



UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION

Dirección de Postgrado

**Trabajo Final Integrativo para optar al Grado de
MAGISTER EN PROCESOS URBANOS SOSTENIBLES**



**Facultad de Arquitectura
Urbanismo y Geografía**
Magister en Procesos
Urbanos Sostenibles

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía

TITULO:

**Planificación Multiescalar en el Humedal Los Batros:
Estrategias de Diseño Urbano y Operaciones Territoriales
para el Balance Ciudad – Naturaleza.**

Proyecto Urbano

Candidato: Pierina Bustos Ruggeri
Prof. Guía de Tesis: PhD. Paulina Espinosa

CONCEPCIÓN, 22- de -Diciembre- de -2025

Agradecimientos

A mi querida familia y amigos, por su incansable apoyo, quienes mantuvieron siempre su confianza en mí, entregándome contención y alegrías diarias. Por el cariño, motivación y amor constante les agradezco.

A mi profesora guía, Dra. Paulina Espinosa, por la oportunidad de trabajar junto a ella, quien me motivó y guió constantemente durante este proceso, además de entregarme su dedicación y confianza para la realización de este TFI.

Al proyecto Anid-Fondecyt-Postdoctorado N°3240653 titulado “Urbanismo del Paisaje para el Desarrollo de Escenarios Futuros en Búsqueda del Balance Ciudad-Naturaleza-Territorio”, cuya investigadora responsable es la Dra. Paulina Espinosa Rojas, por permitirme ser parte de este profundo trabajo.

A mis compañeros, quienes hicieron de los viernes un día de aprendizaje en conjunto, motivándonos y ayudándonos mutuamente en todo este proceso.



TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	4
2.	ABSTRACT:.....	5
1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	ELECCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA Y LUGAR.....	10
3	PROBLEMÁTICA URBANO SOSTENIBLE.....	13
4	PREGUNTA E HIPÓTESIS PROYECTUAL.....	20
5	OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	21
6	ANTECEDENTES DEL CASO.....	22
7	MARCO CONCEPTUAL.....	29
8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
9	RESULTADOS Y PROPUESTA.....	39
10	DISCUSIÓN.....	77
11	CONCLUSIONES.....	82
12	REFLEXIONES FINALES.....	84
13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
14	ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1. RESUMEN

Los humedales urbanos sufren creciente degradación debido a la expansión urbana descontrolada y la ineficacia de políticas para su inclusión como infraestructura verde-azul estructurante del tejido territorial (Aldana-Domínguez et al., 2024; Stefanakis, 2019). Esta degradación está asociada a modelos de urbanización neoliberal que priorizan la especulación inmobiliaria sobre la sostenibilidad ecosistémica (Rojas et al., 2019; Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025). El Sistema Humedal Los Batros, en San Pedro de la Paz, ilustra esta crisis: históricamente fragmentado por infraestructura vial y expansión residencial que rompieron continuidades hidrológicas y ecológicas, afectando sus funciones reguladoras fundamentales para la resiliencia urbana (Rojas et al., 2017; Díaz, 2017).

Este TFI responde a la pregunta: ¿Qué operaciones territoriales y estrategias de diseño urbano sostenible contribuyen al balance ciudad-naturaleza en el Sistema Humedal Los Batros frente a los impactos de la expansión urbana? La hipótesis proyectual plantea que la implementación de operaciones territoriales y estrategias de diseño urbano sostenible basadas en el urbanismo del paisaje permiten aportar a la preservación y mejora del sistema, respondiendo a necesidades sociales, urbanas y ecológicas. El objetivo general consiste en desarrollar una propuesta multiescalar de diseño urbano sostenible que integre dinámicas urbanas con el sistema hídrico, fortaleciendo su rol como infraestructura natural reguladora.

La metodología adopta un enfoque proyectual cualitativo-exploratorio mediante análisis territorial multiescalar y cartografía (Lenzholzer et al., 2013; Roggema, 2016). Se emplearon matrices temáticas (azul-verde-gris) mediante SIG, análisis multitemporal de imágenes satelitales e información secundaria de fuentes oficiales.

Los resultados evidencian una retracción de la superficie hídrica funcional entre 1961-2025, procesos de encapsulamiento territorial y fragmentación ecológica. Se identificaron inequidades socioambientales significativas, donde el 63,4% de población enfrenta alta vulnerabilidad a inundaciones. La matriz integrada permitió definir escalas operativas (Paisaje Hídrico, Paisaje-Ciudad, Tejido Urbano) para estrategias de regeneración ecosistémica y justicia territorial.

Palabras clave:

Urbanismo del paisaje, Racionalidad ecológica, Humedales Urbanos, valores ecológicos y ambientales, justicia socioambiental.

2. ABSTRACT:

Urban wetlands are suffering increasing degradation due to uncontrolled urban expansion and the ineffectiveness of policies for their inclusion as blue-green infrastructure structuring the territorial fabric (Aldana-Domínguez et al., 2024; Stefanakis, 2019). This degradation is associated with neoliberal urbanization models that prioritize real estate speculation over ecosystem sustainability (Rojas et al., 2019; Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025). The Los Batros Wetland System in San Pedro de la Paz illustrates this crisis: historically fragmented by road infrastructure and residential expansion that broke hydrological and ecological continuities, affecting its fundamental regulatory functions for urban resilience (Rojas et al., 2017; Díaz, 2017).

This research answers the question: What territorial operations and sustainable urban design strategies contribute to the city-nature balance in the Los Batros Wetland System in the face of the impacts of urban expansion? The project hypothesis proposes that the implementation of territorial operations and sustainable urban design strategies based on landscape urbanism can contribute to the preservation and improvement of the system, responding to social, urban, and ecological needs. The overall objective is to develop a multiscale proposal for sustainable urban design that integrates urban dynamics with the water system, strengthening its role as natural regulatory infrastructure.

This research answers the question: What territorial operations and sustainable urban design strategies contribute to the city-nature balance in the Los Batros Wetland System in the face of the impacts of urban expansion? The project hypothesis proposes that the implementation of territorial operations and sustainable urban design strategies based on landscape urbanism can contribute to the preservation and improvement of the system, responding to social, urban, and ecological needs. The overall objective is to develop a multiscale proposal for sustainable urban design that integrates urban dynamics with the water system, strengthening its role as natural regulatory infrastructure.

The methodology adopts a qualitative-exploratory project approach using multiscale territorial analysis and cartography (Lenzholzer et al., 2013; Roggema, 2016). Thematic matrices (blue-green-gray) were used through GIS, multitemporal analysis of satellite images, and secondary information from official sources.

The results show a reduction in functional water surface area between 1961 and 2025, processes of territorial encapsulation, and ecological fragmentation. Significant socio-environmental inequalities were identified, with 63.4% of the population facing high vulnerability to flooding. The integrated matrix allowed for the definition of operational scales (Water Landscape, City Landscape, Urban Fabric) for ecosystem regeneration and territorial justice strategies.

Keywords:

Landscape urbanism, Ecological rationality, Urban wetlands, ecological and environmental values, socio-environmental justice.

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano representa uno de los fenómenos más importantes del siglo XXI. El World Urbanization Prospects de Naciones Unidas (United Nations, 2022) indica que, en la actualidad, más del 55% de la población mundial vive en zonas urbanas (Fig. 1), y se prevé que para el 2050 esta cifra llegue hasta el 68%. Esta urbanización acelerada cambia el espacio urbano existente y produce una presión sobre los ecosistemas naturales, lo que se traduce en cambios en el uso del suelo, aumento de la degradación de los cuerpos de agua, fragmentación de los ecosistemas y un incremento en la exposición a los riesgos naturales (Fernández, 1996).

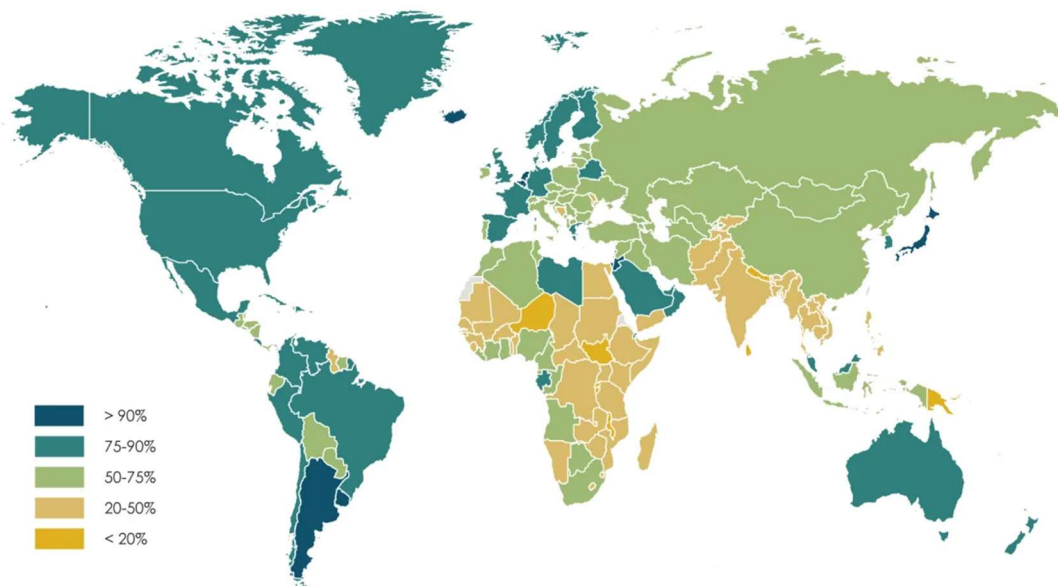


Fig. 1: Porcentaje de población que vive en la ciudad
Fuente: Instituto de Estadística de la Unesco, 2019.

Los humedales constituyen ecosistemas fuertemente impactados por el proceso de urbanización. El Global Wetland Outlook de la Convención Ramsar (Ramsar Convention Secretariat, 2018) indica que en los últimos 50 años la superficie de humedales ha disminuido, aproximadamente, un 35% como consecuencia de rellenos, contaminación y urbanización. Además, la disminución de los humedales se ha intensificado en la última década, siendo documentados en estudios científicos declives importantes en las funciones ecosistémicas, un aumento en las inundaciones urbanas y una disminución de la capacidad de infiltración hídrica (Fluet-Chouinard et al., 2023; Fitoka et al., 2020; Peng et al., 2024).

En América Latina y el Caribe el 75% de la población vive en ciudades (Genta et al., 2022; Demográfico, 2022), y según análisis demográficos se indica que estas serán las zonas que alberguen mayor crecimiento poblacional y, por ende, mayor expansión urbana en las próximas décadas (Da Cunha, & Vignoli, 2009; Barragán & De Andrés, 2016). Este hecho significa un gran impacto en estos países, en el ámbito político, económico y también urbano. Estos crecimientos poblacionales y expansiones urbanas traen consigo una reconfiguración del paisaje de las ciudades, lo cual recae en una mayor presión sobre la biodiversidad, reducción de los valores ecológicos y ambientales del medio natural impactando en el bienestar de los habitantes. En América Latina, estos efectos ya son evidentes, la urbanización descontrolada ha tenido un efecto devastador en la funcionalidad ecológica de los humedales, dado que ha alterado la dinámica y la conectividad natural de los ecosistemas (Aldana-Domínguez et al., 2024).

Los humedales urbanos, definidos como aquellos ecosistemas hídricos presentes en el interior o borde de las ciudades, cumplen funciones ecológicas esenciales: control del ciclo hidrológico, mejora la calidad del agua, mitigación de inundaciones, captación de carbono y conservación de la biodiversidad (Rojas et al., 2015; Alikhani et al., 2021). Estudios recientes confirman que los humedales son considerados como "esponjas naturales" que median en los flujos hídricos y que, además, mitigan el efecto de isla de calor urbano facilitando incluso de esta manera funciones ecológicas y ambientales (Convention on Wetland, 2025; Qiao et al., 2025). A pesar de su relevancia estos cuerpos hídricos esenciales son constantemente amenazados por la contaminación, fragmentación y presión del desarrollo inmobiliario, lo que pone en evidencia la necesidad de desarrollar normas y de ejecutar un diseño urbano sostenible que los reconozca como infraestructura natural estructurante de la ciudad contemporánea en la que nos encontramos (Rojas, 2024).

En el caso de Chile el 87,8% de la población vive en ciudad (INE, 2017). Dentro de este crecimiento una de las zonas que destaca por su continua y exponencial expansión urbana es la Región del Biobío, la cual ha consolidado su urbanización a costa de la estructura ecológica y del paisaje natural. La denominada Gran Concepción, segunda área metropolitana del país, ha ido ocupando humedales y áreas ambientalmente sensibles (Fig. 2), fragmentando ecosistemas naturales de alta importancia y provocando una pérdida de biodiversidad (Vidal & Romero-Aravena, 2010; Rojas et al., 2024). Este proceso continuo de expansión se destaca por carecer de elementos de planificación territorial y urbana que velen por el cuidado del ecosistema, es más aún, se ha evidenciado que estos instrumentos privilegian el factor económico por sobre el valor ambiental otorgándole mayor poder y presencia a entidades privadas, existiendo una asimetría de poder y baja representatividad de la población (Muñoz-Muñoz, 2011; Prada-Trigo & Solís, 2018).

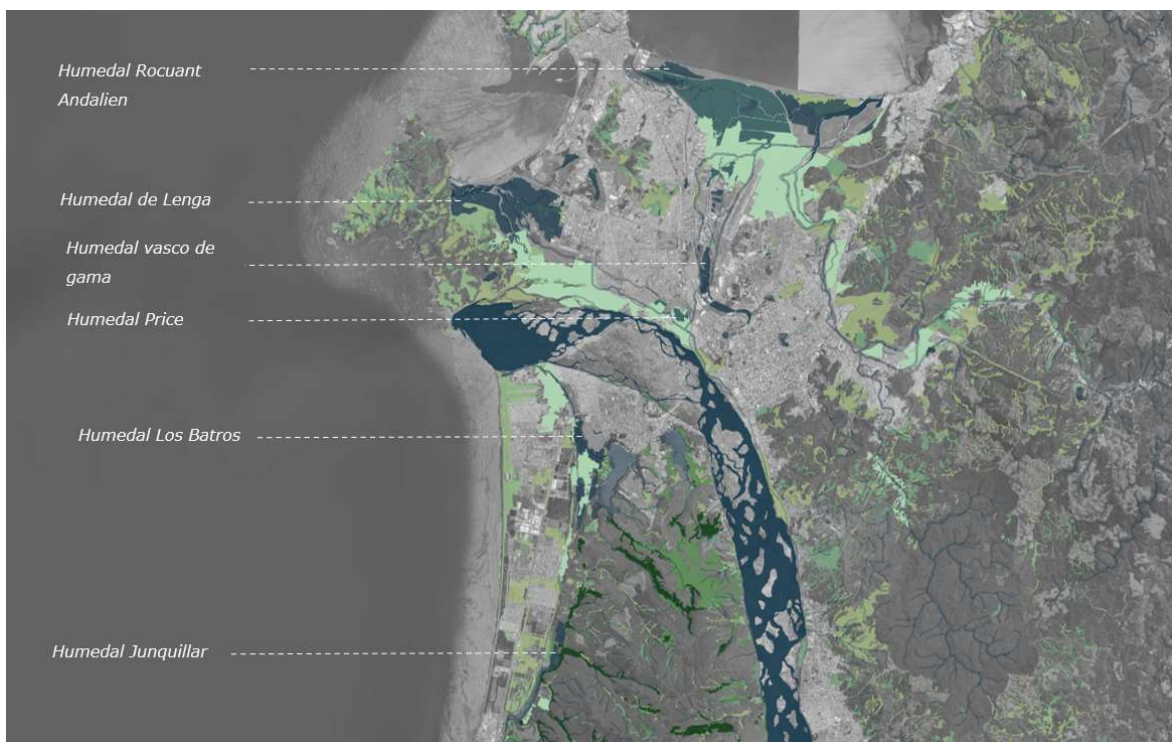


Fig. 2: Humedales del Área Metropolitana de Concepción

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Esta expansión urbana (Fig. 3) ha producido una significativa degradación de los humedales urbanos que se encuentran dentro del Área Metropolitana de Concepción generada por rellenos irregulares,

devastación de vegetación, contaminación y crecimiento de la infraestructura vial lo cual ha causado una reducción del tamaño de estos cuerpos, fragmentación de corredores ecológicos y una disminución de su capacidad para entregar funciones ecológicas básicas (Smith-Guerra & Romero-Aravena, 2009; Munizaga et al., 2024). Este deterioro ha facilitado la vulnerabilidad a desbordes en zonas residenciales adyacentes a estos cuerpos, mostrando un claro ejemplo de las problemáticas de los humedales urbanos en Chile.

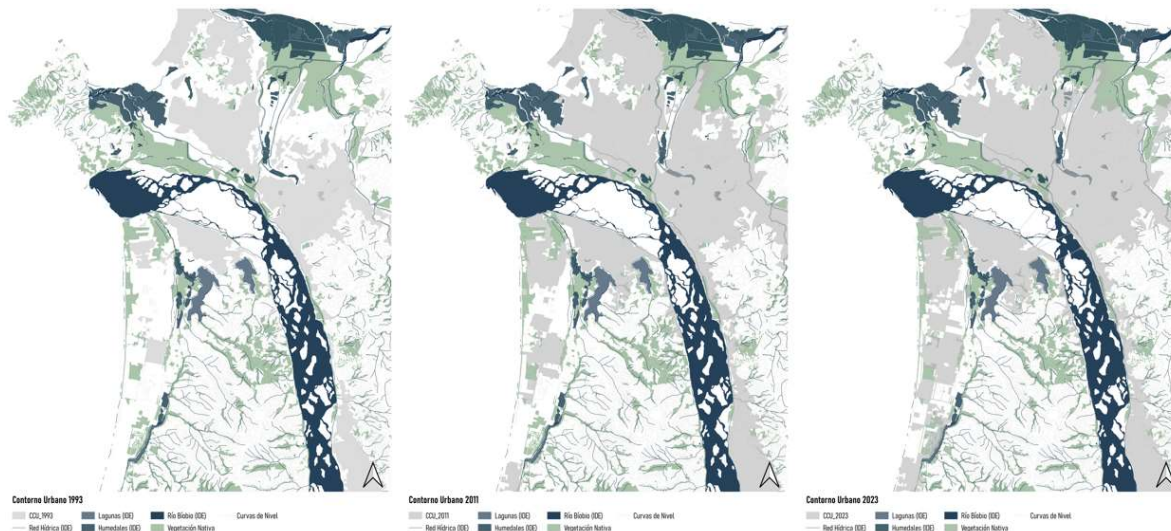


Fig. 3: Evolución contorno urbano Área Metropolitana de Concepción

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Esta situación se agrava con la situación país que se vive hoy en día, donde Chile se encuentra experimentando una crisis habitacional de carácter estructural que contribuye a aumentar la presión sobre los suelos frágiles, como lo son los humedales. En el país, hay más de 490 mil viviendas que faltan (MINVU, 2024), considerando que hay más de 100 mil familias en campamentos, lo que representa un incremento de 74.2% respecto al año 2019 (CES-Techo, 2023; Bustos, 2023). Para el Área Metropolitana de Concepción se pronostica que se necesitarán 91 mil viviendas durante los próximos doce años (Corporación Desarrolla Biobío, 2024), teniendo a San Pedro de la Paz como el principal lugar donde crecerá el stock habitacional (Biobío Chile, 2024).

Es en todo este contexto de conflicto y tensiones entre urbanización y cuidado medioambiental es que surge el concepto de urbanismo del paisaje. Este concepto (Landscape Urbanism) surge como un marco conceptual para volver a pensar ciudad contemporánea. Propuesto por Waldheim (2017) y Corner (2006), sostiene que el paisaje, entendido como el sistema ecológico e infraestructura territorial, debe ser el medio organizador principal de los proyectos urbanos. Favorece una lectura procesual del territorio a través de la cual los sistemas hidrológicos y ecológicos ordenan el crecimiento de la ciudad, asumiendo que el agua, la vegetación y los procesos naturales son los verdaderos ordenadores de la forma urbana en el siglo XXI (Waldheim, 2017; Shannon et al., 2008). Desde este planteamiento, los humedales son infraestructuras naturales activas capaces de articular el metabolismo hídrico de la ciudad y producir espacios públicos multifuncionales (Corner, 2006; Viganò, 2012).

Uno de los medios y herramientas proyectuales para lograr el urbanismo del paisaje son las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). Estas funcionan como instrumentos proyectuales para la transformación de ecosistemas en tejidos urbanos activos, mediante la definición de corredores verdes-azules, humedales artificiales, sistemas de drenaje sostenible y/o implementación de parques inundables (Seddon et al., 2021; Kabisch et al., 2017). Recientemente se ha destacado su efectividad en relación con la gestión del agua urbana, contribuyendo en la resiliencia frente a inundaciones lo



cual produce múltiples beneficios sociales y ecológicos. (Abata et al., 2025; Barman et al., 2024; Convention on Wetland, 2025). Esta lógica de urbanismo del paisaje opera desde el reconocimiento de distintas escalas, lo que permite enfocar el diseño desde distintas perspectivas, generando así tejidos híbridos eficientes entre lo natural y lo urbano (Ahern, 2013; Waldheim, 2017).

El diseño urbano sensible al agua (WSUD) se reconoce como un enfoque complementario el cual integra el diseño de ciudades y paisajes con la gestión del ciclo del agua, donde se reconoce al agua como estructurante del territorio (Ghaderian et al., 2025; Salliou et al., 2025). Países Bajos, Singapur y Melbourne han implementado con éxito estos principios, transformando riberas en parques inundables y humedales de múltiples funciones, mostrando que los sistemas hídricos pueden estructurar en una escala territorial el crecimiento urbano (Brears, 2025; Ahn y Schmidt, 2019; Meyer, 2008).

Esta TFI se erige como una indagación sobre cómo el urbanismo del paisaje, puesto en práctica mediante la elaboración de estrategias de diseño urbano sostenible y soluciones basadas en la naturaleza, puede favorecer la preservación y restauración de los humedales urbanos, integrándolos en la estructura ecológica, social y urbana de las ciudades.

Esta intención se fundamenta en el hecho de que el urbanismo del paisaje, al considerar como organizadores primarios del territorio a los sistemas naturales, puede lograr compatibilizar el crecimiento urbano y la conservación ecosistémica a la vez que genera beneficios ambientales y sociales (Wong & Brown, 2009; Waldheim, 2017; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Se trata de demostrar como el urbanismo del paisaje puede servir para generar un motor de regeneración y resiliencia ambiental, obteniendo soluciones replicables. En última instancia esta motivación apunta hacia un reto contemporáneo clave: lograr que el paisaje, como medio y no como meramente objeto, sea el organizador y decidor de la expansión residencial, las infraestructuras viales y la protección de ecosistemas estratégicos como son los humedales, logrando guiar el desarrollo y avance hacia ciudades más resilientes, justas y sostenibles.

2 ELECCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA Y LUGAR

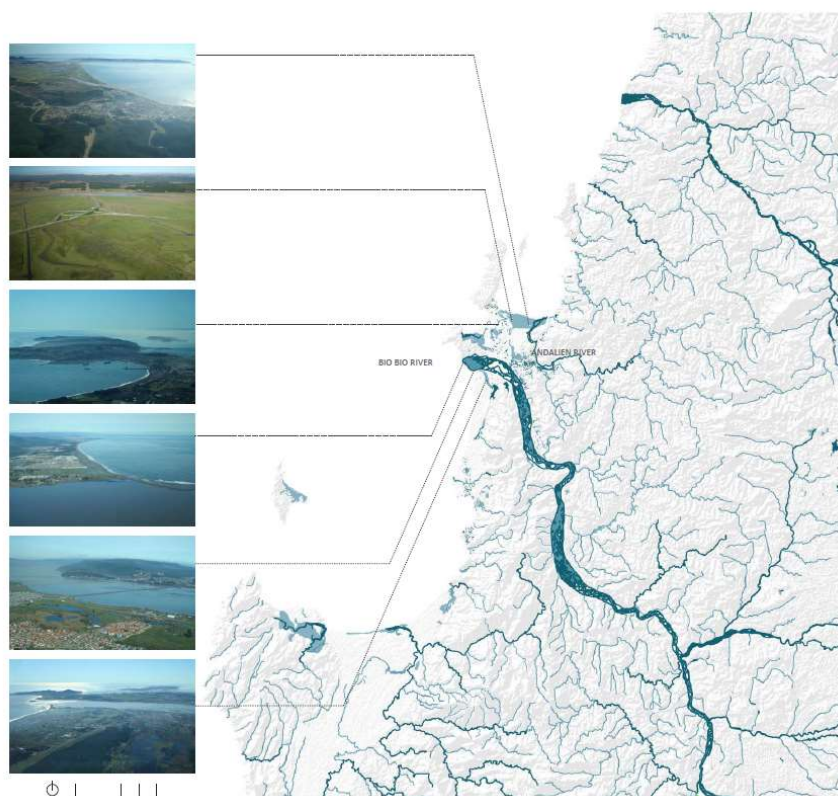


Fig. 4: Paisajes acuáticos a escala regional del área de estudio.
Fuente: Espinosa, P. (2023).

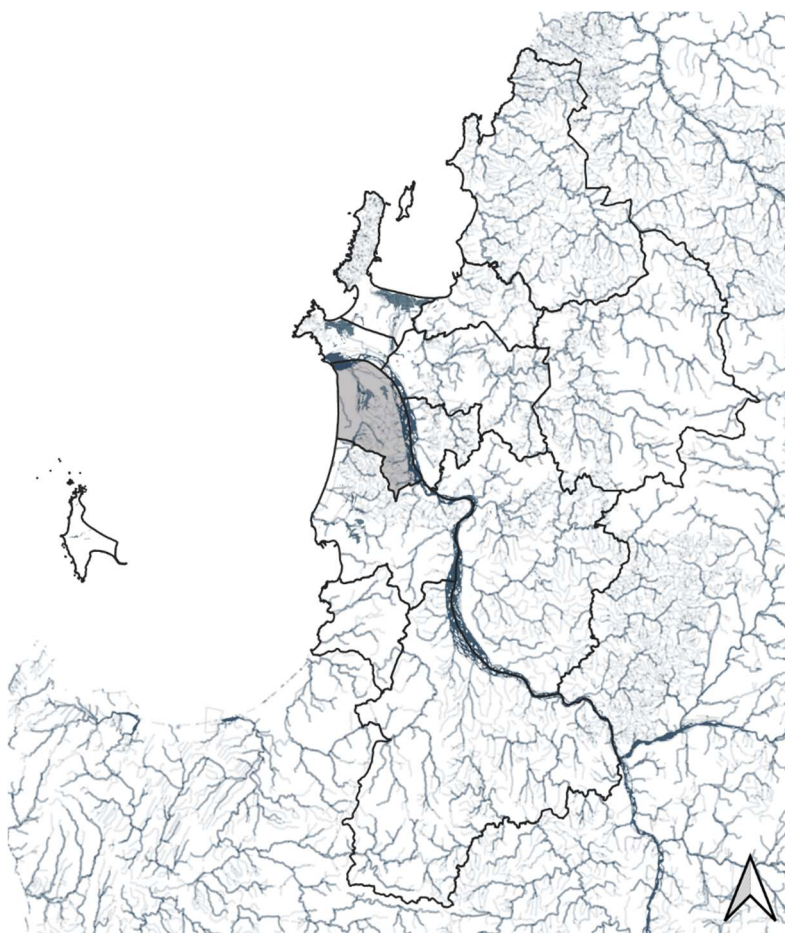
Chile posee una rica geografía la cual destaca por su extenso sistema de cuencas hidrográficas que se extienden a lo largo de todo el país. La Región del Biobío se configura alrededor de una de estas cuencas, el Río Biobío, el cual da origen a una red de sistemas hídricos que incluyen humedales, esteros, lagunas, entre otros (Fig. 4). En particular, el Área Metropolitana de Concepción (AMC) se caracteriza por una notable riqueza hídrica y biodiversidad, los cuales han sido fundamentales en su desarrollo urbano y cultural (Espinosa, et al. 2015). Estos elementos hídricos, esenciales para el equilibrio ecosistémico, se ven

constantemente amenazados por la expansión urbana causando pérdida y fragmentación de hábitats y ecosistemas.

En el Área Metropolitana de Concepción los humedales han sido uno de los ecosistemas más afectados e impactados por la urbanización, los cuales han sido utilizados como áreas de expansión y por lo cual se han visto constantemente rellenados para usos principalmente inmobiliarios y viales (Smith-Guerra & Romero-Aravena, 2008). Esto ha resultado en una progresiva pérdida de sus funciones ecológicas y ambientales, impactando en el equilibrio ecosistémico (Rojas et al., 2015).

Debido a este contexto, en los últimos años el estudio sobre humedales urbanos ha aumentado gracias al reconocimiento de su alta importancia ecológica y cultural lo cual ha generado una mayor conciencia sobre su cuidado y protección. En Chile, el marco normativo para la protección de humedales urbanos ha avanzado de manera significativa durante la última década, destacando la promulgación de la Ley 21.202 (2020), que establece criterios para su delimitación, gestión y resguardo frente a intervenciones que afecten su integridad ecológica (Gómez-González, 2021). Complementariamente, instrumentos como la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, la Estrategia Nacional de Biodiversidad y los Estándares para Infraestructura Pública en Humedales Urbanos del MOP (2024) buscan orientar la planificación territorial hacia una integración ecológica efectiva. Sin embargo, la implementación de estas políticas se enfrenta a vacíos institucionales, retrasos administrativos y tensiones con proyectos de infraestructura y urbanización, lo que evidencia una brecha persistente entre la regulación y la práctica territorial (Rebolledo, 2003). Este escenario

revela la necesidad de fortalecer mecanismos de gobernanza ambiental capaces de garantizar la protección efectiva de ecosistemas estratégicos como son los humedales urbanos (Pavez-Torrealba, 2024).



Red Hídrica Área Metropolitana de Gran Concepción



Fig. 5: Red Hídrica San Pedro de la Paz

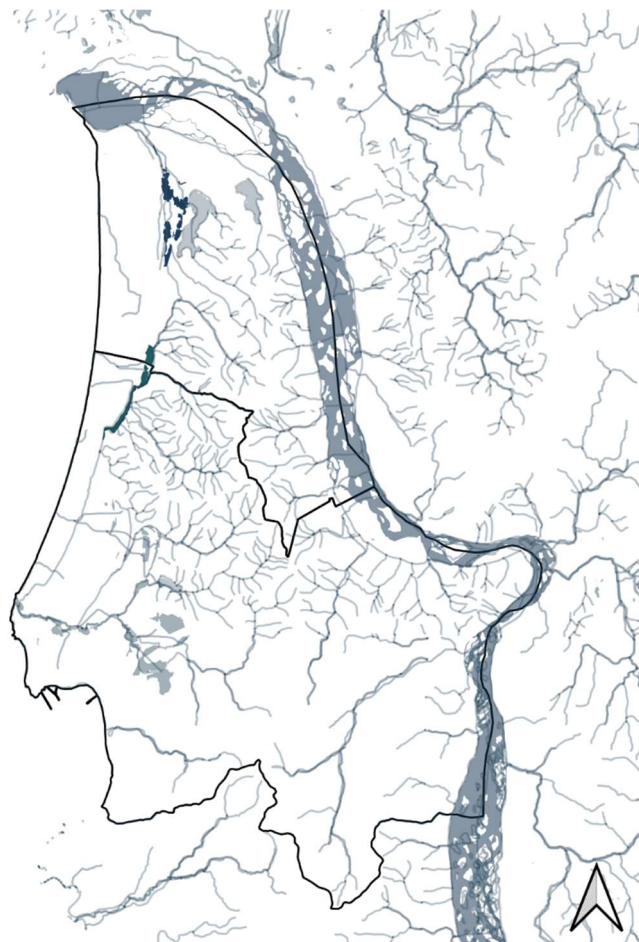
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

En el Área Metropolitana de Concepción (Fig. 5), los humedales han sido históricamente utilizados como superficies de expansión residencial, especialmente en comunas como San Pedro de la Paz, Hualpén y Talcahuano, donde la presión inmobiliaria se superpone a suelos frágiles y ecosistemas inundables. Desde la década de 1970, la urbanización sobre cuerpos hídricos ha respondido a un modelo de crecimiento que prioriza la disponibilidad de suelo barato por sobre la capacidad de soporte ecológico, generando rellenos y ocupación intensiva en los bordes de humedal. Esta lógica ha producido efectos evidentes: pérdida acelerada de superficie ecosistémica, aumento de la exposición a inundaciones y profundización de inequidades socioambientales, dado que los barrios de menores ingresos se emplazan de manera preferente en zonas riesgosas y ambientalmente degradadas (Rojas et al., 2015). El caso de San Pedro de la Paz es emblemático, pues los humedales han actuado como reservas territoriales para la expansión habitacional, consolidando un patrón urbano

que tensiona la sostenibilidad ecológica y amplifica la vulnerabilidad de la población (Rojas et al., 2017).

En San Pedro de la Paz se identifica el Sistema Humedal Los Batros (Fig. 6), el cual se erige como uno de los más relevantes para el Área Metropolitana de Concepción, al funcionar como regulador hídrico, refugio de biodiversidad y espacio de pertinencia cultural (Martínez et al., 2019; Quevedo-Castro, 2022). Estudios lo describen como un sistema palustre que articula el drenaje entre las lagunas Grande y Chica y el Río Biobío, actuando como corredor ecológico y sitio de nidificación, alimentación y descanso para una alta diversidad de aves y otras especies asociadas a ambientes húmedos. Este además es identificado como un componente estratégico de infraestructura ecológica

metropolitana al realizar funciones ecológicas y ambientales esenciales para el ecosistema y la población de la comuna. Sin embargo, este sistema ha experimentado una degradación importante como resultado de la expansión urbana: entre 1955 y 2015 se constata una pérdida progresiva de superficie y una fuerte fragmentación del humedal, mientras la superficie urbana circundante se triplica de 526 a 1.712 hectáreas, consolidando la dominancia de la cobertura construida y presionando sus funciones ecológicas claves para la resiliencia del territorio (Martínez et al., 2019; Rojas et al., 2017).



Red Hídrica San Pedro de la Paz y Coronel

— Red Hidrográfica (IDE)	■ Humedal Junquillar	■ Río Biobío (IDE)
— Red Hídrica (IDE)	■ Humedal Los Batros	□ Comuna de San Pedro y Coronel (IDE)
■ Lagunas (IDE)	■ Humedales (IDE)	

Fig. 6: Red Hídrica Sistema Humedal Los Batros

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La reciente construcción del Puente Industrial, principal eje de conectividad regional ha conllevado la ocupación de espacios inundables y alteraciones directas a corredores hídricos y ecológicos (Cartes-Vega, 2021; Napadensky-Pastene et al., 2022). Estas infraestructuras de gran escala producen el denominado "choque de escalas", que incrementa la fragmentación territorial, disminuye la capacidad de atenuación de los humedales y produce mayor exposición a inundaciones (Rojas et al. 2024; Mendoza-Leal et al., 2024), lo que profundiza los conflictos socioambientales. Esto hace evidente la necesidad de desarrollar estrategias que se enfoquen en un urbanismo de paisajes que compatibilice conectividad regional e integridad ecológica.

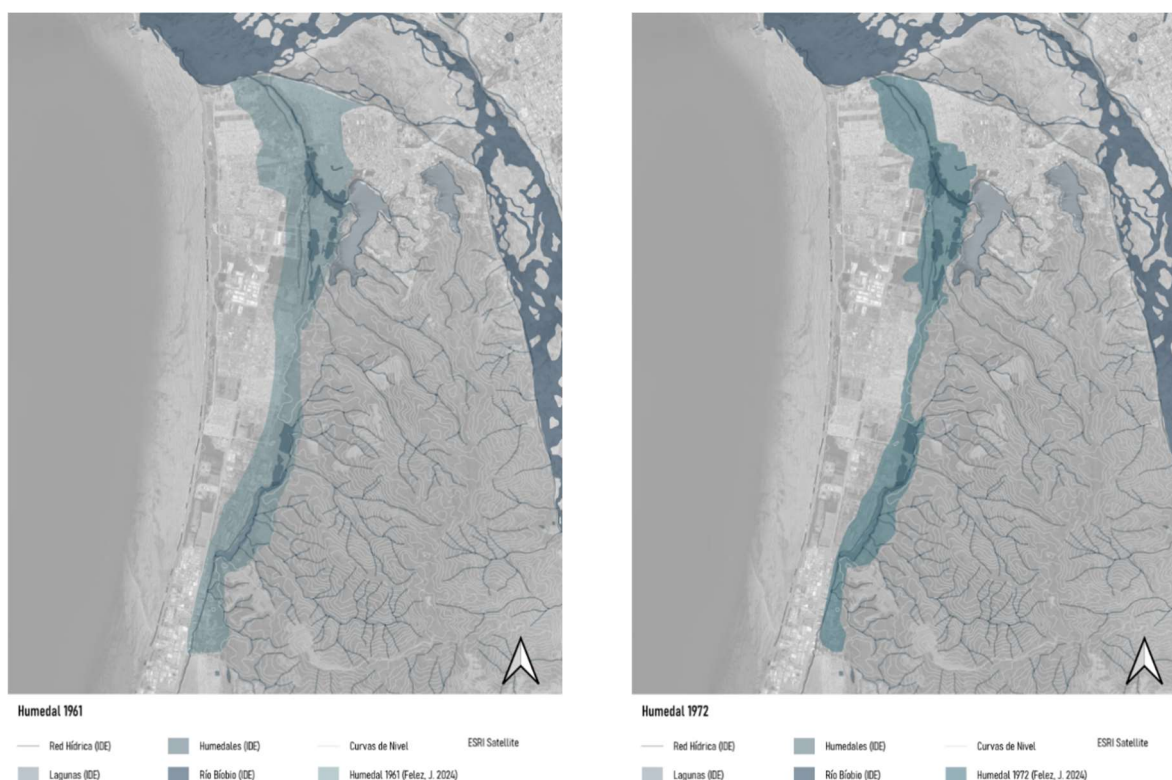
La elección de este tema y lugar en específico, el Sistema Humedal Los Batros, como objeto de estudio para esta investigación es el resultado de la tensión crítica de tres fenómenos territoriales que manifiestan la insostenibilidad del modelo de desarrollo

urbano chileno: la crisis habitacional estructural que presiona la expansión sobre los ecosistemas frágiles; la persistencia del extractivismo urbano, incluso en contextos de marcos normativos que protegen la naturaleza, y la acentuación de las desigualdades socioambientales que convierten territorios en zonas de sacrificio. El humedal no se limita entonces a ser un mero caso de degradación ecológica, sino que se convierte, además, en un laboratorio territorial para la exposición de las contradicciones del crecimiento urbano neoliberal dando la posibilidad de construir alternativas de crecimiento desde el urbanismo del paisaje.

3 PROBLEMÁTICA URBANO SOSTENIBLE

“Los humedales urbanos, considerados como ecosistemas que contribuyen a la biodiversidad, la provisión de funciones ecológicas de los ecosistemas y de valores ambientales, se encuentran sufriendo una creciente degradación debido a la expansión urbana descontrolada y la ineficacia de las políticas para su inclusión como infraestructura verde-azul estructurante del tejido territorial (Aldana-Domínguez et al., 2024). Las acciones humanas generan infraestructuras que hacen que el papel ecológico de los humedales urbanos se vea comprometido, haciéndolos propensos a la pérdida de biodiversidad, la disminución de sus funciones ecológicas, el aumento de riesgos hidrometeorológicos y la desconexión de estos ecosistemas frente a las comunidades locales (Stefanakis, 2019)”.

La degradación de los humedales urbanos está asociada a modelos de urbanización neoliberal que ponen la especulación inmobiliaria por encima de la sostenibilidad ecosistémica (Rojas et al., 2019; Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025). Los informes elaborados por la Convención Ramsar (2018) muestran que, desde 1970, se ha perdido un 35% de humedales en todo el mundo y el continente latinoamericano lleva la delantera en esta pérdida, que se eleva hasta el 59% en las últimas décadas (Aldana-Domínguez et al., 2024). En Chile, en el informe elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente (2020) se hace eco de que los humedales afectados por la urbanización son especialmente vulnerables a la vez que se genera presión por el avance del desarrollo inmobiliario o por la falta de planificación ecosistémica integrada. Según Rojas et al. (2019), el Área Metropolitana de Concepción ha perdido cerca de un 23% de su superficie de humedales desde 1970, pérdida atribuible a un tipo de urbanización planificada que ha ignorado aspectos clave en la regulación hídrica o la mitigación de los tsunamis.



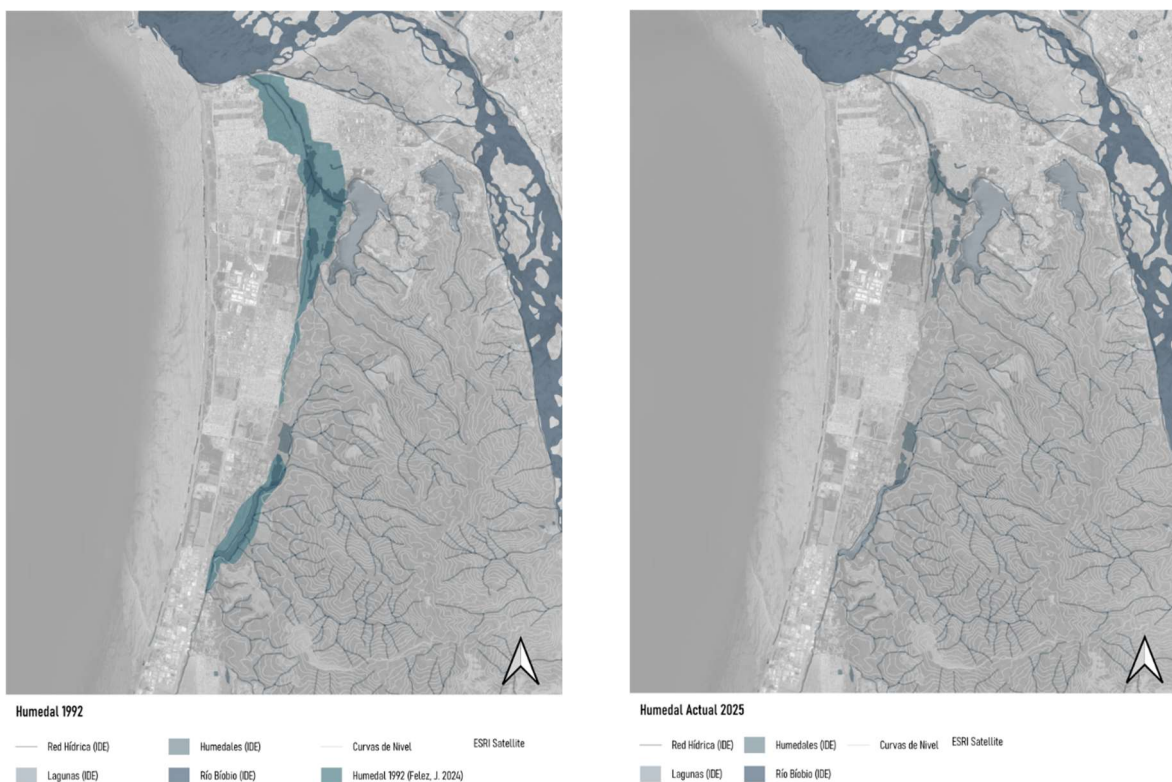


Fig. 7: Evolución Sistema Humedal Los Batros

Fuente: Elaboración Propia en base a imágenes satelitales de Jorge Feléz, 2025.

El Sistema Humedal Los Batros ilustra esta crisis (Fig. 7). Históricamente fragmentado por infraestructura vial, expansión residencial las cuales rompieron con continuidades hidrológicas y ecológicas, afectando directamente sus funciones ecológicas reguladoras fundamentales para la resiliencia urbana (Rojas et al., 2017; Díaz, 2017). Esto factores se suman al reciente trazado del Puente industrial, infraestructura metropolitana que atraviesa el humedal, dando como consecuencia una acentuada fragmentación al romper corredores ecológicos y sociales. Es aún más, la expansión urbana se agudiza con la proyección de la Ruta Pie de Monte, la cual supone la destrucción de cauces y parches activos de agua permanente del humedal, evidenciando la subordinación sistemática de consideraciones ecológicas a decisiones de infraestructura gris (Cartes-Vega, 2021).

El humedal, aunque se encuentre declarado como Santuario de la Naturaleza, continúa siendo objeto de la explotación urbana sin que haya conciencia de las graves consecuencias ecológicas y sociales. Más grave aún, a pesar de que la Municipalidad de San Pedro de la paz haya solicitado su reconocimiento como humedal urbano en julio de 2021 permanece en tramitación y sin una declaración que lo protege frente a estas situaciones. Han transcurrido más de tres años y seis meses sin que el Ministerio de Medio Ambiente de una resolución, ignorándose el plazo de 6 meses impuesto por la propia ley 21.202 que en el artículo 1° de esta (CECPAN, 2024). Esta dilatación y prolongación no es administrativa, sino que política. En la medida que el Humedal Los Batros continúe en tramitación se encuentra fuera de la protección de lo establecido en el artículo 10° de la ley 19.300, que impone ingresar al SEIA, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, todo proyecto que llegué a intervenir en humedales urbanos declarados.

El reconocimiento como Santuario de la Naturaleza ha demostrado ser insuficiente para detener todas las intervenciones directas al sistema humedal. Transcurridos solamente dos meses luego de su declaración como Santuario de la Naturaleza, en marzo 2022, se documentaron rellenos de cauces y destrucción de pajonales dentro del polígono protegido (Contreras, 2022). Organizaciones municipales advierten que esta “desprotección estratégica” les entrega un camino libre a los proyectos viales para avanzar sin dificultades, lo cual genera una incompatibilidad con la preservación y cuidado ecosistémico, priorizando el desarrollo infraestructural metropolitano a costa de la integridad ecológica del lugar (Moraga-Herrera, 2023).

El Plan Regulador Metropolitano de Concepción (PRM) reconoce al humedal como “Parque Intercomunal”, a pesar de tener una protección legal, sigue siendo insuficiente para impedir la llegada de proyectos de vialidad que atraviesan su sistema (Fig. 8). La descoordinación existente entre la planificación sectorial (infraestructura) y la planificación territorial (ordenamiento metropolitano) pone en manifiesto que en Chile la planificación urbana se realiza a partir de lógicas fragmentadas donde cada sector prioriza objetivos que ignoran la integración ecosistémica efectiva, conformando en San Pedro un patrón de sacrificio ambiental urbano (Moschella et al., 2024; Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025).



Fig. 8: Encapsulamiento Sistema Humedal Los Batros por infraestructuras viales
Fuente: Elaboración Propia 2025.

El vacío legal existente en el Sistema Humedal Los Batros se torna peligroso con la inminente construcción de la Ruta Pie de Monte. Esta carretera de 20 km amenaza con destruir cauces de agua permanente aún existente del humedal. Lo más preocupante es la escasa integración del factor ambiental en el diseño de esta infraestructura vial de gran envergadura. En diciembre de 2024, el Centro de Humedales Río Cruces de la Universidad Austral de Chile, CEHUM 2024, publicó los “Estandares para la protección y evaluación de impacto ambiental en Humedales Urbanos para obras

de infraestructura pública del MOP”. Este trabajo establece las buenas prácticas para lograr compatibilizar la infraestructura pública del MOP con la normativa de los Humedales Urbanos (CEHUM, 2024).

Este texto destaca que “una infraestructura pensada en conjunto con la conservación de los humedales es más resiliente a las amenazas naturales, como los terremotos o eventos extremos del clima” (CEHUM, 2024), sugiriendo así la aplicación de una evaluación exhaustiva de las alternativas potenciales y de las medidas de prevención ante la ejecución de los proyectos de infraestructura. La Ruta Pie de Monte, actualmente en licitación pública, no ha incluido estos estándares en su diseño, manteniendo su trazado original que atraviesa el humedal a pesar de que ingenieros de la Universidad Tecnológica de Delft se oponen a esta decisión debido al impacto negativo que tendría sobre el ecosistema y proponen una mejor solución con la Ruta Costa, la cual se encuentra parcialmente construida (Zelada-Espinosa, 2025).

Esta contradicción, muestra cómo el Estado Chileno genera normas y estándares ambientales innovadores que luego quedan subordinados a decisiones infraestructurales tomadas previamente, reconociendo lo que Brown (2015) identifica como “razón neoliberal” donde cualquier consideración ambiental queda sujeta a un cálculo costo-beneficio, donde la conectividad regional y la valorización del suelo y las propiedades tienen una priorización sobre la integridad del ecosistema.

La proyección de la Ruta Pie de Monte, además, está directamente relacionada con la proyección de urbanización para San Pedro de la Paz. Dado la crisis habitacional que se vive a nivel nacional, los suelos frágiles se ven amenazados por la presión por urbanizar, como dato de la causa el Área Metropolitana de Concepción necesita alrededor de 23.000 nuevos hogares para saldar el déficit existente de viviendas (MINVU, 2024).



*Fig. 9: Construcción San Pedro del Valle sobre Humedal
Fuente: Elaboración Propia 2025.*

Históricamente el Sistema Humedal Los Batros ha sido rellenado para dar lugar a la construcción de sectores residenciales como es el caso de Boca sur, Michaihue y San Pedro del Valle (Fig. 9). Este uso de suelo frágil de alto valor ecosistémico no solo evidencia repercusiones ecológicas importantes, sino que también pone al descubierto desigualdades socioambientales profundas que sufre el territorio (Rojas, et al. 2017).

El deficiente marco normativo bajo el cual se encuentra “protegido” no es solo uno de los factores que permite y avala su constante fragmentación, sino que también implica consecuencias ecosistémicas y un grave problema de justicia ambiental que acentúa aún más las desigualdades socioespaciales en el territorio. La comuna de San Pedro de la Paz tiene el segundo Coeficiente Gini más alto del país (0,541), desigualdad que tiene su representación en la inequidad de riesgo ambiental que presenta la comuna y en las desigualdades en el acceso a recursos naturales que entregan funciones ecológicas y valores ambientales (Vásquez et al, 2009).

El Humedal Los Batros ejemplifica la intersección entre degradación del entorno natural y la segregación socioespacial. Esto se puede ver reflejado en cómo las áreas que acogen población de ingresos medios-bajos (Grupo D) están expuestas a amenazas de inundación y deflación eólica, afectando mayoritariamente a las poblaciones localizadas en sectores adyacentes o pertenecientes al Humedal Los Batros (Vásquez et al., 2009). Es más, sectores de altos ingresos como Andalué e Idahue cuentan con infraestructura de protección y áreas verdes privadas mientras en los barrios de menores ingresos como Michaihue y Boca sur no cuentan con acceso equitativo a áreas verdes de calidad, los cuales además sufren las consecuencias de las inundaciones. Esta distribución desigual de amenazas y amenidades ambientales representa una forma de injusticia ambiental que, además el Puente Industrial y en un futuro la Ruta Pie de Monte, multiplican al fragmenta aún más el territorio (Schlosberg, 2007; Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025).

Se identifica así, una inequidad territorial en el acceso a humedales urbanos como potenciales áreas verdes. En su mayoría las áreas verdes urbanas tienen un tamaño menor a 5.000 m² (Herrera-Cifuentes et al., 2014) y las de menor calidad se concentran en los sectores de menores ingresos. Esta fragmentación de espacios verdes públicos se contrasta con la existencia de grandes extensiones privadas en sectores de mayores ingresos (Fig. 9). De esta forma, el Humedal Los Baros representa una oportunidad para revertir esta inequidad mediante un urbanismo del paisaje aplicado por medio de soluciones basadas en la naturaleza que incorporen las funciones ecológicas de regulación hídrica, provisión de hábitat, recreación pasiva y mitigación climática (Frantzeskaki, 2019; Abata et al., 2025). No obstante, debido a su degradación progresiva y constante, la construcción del Puente Industrial y futura materialización de la Ruta de Pie de Monte amenazan con profundizar aún más las segregaciones espaciales, deteriorando el acceso de la comunidad a este importante cuerpo hídrico.

La cohesión social y la identidad territorial se ven directamente afectadas por la degradación del Humedal Los Batros. El crecimiento poblacional desordenado que ha sufrido San Pedro de la Paz en las últimas décadas llevo a que su población aumentara de 70 mil a 150 mil habitantes, proceso bajo el cual comunidades de menores ingresos fueron sistemáticamente excluidas de procesos de planificación urbana (Thompson-Loyola, 2020). La destrucción de 70 hectáreas del humedal para construir condominios privados, mientras sectores de menor ingresos carecen de espacios públicos de calidad, demuestra cómo la distribución desproporcionada de amenazas ambientales entre distintos grupos socioeconómicos erosiona el tejido social y profundiza la segregación urbana.

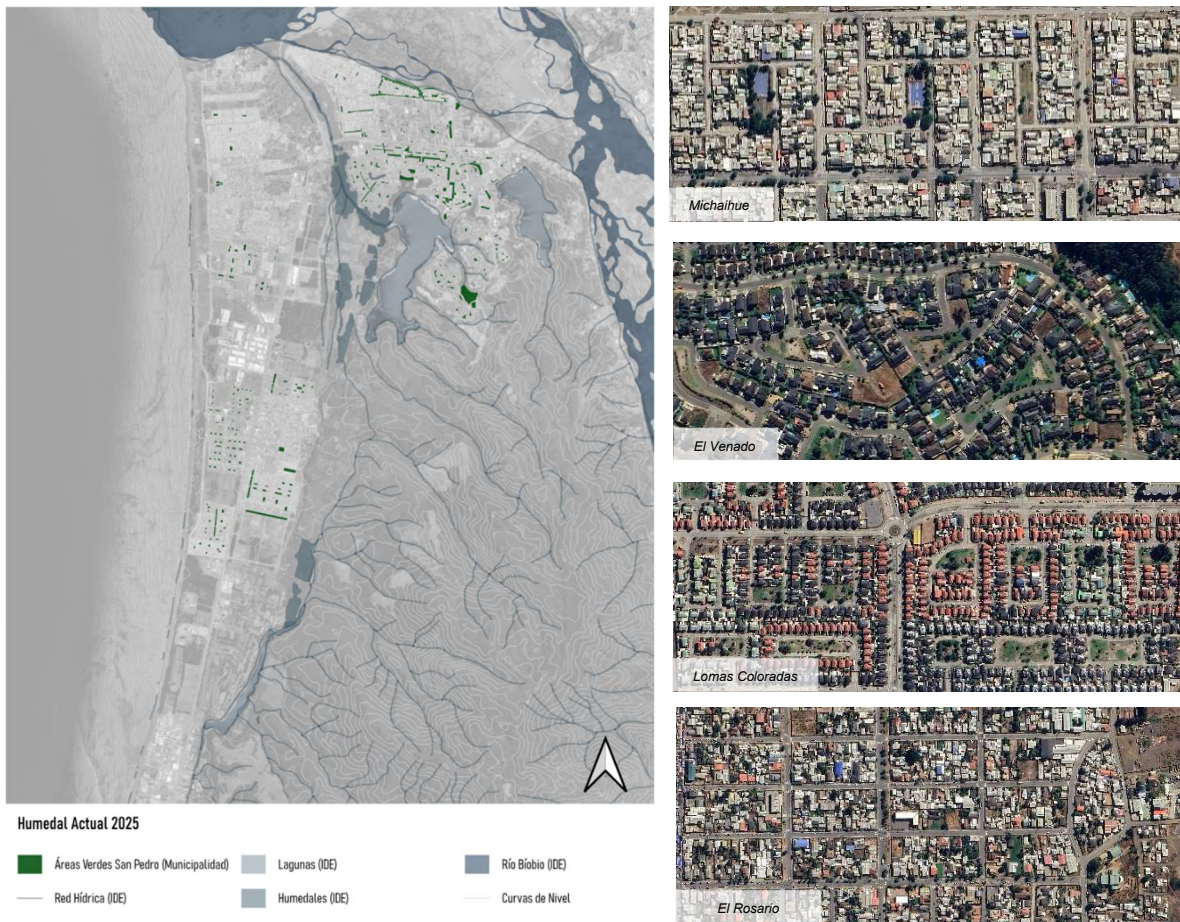


Fig. 10: Diferencia acceso a áreas verdes San Pedro de la Paz
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Así, la participación comunitaria en favor de la protección del humedal surge como una respuesta a la exclusión sistemática existente en el territorio. Organizaciones como “Defendiendo San Pedro” representan no solo una lucha ambiental, sino que una reivindicación del derecho a la ciudad y a un ambiente sano para todas y todos los habitantes. Sin embargo, a pesar de la oposición ciudadana frente al uso del humedal para la expansión urbana y la construcción del puente industrial, el peso económico de desarrolladores inmobiliarios y la conectividad regional fueron más fuertes, evidenciando asimetrías de poder que perpetúan una injusticia ambiental (Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025).

La pérdida de espacios públicos de calidad y la escasez de áreas verdes accesibles en San Pedro de la Paz reafirman la necesidad de revitalizar y proteger el humedal como un lugar de encuentro y cohesión social (Fig. 10). Los escasos de iniciativas educativas y programas comunitarios que promuevan la preservación del humedal limitan el conocimiento sobre su relevancia, y, en consecuencia, la participación activa de la población en favor de su protección, cuidado y preservación (Alikhani et al, 2021).

En conclusión, la problemática trasciende la dimensión ecológica para reconocerse como una manifestación territorial de contradicciones estructurales del modelo de desarrollo urbano chileno



donde los marcos normativos que protegen los ecosistemas facilitan su apropiación (Santuario de la Naturaleza, ausencia de reconocimiento como Humedal Urbano, Estándares del MOP no aplicados), la crisis habitacional y la expansión urbana es manejada por medio del despojo de bienes naturales, los instrumentos de planificación se encuentran fragmentados y priorizan la conectividad regional y el crecimiento urbano por sobre la integridad ecológica local, y por último, la distribución inequitativa sistemática de riesgos y beneficios ambientales que profundizan la segregación socioespacial (Vergara-Perucich & Arias-Loyola, 2025).

La publicación de los Estándares MOP 2024, su no aplicación en la Ruta Pie de Monte y la dilatación en la declaración de Humedal Urbano por la ley 21.202 evidencian que la institucionalidad ambiental produce regulaciones avanzadas que luego quedan a disposición de las decisiones infraestructurales e inmobiliarias. Abordar esta problemática requiere trascender el enfoque técnico-mitigatorio para confrontar las racionalidades políticas y económicas que constantemente priorizan la urbanización extractivista por sobre la sostenibilidad ecosistémica.

La constante pugna entre desarrollo infraestructural y preservación ambiental entrega una oportunidad que pretende ser aprovechada en este TFI por medio del cuestionamiento del modelo de ciudad extractivista existente para plantear una evolución a un modelo en el cual los sistemas naturales estructuran el crecimiento territorial utilizando soluciones basadas en la naturaleza que garantizando justicia ambiental, resiliencia climática y derecho a la ciudad para todas y todos (Abata et al., 2025; Mahajan, 2025; Vásquez, 2024).



4 PREGUNTA E HIPÓTESIS PROYECTUAL

Pregunta Proyectual

¿Qué operaciones territoriales y estrategias de diseño urbano sostenible contribuyen al balance ciudad-naturaleza en el Sistema Humedal Los Batros beneficiando la estructura ecológica, social y urbana de San Pedro de la Paz, frente a los impactos generados por la expansión urbana en contextos urbanos contemporáneos?

Hipótesis

La incorporación de operaciones territoriales y estrategias de diseño urbano sostenible basadas en la mirada del urbanismo del paisaje permiten aportar en la conceptualización de la preservación y mejora del Sistema Humedal Los Batros respondiendo a las necesidades sociales, urbanas y ecológicas de San Pedro de la Paz.

5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivo General

Desarrollar una propuesta multiescalar de diseño urbano sostenible para el territorio de San Pedro de la Paz que integre y articule las dinámicas y transformaciones urbanas con el sistema hídrico del Humedal Los Batros, orientada a fortalecer su rol como infraestructura natural reguladora y a sentar las bases para su futura recuperación ecosistémica.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar la situación actual del Sistema Humedal Los Batros y su área de influencia, identificando las dinámicas de fragmentación ecológica, a partir del análisis de antecedentes históricos, ambientales y urbanos.
2. Analizar los usos productivos emplazados en el Sistema Humedal Los Batros para proponer un diseño que evalúe la posibilidad de integración entre las dinámicas hídricas presentes en el territorio y dichos usos.
3. Formular una propuesta proyectual multiescalar: escala Paisaje Hídrico (laguna–humedal–río), escala Humedal Los Batros y escala tejido urbano (Conflicto Ruta Pie Monte), basada en operaciones territoriales y diseño urbano sostenible que incorporen la infraestructura verde-azul para una coexistencia equilibrada entre los sistemas construidos y naturales (Fig. 11).



Fig. 11: Imagen Objetivo de la Propuesta basada en la integración del sistema natural-urbano
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

6 ANTECEDENTES DEL CASO

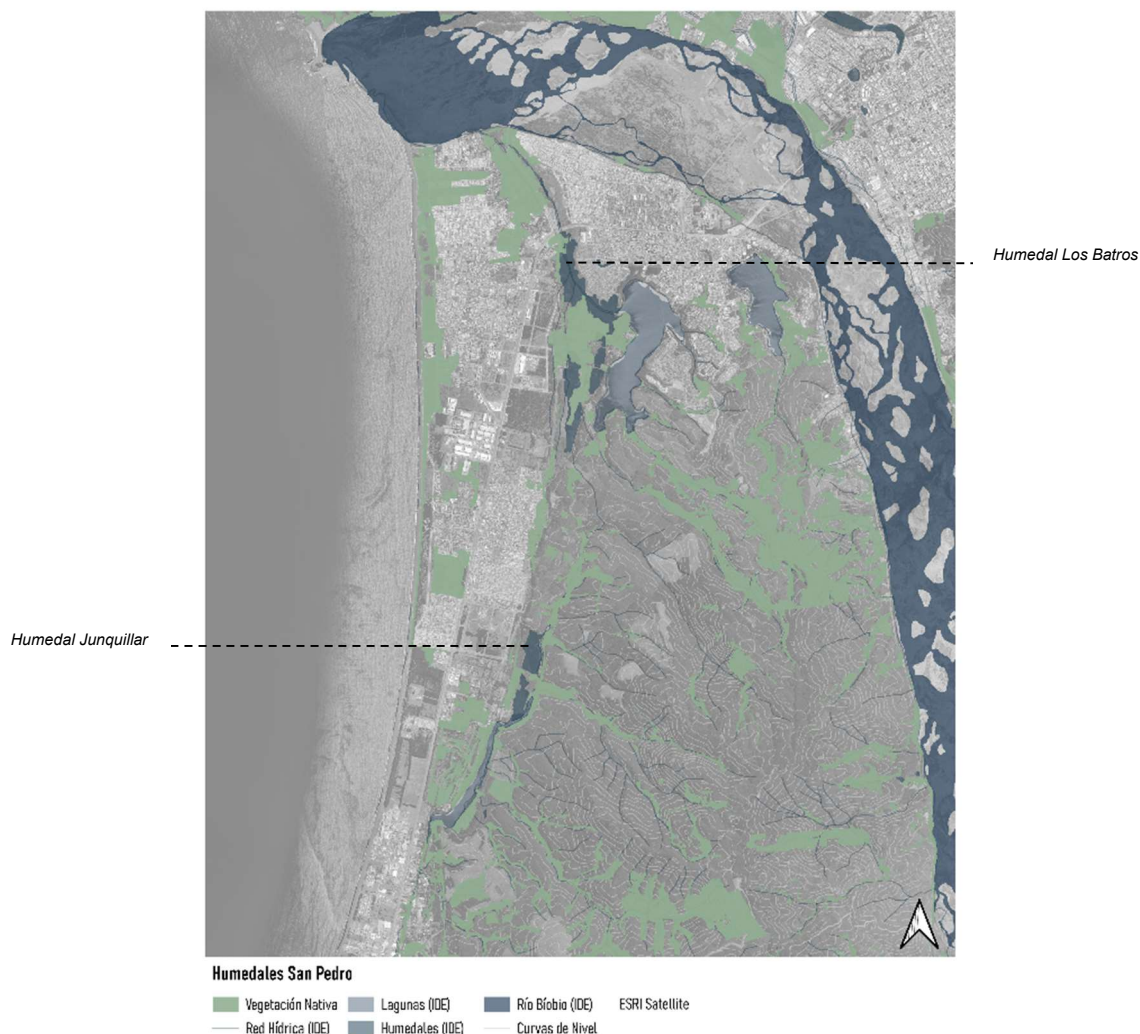


Fig. 12: Identificación Humedales San Pedro de la Paz
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La comuna de San Pedro de la Paz cuenta con dos humedales dentro de su territorio, Humedal Junquillar y Humedal Los Batros (Fig. 12), siendo este último el más reconocido tanto por la población como por las antropizaciones que ha sufrido en los últimos años.

El Sistema Humedal Los Batros está ubicado en la comuna de San Pedro de la Paz, Región del Biobío, Chile, el que se encuentra dentro del Área Metropolitana de Concepción (AMC). Un ecosistema de aproximadamente 500 hectáreas, que se extiende entre los sectores Boca Sur, Candelaria, Michaihue, Fundo Los Guindos y San Pedro del Valle, en el entorno del Río Biobío y de las lagunas Grande y Chica de San Pedro. Su ubicación lo convierte en un espacio de transición entre el espacio natural y el espacio urbano, constituyéndolo además en un ecosistema clave para la sostenibilidad ambiental de la comuna (Rojas et al., 2017).

El Humedal se encuentra en la cuenca del Río Biobío, lo que le otorga una alta relevancia hidrológica en términos de regulación de flujos de agua, recarga de acuíferos y control de inundaciones. Esta

conectividad hídrica funciona como un corredor ecológico entre el Río Biobío, Laguna Grande y Laguna Chica, siendo fundamental para el funcionamiento del sistema hidrológico regional. El hecho de encontrarse adyacente a zonas urbanas con alta densidad de población lo convierten en un lugar relevante para la provisión de funciones ecológicas y ambientales, y más aún en el contexto del inminente cambio climático que potencia la frecuencia e intensidad de los eventos extremos de la región (Díaz, 2017; Rojas et al, 2015; Martínez et al., 2019).

La transformación del territorio correspondiente al Humedal Los Batros desata su inicio con la llegada de las industrias papeleras al Gran Concepción (1957-1958), trayendo con ellas un proceso de urbanización que se aceleraría profundamente en las siguientes décadas. Este desarrollo productivo es el origen de la presión territorial que se acentuaría con la obra del Puente Juan Pablo II (1968-1974). Este puente marcó el límite infraestructural más importante de la época, ayudando a concretar el proceso de urbanización masiva de la ribera sur del Río Biobío y alterando de forma irreversible los patrones de flujo hídrico entre el río y el humedal (Smith-Guerra et al., 2009). El impacto de esta infraestructura va mucho más allá de su mero propósito conectivo entre San Pedro y Concepción, pues se transformó en el detonante de un proceso de urbanización que cambiaría el aspecto del lugar en las siguientes décadas.

San Pedro de la Paz es declarado como comuna el 29 de diciembre de 1995, constituyéndose un espacio que ya se había transformado por las dinámicas anteriormente mencionadas y en el cual la nueva gestión comunal tuvo un reto de gestionar un territorio en plena urbanización. Sin embargo, la falta de planificación territorial durante sus primeros 14 años de vida comunal debido a la inexistencia de un Plan Regulador Comunal, dio paso a que las inmobiliarias acomodaran la expansión urbana a lógicas de mercado, lejos de una planificación territorial que integrara los sistemas naturales (Rojas et al., 2017). De esta forma, la desregulación normativa forma parte de uno de los periodos con mayor presión inmobiliaria sobre el Humedal, instalando un patrón de desarrollo que prioriza la rentabilidad económica por sobre la sostenibilidad ambiental.

Investigaciones realizadas por Martínez et al. (2019) documentan el patrón sistemático de degradación ecosistémica que expone la magnitud del impacto urbano. Durante el periodo de 1975-1990 se registra la pérdida inicial de cerca del 20% de áreas de alta calidad ambiental, coincidiendo con la sustitución de vegas naturales por usos agrícolas intensivos y las primeras presiones urbanizadoras. Esta etapa sentaría las bases para el avance del proceso de transformación muchísimo más agresivo en la década siguiente.

De 1990 a 2004 el ecosistema se ve fragmentado de manera drástica, llegándose a observar como un parche homogéneo en 1975 se transforma en 13 parches independientes en 2004, mientras que la superficie urbanizada se triplica a 526 hectáreas de 1978 a 1712 en 2015, alcanzándose la cúspide de la construcción en el peak inmobiliario del año 2000 que visibiliza la hegemonía de la cobertura urbana (Martínez et al, 2019).

El periodo de 2000-2015 articula definitivamente el patrón de urbanización con un aumento del 6,4% al 23,2% del área total del humedal (Martínez et al, 2019). Proyectos emblemáticos como San Pedro del Valle, Andalué y los conjuntos habitacionales de Costa Norte dan cuenta de esa transformación del paisaje natural en territorio urbanizado.

El desarrollo de la inmobiliaria Aitú es uno de los casos que resulta ser más gráfico de la lógica depredadora del modelo, en la medida que, con el consentimiento del municipio, rellenó 70 hectáreas del humedal para construir un condominio privado (Fig. 13), obstaculizando el cauce de salida del



agua hacia el río Biobío, lo que supuso un riesgo de inundación para los sectores vulnerables como Candelaria y Boca Sur (Martínez et al, 2019). No sólo se destruyeron ecosistemas valiosos, sino que se trasladaron los costos ambientales hacia las comunidades más vulnerables, lo que explica las dimensiones de injusticia ambiental del modelo de desarrollo.

El Puente Industrial (2021-2025) es en el presente la continuación de esta lógica desarrollista, pues representa una nueva vulneración del ecosistema que trae consigo nuevas amenazas a la fragmentación de la naturaleza. En este sentido, la obra interrumpe los flujos hídricos, fragmenta los hábitats modifica la conectividad ecológica del área introduciendo nuevas presiones físicas y antrópicas que afectan la biodiversidad local y disminuyen así también la capacidad del humedal para brindar funciones ecológicas y ambientales. La obra profundiza el proceso de urbanización y pone en riesgo la integridad del sistema hídrico que se conecta con la Laguna Grande (Muñoz, 2024).

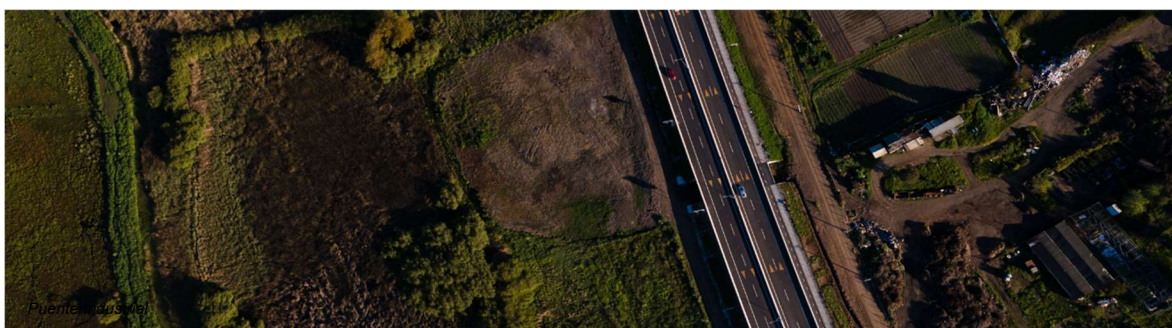


Fig. 13: Antropizaciones en Humedal Los Batros
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El Sistema Humedal Los Batros está sometido a procesos de degradación medioambiental, asociados al avance de la urbanización. La Laguna Grande, sistema hidrológico asociado al humedal, presenta una gran eutrofización desde los años ochenta, con un crecimiento exagerado de macrófitas, falencia de oxígeno en sitios de mayor profundidad y la producción de fetidez por descomposición orgánica (Parra, 1989; Cruces et al., 2001). La urbanización impermeabiliza los suelos y eso hace aumentar la escorrentía que arrastra contaminantes difusos, tales como: residuos sólidos, hidrocarburos y nutrientes, a los cuerpos de agua (Parra, 1989). Sectores como Candelaria y Boca Sur carecen de infraestructura sanitaria lo que hace más frecuente la generación de vertimiento de efluentes domésticos (Martínez et al., 2019), mientras las prácticas agrícolas en vegas aportan agroquímicos y sedimentos sin zonas buffer de amortiguamiento (Rojas et al., 2015).

Todas estas situaciones evidencian la transformación del espacio territorial del Sistema Humedal Los Batros, lo cual entre las diversas consecuencias ha generado patrones de inequidad socioambiental (Dobbs et al., 2019; Vásquez, 2024). Las cifras del censo 2024 dieron a conocer que San Pedro de la Paz posee 150.992 habitantes convirtiéndose en la tercera comuna más poblada de la Región de Biobío, pero la que cuenta con la tasa de crecimiento demográfico más alta en el AMC (Radio UdeC, 2025). Sin embargo, esta situación ha perpetuado la extrema desigualdad socio económica (Aldana-Domínguez et al., 2024) la cual desencadena una inequidad socioambiental que se evidencia una distribución diferenciada del acceso a las funciones ecológicas y ambientales del Humedal.

Es así como esta situación acompañada del conocimiento de la población sobre la continua degradación del Humedal Los Batros, ha llevado a la aparición de agrupaciones como defendiendo San Pedro y San Pedro Sustentable quienes han luchado constantemente por la protección de este cuerpo hídrico frente amenazas como el recientemente inaugurado Puente Industrial. Lo cual refleja la profunda valoración e interés de la población por el humedal.

Los resultados de esta valoración ciudadana están respaldados por la evaluación valorativa científica de los servicios ecosistémicos del humedal, realizada por Rojas et al. (2016). En esta investigación se identifican un total de 31 subservicios ecosistémicos que presta el humedal y que se categorizan en tres grandes grupos. Los servicios culturales son los más reconocidos (2.7/3.0) seguido por los servicios de regulación que obtienen una alta valoración (2.3/3.0) mientras los servicios de provisión destacan por la baja valoración obtenida (1.3/3.0), lo cual se encuentra en coherencia con la función ecológica extractivista del humedal. Esta diversidad funcional está acompañada de una rica biodiversidad que incluye 41 especies de plantas pertenecientes a 20 familias botánicas y 87 especies de fauna, donde sobresale el caso de las aves, existiendo especies endémicas como *Blepharocalyx cruckshanksii* (temu) y *Citronella mucronata* (naranjillo), ambas especies conservacionistas y vulnerables (Sepúlveda-Zúñiga et al., 2016).

El reconocimiento de estos valores ha impulsado la búsqueda de marcos normativos de protección. Su declaración como Santuario de la Naturaleza en 2020 significó un avance, sin embargo, esta no ha sido suficiente para proteger al ecosistema del desarrollo urbano. Si bien La Ley 21.202 proporciona un marco normativo específico para estos ecosistemas, el Humedal Los Batros aún no ha sido declarado oficialmente bajo esta normativa, lo cual evidencia vacíos significativos en la implementación de instrumentos de protección (Rojas, 2024).

La declaración del Sistema Humedal Los Batros como Santuario de la Naturaleza en el año 2020, concretada mediante toma de razón de la Contraloría en febrero de 2022, debería haber dado lugar

a un punto inflexión de la protección de este cuerpo hídrico. Sin embargo, quedó de manifiesto el proceso de subordinación de la conservación ecológica a la construcción inmobiliaria: las apelaciones de Rentas Patio SpA e Inmobiliaria Los Guindos lograron reducir la superficie protegida pasando de 334 hectáreas a 312 hectáreas (Radio UdeC, 2022; Álvarez, 2021). Esta reducción de 22 hectáreas evidencia que, incluso bajo una figura de alta protección ambiental chilena como es la declaración de Santuario de la Naturaleza, los humedales siguen siendo pensados como recursos susceptibles a la apropiación privada. Tal y como lo documenta la Red de Humedales del Biobío "contando incluso con perímetros de Santuario de la Naturaleza, los humedales siguen siendo intervenidos"(Varela, 2023). Esta paradoja es lo que Harvey (2012) denomina como "acumulación por desposesión", este término hace referencia a como los bienes comunes naturales pasan a convertirse en mercancías inmobiliarias mediante mecanismos jurídicos que formalmente protegen estos sistemas, pero en la práctica facilitan la extracción de estos.

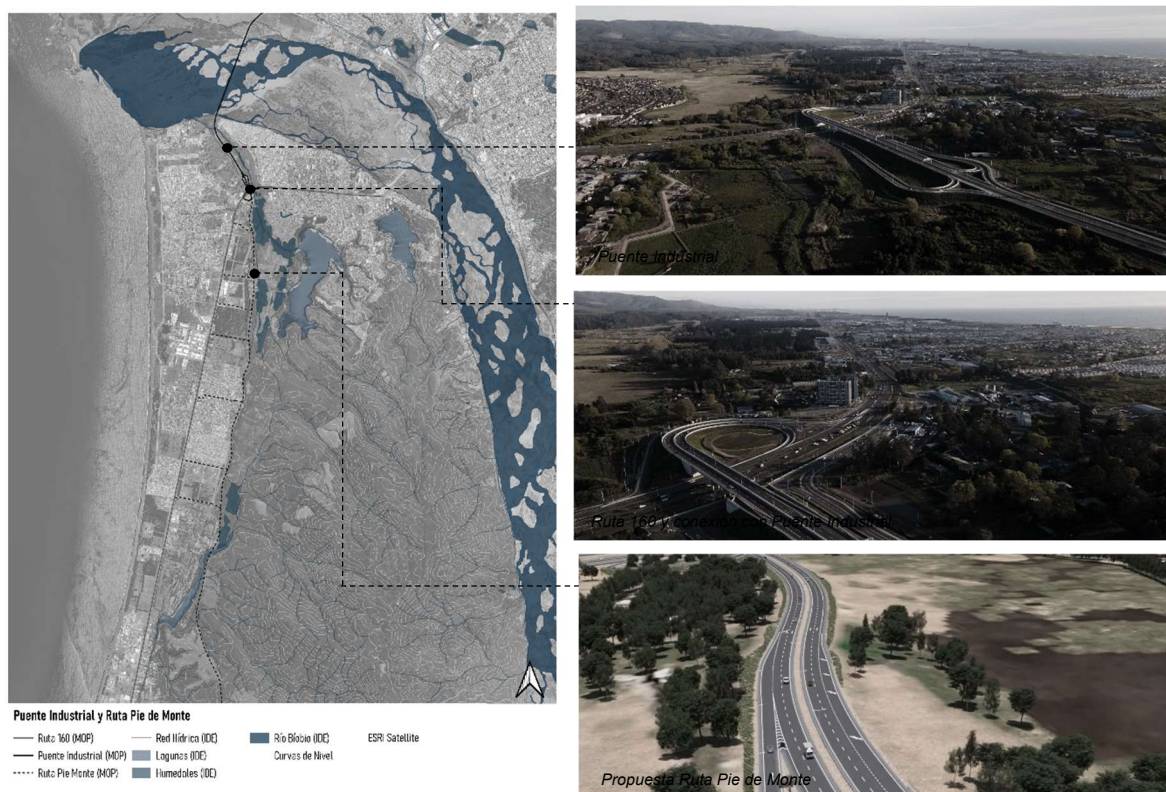


Fig. 14: Antropizaciones en Humedal Los Batros
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Esta contradicción se incrementa de modo dramático en el presente con el proyecto de la Ruta Pie de Monte (Fig. 14), carretera de 20 kilómetros que unirá San Pedro de la Paz y Coronel, con una inversión proyectada de US\$420 millones, cuya construcción se proyecta entre 2029 y 2032 (MOP, 2023; Carrasco, 2023). Dicha infraestructura vial que ya se encuentra en proceso de licitación, pasará por el Humedal Los Batros, declarado ya como Santuario de la Naturaleza, y aumentará la fragmentación ecosistémica iniciada por el Puente Industrial (2021-2025). La literatura científica documenta que las redes viales son el principal agente fragmentador de los hábitats, con consecuencias en la pérdida de conectividad ecológica, con consecuencias en la alteración de los

flujos hidrológicos, la disminución de funciones ecológicas y ambientales, y, en el incremento de la mortalidad de la fauna (Trombulak & Frissell, 2000; Das et al., 2025; Prasanya et al., 2024).

Recientes estudios en humedales asiáticos demuestran que la expansión de las redes viales aumenta la densidad de los bordes y fragmenta los parches de hábitat con consecuencias importantes en la calidad ecosistémica, sobre todo en sistemas acuáticos donde la conectividad tiene efectos críticos en la regulación hidrológica como son los humedales (Das et al., 2025). La Ruta Pie de Monte fragmentará de forma irreversible la cadena hídrica que une a los humedales entre San Pedro de la Paz y Coronel, humedales que son ecosistemas críticos para la regulación climática, para la absorción de aguas lluvias y para el mantenimiento de la biodiversidad local.

Ante este complejo escenario que vive el ecosistema del Humedal Los Batros, investigaciones académicas han propuesto diversas estrategias de soluciones basadas en la naturaleza que permiten compatibilizar el desarrollo urbano, preservación medioambiental y reducción de riesgos socioambientales que son aplicables a este contexto. Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) son una alternativa muy viable, dentro de ellos se incluyen humedales artificiales para el tratamiento de escorrentía, zanjas de biorretención con vegetación nativa, pavimentos permeables y jardines de lluvia. Junto a estos se puede aplicar un Diseño Sensible al Agua (WSUD) el cual propone una gestión integrada del ciclo del agua urbano, implementando técnicas de captación de aguas pluviales y biorretención que pueden reducir hasta un 80% la escorrentía superficial (Rojas et al., 2019). Casos internacionales exitosos como el Hunter's Point South Waterfront en Nueva York y el London Wetland Centre demuestran la viabilidad de transformar áreas degradadas en espacios multifuncionales que combinan conservación, protección contra inundaciones y servicios recreativos.

Un referente de intervención en el propio Humedal Los Batros es el Parque Humedal Los Batros (Fig. 15), inaugurado el 2018 y diseñado por PAN Estudio y Christian Glavic, el cual representa una búsqueda de equilibrio entre ciudad y naturaleza. La inversión de 4.000 millones de pesos se refleja en un proyecto que incluye senderos elevados de madera que buscan minimizar el impacto sobre el ecosistema, miradores estratégicos para el avistamiento de aves y zonas de restauración ecológica con espacios nativos que acumulan agua con la finalidad de recuperar espacio de humedal.



Fig. 15: Parque Humedal Los Batros
Fuente: www.paisajeo.com



Este diseño reconoce al humedal como una infraestructura verde urbana viva y esencial, integrando sus funciones de regulación hídrica, preservación de biodiversidad y recreación pasiva. Sin embargo, el parque solo abarca una pequeña fracción del ecosistema total, lo cual evidencia que las intervenciones puntuales, si bien son muy valiosas, resultan insuficientes sin estrategias integrales de gestión territorial que comprendan la complejidad del sistema socioecológico total.

El Humedal Los Batros representa por tanto un ejemplo emblemático de los problemas de los ecosistemas urbanos en las ciudades latinoamericanas en expansión. La pérdida del 73 % de la superficie original y su fragmentación hacia múltiples parches aislados evidencian los efectos del modelo de crecimiento urbano desregulado que ha predominado en las últimas décadas. No obstante, la gran valoración de sus funciones ecológicas y sus valores ambientales, muy especialmente la de aquellas culturales y la de regulación hídrica, sumado a la cada vez mayor movilización social por su protección, pueden abrir posibilidades a intervenciones de diseño multiescalar que reconozcan su valor estratégico.

La articulación del sistema hídrico con las urbanas exige superar la lógica sectorial de intervención, a partir de fusionar instrumentos de planificación territorial, el enfoque del urbanismo del paisaje, soluciones basadas en la naturaleza y mecanismos de participación ciudadana efectiva. El reto proyectual radica en tejer estrategias que coincidan con la consideración del humedal no como un obstáculo al desarrollo urbano, sino como infraestructura ecológica clave en la resiliencia y sostenibilidad metropolitana. La experiencia acumulada en investigación científica local, y en especial los trabajos del programa URBANCOST, ofrece un marco de referencia lo suficientemente rico como para realizar propuestas que entrelacen el saber científico, el diseño urbano sensible al agua y la justicia social y ambiental, como una oferta de un nuevo orden de las relaciones entre el desarrollo urbano y el ecosistema natural que permita una ciudad más sostenible y más equitativa.

7 MARCO CONCEPTUAL

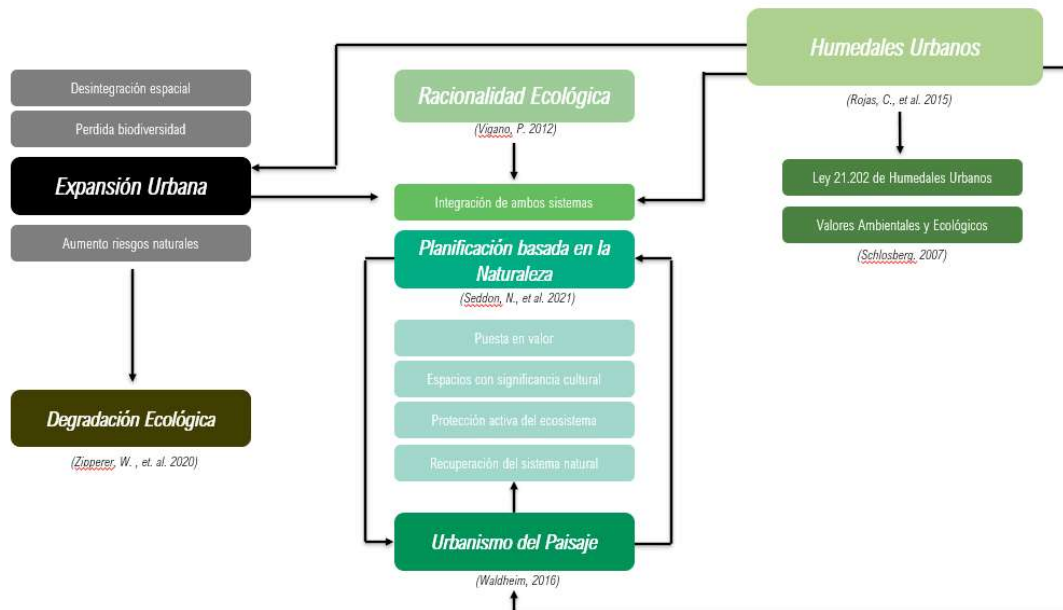


Fig. 16: Mapa conceptual de relaciones entre Conceptos del Marco Teórico
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El marco conceptual de este TFI proporciona los fundamentos teóricos necesarios para poder comprender las estrategias de integración y recuperación del Sistema Humedal Los Batros en el contexto urbano (Fig. 16). Se introducen conceptos esenciales bajo los cuales se estructura el análisis de los retos y oportunidades relacionados con la sostenibilidad y la resiliencia urbana en un entorno marcado por la crisis climática y por la expansión urbana acelerada.

En el desarrollo de este trabajo, uno de los enfoques más esenciales de comprender es el urbanismo del paisaje, término que guía las propuestas y análisis de este TFI. Este término (Landscape Urbanism), tal y como lo señala Waldheim (2017) y Corner (2006) surge como un paradigma epistemológico básico para repensar la ciudad actual. En ella, el paisaje, comprendido como el sistema ecológico e infraestructura territorial, se considerará el medio organizador por excelencia en el diseño urbano. En oposición a enfoques tradicionales que consideran el paisaje como ornamento, el urbanismo del paisaje lo plantea como estructurante que ordena la forma de la ciudad, ya que reconoce que son los procesos naturales, principalmente los hídricos y ecológicos, los verdaderos ordenadores de la forma urbana del siglo XXI (Waldheim, 2017).

Esta producción supone un cambio epistemológico. Mientras que el urbanismo convencional define la ocupación y el trazado vial como elementos estructurales, el urbanismo del paisaje propone una interpretación del territorio como un proceso en el que los sistemas hídricos, las dinámicas ecológicas y los ciclos de la naturaleza anteceden y determinan las formas de habitar (Corner 2006; Viganò 2012). Las investigaciones más recientes demuestran que la aplicación del urbanismo del paisaje permite enfrentar los retos del cambio climático más efectivamente, tales como la pérdida de la biodiversidad o las inequidades socioambientales (Sowińska-Świerkosz et al. 2024).

En este marco, una forma de aplicación del concepto de urbanismo del paisaje son las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), las cuales se convierten en herramientas proyectuales que ponen en acción los principios del urbanismo del paisaje. Las SbN son definidas por la UICN (2016) como acciones inspiradas por la naturaleza, que producen beneficios ambientales, sociales y económicos, y son el medio por el que el urbanismo del paisaje se logra materializar (Seddon et al., 2021). Investigaciones recientes destacan que las SbN deben entenderse como redes de estrategias interconectadas operando en la escala de paisaje, generando una sinergia que aumenta los beneficios de su aplicación (McPhearson et al., 2025; Frantzeskaki et al., 2025).

La literatura establece tipologías de SbN que materializan los principios del urbanismo del paisaje: infraestructura verde-azul (corredores ecológicos, parques inundables, humedales construidos), soluciones de drenaje sostenible (biocanales, pavimentos permeables, techos verdes) y tejidos híbridos que integran el espacio público y la regulación del agua (Kabisch et al., 2016; Raymond et al., 2017). Investigaciones recientes muestran como estas prácticas ofrecen beneficios múltiples y combinados: mitigación de inundaciones, mejoramiento de la calidad del agua, aumento de la biodiversidad, mayor acceso a espacios verdes y espacios públicos más resilientes (Adams et al., 2023).

Otro concepto clave que es necesario estudiar es el Diseño Urbano Sensible al Agua (WSUD), el cual pone el foco en la integración del ciclo del agua en la planificación urbana. Wong y Brown (2009) consideran que el Diseño Urbano Sensible al Agua es un enfoque que sustituye la lógica del drenaje y la canalización por una lógica donde se despliegan sistemas distribuidos, flexibles, multifuncionales que reconocen el agua como el estructurador del territorio. Las investigaciones más recientes evidencian que si se implementa WSUD de manera estratégica se consigue reducir un volumen de inundación entre un 3.5% y un 31.3% de manera normalizada, dependiendo de la intensidad de las tormentas (Singh et al., 2020).

La síntesis de los conceptos del urbanismo del paisaje, SbN y WSUD producen un marco de intervención coherente para dar respuesta a la problemática del Sistema Humedal Los Batros. Este acercamiento permite ir más allá de las aproximaciones sectoriales e intervenciones puntuales, para proponer una aproximación que integre, a la par, las dinámicas ecológicas e hídricas que estructuran el urbanismo por medio de la proyección en diversas escalas. Casos internacionales como el Parque Bishan-Ang Mo Kio (Singapur), Cheonggyecheon (Seul) y Room for the River (Países Bajos) avalan que expandir la naturaleza en el diseño urbano y la planificación del paisaje provoca efectos en la reducción del riesgo de inundaciones, generan identidad local y mejora la calidad de vida de sus habitantes (Brears, 2025).

En términos proyectuales para el sistema Los Batros significa actuar multiescalarmente: a nivel de sistema, laguna-humedal-río restaurando conexiones hídricas mediante sistemas de retención de agua; a nivel de paisaje territorial creando parques amortiguadores y zonas buffer de protección; y a nivel de sitio incorporando jardines de lluvia y bordes escalonados (Rojas-Bernal, 2017 Espinosa et al., 2023). Este enfoque no busca restaurar las condiciones originales sino sentar las bases para una futura regeneración ecosistémica y la reinserción de este ecosistema en el tejido urbano como infraestructura natural estructurante y viva.

Es así como al momento de entender tanto el concepto como la aplicación del Urbanismo del paisaje es que surge un segundo término, el cual complementa y potencia aún más la idea de la naturaleza estructurante: la racionalidad ecológica. Esta plantea una sistemática incorporación de criterios biofísicos (hidroperíodos, conectividad, capacidad de carga) en la planificación y diseño urbano (Ahern, 2013; Beatley, 2010). Este modelo se sostiene en que las ciudades deberían "aprender" del funcionamiento de los ecosistemas, de la misma manera que estos no se adapten a lógicas urbanas (Viganó, 2012) complementando la conceptualización del urbanismo del paisaje. En el caso del Sistema Humedal Los Batros se debe crear una ciudad permeable, como bien conceptualiza Viganó (2006, 2009) "la ciudad porosa", la cual cuenta con espacios abiertos, huecos y márgenes que permiten que la ciudad "respire" permitiendo una mejor adaptación frente a crisis climáticas y absorción hídrica.

Dentro de esta conceptualización, la justicia socioambiental se levanta como un eje crítico, pues reconoce que los efectos negativos de los impactos ambientales y la falta de acceso a los valores ecológicos y ambientales se distribuyen de manera desigual y son particularmente severos para las comunidades de menores ingresos (Harvey, 2012; Schlosberg, 2007). Las investigaciones más recientes demuestran que esas desigualdades sociales se materializan tanto en una exposición diferencial a riesgos ambientales como en un acceso desigual a la infraestructura verde-azul (Brites, 2025; Chancel, 2022; Campos-Vargas et al., 2015). En relación con el Humedal Los Batros, investigaciones en la zona han demostrado que sectores como San Pedro del Valle y Michaihue se han desarrollado sobre suelos inundables, lo que ha aumentado la vulnerabilidad de la población. La construcción del Puente Industrial potencia aún más estos riesgos, al fragmentar cauces y rellenar zonas de humedal.

Así mismo, la gobernanza se entiende como un proceso multiactor y multinivel que coordina las acciones a desarrollarse sobre el uso del territorio (Rojas et al., 2019). Para ser efectiva, una gobernanza debe ser interescalar y coproducida, además de incluir mecanismos de participación que sean vinculantes y de gestión adaptativa (Kabisch et al., 2022). Por otra parte, se ha comprobado que la exitosa implantación de SbN depende en gran medida de configuraciones institucionales que propicien la colaboración intersectorial (Frantzeskaki et al., 2023; Hölscher et al., 2023).

De esta forma, el recorrido conceptual desarrollado permite comprender la complejidad del Sistema Humedal Los Batros y justifica la propuesta multiescalar de diseño urbano sostenible. La articulación del urbanismo del paisaje como paradigma epistemológico que integra las SbN y el WSUD logra ofrecer un marco conceptual que es consistente al traducir la teoría en propuestas concretas. La incorporación de la racionalidad ecológica, de la justicia socioambiental y de la gobernanza asegura que las estrategias sean técnicas y socialmente legítimas y medioambientalmente perdurables. De este modo, se orienta la construcción de escenarios futuros en los que ciudad y naturaleza puedan coexistir de una forma más equilibrada, resiliente y justa; y colocar así al Sistema Humedal Los Batros como infraestructura natural que regule y como activo cultural fundamental para San Pedro de la Paz.

De esta manera, se identifica la tensión entre la naturaleza como estructurante y la expansión urbana acelerada. Este fenómeno de expansión urbana ha sido determinante en muchos contextos ecológicos, modificando paisajes naturales y generando nuevas presiones sobre los ecosistemas hídricos. La expansión se evidencia en la utilización de suelos ambientalmente sensibles y frágiles, lo cual genera una fragmentación del territorio que altera los flujos hidrológicos, disminuye la

conectividad ecológica y debilita la resiliencia ambiental (Forman, 1995; Rojas et al., 2013). La ecología del paisaje señala tres fenómenos: pérdida de hábitat, fragmentación y perforación del territorio, fenómenos que incrementan la vulnerabilidad frente a riesgos naturales (Rojas et al., 2019).

Expansión acelerada

En la Región del Biobío, el crecimiento metropolitano acelerado ha consolidado un modelo de expansión urbana poco planificada en el cual predomina el desarrollo de los proyectos inmobiliarios por encima de la conservación medioambiental (Rojas et al., 2013). La intervención sobre los humedales ha modificado su capacidad de regulación hídrica, lo que incrementa la frecuencia y la intensidad de las inundaciones (Ley 21.202, 2020; Rojas, 2024). Dicho patrón reproduce dinámicas presentes en otras metrópolis latinoamericanas, donde la degradación de los humedales se observa bajo la figura de la profundización de la inequidad socioespacial (Rojas Quezada, 2024).

A su vez, la infraestructura gris (proyectos viales, puentes, rellenos, etc.) provoca una inserción de dinámicas de escala metropolitana en ecosistemas locales, lo que produce un "choque de escalas" entre una lógica de conectividad a escala metropolitana y una lógica de dinámica hidrológica local (Rojas et al., 2019; Moreno et al., 2024). Un ejemplo palpable es el Puente Industrial sobre el Humedal Los Batros, creado para mejorar la conectividad del Gran Concepción (MOP, 2020) se impone por medio de la construcción de muros de contención y rellenos que cortan los flujos hidrológicos y aumentan la presión sobre los barrios residenciales (Muñoz, 2024).

Desde un punto de vista proyectual, conocer estos procesos permite identificar oportunidades para reconvertir y mitigar efectos mediante buffers de vegetación nativa, parques inundables, corredores verde-azules y pasos hidráulicos (Ahern, 2011; Kabisch et al., 2016). Otras investigaciones muestran que la combinación de intervenciones multiescalares, restauración ecológica y diseño urbano sensible al agua producen una reducción significativa de volúmenes de inundación y múltiples beneficios socioambientales (Falcón-Pérez, 2025; Rodríguez-Arce, 2022; Singh et al., 2020).

Es por todo esto que la identificación y definición de los humedales urbanos en el mundo, y especial en nuestro país, es fundamental. El concepto de Humedales Urbanos se define como los ecosistemas hídricos ubicados adyacentes o dentro de áreas urbanizadas, los cuales cumplen funciones esenciales para la regulación ambiental, el soporte de la biodiversidad o la provisión de beneficios socioculturales. En términos de planificación territorial son un gran reto, pero también una gran oportunidad al ser infraestructuras naturales que contribuyen altamente en la resiliencia urbana (Zipperer et al., 2020).

El concepto de humedales como infraestructura natural brota del modelo de parche-corredor-matriz de Forman (1995), donde estos ecosistemas actúan como parches críticos conectados por corredores ecológicos en matrices urbanas. Beatley (2010) concreta esta mirada y la amplía afirmando que el contacto con la naturaleza es una necesidad biológica humana esencial para el bienestar humano urbano. Los estudios más recientes en los entornos latinoamericanos han puesto de manifiesto que los humedales urbanos constituyen elementos vertebradores de sistemas socioecológicos complejos integrados en el contexto sociocultural, económico y de gobernanza (Rojas, 2024).

Los humedales urbanos cumplen funciones hidrorreguladores como son el almacenamiento y la laminación de las crecidas (reduce el tamaño y el tiempo de las inundaciones), la depuración de



contaminantes, la provisión de hábitat para especies nativas y migratorias, y el amortiguamiento climático (Rojas et al., 2019). Los estudios más recientes evidencian que en América Latina estos ecosistemas están sufriendo presiones intensas con tasas de pérdida superior a las del promedio global por la urbanización acelerada y marcos regulatorios débiles (Aldana-Domínguez et al., 2024; Muñoz, 2024; Vidal & Romero, 2010).

Basado en la comprensión de los humedales urbanos y su relevancia ecosistémica, el presente TFI elige conscientemente el uso de los conceptos de valores ambientales y ecológicos por razones éticas y epistemológicas de alta relevancia. Esta visión conceptual comprende que los valores ecológicos y ambientales incorporan el valor intrínseco de los ecosistemas independientemente de su utilidad presente (Díaz et al., 2018; Miranda-Murillo, 2013). Desde un punto de vista proyectual la idea de interiorizar el humedal como un sistema portador de valores múltiples obliga a asumir una racionalidad ecológica que respete límites biofísicos y ciclos naturales como las condiciones que posibilitarán el desarrollo urbano (Ahern, 2013). Así el diseño urbano sostenible debe también preservar e impulsar los valores de la naturaleza, entendiendo al humedal no únicamente como infraestructura hídrica natural de regulación sino como un espacio de identidad, memoria y justicia socioambiental (Espinosa et al, 2019; Álvez et al., 2022).

8 DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología propuesta se basa en un enfoque proyectual cualitativo-exploratorio, complementado de herramientas cartográficas y de análisis territorial multiescalar, lo que permite captar los procesos socioambientales que se relacionan con el Sistema Humedal Los Batros y convertirlos, de esta manera, en criterios de diseño urbano sostenible, haciendo así frente a la hipótesis que se encuentra planteada: La implementación de operaciones territoriales y estrategias de diseño urbano sostenible basadas en la mirada del urbanismo del paisaje permiten aportar a la preservación y mejora del Sistema Humedal Los Batros respondiendo a las necesidades sociales, urbanas y ecológicas de San Pedro de la Paz.

La metodología de este TFI pretende generar conocimiento y contribuir al estudio de este territorio, por lo cual el proyecto no es sólo una propuesta operativa, sino que es a la vez un dispositivo académico que produce ideas, abstrae fenómenos y transforma representaciones del territorio. La metodología que se ha tendido a escoger forma parte de la conocida “research by design”, donde el diseño del espacio es por sí mismo un proceso de investigación que produce nuevo conocimiento sobre las relaciones entre sistemas naturales y urbanos (Lenzholzer et al., 2013, Roggema, 2016). Se dispone de ella tanto como una herramienta de conocimiento como de cambio, posicionándose como una contribución al campo emergente de soluciones basadas en la naturaleza para el caso de humedales urbanos.

La metodología se estructuró en 3 fases interrelacionadas, cada una de ellas vinculada a un objetivo particular, que van desde el análisis del espacio territorial en sus diferentes escalas hasta un planteamiento proyectual para la integración ecológica del Sistema Humedal Los Batros. Las fases ponen en juego fuentes concretas de información, técnicas de recolección de datos y procesos de análisis que conducen, de forma progresiva, al establecimiento de las escalas de intervención, desde la totalidad del sistema territorial hasta la selección del específico sitio de diseño.

La modalidad proyectual multiescalar se fundamenta en tres dimensiones complementarias:

1. Comprensiva-diagnóstica: que reconoce los procesos históricos, ambientales y urbanos que determinan la situación actual del Humedal Los Batros.
2. Analítico-proyectiva: que transforma la información territorial en matrices cartográficas integradas que dan visibilidad de conflictos socioambientales, vulnerabilidades territoriales y posibilidades de regeneración ecosistémica.
3. Propositiva: que produce estrategias de diseño urbano sostenible aplicadas a parcelas concretas, validando una propuesta que se fundamenta en el urbanismo del paisaje, la recuperación hídrica y la coexistencia equilibrada entre sistemas naturales y construidos.

Desarrollo Metodológico

Objetivo Específico	Variables	Indicador	Técnica de recolección e instrumentos	Fuente	Procesamiento y técnica de análisis
1. Caracterizar la situación actual del Sistema Humedal Los Batros y su área de influencia, identificando las dinámicas de fragmentación ecológica, a partir del análisis de antecedentes	- Morfología natural del humedal - Cobertura vegetal nativa - Dinámicas de expansión urbana - Fragmentación ecológica	- Mapas de evolución histórica del humedal - Pérdida de superficie hídrica y ecológica - Identificación de áreas de presión urbana	- Análisis cartográfico comparativo - SIG (Sistemas de Información Geográfica) - Revisión documental de planos reguladores	- Archivos municipales - IDE Biobío - Imágenes satelitales históricas - PRC/PRMC - Estudios previos - Bibliografía académica	- Superposición cartográfica de tres matrices (azul, verde, gris) - Comparación temporal-espacial - Análisis territorial multiescalar - Identificación de dependencia hídrica de



Objetivo Específico	Variables	Indicador	Técnica de recolección e instrumentos	Fuente	Procesamiento y técnica de análisis
históricos, ambientales y urbanos.	- Red hídrica	- Localización de quebres en el sistema hídrico - Relación entre masa nativa y cuerpos de agua	- Análisis multitemporal de imágenes satelitales		ecosistemas nativos
2. Analizar los usos productivos emplazados en el Sistema Humedal Los Batros para proponer un diseño que evalúe la posibilidad de integración entre las dinámicas hídricas presentes en el territorio y dichos usos.	- Usos productivos (forestal, residencial, infraestructura vial) - Factor socioambiental - Justicia territorial - Exposición al riesgo hídrico	- Localización, tipologías y compatibilidad de usos con red hídrica - Superficie de áreas verdes por habitante - Accesibilidad y calidad de espacios públicos - Población expuesta a riesgos de inundación - Relación entre vulnerabilidad social y degradación ambiental	- Matriz Azul-Verde-Gris (síntesis cartográfica integrada) - Cartografía temática - SIG - Análisis de cambio de uso de suelo productivo forestal a urbano - Cálculo de inequidad socioambiental	- Catastros de uso de suelo - Imágenes satelitales multitemporales - PRC/PRMC - Estudios municipales - IDE Biobío - Informes MMA y GORE - Datos DGA - Catastros de riesgo	- Superposición de matrices (dinámicas hídricas, estructura ecológica, ocupación antrópica) - Análisis espacial de compatibilidad y conflicto entre usos y dinámica hídrica - Cruce de capas en SIG - Cálculo de m ² /hab de áreas verdes - Construcción de índice de inequidad socioambiental - Mapas de exposición al riesgo por sectores socioeconómicos
3. Formular una propuesta proyectual multiescalar —a nivel de sistema (laguna-humedal-río), unidad territorial (tramo del humedal Los Batros) y sitio específico—, basada en operaciones territoriales y diseño urbano que incorporen la infraestructura verde para una coexistencia equilibrada entre los sistemas	- Escalas de intervención (sistema, unidad territorial, sitio) - Estrategias de infraestructura verde - Integración espacio público-ecosistema - Operaciones territoriales de regeneración - Continuidad de matrices azul-verde	- Plan Maestro a escala sistema - Operaciones territoriales para el sistema mayor (continuidad y protección de zonas verdes-azules) - Estrategias de diseño urbano sostenible - Definición de operaciones territoriales (mitigar, prevenir, preservar) - Incorporación de valores ecológicos y	- Taller proyectual (planos, esquemas, renders) - Análisis multiescalar - Síntesis de diagnósticos previos - Diseño de operaciones territoriales basadas en matrices cartográficas	- Resultados de objetivos 1 y 2 - Matriz Azul-Verde-Gris - Sistema territorial identificado - Bibliografía sobre diseño urbano sostenible e infraestructura verde - Casos de estudio de recuperación de humedales urbanos	- Propuesta gráfica y proyectual multiescalar - Diseño de operaciones territoriales para el sistema mayor - Integración de criterios ecológicos, sociales y urbanos - Evaluación de coherencia entre escalas de intervención



Objetivo Específico	Variables	Indicador	Técnica de recolección e instrumentos	Fuente	Procesamiento y técnica de análisis
construidos y naturales.		ambientales en la propuesta - Modelo territorial ciudad-naturaleza			

Objetivo Específico 1: Caracterizar la situación actual del Sistema Humedal Los Batros y su área de influencia, identificando las dinámicas de fragmentación ecológica, a partir del análisis de antecedentes históricos, ambientales y urbanos.

Primero se procede a una búsqueda y análisis de información secundaria asociada al estudio de los humedales urbanos, las funciones ecológicas y ambientales y su interrelación con el tejido construido. Se consideran dos tipos de fuentes: los trabajos científicos, así como los libros relacionados con la ecología política urbana y el desarrollo sostenible. También, los planos reguladores (el Plan Regulador Metropolitano de Concepción y el Comunal de San Pedro de la Paz), la normatividad vigente vinculada a la Dirección General de Aguas (DGA), los informes del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), así como de la Gobernación Regional del Biobío, y los trabajos de tesis que se encuentran en el área de la investigación de trabajos de referencia asociados a casos análogos.

Realizada ya la recopilación se procede a elaborar un análisis territorial comparativo a partir de la información cartográfica oficial que proporciona la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE Biobío, IDE Chile), catastros municipales, ortofotos, imágenes satelitales históricas y planos reguladores. La recolección se lleva a cabo mediante la georreferenciación de las capas SIG, elaborando posteriormente un conjunto de mapas temáticos que contemplan la evolución de la red hidrológica, las condiciones de la cobertura vegetal nativa, cambios de uso de suelo, la expansión urbana, la infraestructura vial y áreas de riesgo natural.

El análisis se lleva a cabo mediante la superposición cartográfica crítica de tres matrices que se complementan entre sí:

- Matriz Azul: dinámicas hídricas, cuerpos de agua, permanentes y temporales, zonas de inundación
- Matriz Verde: vegetación nativa, bosques, praderas, corredores ecológicos remanentes
- Matriz Gris: infraestructura urbana, impermeabilización del suelo, red vial, ocupación residencial e industrial

Esta combinación de matrices permite decir que el sistema hídrico ha perdido conectividad física, y que la vegetación nativa depende estructuralmente de los cuerpos de agua. La fragmentación ecológica responde de manera directa a la desconexión / hídricas propiciadas por dos factores: la expansión urbana y la infraestructura vial (Ruta 160, Puente Industrial).

El producto final esperado es un conjunto de mapas analíticos y proyectivos que permiten visualizar la interacción entre la dinámica natural y la presión urbana, definiendo así áreas críticas y áreas que permiten imaginar una recuperación o integración. Esto permitirá además establecer la escala sistema (Paisaje Hídrico) que se trabajará, permitiendo, además, identificar unidades territoriales a trabajar en la propuesta proyectual. Ambas serán luego evaluadas y validadas en el objetivo específico 2.

Objetivos específico 2: Analizar los usos productivos emplazados en el Sistema Humedal Los Batros para proponer un diseño que evalúe la posibilidad de integración entre las dinámicas hídricas presentes en el territorio y dichos usos.

La metodología del segundo objetivo específico se centra en el análisis de los usos productivos y socioambientales situados en el sistema del Humedal Los Batros, con la finalidad de analizar cómo estas inciden en su estado actual y en la posibilidad de proyectar estrategias de integración con las dinámicas hídricas del territorio.

El análisis de usos productivos incluye la identificación de actividades de tipo agrícola-residencial-recreativo en función de la red hídrica, a través de cartografía temática y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta Propuesta tiene como objetivo identificar los lugares donde la actividad humana ha incrementado la presión sobre el humedal y aquellos donde la presión generada por la actividad humana permite establecer sinergias culturales, sociales y económicas donde se puedan encontrar criterios de sostenibilidad.

En este TFI el componente socioambiental se evalúa mediante el análisis de accesibilidad a áreas verdes, exposición a riesgos y accesos al sistema humedal. Para esto se emplea el estándar internacional de la Organización Mundial de la Salud (9-10m² de área verde por habitante) y se contrasta con la disponibilidad de áreas verde por barrio, su exposición a riesgos de inundación y accesos al humedal. Esto pondrá en evidencia la existencia de brechas en temas de justicia ambiental.

El cruce de estos análisis generará la elaboración de un mapa de inequidad socioambiental que ponga en relación los usos productivos, las inequidades en el acceso según los bienes ambientales y el nivel de exposición al riesgo, siendo este mapa un insumo esencial para el desarrollo proyectual por un lado, porque no solo es un argumento de sustentación de la pertinencia de incorporar estrategias del diseño urbano sostenible, sino que también es un argumento que subraya el hecho de que hay que avanzar hacia una planificación urbana que combine criterios ecológicos con criterios de equidad en el territorio.

A partir del desarrollo del producto cartográfico será posible identificar cuál es la escala Paisaje-Ciudad (unidad territorial) que presenta un mayor conflicto, lo cual permitirá también identificar las distintas áreas específicas a desarrollar. Para esta última se elegirá aquella que presente tanto conflicto como posibilidades de acción reales que permitan el desarrollo de una propuesta basada en el urbanismo del paisaje.

Objetivo específico 3: Formular una propuesta proyectual multiescalar, a nivel de escala Paisaje Hídrico (laguna-humedal-río), escala Humedal Los Batros y escala tejido urbano (Conflicto Ruta Pie Monte), basada en operaciones territoriales y diseño urbano sostenible que incorporen la infraestructura verde azul para una coexistencia equilibrada entre los sistemas construidos y naturales.

En este objetivo se desarrollará la propuesta de diseño urbano sostenible basada en el urbanismo del paisaje mediante la aplicación de Soluciones Basada en la Naturaleza (SbN) y Diseño sensible al agua (WSUD) en las distintas escalas a definir. Las fuentes utilizadas son mayoritariamente los insumos desarrollados en los objetivos anteriores, además un estudio de referentes que permita evaluar la aplicación de estrategias.



Fig. 17: Diagrama escalas de intervención

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El análisis se realiza sobre la propuesta multiescalar en tres niveles: Paisaje Hídrico (sistema), Paisaje-Ciudad (unidad territorial) y Tejido Urbano (sitio específico) (Fig. 17). Estas tres escalas interactúan y se nutren unas con otras, siendo necesario su análisis y diseño tanto por separado como en conjunto. Los soportes de la infraestructura verde, del espacio público y de la restauración hídrica se unen a partir de una visión coherente de un urbanismo que conviva con el medio natural. Las técnicas de recolección consisten en el diseño proyectual representado en plantas, diagramas, renders y modelación digital.

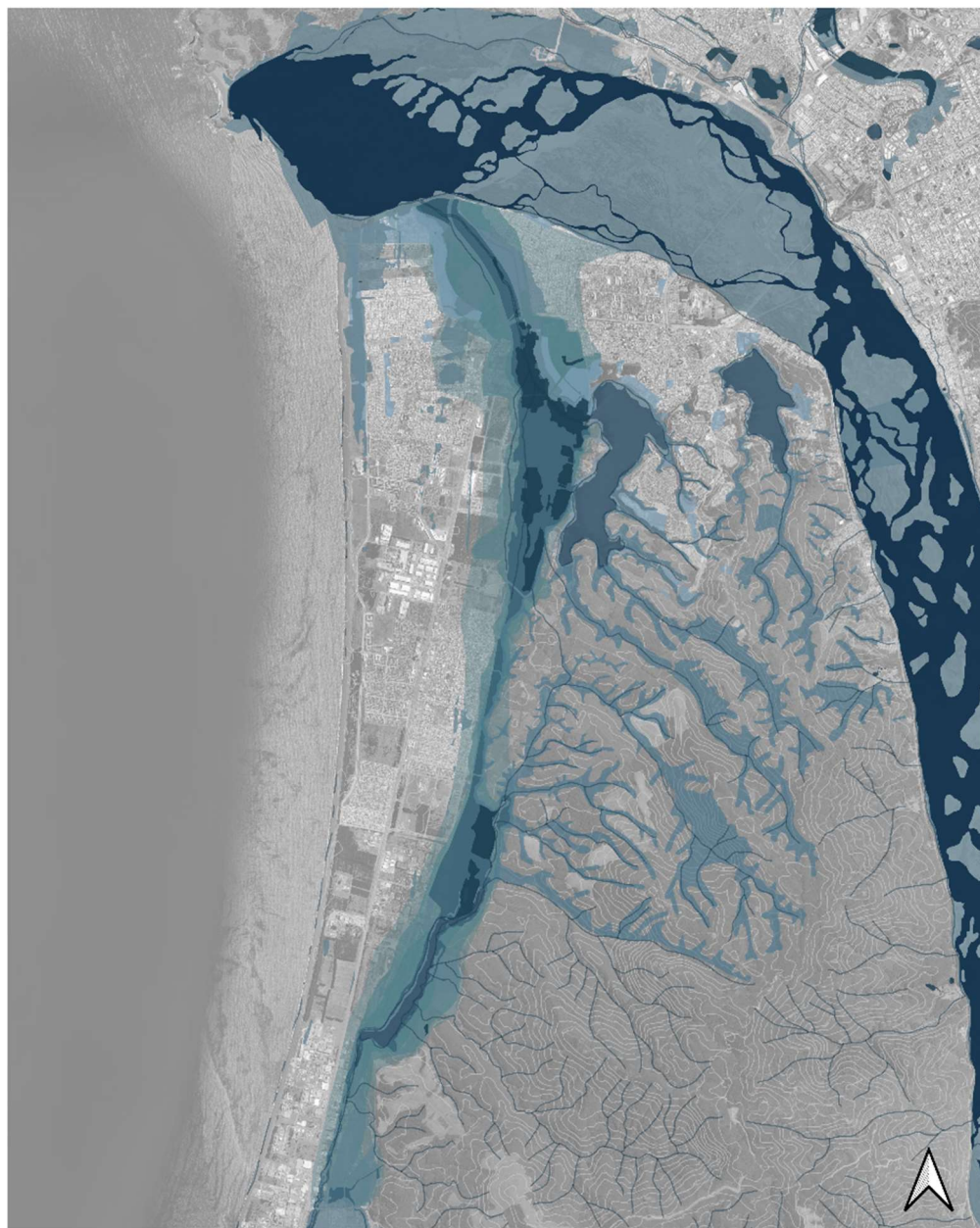
El procesamiento se basa en la constitución de las tres escalas: la restauración ecológica prioritaria trabajada en la escala Paisaje Hídrico, la integración urbano-producción para el desarrollo de la escala Paisaje-Ciudad, y un último análisis que constituye la escala Tejido Urbano que logra ser la combinación de ambas perspectivas. Posteriormente se llevará a cabo una evaluación multicriterio que exponga ventajas y desventajas de cada escala a trabajar.

El resultado esperado corresponde a la propuesta final de diseño urbano sostenible para el Sistema Humedal Los Batros, que contemple acciones para la preservación, para la regeneración del medio ambiente y para la interacción con la comunidad. Este producto proyectual articula la validación de la hipótesis de investigación y un insumo para nuevos procesos de planificación urbana y ambiental.



9 RESULTADOS Y PROPUESTA

Objetivo Específico 1: Caracterizar la situación actual del Sistema Humedal Los Batros y su área de influencia, identificando las dinámicas de fragmentación ecológica, a partir del análisis de antecedentes históricos, ambientales y urbanos.



Matriz Azul

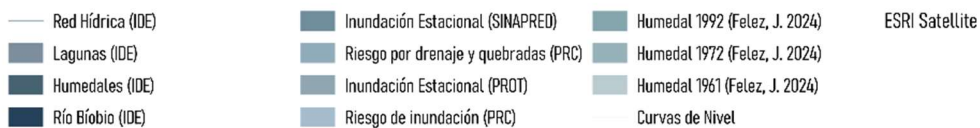


Fig. 18: Matriz azul que comprende el Sistema Hídrico de San Pedro de la Paz
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

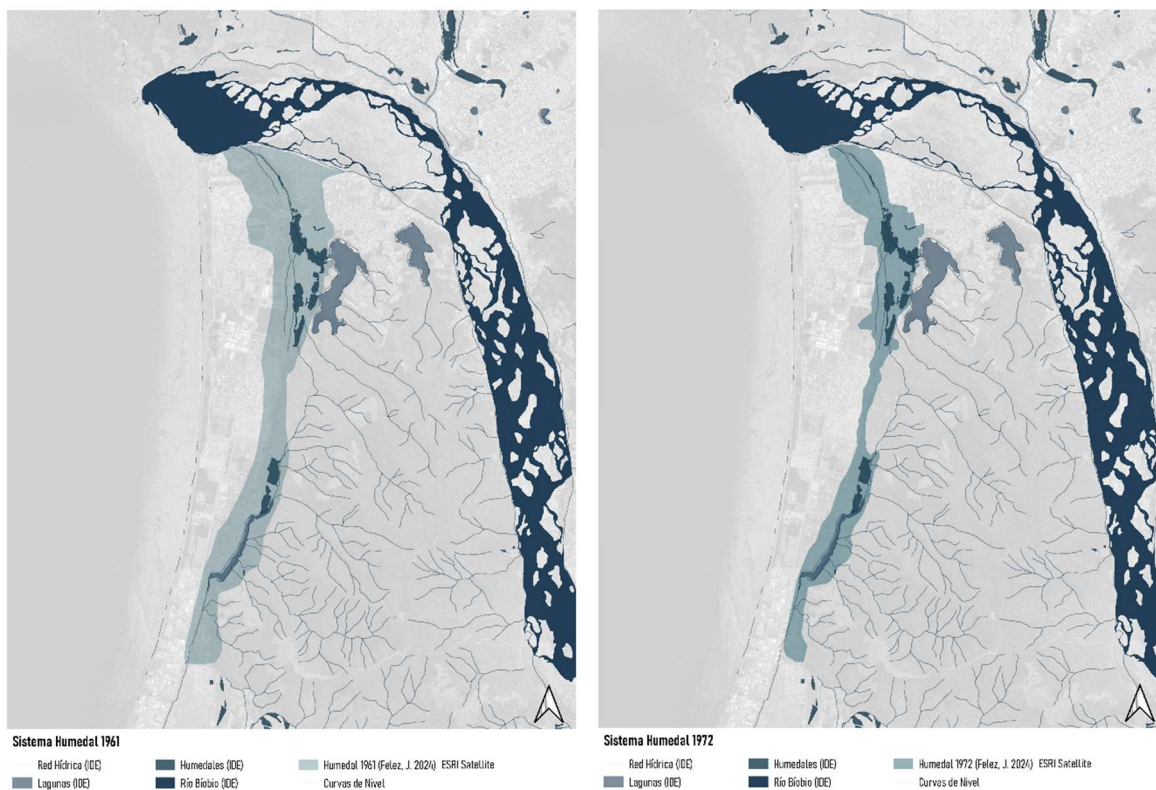
El análisis cartográfico proyectivo evidenció uno de los principales hallazgos metodológicos del TFI, ya que esclarece la historia evolutiva del Sistema Humedal Los Batros junto a su interrelación con las dinámicas de la expansión urbana de San Pedro de la Paz, a través de cartografías multitemporales de los procesos de fragmentación, presión antrópica y pérdida de conectividad ecológica. Esta aproximación integradora, basada en el urbanismo del paisaje, permite comprender las propias dinámicas socioambientales en diversas escalas y sustenta propuestas de diseño urbano sostenible que concibe el agua como elemento estructurador del territorio.

- *Matriz Azul*

La cartografía del sistema hídrico de San Pedro de la Paz entre los años 1961 y 2025 fue un dispositivo analítico multiescalar que dejó en evidencia la configuración, transformación y degradación de este a partir de tres dimensiones: morfológica, temporal y funcional (Fig.18). La cartografía es un documento de alta calidad y relevancia territorial donde se superponen capas de información que dan cuenta de las interacciones entre la dinámica naturales y las transformaciones antrópicas.

Dado que este TFI aplica una metodología multiescalar se mantiene una interpretación de los sistemas naturales e hídricos como un solo gran sistema, comprendiéndolos como elementos que en algún momento mantuvieron conexiones entre sí. Es así, como el sistema hídrico existente en San Pedro de la Paz se identifica como la unión de sus elementos, conformados por el Río Biobío, Humedal Los Batros, Laguna grande, Laguna Chica y Humedal Junquillar.

Para este caso en particular, se enfocó específicamente en los sistemas Humedales, por lo cual el foco está en el Sistema Humedal Los Batros-Junquillar. El hallazgo más relevante evidencia una severa contracción (Fig. 19). Esta contracción no solo indica degradación ecológica y fragmentación territorial, sino también la carencia de una planificación eficaz que sea capaz de resguardar la integridad de este sistema hídrico.



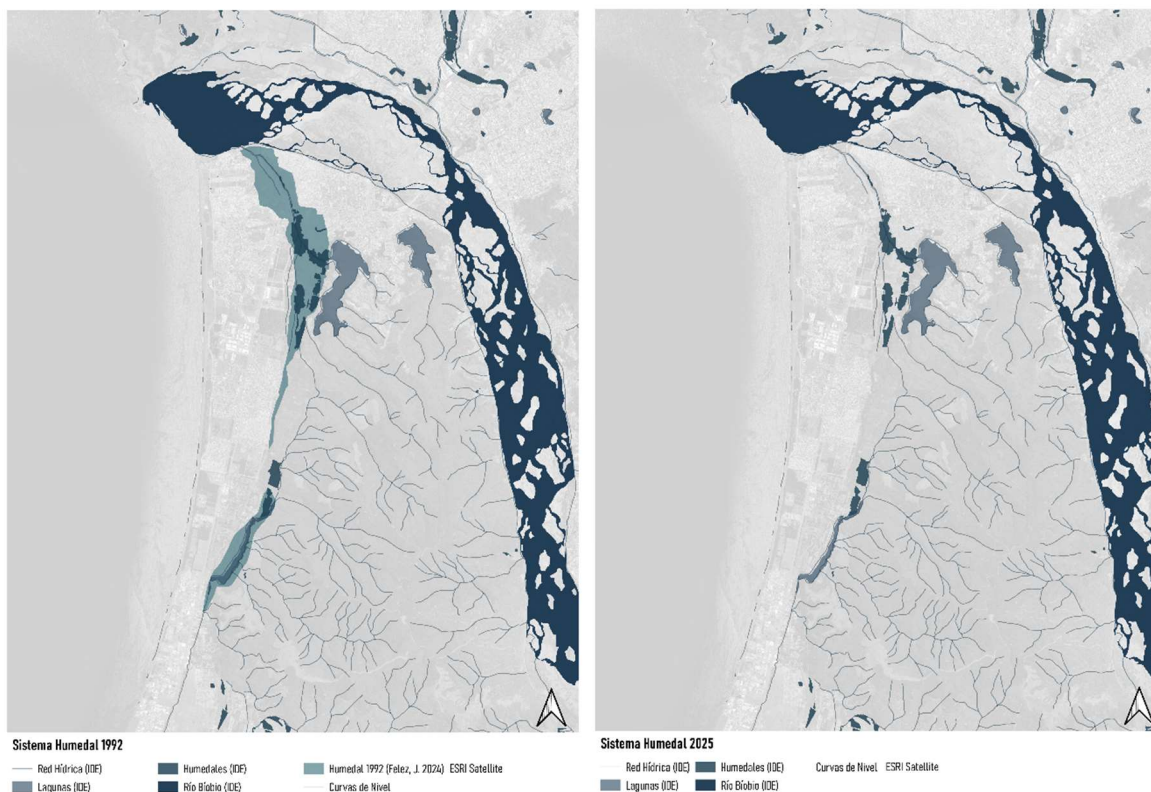


Fig. 19: Reducción Sistema Hídrico
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La representación cartográfica llevó a cabo una sintaxis jerárquica mediante la diferenciación de escalas y funciones: el río Biobío representa el corredor ecológico por excelencia, los humedales los núcleos de regulación, los esteros y canales el sistema capilar de la conectividad (Fig. 20). El Humedal Los Batros se erige como el lugar de transición que vincula la matriz urbana con el metabolismo hídrico, rebasando una dimensión estrictamente ambiental para ejercer influencia sobre la organización de la ciudad contemporánea.

El análisis multitemporal logró documentar tres procesos relevantes en este sentido: fragmentación ecológica, evidenciada en la erosión de márgenes ecológicos que estaban en condiciones de garantizar ecotonos permeables entre ambos ecosistemas, acuáticos y terrestres; desconexión hidrológica que se traduce en la fragmentación del corredor natural que unía humedales, lagunas, esteros a través de canalizaciones, rellenos e infraestructuras impermeables que convertían un sistema dinámico en una estructura rígida; y urbanización en el riesgo de inundaciones que en la práctica reproduce una racionalidad antropocéntrica donde el ecosistema es tratado como espacios de vacío donde urbanizar.

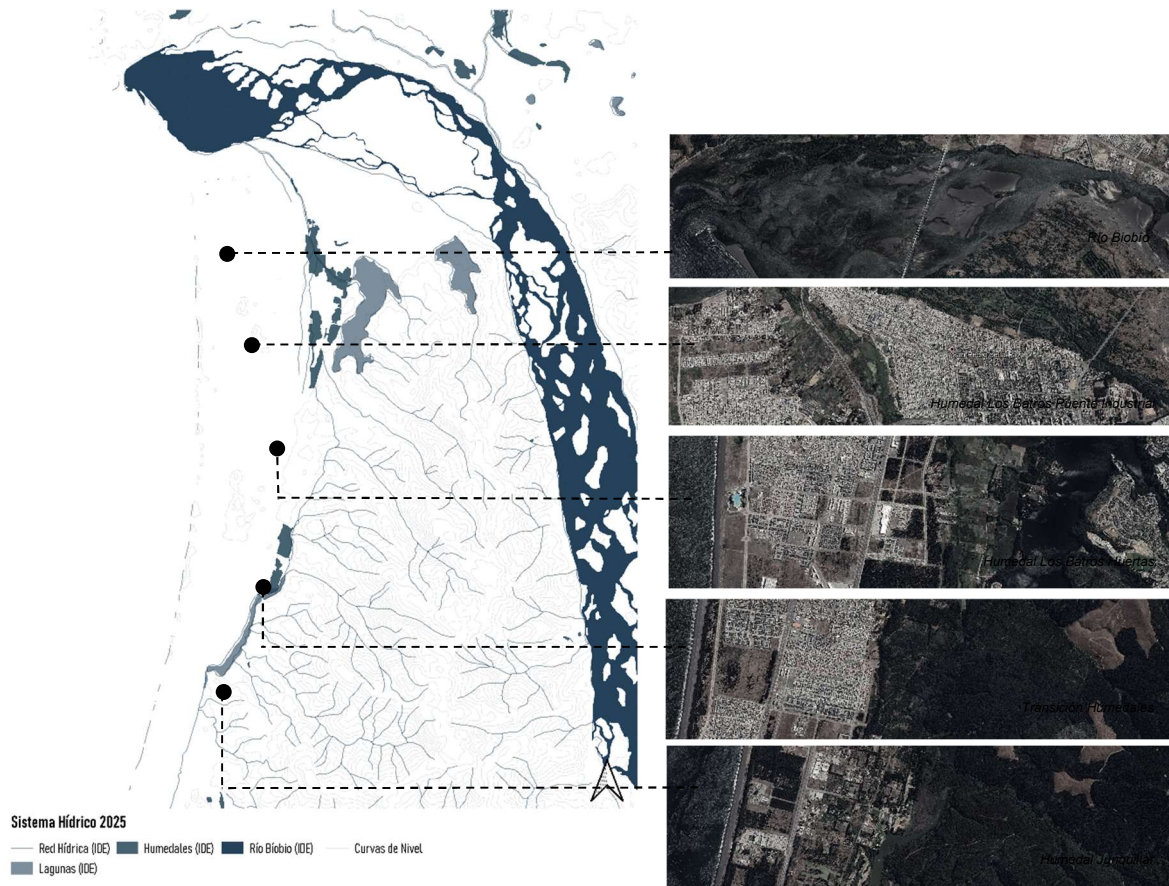
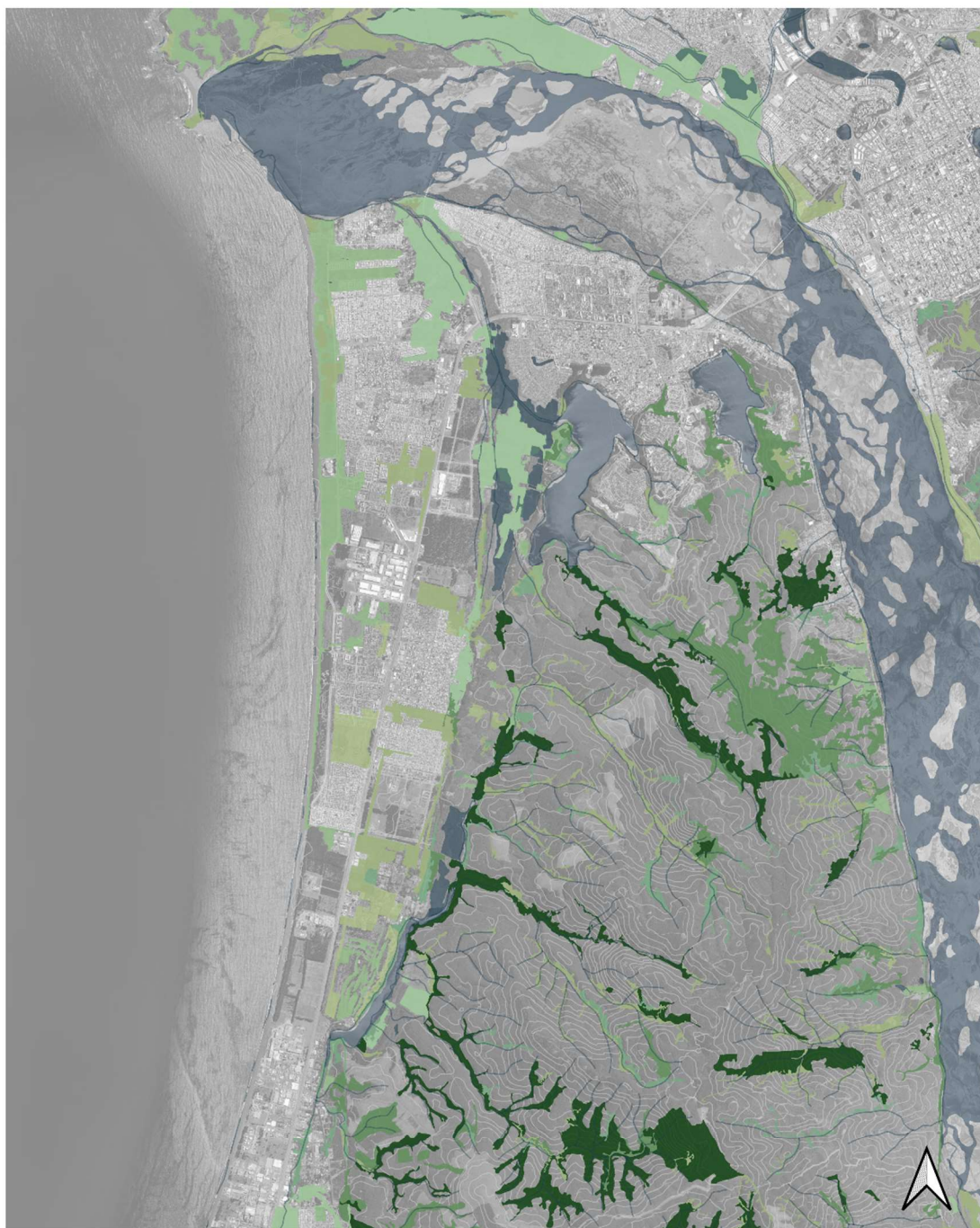


Fig. 20: Caracterización elementos que componen el Sistema Hídrico
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

- **Matriz Verde**

La matriz verde evidenció la ecología del medio mediante la superposición de la red hídrica con la cobertura vegetal nativa formada por bosques, praderas, matorrales y formaciones arborescentes (Fig. 21). Este ejercicio demostró que el agua ha sido desde siempre el principal estructurador del paisaje natural. Se generaron corredores ecológicos que dan cuenta de los procesos de biodiversidad y conectividad de los territorios.

En la cartografía se reconocen distintos corredores ecológicos donde la vegetación nativa se encuentra asociada a los cuerpos de agua, que da cuenta de una conectividad funcional y no sólo de la mera contigüidad espacial. Se identificaron tres tipologías: corredores ribereños asociados cursos de agua principales del Río Biobío; corredores de humedal que se asocian a zonas de inundación; y corredores terrestres asociados a los cerros (Fig. 22).



Matriz Verde

- | | | | |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------|
| — Red Hídrica (IDE) | ■ Bosque Nativo (CONAF) | ■ Praderas (CONAF) | ESRI Satellite |
| ■ Lagunas (IDE) | ■ Bosque Mixto (CONAF) | ■ Matorral y Pradera (CONAF) | |
| ■ Humedales (IDE) | ■ Cultivos Hortícolas (CONAF) | ■ Matorral (CONAF) | |
| ■ Río Bío-bío (IDE) | ■ Matorral Arborescente (CONAF) | — Curvas de Nivel | |

Fig. 21: Matriz Verde integrada por vegetación nativa
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La vegetación ribereña cumple una función estabilizadora de márgenes, de filtrado de sedimentos, de hábitat, de regulación microclimática y de control de ciclos hidrológicos a partir de la intercepción, evapotranspiración e infiltración. Por otro lado, estudios recientes validan que la vegetación de humedales relacionada a estos pequeños ecosistemas ampliamente distribuidos en áreas urbanas tiene la capacidad de ofrecer funciones ecológicas y ambientales necesarias y esenciales, como la regulación de agua, purificación de agua, captación de carbono y conservación de biodiversidad, actuando como "esponjas naturales" que permiten mitigar inundaciones y el efecto de isla de calor urbano (Moya et al. 2005). La vegetación terrestre de los cerros está asociada a estructuras arbóreas nativas que se encuentran dispersas dentro de la cordillera de la costa.

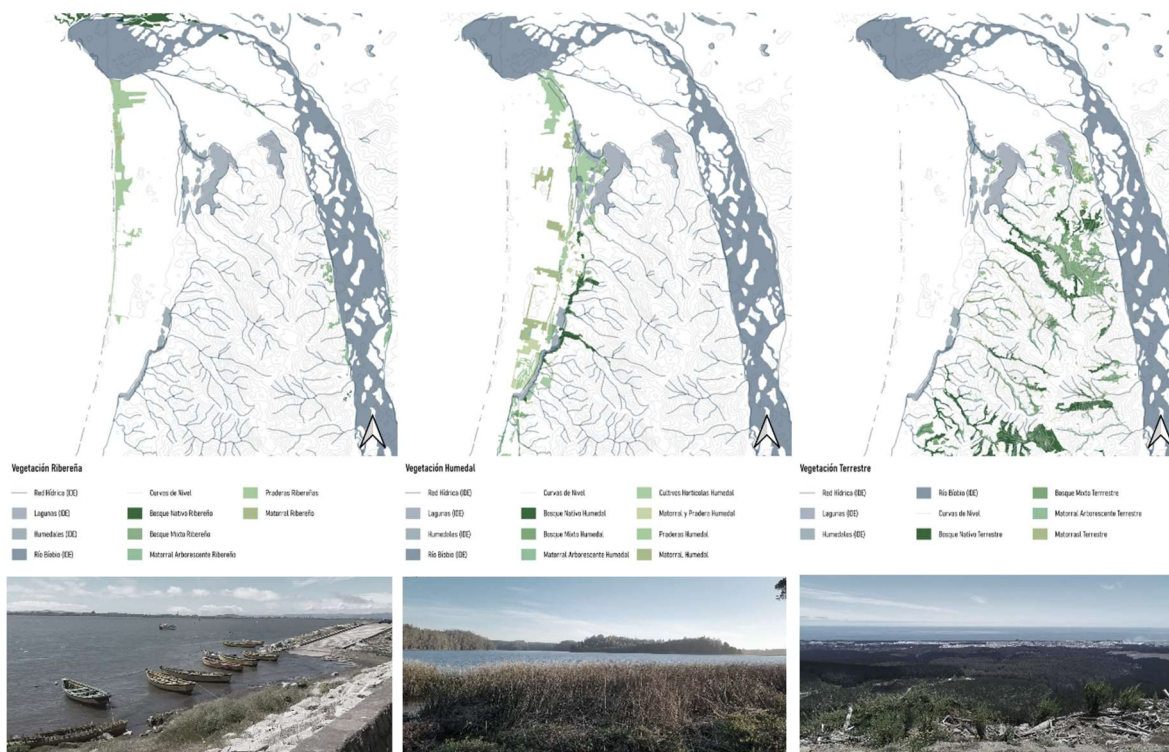


Fig. 22: Caracterización vegetaciones
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El análisis de fragmentación y presión antrópica dio cuenta de que la superposición entre estructura nativa y trama urbana evidencia un patrón crítico: la expansión urbana ha deteriorado las condiciones de continuidad de corredores terrestres, ha disminuido la superficie de bosques y ha aislado remanentes vegetales que han perdido funcionalidad ecológica. La pérdida de vegetación nativa coincide con la disminución del humedal, que evidencia que ambos procesos están íntimamente conectados. La eliminación de cobertura vegetal disminuye la retención e infiltración del agua, cambia los regímenes hidrológicos y altera la función reguladora del humedal, aumentando los riesgos asociados a inundaciones e incluso incendios.

Asimismo, la cartografía evidenció la persistencia de cultivos hortícolas en bordes del sistema hídrico, reflejando la relación histórica entre producción agrícola y dinámicas naturales del agua. Esta coexistencia plantea el potencial de paisajes multifuncionales, donde conservación, producción y función ecológica se integren. Desde el urbanismo del paisaje, esta condición híbrida representa una oportunidad proyectual para superar la dicotomía preservación-producción.



No obstante, su sostenibilidad depende de prácticas agrícolas responsables: reducción de agroquímicos, manejo de escorrentías, zonas buffer vegetadas y rotación de cultivos para regenerar suelos. La cartografía identifica las áreas prioritarias para implementar estas medidas, especialmente donde la proximidad entre agricultura y humedal aumenta el riesgo de contaminación difusa.

- *Matriz Gris*



Matriz Gris



Fig. 23: Matriz Gris de impermeabilización del suelo
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La matriz gris fue capaz de sintetizar tres dimensiones fundamentales del proceso de transformación territorial: el efecto de la infraestructura como agente fragmentador, una progresiva impermeabilización del contexto del humedal y las dinámicas de crecimiento urbano sobre ecosistemas frágiles (Fig. 23). El análisis cartográfico permitió establecer que la infraestructura del transporte es el principal vector de fragmentación del sistema hídrico. La Ruta 160, la vía férrea y el Puente Industrial surcan el sistema hídrico, interrumpiendo de forma transversal los propios flujos naturales que vinculan el río Biobío con los humedales y las lagunas interiores, comportándose respectivamente como barreras físicas y como barreras ecológicas que impiden la continuidad del sistema hídrico y la movilidad de las especies.

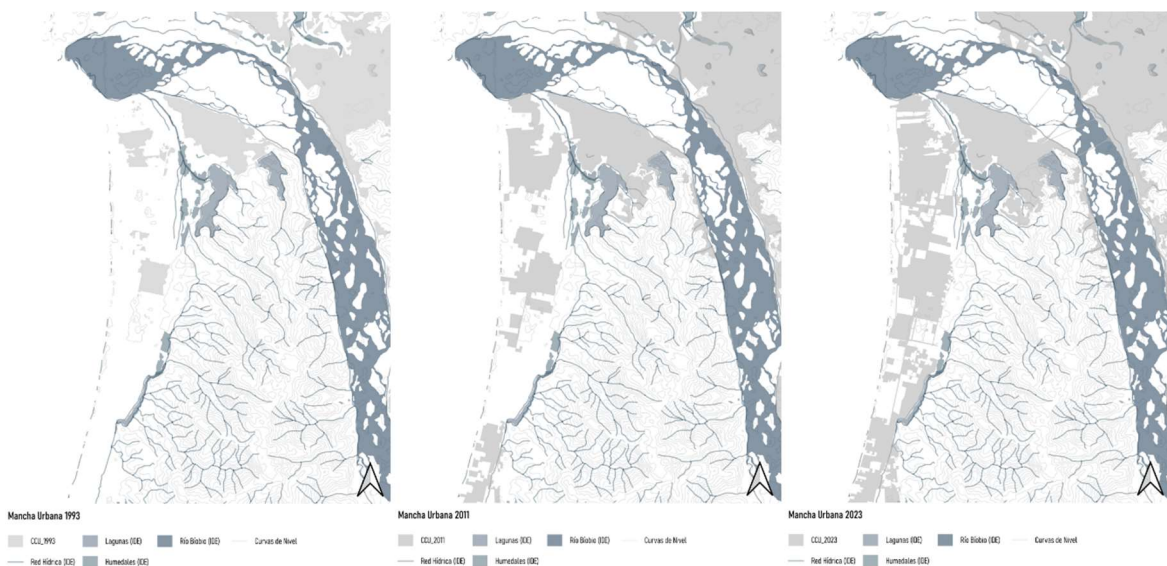


Fig. 24: Expansión Mancha Urbana

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

En este sentido, se identificó un patrón de encapsulamiento territorial, donde el humedal se convierte en un sistema confinado por los ejes de transporte, los que limitan su dinamismo. Las proyecciones de las vialidades evidencian este cerco, el cual establece un anillo infraestructural que dificulta su capacidad de expandirse, regular e interactuar con el paisaje del alrededor (Fig. 24). Investigaciones mundiales recientes evidencian cómo la urbanización incrementa exponencialmente el porcentaje de áreas impermeables, materializando un cambio drástico de la hidrología ante la urbanización de la que se lleva a cabo, exponiendo a comunidades a amplias vulnerabilidades climáticas, ecológicas y sociales.

La expansión residencial, de equipamientos e industrial sobre el borde del humedal evidencian un proceso de impermeabilización acelerada que establece un borde urbano rígido y reduce las interacciones entre el humedal y el medio que lo rodea. La sustitución de suelos naturales por pavimentos y edificación anula la infiltración y el almacenamiento de agua, lo que impacta en el ciclo hidrológico. Los humedales cumplen el rol de "esponjas naturales", la impermeabilización, por otro lado, destruye esta función natural incrementando las probabilidades de inundaciones urbanas.

Investigaciones concluyentes indican que las superficies selladas en entornos urbanos limitan el proceso de infiltración de precipitaciones, favoreciendo la velocidad de formar y acumular escorrentías, lo que incrementa sustancialmente el riesgo de inundaciones tras eventos de lluvias intensas (Vidal & Romero-Aravena, 2010). El modelo de desarrollo urbano que se contempla

actualmente es una contradicción con la relevancia ambiental del territorio, evidenciando una urbanización extractiva, donde la ciudad degrada y despoja de sus recursos a los ecosistemas, los cuales establecen el equilibrio de la ciudad misma ante su transformación.

La integración de las tres matrices cartográficas mediante la superposición de capas hizo posible la delimitación de la escala paisaje hídrico (sistema) como escala paisaje-ciudad (unidad territorial) para la ejecución de propuestas proyectuales. La escala paisaje hídrico (Fig. 25), aborda un polígono de aproximadamente 19.106 hectáreas que establece el espacio más provechoso ecológicamente y con más complejidad social y ambiental de la comuna de San Pedro de la Paz.

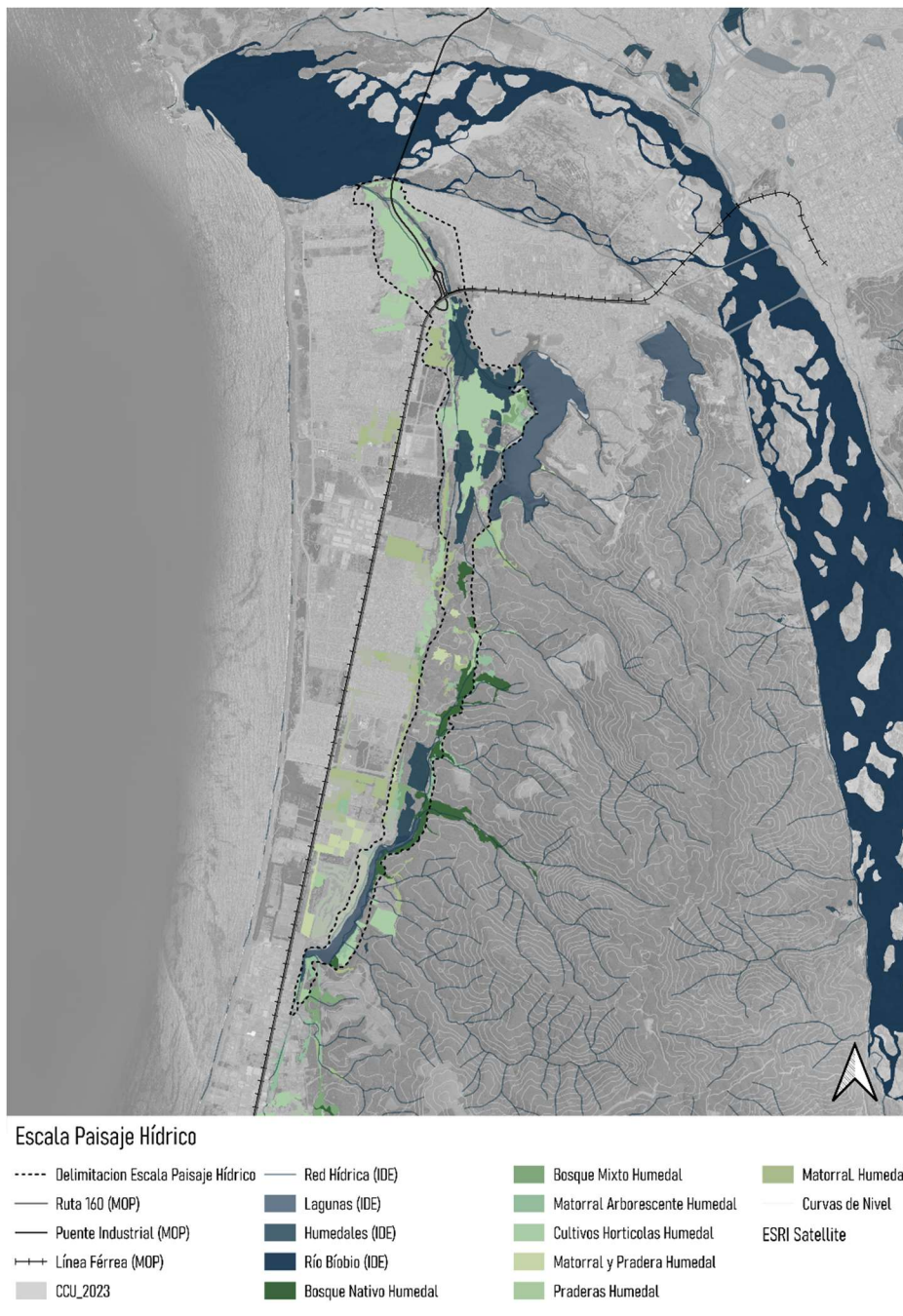
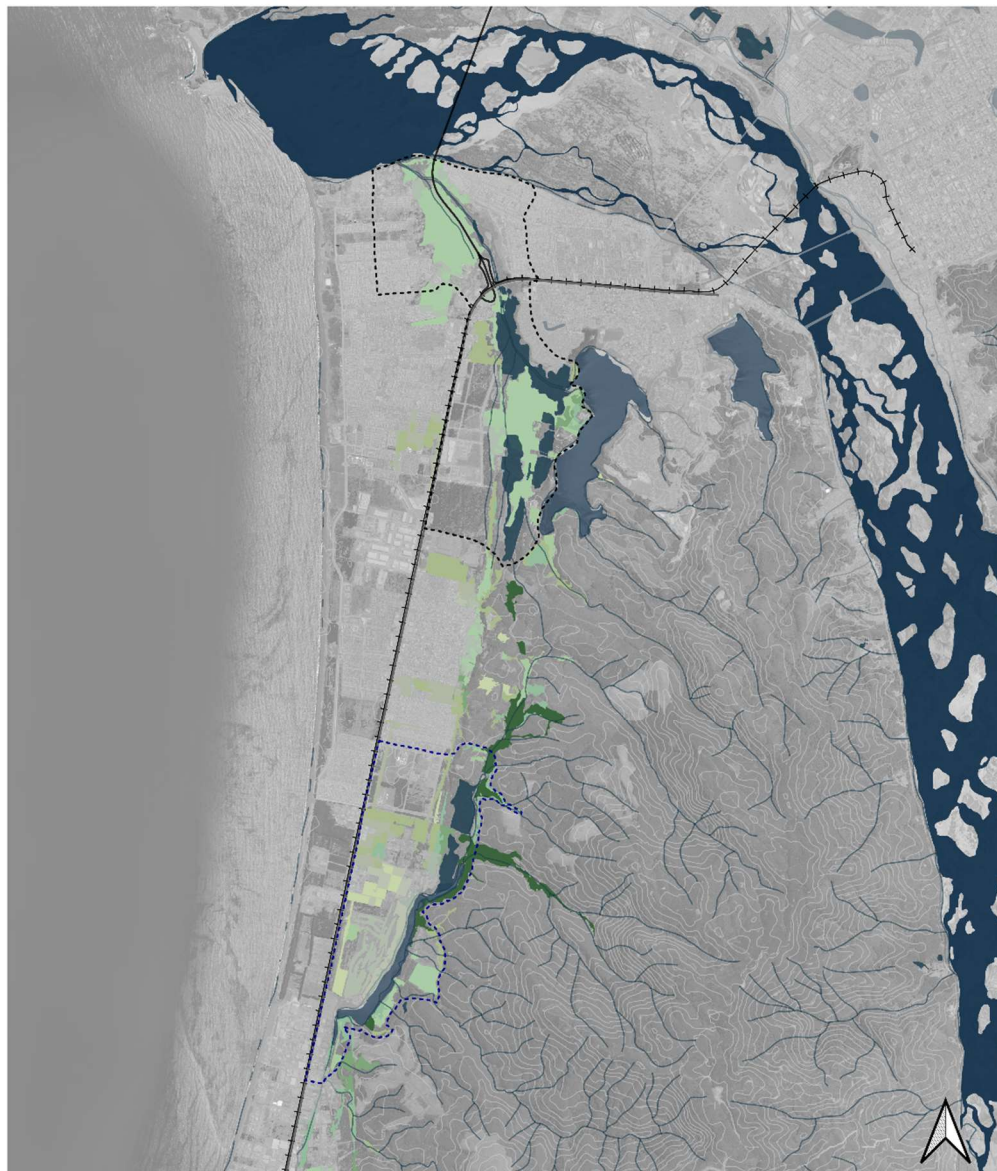


Fig. 25: Definición Escala Paisaje Hídrico
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Esta lectura integrada permitió identificar que el sistema no ha desaparecido, sino que ha sido comprimido y desestructurado. Los procesos hidrológicos, la biodiversidad nativa y las funciones ecológicas persisten de manera latente en el territorio, aunque profundamente comprometidos por la impermeabilización y la discontinuidad espacial. Estos territorios degradados contienen una memoria ecológica que puede ser reactivada mediante estrategias proyectuales que reconozcan las lógicas naturales preexistentes.



Unidades Territoriales

- Unidad Territorial Humedal Junquillar
 - Unidad territorial Humedal Los Batros
 - Ruta 160 (MOP)
 - Puente Industrial (MOP)
 - ++ Línea Férrea (MOP)
 - CCU_2023
 - Red Hídrica (IDE)
 - Lagunas (IDE)
 - Humedales (IDE)
 - Río Bióbio (IDE)
 - Bosque Nativo Humedal
 - Bosque Mixto Humedal
 - Matorral Arborescente Humedal
 - Cultivos Hortícolas Humedal
 - Matorral y Pradera Humedal
 - Praderas Humedal
 - Matorral Humedal
 - Curvas de Nivel
- ESRI Satellite

Fig. 26: Definición Unidades Territoriales

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

En el interior de este sistema mayor se logró distinguir dos escalas paisaje-ciudad (unidades territoriales) operativas diferenciadas: el Humedal Los Batros (sector norte) y el Humedal Junquillar (sector sur) (Fig. 26); ambos corresponden a zonas de inundación permanente que subsisten como parte del sistema original. A pesar de la separación física entre éstas que provocaron las infraestructuras grises, continúan manteniendo conectividad hídrica subterránea y terrestre por medio del sistema capilar además de compartir una matriz ecológica común que las articula funcionalmente.

La delimitación de esta escala sistema responde a tres criterios proyectuales fundamentales. Primero, reconoce la extensión histórica del humedal como referente morfológico para comprender la magnitud de la transformación territorial y establecer horizontes de restauración realistas. Segundo, incorpora los corredores ecológicos remanentes y las áreas de transición que aún vinculan las unidades fragmentadas, identificando oportunidades de reconexión mediante infraestructura verde. Tercero, integra las dinámicas urbanas contemporáneas, equipamientos, tejidos residenciales, infraestructura de transporte, no como elementos externos al sistema, sino como componentes que deben ser reconfigurados desde una racionalidad eco-céntrica.

Objetivos específico 2: Analizar los usos productivos emplazados en el Sistema Humedal Los Batros para proponer un diseño que evalúe la posibilidad de integración entre las dinámicas hídricas presentes en el territorio y dichos usos.

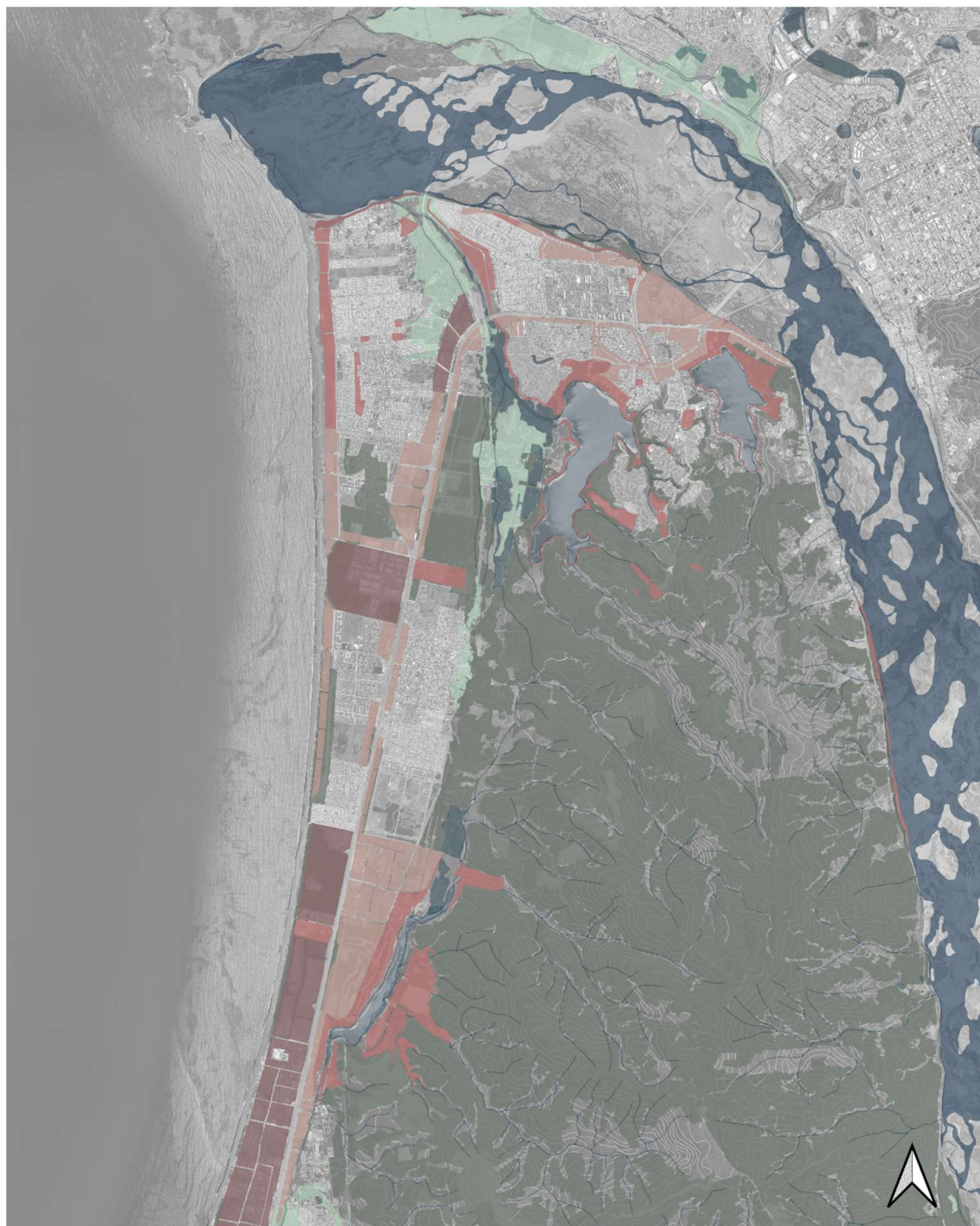
En esta sección se analizaron los usos productivos identificados en el Sistema Paisaje Hídrico desde una perspectiva de ecología política urbana, comprendiendo el territorio como un espacio de conflicto ecológico-distributivo donde se disputan los modos de acceso, apropiación y gestión de recursos naturales.

El análisis se estructuró mediante tres cartografías temáticas proyectuales que funcionaron como dispositivos reveladores de conflictos espaciales y potencialidades territoriales, evidenciando cómo la planificación urbana ha jerarquizado intereses inmobiliarios, industriales y viales por sobre lógicas ecológicas y comunitarias, produciendo desigualdades territoriales expresadas en fragmentación del paisaje, pérdida de identidad ecológica, exposición diferenciada a riesgos ambientales y marginación de comunidades vulnerables.

- *Usos Productivos*

La cartografía de usos productivos puso en evidencia una geografía en disputa (Fig. 27). Ella revela una configuración territorial resultante de relaciones de poder asimétricas entre tres lógicas contrapuestas: usos tradicionales vinculados al agua (horticultura y pesca artesanal), matriz industrial-urbana consolidada en el borde occidental, y monocultivo forestal intensivo dominando laderas y piedemonte. Los usos hortícolas y pesqueros, estratégicamente concentrados en zonas de alta conectividad hídrica, evidencian una racionalidad ecológica que reconoce al agua como eje estructurante, representando espacios de autonomía productiva frente a la mercantilización dominante del suelo urbano. Sin embargo, su marginalidad espacial revela fragilidad política, ocupando espacios que el desarrollo urbano aún no ha colonizado.

La consolidación de infraestructura gris en el borde occidental materializa infraestructuras de exclusión, es decir, dispositivos espaciales que fragmentan flujos hídricos, impermeabilizan el suelo y bloquean la conectividad entre el sistema natural y la ciudad. Esta localización sobre antiguas zonas de productividad ecológica opera una doble violencia: desplaza materialmente actividades tradicionales y borra simbólicamente la memoria del territorio como espacio hídrico.



Usos Productivos

- | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|
| Zona Mixta (PRC) | Lagunas (IDE) | Zona Hortícola (CONAF) | ESRI Satellite |
| Zona Equipamientos (PRC) | Humedales (IDE) | Bosque Forestal (CONAF) | |
| Zona Industrial y Productiva (PRC) | Río Bío-bío (IDE) | Curvas de Nivel | |
| Red Hídrica (IDE) | Zona Pesca (PRC) | | |

Fig. 27: Usos Productivos

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La matriz forestal (Fig. 28) constituye una paradoja ecológica crítica, el monocultivo industrial ocupa 16.196 hectáreas, dominando cerros, laderas y quebradas, mientras la vegetación nativa (Fig. 29) se reduce a apenas 1.959 hectáreas fragmentadas sin conectividad funcional. Esta hegemonía representa una reconfiguración metabólica del sistema socioecológico, donde la lógica extractivista subordina dinámicas hidrológicas a ciclos de acumulación de capital forestal, comprometiendo la resiliencia territorial. La secuencia cartográfica 2000-2024 (Fig. 30) expuso un circuito de desposesión ambiental sistemático donde el bosque forestal retrocede ante la expansión residencial en el eje Ruta 160, pero simultáneamente avanza sobre zonas de humedal, revelando una política territorial especulativa que subordina funciones ecológicas a ciclos de acumulación de capital.



Bosque Forestal
— Red Hídrica (OIE) ■ Humedales (OIE) — Curvas de Nivel ■ Bosque Forestal (CONAF)
■ Lagunas (OIE) ■ Río Biobío (OIE)

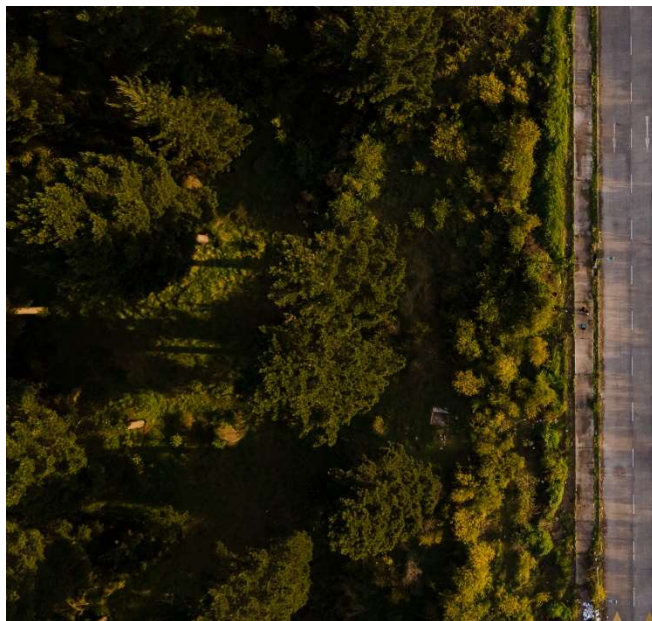


Fig. 28: Caracterización Bosque Forestal
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Bosque Nativo
— Red Hídrica (OIE) ■ Humedales (OIE) — Curvas de Nivel ■ Bosque Nativo (CONAF)
■ Lagunas (OIE) ■ Río Biobío (OIE)

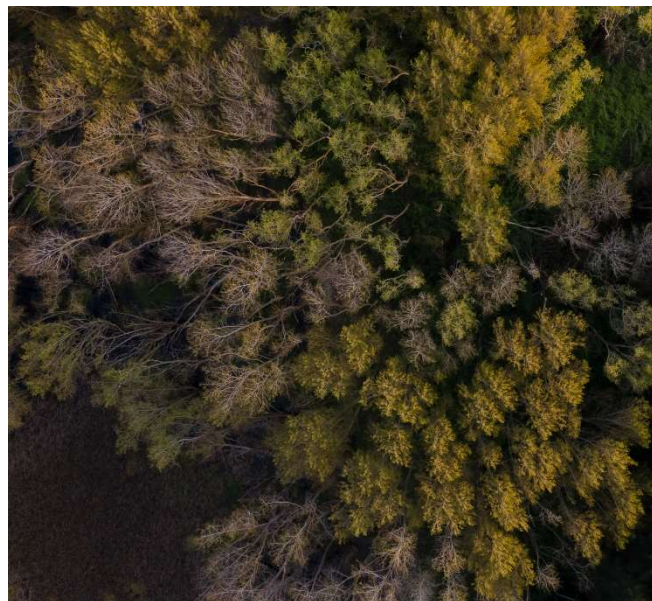


Fig. 29: Caracterización Bosque Nativo
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La cartografía no solo describió usos del suelo, sino que evidenció una ecología política del acceso y la exclusión. Los usos compatibles con la conservación ecológica (horticultura, pesca) son precisamente aquellos que la urbanización capitalista desplaza, mientras que los usos incompatibles (industria, monocultivo) se consolidan mediante instrumentos de planificación que naturalizan su hegemonía.

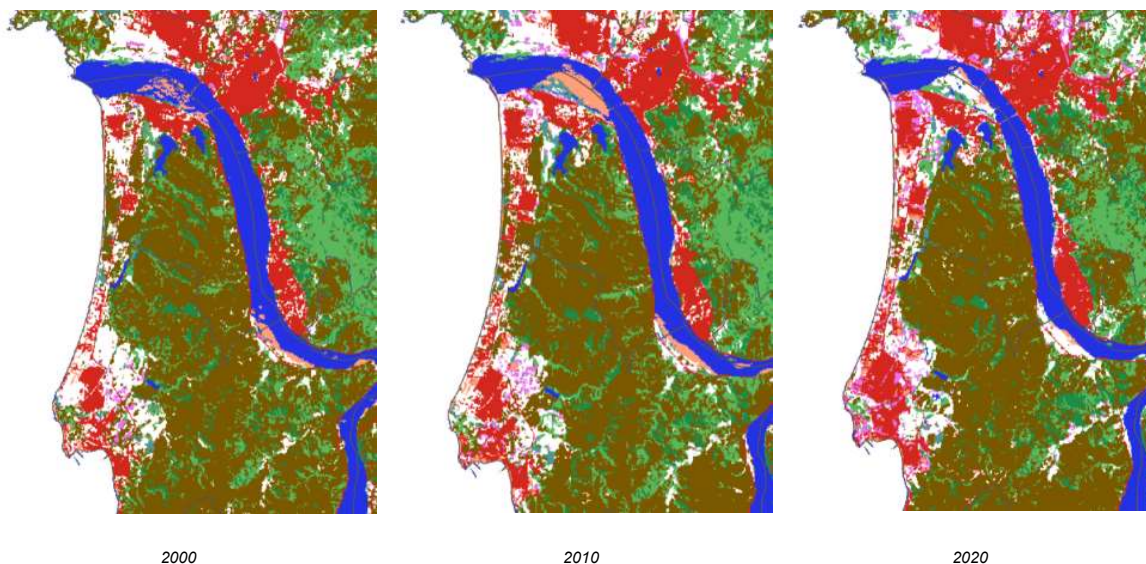


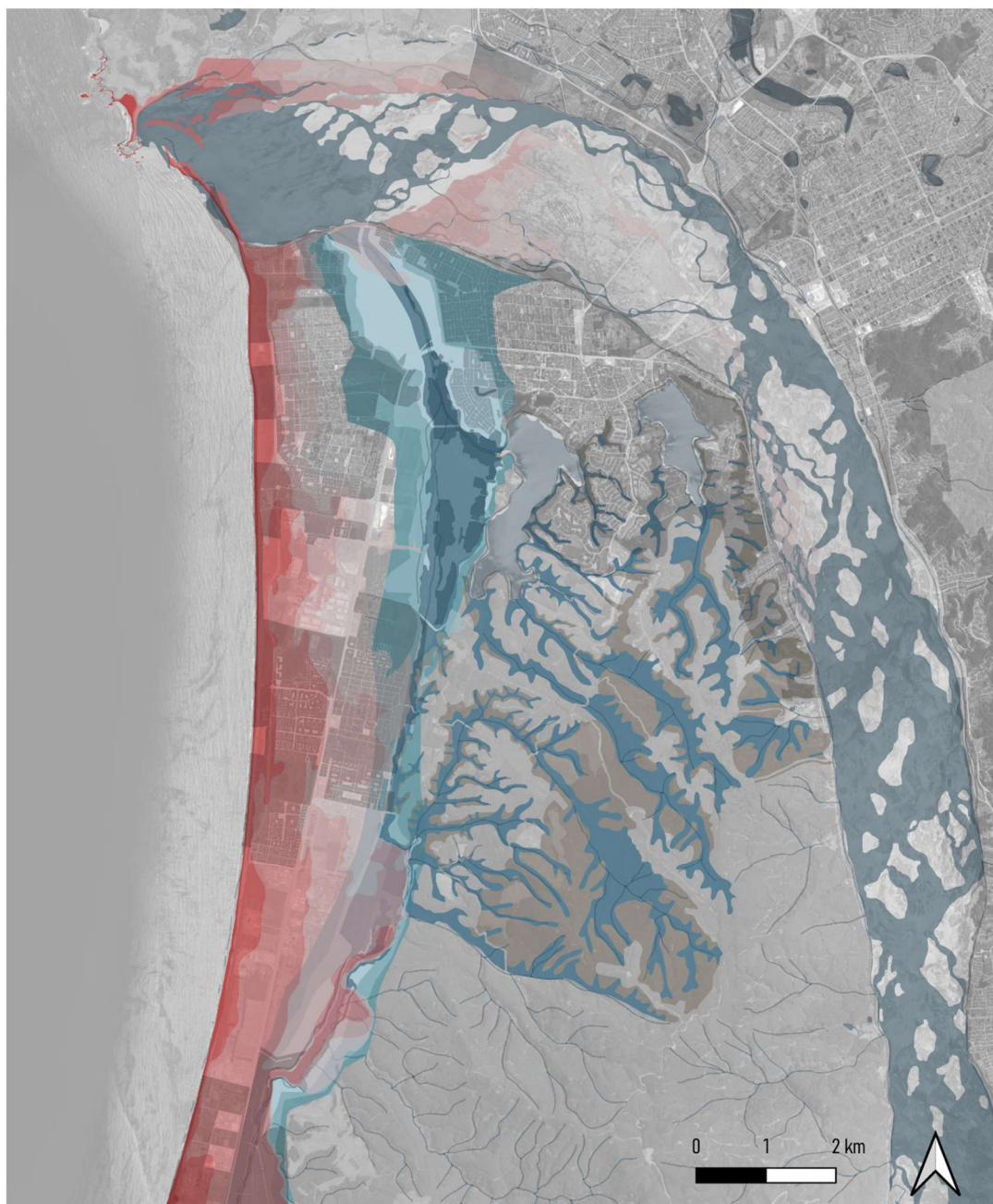
Fig. 30: Evolución de Uso Forestal a Residencial

Fuente: <https://plataforma.mapbiomas.org>

- **Exposición a Riesgos**

La cartografía de exposición a riesgos evidenció que aproximadamente 96.258 personas, es decir el 63,4% de la población, se encuentran expuestas a riesgos de inundación, drenajes colmatados y remociones en masa, concentrados principalmente en sectores de menor nivel socioeconómico localizados en bordes occidentales del humedal: Boca Sur, Michaihue y Candelaria (Fig. 31).

Desde la ecología política urbana, el riesgo constituye una construcción social derivada de decisiones territoriales que priorizan expansión urbana y rentabilidad del suelo sobre preservación ecológica. La localización de asentamientos sobre antiguas zonas inundables y corredores hídricos ha transformado procesos naturales en amenazas recurrentes, resultado de una planificación que ha negado la estructura ecológica como soporte del desarrollo urbano.



Exposición a Riesgos

- | | | |
|---------------------------|---|-------------------------------|
| Micro datos Manzana (IDE) | Riesgo de Inundación (PRC) | Humedal 1961 (Felez, J. 2024) |
| Red Hídrica (IDE) | Riesgo por drenaje y quebradas (PRC) ESRI Satellite | |
| Lagunas (IDE) | Riesgo de remoción en masa (PRC) | |
| Humedales (IDE) | Humedal 1992 (Felez, J. 2024) | |
| Río Bío-bío (IDE) | Humedal 1972 (Felez, J. 2024) | |

Fig. 31: Exposición a Riesgos
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El análisis distinguió un contraste territorial Norte-Sur: mientras el sector norte presenta mayores niveles de intervención y riesgo producto del avance urbano y construcción del Puente Industrial, el sector sur conserva mayor permeabilidad y conectividad hídrica, otorgándole mayor capacidad de resiliencia. La exposición diferencial evidenció injusticia ecológica, sectores acomodados localizados en cotas altas gozan de mayor seguridad y calidad ambiental, mientras barrios ribereños enfrentan las peores condiciones. Las inundaciones 2023-2024 que declararon la Región del Biobío como zona de catástrofe afectaron principalmente a Bocasur, Michaihue y Candelaria, confirmando este patrón de desigualdad territorial (Fig. 32).

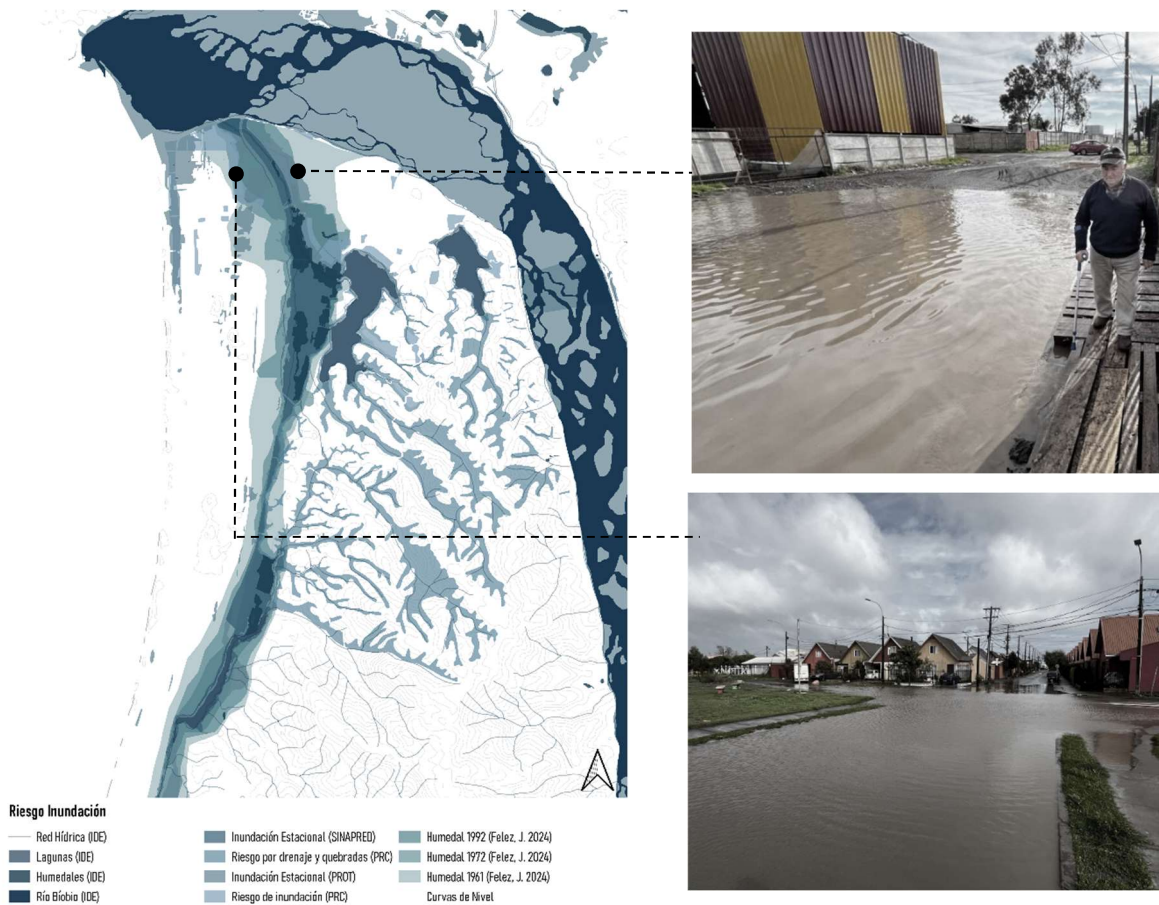


Fig. 32: Caracterización zonas con mayor riesgo de inundación

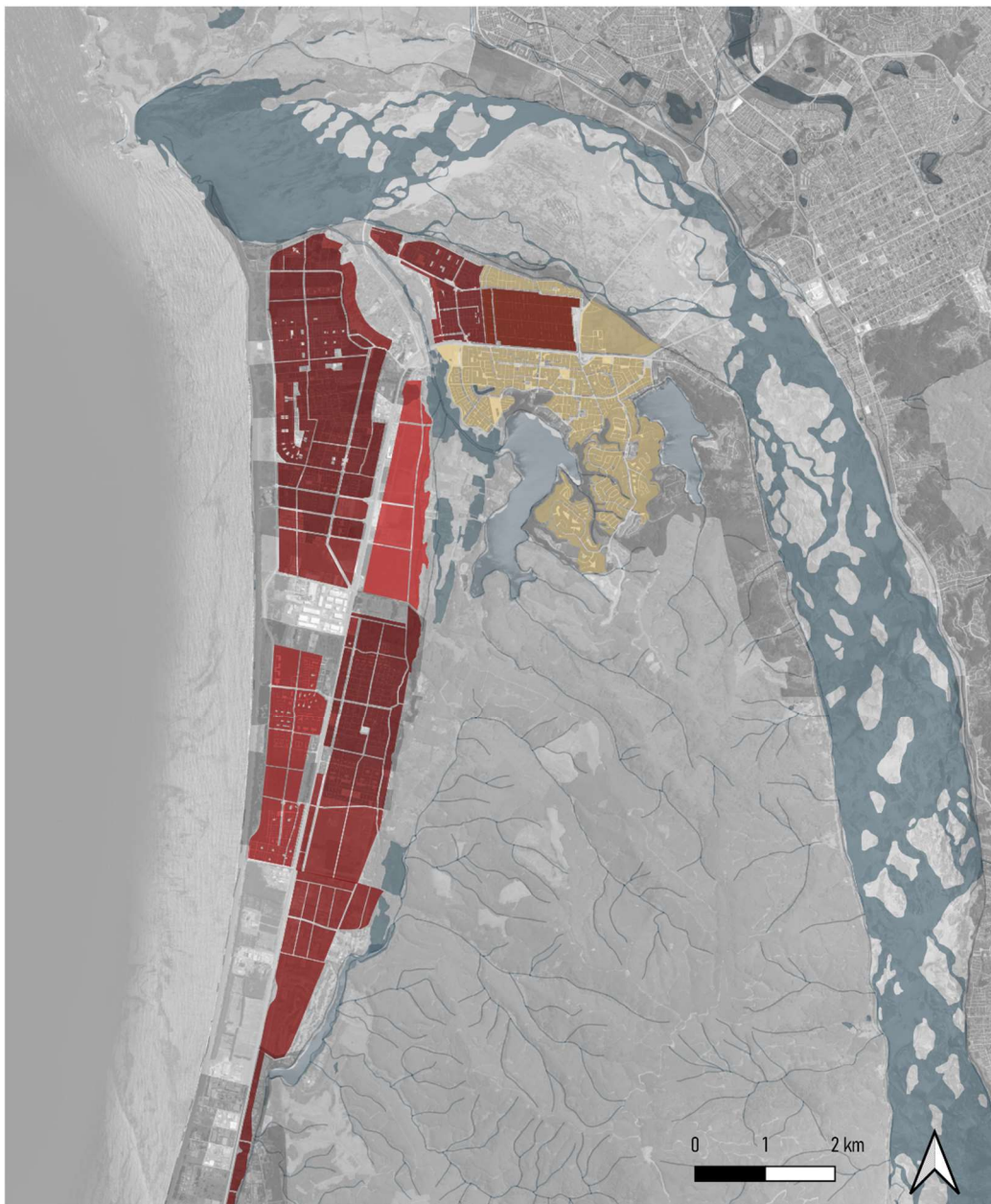
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

- **Inequidad Socioambiental**

La cartografía de inequidad socioambiental sintetiza la convergencia entre desigualdad social y degradación ecológica mediante el cruce de densidad poblacional, superficie de áreas verdes por habitante, accesos a zonas de humedal y exposición a riesgos (Fig. 33). Los barrios del borde costero y eje poniente (Boca Sur, Michaihue y Candelaria) presentan altos niveles de inequidad socioambiental, caracterizados por falta de infraestructura verde, emplazamiento en zonas de riesgo y desconexión con la estructura ecológica del humedal. En contraste, sectores del nororiente con usos residenciales de mayor valor económico muestran baja inequidad, con mejor acceso a áreas verdes y condiciones ambientales más seguras.



Esta configuración evidenció la producción social del riesgo derivada de decisiones urbanas y económicas que concentran beneficios ambientales en grupos privilegiados mientras otros cargan costos ecológicos del desarrollo. El análisis revela correlación directa entre inequidad y vulnerabilidad ambiental: sectores más pobres son los más expuestos a inundaciones y con menor acceso a beneficios ecológicos, reforzando la necesidad de comprender la planificación urbana como proceso político y ecológico simultáneo.



Inequidad Socioambiental

- Micro datos Manzana (IDE)
 - Alta Inequidad Socioambiental (Elaboración Propia)
 - Media Inequidad Socioambiental (Elaboración Propia)
 - Baja Inequidad Socioambiental (Elaboración Propia)
 - Red Hídrica (IDE)
 - Lagunas (IDE)
 - Humedales (IDE)
 - Río BíoBío (IDE)
- ESRI Satellite

Fig. 33: Inequidad Socioambiental
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

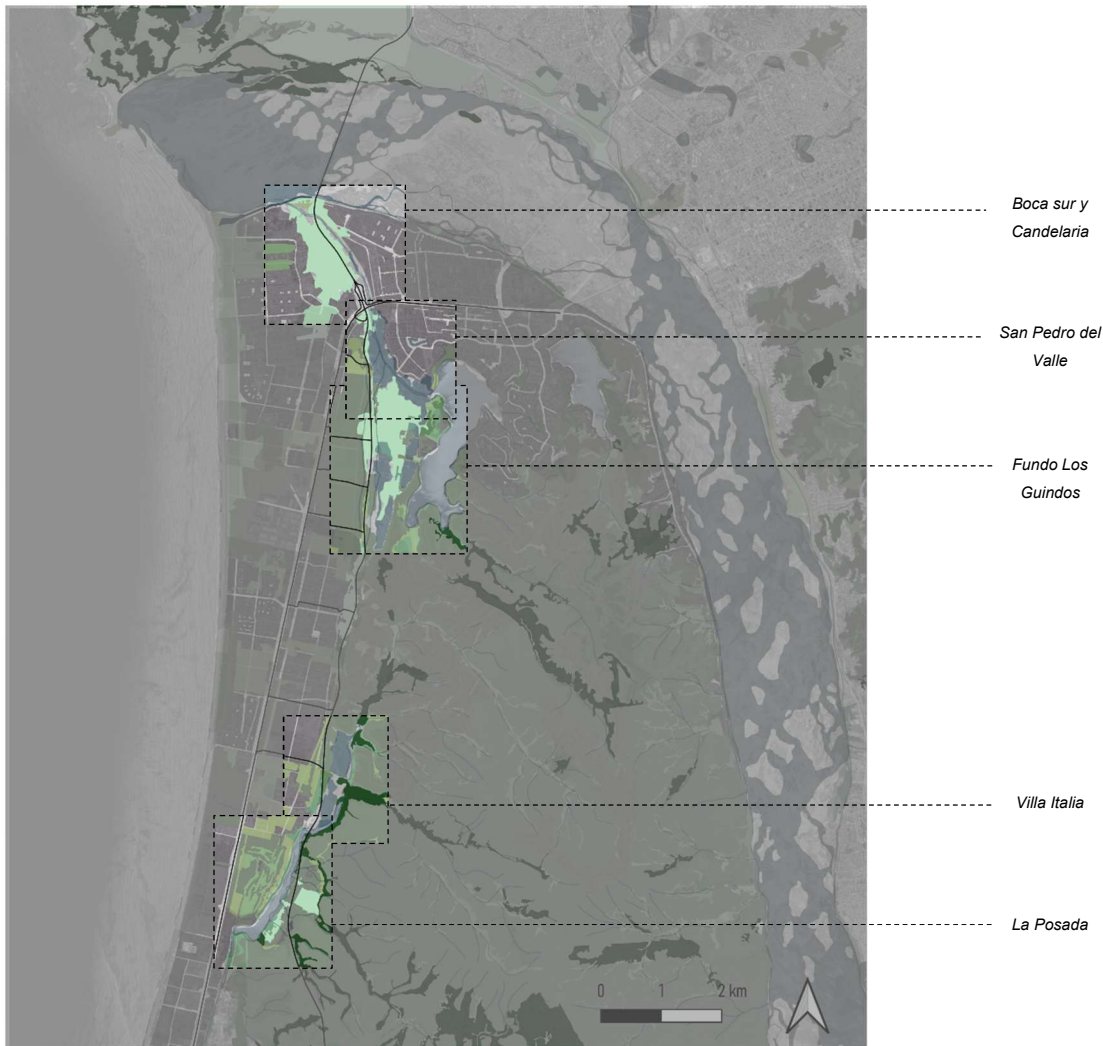
La inequidad socioambiental del Sistema Humedal Los Batros refleja un modelo urbano fragmentado y excluyente. Las zonas con menor acceso a áreas verdes coinciden con aquellas de mayor exposición al riesgo, evidenciando una ciudad estructurada sobre desigualdades ambientales. Reconocer esta realidad permite orientar el diseño urbano sostenible hacia la reparación de dichas asimetrías, promoviendo una justicia territorial y ecológica donde la protección del humedal y el bienestar comunitario sean objetivos complementarios y no opuestos.

- *Matriz Azul-Verde-Gris: Síntesis Integradora y Definición de Escalas*

La Matriz Azul-Verde-Gris (Fig. 34) constituye la síntesis integradora del diagnóstico territorial del objetivo 1 y 2, visualizando interrelaciones entre sistemas naturales (matriz azul: dinámicas hídricas), estructura ecológica (matriz verde: cobertura vegetal) y ocupación antrópica (matriz gris: infraestructura urbana/social). Esta superposición reveló conflictos y oportunidades de integración, evidenciando un territorio socioecológicamente fragmentado en el cual se logra identificar a Los Batros como la zona con la mayor densidad de conflictos socioecológicos del sistema, consolidándose como espacio crítico que concentra las tensiones identificadas.

Gracias a esta matriz y la comprensión del factor socioambiental se identificaron 5 zonas con mayor presencia de conflictos y tensiones. Estas son:

1. *Boca Sur y Candelaria*: Alta inequidad socioambiental, alta presión sobre el Humedal y grandes intervenciones infraestructurales. Dado el grado de intervenciones y condiciones socioambientales del sector se evalúa que la acción a realizar es *MITIGACIÓN* de las condiciones existentes.
2. *San Pedro del Valle*: Baja inequidad socioambiental, alta presión sobre el Humedal, e intervenciones infraestructurales medias basadas en rellenos para zonas residenciales. Dado el grado de intervenciones y condiciones socioambientales del sector se evalúa que la acción a realizar es *PREVENCIÓN*, evitando que las condiciones empeoren y tratando de mejorar lo existente.
3. *Fundo Los Guindos*: Media inequidad socioambiental, media presión sobre el Humedal e intervenciones bajas de infraestructura. Dado el grado de intervenciones y condiciones socioambientales del sector es medio a bajo se evalúa que la acción a realizar es *PRESEVAR* procurando proteger lo existente y proponer nuevas formas de habitar.
4. *Villa Italia*: Alta inequidad socioambiental, media presión sobre humedal e intervenciones bajas de infraestructura. Dado el grado de intervenciones y condiciones socioambientales del sector se evalúa que la acción a realizar es *PREVENCIÓN*, evitando que el avance de la expansión urbana afecte este sector.
5. *La Posada*: Alta inequidad socioambiental, media presión sobre humedal e intervenciones bajas de infraestructura. Dado el grado de intervenciones y condiciones socioambientales del sector se evalúa que la acción a realizar es *PRESEVAR*, cuidando los elementos ecológicos relevantes.



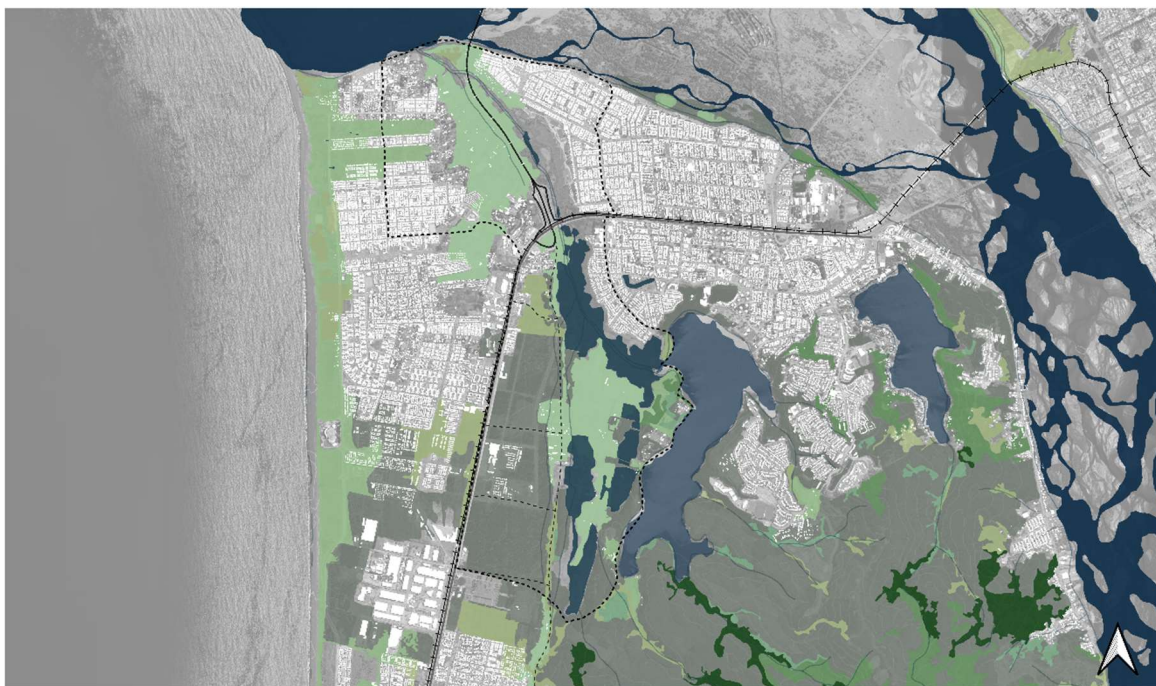
Matriz Azul-Verde-Gris

— Infraestructura Gris	■ Río Biobío (IDE)	■ Bosque Mixto (Conaf)	■ Matorral (CONAF)
■ Micro datos Manzana (IDE)	■ Zona Pesca (PRC)	■ Cultivos Hortícolas (Conaf)	■ Zona gris (Elaboración Propia)
— Red Hídrica (IDE)	■ Zona Hortícola (CONAF)	■ Matorral Arborescente (CONAF) ESRI Satelite	
■ Lagunas (IDE)	■ Bosque Forestal (Conaf)	■ Praderas (CONAF)	
■ Humedales (IDE)	■ Bosque Nativo (Conaf)	■ Matorral y Pradera (CONAF)	

Fig. 34: Identificación zonas socio ecológicamente con mayor presencia de tensiones

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Este análisis permite identificar que la unidad territorial de Humedal Lo Batros presenta mayores tensiones y conflictos inminentes a diferencia de Humedal Junquillar que se encuentra más alejado de las intervenciones recientes, lo cual lo resguarda del progreso de la urbanización. Es por esta razón que se define que la unidad territorial a trabajar en la propuesta será la de Humedal Los Batros (Fig. 35).



Unidad Territorial Humedal Los Batros

- Unidad territorial Humedal Los Batros
- Ruta Pie Monte (MOP)
- Grano San Pedro (Sectra)
- Línea Férrea (MOP)
- Red Hídrica (IDE)
- Puente Industrial (MOP)
- Humedales (IDE)
- Río Bío-bío (IDE)
- Bosque Forestal (CONAF)
- Lagunas (IDE)
- Bosque Mixto (CONAF)
- Cultivos Hortícolas (CONAF)
- Bosque Forestal (CONAF)
- Bosque Nativo (CONAF)
- Matorral y Pradera (CONAF)
- Matorral (CONAF)
- Matorral Arborescente (CONAF)
- Praderas (CONAF)
- ESRI Satellite
- Curvas de Nivel

Fig. 35: Unidad Territorial Humedal Los Batros
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Con esta definición de Unidad Territorial Los Batros, se procede a analizar cuál de sus zonas presenta mayores tensiones la cual se trabajará para el desarrollo de la propuesta proyectual.

1. Boca Sur y Candelaria

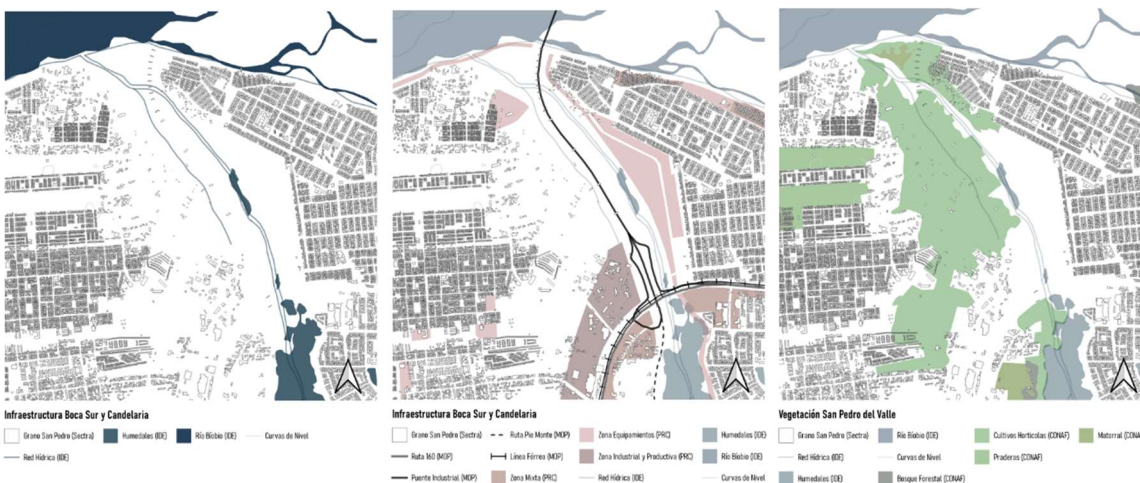


Fig. 36: Caracterización Boca sur y Candelaria
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 37: Zona Boca sur y Candelaria
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La zona de Boca sur y Candelaria (Fig. 37) corresponde al sector de mayor presión urbana y degradación ecosistémica. El proceso de expansión residencial y vial, junto con la presencia de actividades industriales, ha reducido significativamente la conectividad hídrica y ecológica. Las urbanizaciones recientes y el trazado del Puente Industrial actúan como barreras físicas que fragmentan los flujos naturales y sociales, consolidando un paisaje de alta impermeabilización y pérdida de hábitats. Socialmente, esta zona coincide con sectores de alta inequidad socioambiental, donde las comunidades más vulnerables habitan sobre suelos expuestos a riesgos de inundación y contaminación. La recuperación de este borde requiere estrategias de mitigación y restauración ecológica, incorporando infraestructuras verdes que devuelvan la capacidad de regulación natural del humedal y fomenten la

resiliencia comunitaria (Fig. 36).

2. San Pedro del Valle



Fig. 38: Caracterización San Pedro del Valle
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

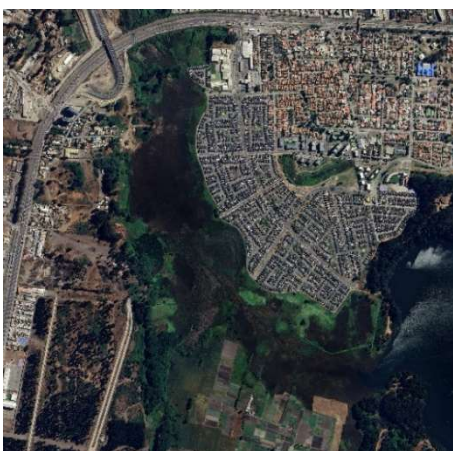


Fig. 39: Zona San Pedro del Valle
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La zona de San Pedro del Valle (Fig. 39) constituye el borde de transición entre el humedal y el tejido urbano consolidado. Aquí persisten remanentes de zonas hortícolas tradicionales, relictos forestales y espacios abiertos que aún mantienen vínculos con las dinámicas naturales del sistema hídrico. Esta área concentra un importante potencial para la reconexión ecológica y social, ya que las actividades productivas históricas, como la horticultura, conservan prácticas sostenibles y saberes locales vinculados al uso del agua. No obstante, enfrenta presiones derivadas de la urbanización acelerada y de la pérdida progresiva del suelo agrícola (Fig. 38). En este sentido, la zona de San Pedro del Valle se plantea como un espacio estratégico para implementar modelos de prevención y convivencia entre producción, biodiversidad y

hábitat urbano, promoviendo la restauración de corredores ecológicos y la revitalización de los oficios asociados al paisaje cultural del humedal.

3. Fundo Los Guindos

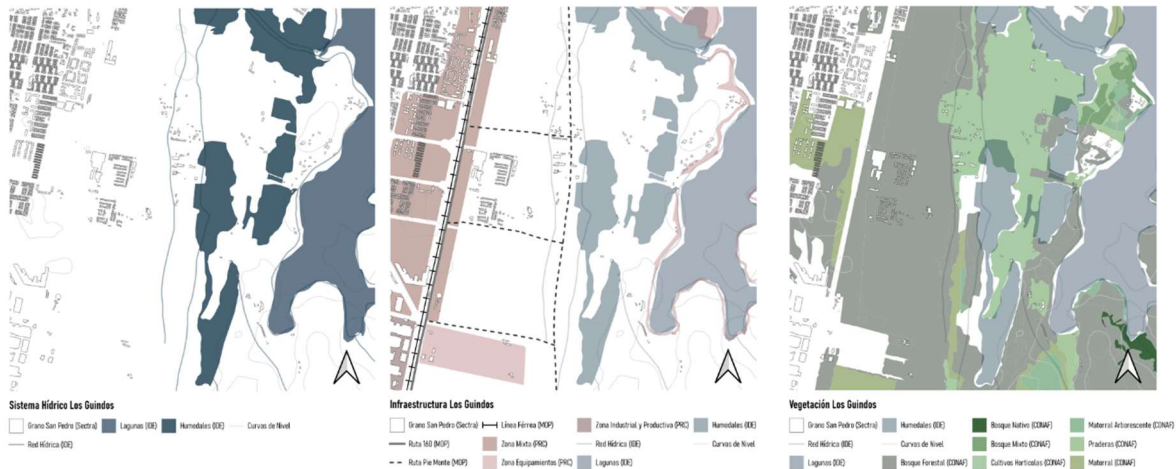


Fig. 40: Caracterización Fundo Los Guindos

Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 41: Zona Fundo Los Guindos

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Por su parte, Fundo Los Guindos (Fig. 41) presenta las mejores condiciones ecológicas y la menor presión urbana. Se trata de un territorio con alta presencia de humedales secundarios, zonas boscosas y praderas, que conserva una estructura ambiental continua capaz de sostener procesos de regeneración natural. A su vez, se caracteriza por una menor densidad poblacional y una escasa infraestructura urbana, lo que le otorga una función crítica como reserva ecológica y zona de amortiguación frente al crecimiento urbano (Fig. 40). Desde una perspectiva proyectual, este borde ofrece la mayor oportunidad para el desarrollo de estrategias de restauración activa y diseño basado en la naturaleza, orientadas a fortalecer la conectividad hídrica y la integridad del ecosistema, pudiendo preservar zonas de alto valor ecológico y ambiental.

En conjunto, la Matriz Azul-Verde-Gris permite comprender que la sostenibilidad del Sistema Humedal Los Batros no depende únicamente de su protección ambiental, sino de su reintegración funcional y simbólica en la estructura urbana de San Pedro de la Paz. Las tres zonas definen un gradiente de transformación que va desde la degradación y vulnerabilidad, hacia la resiliencia y potencial de regeneración, articulando así las bases para un modelo territorial más equilibrado. Este análisis habilita el paso hacia el Objetivo Específico 3, orientado a la formulación de estrategias de diseño urbano sostenible que operen desde la complementariedad entre sistemas naturales y construidos, reconociendo los valores ecológicos, culturales y sociales del humedal como fundamentos el urbanismo del paisaje en una planificación basada en la naturaleza.

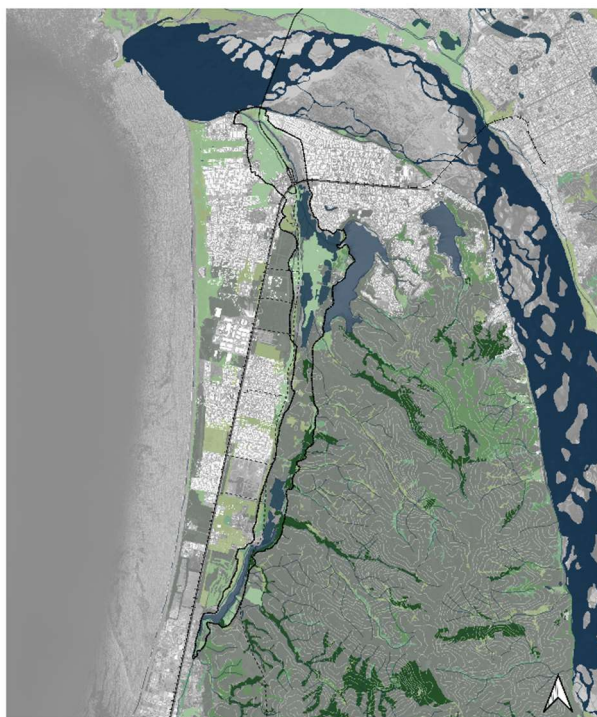
Objetivo específico 3: Formular una propuesta proyectual multiescalar, a nivel de escala Paisaje Hídrico (laguna–humedal–río), escala Humedal Los Batros y escala tejido urbano (Conflicto Ruta Pie Monte), basada en operaciones territoriales y diseño urbano sostenible que incorporen la infraestructura verde azul para una coexistencia equilibrada entre los sistemas construidos y naturales.

La elaboración de la propuesta proyectual multiescalar fue desarrollada a través de un proceso metodológico estructurado en tres facetas, que vinculan los resultados de los objetivos previos con una serie de principios propios del urbanismo del paisaje, las Soluciones Basadas en la Naturaleza y el Diseño Urbano Sensible al Agua. Este proceso se ha elaborado de acuerdo con la mirada de research by design (Roggema, 2016), en donde el diseño actúa como una herramienta de generación de conocimiento y como dispositivo para la transformación territorial.

- *Síntesis Diagnóstica y definición de escalas*

El primer paso consistió en la articulación de los productos cartográficos elaborados en los objetivos anteriores, en concreto la Matriz Azul-Verde-Gris y los análisis de inequidad socioambiental. Esta síntesis condujo a la identificación de tres escalas territoriales estratégicas que operan complementarias:

- *Escala Paisaje Hídrico (Laguna-Humedal-Río):* Comprende las 19.106 hectáreas que históricamente formaron parte del sistema de Humedal Los Batros/Junquillar (Fig. 42). Esta escala aborda la continuidad hídrica y ecológica del sistema mayor, abarcando los vestigios ecosistémicos que aún persisten de forma fragmentada y las oportunidades de reconexión entre la Laguna Grande, el Humedal Los Batros, el Humedal Junquillar y el Río Biobío.
- *Escala Paisaje-Ciudad (Humedal Los Batros):* Se parcela en las 144 hectáreas del humedal que alberga los conflictos socioecológicos más intensos, donde concurren las presiones urbanas, los usos productivos incompatibles y las poblaciones vulnerables expuestas a los riesgos ambientales (Fig. 43). Esta escala fue considerada como el nodo articulador principal del sistema y por presentar al mismo tiempo las mayores amenazas y las mejores oportunidades de intervención.
- *Escala Tejido Urbano (Fundo Los Guindos):* Corresponde a un sector de borde entre el humedal y el tejido urbano proyectado, donde se encuentran usos residenciales, hortícolas y hídricos (Fig. 44). Este sitio se eligió porque se encuentra en fase de desarrollo urbanístico, lo que permitiría implantar estrategias de diseño preventivas y construir un modelo de coexistencia equilibrada entre sistemas construidos y naturales.



Escala Paisaje Hídrico

- Delimitación Escala Paisaje Hídrico
- Grano San Pedro (Spectra)
- Ruta 160 (MOP)
- Puente Industrial (MOP)
- Ruta Pie Monte (MOP)
- Línea Férrea (MOP)
- Red Hídrica (DE)
- Laguna (DE)
- Humedales (DE)
- Río Biobío (DE)
- Curvas de Nivel
- Bosque Forestal (CONAF)
- Bosque Nativo (CONAF)
- Bosque Mixto (CONAF)
- Cultivos Hortícolas (CONAF)
- Matorral Arborescente (CONAF)
- Praderas (CONAF)
- Matorral y Pradera (CONAF)
- Matorral (CONAF)
- ESRI Satellite

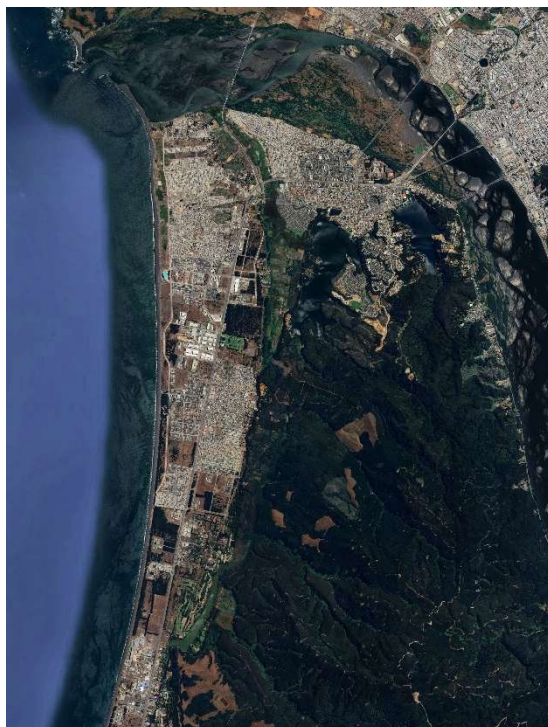


Fig. 42: Caracterización Paisaje Hídrico
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Escala Unidad Territorial Los Batros

- Unidad territorial Humedal Los Batros
- Grano San Pedro (Spectra)
- Ruta 160 (MOP)
- Puente Industrial (MOP)
- Ruta Pie Monte (MOP)
- Línea Férrea (MOP)
- Red Hídrica (DE)
- Laguna (DE)
- Humedales (DE)
- Río Biobío (DE)
- Curvas de Nivel
- Bosque Forestal (CONAF)
- Bosque Nativo (CONAF)
- Bosque Mixto (CONAF)
- Cultivos Hortícolas (CONAF)
- Matorral Arborescente (CONAF)
- Praderas (CONAF)
- Matorral y Pradera (CONAF)
- Matorral (CONAF)
- ESRI Satellite



Fig. 43: Caracterización Humedal Los Batros
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Escala Sitio Especifico Fundo Los Guindos

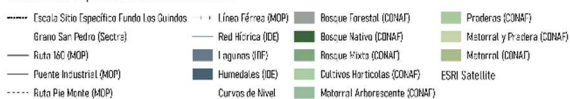


Fig. 44: Caracterización Fundo Los Guindos

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

- **Estudio de referentes y definición de principios de diseño**

Se realizó una revisión de referentes internacionales y nacionales de recuperación de humedales urbanos y diseño sensible al agua, incluyendo casos como Parque de Humedales y aguas-lluvias Qunli (Turenscape) (Fig. 45), Parque Bidadari (Henning Larsen + CPG Consultants) (Fig. 46), Parque del Humedal Minghu (Trenscape) (Fig. 47), Parque Juan Amarillo en Bogotá (Ecopolis Estudio) (Fig. 48), Proyecto de espacio público Plaza de las Glorias Catalanas en Barcelona (Fig. 49) y Concurso Parque Metropolitano Alma Viva en Villacencio (Fig. 50). Además se revisaron de tres trabajos que aportaron visión y formas de aplicación en esta investigación, "Settling with Waters" de Claudia Rojas-Bernal (Fig. 51) que explora un diseño sensible al agua en la ciudad de Bogotá, Living on (in) the Edge de Paulina Espinosa (Fig. 52) quien aplica la multiescalaridad y "Plan Maestro de ordenamiento territorial y diseño urbano del sistema humedal rocuant-andalién, vasco da gama-chimalfe, paicaví – Tucapel bajo" (MMA – ONU Medio Ambiente) (Fig. 53), el cual explora diseños urbano-sostenibles dentro del área del Gran Concepción, siendo un gran referente de estudio. Este análisis comparativo permitió identificar principios de diseño adaptables al contexto socioambiental específico de San Pedro de la Paz.

A partir de esta revisión y de la lectura crítica del territorio realizada en los objetivos anteriores, se establecieron tres principios rectores transversales a todas las escalas de intervención:

- **Reinterpretación del humedal:** Reconocer al humedal como sujeto con valores ecológicos y ambientales intrínsecos, superando su instrumentalización como proveedor de "servicios ecosistémicos" y rechazando su mercantilización como activo inmobiliario.



- **Redefinición de bordes:** Transformar los límites abruptos entre ciudad y naturaleza en interfaces multifuncionales que operan como zonas buffer, protegiendo el ecosistema mientras previenen la exposición de la población a riesgos hídricos.
- **Autonomía hidrológica:** Reducir la dependencia de sistemas externos de gestión hídrica mediante el diseño de infraestructuras verdes que trabajen con las dinámicas naturales del agua, favoreciendo procesos de infiltración, retención y conducción que restauren el ciclo hidrológico local.
- **Replanteamiento de infraestructura vial:** Transformar el paradigma de la infraestructura gris como agente fragmentador del territorio hacia un modelo de movilidad sostenible que minimice impactos ecosistémicos. Este principio opera en dos escalas complementarias: a nivel metropolitano, implica repensar el trazado proyectado de la Ruta Pie de Monte para reducir su afectación sobre la continuidad hídrica y los corredores ecológicos del sistema y a nivel local, supone la reconversión de vías secundarias existentes mediante la implementación de calles completas que integren Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).



Fig. 45: Parque Qunli
Fuente: Turenscape, 2010.



Fig. 46: Parque Bidadari
Fuente: CPG Consultant & Larsen Henning, 2024.



Fig. 47: Parque Minghu
Fuente: Turenscape, 2011.



Fig. 48: Parque Juan Amarillo
Fuente: Ecopolis Studio, 2017.

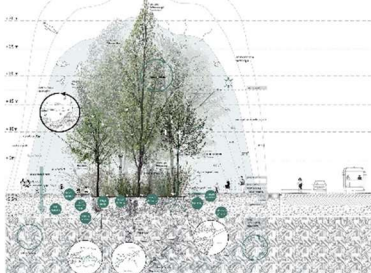


Fig. 49: Plaza Las Glorias Catalanas
Fuente: UTE Agence Ter & Ana Coello de Llobet, 2014.



Fig. 50: Parque Metropolitano Alma Viva
Fuente: Estudio Territorios, 2021.



Fig. 51: Settling whit Waters
Fuente: Rojas-Bernal, C. 2017.



Fig. 52: Living on (in) the edge
Fuente: Espinosa, P. 2023.



Fig. 53: Plan Maestro Rocuant Andalién
Fuente: MMA – ONU Medio Ambiente, 2024.

- *Desarrollo de operaciones territoriales y estrategias de diseño por escala*

Para cada escala de intervención se redactaron operaciones territoriales vinculadas, conceptualizándolas como dispositivos espaciales intermediarios en la mediación de los procesos naturales y las transformaciones urbanas. Las operaciones se explicitaron mediante la representación gráfica y diferentes herramientas proyectuales como plantas, secciones, diagramas conceptuales, renders y modelado digital en 3D, herramientas que permiten simultáneamente transmitir la posibilidad técnica, la validez ecológica y la inclusión social de las propuestas de actuación.

Operaciones territoriales a escala Paisaje Hídrico

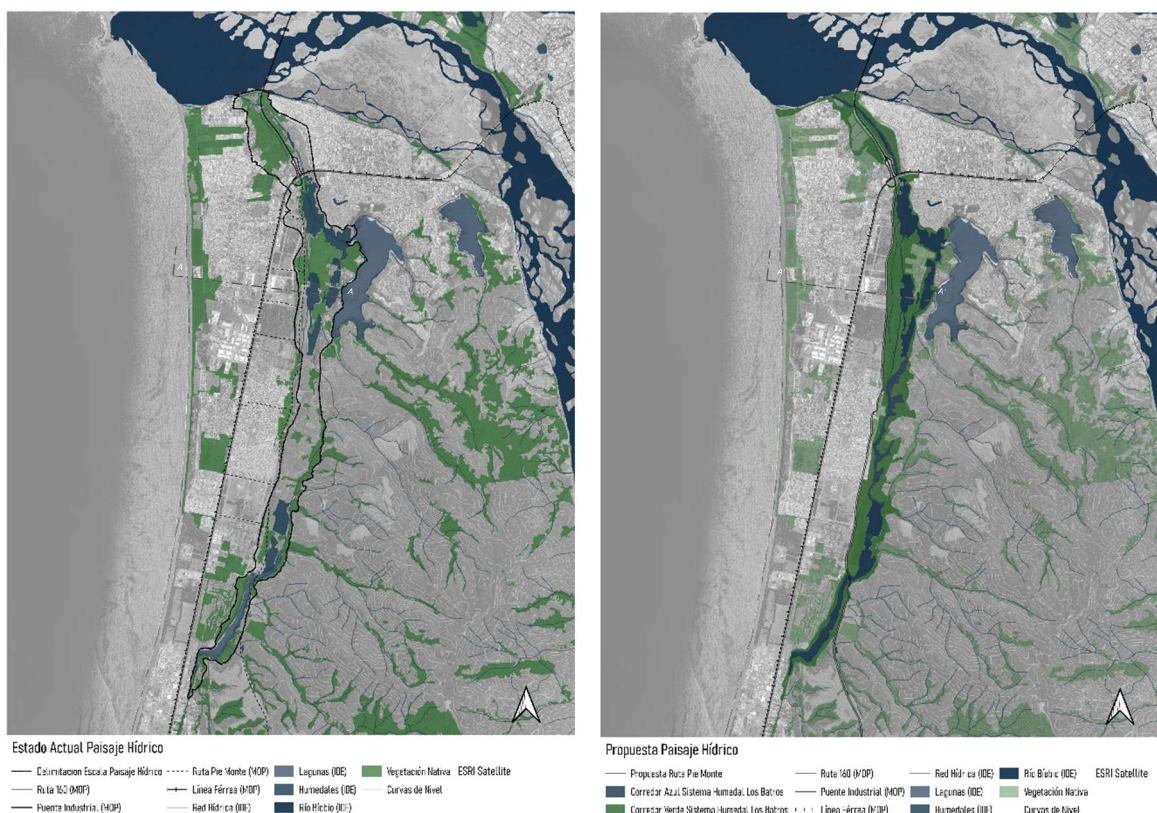


Fig. 54: Comparación del estado actual y propuesta proyectual de la escala Paisaje Hídrico

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Las estrategias a escala Paisaje Hídrico estuvieron orientadas a la restauración de la continuidad hídrica y de corredores ecológicos que articulan los elementos hídricos (Fig. 54). Las operaciones principales son las siguientes:

- **Reconexión azul-verde:** Creación de corredores mixtos en los que se van configurando flujos hídricos superficiales relacionados con las franjas de vegetación nativa, funcionando como estructuras continuas que crean una reconexión entre los fragmentos ecosistémicos remanentes.
- **Zonas buffer territoriales:** Delimitación de franjas de protección en los bordes del sistema hídrico nativo que operan como interfaces graduales entre los ecosistemas hídricos y los

usos urbano-productivos. Estas franjas entregan a la vez funciones ecológicas (hábitat para biodiversidad, filtración natural), hidrológicas (retención de escorrentías, prevención de inundaciones) y sociales (espacio de contacto controlado de los habitantes con la naturaleza, educación ambiental).

- *Revegetación de corredores*: Recuperación de los tres tipos de corredores identificados en la Matriz Verde (ribereños, de humedal, terrestres) mediante la introducción escalonada de especies nativas que reintegran la conectividad funcional y van restableciendo gradientes ecológicos necesarios para la biodiversidad.

Las operaciones se presentaron cartográficamente como una red de infraestructura verde-azul que influye más allá de los límites administrativos vigentes, construyendo una lógica territorial que propone la continuidad de los procesos ecológicos e hídricos, interpretando a estos como estructurantes del territorio (Fig. 55).



Fig. 55: Imagen objetivo de Operaciones Territoriales a desarrollar en escala Paisaje Hídrico
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Estas operaciones territoriales trascienden la dimensión técnica del diseño urbano para posicionarse como una propuesta de transformación del modelo de ciudad. Frente al paradigma de urbanización neoliberal que mercantiliza la naturaleza y distribuye desigualmente amenidades y riesgos ambientales según capacidad de pago, este proyecto propone un horizonte alternativo donde el acceso a ecosistemas saludables y la vida en territorios resilientes constituyen derechos fundamentales y no privilegios de clase. Esta visión se fundamenta en los principios de justicia ambiental y del urbanismo del paisaje, que reconocen la inseparabilidad entre equidad social y sostenibilidad ecológica.

La siguiente secuencia comparativa evidenció tres escenarios territoriales contrastantes: el estado actual del territorio (Fig. 56), caracterizado por la fragmentación ecosistémica y la concentración de vulnerabilidades en sectores de menores ingresos; la propuesta institucional desarrollada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el Plan Regulador Comunal (PRC) de San Pedro de la Paz (Fig. 57), que perpetúa la lógica de infraestructura gris como eje estructurante del crecimiento urbano; y finalmente, la propuesta proyectual (Fig. 58) desarrollada en esta investigación, fundamentada en los principios del urbanismo del paisaje y la justicia socioambiental, que invierte la jerarquía territorial posicionando la infraestructura verde-azul como estructura primaria del territorio y subordinando el desarrollo urbano a la preservación de los procesos ecológicos e hídricos esenciales.

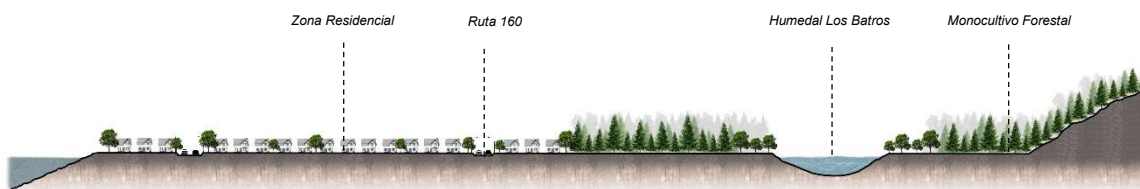


Fig. 56: Corte AA esquemático Situación Territorial Actual

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

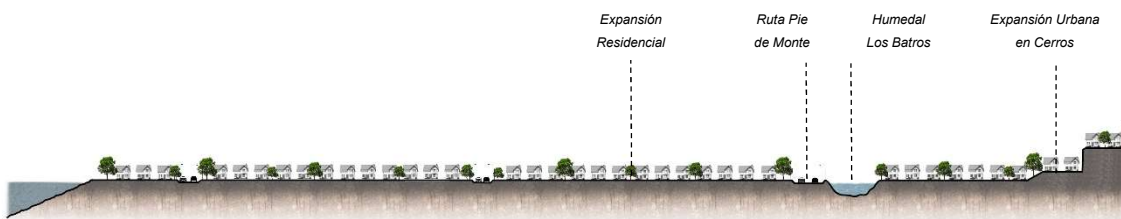


Fig. 57: Corte AA' esquemático Propuesta Territorial MOP y PRC

Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 58: Corte AA'' esquemático Propuesta proyectual propia

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Operaciones Territoriales y Estrategias de Diseño Urbano Sostenible a Escala Paisaje-Ciudad Humedal Los Batros:



Fig. 59: Comparación situación y propuesta proyectual unidad territorial Humedal Los Batros
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

En la unidad territorial Humedal Los Batros (Fig. 59), las estrategias se determinaron de acuerdo con las características y conflictos específicos de los tres sitios que se diferencian entre sí para la operación de mitigar, prevenir y preservar:

Sitio Específico Boca sur y Candelaria (Operación: Mitigar): Esta zona es la de mayor degradación ecosistémica y vulnerabilidad socioambiental, presenta una población de bajos ingresos amenazada por riesgos de inundación y contaminación industrial. Las estrategias incluyen:

- Reactivación de la trama hídrica mediante la recuperación de cauces enterrados y rellenados
- Diseño de parques inundables que funcionan como infraestructuras de mitigación de eventos de crecida
- Integración de horticultura urbana y áreas inundables que generen paisajes productivos adaptados a régimen hídrico
- Revegetación nativa en interacción con zona industrial para amortiguar impactos ambientales
- Multiplicación de accesos públicos al humedal para democratizar el contacto con la naturaleza

Sitio Específico San Pedro del Valle (Operación: Prevenir): Zona de transición vulnerabilidad socioambiental, pero alta presión sobre ecosistema. Las estrategias preventivas proponen:

- Implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) que adicionalmente incrementen la permeabilidad del suelo y disminuyan escorrentías impermeables
- Revegetación nativa de áreas verdes existentes para aumentar su funcionalidad ecológica
- Preservación y reconfiguración del recorrido de borde humedal como espacio público lineal que articula acceso controlado y protección ecosistémica
- Sitio Específico Fundo Los Guindos (Operación: Preservar): Sector con las mejores condiciones ecológicas, poca densidad urbana, y en proceso de ejecución de un desarrollo inmobiliario ya proyectado. Las estrategias de preservación se orientan a:
 - Diseño de coexistencia entre la zona de habitación, la horticultura y el humedal a partir de gradientes espaciales y funcionales
 - Desarrollo inmobiliario sensible al agua que incorpora desde su concepción los ciclos hidrológicos naturales
 - Modelación del terreno que genera "tierra segura" elevada para usos urbanos y de una serie de expansiones de zonas de inundación temporal del humedal

Sitio Específico Fundo Los Guindos (Operación: Preservar): Zona de menor intervención hasta el momento, pero identificada como "zona de expansión urbana" y paso de la Ruta Pie de Monte. Dado que las acciones de intervención sobre su territorio aún no se encuentran ejecutadas, presenta mayores posibilidades de preservación y un escenario óptimo para la propuesta proyectual. Sus condiciones ecosistémicas son las mejores en comparación con los sitios específicos analizados anteriormente. Sus estrategias de preservación incorporan:

- Recuperación de corredores hídricos de humedal con vegetación nativa
- Revegetación del borde con especies nativas
- Mantención y ordenamiento de actividad hortícola existente con prácticas agroecológicas
- Creación de zona buffer agrícola entre humedal y áreas urbanas proyectadas
- Creación de zona buffer que integre áreas de inundación y vegetación nativa entre zonas más urbana y zona de preservación
- Diseño de jardines pluviales en zona urbana que conecten con zonas buffer
- Implementación de agricultura urbana sin agroquímicos como barrera funcional
- Diseño de senderos elevados de observación de bajo impacto (pasarelas de madera) en zona buffer de preservación
- Señalética educativa e interpretativa del paisaje
- Preservación de drenajes naturales y microcuencas existentes
- Implementación de pavimentos permeables en vías secundarias

La combinación de estas tres operaciones territoriales diferenciadas: mitigar en Boca Sur y Candelaria, prevenir en San Pedro del Valle y preservar en Fundo Los Guindos, constituye un plan integral que, mediante el reconocimiento de la propia heterogeneidad de los conflictos y las capacidades en la Unidad Territorial Humedal Los Batros, da cuenta de una estrategia multioperativa orientada a hacer frente a la necesidad de calibrar las intervenciones según gradientes de degradación ecosistémica, presión urbana e inequidad socioambiental superando así el paradigma homogeneizador que desconocen las particularidades de cada territorio (Fig. 60).

Las operaciones se alimentan y complementan mutuamente, esta comprensión representa un primer paso para poner en práctica los principios del urbanismo del paisaje y de la justicia ambiental en un modelo territorial de adaptación de la lectura crítica de sistemas superiores (escala Paisaje Hídrico) y la lectura crítica de intervenciones de diseño urbano (escala Paisaje Ciudad) que propone un horizonte de coexistencia balanceada entre la ciudad y la naturaleza en la que los derechos ecosistémicos, los derechos urbanos y los derechos humanos se entienden como interdependientes e irrenunciables.



Fig. 60: Master plan Unidad Territorial Humedal Los Batros

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Estrategias de diseño urbano sostenible a escala Tejido Urbano Fundo Los Guindos:

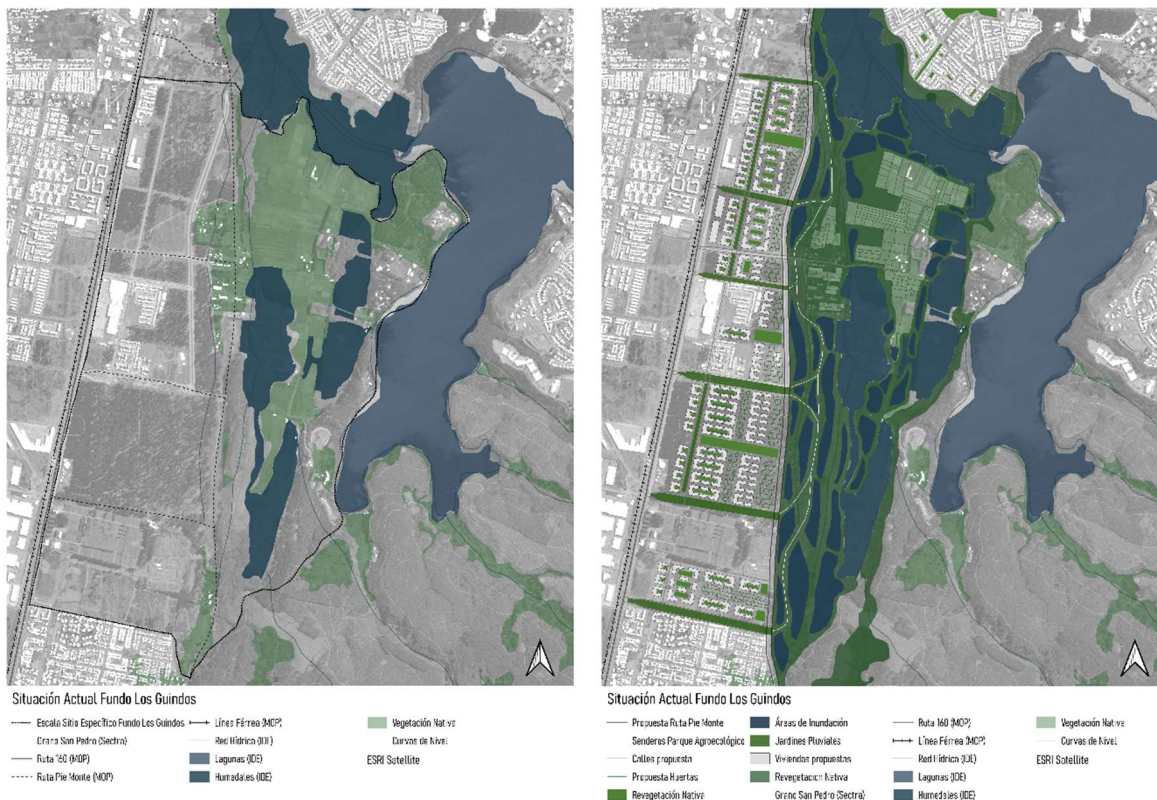


Fig. 61: Comparación situación y propuesta proyectual sitio específico Fundo Los Guindos

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El desarrollo proyectual del Sitio Específico Fundo Los Guindos funciona como evidencia de la viabilidad técnica y espacial de los principios que se proponen (Fig. 61). Este sector se elige por ser el "escenario óptimo" donde es posible implementar el modelo de urbanización híbrido (Fig. 64). Las estrategias específicas son las siguientes:

- Diseño híbrido vivienda-agricultura-humedal:

Propuesta de un tejido urbano de baja densidad en el que las viviendas se intercalan con parcelas hortícolas productivas y espacios de preservación hídrica. La configuración espacial elimina las fronteras rígidas entre usos y genera un gradiente funcional donde lo residencial, lo productivo y lo natural se entrelazan en transiciones espaciales graduales.

- Zona buffer de vegetación nativa:

Franja continua de vegetación nativa que funciona como barrera permeable entre el área urbano-productiva y el núcleo del humedal. Esta zona es independiente de las funcionales específicas que cumple, como ecológicas (protección de fauna, corredor de biodiversidad, filtración natural), hidrológicas (retención de sedimentos, regulación de flujos) y sociales (espacio de educación ambiental, paisaje de contemplación). En esta zona se implementen zonas de inundación que permiten una mayor infiltración y absorción de agua, además de en un futuro recuperar territorio de humedal perdido con los años. Esto va acompañado de un parque de preservación medioambiental, el cual ayuda a definir las zonas de inundación a la vez que entrega senderos de acceso controlado a la población.

- **Jardines Pluviales en zonas urbanas:**

Los jardines pluviales constituyen depresiones topográficas vegetadas con especies nativas que captan, retienen e infiltran escorrentías urbanas provenientes de superficies impermeables. Funcionan mediante procesos de infiltración, evapotranspiración y fitorremediación, reduciendo volúmenes de escorrentía hasta en 80% mientras filtran contaminantes. En Fundo Los Guindos se integran estratégicamente en espacios públicos, vías secundarias y zonas de transición, configurando una red descentralizada que previene la contaminación del humedal, regula caudales de entrada y crea microhábitats de biodiversidad urbana, materializando el principio de desarrollo sensible al agua. Estos jardines pluviales se encuentran conectados con las zonas buffer, con la finalidad de entregar una continuidad al sistema hídrico vegetal.

- **Topografía adaptativa:**

Modelación de la topografía que elimina las planicies residenciales homogéneas y genera una topografía variada en la que se crean zonas elevadas para el asentamiento humano y zonas deprimidas cuyo destino es el de expansión temporal del humedal en momentos de crecida. Esta estrategia asume la inversión de la lógica extractivista convencional donde se rellena el humedal para ganar suelo urbanizable y, en este caso, entrega territorio al agua, reconociendo los regímenes de su funcionamiento. En este caso se aplica una topografía variada que además va acompañada de Jardines Pluviales que permiten una mayor retención de aguas, disminuyendo el riesgo de inundación a la vez que aumenta el acceso a áreas verdes de los habitantes.



Fig. 62: Situación actual Fundo Los Guindos
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 63: Propuesta MOP y PRC para Fundo Los Guindos
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 64: Propuesta Proyectual Fundo Los Guindos
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La secuencia comparativa pone de manifiesto una transformación paradigmática en la comprensión de la infraestructura vial. Mientras que la situación actual (Fig. 62) muestra la fragmentación ecosistémica propiciada por las infraestructuras viales en terraplén y las zonas residenciales extensas expone como la propuesta del MOP y PRC (Fig. 63) reproduce y exagera esta lógica en un trazado con terraplén de la Ruta Pie de Monte que cierra tajantemente flujos hídricos y corredores ecológicos. La propuesta proyectual de este TFI (Fig. 64) desmonta por completo la solución técnica con un viaducto elevado que permite la continuidad, en el nivel inferior, de sistemas naturales hídricos, conectando los jardines pluviales con las zonas de revegetación nativa y áreas de inundación. Este cambio materializa el principio de subordinación de la movilidad metropolitana a la preservación de procesos ecológicos esenciales, invirtiendo la jerarquía histórica que ha sacrificado sistemáticamente valores ambientales en favor de conectividad vehicular.

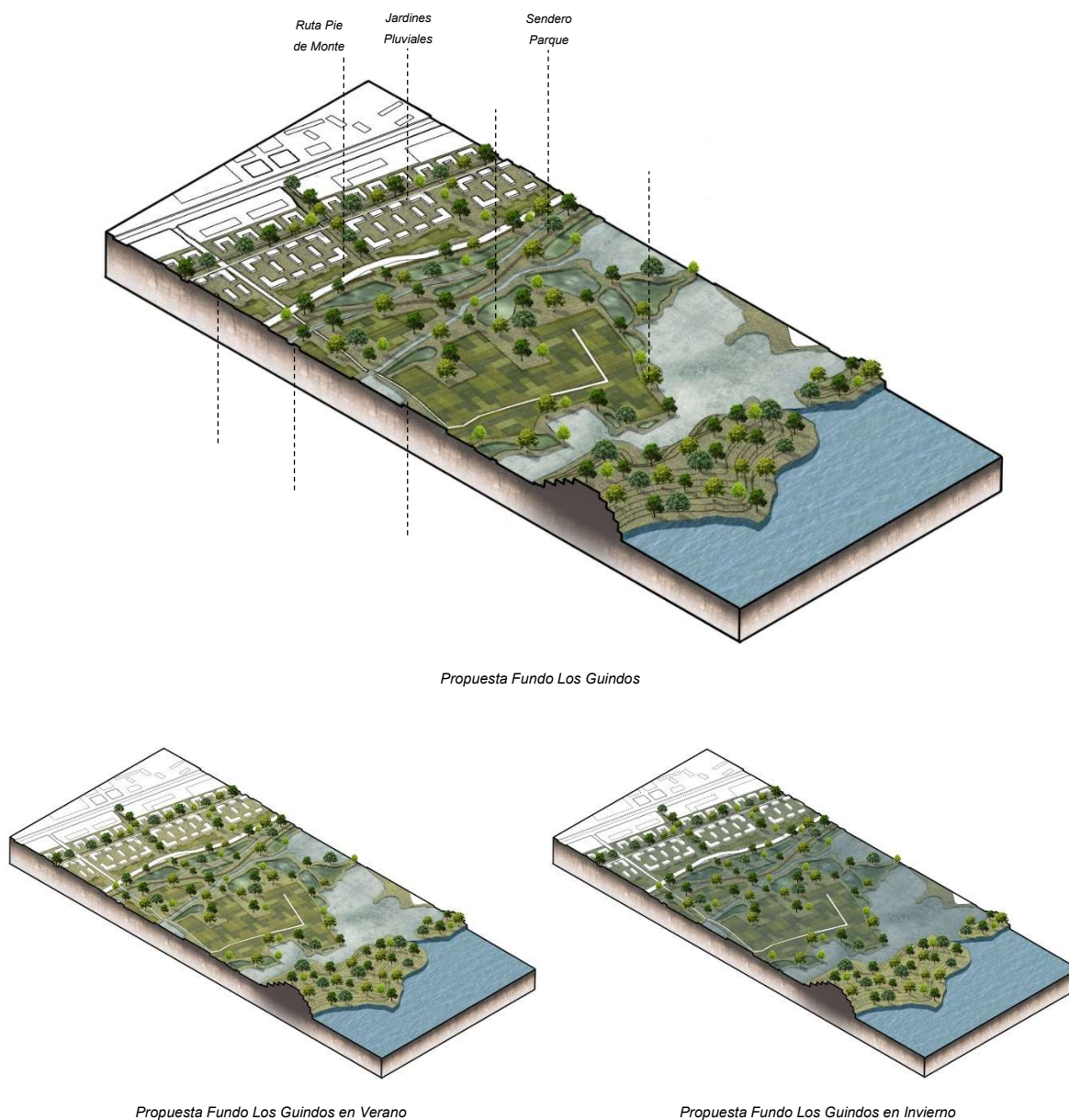


Fig. 65: Comprensión espacial y adaptativa de la propuesta proyectual
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La propuesta no solo pretende romper con paradigmas, sino que también con la idea de barreras entre lo urbano y lo natural, creando una simbiosis funcional y beneficiosa para ambos sistemas. La articulación sistémica de estas estrategias configura un territorio de mayor resiliencia socioecológica, donde las dinámicas hídricas naturales se integran como estructurantes del diseño urbano en lugar de ser percibidas como amenazas a mitigar mediante infraestructura gris. El modelo propuesto opera bajo una lógica de adaptación a las fluctuaciones estacionales del régimen hídrico (Fig. 65): mediante la combinación de jardines pluviales, zonas buffer inundables, topografía modelada y pavimentos permeables, el sector absorbe, retiene y conduce las variaciones de agua a lo largo del año sin comprometer la funcionalidad urbana ni la seguridad de sus habitantes. Esta estrategia invierte el paradigma convencional que subordina los ciclos naturales a las necesidades urbanas, proponiendo en su lugar un tejido urbano-productivo que cohabita con las dinámicas de inundación temporal, transformando el agua de amenaza en recurso paisajístico, ecológico y productivo (Fig. 66).

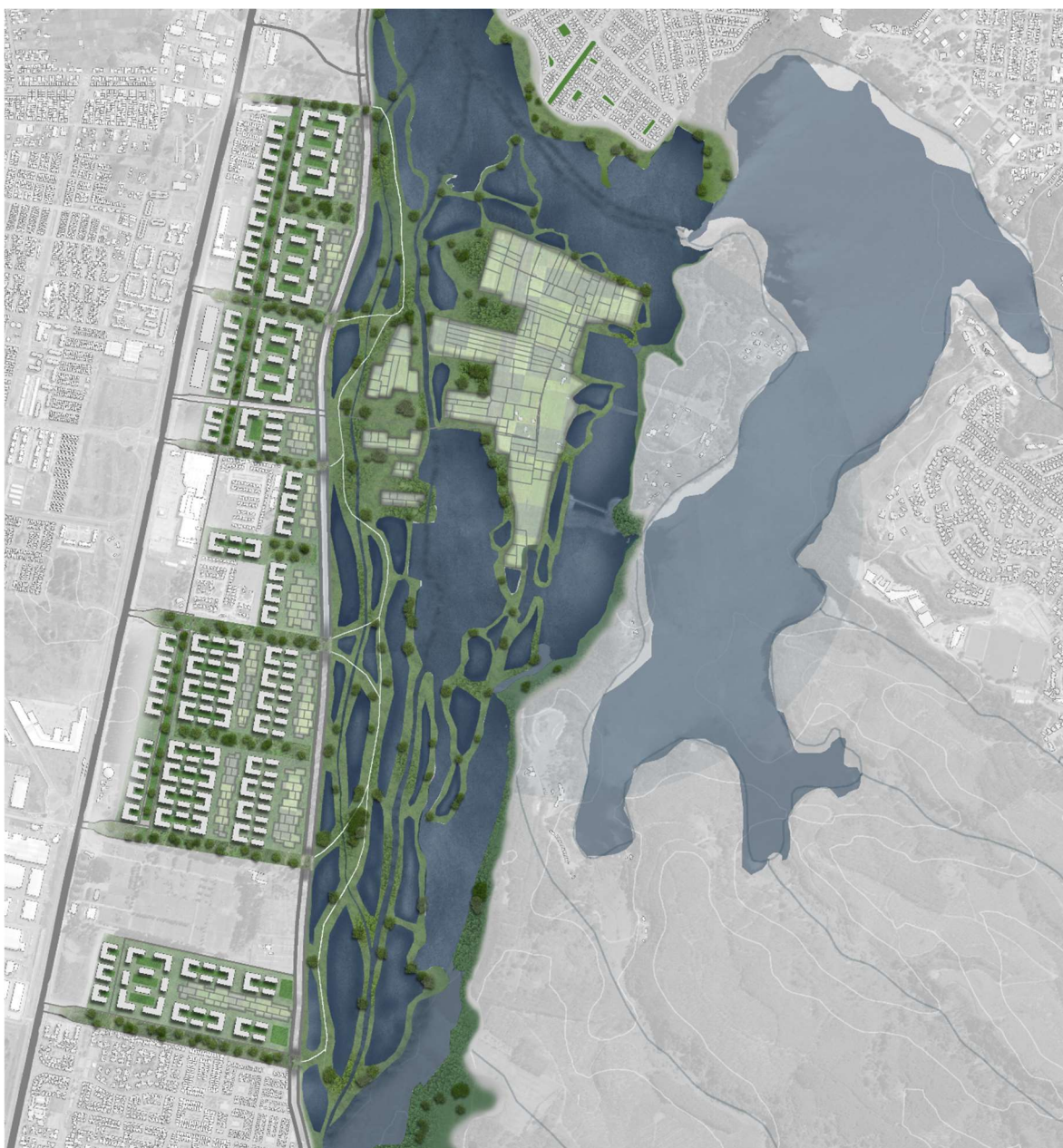


Fig. 66: Master plan sitio específico Fundo Los Guindos

Fuente: Elaboración Propia, 2025.



El modelo territorial sugerido va más allá del planteo técnico de conflictos socioambientales, para ofrecer un horizonte donde la salud ecosistémica y el bienestar humano son dimensiones inseparables. Proporcionar dinámicas hídricas y ecológicas como estructurantes del diseño urbano, tal modelo construye tramas donde las comunidades acceden a diario a paisajes que regulan microclimas, producen alimentos, filtran agua y ofrecen espacios de recreación y contacto con biodiversidad. A su vez, la infraestructura verde disminuye drásticamente la exposición a riesgos de inundaciones y contaminación de los espacios públicos, redistribuyendo equitativamente la seguridad territorial. La propuesta materializa así una ética del cuidado mutuo en la que la preservación de los procesos ecológicos no está en contradicción con el desarrollo urbano, sino que lo condiciona y lo engrandece, confirmando que la sostenibilidad es la condición de posibilidad para territorios justos, resilientes y habitables tanto para las comunidades humanas como para las muchas especies con las que compartimos el espacio vital (Fig. 67, 68, 69).



Fig. 67: Fotomontaje zona residencial y áreas de inundación
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 68: Fotomontaje huertas, residencial y áreas de inundación
Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Fig. 69: Fotomontaje senderos, áreas de inundación y humedal
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

La conjugación de las operaciones territoriales a través de los tres niveles de escala conforma un modelo territorial ciudad-naturaleza para el Sistema Humedal Los Batros/Junquillar (Fig. 70) fundamentado por los siguientes principios:

- *Multiescalaridad coherente.* Las intervenciones trabajan sinérgicamente desde la escala paisaje (continuidad del sistema hídrico mayor) hasta la escala del sitio (diseño del lote y espacio público) garantizando que cada una contribuya a reforzar la lógica de las otras.
- *Infraestructura verde azul como estructura territorial.* La infraestructura verde-azul deja de ser el "complemento" del desarrollo urbano para convertirse en la estructura espacial primaria que ordena y condiciona los usos construidos.
- *Justicia socioambiental.* Las intervenciones tienen como objetivo priorizar los sectores que han cargado históricamente con las externalidades negativas ambientales del crecimiento urbano, redistribuyendo el acceso equitativo a los beneficios ecológicos como las protecciones frente a riesgos.
- *Adaptabilidad temporal.* El modelo entiende que la recuperación ecosistémica es una actividad de largo plazo, por lo que las intervenciones deben ser progresivas y adaptativas, y ello propone acciones diferenciadas en base a la urgencia de intervención y la viabilidad de implementación en cada sitio.

Este modelo proyectual no se refiere solamente a la dimensión técnico-espacial, sino que presenta una propuesta ético-política que interroga los fundamentos extractivistas de la urbanización neoliberal y ofrece horizontes alternativos de relación ciudad-naturaleza, donde la sostenibilidad se entiende no como un atributo añadido sino como el principio estructurante del territorio.



Fig. 70: Visualización de operaciones territoriales y estrategias aplicadas en las distintas escalas

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

10 DISCUSIÓN

La investigación realizada ha tomado el Sistema Humedal Los Batros como un caso paradigmático de las tensiones actuales entre urbanización acelerada y conservación ecosistémica en las ciudades contemporáneas. Los resultados permiten reflexionar críticamente sobre la aplicabilidad de la mirada del urbanismo del paisaje como marco teórico-metodológico para entender procesos de degradación y fragmentación ecológica en territorios urbanos. Este apartado examina los hallazgos del marco conceptual propuesto, evalúa las fortalezas y limitaciones metodológicas del enfoque multiescalar adoptado, y proyecta alcances profesionales y académicos del trabajo realizado.

El desarrollo de la matriz Verde-Azul-Gris es, sin lugar a duda, uno de los principales resultados que esta investigación realiza a partir de la mirada del urbanismo del paisaje. Esta forma de aproximarse al estudio de este humedal permite combatir la habitual fragmentación disciplinar que acompaña su estudio, integrando dimensiones hidrológicas, ecológicas y sociourbanas en un marco interpretativo coherente.

Por otro lado, los resultados del Objetivo Específico 1 dio cuenta de una retracción significativa de la superficie hídrica funcional del sistema entre el periodo 1961 y 2025. Pero esta transformación que no constituye únicamente una pérdida cuantitativa de cobertura, sino una alteración cualitativa de las funciones ecosistémicas que el humedal históricamente ha desempeñado como regulador hídrico metropolitano. La metodología cartográfica proyectiva que fue utilizada se encuentra expresamente en diálogo con las formulaciones de Corner (1999), que considera el mapa como un "agente activo" que no sólo representa un territorio, sino que produce nuevas lecturas-territoriales sobre él. Al respecto, las cartografías multitemporales del caso del Sistema Humedal Los Batros han dado cuenta de patrones de encapsulamiento territorial que no estaban siendo evidenciados en análisis sectoriales anteriores. La aparición de tres escalas operacionales (Paisaje Hídrico, Paisaje- Ciudad en Humedal Los Batros y Tejido Urbano en Fundo Los Guindos) da cuenta de la necesidad de articular las intervenciones que reconocen también la conectividad sistémica del territorio, alejándose de las formas de sitio aislado que habían marcado, de modo casi histórico, la gestión de humedales del Área Metropolitana de Concepción.

La aproximación multiescalar adoptada, es esencial donde diversos autores hacen hincapié en que la resiliencia ecosistémica no puede alcanzarse mediante intervenciones puntuales, sino que requiere estrategias espacialmente integradas que operen simultáneamente a nivel de sistema (Paisaje Hídrico), unidad territorial (Paisaje-Ciudad) y sitio (Tejido Urbano). Los resultados obtenidos en este TFI validan este principio al proponer que la recuperación del Humedal Los Batros no puede concebirse independientemente de la restauración de la conectividad hídrica con los demás cuerpos de agua con los cuales mantiene relación, siendo todo un gran sistema interconectado. Esta comprensión del territorio constituye una base técnica fundamental para futuras propuestas de planificación ecológica en San Pedro de la Paz.

Ahora bien, con la finalidad de potenciar esta investigación a futuro, se reconoce que el análisis desarrollado recopiló su información desde fuentes secundarias, no habiendo tenido la oportunidad de incorporar conocimientos ecológicos locales y saberes comunitarios sobre las transformaciones del humedal. Recientemente investigaciones realizadas sobre justicia ambiental urbana han demostrado que la integración de metodologías participativas fortalece tanto la legitimidad social como la efectividad técnica de propuestas de restauración ecosistémica (Schlosberg & Collins, 2014; Anguelovski et al., 2020). En este sentido, este trabajo requiere del aporte de otras disciplinas para alcanzar un mayor nivel de realidad y profundidad proyectual. La incorporación de perspectivas provenientes de la ecología política, la antropología urbana y las ciencias ambientales permitirían enriquecer el diagnóstico territorial y fundamentar aún más las propuestas de diseño que integren dimensiones técnicas, sociales y culturales del territorio.

El Objetivo específico 2 dio como resultado la evidencia e identificación de patrones de inequidad socioambiental, lo cual profundiza las desigualdades estructurales que existen en San Pedro de la Paz. El análisis reveló que los barrios con mayor inequidad socioambiental son aquellos de menores ingresos, los cuales cuentan con mayor densidad poblacional, menor cantidad de áreas verdes, limitados accesos a áreas paisajísticas del humedal y son las zonas con mayor exposición a riesgos de inundación.

Esta normalización de injusticia medioambiental demuestra cómo esta expansión urbana residencial opera selectivamente sobre el territorio, consolidando una geografía de la desigualdad donde los valores ecológicos y ambientales se distribuyen inequitativamente en el territorio. Barrios como Michaihue y Boca Sur, históricamente vinculados a las dinámicas productivas del humedal, enfrentan simultáneamente mayor exposición a riesgos hídricos y menor acceso a infraestructura de protección y áreas verdes de calidad. Esta condición contrasta radicalmente con desarrollos inmobiliarios de mayores ingresos en sectores como San Pedro del Valle, que, si bien también ocupan suelos ambientalmente sensibles, cuentan con infraestructura privada que logra mitigar parcialmente su vulnerabilidad.

Los hallazgos de este TFI dialogan directamente con el concepto de "justicia ambiental urbana" propuesto por Schlosberg (2007) y actualizado por autores latinoamericanos como Rojas (2024), quienes discuten que la degradación ecológica no es un fenómeno neutral, sino que reproduce y maximiza desigualdades socioespaciales preexistentes. En el contexto san pedrino, el cual presenta el segundo índice de desigualdad socioeconómico (Gini) más alto a nivel nacional, refuerza aún más los procesos de segregación residencial y marginalización territorial. Este entendimiento posiciona a la mirada del urbanismo del paisaje como una herramienta para entender los alcances territoriales de la justicia ambiental.

Las propuestas proyectuales que se desarrollan en el Objetivo Especifico 3 buscan revertir los patrones de inequidad, democratizando los accesos a funciones ecológicas y valores ambientales. Sin embargo, es esencial reconocer que el diseño urbano por sí solo no es suficiente para resolver causas estructurales de desigualdad territorial. Las transformaciones espaciales deben relacionarse con políticas de suelo, instrumentos de regulación urbana y procesos de participación comunitaria que garanticen la permanencia de poblaciones más vulnerables en territorios en regeneración. Este TFI pretende aportar al conocimiento de la situación del Sistema Humedal Los Batros/Junquillar y funcionar como dispositivo intelectual de futuro uso en procesos interdisciplinarios.

El desarrollo de la propuesta proyectual a escala Paisaje-Ciudad en el Sistema Humedal Los Batros representa un ejercicio de comprensión del diagnóstico territorial para transformarlo en estrategias espaciales concretas que operan en simultáneo por medio de tres escalas complementarias. A nivel paisaje hídrico, donde se plantea una restauración de conectividad hídrica ecológica entre Humedal Los Batros y Humedal Junquillar por medio de corredores verde-azul que articulan los ecosistemas fragmentados del sistema. A nivel Humedal Los Batros las estrategias se enfocan en recuperar la capacidad hídrica por medio de revegetación nativa, creación de zonas buffer y definición de áreas de inundación que logren mediar entre las dinámicas naturales y los usos urbanos. A escala Tejido Urbano en el Fundo Los Guindos la propuesta aborda el conflicto de la expansión urbana, el paso de infraestructura vial de escala metropolitana, el monocultivo forestal y la pérdida de humedal por medio de un diseño sensible al agua que permite compatibilizar movilidad metropolitana (Ruta Pie de Monte) y expansión urbana con continuidad ecológica.

Esta propuesta multiescalar responde a los principios del diseño regenerativo propuestos por Mang & Reed (2020) donde las intervenciones no buscan únicamente mitigar impactos sino restaurar funciones ecosistémicas degradadas y fortalecer la capacidad adaptativa del territorio. Los referentes analizados evidencian que la recuperación de infraestructuras hídricas urbanas constituye una

estrategia efectiva para incrementar resiliencia climática y mejorar calidad de vida urbana. La propuesta para Los Batros adapta estos principios al contexto metropolitano chileno, considerando restricciones normativas, capacidades institucionales y patrones culturales de uso del territorio.

Un aspecto crítico de la propuesta corresponde a la intervención en el sector Fundo Los Guindos, donde el trazado proyectado de la Ruta Pie de Monte atravesaría longitudinalmente el humedal, profundizando su fragmentación ecológica. La propuesta de cambio desarrollada en esta investigación resulta significativa a nivel proyectual al plantear una infraestructura vial elevada mediante viaductos y puentes que permiten la continuidad del sistema hídrico y la cobertura vegetal nativa en el nivel del suelo. Esta solución técnica, inspirada en experiencias como Parque de Humedales y aguas-lluvias Qulin, Parque Bidadari, Parque del Humedal Minghu, Parque Juan Amarillo en Bogotá, Proyecto de espacio público Plaza de las Glorias Catalanas en Barcelona, Settling with Waters (Rojas-Bernal, 2017) y Living on (in) the Edge (Espinosa et al., 2023), posibilita compatibilizar la conectividad regional de movilidad con preservación de funciones ecológicas locales.

Sin embargo, es fundamental reconocer que esta modificación proyectual aumentaría los costos de construcción de la Ruta Pie de Monte. En el contexto de restricciones fiscales propias del Estado chileno y priorización de eficiencia presupuestaria en inversión pública, esta propuesta podría ser percibida como económicamente inviable, convirtiéndose en un obstáculo para su consideración en instancias de decisión política y técnica. Esta tensión entre costos de inversión inicial y beneficios ecosistémicos y sociales a largo plazo constituye uno de los dilemas fundamentales que enfrenta la planificación ecológica. No obstante, investigaciones recientes sobre valoración económica de Soluciones Basadas en la Naturaleza demuestran que los beneficios a mediano y largo plazo de infraestructuras verdes-azules superan ampliamente sus costos iniciales. Seddon et al. (2021) y Kabisch et al. (2016) documentan que la restauración de humedales urbanos genera retornos económicos mediante reducción de costos por inundaciones, mejora en calidad de agua, regulación térmica urbana y beneficios en salud pública. Estas transformaciones son posibles de implementar en este contexto si se privilegia el bienestar ecológico y social por sobre el inmediatismo económico, reconociendo que los beneficios a largo plazo que entrega un diseño basado en la naturaleza generan un aporte sustancial en la resiliencia urbana. Esta perspectiva temporal extendida requiere cambios en los marcos de evaluación de proyectos públicos, incorporando externalidades positivas ambientales y sociales actualmente no contabilizadas en análisis costo-beneficio convencionales (Costanza et al., 2014; Gómez-Baggethun & Barton, 2011).

De esta forma es esencial reconocer las proyecciones a futuro del enfoque metodológico adoptado en esta investigación. El enfoque proyectual/exploratorio de la investigación priorizó la producción de conocimiento territorial mediante cartografía y diseño urbano, a futuro sería esencial la incorporación de análisis cualitativos y cuantitativos detallados que permitan avanzar a proyectos de ingeniería ejecutables.

Este TFI posee una alta aplicabilidad en varios ámbitos: Primero los productos cartográficos generados por medio de la recopilación y análisis del territorio constituyen un insumo técnico utilizable por instituciones de planificación territorial como la secretaria regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Medioambiente, la División de Desarrollo Urbano del Gobierno Regional o la Dirección de Obras Municipales de San Pedro de la Paz. Estos insumos cartográficos proporcionan evidencia territorial para fundamentar modificaciones esenciales en el Plan Regulador Comunal o en el trazado de infraestructuras relevantes como la Ruta Pie de Monte, basadas en delimitar Áreas de Preservación Ecológica o definir condiciones urbanísticas específicas en bordes del humedal. Segundo, las estrategias desarrolladas pueden ser aplicadas en procesos de diseño urbano sostenible en otros humedales urbanos de Chile que enfrenten presiones similares. La metodología multiescalar y el enfoque de Soluciones Basadas en la Naturaleza son transferibles a otros contextos, requiriendo adaptaciones según las condiciones ecológicas, marcos normativos e

institucionalidades locales específicas de cada caso. Tercero y último, el TFI aporta evidencia sobre la viabilidad del urbanismo del paisaje como marco teórico-metodológico para enfrentar las tensiones y conflictos entre urbanización y dinámicas naturales a preservar en ciudades contemporáneas. La situación chilena de humedales urbanos presenta similitudes con procesos existentes en ciudades colombianas, argentinas o mexicanas, en donde la expansión urbana desmedida ha degradado ecosistemas esenciales (Rojas, 2024). Los aprendizajes metodológicos aprendidos en este TFI pueden nutrir debates a nivel latinoamericano sobre planificación ecológica urbana y derecho a la naturaleza en contextos de desigualdad socioespacial.

Transversalmente, las propuestas de diseño y operaciones contenidas en este TFI requieren de transformaciones en marcos institucionales y normativos que actualmente se encuentran limitados. La ley 21.202 de Humedales Urbanos (2020) constituye un gran avance al establecer protección jurídica para estos ecosistemas esenciales, sin embargo, su aplicación se ve limitada por la ausencia de instrumentos de gestión, recursos institucionales insuficientes y contradicciones con instrumentos de planificación territorial preexistentes. Esto se ve reflejado en el caso el Sistema Humedal Los Batros/Juquillar, en específico en el Humedal Los Batros, donde a pesar de haber sido solicitada su declaración en el año 2021, actualmente en el 2025 el proceso continuo inconcluso, permitiendo la continuidad de presiones urbanas y la materialización de grandes obras de infraestructura vial como es el Puente Industrial y la futura Ruta Pie de Monte.

La aplicabilidad de la mirada del urbanismo del paisaje depende esencialmente del fortalecimiento de las capacidades institucionales para la gestión integrada el territorio. Esto implica reformas en instrumentos de planificación que incorporen un enfoque de infraestructura ecológica en planes reguladores, creación de unidades especializadas en gestión de humedales en los gobiernos locales y mecanismos de financiamiento para la implementación de infraestructuras verdes. Experiencias internacionales exitosas, como el sistema de gestión de humedales de Singapur o los programas de restauración de Países Bajos, evidencian que transformaciones territoriales sostenibles requieren de una institucionalidad robusta, inversión sostenida y voluntad política de largo plazo (Tan et al., 2013).

Mas allá de los aportes técnicos y metodológicos, esta investigación critica fundamentalmente el modelo de desarrollo urbano que ha caracterizado la urbanización chilena en las últimas décadas. El Humedal Los Batros es un claro ejemplo de las contradicciones urbanísticas, que, a pesar de reconocer formalmente la importancia ecológica de los humedales, permite sistemáticamente su degradación por medio de decisiones de planificación que priorizan la rentabilidad inmobiliaria y progreso vial por sobre la resiliencia ecosistémica y bienestar colectivo.

Estas contradicciones no son meramente accidentales, sino que expresan lo que la literatura ha denominado como “acumulación por desposesión” aplicada en el ámbito ecológico ambiental (Harvey, 2003). La transformación ecosistémica en suelo urbano representa un mecanismo a través del cual valores de uso colectivo, como la regulación hídrica, biodiversidad y recreación, son convertidos en valores de cambio privatizables, ligadas a rentas del suelo y plusvalías inmobiliarias. Este proceso genera a su vez un enriquecimiento de los agentes inmobiliarios y un empobrecimiento ecológico para la sociedad, específicamente para aquellas poblaciones de menores ingresos que carecen de capacidad de acceder a beneficios ambientales.

La aplicación de la racionalidad ecológica (Viganò et al., 2021) representa una respuesta ética y técnica a la lógica extractivista existente. Comprender el territorio como un sistema complejo y completo integrado por procesos naturales y sociales donde el agua es un estructurante (Shannon, 2008) de la forma urbana y los ecosistemas desempeñan funciones trascendentales, implica a su vez reconocer los límites ecológicos frente al crecimiento y distribución equitativa de los beneficios ambientales. Esta perspectiva no rechaza ni se niega a la urbanización y el crecimiento urbano, sino

que replantea desde principios de coexistencia equilibrada entre los sistemas construidos y naturales, donde el desarrollo humano se articula con la integridad ecosistémica.

En el contexto nacional donde el déficit habitacional alcanza 491.804 viviendas (MINVU, 2024) y la presión por expansión urbana es inminente, la aplicación de la racionalidad ecológica necesita de transformación profundas en políticas de vivienda, instrumentos de planificación y modelos de negocios inmobiliarios. Referentes internacionales como el caso de ciudades biofílicas de Singapur demuestran que es posible compatibilizar disposición de áreas residenciales con preservación ecológica por medio de diseños que integren naturaleza con estructura urbana (Beatley, 2020; Newman et al., 2017). Esto implica de eliminar la mentalidad de zonificaciones segregadas que separa espacialmente usos residenciales de áreas naturales para evolucionar hacia modelos de ciudad-ecosistemas donde el verde y el gris se entretujan en escalas y espacios múltiples.

El Humedal Los Batros representa tanto la historia de una degradación progresiva y la posibilidad de un futuro urbano alternativo. Su retracción exponencial en seis décadas evidencia la insostenibilidad del modelo de urbanización chileno, pero su persistencia fragmentada demuestra la resiliencia de los ecosistemas y la posibilidad de regeneración cuando se implementan estrategias técnicamente fundadas y socialmente legitimadas.

El urbanismo del paisaje emerge así no solo como una especialización técnica, sino también como una mirada ética y política de construcción territorial. Diseñar para San Pedro de la Paz implica diseñar con el agua, reconociendo sus dinámicas, respetando sus límites, y aprovechando sus potencialidades como estructurador de una ciudad más justa, resiliente y habitable. El Humedal Los Batros deja de ser problema para convertirse en oportunidad: oportunidad de demostrar que otro tipo desarrollo urbano es posible, donde la integridad ecológica y el bienestar colectivo orienten las decisiones de planificación y diseño del territorio urbano.

Los resultados de esta investigación plantean una pregunta fundamental que trasciende el caso específico del Humedal Los Batros: ¿en beneficio de quién, y a costa de qué crece la ciudad? Las inversiones que modelan el territorio del Gran Concepción responden a una racionalidad económica que prioriza la valorización inmobiliaria por sobre la integridad ecológica y los derechos de las comunidades. Esta interrogante demanda una reflexión profunda sobre los modelos de gobernanza que regulan la producción del espacio urbano. La aparente incapacidad de los instrumentos de planificación vigentes para contener la degradación ambiental no debe interpretarse como una falla técnica, sino como expresión de correlaciones de fuerza donde intereses económicos concentrados ejercen poder desproporcionado.

Esta investigación invita a comprender el diseño urbano como práctica crítica y transformadora. El valor de este trabajo reside en la posibilidad de reimaginar el territorio desde una racionalidad que privilegia la reciprocidad entre ciudad y naturaleza por sobre la dominación extractivista. En el Sistema Humedal Los Batros reconocemos no un problema a resolver, sino una oportunidad histórica para construir una nueva racionalidad urbana: aquella que reconcilia la vida humana con la integridad ecológica y que demuestra que otro desarrollo urbano es posible y necesario. El humedal, en su condición fragmentada pero persistente, nos interpela y nos convoca a imaginar y construir colectivamente territorios donde naturaleza y ciudad no estén en conflicto, sino en coevolución permanente. Responder a esa convocatoria constituye un imperativo ético, político y ecológico de nuestro tiempo.

11 CONCLUSIONES

Este TFI se propuso responder una pregunta fundamental sobre cómo el diseño urbano sostenible puede contribuir al balance ciudad-naturaleza en el Sistema Humedal Los Batros. La respuesta es concluyente: las operaciones territoriales multiescalares basadas en el urbanismo del paisaje no solo contribuyen técnicamente a este balance, sino que revelan la urgencia de transformar radicalmente los paradigmas que orientan el crecimiento urbano en Chile. El conflicto documentado en San Pedro de la Paz es la expresión espacial de contradicciones estructurales entre modelos de desarrollo que priorizan la valorización inmobiliaria por sobre la integridad ecosistémica como condición constitutiva de la habitabilidad urbana.

La hipótesis planteada se ratifica plenamente: la implementación de operaciones territoriales y estrategias de diseño urbano sostenible basadas en el urbanismo del paisaje efectivamente permite aportar a la preservación y mejora del Sistema Humedal Los Batros, respondiendo simultáneamente a necesidades sociales, urbanas y ecológicas. Sin embargo, esta ratificación debe complementarse con una comprensión más profunda de sus implicancias. La viabilidad técnica de las propuestas desarrolladas no garantiza su implementación, pues esta depende críticamente de transformaciones en las correlaciones de poder que determinan actualmente las decisiones sobre el territorio. El urbanismo del paisaje, en este sentido, emerge no solo como disciplina proyectual sino como práctica política que disputa sentidos sobre qué ciudad queremos construir y para quién.

El proceso de investigación evidenció que trabajar desde el urbanismo del paisaje implica posicionarse epistemológicamente: significa reconocer que los ecosistemas no son recursos aprovechables ni amenidades paisajísticas, sino sujetos con dinámicas propias que condicionan las posibilidades de habitar el territorio. Este posicionamiento desafía la racionalidad instrumental dominante en la planificación urbana chilena, que persiste en tratar los humedales como vacíos urbanizables o problemas que obstaculizan la conectividad regional. La Matriz Verde-Azul-Gris desarrollada no constituye simplemente una herramienta metodológica, sino una forma de hacer visible lo que los instrumentos convencionales sistemáticamente invisibilizan: las interdependencias entre agua, vegetación y ciudad que estructuran la posibilidad misma de resiliencia urbana.

Es así como este TFI permitió comprobar que la mirada del urbanismo del paisaje constituye un enfoque pertinente y operativo para abordar las tensiones entre expansión urbana y preservación ecosistémica en contextos metropolitanos complejos como el Sistema Humedal Los Batros. A partir del análisis territorial multiescalar desarrollado, se concluye que la degradación del humedal no responde a procesos aislados, sino a una configuración estructural del territorio donde la infraestructura gris, la expansión residencial y los vacíos de gobernanza han fragmentado sistemáticamente las dinámicas hídricas y ecológicas que sustentan la resiliencia urbana de San Pedro de la Paz.

En cumplimiento del objetivo general, la propuesta proyectual multiescalar desarrollada demuestra que es posible articular el sistema laguna-humedal-río, el cuerpo del Humedal Los Batros y el tejido urbano conflictivo mediante operaciones territoriales coherentes que reconozcan al agua y a la vegetación como elementos estructurantes del proyecto urbano. Las estrategias formuladas, basadas en infraestructura verde-azul, buffers ecológicos, continuidad de matrices hídricas y adaptación de infraestructuras, no buscan una restauración idealizada del ecosistema, sino sentar las bases para su regeneración progresiva e integración funcional al sistema urbano.

En relación con el primer objetivo específico, la caracterización histórica, ambiental y urbana del sistema permitió identificar un patrón sostenido de pérdida de superficie funcional, encapsulamiento territorial y ruptura de conectividades ecológicas, intensificado por infraestructuras de escala

metropolitana como el Puente Industrial y la proyectada Ruta Pie de Monte. Este proceso ha transformado al humedal desde un sistema hídrico continuo hacia un mosaico fragmentado, debilitando su capacidad reguladora y aumentando la exposición de sectores vulnerables a riesgos socioambientales. El análisis evidencia que la planificación urbana vigente ha operado de manera reactiva y sectorial, subordinando la estructura ecológica a lógicas de conectividad y valorización del suelo.

Respecto del segundo objetivo específico, el estudio de los usos productivos y antrópicos emplazados en el sistema permitió constatar la incompatibilidad entre prácticas extractivas, infraestructuras rígidas y las dinámicas hidrológicas propias del humedal. Sin embargo, también reveló oportunidades de reconversión territorial a partir de la integración de soluciones basadas en la naturaleza y enfoques de diseño urbano sensible al agua, capaces de compatibilizar ciertos usos con procesos de regulación hídrica, restauración ecológica y mitigación de impactos. En este sentido, el humedal emerge no como un obstáculo al desarrollo urbano, sino como una infraestructura natural estratégica para la adaptación climática y la sostenibilidad territorial.

En relación con el tercer objetivo específico, la investigación permitió formular una propuesta proyectual multiescalar que traduce los principios del urbanismo del paisaje en operaciones territoriales concretas, articuladas coherentemente entre la escala de paisaje hídrico, escala paisaje-ciudad Humedal Los Batros y el tejido urbano en conflicto de Fundo Los Guindos. La propuesta demuestra que el diseño urbano sostenible puede operar como mediador entre infraestructuras grises, sistemas naturales y dinámicas sociales, mediante estrategias que priorizan la continuidad hídrica, la conectividad ecológica y la adaptación del espacio urbano a los ciclos naturales del agua. A través de la incorporación de infraestructura verde-azul, soluciones basadas en la naturaleza y criterios de diseño urbano sensible al agua, se establece un modelo de intervención que no compite con el funcionamiento del humedal, sino que lo potencia como infraestructura natural reguladora. Este enfoque permite replantear la relación entre proyecto urbano y ecosistema, desplazando la lógica de ocupación extractiva del suelo hacia una lógica de coexistencia y regeneración, donde el diseño actúa como instrumento para restituir equilibrios territoriales y habilitar escenarios futuros de resiliencia socioecológica.

Desde una perspectiva más amplia, este TFI evidencia que el diseño urbano sostenible, cuando se fundamenta en el urbanismo del paisaje, puede aportar simultáneamente a objetivos ecológicos, sociales y urbanos. No obstante, los resultados también permiten concluir que la efectividad de estas estrategias no depende exclusivamente de su viabilidad técnica o espacial, sino de condiciones institucionales, políticas y culturales que hoy limitan su implementación. En este sentido, el urbanismo del paisaje se posiciona no solo como una herramienta proyectual, sino como un marco crítico que cuestiona las racionalidades dominantes de producción del espacio urbano.

Finalmente, el caso del Sistema Humedal Los Batros pone en evidencia que la degradación ambiental y la desigualdad socioespacial son procesos interdependientes. La distribución inequitativa de riesgos, la fragmentación del acceso a los valores ecológicos y la exclusión histórica de comunidades en la toma de decisiones territoriales configuran un escenario de injusticia socioambiental que no puede abordarse únicamente desde soluciones técnicas. Las conclusiones de este trabajo refuerzan la necesidad de avanzar hacia modelos de planificación urbana que reconozcan explícitamente la dimensión ecológica y social del territorio, incorporando el diseño urbano sostenible como un instrumento clave para reequilibrar la relación entre ciudad y naturaleza en contextos de alta presión urbana.

12 REFLEXIONES FINALES

El desarrollo de este TFI representó un proceso de aprendizaje transformador que excedió ampliamente la adquisición de competencias técnicas proyectuales. Implicó fundamentalmente aprender a mirar el territorio desde una perspectiva que integra múltiples temporalidades, escalas y dimensiones, reconociendo que el diseño urbano sostenible no puede reducirse a la aplicación de repertorios formales, sino que demanda comprensión profunda de procesos ecológicos, dinámicas sociales y estructuras políticas que configuran el espacio. La mayor fortaleza del proceso consistió en la decisión metodológica de adoptar el diseño como herramienta de investigación, permitiendo que la propuesta proyectual no fuera simplemente la aplicación de un diagnóstico previo sino un dispositivo de producción de conocimiento territorial. Las operaciones de diseño desarrolladas obligaron a precisar conceptos, resolver tensiones entre principios abstractos y condiciones concretas del sitio, y materializar espacialmente hipótesis sobre relaciones posibles entre ciudad y naturaleza, revelando que proyectar es fundamentalmente una forma de pensar que produce comprensiones del territorio irreducibles a análisis exclusivamente discursivos.

El principal desafío enfrentado fue mantener coherencia entre las tres escalas de intervención propuestas, asegurando que las decisiones tomadas a escala de sitio reforzaran la lógica del sistema mayor y viceversa. Este ejercicio de articulación multiescalar demandó múltiples iteraciones, cuestionando permanentemente la pertinencia de las operaciones propuestas y su capacidad para generar sinergias entre dimensiones ecológicas, sociales y urbanas, evidenciando que la multiescalaridad no es un atributo que se añade al proyecto sino una condición constitutiva del urbanismo del paisaje que requiere ser trabajada explícitamente desde las etapas iniciales de conceptualización.

El proceso evidenció repetidamente momentos donde las decisiones proyectuales requerían conocimientos especializados que superan la formación disciplinar, constatación que no debe interpretarse como limitación sino como reconocimiento de que los desafíos contemporáneos de sostenibilidad urbana demandan formas de colaboración que superen la simple yuxtaposición de expertises para avanzar hacia co-producción efectiva de conocimiento.

En términos personales, el proceso transformó profundamente mi comprensión sobre el rol del arquitecto-urbanista en contextos de crisis ecológica. Más allá de producir soluciones técnicas, nuestra responsabilidad consiste en hacer visibles las interdependencias entre sistemas naturales y construidos que las lógicas dominantes de producción del espacio sistemáticamente niegan. El urbanismo del paisaje constituye una práctica de revelación: hace evidente aquello que siempre estuvo presente pero que las formas convencionales de mirar el territorio invisibilizaron. Este trabajo representó el aprendizaje de nuevas formas de mirar que reconocen al agua como estructurante del territorio, a la vegetación como infraestructura esencial y a la justicia ambiental como condición irrenunciable de la sostenibilidad urbana.

El Sistema Humedal Los Batros/Junquillar constituye un territorio en disputa donde las decisiones que se tomen sobre su destino en los próximos años determinarán no solo la viabilidad ecológica del ecosistema sino fundamentalmente qué tipo de ciudad se establecerá: una que reproduce patrones extractivistas de ocupación del territorio o una que reconoce los límites biofísicos y las demandas de equidad como principios orientadores. Este trabajo se posiciona en ese debate, proponiendo que otro urbanismo es posible y necesario. Un urbanismo que diseña con el agua y no contra ella, que entiende la infraestructura ecológica como soporte esencial de la vida urbana, y que reconoce que



la sostenibilidad no puede existir sin justicia ambiental. El Humedal Los Batros no es un problema por resolver sino una oportunidad para demostrar que la ciudad puede coevolucionar con sus ecosistemas, construyendo relaciones de reciprocidad donde actualmente predominan lógicas de dominación. Esta investigación es una contribución modesta pero comprometida con ese horizonte de transformación.

13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abata, O. E., Adesorioye, K. C., Olorunfemi, K. O., & Popoola, T. J. (2025). Wetland-Based Solutions for Urban Water Management. In *Wetland Ecosystems: Conservation Strategies, Policy Management and Applications* (pp. 239-262). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Adams, C. A., Moglia, M., & Frantzeskaki, N. (2023). Mainstreaming nature-based solutions in cities: A systematic literature review and a proposal for facilitating urban transitions. *Land Use Policy*, 130, 106661. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106661>
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>
- Ahern, J. (2013). Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28(6), 1203–1212. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>
- Ahn, C., & Schmidt, S. (2019). Designing Wetlands as an Essential Infrastructural Element for Urban Development in the era of Climate Change. *Sustainability*, 11(7), 1920. <https://doi.org/10.3390/su11071920>
- Alarcón-Rodríguez, M. L., Chamy, M. D., Fernández-Castillo, S. V., & Soto-Abarzúa, J. (2019). Prácticas agroecológicas en territorios rururbanos del área metropolitana de concepción [1]. Aportes desde la economía social y solidaria a la sustentabilidad urbana. *Urbano*, 22(39), 42-63.
- Aldana-Domínguez, J., Rojas, C., Munizaga, J., Moschella, P., & Stamm, C. (2024). Urban Wetland Losses and Land-Use Conservation Challenges in Three Latin American Cities. In C. Rojas Quezada (Ed.), *Urban Wetlands in Latin America* (pp. 3–18). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-49711-7>
- Alikhani, S., Nummi, P., & Ojala, A. (2021). Urban Wetlands: A Review on Ecological and Cultural Values. *Water*, 13(22), 3301. <https://doi.org/10.3390/w13223301>
- Álvarez, M. (2021, 6 de julio). Humedal Los Batros perdió 22 hectáreas de protección. <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2021/07/06/humedal-los-batros-perdio-22-hectareas-de-proteccion.html>
- Álvez, A., Espinosa, P., Castillo, R., Iglesias, K., & Bañales-Seguel, C. (2022). An urgent dialogue between urban design and regulatory framework for urban rivers: the case of the andalién river in Chile. *Water*, 14(21), 3444.
- Anguelovski, I., Connolly, J. J., Garcia-Lamarca, M., Cole, H., & Pearsall, H. (2020). New scholarly pathways on green gentrification: What does the urban 'green turn' mean and where is it going? *Progress in Human Geography*, 43(6), 1064-1086. <https://doi.org/10.1177/0309132518803799>
- Barman, A., Rajak, F., & Jha, R. (2024). Integrating Wetlands as Nature-Based Solutions for Sustainable Built Environments: A Comprehensive Review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(6), 18670-18680. <https://doi.org/10.48084/etasr.8923>
- Barragán, J. M., & De Andrés, M. (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de Geografía Norte Grande*, (64), 129-149.

- Beatley, T. (2010). *Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning*. Island Press.
- Beatley, T. (2020). *The bird-friendly city: Creating safe urban habitats*. Island Press.
- Biobío Chile. (2024). Gran Concepción enfrenta seria crisis habitacional: se necesitarán más de 90 mil viviendas en 12 años. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2024/08/22/gran-concepcion-enfrenta-seria-crisis-habitacional-se-necesitaran-mas-de-90-mil-viviendas-en-12-anos.shtml>
- Brears, R.C. (2025). Nature-Based Solutions for Urban Water: Green Roofs, Wetlands, and Resilient Cities. *Our Future Water*. <https://www.ourfuturewater.com/nature-based-solutions-urban-water/>
- Brites, W. F. (2025). Ciudades medias y desigualdades urbano-ambientales. Estudio de casos en Sudamérica. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (37), 26-45.
- Brown, W. (2015). *Undoing the Demos: Neoliberalism's Stealth Revolution*. Zone Books.
- Bustos-Peñañiel, M. (2023). Plan de emergencia habitacional: una oportunidad para pensar la ciudad que queremos. *ARQ (Santiago)*, (113), 142-147.
- Campos-Vargas, M., Toscana-Aparicio, A., & Campos-Alanís, J. (2015). Riesgos socionaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 53-69.
- Cartes-Vega, B. C. (2021). Conflictos ambientales relacionados a la hidrogeología de humedales San Pedro-Coronel y carreteras Puente Industrial y Pie de Monte.
- CECPAN. (2024). Situación actual Humedales Urbanos en Chile. <https://cecpan.cl/situacion-actual-humedales-urbanos-en-chile/>
- Centro de Humedales Río Cruces (CEHUM). (2024). Estándares para la Protección y Evaluación de Impacto Ambiental en Humedales Urbanos para Obras de Infraestructura Pública del MOP. Universidad Austral de Chile. <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/items/76d787f3-e998-4b3e-b611-f5c89dcf5d1c>
- CES-Techo. (2023). *Catastro Nacional de Campamentos 2022-2023*. Centro de Estudios Sociales TECHO-Chile.
- Chancel, L. (2022). *Desigualdades insostenibles: por una justicia social y ecológica*. Los libros de la Catarata.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Convención de Ramsar. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Convention on Wetlands (2025) *Small Wetlands: Their importance and strategies for effective conservation*. Policy Brief 7. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands. DOI: 10.69556/strp.pb7.25.eng.

Contreras, J. (2022, 30 de Mayo). Documentan rellenos ilegales en Santuario de la Naturaleza Los Batros. <https://resumen.cl/articulos/denuncian-rellenos-en-humedal-los-batros-pese-a-su-reciente-declaracion-como-santuario-de-la-naturaleza>

Corner, J. (1999). The agency of mapping: Speculation, critique and invention (p. 213). na.

Corner, J. (2006). Terra fluxus. In C. Waldheim (Ed.), *The Landscape Urbanism Reader* (pp. 21-33). Princeton Architectural Press.

Corporación Desarrolla Biobío. (2024). Talcahuano, Concepción, Chiguayante, Lota y Hualpén presentan escasez de suelo para responder a las necesidades habitacionales. <https://desarrollabiobio.cl/2024/08/22/talcahuano-concepcion-chiguayante-lota-y-hualpen-presentan-escasez-de-suelo>

Cruces, F., Urrutia, R., Araneda, A., Torres, L., Cisternas, M., & Vyverman, W. (2001). Evolución trófica de Laguna Grande de San Pedro (VIII Región, Chile) durante el último siglo, mediante el análisis de registros sedimentarios. *Revista chilena de historia natural*, 74(2), 407-418.

Da Cunha, J. M. P., & Vignoli, J. R. (2009). Crecimiento urbano y movilidad en América Latina. *Revista Latinoamericana de Población*, 3(4-5), 27-64.

Das, M., Das, A., & Singha, S. (2025). Development of a comprehensive framework for wetland ecosystem assessment and management. *Geoscience Frontiers*, 16(3), 102036.

DEMOGRÁFICO, O. (2022). Tendencias de la población de América Latina y el Caribe. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población (CEPAL). Santiago.

Díaz, S. (2017). Efectos del tejido urbano en la conservación de la biodiversidad vegetal en humedales palustres. Caso de estudio: Humedal Los Batros, San Pedro de la Paz.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272.

Dobbs, C., Escobedo, F. J., Clerici, N., de la Barrera, F., Eleuterio, A. A., MacGregor-Fors, I., ... & Hernández, H. J. (2019). Urban ecosystem Services in Latin America: mismatch between global concepts and regional realities?. *Urban ecosystems*, 22(1), 173-187.

Espinosa, P., De Meulder, B., Shannon, S., & Ollero Ojeda, A. (2023). Living at (in) the edge. River restoration as a new urban design strategy.

Espinosa, P., De Meulder, B., Alarcón, M., & Pérez, L. (2015). Interacciones de agua y ciudad/Una investigación de Urbanismo del Paisaje aplicado al caso del río Andalién, Concepción. *Revista de Urbanismo*, (33), 52-72.

Espinosa, P., De Meulder, B., & Ollero, A. (2019). Restauración fluvial como estrategia de diseño urbano. Un diálogo entre investigación y diseño. Concurso río Andalién, Concepción, Chile. *AREA-Agenda de Reflexión en Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, 1-25.

Falcón-Pérez, C. E. (2025). Soluciones basadas en la naturaleza como herramienta eficaz para lograr una ciudad sostenible, saludable y resiliente. *Actualidad Jurídica Ambiental*.

Fernández, M. A. (1996). Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina. *Soluciones Prácticas*.

- Fitoka, E., Tompoulidou, M., Hatziiordanou, L., Apostolakis, A., Höfer, R., Weise, K., & Ververis, C. (2020). Water-related ecosystems' mapping and assessment based on remote sensing techniques and geospatial analysis: The SWOS national service case of the Greek Ramsar sites and their catchments. *Remote Sensing of Environment*, 245, 111795. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111795>
- Fluet-Chouinard, E., Stocker, B.D., Zhang, Z., Malhotra, A., Melton, J.R., Poulter, B., Kaplan, J.O., Goldewijk, K.K., Siebert, S., Minayeva, T., Hugelius, G., Joosten, H., Barthelmes, A., Prigent, C., Aires, F., Hoyt, A.M., Davidson, N., Finlayson, C.M., Lehner, B., Jackson, R.B., & McIntyre, P.B. (2023). Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature*, 614, 281–286. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05572-6>
- Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.
- Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, 93, 101–111.
- Frantzeskaki, N., Wijsman, K., Adams, C., Kabisch, N., Malekpour, S., Pineda-Pinto, M., & Vandergert, P. (2023). Governance of and with nature-based solutions in cities. En T. McPhearson, N. Kabisch, & N. Frantzeskaki (Eds.), *Nature-based solutions for cities* (pp. 159–178). Edward Elgar Publishing.
- Frantzeskaki, N., Wijsman, K., Kabisch, N., & McPhearson, T. (2025). Inter- and transdisciplinary knowledge is critical for nature-based solutions to contribute to just urban transformations. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 122(29), e2315911121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2315911121>
- Genta, N., Pérez, L. R., Williner, A., & Sandoval, C. (2022). *Panorama del desarrollo territorial de América Latina y el Caribe 2022*. CEPAL.
- Ghaderian, M., Hakimian, P., & Shahab, S. (2025). The trajectory of water sensitive urban design: integrating water management with urban planning and design. *Australian Planner*, 61(1), 29-42.
- Gómez-Baggethun, E., & Ruiz-Pérez, M. (2011). Economic valuation and the commodification of ecosystem services. *Progress in Physical Geography*, 35(5), 613-628. <https://doi.org/10.1177/0309133311421708>
- Gómez-González, R. F. (2021). Chile: análisis de la evolución regulatoria de la protección de los humedales. *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de Políticas Ambientales*, 185-204.
- Harvey, D. (2003). *The New Imperialism*. Oxford University Press.
- Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution*. Verso.
- Herrera-Cifuentes, F., Pellet González, P., & Pellet H., O. (2014). *Las áreas verdes en San Pedro de la Paz (Concepción Chile): Primera aproximación*. ResearchGate.
- Hölscher, K., Frantzeskaki, N., Collier, M. J., Connop, S., Dick, G., Dumitru, A., ... & McPhearson, T. (2023). Strategies for mainstreaming nature-based solutions in urban governance capacities in ten European cities. *npj Urban Sustainability*, 3, 54. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00134-9>

INE (Instituto Nacional de Estadísticas) (2017). Resultados CENSO 2017.

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K., & Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 22(2), 39. <https://doi.org/10.5751/ES-09247-220239>

Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (Eds.). (2017). *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., & Hansen, R. (2022). Principles for urban nature-based solutions. *Ambio*, 51(6), 1388–1401. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01685-w>

Lenzholzer, S., Duchhart, I., & Koh, J. (2013). 'Research through designing' in landscape architecture. *Landscape and Urban Planning*, 113, 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.02.003>

Ley N.º 21.202. (2020). Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. *Diario Oficial de la República de Chile*, 23 de enero de 2020. <https://bcn.cl/2f7d4>

Mahajan, S. (2025). Urban resilience through adaptive multifutures and nature-based solutions. *npj Urban Sustainability*, 5, 29. <https://doi.org/10.1038/s42949-025-00222-y>

Mang, P., & Reed, B. (2020). Regenerative development and design. In *Sustainable built environments* (pp. 115-141). New York, NY: Springer US.

Martínez, C., Ruíz, V., López, P., Cifuentes, V., Qüense, J., & Rojas, C. (2019). Antropización y pérdida de naturalidad en la zona costera: El caso del humedal Los Batros, San Pedro de la Paz, Concepción. *La Zona Costera en Chile: Adaptación y Planificación para la Resiliencia*, Serie GEOI ed.

McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Ossola, A., Diep, L., Anderson, P. M. L., Blatch, T., Collier, M. J., Cook, E. M., ... & Zhou, W. (2025). Global synthesis and regional insights for mainstreaming urban nature-based solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 122(29), e2315910121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2315910121>

Mendoza-Leal, C., Coloma, R., Ponce, D., Alarcón, B., Guerra, M., Stehr, A., Carrasco, J. A., Alcayaga, H., Rojas, O., Link, F., & Link, O. (2024). The status quo effect in the sociohydrology of floods. *Hydrological Sciences Journal*, 69(16), 2423–2435. <https://doi.org/10.1080/02626667.2024.2418945>

Meyer, H. (2008). The Dutch Delta: Looking for a new fusion of urbanism and hydraulic engineering. In K. Shannon et al. (Eds.), *Water urbanisms* (pp. 389-404). Sun.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2020). Estudio de impacto ambiental: Proyecto Puente Industrial. Gobierno de Chile.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2023). Licitación Ruta Pie de Monte: Bases técnicas y económicas. Dirección General de Concesiones, Gobierno de Chile.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2023). Estudio de factibilidad técnica y económica Ruta Pie de Monte. Dirección de Vialidad, Gobierno de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020). Inventario Nacional de Humedales. Gobierno de Chile.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2024). Déficit habitacional en Chile 2024: Informe del Centro de Estudios. Gobierno de Chile. <https://centrodeestudios.minvu.gob.cl/deficit-habitacional>

Miranda-Murillo, L. M. (2013). Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Producción+ limpia*, 8(2), 94-105.

Moraga-Herrera, Y. E. (2023). Producción de naturaleza en espacios de alto valor ecológico: cambios de uso de suelo, conservación y elementos de especulación inmobiliaria en el humedal de Batuco, Lampa (1986-2023).

Moschella, P., Rojas Quezada, C., Aldana-Dominguez, J., Stamm, C., Velázquez, C. J., & Capera, I. (2024). Regulation and Protection of Urban Wetlands: A Comparative Analysis in Chile, Colombia, and Peru. In C. Rojas Quezada (Ed.), *Urban Wetlands in Latin America* (pp. 57-85). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-49711-7>

Moya, B. V., Hernández, A. E., & Borrell, H. E. (2005). Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (37), 127-132.

Munizaga, J., Rojas, O., Lagos, B., Rojas, C., Yépez, S., Hernández, E., Ureta, F., de la Barrera, F., & Jato-Espino, D. (2024). Spatiotemporal vegetation dynamics in a highly urbanized Chilean coastal wetland: Insights on long-term natural and anthropogenic influences. *Ecological Indicators*, 169, 112919. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112919>

Muñoz-Muñoz, F. A. (2011). Instrumentos de planificación territorial del área metropolitana de Concepción y su relación con los modelos de desarrollo 1960-2011.

Muñoz, I. I. M. (2024). Evaluación de los efectos antrópicos y climáticos sobre el comportamiento hidrogeológico del humedal los batros, ubicado en la comuna de San Pedro, Región del Biobío (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción).

Napadensky-Pastene, A., Zazo-Moratalla, A., León-Aravena, J., & Cisterna-Aravena, G. (2022). Discursivas públicas, concepciones territoriales y territorialidades. Miradas sobre el conflicto del Puente Industrial, Chile. 2008-2018. *Revista de Geografía Norte Grande*, (83), 395-422.

Newman, P., Beatley, T., & Boyer, H. (2017). *Resilient cities: Overcoming fossil fuel dependence* (2nd ed.). Island Press.

Parra, O. (1989). La eutroficación de la Laguna Grande de San Pedro, Concepción, Chile: un caso de estudio. *Ambiente y Desarrollo*, 1, 117-136.

Pavez-Torrealba, F. (2024). Configuración jurídica de los humedales en la jurisprudencia ordinaria de la Corte Suprema: Un análisis a través del recurso de protección (2018-2022) y el impacto de la orden de paralizar en la ejecución de proyectos inmobiliarios. *Revista de derecho ambiental (Santiago)*, (21), 179-199.

Peng, J., Xie, P., Liu, Y., & Ma, J. (2024). Urban flooding risk assessment based on GIS-game theory combination weight: A case study of Zhengzhou City. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 99, 104080. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.104080>

Prada-Trigo, J., & Solís, N. A. (2018). Desarrollo productivo, crecimiento urbano y resiliencia territorial: dinámicas locales en el contexto del área metropolitana de Concepción (Chile). *Entorno Geográfico*, (15), 116-136.

Prasanya, J., Kanmani, S., & Senthil-Kumar, P. (2024). A review of the wetland's restoration mechanisms and its economic and social benefits. *Water Practice & Technology*, 19(11), 4355-4377. <https://doi.org/10.2166/wpt.2024.241>

Qiao, W., Xie, Y., Liu, J., & Huang, X. (2025). The Impacts of Urbanization on Carbon Emission Performance: New Evidence from the Yangtze River Delta Urban Agglomeration, China. *Land*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.3390/land14010012>

Quevedo-Castro, F. L. (2022). Gobernanza hídrica como alternativa para enfrentar los desafíos de disponibilidad de agua de Chile en el siglo XXI en contexto de cambio climático: un estudio sobre el Gran Concepción, casos del Humedal los Batros y Humedal Paicaví.

Radio UdeC. (2022). Laguna Grande y Humedal Los Batros pasan a ser Santuarios de la Naturaleza tras toma de razón por parte de Contraloría. <https://www.radioudec.cl/laguna-grande-y-humedal-los-batros-pasan-a-ser-santuarios-de-la-naturaleza-tras-toma-de-razon-por-parte-de-contraloria/>

Radio UdeC. (2025). Primeros resultados del Censo 2024: 1.613.059 personas fueron censadas en Biobío. Radio Universidad de Concepción. <https://www.radioudec.cl/primeros-resultados-del-censo-2024-1-613-059-personas-fueron-censadas-en-biobio/>

Ramsar Convention Secretariat. (2018). *Global Wetland Outlook: State of the world's wetlands and their services to people 2018*. Ramsar Convention Secretariat.

Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., Geneletti, D., & Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>

Rebolledo, M. D. M. (2003). La dimensión ambiental en los instrumentos de planificación territorial. *Urbano*, 63-72.

Rodríguez-Arce, I. (2022). Propuesta de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como aporte para la reducción del riesgo por inundación en las comunidades de la Subcuenca Paquita y Cañas, Quepos, 2019.

Roggema, R. (2016). Research by design: Proposition for a methodological approach. *Urban Science*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.3390/urbansci1010002>

Rojas-Bernal, C. L. (2017). *Settling with Waters. A Landscape Urbanism Investigation in the Sabana de Bogotá*.

Rojas, C. (2024). Urban Wetlands Protection Law in Chile. A Successful Tool for Urban Planning. In: Rojas Quezada, C. (eds) *Urban Wetlands in Latin America. Sustainable Development Goals Series*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-69590-2_4

Rojas, C. (Ed.). (2024). *Urban Wetlands in Latin America: Protection, Conservation, Innovation, Restoration, and Community for Sustainable and Water Sensitive Cities*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-49711-7>

Rojas, C., Pino, J., & Jaque, E. (2013). Strategic Environmental Assessment in Latin America: A methodological proposal for urban planning in the Metropolitan Area of Concepción, Chile. *Land Use Policy*, 30(1), 519–527. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.018>

Rojas, C., Sepúlveda, E., Barbosa, O., Rojas, O., & Martínez, C. (2015). Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitana. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61, 181-204. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022015000200010>

Rojas, C., De la Fuente, H., Martínez, M., & Villegas, R. (2017). Urbanización en Humedal Los Batros. CEDEUS-Universidad de Concepción.

Rojas, C., de la Barrera, F., Aranguíz, T., Munizaga, J., & Pino, J. (2017). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2), 155-182.

Rojas, C., Munizaga, J., Rojas, O., Martínez, C., & Pino, J. (2019). Urban development versus wetland loss in a coastal Latin American city: Lessons for sustainable land use planning. *Land Use Policy*, 80, 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.036>

Rojas, O., Zamorano, M., Vega, C., Pacheco, F., & Figueroa Jara, R. (2016). Percepción científica de los Servicios Ecosistémicos en el Humedal Los Batros, San Pedro de la Paz. En C. Rojas, H. de la Fuente, I. Rueda, & M. Martínez (Eds.), *Urbanización en Humedal Los Batros* (pp. 45-62). CEDEUS & Universidad de Concepción.

Rojas, O., Rojas, C., Munizaga, J., Soto, E., Mallea, G., Álvarez, L., & de la Barrera, F. (2024). Restoration Of The Rocuant Andalién Coastal Wetland (Metropolitan Concepción, Chile): A Transdisciplinary Proposal. In C. Rojas Quezada (Ed.), *Urban Wetlands in Latin America* (pp. 119–139). Springer Nature.

Salliou, N., Urech, P., Leitão, J.P., Blumensaat, F., Kuster, A., & Grêt-Regamey, A. (2025). Urban water projects must consider landscape architecture. *Nature Water*, 3, 967–971. <https://doi.org/10.1038/s44221-025-00486-9>

Schlosberg, D. (2007). *Defining Environmental Justice: Theories, Movements, and Nature*. Oxford University Press.

Schlosberg, D., & Collins, L. B. (2014). From environmental to climate justice: Climate change and the discourse of environmental justice. *WIREs Climate Change*, 5(3), 359-374. <https://doi.org/10.1002/wcc.275>

Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C., Smith, A., & Turner, B. (2021). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 376(1834), 20200427. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0427>

- Sepúlveda-Zúñiga, E., Parra, L., Benítez, H., & Rojas, C. (2016). Flora y vegetación del Humedal Los Batros. En C. Rojas, H. de la Fuente, I. Rueda, & M. Martínez (Eds.), *Urbanización en Humedal Los Batros* (pp. 22-35). CEDEUS & Universidad de Concepción.
- Singh, A., Sarma, A. K., & Hack, J. (2020). Cost-effective optimization of nature-based solutions for reducing urban floods considering limited space availability. *Environmental processes*, 7(1), 297-319.
- Shannon, K., De Meulder, B., D'Auria, V., & Gosseye, J. (Eds.). (2008). *Water urbanisms*. Sun.
- Smith-Guerra, P., & Romero-Aravena, H. (2008). Efectos del proceso de urbanización sobre la calidad ambiental de los humedales del Área Metropolitana de Concepción. *Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*.
- Smith-Guerra, P., & Romero-Aravena, H. (2009). Efectos del crecimiento urbano del Área Metropolitana de Concepción sobre los humedales de Rocuant-Andalién, Los Batros y Lengua. *Revista de Geografía Norte Grande*, 43, 81-93.
- Sowińska-Świerkosz, B., García, J., & Wendling, L. (2024). Linkages between the concept of nature-based solutions and the notion of landscape. *Ambio*, 53(2), 227–241. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01935-z>
- Stefanakakis, A.I. (2019). The Role of Constructed Wetlands as Green Infrastructure for Sustainable Urban Water Management. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(6), 18923-18936.
- Tan, P. Y., Wang, J., & Sia, A. (2013). Perspectives on five decades of the urban greening of Singapore. *Cities*, 32, 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.02.001>
- Thompson-Loyola, J. (2020). Identificación de zonas de inversión para el desarrollo de proyectos inmobiliarios en la comuna de San Pedro de La Paz.
- Trombulak, S. C., & Frissell, C. A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14(1), 18-30. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN.
- United Nations. (2022). *World Urbanization Prospects: The 2022 Revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Varela, J. (2023, 26 de Mayo) ¿Tendrá futuro el Santuario de la Naturaleza Laguna Grande - Humedal Los Batros de San Pedro de la Paz? <https://resumen.cl/articulos/tendra-futuro-el-santuario-de-la-naturaleza-laguna-grande-humedal-los-batros-de-san-pedro-de-la-paz>
- Vásquez, A., Romero, H., & Fuentes, C. (2009). Desigualdades socioeconómicas y distribución inequitativa de los riesgos ambientales en las comunas de Peñalolén y San Pedro de la Paz: Una perspectiva de justicia ambiental. *Revista de Geografía Norte Grande*, 43, 95-110.
- Vásquez, S. A. (2024). Democracia directa en el ámbito local y conflictos socioambientales: plebiscitos comunales en San Pedro de la Paz y Peñalolén. *Estado, gobierno, gestión pública: Revista Chilena de Administración Pública*, 22(42), 112-131.



Vergara-Perucich, F., & Arias-Loyola, M. (2025). Contesting the Right to Sustainable Cities Under Neoliberalism: The Case of Macrocampamento Los Arenales, Chile. *Urban Planning*, 10.

Vidal, C., & Romero-Aravena, H. (2010). Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Biobío y Andalién sobre los humedales de sus desembocaduras. *Revista de Geografía Norte Grande*, 45, 33-52.

Vigano, P. (2006). "The Porous City: Prototypes of Idiorhythmical Conglomerates," in *Comment vivre ensemble*, edited by P. Pellegrini and P. Vigano, 335–355. Rome.

Viganò, P. (2009). "The Metropolis of the Twenty-First Century: The Project of a Porous City.

Viganò, P. (2012). Urbanism and ecological rationality. In S. T. A. Pickett et al. (Eds.), *Resilience in ecology and urban design* (pp. 407-426). Springer.

Viganò, P., Cavalieri, C., & Barcelloni Corte, M. (2021). *The horizontal metropolis: A radical project*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-51800-1>

Waldheim, C. (2017). *Landscape as urbanism: A general theory*. Princeton University Press.

Wong, T. H. F., & Brown, R. R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. *Water Science and Technology*, 60(3), 673-682. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.436>

Zelada-Espinosa, J. A. (2025). ¿Pie de Monte??? La Ventana Ciudadana. <https://laventanaciudadana.cl/pie-de-monte/>

Zipperer, W. C., Northrop, R., & Andreu, M. (2020). Urban development and environmental degradation. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.97>