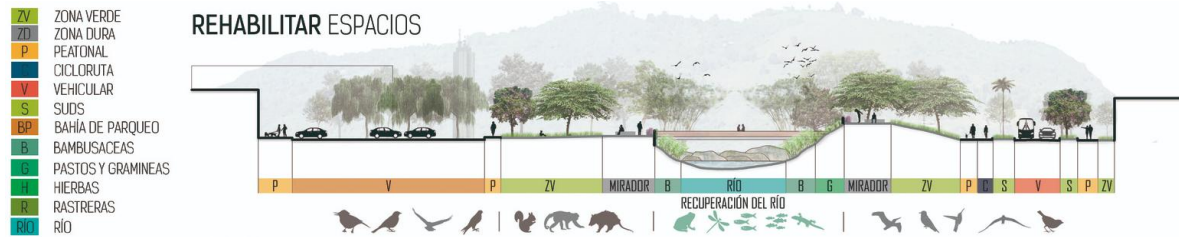


Figura 31: Perfil de referencia para espacios públicos que vinculen diferentes barrios, utilizando el estero Las Toscas como elemento central. Fuente: Primer lugar en el concurso público nacional para el diseño ambiental, paisajístico y urbanístico del corredor ambiental urbano del Río Cali, Colombia.



Figura 32: Idea de diversificación de usos enfrentando al estero en el área central de la ciudad. Fuente: From Belltown To Pioneer Square, a 26-Block Public Waterfront Park, Friends of Waterfront Seattle (2016).



Figura 33: Ejemplo local de diversidad de usos del estero Quilque en la comuna de Los Angeles acorde al contexto urbano inmediato. Uso de parque urbano recreativo y mitigación en áreas donde el uso predominante es la vivienda y como paseo peatonal en el área céntrica asociada a comercios.

AMBIENTAL / COBERTURA VEGETAL	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Aumentar la cobertura vegetal en espacios urbanos subutilizados y en los alrededores del estero.		
	Preservar las áreas verdes y vegetación presentes en el entorno del estero.		
	Crear un sistema integrado de vegetación a lo largo del estero y extendiéndolo hacia el interior urbano, conectando diversos espacios verdes de la ciudad.		
ESTRATEGIAS	Implementar zonas de restauración de especies vegetales en el lecho y borde del estero Las Toscas.		
	Diseñar corredores verdes que permitan el flujo de fauna y flora entre el estero y otras áreas verdes de la ciudad.		
	Destinar áreas específicas al cultivo de vegetación densa para funciones de amortiguamiento entre la ciudad y el estero (<i>Figura 33</i>).		

Tabla 17: Lineamientos y estrategias de diseño urbano sobre cobertura de suelo. Fuente: Elaboración propia.

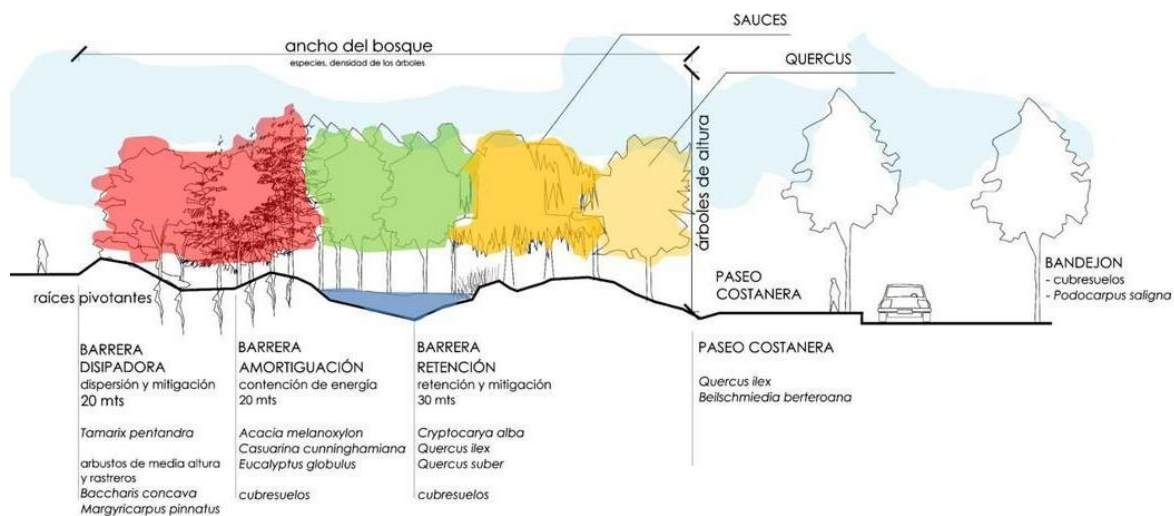


Figura 33: Perfil objetivo áreas de cultivo de vegetación densa para la amortiguación de los efectos urbanos sobre el estero Las Toscas. Fuente: Planos de arborización Parque Fluvial Constitución, Grupo Moebis arquitectura + entorno (2011).

AMBIENTAL / USO DE SUELO E IMPERMEABILIZACIÓN	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Diversificar el uso de suelo y hacerlo complementario al estero Las Toscas.		
	Desplazar suelo industrial a áreas con menor valor ambiental.		
	Aumentar las superficies permeables para disminuir la escorrentía superficial.		
	Generar filtros para el mejoramiento de la calidad de las aguas lluvias que se evacuan en el estero.		
ESTRATEGIAS	Rediseñar zonas adyacentes al estero para incluir usos mixtos (recreativos, comerciales, y residenciales) que respeten su entorno natural.		
	Identificar zonas de menor valor ambiental dentro de la planificación urbana para la reubicación de actividades industriales que actualmente afecten el entorno del estero.		
	Promover el uso de pavimentos permeables en calles, estacionamientos y senderos en áreas adyacentes al estero.		
	Transformar espacios subutilizados en superficies verdes permeables o jardines de lluvia para capturar y filtrar el agua de escorrentía (<i>Figura 34</i>).		
	Incorporar en el diseño sistemas de drenaje urbano sostenible, como zanjas filtrantes, humedales artificiales u otros, que purifiquen las aguas antes de su evacuación hacia el estero (<i>Figura 35</i>).		

Tabla 18: Lineamientos y estrategias de diseño urbano sobre uso de suelo e impermeabilización. Fuente: Elaboración propia.



Figura 34: Jardines de lluvia de uso comunitario para la apropiación de espacios subutilizados, como frentes de viviendas o retazos de áreas sin uso. Fuente: Proyecto Aguas de Barrio, Universidad Tecnológica Metropolitana Santiago.



Figura 35: Esquema de áreas de biorretención o bioswales para el mejoramiento de la calidad del agua antes de evacuarlas en el estero Las Toscas. Fuente: Guía Técnica para el diseño de SUDS en el AMSS (Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador, 2021).

AMBIENTAL / RIESGOS Y AMENAZAS	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Generar distancia entre las zonas habitadas y áreas propensas a inundaciones o anegamientos.		
	Fortalecer las cualidades propias del suelo y el estero de mitigar los riesgos asociados a este.		
	Aumentar las superficies permeables para mejorar la infiltración del suelo.		
ESTRATEGIAS	Establecer zonas de amortiguamiento en áreas vulnerables a inundaciones para separar las zonas habitadas de las áreas de alto riesgo.		
	Restaurar las áreas naturales del estero, para mejorar su capacidad de absorción de agua y reducir los riesgos de desbordamiento e inundación.		
	Crear sistemas de retención y absorción natural en áreas cercanas al estero, como humedales, bosques y zonas de amortiguamiento, que ayuden a regular el caudal de agua y evitar inundaciones (Figura 36).		
	Implantar pavimentos permeables en las calles, plazas y caminos cercanos al estero y en áreas de alto riesgo, para permitir la infiltración del agua de lluvia y reducir la escorrentía (Figura 37).		
	Crear corredores verdes conectados a las áreas naturales del estero para facilitar el flujo de agua y permitir que se infiltre en el suelo, reduciendo la acumulación superficial.		

Tabla 19: Lineamientos y estrategias de diseño urbano sobre riesgos y amenazas. Fuente: Elaboración propia.

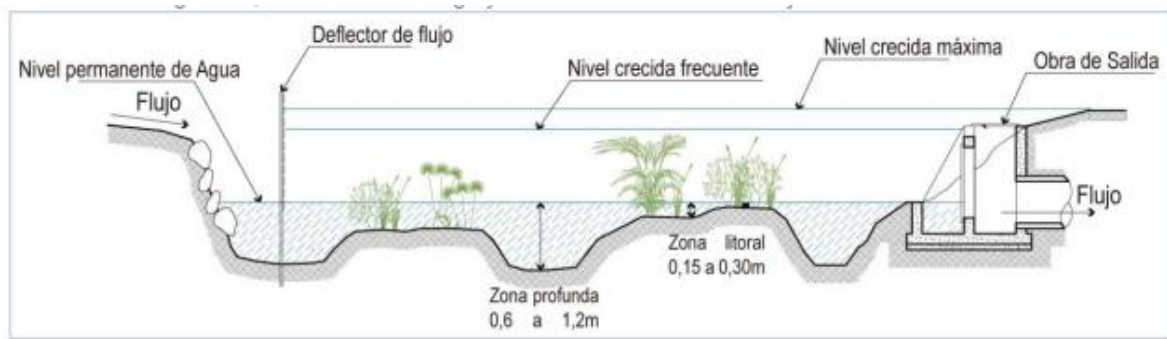


Figura 36: Perfil lagunas de retención multinivel. Fuente: Manual de drenaje urbano, Dirección de Obras Hidráulicas (2013).

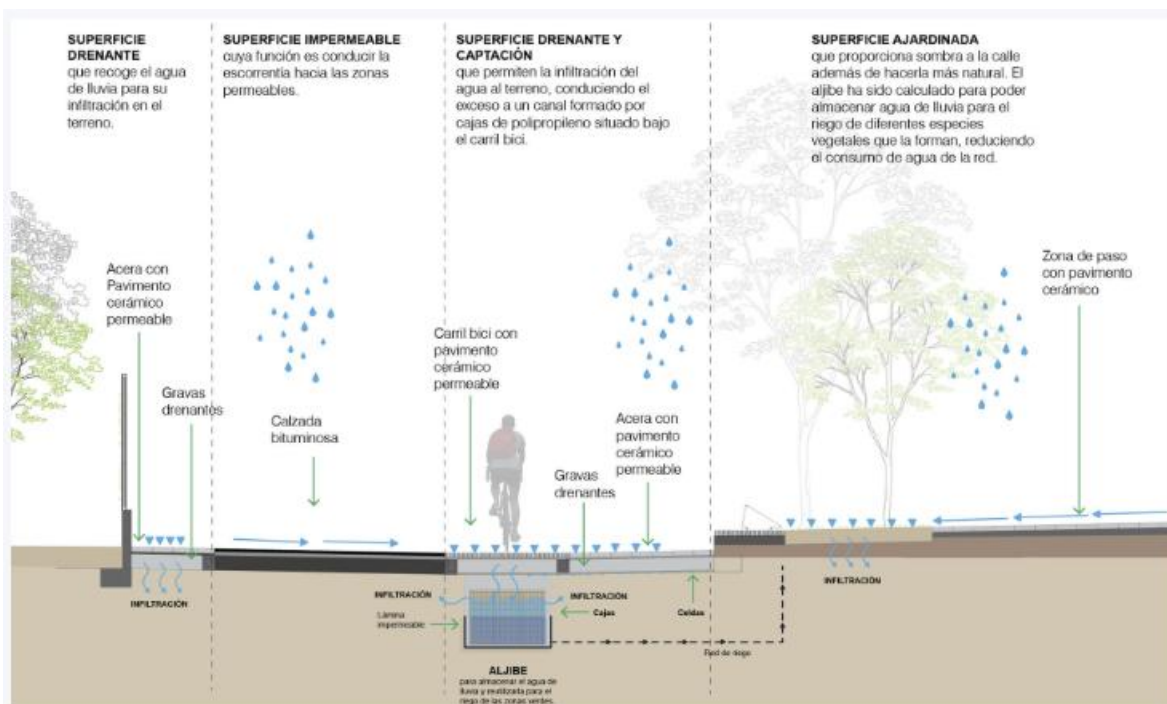


Figura 37: Perfil objetivo vías locales con pavimentos permeables. Fuente: Pavimento cerámico permeable como solución de drenaje sostenible (Mimbrero, D. 2019).

AMBIENTAL / VULNERABILIDAD	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
LINEAMIENTOS	Diversificar el uso de suelo y promover la diversidad de actividades económicas (Figura 38).		
	Reducir los riesgos de desastres naturales y mitigar sus efectos.		
	Mejorar la movilidad desde el entorno urbano del estero Las Toscas hacia el interior de la ciudad.		

ESTRATEGIAS	Fomentar la integración de zonas residenciales, comerciales y recreativas a lo largo del estero Las Toscas, promoviendo la creación de pequeños negocios y comercios locales que sirvan a la comunidad.
	Crear zonas verdes de amortiguamiento alrededor del estero que actúen como barreras naturales frente a desastres.
	Desarrollar espacios donde se integren diferentes modos de transporte favoreciendo una movilidad fluida y sostenible.

Tabla 20: Lineamientos y estrategias de diseño urbano sobre indicador socioeconómico. Fuente: Elaboración propia.

FERIAS TEMPORALES



DESCRIPCIÓN

Instalaciones de uso temporal en el espacio público. Se propone estructuras modulares, diseño de sombra con espacios para mostrar productos con sistema de iluminación. Esta activación promueve la competitividad de las actividades económicas (agricultores, artesanos, diseñadores, anticuarios, ferias gastronómicas, ferias de turismo, joyería, libros, artistas, tecnológicos, literarios, otros).

Los mercados activan los espacios públicos de manera rápida y eficaz y se prestan muy bien para compensar la falta de activación en los lugares que no tienen fachadas activas o que son entornos con fachadas ciegas y lotes baldíos.

VENTAJAS

- Permite consolidar un modelo operativo que aprovecha el espacio público, a través de un ejercicio de corresponsabilidad entre la ciudad y los sectores productivos (público – privado). Fomenta diálogo entre los actores locales.
- Brinda al cantón y sus habitantes emprendedores herramientas para fortalecer una estrategia de intermediación, permite generar una plataforma de difusión de productos locales mediante el aprovechamiento del espacio público.

Figura 38: Propuesta de usos temporales en áreas de uso homogéneo. Fuente: Guía de activación de espacios públicos para los cantones de Heredia, Tandem Arquitectura (2023).

El desarrollo de estrategias de diseño urbano sostenible para el estero Las Toscas aborda los múltiples desafíos derivados de su desconexión histórica y la degradación ambiental. Las propuestas surgen de un análisis detallado que identifica problemas y oportunidades en tres escalas: global, intermedia y local. En la escala global, se plantea la necesidad de un instrumento de planificación territorial que oriente los proyectos hacia la integración del estero con la ciudad, siguiendo modelos exitosos como los "Planes Maestros de Bordo Fluvial" implementados en otras comunas chilenas.

A nivel intermedio, se identificaron áreas específicas con características y necesidades únicas, lo que permitió definir lineamientos y estrategias ajustados a sus particularidades. La mejora de la conectividad, la recuperación de espacios subutilizados, la formalización de sendas peatonales y el diseño de corredores verdes destacan como acciones prioritarias para cada sector.

En la escala local, las tipologías de borde identificadas ofrecen un marco operativo para diseñar intervenciones puntuales que integren el entorno urbano y el natural. Estas incluyen soluciones como

la restauración ecológica, el desarrollo de áreas verdes, la creación de áreas de amortiguación y la reconversión de sitios eriazos en espacios funcionales para la comunidad.

En todas las escalas, se priorizan estrategias que aumenten la resiliencia frente a riesgos naturales, mejoren la calidad ambiental y promuevan la valorización del estero. Estas acciones buscan no solo integrar el estero Las Toscas al tejido urbano, sino también convertirlo en un eje estructurante que favorezca la convivencia entre la ciudad, las personas y su entorno natural, garantizando un desarrollo urbano sostenible y equitativo.

11 DISCUSIÓN

La investigación realizada sobre el estero Las Toscas pone en evidencia una problemática recurrente en el desarrollo urbano de las ciudades chilenas: la desconexión entre los sistemas naturales y el tejido urbano. Este fenómeno, identificado a través del análisis histórico, espacial y socioambiental, coincide con lo señalado por Borja (2000), quien plantea que el espacio público actúa como un elemento ordenador de la ciudad, pero requiere de una adecuada planificación para cumplir este rol estructurador.

Uno de los principales hallazgos es la limitada integración del estero con la trama urbana, lo que lo convierte en una barrera más que en un elemento conectivo. Según Hillier et al. (1984), la configuración espacial influye directamente en la funcionalidad y accesibilidad del espacio público. En este caso, el análisis de Space Syntax mostró que las áreas periféricas asociadas al estero presentan bajos niveles de integración urbana, corroborando la idea de que la falta de planificación de los bordes naturales reduce sus capacidades como articuladoras urbanas.

El análisis histórico respalda estos hallazgos al evidenciar cómo la ciudad ha transitado desde una integración inicial del estero en su trama regular central hacia una desconexión progresiva en las áreas periféricas. Este fenómeno, explicado por la urbanización descontrolada y la mercantilización del suelo, guarda similitud con los procesos observados en otros estudios internacionales, como los analizados por Tagliari (2022), quienes destacan cómo la expansión no planificada degrada los espacios naturales y limita su valor en la configuración urbana.

Adicionalmente, los hallazgos de este estudio se alinean con investigaciones que subrayan la relación entre percepción de seguridad y calidad del espacio público. Según Jacobs (1993), los espacios bien integrados y accesibles generan mayores oportunidades de uso y apropiación. En el caso del estero, la falta de infraestructura adecuada y conectividad peatonal no solo limita su funcionalidad, sino que afecta negativamente la percepción de seguridad de los habitantes. Sin embargo, se observan casos puntuales de apropiación individual del espacio, como el uso de bordes para huertos urbanos o contemplación, lo que refuerza el potencial del estero como recurso multifuncional si se promueven intervenciones adecuadas.

Los referentes internacionales aportan ejemplos relevantes de cómo integrar los sistemas hídricos en el planeamiento urbano de forma sostenible. Por ejemplo, proyectos como el Cheonggyecheon en Seúl han demostrado que la restauración y reconexión de sistemas hídricos con la ciudad pueden revitalizar áreas degradadas, mejorar la calidad ambiental y fomentar el uso social del espacio público. Estos casos refuerzan la necesidad de adoptar estrategias integrales que consideren tanto las características naturales del estero como las demandas urbanas y sociales.

En conclusión, el estero Las Toscas representa una oportunidad única para consolidarse como un eje estructurador y multifuncional de la ciudad de Chillán. Para lograrlo, es necesario desarrollar estrategias sostenibles que combinen principios de diseño urbano, integración espacial y

participación comunitaria, tal como lo sugieren estudios previos y experiencias exitosas en otros contextos urbanos. Este enfoque permitirá no solo recuperar la relación entre la ciudad y sus sistemas naturales, sino también fomentar un desarrollo urbano más equilibrado y resiliente.

12 CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue generar estrategias de diseño urbano que integren el sistema hídrico del estero Las Toscas con el entorno construido y su espacio público, mediante un análisis espacial y socioambiental del sector, con el fin de contribuir a la rehabilitación y mejora del sistema hídrico, fomentando un desarrollo urbano sostenible y equilibrado entre la ciudad y su entorno natural.

Este estudio ha respondido a la pregunta de investigación al identificar cómo el estero Las Toscas puede ser integrado de manera sostenible al tejido urbano de Chillán, abordando los desafíos de desconexión, degradación ambiental y falta de funcionalidad en su entorno. Mediante un análisis integral que incluyó herramientas como Space Syntax, observación en terreno, análisis cartográfico y revisión bibliográfica, se concluye que el estero tiene el potencial de convertirse en un eje estructurador de la ciudad. Sin embargo, alcanzar este objetivo requiere la implementación de estrategias específicas que consideren tanto las dinámicas espaciales como las necesidades sociales y ambientales del área de estudio.

La hipótesis inicial planteaba que el estero Las Toscas, a pesar de su estado actual de desconexión y marginalización, podría ser reintegrado al tejido urbano mediante estrategias de diseño urbano sostenible fundamentadas en análisis espaciales, socioambientales y en referentes exitosos. Los resultados obtenidos ratifican esta hipótesis al demostrar que:

- **La configuración espacial actual del entorno urbano del estero limita su funcionalidad:** Las áreas con baja integración identificadas en el análisis de Space Syntax indican que el estero actúa como barrera en lugar de un elemento articulador de la trama urbana, lo que afecta la conectividad y el uso del espacio.
- **Existen oportunidades de intervención:** La observación en terreno y el análisis socioambiental evidencian áreas con potencial de mejora, como terrenos subutilizados, zonas con cobertura vegetal que puede conectarse entre sí mediante elementos urbanos, espacios públicos o fortaleciendo la vegetación existente dentro del propio estero.
- **Los referentes nacionales e internacionales validan la viabilidad de las propuestas:** Casos como a nivel nacional e internacional demuestran que los sistemas hídricos pueden ser transformados en elementos articuladores de ciudad con impactos positivos.

El proceso de trabajo ha permitido desarrollar una visión integral y profunda sobre la problemática del estero Las Toscas, aunque también ha enfrentado desafíos metodológicos y logísticos. Uno de los principales desafíos metodológicos fue la integración de metodologías avanzadas como Space Syntax y herramientas de análisis cartográfico. Estas metodologías aportaron un valor significativo al estudio, pero requirieron un aprendizaje técnico intensivo, lo que implicó una curva de aprendizaje prolongada y ajustes continuos en su aplicación para adaptarlas a las características específicas del área de estudio. Además, la aplicación de estas herramientas demandó un nivel de precisión en los datos que no siempre fue fácil de alcanzar debido a limitaciones en la calidad y resolución de la información disponible.

En cuanto a los desafíos logísticos, la recolección de datos mediante observación en terreno y el análisis de imágenes satelitales ofrecieron una perspectiva contextualizada del estero y su entorno, pero se vieron restringidos por factores externos como el acceso limitado a ciertas áreas del terreno. Estos desafíos metodológicos y logísticos complicaron algunos de los análisis, pero también

proporcionaron aprendizajes valiosos sobre las limitaciones que pueden enfrentar los estudios urbanos y ambientales en contextos similares.

El trabajo destaca por su capacidad de articular variables espaciales, ambientales y sociales, proponiendo soluciones fundamentadas y viables. Sin embargo, se reconoce la necesidad de un análisis más profundo sobre la percepción comunitaria y el impacto social de las propuestas planteadas, lo que podría enriquecer futuros estudios.

Los resultados de este estudio proporcionan valiosa información para los tomadores de decisiones y autoridades locales en la formulación de políticas públicas orientadas a la regeneración urbana y la sostenibilidad. Las propuestas de intervención, basadas en el análisis espacial y socioambiental, pueden servir como una guía para diseñar estrategias que promuevan la recuperación del estero Las Toscas como un espacio integrador, accesible y funcional para la comunidad. Además, los referentes nacionales e internacionales presentados pueden inspirar la adopción de enfoques innovadores y adaptados al contexto local.

Los hallazgos también son relevantes para la creación de marcos normativos que garanticen la protección y rehabilitación de los recursos hídricos en entornos urbanos, así como la mejora de la calidad del espacio público y la conectividad en las ciudades. La implementación de estrategias de diseño urbano sostenible, que incluyan la rehabilitación de áreas degradadas y la promoción de la vegetación en los sistemas hídricos, puede tener un impacto positivo no solo en la calidad de vida de los habitantes de Chillán, sino también en la resiliencia de la ciudad ante los desafíos ambientales y sociales.

Algunas preguntas para futuras aproximaciones a la problemática planteada podrían ser las siguientes:

- ¿Qué impacto tendría la implementación de estrategias de diseño urbano sostenible en la calidad de vida de los habitantes de Chillán?
- ¿Cómo integrar de manera efectiva la participación ciudadana en el diseño y gestión de proyectos asociados al estero?
- ¿Qué modelos de gobernanza serían más adecuados para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las intervenciones en el estero Las Toscas?

En conclusión, la investigación no solo ha cumplido con los objetivos planteados, sino que también ha abierto nuevas líneas de exploración sobre el potencial transformador de los sistemas hídricos urbanos. La ratificación de la hipótesis confirma que el estero Las Toscas puede desempeñar un papel central en el desarrollo sostenible de Chillán, siempre que se implementen estrategias integradoras basadas en un análisis riguroso y contextualizado.

13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, A. (2021). La sostenibilidad urbana y el derecho a la ciudad: ¿nexo ineludible?. Palobra, 21(1), 186-204. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.21-num.1-2021-3495>
- Alfaro Romero, L. (2021). Políticas de participación ciudadana, el capital social en barrios de Chillán, Región de Ñuble-Chile. Tiempo Y Espacio, (45), 70–81. <https://doi.org/10.22320/rte.vi45.4771>
- Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., García, D., & Rodríguez, M. (2013). The Influence of Urban Morphology on the Resilience of Cities Following an Earthquake. Journal of Urban Design, 18(2), 242–262. <https://doi.org/10.1080/13574809.2013.772881>
- Álvarez, E. (2014). Renovación urbana con fines de densificación para la optimización del espacio público como ente socio integrador en el sector El Cortijo-Trujillo.
- Anabalón, N. Chillán una ciudad morfológica y socialmente fragmentada en busca del desarrollo sustentable. Urbano. 9(13): 92-94, 2006. ISSN 0717-3997
- Arnaiz, M., Ruiz-Apilánez, B. y De Ureña, J. (2013). El análisis de la traza mediante Space Syntax. Evolución de la accesibilidad configuracional de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares.
- Azócar, G; Sanhueza, R. y Henríquez, C. Cambio en los patrones de crecimiento en una ciudad intermedia: el caso de Chillán en Chile Central. [En línea]. EURE Revista de Estudios Urbano Regionales. 29(87): 79-92, 2003. ISSN 0250-7161. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008700006>
- Ballester, G. (1995). Geografía Urbana 1. La ciudad, objeto de estudio pluridisciplinar.
- Borja, J; Muxí, Z. (2000). Espacio público, ciudad y ciudadanía. Barcelona.
- Campos-Vargas, Milagros, Toscana-Aparicio, Alejandra, & Campos Alanís, Juan. (2015). Riesgos sismosociales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 24(2), 53-69. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50207>
- Chueca Goitia, F. (1977). Breve Historia Del Urbanismo. Recuperado de <https://archive.org/details/chueca-goitia-f.-breve-historia-del-urbanismo-1977/page/23/mode/2up?q=leccion+II>
- English Partnerships & The Housing Corporation. (2007). Urban design compendium (Segunda ed.). Londres, Inglaterra. Recuperado de <https://cutt.ly/efUAdo8>
- Espinoza, C. (2014). Dinámica habitacional en Chillán, Chile (1906 – 2013).
- Fernandez, A. (2017). Concepción. El Espacio Público en un Territorio Productivo: El caso de San Pedro de la Paz, Chile. [Tesis doctoral espacio público y regeneración urbana, Universidad de Barcelona]. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/455147#page=1>
- Fuentes, P. Lawner, M. (2013). Memorias de un arquitecto obstinado. Concepción: Ediciones Universidad del Bío-Bío.

Gehl, J. (1971). La humanización del espacio urbano: La vida social entre los edificios. Editorial Reverté.

Gobierno Regional de Ñuble. (2024). Estrategia Regional de Desarrollo de Ñuble 2023.

Gobierno Regional de Ñuble. (2022). Actualización Plan Regulador Intercomunal de Chillán y Chillán Viejo - PRICH.

González, S., D. Olave y E. Vega (1994). Algunos problemas ambientales que inciden en la calidad de vida en la ciudad de Chillán.

Henríquez Ruiz, C. (2009). El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas. *Estudios Geográficos*, 70(266), 155–179.

Hillier, B. (1996). *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. Cambridge University Press.

Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press.

Instituto Nacional de Estadísticas. (2020). *Indicadores de Calidad de Plazas y Parques Urbanos en Chile 2019*.

Jacobs, A. (1993). *Great streets*. Cambridge, Mass, Massachusetts Institute of Technology.

Jacobs, J. (1961). *Muerte y vida de las grandes ciudades*.

Jiang, B., Claramunt, C., & Batty, M. (2015). *Geographical Information Science and Urban Analysis*. In *Handbook of Regional Science* (pp. 189–207). Springer.

Konijnendijk, C. (2021). *The 3-30-300 Rule for Urban Forestry and Greener Cities*. 4.

Mardondes, M. (1990). Chillán, Ciudad Maskrey, Andrew. 1997. "Comunidad y desastres en América Latina: estrategias de intervención". En *Viviendo en riesgo, comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*, compilado por Allan Lavell, 14-38. Lima: La Red, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso) y CEPRENEAC. ad Intermedia.

MMA - ONU Medio Ambiente (2021). *Plan Maestro Borde Ríos Mapocho y Maipo: Comunas de Peñaflor; Talagante, El Monte e Isla de Maipo*. Financiado en el marco del Proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 178 pp.

Montoya-Tangarife, C., Villamizar Duarte, N., Jorquera Guajardo, F., Cardenas, M. F., & Giraldo-Ospina, T. (2022). Accessibility to public spaces: Boosting ecosystem services in urban areas in four Latin American cities.

Municipalidad de Chillán. (2019). *Plan de Desarrollo Comunal Chillán 2019-2024*.

Organización de las Naciones Unidas. (1987). *Nuestro futuro común*.

Organización de las Naciones Unidas, (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.

Orozco-González, C. P., Garnica-Monroy, R., y Porras-Flores, D. A. (2017). *Análisis socioespacial*

de la red vial de Ciudad Juárez (2016) usando Space Syntax. Papeles de Coyuntura, 43, 14-39. Recuperado de: www.papelesdecoyuntura.com

Rivas, J.L. (2015). Un urbanismo de la observación. Metodologías prospectivas entorno a la idea de calle ciudad en tres capitales andaluzas (Córdoba, Málaga y Granada). Revista EURE vol 41. pp131-158.

Romero, H., Moscoso, C. y Smith, P. (2009). Lecciones y conclusiones sobre la falta de sustentabilidad ambiental del crecimiento espacial de las ciudades chilenas.

Romero H., Vidal C. (2010). Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Bío Bío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción

Rosenberg, D. K., Noon, B. R., & Meslow, E. C. (1997). Biological corridors: form, function and efficacy.

Sarker, Rumana Islam, et. al, 2020: "Trends in active and sustainable mobility: experiences from emerging cycling territories of Dhaka and Innsbruck". En PRAMIT Verma (editor). Urban ecology patterns and socio-ecological systems. Amsterdam: Elsevier.

Smith, P. (2006). Informe de Práctica Profesional: Análisis espacial de los cambios de usos y coberturas de suelos causados por la urbanización en el área Metropolitana del Gran Concepción entre 1975 y 2004. Proyecto FONDECYT 1050423. Laboratorio de Medio Ambiente y Territorio, Escuela de Geografía, Universidad de Chile.

Tagliari, V. (2022). Una aproximación a la estructura urbana del Gran Santa Fe desde la Sintaxis Espacial. De Res Architettura, 7, 89-109.

Turner, A., Doxa, M., O'Sullivan, D., & Penn, A. (2016). From isovists to visibility graphs: A methodology for the analysis of architectural space. Environment and Planning B: Planning and Design, 43(4), 615–639.

Vammen, K. (2015). Desafíos del Agua Urbana en las Américas: Perspectivas de las Academias de Ciencias. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 12(3), 475–478. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722015000300009&lng=es&tlng=es.