



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Chiari, Mario Eugenio

Reconfiguración socioambiental de la ciudad de Ushuaia (1869-2023). Un análisis integrador desde la ecología política y la teoría de sistemas complejos



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Chiari, M. E. (2026). *Reconfiguración socioambiental de la ciudad de Ushuaia (1869-2023). Un análisis integrador desde la ecología política y la teoría de sistemas complejos. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/6350>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Reconfiguración socioambiental de la ciudad de Ushuaia (1869-2023). Un análisis integrador desde la ecología política y la teoría de sistemas complejos

TESIS DE MAESTRÍA

Mario E. Chiari

mario.chiari@gmail.com

Resumen

Esta investigación analiza la coevolución del paisaje natural y la sociedad en Ushuaia, Tierra del Fuego, desde 1869 hasta 2023, examinando las interacciones históricas entre actividades humanas y el entorno. Mediante un enfoque interdisciplinario que integra ecología política, teoría de sistemas complejos (TSC) e historia ambiental, se estudian las transformaciones derivadas de la explotación de recursos, contaminación, cambios en el uso del suelo y políticas ambientales (Alimonda, 2011; Chiari, 2013). Constituye la segunda fase de un proyecto personal iniciado con la tesis doctoral del autor (Chiari, 2013), extendiendo la escala temporal a 150 años, profundizando el modelado sistémico de retroalimentaciones y umbrales, y actualizando la crítica ecopolítica con fuentes documentales. Colonización, tala de bosques, industrialización y auge turístico han reconfigurado el paisaje, afectando biodiversidad, recursos hídricos y comunidades marginalizadas (pueblos originarios y migrantes). La perspectiva multimodal (Dooyeweerd, 1955; Casiello & Villarruel, 2014) segmenta la realidad en dimensiones físicas, biológicas, sociales, económicas, políticas y éticas, permitiendo un análisis integral.

El estudio propone bases teóricas y empíricas para políticas públicas sostenibles que promuevan conservación y bienestar comunitario en esta región ecológicamente estratégica como puerta a la Antártida.

Palabras clave: Ecología política; Historia ambiental; Ecología humana; Uso del suelo; Especies invasoras.



Maestría en Ambiente y Desarrollo Sustentable

Tesis de Maestría

Reconfiguración socioambiental de la ciudad de
Ushuaia (1869-2023). Un análisis integrador
desde la ecología política y la teoría de sistemas
complejos

Tesista: Dr. Mario E. Chiari

Director de tesis: Francisco A. Casiello, PH. D.

Contenido

Dedicatoria.....	9
Agradecimientos	9
Capítulo 1: Introducción	10
1.1. Planteamiento del problema.....	10
1.2. Objetivo general y objetivos específicos.....	12
1.3 Delimitaciones y alcances	13
1.4. Hipótesis.....	14
1.5. Justificación y relevancia	14
1.6. Estado del arte	15
1.7. Marco teórico	18
1.7.1 Ecología política: el marco crítico del poder y la distribución.....	18
1.7.2 Historia ambiental: la profundidad temporal y el metabolismo social	19
1.7.3 Teoría de sistemas complejos: modelizando las dinámicas no lineales	19
1.7.4 Pensamiento sistémico multimodal: el andamiaje para un diagnóstico integral	20
1.7.5 Aplicación integrada del marco teórico en Ushuaia.....	21
1.7.6 Consideraciones metodológicas de la integración teórica.....	22
1.8. Metodología	23
1.8.1 Estrategia metodológica general.....	23
1.8.2 Fuentes de datos y técnicas de recolección	23
1.8.3 Técnicas de análisis	25
1.9. Estructura de la tesis.....	26
Capítulo 2: El Sistema Socio-ecológico de Ushuaia: Base Biofísica y Marco Conceptual	28
2.1. Introducción	28
2.2. Marco biofísico	29
2.2.1 Situación geográfica	29
2.2.2 Clima	30
2.2.3 Hidrografía.....	31

2.2.4 Biodiversidad.....	31
2.2.5 Los bosques de Ushuaia	32
2.2.6 Características ecológicas de los bosques subantárticos fueguinos.....	33
2.2.7 Uso de la tierra.....	33
2.2.8 Calidad del aire y contaminación	34
2.2.9 Vulnerabilidad ambiental	34
2.3. El marco teórico aplicado al sistema.....	35
2.3.1. Análisis de la complejidad geográfica y geológica desde la TSC y la EP	35
2.3.2. Análisis del clima como parámetro de control y acoplamiento modal.....	35
2.3.3. Análisis de la hidrografía y conectividad del sistema	37
2.3.4. Análisis de la biodiversidad y resiliencia	37
2.3.5. Análisis de los bosques como componente estructural central.....	37
2.3.6. Análisis de las características ecológicas y la "personalidad" del sistema.....	38
2.3.7. Análisis del uso del suelo como manifestación de luchas multimodales	38
2.3.8. Análisis de la contaminación del aire como propiedad emergente	39
2.3.9. Análisis de la vulnerabilidad ambiental como construcción social.....	40
Capítulo 3: Trayectoria histórica y cambios de régimen socio-ecológico (1869-2000)...	40
3.1 Evolución histórica del bosque e impactos de su explotación (1869--2023).....	40
3.1.1 Introducción.....	40
3.1.2 Análisis desde el Marco Teórico	42
3.2 El período pre-industrial: Establecimiento de la Misión Anglicana y primeros impactos sistemáticos (1869-1884).....	42
3.2.1 Contexto histórico del establecimiento misional.....	42
3.2.2 Intensificación de la explotación forestal bajo la dirección de Thomas Bridges	42
3.2.3 Impactos ecológicos tempranos y transformaciones del paisaje	44
3.2.4 Análisis desde el Marco Teórico	45
3.3 Consolidación estatal e intensificación extractiva (1884--1920)	45
3.3.1 Transformaciones institucionales y territoriales.....	45
3.3.2 Desarrollo de la infraestructura extractiva y integración comercial.....	46
3.3.3 Establecimiento de patrones de uso del suelo y sistemas productivos mixtos .	47

3.3.4 Análisis desde el Marco Teórico	47
3.4. Era industrial: mecanización, aserraderos e infraestructura (1920--1980)	48
3.4.1 Modernización tecnológica del sector forestal	48
3.4.2 Establecimiento de aserraderos industriales	49
3.4.3 Crecimiento demográfico y consolidación urbana	49
3.4.4 Expansión urbana y presión sobre bosques periurbanos	49
3.4.5 Desarrollo de la infraestructura vial	50
3.4.6 Análisis desde el Marco Teórico	51
3.5. Transición y áreas protegidas: crisis y reconversión (1980--2000)	52
3.5.1 Crisis del modelo extractivo tradicional	52
3.5.2 Emergencia del turismo como alternativa económica.....	53
3.5.3 Establecimiento de áreas protegidas.....	53
3.5.4 Primeros marcos normativos para el manejo forestal sustentable.....	54
3.5.5 Análisis desde el Marco Teórico	55
Capítulo 4: Síntesis integradora: interacciones sinérgicas, umbrales críticos y trayectorias futuras (2000-2023)	56
4.1 Período contemporáneo: globalización, turismo masivo y crisis socioambiental (2000--2023).....	56
4.1.1 Crecimiento demográfico y expansión urbana acelerada	56
4.1.2 Infraestructura a gran escala y conflictos socioambientales.....	59
4.1.3 Avances normativos y brechas de implementación.....	60
4.1.4 Ciencia, tecnología y nuevas valoraciones del bosque.....	60
4.1.5 Perspectivas futuras: hacia una gestión adaptativa e integrada	61
4.1.6 Análisis desde el Marco Teórico	61
4.2 Especies exóticas invasoras: el caso del castor canadiense (1946--2023)	62
4.2.1 Expansión histórica y patrones de impacto	62
4.2.2 Selectividad específica y impactos económicos.....	63
4.2.3 Interacciones con otras perturbaciones.....	63
4.2.4 Análisis desde el Marco Teórico	63
4.3 Cambio climático: efectos históricos, tendencias recientes y proyecciones futuras.....	64
4.3.1 Evidencia paleoclimática y registros de largo plazo	64

4.3.2 Tendencias recientes y amplificación polar.....	64
4.3.3 Interacciones sinérgicas con otras perturbaciones.....	65
4.3.4 Proyecciones futuras y retos para la gestión sostenible.....	66
4.3.5 Análisis desde el Marco Teórico	66
4.4 Evolución del uso del suelo y su impacto ambiental (1869--2023)	67
4.4.1 Expansión urbana y presión sobre bosques periurbanos	67
4.4.2 Desarrollo de la infraestructura vial	68
4.4.3 Análisis desde el Marco Teórico	69
4.5 Ganadería y conversión de ñirantales; sistemas silvopastoriles	69
4.5.1 Impacto de la ganadería sobre bosques nativos.....	69
4.5.2 Análisis desde el Marco Teórico	69
4.6 Urbanización, expansión periurbana y fragmentación del bosque.....	70
4.6.1 Dinámicas y patrones de fragmentación.....	70
4.6.2 Análisis desde el Marco Teórico	70
4.7 Infraestructura vial y accesibilidad (RN3 y secundarias).....	71
4.7.1 Impactos en conectividad y fragmentación ecológica.....	71
4.7.2 Análisis desde el Marco Teórico	71
4. 8 Turismo y cambios en la valoración del paisaje.....	71
4.8.1 Re-significación cultural e impactos asociados.....	71
4.8.2 Análisis desde el Marco Teórico	74
4.9 Proyectos de gran escala y efectos territoriales.....	74
4.9.1 Caso del Corredor Costero del Beagle	74
4.9.2 Análisis desde el Marco Teórico	74
4.10. Evolución de los índices de contaminación y su impacto ambiental (1869--2023)	75
4.10.1. Indicadores principales y fuentes de datos	75
4.10.2. Tendencias temporales y áreas críticas.....	75
4.10.3. Impactos ecosistémicos y sociales asociados	76
4.10.4. Interacciones con uso del suelo y presiones forestales.....	77
4.11. Síntesis integradora: trayectorias y umbrales críticos en el período contemporáneo	77

4.11.1 Trayectorias y Transiciones de Régimen:	78
4.11.2 Identificación de umbrales ecológicos cruzados	79
4.11.3 Análisis Multimodal de las Fases Socioecológicas	80
4.11.4 Causalidades y bucles de retroalimentación clave	82
4.11.5 Conclusión del Capítulo	82
Capítulo 5: Políticas ambientales en Ushuaia: implementación y efectividad	83
5.1. Introducción: Evaluando el andamiaje de gobernanza.....	83
5.2. Evolución normativa e institucional: Un análisis multinivel	84
5.2.1. Marco nacional	84
5.2.2. Marco provincial: Entre la intención y la capacidad	85
5.2.3. Marco municipal: La primera línea de implementación.....	85
5.3. Implementación y resultados: un balance de claroscuros	86
5.4. Limitaciones estructurales desde la perspectiva de sistemas complejos.....	90
5.5. Oportunidades y conclusiones: Un sistema en disputa	90
Capítulo 6. Dinámicas sistémicas y bucles de retroalimentación en el sistema socio-ecológico de Ushuaia	92
6.1. Introducción	92
6.2. El sistema en perspectiva: Acoplamientos críticos y emergentes	92
6.2.1. Matriz de Tensiones e Incoherencias Modales.....	92
6.2.2 Análisis Diacrónico de las Tensiones Modales en Ushuaia: De la Coherencia Incipiente a la Crisis Sistémica.....	94
6.2.3. Acoplamientos Críticos entre Subsistemas y sus Manifestaciones Modales ..	95
6.4. Análisis desde la ecología política: Poder, conflicto y distribución ecológica	98
6.5. Síntesis conceptual: El modelo de los tres subsistemas acoplados	100
6.6. Discusión: Patrones sistémicos, umbrales y puntos de no retorno.....	101
6.6.1 Patrones sistémicos.....	102
6.6.2 Umbrales y puntos de no retorno.....	103
6.6.3 Aporte metodológico de la integración multimodal y de sistemas complejos	103
6.6.4 Implicaciones para la gobernanza socioecológica.....	104
6.6.5 Conclusión de la discusión	104
6.7. Conclusión: Síntesis de la dinámica sistémica y transición hacia las recomendaciones	104

Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones. Hacia una gobernanza adaptativa para la resiliencia socioecológica de Ushuaia	106
7.1. Síntesis de hallazgos y verificación de la hipótesis.....	106
7.2. Aportes al marco teórico: La integración como avance	107
7.3. Recomendaciones para la gestión: Interrumpir bucles, fortalecer resiliencia.....	108
7.4. Líneas prioritarias de investigación futura	110
7.5. Reflexión final.....	112
Referencias.....	114
Anexos	124
I – Anexo fotográfico	124
II – Anexo cartográfico	129
Anexo III – Entrevistas	130
Anexo IV – Matriz codificada	132

Dedicatoria

A mi padre y a mis abuelos, que me acompañaron y me acompañan en cada paso de mi vida.

Agradecimientos

A toda mi familia, separada por las distancias pero unida por el afecto, que me apoyó incondicionalmente durante los años de trabajo y esfuerzo que insumieron este documento.

Un gracias inmenso en particular a mi esposa Malen, compañera de vida y apoyo técnico y anímico insustituible en mi carrera académica.

Al Licenciado Ernesto Piana, quien generosamente puso a mi disposición material muy valioso para esta labor.

A mi amigo y director de tesis, Francisco Alejandro Casiello Ph. D., por su brillante e permanente acompañamiento de tantos años

Capítulo 1: Introducción

1.1. Planteamiento del problema

Este estudio examina la coevolución del paisaje natural y la sociedad en Ushuaia desde 1869 hasta 2023. Esta investigación constituye la segunda fase de un proyecto personal iniciado con mi tesis doctoral (Chiari, 2013, véase Resumen), que amplía la escala temporal de 20 a 150 años, profundiza el modelado sistémico de retroalimentaciones y umbrales, y actualiza la crítica ecopolítica con fuentes documentales post-2011. Mediante la incorporación de historia ambiental y teoría de sistemas complejos, se abarca una trayectoria de 150 años de transformaciones socio-ecológicas.. Se explora cómo las actividades humanas, como la explotación de recursos naturales —tala de bosques y ganadería ovina—, la urbanización y el turismo, han transformado el paisaje fueguino, considerando impactos específicos tales como la pérdida de biodiversidad, la contaminación de cuerpos de agua y los cambios en el uso del suelo (Chiari, 2013; Barrios, 2024). Asimismo, se analizan las políticas ambientales implementadas y las dinámicas sociales emergentes, destacando su influencia mutua en la configuración del territorio y en las comunidades locales, incluyendo a los pueblos indígenas Yagán y Selk’nam, cuyas formas de vida han sido profundamente afectadas.

Ushuaia, ubicada en la Isla Grande de Tierra del Fuego, constituye un caso paradigmático debido a su ubicación extrema al sur del continente americano y su rol geopolítico como puerta de entrada a la Antártida. Desde los asentamientos misioneros anglicanos en 1869 —que introdujeron ganado y modificaron áreas costeras— hasta el auge turístico actual, con 400.000 visitantes anuales en 2023, la ciudad ha experimentado transformaciones significativas (Canclini, 1989; Ministerio de Turismo & Deportes, 2023). El establecimiento del presidio (1896-1947) impulsó la tala de bosques de *Nothofagus pumilio* para construir infraestructura penitenciaria, caminos y edificaciones (García Basalo, 1981), lo que causó la pérdida de aproximadamente 5000 hectáreas de bosque y la compactación de suelos, alterando los ecosistemas locales y reduciendo la capacidad de regeneración forestal. Posteriormente, la industrialización promovida por la Ley 19.640 de 1972 atrajo migración y generó un crecimiento poblacional que pasó de 11.443 habitantes en 1980 a

80.000 en 2023, intensificando la presión sobre los recursos naturales (INDEC, 2022; Livolsi, 2011). Estas actividades han transformado ecosistemas frágiles, como los bosques subantárticos y los humedales, generando pérdida de biodiversidad, contaminación hídrica por coliformes fecales y metales pesados, y conflictos sociales por el acceso a recursos (Esteves & Amín, 2004).

Un ejemplo emblemático de estas transformaciones es la introducción del castor canadiense (*Castor canadensis*) en 1946, el cual ha degradado ambientes ribereños al construir diques que alteran la hidrología y afectan la biodiversidad autóctona, con una pérdida estimada de 10.000 hectáreas de bosque en Tierra del Fuego (Lizarralde et al., 1996; Eljall et al., 2019). Paralelamente, el reciente auge turístico, especialmente de cruceros, ha incrementado la presión sobre áreas protegidas como el Parque Nacional Tierra del Fuego, aumentando la contaminación por residuos y la ocupación de áreas ecológicamente sensibles (Cohen et al., 2025; Grinspan & Moriyama, 2025). Este desarrollo no solo genera impactos ambientales, sino que también se inscribe en una historia más amplia de desposesión territorial y reconfiguración del paisaje social.

El pueblo Yagán, tradicionalmente vinculado a la navegación y al aprovechamiento de los recursos litorales del canal Beagle, experimentó un proceso de desplazamiento y pérdida de acceso a los espacios costeros a partir de la colonización y la consolidación de la soberanía estatal en la región. La instalación de misiones religiosas, los asentamientos militares y posteriormente la expansión urbana y portuaria transformaron las posibilidades materiales de continuidad de su modo de vida basado en la movilidad marítima (Orquera & Piana, 1999).

Si bien en la actualidad no existe en Ushuaia una comunidad yagan organizada territorialmente, persisten memorias familiares, reclamos identitarios y una presencia inscrita en el paisaje que es con frecuencia invisibilizada o reducida a relatos patrimoniales que presentan a este pueblo como parte de un pasado clausurado. Este proceso histórico de desposesión y marginación socioeconómica ha tenido una consecuencia estructural profunda: la configuración de una comunidad Yagán contemporánea en Ushuaia que, siendo numéricamente reducida y con escaso peso político y mediático, enfrenta la doble

carga de la degradación de su territorio ancestral y una profunda invisibilidad en los procesos de planificación que continúan reconfigurándolo.

Su aparente 'ausencia' en los grandes debates territoriales no es, por tanto, un dato demográfico neutral, sino el resultado histórico de un proceso de colonización que primero despojó y luego silenció. Analizar esta invisibilización como un mecanismo de poder, más que como una mera falta de datos, es una tarea central de la ecología política que este estudio asume

Por otro lado, este modelo de turismo masivo ejerce una fuerte presión sobre la ciudad de Ushuaia, contribuyendo a la gentrificación, el alza en el costo de vida y la precarización laboral, lo que marginaliza aún más a los habitantes de bajos recursos y dificulta su acceso a la vivienda y a una economía local que prioriza los servicios de alto costo para visitantes sobre las necesidades de la población residente (News, 2025).

Este estudio adopta una perspectiva multimodal, basada en la filosofía modal de Dooyeweerd (1955) y adaptada por Casiello y Villarruel (2014), la cual segmenta la realidad en dimensiones físicas (suelo, agua), biológicas (biodiversidad), sociales (cohesión comunitaria), económicas (turismo, industria), políticas (políticas ambientales) y éticas (valores de sostenibilidad). Esta aproximación permite modelar las retroalimentaciones complejas entre las acciones humanas y las respuestas del entorno, conceptualizando a Ushuaia como un sistema socio-ecológico (Ostrom, 2009).

La investigación documenta estos cambios históricos, identifica patrones de degradación ambiental y propone bases para políticas públicas que equilibren la conservación del entorno con el bienestar comunitario, abordando desafíos como la contaminación hídrica, la urbanización desplanificada y las desigualdades sociales en el acceso a recursos.

1.2. Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general

Analizar la influencia de las actividades humanas en la transformación del entorno natural de Ushuaia desde una perspectiva integradora de ecología política y sistemas complejos.

Objetivos específicos

1. Examinar la evolución histórica de la explotación de recursos naturales en Ushuaia.
2. Evaluar los impactos de la contaminación en los ecosistemas locales.
3. Analizar los cambios en el uso del suelo y sus efectos en la flora, fauna y el paisaje.
4. Investigar la efectividad de las políticas ambientales implementadas.
5. Explorar las consecuencias ecológicas y sociales de las interacciones entre actividades humanas y el entorno.

Pregunta de investigación

¿Cómo han influido las actividades humanas en la transformación del entorno natural de Ushuaia desde 1869 hasta 2023, considerando la explotación de recursos naturales, la contaminación, los cambios en el uso del suelo y las políticas ambientales, y cuáles han sido sus consecuencias ecológicas y sociales?

1.3 Delimitaciones y alcances

La investigación se centra en el ejido urbano y periurbano de Ushuaia, abarcando el período 1869-2023. Se excluyen los procesos climáticos globales, salvo en sus manifestaciones e impactos locales documentados.

Metodológicamente, el estudio se define como una investigación de carácter histórico-teórica, basada en el análisis crítico de fuentes documentales y en entrevistas semi-estructuradas a actores clave.

El valor central de la investigación reside en la integración teórica y el análisis sistémico de procesos históricos de larga duración, para lo cual el corpus documental disponible resulta consistente y suficiente. A ello se suman entrevistas semiestructuradas realizadas a actores clave, que enriquecen la comprensión y aportan datos cualitativos esenciales para el análisis. Esta combinación permite un análisis replicable y centrado en la interpretación

de dinámicas socioambientales. No obstante, se reconoce como limitación inherente la dependencia de la disponibilidad, calidad, representatividad y posibles sesgos presentes en las fuentes consultadas. El enfoque interdisciplinario garantiza una mirada integral, aunque la falta de datos primarios generados ad hoc restringe la profundidad empírica de algunos hallazgos específicos y contemporáneos

1.4. Hipótesis

La expansión urbana, el desarrollo industrial y el crecimiento turístico en Ushuaia (1869–2023) han intensificado la pérdida de bosques nativos, la contaminación hídrica y la introducción de especies exóticas invasoras, resultando en una disminución de la biodiversidad y un incremento de conflictos socioambientales vinculados al acceso desigual a recursos y la degradación de la calidad ambiental.

1.5. Justificación y relevancia

La relevancia de estudiar las transformaciones socioambientales de Ushuaia entre 1869 y 2023 radica en su valor académico, ambiental, social, práctico y global.

Desde una perspectiva académica, esta investigación constituye un avance conceptual y metodológico al integrar de forma original marcos teóricos como la ecología política, la teoría de sistemas complejos y la historia ambiental, lo que permite una comprensión transdisciplinaria de la coevolución sociedad-naturaleza en un territorio austral de relevancia global.

Ambientalmente, el estudio documenta y analiza críticamente los procesos de degradación que afectan a ecosistemas frágiles y únicos —bosques subantárticos, turberas y sistemas costeros— como resultado de presiones antrópicas acumuladas, desde la explotación forestal histórica hasta la contaminación hídrica contemporánea y las invasiones biológicas, aportando así evidencia sólida para su conservación y manejo sustentable.

En el plano social, la investigación revela cómo la distribución de los recursos naturales y los costos ambientales se ha llevado a cabo en el marco de relaciones de poder asimétricas,

lo que ha generado dinámicas de marginación y exclusión en sectores de la comunidad local, profundizando desigualdades socioespaciales y limitando el acceso a bienes comunes esenciales. Esta dimensión ético-política resulta central para comprender los conflictos socioambientales latentes y las resistencias emergentes en el territorio.

En términos prácticos, el trabajo ofrece un sustento empírico y teórico robusto para el diseño e implementación de políticas públicas más justas y efectivas, promoviendo modelos de gobernanza adaptativa y participativa que busquen equilibrar el desarrollo económico con la integridad ecológica y la equidad social.

Además, su relevancia trasciende el ámbito local: los hallazgos aportan claves interpretativas valiosas para otras regiones con ecosistemas sensibles y contextos de frontera, contribuyen al avance de agendas globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible —en particular aquellos vinculados a la acción climática y la conservación de la biodiversidad— y refuerzan el papel estratégico de Ushuaia como nodo de conexión con la Antártida y espacio singular para el estudio de las interacciones entre cambio global y dinámicas locales.

1.6. Estado del arte

La historia ambiental de Ushuaia constituye un proceso de gran complejidad, que siguiendo la metáfora de Corboz (1983), puede entenderse como un verdadero palimpsesto territorial, donde se superponen sucesivas capas de intervención humana —misional, penal, ganadera, industrial, turística—, cada una dejando una huella indeleble en el paisaje y en las dinámicas ecológicas de Tierra del Fuego. Sin embargo, y a pesar de su evidente interés, este proceso no ha sido abordado de manera integral desde una perspectiva que articule de forma crítica y sistemática sus dimensiones históricas, políticas, ecológicas y sociales en una trayectoria de larga duración.

Existe, por un lado, un conjunto valioso de investigaciones que, si bien aportan perspectivas relevantes, se sitúan en contextos geográficos o teóricos distintos, limitando su aplicabilidad directa al caso fueguino. Los trabajos de Calderón Cockburn (1987) sobre las luchas por la tierra en el área ejidal de la Ciudad de México iluminan dinámicas de

conflicto y apropiación simbólica del territorio. No obstante, su traslado al escenario de Ushuaia resulta problemático, dada la singularidad de su proceso histórico, su marco institucional y su ecología única. De manera similar, los estudios de Herzer et al. (1997) sobre las percepciones de familias en situación de ocupación irregular en Buenos Aires, si bien enriquecen la comprensión de la heterogeneidad de estas experiencias, se centran en realidades socioeconómicas y marcos urbanos muy diferentes, donde la variable turística —crucial en Ushuaia— no posee la misma centralidad distorsionadora.

Frente a estos estudios de contextos ajenos, la producción académica específica sobre Ushuaia ha tendido, a su vez, hacia un enfoque sectorial y fragmentario. Investigaciones pioneras como las de Luppo et al. (1990) identificaron con acierto el impacto del uso de recursos por parte de inmigrantes temporarios como una causa central de los problemas ecológicos locales. Orzanco (1999), por su parte, avanzó en el estudio de las percepciones ambientales de los habitantes de Ushuaia, relacionándolas con variables como el nivel educativo y la ocupación laboral.

Cabe destacar aquí la contribución de Chiari (2013), que en su obra *Problemática ecológico-política de la ciudad de Ushuaia* representa el antecedente más directo y avanzado. Su trabajo no solo incorpora una mirada desde la ecología política, sino que también adopta, de manera pionera para el caso, la meta-metodología multimodal inspirada en Dooyeweerd, analizando las dimensiones física, biótica, social, económica y política de la conflictividad socioambiental local en el período 1991-2011. No obstante, su análisis se circunscribe a un marco temporal acotado de dos décadas, lo que le impide captar la profundidad histórica y las trayectorias de cambio de larga duración que son constitutivas del sistema socio-ecológico ushuaiese. Asimismo, si bien su enfoque multimodal es un avance crucial, su articulación con la teoría de sistemas complejos (TSC) para modelar las retroalimentaciones, no linealidades y propiedades emergentes del sistema resulta incipiente.

Este trabajo no parte de un vacío bibliográfico, sino de la consolidación de un marco teórico-metodológico validado en la tesis doctoral del autor (Chiari, 2013). La presente investigación amplía la escala temporal (1869-2023), profundiza el modelado sistémico

(bucles de retroalimentación, umbrales) y actualiza la crítica ecopolítica a partir de fuentes documentales post-2011.

En los últimos años, no obstante, se ha producido un salto significativo en la investigación técnico-científica sobre problemáticas puntuales de gran relevancia. Diodato et al. (2012) aportaron una evaluación rigurosa de la contaminación en la bahía de Ushuaia mediante el innovador uso de biomarcadores en mejillones. Bouker et al. (2021) documentaron con detalle el uso del basural de la ciudad por aves rapaces y las múltiples amenazas que ello conlleva. Granitto et al. (2025) y Tagliaferro (2023) han precisado el impacto negativo de la urbanización en la calidad del agua de los arroyos urbanos, contrastándolos con áreas naturales. Mansilla et al. (2024) ofrecieron un estudio cuantitativo sólido sobre la generación de residuos domiciliarios. Paralelamente, desde el CADIC-CONICET se ha consolidado una línea de investigación ecológica de largo aliento, absolutamente central para la región. Los trabajos de Martínez-Pastur et al. (2010) y su equipo han sentado las bases científicas para el manejo forestal sustentable, documentando extensamente, por ejemplo, el impacto devastador de la invasión del castor norteamericano (*Castor canadensis*), del cual se estima ha construido más de 200.000 diques en Argentina y Chile (Argentina Forestal, 2020).

Pese a la evidente solidez y valor de estos estudios recientes, y al avance conceptual que supone el trabajo de Chiari (2013), persiste una desconexión inherente. Cada contribución profundiza en un aspecto específico —ya sea un período temporal, una problemática concreta o una dimensión modal— pero falta un marco integrador superior que los articule de manera dinámica. Se requiere un enfoque que no solo catalogue las dimensiones (modal) o se centre en un período (temporal), sino que interroge cómo se han relacionado entre sí estos fenómenos a lo largo de más de un siglo, qué estructuras de poder y dinámicas históricas los han producido, y qué retroalimentaciones complejas existen entre las acciones humanas y las respuestas del ecosistema. La pregunta central sobre cómo se configuran y co-evolucionan los factores que definen la situación ecológico-política de Ushuaia en una perspectiva secular (1869-2023) permanece sin una respuesta satisfactoria que integre todas estas capas de análisis.

Es precisamente en este vacío donde la presente tesis busca situar su contribución original y su avance específico. Partiendo del trabajo de Chiari (2013) en el uso de la perspectiva multimodal, esta investigación propone una innovación teórico-metodológica decisiva al integrar dicha perspectiva —ya no como marco analítico principal, sino como uno de los pilares de un andamiaje más amplio— con la ecología política (Leff, 2006; Robbins, 2012), la teoría de sistemas complejos (García, 2006) y la historia ambiental (McNeill, 2003; Pádua, 2010). Esta articulación transdisciplinaria permite no solo desagregar la realidad en dimensiones (multimodalidad), sino, crucialmente, comprender sus interconexiones dinámicas, no lineales y históricamente situadas (TSC e historia ambiental), y develar los conflictos de poder y distribución ecológica (ecología política) que las han estructurado a lo largo de 150 años. Este marco superador permite, por tanto, generar una comprensión nueva, holística y procesual de Ushuaia, revelando las interconexiones, puntos de inflexión y trayectorias coevolutivas que han definido su devenir socioambiental y que resultan cruciales para pensar su futuro sostenible.

1.7. Marco teórico

La presente investigación se fundamenta en un marco teórico integrador que articula cuatro pilares fundamentales: la ecología política, la historia ambiental, la teoría de sistemas complejos y el pensamiento sistémico multimodal. Cada uno de estos enfoques ofrece herramientas valiosas para comprender la compleja interacción entre sociedad y naturaleza en Ushuaia.

1.7.1 Ecología política: el marco crítico del poder y la distribución

La ecología política es un campo interdisciplinario que estudia las relaciones entre factores políticos, económicos y sociales y sus repercusiones en los conflictos y cambios ambientales. A diferencia de estudios ecológicos que pueden ser apolíticos, la ecología política politiza los problemas ambientales para revelar sus raíces en estructuras de poder y desigualdades sociales (Blaikie & Brookfield, 1987; Robbins, 2012).

Este enfoque analiza conflictos de distribución ecológica relacionados con el acceso, control y apropiación de recursos naturales. Permite comprender quiénes se benefician y

quiénes sufren los costos ambientales, identificando las relaciones de poder que moldean estas dinámicas sociales y ecológicas. En el caso de Ushuaia, la ecología política ayuda a visibilizar cómo los procesos históricos y estructurales influyen en la degradación ambiental y las desigualdades socioambientales presentes.

1.7.2 Historia ambiental: la profundidad temporal y el metabolismo social

La historia ambiental estudia las interacciones entre las sociedades humanas y su entorno a lo largo del tiempo, considerando procesos ambientales en su dimensión histórica (Cronon, 1982; Pádua, 2010). Este enfoque escapa a la dicotomía naturaleza-cultura y se concentra en cómo las acciones humanas han moldeado el paisaje y los ecosistemas a lo largo de siglos.

Uno de sus conceptos centrales es el metabolismo social, que aborda los flujos de materia y energía entre la sociedad y la naturaleza. Esta perspectiva permite analizar los procesos de apropiación, transformación y descarga de recursos naturales, entendiendo la evolución de la relación sociedad-naturaleza en Ushuaia desde una perspectiva histórica profunda.

1.7.3 Teoría de sistemas complejos: modelizando las dinámicas no lineales

La teoría de los sistemas complejos ofrece un marco analítico que permite comprender que los sistemas socio-ecológicos constituyen totalidades organizadas, donde los componentes mantienen vínculos de interdependencia que impiden su estudio aislado (García, 2006; Folke et al., 2010). Este enfoque aborda fenómenos como las retroalimentaciones, los umbrales críticos y las propiedades emergentes que surgen de la interacción continua entre los distintos elementos del sistema.

Los acoplamientos entre subsistemas conforman el núcleo explicativo de la aparición de nuevas propiedades dentro de los sistemas complejos. Cuando los subsistemas ecológicos, sociales, económicos y políticos interactúan de manera dinámica y retroalimentada, los efectos que generan no se suman linealmente. Por el contrario, su interdependencia produce resultados cualitativamente distintos, imposibles de prever mediante el análisis separado de cada componente. En el caso de Ushuaia, por ejemplo, la convergencia entre la

fragmentación territorial derivada de la urbanización, la introducción de especies invasoras y los modos de gobernanza institucional genera una vulnerabilidad sistémica acelerada: una propiedad emergente que incrementa la probabilidad de alcanzar umbrales críticos y puntos de no retorno ecológico.

Desde esta perspectiva, los acoplamientos funcionales entre subsistemas no solo ayudan a explicar la formación de tensiones y trayectorias históricas particulares, sino que también redefinen las capacidades de resiliencia, adaptación o degradación del sistema socio-ecológico en su conjunto. Comprender cómo se configuran y evolucionan estos acoplamientos es fundamental para identificar patrones sistémicos y diseñar estrategias de intervención capaces de revertir procesos persistentes de degradación o de promover transiciones hacia escenarios más sustentables.

Aplicado al caso de Ushuaia, este enfoque permite modelar cómo pequeñas acciones pueden desencadenar transformaciones significativas, explicar la dinámica no lineal de la pérdida de biodiversidad y de la fragmentación del paisaje, y anticipar umbrales críticos. En este sentido, la teoría de los sistemas complejos impulsa una mirada integradora y procesual del sistema socio-ecológico, al considerar de manera conjunta las dimensiones ecológicas, sociales e históricas y las transformaciones que estas experimentan a lo largo del tiempo. Así, proporciona herramientas conceptuales y metodológicas útiles para orientar políticas públicas acordes con la dinámica real del territorio y fortalecer la resiliencia frente a la crisis ambiental.

1.7.4 Pensamiento sistémico multimodal: el andamiaje para un diagnóstico integral

El pensamiento sistémico multimodal, basado en la filosofía modal de Dooyeweerd (1955) y adaptado en el contexto de ciencias sociales por Casiello y Villarruel (2014), segmenta la realidad en dimensiones interrelacionadas: física, biológica, social, económica, política y ética. Este marco permite un diagnóstico integral, contemplando múltiples dimensiones simultáneamente y sus interacciones dinámicas.

Esta perspectiva enfatiza la necesidad de analizar los fenómenos socioambientales con herramientas que reflejen su complejidad y heterogeneidad, facilitando la identificación de

tensiones y contradicciones a diferentes niveles. En Ushuaia, aporta una metodología para integrar datos cualitativos y cuantitativos y articular análisis transdisciplinarios.

1.7.5 Aplicación integrada del marco teórico en Ushuaia

La combinación de estos cuatro enfoques teóricos permite abordar de manera integral la complejidad del sistema socio-ecológico de Ushuaia. Cada perspectiva aporta una dimensión esencial para entender los procesos de transformación territorial, las tensiones sociales y las dinámicas ecológicas involucradas.

La ecología política contribuye a desentrañar las relaciones de poder y disputa por recursos naturales que subyacen en los procesos históricos y actuales de degradación ambiental. La historia ambiental amplía la mirada al integrar el factor tiempo y comprender las causas profundas y continuidades en el metabolismo social de la ciudad.

La teoría de sistemas complejos facilita la interpretación de la dinámica no lineal, la identificación de umbrales críticos y el análisis de la resiliencia ante perturbaciones, mientras que el pensamiento sistémico multimodal brinda una metodología para integrar las distintas dimensiones y modos de análisis, promoviendo una lectura sistémica multifacética.

Este marco teórico integrado genera una base sólida para el análisis crítico y el diseño de políticas públicas efectivas que sean sensibles a la complejidad, diversidad y multidimensionalidad de los problemas ambientales y sociales de Ushuaia.

Para comprender cabalmente la complejidad y el alcance de esta investigación, resulta fundamental situarla en el marco de un proyecto de investigación longitudinal que ha evolucionado a través de tres fases claramente diferenciadas. La primera fase corresponde a la tesis doctoral del autor (2013), que abordó la problemática ecológico-política de Ushuaia en un período acotado, estableciendo un diagnóstico multimodal y un análisis integral del sistema. La presente tesis representa la segunda fase, ampliando temporalmente el estudio para abarcar un período de 150 años y profundizando en la reconfiguración socioambiental mediante la integración de la Teoría de Sistemas Complejos y el modelado

de bucles y umbrales. Finalmente, se proyecta una tercera fase futura orientada a la gobernanza adaptativa, con un enfoque en el monitoreo continuo y la aplicación práctica de políticas sostenibles. La Figura 1 sintetiza esta trayectoria de investigación, que orienta la estructura y los objetivos del presente estudio

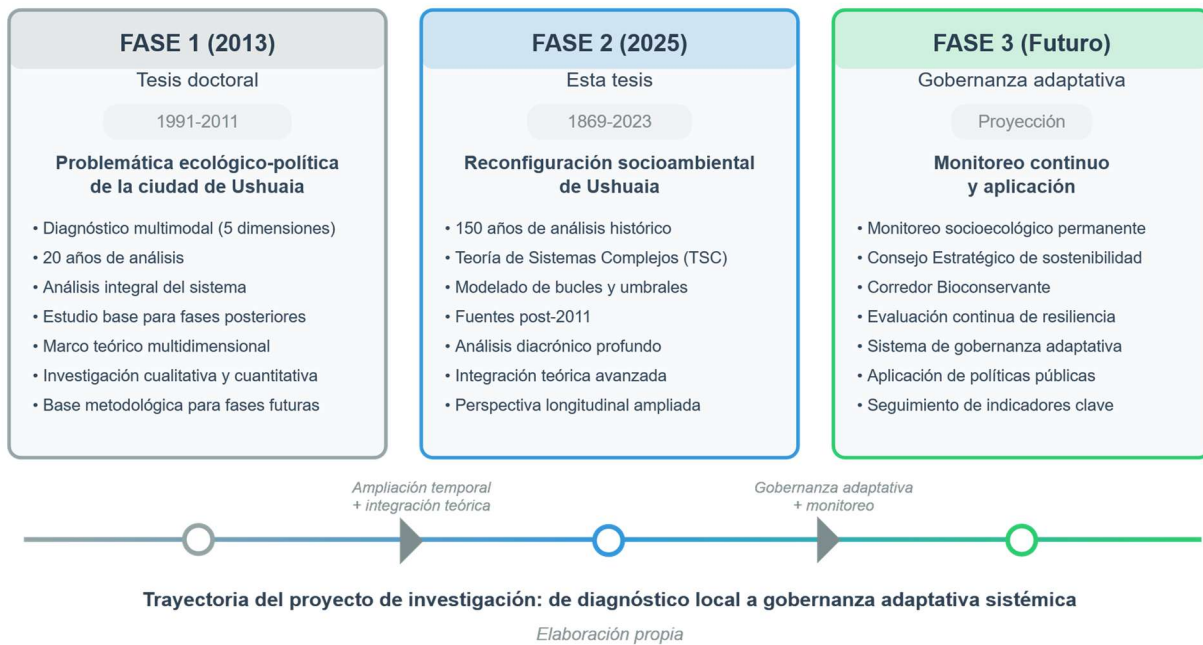


Figura 1

1.7.6 Consideraciones metodológicas de la integración teórica

La aplicación simultánea de estos enfoques demanda una metodología interdisciplinaria y transdisciplinaria que permita construir un análisis contextualizado y multifacético. Esto implica emplear técnicas mixtas de investigación, desde el análisis documental y etnográfico hasta el modelado sistémico y estadístico.

Asimismo, requiere un enfoque crítico y reflexivo que ponga en diálogo epistemologías diversas, superando dicotomías tradicionales entre naturaleza y sociedad, ciencia y saberes locales. La flexibilidad metodológica es esencial para captar la complejidad del sistema socio-ecológico, así como para adaptarse a los cambios y novedades que surjan en el proceso investigativo.

En el contexto de Ushuaia, esta integración metodológica permite articular datos cuantitativos con perspectivas cualitativas, garantizando una comprensión rica y holística que sustente tanto el diagnóstico como las propuestas de gestión y políticas públicas.

1.8. Metodología

La presente investigación adopta un diseño metodológico propio de la historia ambiental, entendido como el análisis de las interacciones entre sociedad y medio ambiente en perspectiva de larga duración, priorizando la reconstrucción diacrónica de procesos, continuidades, rupturas y configuraciones territoriales acumulativas. En este sentido, la investigación no busca únicamente describir cambios ambientales, sino comprender la coevolución histórica entre metabolismo social, paisajes, instituciones y relaciones de poder, en coherencia con los marcos de la Ecología Política, la Teoría de Sistemas Complejos (TSC) y el pensamiento sistémico multimodal.

1.8.1 Estrategia metodológica general

Se adopta una estrategia cualitativa histórico-interpretativa basada en estudio de caso, orientada a reconstruir la trayectoria socioambiental de Ushuaia entre 1869 y 2023. Dado que el objetivo es captar procesos estructurales de larga duración, la investigación no depende de la generación de datos primarios contemporáneos, sino de la triangulación crítica de fuentes documentales y técnicas de análisis sistémico.

Esta decisión responde a un criterio epistemológico: la historia ambiental ofrece mayor claridad cuando las transformaciones se analizan en su propia temporalidad, evitando interpretar el pasado a partir de categorías actuales que puedan producir anacronismos o distorsiones retrospectivas. Por ello, la evidencia empírica contemporánea se utiliza únicamente para reconstruir tendencias y no para explicar causalidad, que se fundamenta en los procesos históricos de acumulación.

1.8.2 Fuentes de datos y técnicas de recolección

La investigación se sustenta en:

- **Fuentes documentales primarias y secundarias** (archivos históricos editados, cartografía reglada, planes urbanos, legislación, informes técnicos, prensa histórica digitalizada).
- **Literatura científica y técnica especializada** sobre bosques subantárticos, uso del suelo, especies invasoras, cambio climático y políticas provinciales.
- **Entrevistas semiestructuradas realizadas en 2011–2012**, utilizadas como línea de base perceptual previa a la consolidación del modelo turístico masivo.

El uso exclusivo de entrevistas de ese período se fundamenta en que constituyen un registro no contaminado por la relectura retrospectiva de la crisis actual; es decir, permiten reconstruir cómo se percibían los límites ecológicos justo antes del umbral socioambiental contemporáneo. Incorporar entrevistas posteriores hubiera introducido narrativas ya influidas por la crisis, alterando la posibilidad de reconstruir la secuencia de retroalimentaciones con precisión.

La selección de los entrevistados se realizó mediante un muestreo no probabilístico, gradual y teóricamente orientado, cuyo objetivo no fue la representatividad estadística, sino la identificación de perspectivas situadas capaces de iluminar las dinámicas socioambientales en su complejidad estructural. Para ello se combinó muestreo por referenciación en cadena (*snowball*) y muestreo intencional por juicio, incorporando actores en función de su capacidad de aportar información analíticamente relevante para la reconstrucción de los procesos estudiados, y no por criterios demográficos o cuantitativos (Flick, 2004). La selección se consideró concluida al alcanzarse la saturación teórica, es decir, cuando los nuevos testimonios dejaron de introducir dimensiones interpretativas adicionales y comenzaron a reiterar patrones ya identificados (Bauer & Aarts, 2008). Esta estrategia garantiza la coherencia con el enfoque socio-ecológico de la investigación, al permitir captar relaciones, tensiones y racionalidades en juego sin fragmentar el fenómeno en categorías externas o apriorísticas.

En continuidad con esta estrategia de recolección, la siguiente sección describe las técnicas de análisis utilizadas para organizar, interpretar y sistematizar el corpus de entrevistas y documentación reunido

1.8.3 Técnicas de análisis

El análisis se desarrolló de manera secuencial e integrada, articulando los enfoques de la historia ambiental, la teoría de sistemas complejos y el pensamiento sistémico multimodal. En primer lugar, se realizó un análisis histórico-documental orientado a reconstruir las trayectorias socioambientales de Ushuaia entre 1869 y 2023. Esta etapa consistió en la lectura crítica y comparación de fuentes primarias y secundarias —registros oficiales, prensa histórica, archivos editados, cartografía técnica y legislación— con el objetivo de identificar procesos de larga duración, continuidades, rupturas y momentos de inflexión en la configuración territorial. Desde la historia ambiental, el énfasis estuvo en comprender la coevolución entre prácticas sociales y transformaciones ecológicas, evitando anacronismos y situando cada cambio en su marco institucional y material.

En segundo lugar, sobre la base de la secuencia histórica reconstruida, se aplicaron herramientas conceptuales provenientes de la Teoría de Sistemas Complejos (TSC). El propósito de esta etapa no fue formular modelos numéricos, sino identificar patrones estructurales, tales como bucles de retroalimentación, dinámicas no lineales, procesos de amplificación, umbrales y posibles transiciones de régimen socio-ecológico. Esta aproximación permitió comprender cómo determinadas decisiones económicas, institucionales o tecnológicas produjeron efectos acumulativos que alteraron la resiliencia ecológica y la distribución social de beneficios y costos ambientales en distintos momentos históricos.

En tercer lugar, el pensamiento sistémico multimodal se utilizó como marco integrador para analizar las dimensiones física, biológica, social, económica, política y ética como modos interdependientes de un mismo sistema. Este enfoque permitió evitar lecturas reduccionistas y reconocer que las problemáticas socioambientales no pueden comprenderse plenamente si se las limita a una sola esfera de análisis. En este sentido, la multimodalidad proporcionó una estructura analítica capaz de mostrar cómo determinadas dinámicas económicas adquieren fuerza política, cómo estas se territorializan en el espacio urbano y cómo dichas transformaciones repercuten en la biodiversidad y en la vida cotidiana de los habitantes.

Este enfoque no se limita a describir la coexistencia de dimensiones heterogéneas, sino que permite identificar cuáles de ellas actúan como dimensiones determinativas y cuáles como condicionantes, lo que resulta fundamental para comprender la génesis histórica de los conflictos socioambientales y la forma en que se manifiestan en el presente.

En conjunto, el análisis se desarrolló como un circuito interpretativo continuo: la reconstrucción histórica estableció las secuencias causales, la teoría de sistemas complejos permitió identificar dinámicas emergentes y la integración multimodal proporcionó el marco para interpretar la articulación entre las distintas dimensiones que componen el sistema socio-ecológico de Ushuaia.

1.9. Estructura de la tesis

La tesis se organiza en siete capítulos principales, seguidos de referencias bibliográficas y anexos. Cada capítulo contribuye de manera específica a los objetivos de la investigación y a la verificación progresiva de la hipótesis central sobre las transformaciones socio-ecológicas de Ushuaia entre 1869 y 2023.

El Capítulo 1 (Introducción) establece el planteamiento del problema, define los objetivos generales y específicos, presenta la hipótesis principal, justifica la relevancia del estudio y revisa el estado del arte. Asimismo, introduce el marco teórico integrador —compuesto por la ecología política, la teoría de sistemas complejos y el pensamiento multimodal— y describe la estrategia metodológica general empleada.

El Capítulo 2 (El sistema socio-ecológico de Ushuaia: base biofísica y marco conceptual) sienta las bases contextuales y conceptuales para el análisis. La sección 2.1 sintetiza las condiciones biofísicas clave, como el clima, la geografía, la biodiversidad, las características ecológicas de los bosques y los aspectos ambientales relevantes. La sección 2.2 aplica de manera integral el marco teórico a cada componente del sistema, estableciendo los fundamentos analíticos para los capítulos siguientes.

El Capítulo 3 (Trayectoria histórica y cambios de régimen socio-ecológico: 1869–2000) examina la evolución diacrónica de las interacciones sociedad-naturaleza en Ushuaia. Se

estructura en períodos históricos definidos: la fase misional y los impactos iniciales (1869–1884), la consolidación estatal y la intensificación extractiva (1884–1920), la industrialización y el crecimiento urbano (1920–1980), y la transición hacia nuevos modelos económicos y de conservación (1980–2000). Cada fase es analizada mediante el marco teórico integrador.

El Capítulo 4 (Síntesis integradora: interacciones sinérgicas, umbrales críticos y trayectorias futuras (2000-2023)) se concentra en el siglo XXI (2000–2023), caracterizado por la convergencia de presiones como la expansión urbana acelerada, los megaproyectos de infraestructura, las especies exóticas invasoras —con el castor como caso emblemático—, los efectos del cambio climático y la evolución de la contaminación. El capítulo culmina con una síntesis que identifica trayectorias, umbrales ecológicos cruzados y bucles de retroalimentación clave que definen la dinámica actual del sistema.

El Capítulo 5 (Políticas ambientales en Ushuaia: implementación y efectividad) evalúa el marco normativo y programático relacionado con los bosques, el uso del suelo y la contaminación. Analiza su grado de implementación, efectividad y limitaciones, desde las perspectivas de la ecología política y la teoría de sistemas complejos.

El Capítulo 6 (Dinámicas sistémicas y bucles de retroalimentación en el sistema socio-ecológico de Ushuaia) articula los hallazgos de los capítulos anteriores en un análisis sistémico. Identifica interconexiones, retroalimentaciones y puntos de inflexión críticos; evalúa las consecuencias ecológicas y sociales desde la ecología política; y propone un modelo conceptual para la interpretación integrada de las dinámicas y políticas analizadas.

El Capítulo 7 (Conclusiones y recomendaciones. Hacia una gobernanza adaptativa para la resiliencia socio-ecológica de Ushuaia) sintetiza los hallazgos centrales, discute la validación de la hipótesis a la luz del análisis realizado, destaca las contribuciones teóricas y metodológicas de la investigación, y formula recomendaciones para la gestión adaptativa y futuras líneas de investigación.

Finalmente, la tesis incluye las referencias bibliográficas y los anexos, que contienen datos históricos, mapas, fotos y documentación técnica que sustentan y complementan el análisis presentado en los capítulos principales.

Capítulo 2: El Sistema Socio-ecológico de Ushuaia: Base Biofísica y Marco Conceptual

2.1. Introducción

El presente capítulo analiza la evolución histórica y las transformaciones socioambientales de Ushuaia desde su fundación en 1869 hasta 2023 mediante la aplicación concreta y sistemática del marco teórico integrador propuesto. La ecología política, la teoría de sistemas complejos (TSC) y el pensamiento multimodal se emplean como herramientas analíticas centrales para desentrañar la complejidad de las interacciones sociedad-naturaleza en este territorio, evitando enfoques reduccionistas o meramente descriptivos.

Este enfoque se operativiza de la siguiente manera a lo largo del capítulo:

- Desde la Teoría de Sistemas Complejos (TSC), se analizan las retroalimentaciones (bucles de retroalimentación), puntos de inflexión (umbrales críticos) y propiedades emergentes del sistema socio-ecológico ushuaiense. Se modela cómo intervenciones aparentemente aisladas (ej: introducción de una especie, una ley promocional) generaron dinámicas no lineales que reconfiguraron todo el sistema, alterando de manera difícilmente reversible su trayectoria y resiliencia.
- Desde la Ecología Política, se examinan los conflictos de distribución ecológica y las estructuras de poder históricas que determinaron el acceso, control y transformación de los recursos naturales. Esto permite entender no solo el impacto ecológico de la tala o la contaminación, sino quiénes se beneficiaron económicamente y quiénes cargaron con los costos ambientales y sociales (p. ej., comunidades locales e indígenas vs. empresas o el Estado).
- Desde el Pensamiento Multimodal, se segmenta la realidad en sus dimensiones interconectadas (física, biológica, social, económica, política, ética) para realizar un diagnóstico integral de cada proceso. Esto revela cómo un hecho en una

dimensión (ej: una política económica) desencadena efectos en cascada sobre las demás (degradación biológica, conflictos sociales, crisis éticas).

La estructura del análisis, por lo tanto, es sistémica y procesual. Se examinan las trayectorias clave de Ushuaia combinando la sólida evidencia empírica con estas interpretaciones teóricas, para revelar las interconexiones dinámicas, los conflictos de poder y las dimensiones normativas que han definido la sostenibilidad de este ecosistema estratégico y frágil, clave para la región austral y su conexión con la Antártida.

2.2. Marco biofísico

2.2.1 Situación geográfica

La ciudad de Ushuaia se halla ubicada en la Isla Grande de Tierra del Fuego, sobre la margen septentrional del Canal Beagle, en el fondo de una amplia bahía que forma el canal hacia el oeste; sus coordenadas son aproximadamente 54°48'57" S y 68°19'04" O, y se sitúa a unos 6 metros sobre el nivel del mar (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2022). Rodeada al oeste, norte y este por los Andes Fueguinos, la ciudad de Ushuaia — que posee una superficie aproximada de 23 km²— está enclavada en una región que se caracteriza por presentar grandes porciones de su superficie poco apropiadas para la urbanización, debido a la combinación de pendientes, escarpas, afloramientos rocosos y turbales que condicionan el diseño urbano y las infraestructuras básicas (Administración de Parques Nacionales [APN], 2007; Municipalidad de Ushuaia, 2003). En efecto, la capital fueguina, ubicada en el área topográfica cordillerano-andina, posee un suelo cuyo basamento está constituido por rocas metamórficas recubiertas por rocas volcánicas y sedimentarias, dentro de un relieve montañoso de morfología glaciar y ambiente periglacial, en el que la Formación Yaghan y afines representan unidades litoestratigráficas relevantes para comprender el comportamiento geotécnico local (Rabassa, 2008; Ramos, 2008). Estas características específicas del suelo ushuaiese dan origen a un gran número de limitantes para la urbanización, ya que se trata de un territorio con sectores inestables, escarpas muy marcadas y complejos sistemas de drenaje, a la vez que posee cantidades

significativas de afloramientos rocosos y suelos orgánicos saturados (APN, 2007; Municipalidad de Ushuaia, 2003).

Adicionalmente, la ciudad se encuentra en un ámbito sismotectónico activo: a escala regional, el sistema de falla Magallanes–Fagnano constituye un límite transformante que ha sido ampliamente documentado por la literatura geofísica y geológica, ubicándose la traza principal a escasos 100 km del área urbana y afectando la plataforma fueguina, lo que debe ser contemplado en la planificación y el código de edificación (Lodolo et al., 2003; Menichetti et al., 2008). Tal como informa la Municipalidad de Ushuaia en su Plan de Desarrollo Urbano de 2003 —último integral vigente—, si bien la mayor parte de la ciudad se extiende sobre una zona de escarpas menores a los dos metros, el proceso de expansión ha llevado a que se construyan viviendas por encima de la cota de los 100 metros; en esas áreas, las pendientes pronunciadas, asociadas a las características del suelo y al régimen de precipitaciones nivales más intenso en cotas altas, favorecen movimientos de remoción en masa, deslizamientos y avalanchas (Municipalidad de Ushuaia, 2003). Dicho riesgo se ha visto incrementado por procesos de desmonte en el faldeo de los Montes Martial y por la ya mencionada condición de sismicidad regional, lo que exige evaluaciones de riesgo y ordenamiento territorial cuidadoso en laderas y franjas de pie de monte (APN, 2007; Municipalidad de Ushuaia, 2003).

2.2.2 Clima

Ushuaia tiene un clima subpolar oceánico, caracterizado por temperaturas frías durante gran parte del año y una alta humedad relativa, con marcada influencia marítima que atenúa los extremos térmicos (SMN, 2022). La estacionalidad es evidente, con veranos frescos e inviernos fríos con nevadas frecuentes; las temperaturas máximas promedian cercanas a 9 °C en términos anuales y las mínimas medias rondan los 2 °C, mientras los vientos del cuadrante oeste tienen presencia persistente que incrementa la sensación térmica de frío (SMN, 2022; APN, 2007). La precipitación media anual en la estación aero-meteorológica de Ushuaia se ubica en torno a 520–550 mm, con mayor ocurrencia de nieve entre junio y septiembre, especialmente en sectores altos y laderas de exposición a barlovento (SMN, 2022). Cabe señalar que, para ambientes de bosque próximos y sectores orográficos

distintos a la planicie urbana, algunos estudios y síntesis técnicas reportan valores más altos (≈ 700 mm), lo que refleja la variabilidad espacial de las precipitaciones en un relieve complejo (Martínez Pastur & Peri, 2010; APN, 2007). Las condiciones climáticas impactan en la organización social y económica, ya que regulan el régimen laboral de actividades como la construcción y el turismo, y elevan las necesidades de calefacción residencial durante gran parte del año (Municipalidad de Ushuaia, 2003; PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020).

2.2.3 Hidrografía

El área cuenta con varios ríos y arroyos de corto recorrido y régimen pluvio-nival, como el río Olivia y el río Pipo, además de cursos menores que descienden desde circos glaciarios y turberas de altura hacia el Canal Beagle (APN, 2007). La interacción entre aguas de escorrentía, humedales altoandinos y aportes nivales configura una red de drenaje sensible a variaciones estacionales y a perturbaciones antrópicas, mientras el borde costero del Beagle constituye un ecotono de alta productividad biológica y conectividad de hábitats (Ramsar, 2009; APN, 2007). La disponibilidad y calidad del recurso hídrico guardan estrecha relación con la integridad de los bosques de cuenca y las turberas, cuyos servicios ecosistémicos incluyen regulación hidrológica, laminación de crecidas y retención de sedimentos (Ramsar, 2009).

2.2.4 Biodiversidad

Ushuaia ha sido objeto de iniciativas de gestión que buscan integrar la biodiversidad local y regional a la planificación urbana, articulando con áreas protegidas nacionales y reservorios urbanos (Municipalidad de Ushuaia, 2003; APN, 2007). En la periferia y el entorno cordillerano se encuentra el Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas, designado en 2009, que alberga un gradiente de hábitats desde desiertos altoandinos y glaciares de circo hasta bosques de faldeo y turberas de fondo de valle, con elevada representatividad de procesos ecológicos subantárticos (Ramsar, 2009). En la ciudad y su entorno se registran especies de interés de conservación como el zorro colorado fueguino (*Lycalopex culpaeus lycoides*), el cóndor andino (*Vultur gryphus*) y el carpintero

gigante (*Campephilus magellanicus*), además de una flora dominada por lengas (*Nothofagus pumilio*), coihues de Magallanes/guindos (*N. betuloides*), ñires (*N. antarctica*), canelo (*Drimys winteri*) y notro (*Embothrium coccineum*), junto con un diverso sotobosque de arbustos y herbáceas adaptadas a condiciones frías y húmedas (APN, 2007; Martínez Pastur & Peri, 2010). Asimismo, se registra la presencia del castor norteamericano (*Castor canadensis*), especie exótica invasora introducida en la década de 1940 que ha generado impactos hidrológicos y forestales significativos a través de la construcción de diques, el anegamiento de valles y la mortalidad de árboles ribereños (Anderson et al., 2006; Anderson et al., 2009).

2.2.5 Los bosques de Ushuaia

Los bosques subantárticos de Ushuaia constituyen uno de los ecosistemas forestales más australes del mundo, representando una extensión meridional única del complejo andino-patagónico, con predominio del género *Nothofagus* en mosaicos que alternan con turberas y pastizales de altura (Martínez Pastur & Peri, 2010; APN, 2007). La región de Tierra del Fuego argentina alberga una superficie boscosa amplia, con presencia dominante de lenga, guindo y ñire, y con asociaciones en las que canelo, notro y maitén (*Maytenus magellanica*) ganan relevancia según gradientes de humedad, suelo y exposición (Martínez Pastur & Peri, 2010). Desde el punto de vista histórico-ambiental, la instalación de asentamientos no indígenas permanentes a fines del siglo XIX y el desarrollo de actividades extractivas y de infraestructura modificaron la estructura y continuidad de masas boscosas cercanas a la franja costera y a los valles accesibles, introduciendo patrones de fragmentación y cambios en la carga de combustibles finos (APN, 2007; Municipalidad de Ushuaia, 2003).

La paleogeografía regional documenta que, tras el Último Máximo Glacial y el retiro de los hielos cuaternarios, los bosques de *Nothofagus* se establecieron de manera paulatina durante el Holoceno, alcanzando estabilidad relativa en el Holoceno medio; esta trayectoria ha sido respaldada por estudios palinológicos y crono-geomorfológicos para la Isla Grande y su entorno (Rabassa, 2008; Rabassa, Coronato & Salemme, 2000). En el presente, la dinámica forestal local refleja la interacción entre el clima subantártico, los disturbios naturales (viento, nieve y eventos de caída de árboles) y presiones antrópicas, incluidas

prácticas de aprovechamiento y la expansión urbana en piedemontes (APN, 2007; Martínez Pastur & Peri, 2010).

2.2.6 Características ecológicas de los bosques subantárticos fueguinos

Los bosques de hoja ancha más australes del planeta se desarrollan bajo condiciones de temperaturas medias anuales bajas, inviernos cercanos a 0 °C, veranos que rara vez superan los 10 °C y precipitaciones anuales moderadas, con marcada influencia marítima y vientos del oeste persistentes que confieren uniformidad climática a escala regional (SMN, 2022; APN, 2007). El guindo (*N. betuloides*), perennifolio, alcanza hasta 35 m de altura y diámetros considerables, con individuos longevos que superan los 500 años; forma bosques puros en ambientes costeros y asociaciones con lenga hacia el interior, adoptando porte achaparrado hacia cotas elevadas y condiciones expuestas (APN, 2007; Martínez Pastur & Peri, 2010). La lenga (*N. pumilio*), de hoja caduca, domina en ambientes de mayor continentalidad y forma masas extensas con estructura estratificada; su respuesta a prácticas silvícolas depende de la estructura previa, la calidad de sitio y el régimen de disturbios, aspectos incorporados en lineamientos de manejo y ordenación forestal (Peri, Martínez Pastur & Vukasovic, 2002; Martínez Pastur & Peri, 2010). En este contexto ecológico, la presencia del castor como ingeniero ecosistémico exótico altera la hidrología local —retención de agua, cambios en temperatura y oxigenación— y transforma la sucesión en bosques ribereños, con efectos de largo plazo sobre la regeneración de *Nothofagus* (Anderson et al., 2006; Anderson et al., 2009).

2.2.7 Uso de la tierra

La ciudad se encuentra en un entorno montañoso donde el uso de la tierra combina el área urbana consolidada, los corredores viales que conectan con el parque nacional y el aeropuerto, y espacios destinados a servicios turísticos, logísticos y portuarios; a escala regional, persisten aprovechamientos forestales y actividades de conservación, con tensiones crecientes en el periurbano (Municipalidad de Ushuaia, 2003; PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020). La centralidad del turismo en la economía local ha impulsado la construcción de equipamientos y la expansión de barrios en laderas y

planicies costeras, lo que exige instrumentos de ordenamiento, evaluación ambiental estratégica y gestión del riesgo para compatibilizar desarrollo y conservación (Municipalidad de Ushuaia, 2003; APN, 2007). Históricamente, la industria maderera y la apertura de claros para infraestructura contribuyeron a la fragmentación de hábitats en valles accesibles, mientras que en las últimas décadas la expansión residencial y el incremento de la movilidad cotidiana reconfiguraron patrones de ocupación (APN, 2007; PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020).

2.2.8 Calidad del aire y contaminación

La calidad del aire en Ushuaia está influenciada por la topografía en anfiteatro, las bajas temperaturas invernales que elevan la demanda energética de calefacción y los episodios de estabilidad atmosférica, junto con emisiones asociadas al transporte y a fuentes puntuales (PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020). En ciudades patagónicas australes, diversos diagnósticos atribuyen los picos invernales de material particulado fino a la combustión residencial de combustibles sólidos y líquidos, fenómeno que, aun en contextos de baja densidad industrial, puede generar episodios locales de deterioro de la calidad del aire, por lo que la eficiencia energética y el recambio tecnológico de calefactores constituyen líneas de acción recomendadas (PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020; Ministerio de Ambiente & Desarrollo Sostenible, 2019). La proximidad al borde marítimo y la exposición a aerosoles marinos y biogénicos añade complejidad a la caracterización de la composición atmosférica, por lo que el monitoreo continuo y la modelización a microescala resultan herramientas clave para la gestión (PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020).

2.2.9 Vulnerabilidad ambiental

Ushuaia es vulnerable a eventos climáticos extremos y a procesos geodinámicos que interactúan con su topografía y localización costera: tormentas con vientos intensos, acumulación nival, episodios de lluvia sobre nieve, deslizamientos en laderas inestables, crecidas rápidas en cuencas cortas y exposición a sismicidad regional (APN, 2007; Municipalidad de Ushuaia, 2003). La vulnerabilidad se incrementa por la ocupación de

pendientes pronunciadas y por intervenciones que reducen la cobertura boscosa en faldeos, lo que puede favorecer procesos de remoción en masa y afectar infraestructuras críticas (Municipalidad de Ushuaia, 2003). En escenarios de cambio climático, se proyectan modificaciones en la cobertura nival y en la estacionalidad de precipitaciones, con potenciales impactos sobre disponibilidad de agua, dinámica de bosques y estabilidad de laderas, lo que refuerza la necesidad de una planificación adaptativa y de estrategias de reducción del riesgo de desastres integradas al ordenamiento territorial (PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020).

2.3. El marco teórico aplicado al sistema

2.3.1. Análisis de la complejidad geográfica y geológica desde la TSC y la EP

La descripción biofísica no es un mero escenario, sino el sustrato físico y biológico, adoptando la nomenclatura de las modalidades de Casiello (2014), que define los límites y potencialidades del sistema. La TSC entiende esta complejidad geográfica y geológica como un conjunto de restricciones estructurales que condicionan todas las interacciones humano-ambientales. Toda intervención (urbanización, tala) interactúa con estas variables, generando propiedades emergentes como la vulnerabilidad a deslizamientos. La Ecología Política interrogaría luego cómo las decisiones de uso del suelo (modalidad política y económica) ignoraron o subvaloraron estas restricciones biofísicas, distribuyendo el riesgo de manera desigual sobre la población.

2.3.2. Análisis del clima como parámetro de control y acoplamiento modal

El clima se erige como un regulador fundamental de las modalidades física y biológica del sistema. Desde la perspectiva de la TSC, opera como un parámetro de control que condiciona las respuestas adaptativas del sistema socio-ecológico ante perturbaciones constantes como nevadas y vientos. La alta demanda de calefacción, derivada directamente del clima frío, ejemplifica de manera elocuente el acople entre el sistema natural, representado por las condiciones climáticas, y el sistema social, determinado por necesidades energéticas básicas.

Sin embargo, este acople dista de ser un proceso meramente económico o unidireccional. Por el contrario, está mediado por una compleja trama de decisiones que intersectan múltiples modalidades de manera interdependiente. En primer lugar, la modalidad física y climática impone una restricción primordial: la baja radiación solar invernal y la nubosidad persistente limitan severamente la eficacia de la energía solar térmica como fuente única de calefacción, estableciendo así una condición de base ineludible que el sistema social debe necesariamente incorporar.

La modalidad política, por su parte, define las reglas del juego y la infraestructura habilitante. Decisiones fundamentales como extender las redes de gas natural, subsidiar el precio de los combustibles o impulsar programas de aislamiento térmico son inherentemente políticas. La histórica promoción del gas como fuente de energía nacional ha moldeado decisivamente el paisaje energético ushuaiese, generando una dependencia estructural de un combustible fósil. Paralelamente, la ausencia de políticas consistentes y sostenidas de eficiencia energética constituye una decisión política por omisión con consecuencias tangibles.

Dentro del abanico de opciones habilitadas por el marco político, la modalidad económica actúa como selector inmediato. Cuando la política ha hecho disponible el gas a un precio subsidiado sin habilitar masivamente alternativas, la lógica económica de coste-beneficio para las familias —especialmente aquellas de menores ingresos— las conduce hacia el combustible más barato y accesible en el corto plazo, aunque este sea el más contaminante. Este comportamiento racional dentro de un marco de opciones restringido tiene impactos colectivos.

Finalmente, la modalidad social se ve profundamente afectada por la interacción de las anteriores. La pobreza energética —la incapacidad de una parte de la población para acceder a una calefacción suficiente— emerge como un resultado directo de esta interacción: la restricción física del clima, las opciones políticas limitadas y las constricciones económicas. En este entramado, la contaminación del aire invernal en Ushuaia se revela como una propiedad emergente de un acople disfuncional entre el sistema natural y el social, mediado por un marco político que no ha logrado generar

opciones energéticas simultáneamente resilientes frente al clima, limpias frente al ambiente y justas frente a la sociedad. En última instancia, esta dinámica subordina la modalidad ética de la sustentabilidad a imperativos de corto plazo.

2.3.3. Análisis de la hidrografía y conectividad del sistema

La hidrografía representa la conectividad del sistema. Desde la TSC, los cursos de agua son corredores de flujo de materia, energía e información que interconectan las zonas altas con la costa. Una alteración aguas arriba (ej: tala, dique de castor) se transmite no linealmente aguas abajo, pudiendo alcanzar un punto de inflexión (ej: colapso de una pesquería costera). La Ecología Política ve en la contaminación de estas aguas un claro conflicto de distribución ecológica: quienes contaminan río arriba (industria, vertidos cloacales) externalizan sus costos sobre los usuarios río abajo y los ecosistemas costeros.

2.3.4. Análisis de la biodiversidad y resiliencia

La biodiversidad es la manifestación de la modalidad biótica en su máxima expresión. La TSC entiende que esta diversidad confiere resiliencia al sistema, al proporcionar múltiples respuestas funcionales ante perturbaciones. La introducción del castor es un ejemplo paradigmático de cómo una perturbación externa (decisión humana en la modalidad política) puede desencadenar cambios de régimen en el sistema biótico y físico-hidrológico, reduciendo su resiliencia. La designación de un sitio Ramsar es una respuesta desde la modalidad política y ética para intentar proteger esta complejidad biológica de las presiones antrópicas.

2.3.5. Análisis de los bosques como componente estructural central

Los bosques son el componente estructural central del sistema socio-ecológico fueguino. Desde la TSC, su larga historia paleoecológica muestra un sistema adaptativo que ha fluctuado entre distintos estados (glacial/interglacial). Las presiones antrópicas representan una nueva y acelerada fuerza de cambio que está alterando los umbrales de resiliencia del sistema forestal. La fragmentación es una propiedad emergente crítica que desconecta el sistema, reduce su resiliencia y lo hace más vulnerable a otras perturbaciones (fuegos,

invasiones). La Ecología Política analiza la fragmentación no como un proceso abstracto, sino como el resultado de decisiones económicas y políticas concretas (concesiones de tierra, leyes de promoción industrial) que priorizaron la extracción y la urbanización sobre la integridad ecológica.

2.3.6. Análisis de las características ecológicas y la "personalidad" del sistema

Las características ecológicas detalladas definen la "personalidad" del sistema desde la modalidad biótica. La longevidad y lento crecimiento de las especies implican que su capacidad de respuesta (resiliencia) ante perturbaciones es baja. Desde la TSC, el castor actúa como un ingeniero de ecosistema invasor que redefine las reglas del juego ecológico, creando nuevos atractores en el sistema (ej: estados de humedal permanente en lugar de bosque ripario). Esto representa un cambio de régimen forzado externamente. La modalidad económica (la búsqueda de pieles) que motivó su introducción choca frontalmente con la modalidad ética de la conservación y la modalidad económica sustentable a largo plazo (turismo, recursos madereros).

2.3.7. Análisis del uso del suelo como manifestación de luchas multimodales

El uso del suelo es la manifestación espacial y concreta de las luchas entre las diferentes modalidades. La modalidad económica (turismo, industria) compite por el espacio con la modalidad biótica (conservación) y la modalidad social (vivienda). La fragmentación resultante es un patrón espacial emergente de esta competencia. Desde la Ecología Política, el ordenamiento territorial es el campo de batalla donde se deciden estos conflictos de distribución ecológica: quién accede a un paisaje prístino y quién a una zona contaminada, qué áreas se sacrifican para el desarrollo y cuáles se protegen. La falta de instrumentos efectivos de ordenamiento revela una hegemonía de la modalidad económica de corto plazo sobre las demás.

Este predominio económico se traduce también en una dinámica demográfica y social particular. Como señala Guillermo Worman, director de la ONG Participación Ciudadana, “la gran mayoría de los que vienen no viene por una cuestión de querer vivir en este entorno sino por condiciones laborales. Entonces el entorno no es la gran variable: es casi una

ciudad minera sin actividad extractiva” (Worman, entrevista, 28 de octubre de 2011). Esta percepción destaca cómo la dinámica migratoria, impulsada por razones económicas, condiciona el patrón de uso y ocupación del suelo.

De igual modo, María Haydeé Grieco, ministra de Salud de la provincia, afirma que “Tierra del Fuego es la provincia con mayor cantidad de migrantes y con menor tiempo de arraigo, dificultando la construcción de un ‘nosotros’ colectivo” (Grieco, comunicación personal, 2011), evidenciando un desafío adicional en la integración social y territorial de los nuevos pobladores.

En este contexto, las entrevistas realizadas a Zunilda Plechut y Victoria Guarachi, responsables del Programa de Hábitat del Municipio de Ushuaia, reflejan la persistencia de prejuicios y estigmatización: “para mí, eso es más difícil que lo que tenga que ver con el delito; el boliviano [...], capaz que tienen una mirada diferente contra la gente de Andorra”. (Z. Plechut & V. Guarachi, comunicación personal, 2012). Sin embargo, destacan también la necesidad de “crear ciudad” e integrar los sectores altos y bajos. Estas expresiones constituyen evidencia empírica que respalda la hipótesis sobre segmentación urbana y estigmas en torno a la ocupación del suelo.

2.3.8. Análisis de la contaminación del aire como propiedad emergente

La contaminación del aire es una propiedad emergente del acoplamiento entre el sistema climático (modalidad física), el sistema energético (modalidad económica) y las prácticas sociales (modalidad social de calefacción). Desde la TSC, la topografía en anfiteatro actúa como una trampa que impide la dispersión de contaminantes, creando un bucle de retroalimentación positiva que concentra el problema. La Ecología Política analiza la distribución desigual de esta contaminación: es probable que los barrios en cotas bajas o menos ventosos, frecuentemente asociados a sectores socioeconómicos más vulnerables, sufran una mayor exposición, constituyendo un claro conflicto ambiental.

2.3.9. Análisis de la vulnerabilidad ambiental como construcción social

La vulnerabilidad no es inherente al sistema natural; es socialmente construida. La TSC ayuda a modelar cómo múltiples factores de estrés (climático, geológico, antrópico) pueden interactuar sinérgicamente, llevando al sistema a superar un umbral crítico y colapsar (ej: un deslizamiento catastrófico). La Ecología Política desnuda las causas profundas: la vulnerabilidad se incrementa por decisiones de uso del suelo (modalidad política y económica) que permitieron ocupar laderas inestables para beneficio de unos pocos (desarrollistas inmobiliarios, población buscando vistas), externalizando el riesgo sobre toda la comunidad. La modalidad ética cuestiona la justicia de esta distribución del riesgo.

Capítulo 3: Trayectoria histórica y cambios de régimen socio-ecológico (1869-2000)

3.1 Evolución histórica del bosque e impactos de su explotación (1869--2023)

3.1.1 Introducción

La historia de Ushuaia, la ciudad más austral del mundo está marcada por la intervención estatal, las dinámicas migratorias y las tensiones entre desarrollo económico y conservación ambiental. Los asentamientos misioneros anglicanos de 1869, destinados a evangelizar a los Yagán, iniciaron la ocupación permanente, introduciendo ganado ovino y vacuno que modificó áreas costeras y afectó la vegetación nativa (Canclini, 1989). La fundación formal por Augusto Lasserre en 1884 y la instalación de la cárcel de reincidentes en 1896 consolidaron el control territorial frente a Chile, atrayendo migración europea (españoles, croatas) y chilena. Entre 1895 y 1914, la población creció a una tasa que duplicó el promedio nacional, impulsada por la actividad penitenciaria (Mastroscello, 2008, citado en Chiari, 2013).

Hasta 1947, la economía dependió de la administración penitenciaria, con limitaciones para actividades agrícolas o ganaderas debido al clima subantártico. La tala de bosques de *Nothofagus pumilio* para infraestructura penitenciaria generó impactos duraderos, como la compactación de suelos y la pérdida de hábitats, afectando especies como el guanaco

(*Lama guanicoe*) y reduciendo la biodiversidad. Tras el cierre del presidio, el modelo ganadero basado en estancias ovinas dominó hasta los 1970, causando compactación de suelos turbosos y desplazamiento de especies autóctonas, lo que limitó la regeneración ecosistémica.

La Ley 19.640 de 1972 marcó un punto de inflexión al promover la industrialización, atrayendo industrias electrónicas, textiles y plásticas, y aumentando la población de 10.000 habitantes en 1980 a 80.000 en 2023 (Livolsi, 2011; INDEC, 2022). Estas industrias transformaron el paisaje urbano, pero la falta de planificación generó presión sobre los recursos, incrementando el consumo de agua, energía y gas, y la generación de residuos sólidos y efluentes cloacales sin tratamiento adecuado, que contaminaron las bahías de Ushuaia, Encerrada y Golondrina (Esteves & Amín, 2004). Desde los 1990, el auge turístico, con 400.000 visitantes anuales en 2023, consolidó a Ushuaia como destino internacional y puerta a la Antártida, pero generó conflictos por el acceso a la tierra y la ocupación de áreas sensibles, como el Parque Nacional Tierra del Fuego (Ministerio de Turismo & Deportes, 2023; Barrios, 2024). La introducción del castor canadiense en 1946 degradó ambientes ribereños, afectando la hidrología y la biodiversidad, con una pérdida estimada de 10.000 hectáreas de bosque (Lizarralde et al., 1996; Eljall et al., 2019). En este apartado se analizarán los diferentes hitos históricos, destacando cómo han configurado el paisaje socioambiental de Ushuaia y generado desafíos para la sostenibilidad.

Cabe señalar que parte de la reconstrucción interpretativa de los procesos sociales vinculados a la explotación forestal temprana, la consolidación estatal y la transformación del paisaje urbano se sustenta en el corpus de entrevistas semiestructuradas realizadas en 2011-2012 a actores institucionales, técnicos y comunitarios. Estas entrevistas, sistematizadas en la Tabla 1 del Anexo III, permiten acceder a representaciones, memorias de gestión y marcos de sentido que anteceden a la expansión turística acelerada post-2010. Su integración en este capítulo no busca una descripción testimonial, sino reconstruir cómo se configuraron las percepciones, legitimidades y disputas que estructuraron la toma de decisiones territoriales durante el período analizado.

3.1.2 Análisis desde el Marco Teórico

Desde el marco de la ecología política y el pensamiento multimodal (Dooyeweerd, 1955; Chiari, 2013), la primera explotación forestal en Ushuaia se caracteriza por la dominancia de la modalidad económica, impulsando la alteración física y biológica de los bosques, sin consideración de la equidad (modalidad ética) ni de la sostenibilidad (modalidad jurídica y política). Se generan bucles positivos donde la demanda externa incentiva la tala (Alimonda, 2011), profundizando la degradación y la marginación de la sociedad originaria (modalidad social), cuyo acceso al territorio queda subordinado (Orzanco, 1999)

3.2 El período pre-industrial: Establecimiento de la Misión Anglicana y primeros impactos sistemáticos (1869-1884)

3.2.1 Contexto histórico del establecimiento misional

El 18 de enero de 1869 representa una fecha de inflexión en la historia ecológica de Ushuaia, cuando el misionero Waite H. Stirling se estableció en Ushuaia, donde fundó una nueva misión. Este establecimiento marcó el inicio de perturbaciones antropogénicas sistemáticas sobre los ecosistemas forestales locales, introduciendo patrones de uso del suelo y explotación de recursos naturales previamente inexistentes en la región bajo modalidades de asentamiento permanentes no indígena.

La elección del sitio de emplazamiento misional reflejó consideraciones tanto estratégicas como ambientales específicas. Los registros históricos indican que el área seleccionada presentaba características de pradera o bosque degradado, posiblemente resultado de perturbaciones naturales previas o de la actividad de los pueblos originarios Yaghan, quienes habían habitado la región durante milenios desarrollando prácticas de manejo del fuego para la caza y recolección.

3.2.2 Intensificación de la explotación forestal bajo la dirección de Thomas Bridges

La llegada de Thomas Bridges a Ushuaia en 1871 marcó un punto de inflexión en la escala y sistematicidad de la explotación de los recursos forestales. Bajo su dirección, la Misión

Anglicana consolidó un sistema extractivo orientado al mercado externo, sentando las bases de un modelo económico que priorizaría la rentabilidad sobre la sustentabilidad ecológica.

La evidencia más contundente de esta intensificación proviene de la correspondencia del propio Bridges, compilada por Canclini (2001). En sus cartas a la *South American Missionary Society*, Bridges detalla el establecimiento de un comercio activo de rollizos, mayoritariamente de *Nothofagus pumilio* (lenga) y *N. betuloides* (guindo), destinados a la venta en las Islas Malvinas. Un pasaje revelador señala que "el corte de rollizos no se detenía ni en el crudo invierno fueguino, y eran fundamentalmente los nativos quienes cortaban los árboles, tarea por la que recibían una galleta por cada árbol cortado" (Bridges, 2001, p. 45, citando carta original de 1871). Este testimonio primario es elocuente en múltiples dimensiones analíticas:

- Desde el Pensamiento Multimodal: Se observa la articulación de una nueva lógica económica (modalidad económica) que subordina la fuerza laboral Yagán (modalidad social) para transformar el bosque (modalidad biológica) en una mercancía. La decisión de operar incluso en invierno indica la primacía de la racionalidad económica extractiva sobre las restricciones naturales y el bienestar social.
- Desde la Ecología Política: Se configura el primer conflicto de distribución ecológica claro. La Misión, como emprendimiento colonial, se apropia del recurso forestal y establece un sistema de explotación laboral, concentrando los beneficios del comercio maderero mientras externaliza los costos físicos y sociales sobre el pueblo Yagán, que ve transformado su territorio y su modo de vida.
- Desde la Teoría de Sistemas Complejos (TSC): Esta actividad actúa como una perturbación inicial de mayor intensidad. La introducción de un incentivo económico de mercado crea un bucle de retroalimentación positiva (R1): la demanda externa de madera financia y justifica una mayor extracción, lo que a su vez consolida la ruta comercial y la dependencia económica de este recurso. El sistema socio-ecológico comienza a ser reorganizado en torno a esta nueva lógica de acumulación.

La ausencia de una autoridad estatal nacional en la región hasta 1884 fue un factor habilitante clave. Como reconoce el propio Bridges, esta situación "impidió tanto el registro y control del producto de esa actividad como el cobro de impuestos sobre la misma" (Bridges, 2001, p. 48), eliminando cualquier tipo de regulación o fiscalización que pudiera mitigar el impacto de las actividades extractivas. Así, se implantó un modelo de apropiación de recursos sin contrapesos, cuyos patrones de degradación se repetirían y amplificarían en las décadas siguientes.

3.2.3 Impactos ecológicos tempranos y transformaciones del paisaje

Los impactos sobre los bosques durante este período, aunque geográficamente localizados en las inmediaciones del asentamiento misional, establecieron patrones de perturbación que se intensificarían progresivamente durante las décadas siguientes. La extracción selectiva de individuos de mayor porte generó alteraciones en la estructura forestal que, según los estudios dendrocronológicos posteriores, modificaron los patrones de regeneración natural y la composición específica de las comunidades vegetales (Rabassa et al., 2000).

La construcción de infraestructura misional requirió la conversión directa de áreas forestales para uso habitacional, agrícola y ganadero. Estas actividades introdujeron especies exóticas, tanto vegetales como animales, que comenzaron a generar presiones competitivas sobre las especies nativas. Los registros históricos disponibles sugieren que durante este período se introdujeron las primeras especies de ganado doméstico, cuyos patrones de pastoreo generaron impactos documentados sobre la regeneración forestal, particularmente en los bosques de ñire (*N. antarctica*) que mostraban mayor vulnerabilidad a la herbivoría (Martínez-Pastur et al., 2010). Respecto a la conversión de áreas forestales, según detalla Silvana Cecarelli, poco tiempo después de instalarse en Ushuaia, los misioneros ya habían realizado algunas construcciones, entre las cuales se contaban la casa donde vivían los misioneros, la iglesia, una escuela, un asilo de huérfanos para los yaganes, jardines, huertas y cercos (Cecarelli, 2025:23)

3.2.4 Análisis desde el Marco Teórico

Este período fundacional es crucial desde las tres perspectivas.

- **Pensamiento Multimodal:** Se observa la imposición de una nueva lógica que afecta todas las modalidades: Física/Biológica (alteración del suelo, vegetación); Económica (instauración de un mercado extractivo); Social (subordinación laboral Yagán); Política (ausencia de estado, autoridad misional); Ética (imposición de un sistema de valores sobre otro).
- **Ecología Política:** Se establece el primer conflicto de distribución ecológica: la Misión se apropia de los recursos forestales y transforma la tierra, mientras los Yagán ven alterado su territorio y son incorporados como mano de obra barata en la nueva economía, perdiendo autonomía.
- **Teoría de Sistemas Complejos (TSC):** La misión actúa como una perturbación inicial de baja intensidad, pero alta significancia. La tala selectiva y la introducción de ganado son cambios de parámetros que cruzan umbrales ecológicos locales (ej: capacidad de regeneración del ñire). Se establece un bucle de retroalimentación positiva para la degradación: la tala facilita el pastoreo, que impide la regeneración, que lleva a más conversión de tierra. El sistema comienza a alejarse de su estado de referencia.

3.3 Consolidación estatal e intensificación extractiva (1884--1920)

3.3.1 Transformaciones institucionales y territoriales

La fundación oficial de Ushuaia por parte del comodoro Augusto Lasserre el 28 de septiembre de 1884 representó un cambio paradigmático en la gestión territorial y los patrones de explotación de recursos forestales. Este hito administrativo, que formalizó la incorporación del territorio fueguino a la soberanía argentina, generó nuevos marcos normativos e institucionales que facilitaron la intensificación de las actividades extractivas. Como documenta la historia de Thomas Bridges, "en 1884 el gobierno argentino envía la primera expedición a Tierra del Fuego, estableciendo una delegación de Prefectura en Ushuaia donde se hallaba la misión" (Pueblos Originarios, 2021).

Durante este período de consolidación estatal, la población de Ushuaia experimentó un crecimiento paulatino aunque moderado. Según el Censo Nacional de Población y Viviendas de 1895, la ciudad contaba con aproximadamente 323 habitantes, cifra que reflejaba una comunidad en proceso de formación, compuesta fundamentalmente por misioneros, colonos y pueblos originarios. Para 1914, la población había aumentado a cerca de 1558 de acuerdo con los guarismos arrojados por el Censo Nacional de Población y Viviendas de dicho año, evidenciando la creciente atracción que la nueva infraestructura y la expansión económica generaban para inmigrantes, trabajadores especializados y sus familias (IPIEC, s. f.). Este crecimiento demográfico estaba estrechamente vinculado a la intensificación de las actividades extractivas y al desarrollo portuario que consolidaron a Ushuaia como un núcleo estratégico de la región.

El reconocimiento oficial de Thomas Bridges por parte del gobierno argentino resultó en que él "acepta la soberanía e iza la bandera argentina; recibe la ciudadanía y una donación de tierras (20.000 hectáreas) del Congreso de la Nación, como reconocimiento del Presidente Julio A. Roca por su trabajo con los nativos y náufragos" (Pueblos Originarios, 2021). Esta política de concesiones territoriales estableció precedentes importantes para la posterior distribución de tierras fiscales y facilitó el establecimiento de estancias ganaderas y empresas forestales que intensificarían progresivamente la presión sobre los ecosistemas boscosos.

3.3.2 Desarrollo de la infraestructura extractiva y integración comercial

Durante este período se consolidó una infraestructura especializada para la extracción y procesamiento de productos forestales, aprovechando la posición geográfica estratégica de Ushuaia como puerto natural en el Canal Beagle. El desarrollo portuario facilitó la exportación de maderas hacia mercados regionales e internacionales, estableciendo rutas comerciales hacia Buenos Aires, las Islas Malvinas y Chile continental. Esta integración a mercados externos, documentada en los registros comerciales de la época, generó incentivos económicos para la intensificación de la extracción forestal que superaron ampliamente las necesidades locales de autoabastecimiento.

La implementación de tecnologías extractivas más eficientes durante esta fase, incluyendo herramientas mecanizadas importadas desde Europa y técnicas de transporte especializadas adaptadas a las condiciones topográficas locales, permitió el acceso a áreas forestales previamente inaccesibles. Esta expansión de la frontera extractiva, como documenta la investigación histórica regional, generó impactos sobre bosques primarios de ladera y sectores de mayor complejidad topográfica, extendiendo los efectos de la perturbación antropogénica sobre áreas que los estudios ecológicos posteriores identificarían como de especial valor para la conservación de la biodiversidad (Martínez-Pastur et al., 2016).

3.3.3 Establecimiento de patrones de uso del suelo y sistemas productivos mixtos

La intensificación de la ganadería ovina durante este período generó presiones adicionales sobre los ecosistemas forestales, particularmente sobre los bosques de ñire que fueron frecuentemente convertidos en pastizales para el ganado. Esta conversión de uso del suelo se intensificó con la llegada de colonos europeos que, como documenta la investigación histórica sobre sistemas silvopastoriles, introdujeron modelos productivos basados en la ganadería extensiva replicando sistemas desarrollados en regiones templadas de Europa (Peri et al., 2016).

El establecimiento de concesiones territoriales de gran escala facilitó la implementación de sistemas productivos intensivos que combinaban la explotación forestal con la ganadería y, en menor medida, la agricultura de subsistencia. Estos sistemas mixtos generaron patrones complejos de perturbación que, según los análisis ecológicos retrospectivos, afectaron tanto la estructura como la composición de los bosques nativos, estableciendo dinámicas de degradación que se mantendrían durante décadas y cuyos efectos residuales son aún detectables en estudios contemporáneos de vegetación (Soler et al., 2015).

3.3.4 Análisis desde el Marco Teórico

Esta fase representa la consolidación del sistema extractivo.

- **Ecología Política:** El Estado nacional se convierte en el principal actor, centralizando el poder sobre el territorio mediante la concesión de tierras. La

donación a Bridges es un acto simbólico y material de apropiación estatal, reconfigurando el acceso a los recursos y marginando aún más a los pueblos originarios. Se consolida un modelo extractivista temprano.

- Teoría de Sistemas Complejos (TSC): La integración a mercados externos crea un fuerte acoplamiento entre el sistema local y el sistema económico global. Este acoplamiento genera un poderoso bucle de retroalimentación positiva: la demanda externa incentiva más extracción, lo que financia mejor infraestructura, lo que permite extraer más. El sistema socio-ecológico comienza a ser "arrastrado" por esta lógica, aumentando su conectividad interna (camino, puerto) pero también su vulnerabilidad a fluctuaciones del mercado.
- Pensamiento Multimodal: La modalidad política (soberanía) y económica (exportación) pasan a dominar abiertamente sobre las demás. Los impactos en la modalidad biológica (degradación de bosques primarios) se vuelven más extensos y profundos. Las modalidades social y ética, referidas a los pueblos originarios son sistemáticamente suprimidas.

3.4. Era industrial: mecanización, aserraderos e infraestructura (1920--1980)

3.4.1 Modernización tecnológica del sector forestal

El período comprendido entre 1920 y 1980 se caracterizó por la modernización tecnológica del sector forestal fueguino, que incorporó maquinaria especializada y técnicas de manejo más intensivas. Esta modernización tecnológica, influenciada por desarrollos en otras regiones forestales del mundo, permitió incrementos significativos en los volúmenes de extracción y en la eficiencia de los procesos productivos.

La introducción de motosierras, tractores forestales y sistemas de transporte mecanizados revolucionó las prácticas extractivas tradicionales, permitiendo el acceso a áreas previamente inaccesibles y reduciendo significativamente los costos de extracción. Esta mecanización facilitó la explotación de bosques de ladera y sectores de topografía compleja, extendiendo los impactos sobre ecosistemas de especial valor ecológico y paisajístico.

3.4.2 Establecimiento de aserraderos industriales

Durante este período se establecieron los primeros aserraderos de escala industrial en la región, que implementaron procesos productivos estandarizados y orientados a mercados nacionales e internacionales. Estos establecimientos industriales generaron demandas sostenidas de materias primas forestales, intensificando la presión extractiva sobre los bosques nativos y estableciendo patrones de explotación basados en criterios estrictamente económicos.

La localización estratégica de estos aserraderos, próximos al puerto de Ushuaia y conectados a redes de transporte terrestre, facilitó la integración de la producción forestal fueguina a mercados nacionales. Esta integración comercial generó incentivos para la intensificación extractiva, pero también estableció dependencias económicas que dificultaron la implementación de prácticas de manejo sustentable.

3.4.3 Crecimiento demográfico y consolidación urbana

Durante las décadas centrales del siglo XX, Ushuaia experimentó un crecimiento demográfico sostenido que contribuyó significativamente a su consolidación como núcleo urbano estratégico en la región fueguina. Conforme a los registros censales oficiales (IPIEC, s. f.), la población de la ciudad se estimaba en aproximadamente 2.182 habitantes en 1947, aumentando a cerca de 3.453 para el año 1960. Para 1970, dicha cifra se elevaba 5.677, y en 1980 la población alcanzaba alrededor de 11.443. Este proceso demográfico estuvo íntimamente ligado a la modernización tecnológica y al desarrollo industrial del sector forestal, así como a las políticas públicas orientadas al poblamiento y la integración territorial. El crecimiento de la población generó una mayor demanda de suelo para usos residenciales y equipamiento urbano, ejerciendo presión directa sobre los bosques periurbanos y modificando las dinámicas ambientales local

3.4.4 Expansión urbana y presión sobre bosques periurbanos

El crecimiento poblacional de Ushuaia durante este período, impulsado tanto por el desarrollo económico local como por políticas nacionales de poblamiento de territorios

fronterizos, generó nuevas presiones sobre los bosques periurbanos. La expansión residencial requirió la conversión directa de áreas forestales para uso urbano, particularmente en sectores de ladera con valor paisajístico.

Durante las distintas oleadas migratorias que configuraron el crecimiento urbano de Ushuaia, la experiencia de familias trabajadoras como la de Darío Torres ilustra de manera concreta las motivaciones y condiciones que impulsaron estos procesos. Torres relata que "una cuestión fue económica y otra fue una cuestión de seguridad, más que nada... Mi viejo vino ya con un trabajo fijo... consiguió ahorrar y nos pagó el viaje... Era importante tener estabilidad laboral para venir" (Torres, comunicación personal, 2012). Esta narración revela cómo la estabilidad laboral fue fundamental para la migración hacia la ciudad y cómo, ante la carencia de opciones habitacionales formales, muchas familias se vieron obligadas a asentarse en áreas en expansión o en ocupaciones informales. Según Torres, "No había opciones de vivienda para la clase trabajadora... Nosotros no buscamos ocupar, sino que no quedaron otras opciones, porque la vivienda formal era inaccesible" (Torres, comunicación personal, 2012). Estos testimonios aportan una dimensión humana que contextualiza la presión social y económica sobre el territorio urbanizable y periurbano, vinculando la historia urbana con las transformaciones ecológicas estudiadas.

Esta presión urbana sobre los bosques periurbanos estableció patrones de fragmentación que persistirían hasta la actualidad, generando efectos de borde sobre bosques remanentes y alterando los procesos ecológicos de regeneración natural. La proximidad entre áreas urbanas y bosques nativos también incrementó la frecuencia de incendios forestales, tanto intencionales como accidentales, generando perturbaciones adicionales sobre los ecosistemas boscosos.

3.4.5 Desarrollo de la infraestructura vial

Durante la etapa industrial, la construcción de la Ruta Nacional 3 y redes de caminos secundarios representó un salto tecnológico en la conectividad regional de Ushuaia. Esta nueva infraestructura vial fue impulsada por políticas de poblamiento estatal y el auge de la industria forestal, permitiendo el acceso a áreas previamente remotas y facilitando la

extracción de recursos naturales. El desarrollo vial fragmentó el paisaje boscoso, alteró patrones de drenaje y modificó las dinámicas ecológicas del entorno, inaugurando un proceso de transformación territorial cuya escala y velocidad no tenía precedente histórico local. Además, los caminos promovieron la migración interna y el crecimiento demográfico, intensificando la presión sobre los bosques periurbanos y generando nuevas conexiones entre el núcleo urbano y sus alrededores forestales

3.4.6 Análisis desde el Marco Teórico

Desde la Teoría de Sistemas Complejos (TSC), el período industrial de Ushuaia puede interpretarse como una fase de retroalimentación positiva en la que las innovaciones tecnológicas, el crecimiento urbano y la apertura de nuevos frentes extractivos generaron una expansión sostenida de las presiones sobre el sistema natural. Las políticas de modernización impulsadas por el Estado actuaron como perturbaciones exógenas que, al acoplarse con las dinámicas locales de aprovechamiento del bosque, consolidaron un régimen de producción intensiva difícil de revertir. Este proceso derivó en la aparición de propiedades emergentes asociadas a la pérdida de resiliencia ecosistémica, la fragmentación del paisaje y la concentración funcional de la economía en torno a la industria maderera y de servicios. La TSC permite comprender que la complejidad del sistema no reside solo en la suma de componentes, sino en las interacciones no lineales que producen efectos multiplicativos: el aumento de la demanda de leña y madera desencadenó mayor deforestación, lo que a su vez incrementó la vulnerabilidad de los suelos y afectó la hidrología, generando una espiral de degradación progresiva (García, 2006; Folke et al., 2010).

Desde la Ecología Política, este proceso expresa una configuración histórica del poder territorial, donde el Estado nacional y las élites regionales definieron los usos del suelo en función de intereses productivos centralizados, invisibilizando a las comunidades locales y al conocimiento ecológico tradicional. La explotación forestal, al ser concebida como una estrategia de desarrollo nacional, consolidó relaciones de dominación que perpetuaron la desigual distribución de los beneficios económicos y de los costos ambientales (Blaikie & Brookfield, 1987; Robbins, 2012). En este contexto, la desigualdad ecológica se tradujo

en la concentración del trabajo en condiciones precarias, el desplazamiento de pobladores y la pérdida de bienes comunes. La tala extensiva en torno a los aserraderos, junto con la apertura de caminos y la expansión demográfica inducida por el penal, muestran cómo las decisiones políticas y económicas estuvieron guiadas por una racionalidad extractiva que subordinó la integridad ecológica a la expansión material.

Desde el pensamiento sistémico multimodal, esta etapa se caracteriza por la hegemonía de la modalidad económica —productividad y acumulación— sobre las modalidades ecológica y ética. La interacción entre los modos físico (suelo, clima, relieve) y económico (producción, empleo) generó acoplamientos inestables que erosionaron la coherencia sistémica. La pérdida de equilibrio modal se manifestó en una ética ambiental incipiente y subordinada, donde la valoración del bosque como recurso reemplazó su comprensión como hábitat o patrimonio. El análisis multimodal revela así que la crisis ambiental de esta fase no fue solo resultado de fallas técnicas, sino de una incoherencia estructural entre las dimensiones normativas y las prácticas efectivas del sistema socio-ecológico de Ushuaia.

3.5. Transición y áreas protegidas: crisis y reconversión (1980–2000)

3.5.1 Crisis del modelo extractivo tradicional

Las décadas de 1980 y 1990 estuvieron marcadas por una crisis profunda del modelo económico tradicional basado en la explotación extensiva de recursos naturales. La declinación de la ganadería ovina, resultado de la combinación de factores económicos globales y degradación ambiental local, generó la necesidad de buscar alternativas económicas que permitieran la sustentabilidad del desarrollo regional.

Durante las décadas de 1980, 1990 y 2000, Ushuaia experimentó un rápido crecimiento demográfico que acompañó las transformaciones económicas y sociales de la región. Según los Censos Nacionales de Población y Viviendas, la población pasó de 11.443 habitantes en 1980 a 29.411 en 1991 (IPIEC, s.f.). Este incremento poblacional reflejó tanto movimientos migratorios internos como dinámicas vinculadas a la diversificación económica, especialmente el auge del turismo, y ejerció una presión creciente sobre los recursos naturales y la planificación territorial. Comprender esta evolución demográfica es

fundamental para analizar la demanda social que motivó cambios en el manejo y conservación de los ecosistemas forestales fueguinos.

Esta crisis del modelo productivo tradicional coincidió con una creciente conciencia ambiental a nivel global y nacional, que cuestionaba las prácticas extractivas intensivas y promovía enfoques más sustentables de manejo de recursos naturales. En el contexto forestal, esta transición se manifestó en la implementación de los primeros marcos normativos específicos para el manejo forestal sustentable.

3.5.2 Emergencia del turismo como alternativa económica

El desarrollo del turismo como actividad económica alternativa representó un cambio paradigmático en la valoración de los bosques fueguinos. Los ecosistemas forestales comenzaron a ser percibidos no solo como fuente de materias primas, sino también como paisajes de valor estético, recreativo y educativo. Esta reconceptualización generó nuevas dinámicas de conservación, pero también nuevas presiones relacionadas con el desarrollo de infraestructura turística.

La transición hacia una economía basada en servicios ambientales requirió la implementación de prácticas de manejo forestal orientadas a la conservación de valores paisajísticos ecológicos. Esta reorientación, aunque gradual y no exenta de conflictos, representó una oportunidad para la aplicación de enfoques más sustentables de manejo forestal.

3.5.3 Establecimiento de áreas protegidas

La creación del Parque Nacional Tierra del Fuego en 1960, que incluye importantes áreas boscosas en las proximidades de Ushuaia, representó un hito significativo en la conservación de ecosistemas forestales. Sin embargo, la implementación efectiva de medidas de protección requirió procesos de consolidación institucional que se extendieron durante varias décadas.

La designación de áreas protegidas generó tanto oportunidades como desafíos para la conservación forestal. Por una parte, estableció marcos normativos que limitaron las actividades extractivas en áreas de especial valor ecológico. Por otra parte, concentró las presiones extractivas sobre bosques no protegidos, intensificando potencialmente los impactos sobre áreas vulnerables.

3.5.4 Primeros marcos normativos para el manejo forestal sustentable

Durante el período comprendido entre 1980 y 2000 en Tierra del Fuego se establecieron los primeros marcos normativos orientados al manejo forestal sustentable. Tras la provincialización del territorio mediante la Ley Nacional N.º 23.775 (1989), comenzaron a delinearse políticas específicas de ordenamiento y conservación de los recursos naturales. La Ley Provincial N.º 55 (1992), de Medio Ambiente, introdujo los principios generales de preservación y uso racional de los recursos naturales, y sentó las bases para el desarrollo de una gestión forestal integrada. Posteriormente, la Ley Provincial N.º 145 (1994) — conocida como Ley Forestal— estableció la obligatoriedad de los planes de manejo forestal, la evaluación de impacto ambiental previa a las intervenciones y el monitoreo post-cosecha, incorporando criterios técnicos y ecológicos hasta entonces ausentes en la práctica local.

Estas disposiciones se complementaron con resoluciones reglamentarias de la Dirección General de Bosques dictadas a mediados de la década de 1990, que precisaron los contenidos mínimos de los planes de manejo, los procedimientos de evaluación y las exigencias para los inventarios forestales. Tales normas representaron un cambio sustantivo respecto de las prácticas extractivas no reguladas que habían caracterizado a los períodos previos, orientando la actividad hacia criterios de sustentabilidad y conservación.

No obstante, la aplicación de estos instrumentos enfrentó diversas dificultades derivadas de las limitadas capacidades institucionales para fiscalizar las explotaciones, la resistencia de actores económicos tradicionales habituados a modelos de extracción intensiva y la escasa información científica sobre la ecología de los bosques nativos fueguinos. Estos factores determinaron que la transición hacia un manejo forestal sustentable fuera gradual,

fragmentada y con resultados heterogéneos entre distintas zonas y sectores productivos de la provincia

3.5.5 Análisis desde el Marco Teórico

Esta fase representa un punto de bifurcación donde el sistema intenta transitar hacia un nuevo estado.

- Teoría de Sistemas Complejos (TSC): La crisis del modelo extractivo actúa como una perturbación externa (económica, de valores) que desestabiliza el régimen anterior. Emerge un nuevo atractor en el sistema: la valoración paisajística y recreativa del bosque. Esto crea tensión dentro del sistema: el viejo subsistema extractivo y el nuevo subsistema de conservación/turismo compiten por definir la trayectoria futura. Las áreas protegidas actúan como amortiguadores que preservan ciertos elementos del sistema original, pero también pueden crear un efecto "parque-zoo" si el entorno se degrada.
- Ecología Política: El conflicto se complejiza. Ahora no solo es "explotación vs. conservación", sino que surgen nuevos actores (empresarios turísticos, conservacionistas) y nuevos conflictos de distribución (¿quién se beneficia del turismo? ¿se compensa a quienes ya no pueden extraer?). El Estado desarrolla una suerte de esquizofrenia normativa¹: por un lado, promueve normativas de conservación, y por el otro sigue impulsando actividades extractivas en otras áreas.
- Pensamiento Multimodal: La modalidad ética (valor intrínseco de la naturaleza) y estética (valor paisajístico) ganan peso por primera vez, desafiando la hegemonía de la modalidad económica extractiva. La modalidad jurídica se fortalece con nuevas normas, pero choca con la modalidad política (lobby de sectores tradicionales) y la económica (costos de implementación).

La trayectoria histórica revisada entre 1869 y 2000 muestra la construcción progresiva de un orden socio-ecológico donde el bosque y el territorio fueron siendo integrados a

¹ Se entiende por "esquizofrenia normativa" a la convivencia contradictoria entre el conocimiento de la norma y la trasgresión sistemática de la misma, según la conceptualización de Sandler, citada por Ana Kunz (2008) en su análisis sociológico de la Argentina.

proyectos económicos y políticos cambiantes, pero siempre bajo regímenes de alta dependencia material. Las formas de ocupación misional, el dispositivo estatal de control, la mecanización extractiva y la posterior reconversión hacia el turismo no se suceden como momentos aislados, sino como variaciones de una misma lógica de apropiación del espacio y de los recursos, que fueron consolidando un metabolismo urbano sostenido por subsidios, infraestructura externa y una creciente presión territorial. El resultado es un paisaje modelado por decisiones acumulativas, en el que la huella urbana, la infraestructura y los patrones de uso del suelo cargan consigo la memoria de los procesos que los originaron. Este trasfondo histórico es el que permite comprender las tensiones contemporáneas, que serán examinadas en el Capítulo 4, donde la expansión turística y la intensificación urbana reconfiguran nuevamente los límites del sistema socio-ecológico local.

Capítulo 4: Síntesis integradora: interacciones sinérgicas, umbrales críticos y trayectorias futuras (2000-2023)

4.1 Período contemporáneo: globalización, turismo masivo y crisis socioambiental (2000--2023)

El siglo XXI marca una fase de intensificación sin precedentes de las presiones antrópicas sobre los bosques de Ushuaia, caracterizada por la convergencia de un crecimiento urbano acelerado, el auge definitivo del turismo como motor económico principal, el desarrollo de proyectos de infraestructura a gran escala y la creciente influencia de marcos normativos orientados a la sustentabilidad. Este período evidencia las tensiones propias de un territorio en transición, donde la explotación histórica de recursos comienza a ser matizada por discursos y prácticas de conservación, aunque no exentas de conflictos y desafíos de implementación.

4.1.1 Crecimiento demográfico y expansión urbana acelerada

La lectura del período contemporáneo se apoya en el análisis comparado entre fuentes documentales recientes y las percepciones registradas en las entrevistas de 2011-2012 (ver Tabla 1, Anexo III). Este contraste es metodológicamente relevante porque permite identificar un cambio de régimen socio-ecológico: mientras los actores entrevistados

reconocían tensiones crecientes entre urbanización, turismo y sostenibilidad, en ese momento aún no se percibía la magnitud de los procesos que se consolidaron durante la década siguiente. Por lo tanto, las entrevistas funcionan como línea de base cualitativa, previa a la saturación turística y a la aceleración de la expansión periurbana.

El dinamismo económico de Ushuaia, impulsado por los beneficios fiscales de la Ley 19.640 y su consolidación como puerta de entrada a la Antártida, catalizó un notable crecimiento poblacional. Según los Censos Nacionales, la ciudad pasó de 45.785 habitantes en 2001 a 63.707 en 2010, alcanzando aproximadamente 80.000 en 2022 (IPIEC, s.f.). Este incremento demográfico ejerció una presión directa sobre los bosques periurbanos, impulsando la expansión residencial hacia laderas y áreas forestales previamente intactas. La valorización paisajística de estas zonas, sumada a la escasez de suelo urbano plano, resultó en patrones complejos de intercalación entre tejido urbano y parches de bosque nativo, incrementando los riesgos de incendios, la fragmentación de hábitats y los conflictos por el uso del suelo en la interfaz urbano-forestal.

Entre 2000 y 2023, Ushuaia experimentó un acelerado crecimiento demográfico, acompañado de una expansión urbana significativa que transformó el paisaje territorial. Según los datos empíricos recopilados, la población aumentó en aproximadamente un 86%, mientras que la superficie urbana se extendió principalmente hacia los faldeos bajos de la Sierra Sorondo y los valles circundantes (ver Figura 4.1.1). Esta expansión ha generado presión sobre áreas naturales periurbanas, alterando ecosistemas y generando conflictos por el uso del suelo.



Figura 4.1.1 . Expansión urbana reciente en Ushuaia (2006–2023).

En la figura en rojo se destacan las áreas que pasaron de cobertura natural (bosque o matorral) a superficie urbanizada entre 2006 y 2023. La expansión se concentra en tres zonas principales: (1) los faldeos bajos de la Sierra Sorondo y el valle que asciende hacia la RN3 en dirección oeste; (2) el sector periurbano medio y alto en los valles que rodean al casco central; y (3) el ensanche costero asociado a infraestructura portuaria, aeronaval y turística.

El resultado confirma un proceso de crecimiento urbano en expansión horizontal con una clara presión sobre áreas boscosas y zonas de alto valor ecológico y paisajístico. Este patrón coincide con el aumento del turismo y con dinámicas de valorización inmobiliaria que intensifican la ocupación del borde costero y los piedemontes cercanos al área protegida.

Para estimar la expansión urbana reciente se realizó una clasificación espectral orientada a distinguir superficie urbanizada de vegetación natural. Se aplicó un índice de vegetación simplificado $((G-R)/(G+R))$ sobre imágenes satelitales comparables (Google Earth, Maxar, 2006 y 2023), definiendo como urbanas aquellas áreas con valores inferiores a 0.05. Luego se generó una matriz de diferencia para identificar únicamente las zonas que aparecen urbanizadas en 2023 pero no en 2006. Esta técnica permite visualizar de forma

clara no solo la extensión total de la ciudad, sino el patrón territorial preciso de expansión reciente, especialmente en áreas periurbanas y costeras.

Un indicador particularmente significativo de esta transformación es la pérdida casi total del suelo destinado a la producción hortícola en el interior y periferia de la ciudad. Según Molpeceres (2017), a comienzos de la década de 1970 más del 50% de las verduras consumidas en Ushuaia se producían localmente en huertas urbanas y periurbanas, integradas al tejido cotidiano de la ciudad. Sin embargo, el avance de la urbanización sobre estas áreas productivas y su reconversión en suelo residencial redujo de manera drástica esa disponibilidad, de modo que en la actualidad la horticultura urbana abastece apenas alrededor del 1% del consumo de verduras durante la temporada estival (Molpeceres, 2017). Esta transición evidencia el pasaje desde un metabolismo territorial con cierto grado de autosuficiencia hacia una dependencia casi absoluta de circuitos externos de aprovisionamiento, incrementando la vulnerabilidad socio-ecológica y la presión logística sobre el territorio. En síntesis, la expansión urbana no solo implicó crecimiento demográfico y ocupación espacial, sino la reestructuración profunda de los vínculos entre ciudad y entorno, preparando las condiciones para las controversias territoriales y conflictos socioambientales que se discuten en los apartados siguientes.

4.1.2 Infraestructura a gran escala y conflictos socioambientales

La planificación territorial de este período se vio dominada por proyectos de gran envergadura, cuyo paradigma es el controvertido Corredor Costero del Beagle. Esta iniciativa, que propone una ruta de 130 km bordeando el canal, generó intensos debates por sus potenciales impactos ambientales. Estudios de evaluación señalaron que el trazo avanzaría "sobre los bosques nativos de la zona y sobre una importante área de turbera" (Biodiversidad en América Latina, 2019), amenazando con fragmentar ecosistemas riparios críticos y alterar regímenes hidrológicos. Este proyecto simboliza la tensión permanente entre una visión desarrollista, centrada en la conectividad y el crecimiento económico, y una perspectiva conservacionista que prioriza la integridad ecosistémica y los servicios ambientales que brindan estos bosques únicos.

Cabe destacar que esta conflictividad es protagonizada principalmente por actores con alta capacidad de movilización y recursos mediáticos. Sin embargo, el megaproyecto se proyecta sobre un territorio de significación profunda para el pueblo Yagán, cuyo litoral constituía el eje de su economía y cosmovisión. La débil voz de sus integrantes en el debate no es un indicador de la irrelevancia del proyecto para ellos, sino de la profundidad de su exclusión política. Esta exclusión es el resultado de mecanismos históricos de invisibilización que, al relegarlos a la categoría de 'patrimonio cultural del pasado', neutralizan su agencia política en el presente.

4.1.3 Avances normativos y brechas de implementación

Como respuesta a la creciente conciencia ambiental, el período se caracterizó por el desarrollo de un marco normativo más sólido para el sector forestal. Se estableció, por ejemplo, la obligatoriedad de que "antes de comenzar cualquier trabajo de explotación forestal, todo aserradero debe presentar un plan de manejo diseñado por un ingeniero forestal" (*Nothofagus Argentina*, s.f.). Sin embargo, la implementación efectiva de estas normas chocó con una realidad histórica de explotación extensiva. Como señalan Martínez-Pastur et al. (2010), "la cosecha forestal en Patagonia Sur ha sido una actividad basada en la colonización y explotación de nuevas áreas, realizada principalmente en bosques primarios sin ningún manejo silvícola posterior". Persiste así una brecha significativa entre el marco legal progresista y las prácticas sobre el terreno, donde aún predominan modelos no sustentables.

4.1.4 Ciencia, tecnología y nuevas valoraciones del bosque

Paralelamente, el rol del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET) se volvió central para sentar las bases de un manejo más informado. La investigación científica generada en estas décadas amplió considerablemente el conocimiento sobre la ecología de los bosques de *Nothofagus*, estudiando su respuesta a diferentes intensidades de cosecha, los efectos de la fragmentación, las interacciones con especies invasoras y los impactos del cambio climático. Este corpus de conocimiento comenzó a permear en la gestión, promoviendo una valoración más integral del bosque que

trasciende la producción maderera para incluir servicios ecosistémicos clave como la regulación hídrica, el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad y los valores recreativos y paisajísticos que sustentan la industria turística.

4.1.5 Perspectivas futuras: hacia una gestión adaptativa e integrada

Los escenarios futuros para los bosques de Ushuaia están signados por la necesidad de reconciliar el crecimiento económico con la resiliencia ecológica. Las proyecciones de crecimiento poblacional y turístico indican que las presiones sobre el periurbano continuarán en aumento. Esto demanda con urgencia instrumentos de planificación territorial fuertes y evaluaciones ambientales estratégicas que puedan anticipar y mitigar impactos acumulativos. La gestión futura deberá adoptar un enfoque adaptativo, apoyado en el monitoreo continuo y la investigación científica de largo plazo, que permita ajustar las prácticas en respuesta a cambios socioeconómicos y ambientales, como los efectos sinérgicos del cambio climático y las invasiones biológicas. Finalmente, la cooperación binacional con Chile se revela como un factor crítico para el manejo efectivo de desafíos transfronterizos comunes, como la invasión del castor, requiriendo marcos de gobernanza colaborativa que reconozcan que la sustentabilidad de estos ecosistemas australes es una responsabilidad y una oportunidad compartida.

4.1.6 Análisis desde el Marco Teórico

El período contemporáneo muestra un sistema en estado de complejidad crítica.

- Teoría de Sistemas Complejos (TSC): El sistema enfrenta múltiples perturbaciones simultáneas (urbanización, invasiones biológicas, cambio climático) que interactúan de forma sinérgica y no lineal. La expansión urbana fragmenta el bosque, lo que facilita la dispersión del castor y reduce la resiliencia al clima. Este es un claro ejemplo de acoplamiento de bucles de retroalimentación positiva que pueden llevar al sistema a un nuevo régimen degradado. La ciencia, por ejemplo a través del CADIC, intenta introducir retroalimentación negativa (regulación, manejo adaptativo) para estabilizar el sistema.

- **Ecología Política:** Los conflictos se multiplican y escalan. El conflicto por el Corredor Costero del Beagle es emblemático: enfrenta a actores del capital turístico y inmobiliario (que ven oportunidades de negocio) con movimientos conservacionistas y comunidades locales (que defienden servicios ecosistémicos y modos de vida). La "brecha de implementación" normativa revela la persistencia de estructuras de poder que resisten el cambio hacia la sustentabilidad.
- **Pensamiento Multimodal:** Todas las modalidades están en máxima tensión. La modalidad económica del turismo choca con la modalidad biológica que pretende conservar. La modalidad jurídica avanza pero es neutralizada por la modalidad política tradicional. La modalidad ética de la conservación lucha por imponerse. La modalidad social está dividida entre quienes se benefician del desarrollo y quienes sufren sus externalidades. El sistema multimodal evidencia una crisis de coherencia normativa.

4.2 Especies exóticas invasoras: el caso del castor canadiense (1946--2023)

La introducción del castor canadiense (*Castor canadensis*) en 1946 representa uno de los factores de perturbación más significativos sobre los ecosistemas forestales fueguinos, con impactos que se extendieron y intensificaron a lo largo de décadas. La investigación del CADIC-CONICET ha documentado que "los castores han construido más de 200.000 diques en Argentina y Chile" y que estos ingenieros ecosistémicos "tienen preferencias marcadas por los bosques de mayor productividad maderera" (Argentina Forestal, 2020).

4.2.1 Expansión histórica y patrones de impacto

Desde su introducción, la población de castores se expandió progresivamente, afectando gradualmente ecosistemas riparios cada vez más extensos. Los impactos sobre los bosques ribereños son particularmente severos, generando mortalidad arbórea por anegamiento, alteraciones en los patrones de regeneración forestal y modificaciones en la estructura de los ecosistemas riparios. Los registros científicos documentan "bosques ribereños que presentan grupos de individuos secos, aunque en pie, debido al anegamiento producido por los embalses de la especie invasiva" (Rabassa et al., 2000).

4.2.2 Selectividad específica y impactos económicos

Los estudios recientes han establecido que los castores muestran preferencias específicas por especies forestales de mayor valor comercial, particularmente *Nothofagus pumilio* y *N. betuloides*, lo que intensifica los impactos económicos de la invasión sobre el sector forestal. Esta selectividad específica genera preocupaciones sobre los efectos de largo plazo sobre la composición y estructura de los bosques fueguinos.

4.2.3 Interacciones con otras perturbaciones

Los efectos del castor se han visto exacerbados por otras presiones antropogénicas, como la fragmentación del hábitat por expansión urbana y los cambios en los regímenes hidrológicos asociados al cambio climático. Esta interacción sinérgica entre múltiples factores de perturbación complica los esfuerzos de control y restauración de los ecosistemas afectados.

4.2.4 Análisis desde el Marco Teórico

El castor es el ejemplo perfecto de los conceptos de la TSC y la Ecología Política.

- Teoría de Sistemas Complejos (TSC): El castor actúa como un ingeniero de ecosistema que redefine por completo las reglas del sistema. Sus diques crean nuevos atractores en el paisaje (humedales) y umbrales ecológicos irreversibles a corto plazo. La invasión muestra una retroalimentación positiva imparable: cada nueva colonia crea más hábitat adecuado para más castores. Su interacción con la fragmentación urbana y el cambio climático es un ejemplo de efectos sinérgicos que pueden llevar a cambios de régimen acelerados.
- Ecología Política: La introducción del castor fue una decisión tomada por un pequeño grupo (empresarios peleteros, gobierno) sin considerar sus impactos a largo plazo, externalizando los costos sobre el conjunto de la sociedad y los ecosistemas. Es un caso de libro de injusticia ambiental intergeneracional. Los esfuerzos de control ahora deben ser pagados por la sociedad, mientras los beneficios iniciales fueron privados.

- Pensamiento Multimodal: Afecta brutalmente tanto la modalidad biológica (pérdida de biodiversidad nativa) como la física (alteración hidrológica). Daña además la modalidad económica forestal y turística. Su control moviliza la modalidad política (acuerdos binacionales) y la ética (deber de restaurar).

4.3 Cambio climático: efectos históricos, tendencias recientes y proyecciones futuras

Los bosques de Ushuaia han experimentado los efectos del cambio climático global, un proceso de larga duración cuyas manifestaciones deben entenderse en escalas temporales extensas que trascienden la división por períodos históricos. Las evidencias paleoclimáticas y dendrocronológicas revelan que los bosques fueguinos han experimentado variabilidad climática significativa durante el Holoceno, pero las tendencias contemporáneas sugieren alteraciones sin precedentes en términos de velocidad y magnitud (Boninsegna et al., 2009).

4.3.1 Evidencia paleoclimática y registros de largo plazo

Los estudios dendrocronológicos en *Nothofagus pumilio* han permitido reconstruir variaciones climáticas que se extienden más allá de los registros instrumentales. Boninsegna et al. (2009) manifiestan que "El patrón más consistente registrado en la mayoría de los sitios es la ocurrencia de condiciones más cálidas en el siglo XX en comparación con los siglos anteriores" (p. 226, traducción propia). Esta perspectiva histórica es crucial para entender que los bosques de Ushuaia han enfrentado cambios climáticos previos, aunque la naturaleza antropogénica y la velocidad del cambio actual representan un desafío sin precedentes.

4.3.2 Tendencias recientes y amplificación polar

En las últimas décadas, la Patagonia ha experimentado un calentamiento significativo, junto con cambios en los patrones de precipitación, aumento de eventos extremos (como incendios y sequías) y retroceso glaciar (Castellanos et al., 2022). Un estudio específico para Ushuaia indica un aumento de la temperatura media anual de aproximadamente 1.0°C a 1.2°C en los últimos 50-60 años. Este valor es superior al promedio global, un fenómeno

conocido como "amplificación polar", donde las regiones cercanas a los polos se calientan a un ritmo más acelerado (Boninsega et al., 2009).

El consenso científico establecido por el IPCC (2022) confirma incrementos en las temperaturas medias y modificaciones en los regímenes de precipitación a nivel global, con una señal particularmente fuerte en la región de la Patagonia. Estos cambios ambientales tienen efectos predecibles sobre los ecosistemas forestales. Como sintetizan Lenoir & Svenning (2015), una de las respuestas ecológicas más documentadas es el desplazamiento en la distribución altitudinal de las especies. Este fenómeno, observado globalmente en el límite de los bosques (Harsch et al., 2009), es de aplicación directa para los bosques de *Nothofagus* de Tierra del Fuego, donde la regeneración y el establecimiento de plántulas en altitud están intrínsecamente ligados a las condiciones térmicas (Cuevas, 2000).

4.3.3 Interacciones sinérgicas con otras perturbaciones

Estos cambios climáticos interactúan con otros factores de perturbación, como invasiones biológicas y fragmentación del hábitat, generando sinergias que complican la predicción de efectos futuros. La investigación ha documentado que el crecimiento de *Nothofagus pumilio* responde positivamente a incrementos en la temperatura estival (Massaccesi et al., 2008), lo que es consistente con la interpretación del calentamiento observado a nivel regional que incluye Ushuaia y Tierra del Fuego, apuntando a un fenómeno de amplificación de la temperatura en estas latitudes altas.

Sin embargo, estas potenciales respuestas positivas deben contextualizarse dentro de las múltiples presiones que enfrentan los ecosistemas forestales. Por ejemplo, la invasión del castor norteamericano altera la hidrología local y la regeneración forestal en formas que pueden verse exacerbadas por cambios en los regímenes de precipitación. De manera similar, la fragmentación del hábitat causada por la expansión urbana limita la capacidad de las especies forestales para migrar altitudinalmente en respuesta al calentamiento.

4.3.4 Proyecciones futuras y retos para la gestión sostenible

Las proyecciones climáticas para la región sugieren la continuación de las tendencias actuales, con implicancias significativas para la gestión forestal. El aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como tormentas y sequías, podría exacerbar los procesos de degradación forestal ya en marcha. Simultáneamente, los cambios en los regímenes térmicos y de precipitación afectarán los procesos de regeneración natural y la productividad forestal.

La comprensión de estos cambios requiere enfoques de manejo adaptativo que consideren la naturaleza dinámica de los ecosistemas forestales en el contexto del cambio climático. Las estrategias de conservación y manejo forestal deben incorporar escenarios climáticos futuros y consideran la capacidad de adaptación de las especies forestales nativas, así como sus limitaciones frente a otras presiones antropogénicas.

4.3.5 Análisis desde el Marco Teórico

- Teoría de Sistemas Complejos (TSC): El cambio climático actúa como un parámetro de control global que redefine todas las reglas del sistema socio-ecológico local. Su efecto de "amplificación polar" en Ushuaia significa que el sistema experimenta cambios a una velocidad mayor que el promedio global, reduciendo su ventana de adaptación. Las interacciones sinérgicas con otras perturbaciones (castor, fragmentación) crean nuevos regímenes impredecibles donde los efectos no son aditivos sino multiplicativos. El sistema enfrenta lo que se conoce como "sorpresas climáticas" donde cruza umbrales críticos de manera abrupta.
- Ecología Política: El cambio climático representa la máxima expresión de injusticia ambiental global: Ushuaia, que ha contribuido mínimamente a las emisiones globales de GEI, sufre desproporcionadamente sus impactos debido a su ubicación austral. Esto genera un doble conflicto de distribución: local (quién se adapta mejor) y global (quién paga los costos). La necesidad de medidas de adaptación y

mitigación abre nuevos campos de lucha política sobre qué medidas se priorizan y quién las financia.

- **Pensamiento Multimodal:** El cambio climático afecta todas las modalidades simultáneamente: Física (regímenes térmicos e hídricos), Biológica (distribución de especies), Económica (pérdidas productivas, costos de adaptación), Social (riesgos para comunidades), Política (necesidad de gobernanza multinivel) y Ética (justicia intergeneracional). La crisis climática exige una coherencia modal sin precedentes: las decisiones en cada dimensión deben alinearse con la mitigación y adaptación, lo que revela contradicciones profundas en el modelo de desarrollo actual.

4.4 Evolución del uso del suelo y su impacto ambiental (1869--2023)

4.4.1 Expansión urbana y presión sobre bosques periurbanos

El crecimiento poblacional de Ushuaia durante las últimas décadas ha sido uno de los principales factores de transformación del paisaje. Impulsado por políticas de promoción industrial —como la Ley 19.640 de 1972—, por la migración interna y externa y, más recientemente, por la expansión del sector turístico, la ciudad pasó de poco más de 11.000 habitantes en 1980 a más de 80.000 en 2023 (INDEC, 2022; PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020). Este aumento demográfico acelerado generó una expansión del ejido urbano hacia zonas de piedemonte, laderas y planicies costeras, muchas de ellas con pendientes pronunciadas, suelos orgánicos saturados o cobertura boscosa nativa. La ocupación de estos sectores, en su mayor parte mediante procesos de urbanización espontánea o de regularización posterior, produjo una presión creciente sobre los bosques periurbanos y sobre los servicios ecosistémicos que estos proveen, como la regulación hídrica, la protección contra deslizamientos y la estabilidad del suelo (APN, 2007; Municipalidad de Ushuaia, 2003).

La combinación de crecimiento demográfico, demanda habitacional y deficiencias en la planificación urbana generó una fragmentación progresiva de la cobertura forestal en los bordes de la ciudad. Desde la década de 1990, la apertura de calles y loteos, junto con la extracción de madera y el desmonte para viviendas, fue reduciendo la continuidad de los

bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en los faldeos de los montes Martial y Susana (Martínez Pastur & Peri, 2010). En paralelo, el desarrollo de infraestructura vial y turística amplió la huella territorial, afectando áreas de alto valor ecológico. La pérdida de conectividad entre parches forestales favoreció la erosión, la aparición de especies exóticas y la alteración de microclimas locales, procesos que persisten hasta la actualidad (PNUD–Municipalidad de Ushuaia, 2020).

Esta expansión urbana, si bien impulsó la diversificación económica y la consolidación de servicios urbanos, tuvo un costo ambiental elevado. La presión sobre los bosques periurbanos configuró un patrón de ocupación en mosaico que refleja tensiones típicas de los sistemas socioecológicos en transición: el avance de la frontera urbana sobre ecosistemas nativos sin una evaluación integral de sus consecuencias. En consecuencia, la ciudad enfrenta hoy el desafío de compatibilizar su crecimiento con la preservación de los relictos boscosos que aún funcionan como barreras naturales frente a riesgos geodinámicos y como reservorios de biodiversidad en el borde mismo del área urbana

4.4.2 Desarrollo de la infraestructura vial

En el periodo contemporáneo, la infraestructura vial de Ushuaia vive una ampliación y renovación marcadas por el crecimiento urbano acelerado y la diversificación económica, especialmente por el turismo masivo y las nuevas urbanizaciones. Hoy, la construcción y mejoramiento de rutas, avenidas y calles responde tanto a la necesidad de acceso a barrios periféricos como a la conectividad industrial y turística, con inversiones públicas propias y financiamiento externo para ampliar la red y modernizarla. Sin embargo, las obras viales contemporáneas también profundizan procesos de fragmentación ecológica, facilitan la ocupación de áreas vulnerables y refuerzan problemáticas ambientales y sociales, como el aumento del tráfico, la contaminación y los nuevos conflictos de uso del suelo. Actualmente, la infraestructura vial es un factor clave para el desarrollo, pero también un desafío central para la planificación urbana sostenible y la gestión ecológica.

4.4.3 Análisis desde el Marco Teórico

En el periodo contemporáneo, el análisis multimodal revela un sistema aún marcado por la hegemonía de la modalidad económica (turismo, urbanización, inversión pública), pero con mayor emergencia y conflicto entre dimensiones éticas, sociales y políticas. Los proyectos de infraestructura vial y expansión urbana privilegian crecimiento y desarrollo, pero enfrentan resistencia de actores sociales y ambientales que priorizan la modalidad biológica (conservación de biodiversidad y resiliencia) y ética (valor intrínseco de la naturaleza, justicia territorial). La modalidad jurídica experimenta avances normativos en sostenibilidad, aunque la implementación sigue limitada por la captura política y los intereses económicos predominantes. La coexistencia y lucha entre modalidades genera tensiones, retroalimentaciones negativas (degradación, fragmentación, vulnerabilidad sistémica) y respuestas parciales en la planificación urbana y gestión ambiental, caracterizando una fase de transición donde la coherencia normativa y la integración modal son desafíos centrales

4.5 Ganadería y conversión de ñirantales; sistemas silvopastoriles

4.5.1 Impacto de la ganadería sobre bosques nativos

La ganadería ovina, introducida durante el período misional y consolidada durante la fase de estancias, generó impactos profundos en los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*). Estos ecosistemas, particularmente vulnerables a la herbivoría, sufrieron procesos de conversión a pastizales y degradación estructural. Los sistemas silvopastoriles tradicionales, aunque en teoría buscan integrar producción forestal y ganadera, frecuentemente resultaron en el deterioro de la regeneración forestal y la compactación de suelos, especialmente en turberas (Gönc et al., 2015).

4.5.2 Análisis desde el Marco Teórico

La ganadería representa un acoplamiento conflictivo entre los subsistemas económico y ecológico. Desde la TSC, el sobrepastoreo crea retroalimentaciones positivas de degradación: menos cobertura arbórea → más exposición del suelo → menor regeneración

→ más predominio de pastos. La Ecología Política revela cómo este modelo fue impulsado por grandes estancieros con concesiones estatales, externalizando los costos ecológicos. El Pensamiento Multimodal muestra el conflicto entre la modalidad económica de corto plazo y la modalidad biológica de largo plazo.

4.6 Urbanización, expansión periurbana y fragmentación del bosque

4.6.1 Dinámicas y patrones de fragmentación

La expansión urbana de Ushuaia ha seguido un modelo de avance sobre laderas y en anillos concéntricos, intensificando la fragmentación de los bosques periurbanos y produciendo efectos de borde que alteran microclimas, favorecen la introducción de especies exóticas y perturban la conectividad de corredores biológicos clave para la biodiversidad local (Barrios, 2024). Este fenómeno se ha visto acelerado tanto por la valorización inmobiliaria de sectores con vistas privilegiadas al canal Beagle como por la persistente ausencia de planificación integral, en ocasiones en abierta contradicción con el ordenamiento territorial vigente. Sobre la experiencia concreta de quienes protagonizan estos procesos, Guillermo Worman, referente de la ONG Participación Ciudadana, señala: “Yo no creo que ellos quieran dañar el ambiente. Creo que no hay toma de conciencia del impacto que están generando... hay una ocupación indiscriminada pero no hay conciencia del daño efectivo que se está generando, pero creo que no hay intención de dañar” (Worman, 2012). Este testimonio subraya cómo la fragmentación, más que resultado de prácticas intencionales, responde a una compleja interacción entre carencias institucionales, procesos de exclusión y desconocimiento del impacto ambiental colectivo.

4.6.2 Análisis desde el Marco Teórico

La urbanización actúa como un proceso de difusión que transforma irreversiblemente el paisaje. Desde la TSC, la fragmentación reduce la conectividad del sistema y su resiliencia ante otras perturbaciones. La Ecología Política analiza cómo el mercado inmobiliario y las políticas de vivienda crean presiones especulativas que valorizan el suelo por sobre los servicios ecosistémicos. El Pensamiento Multimodal evidencia el choque entre la

modalidad económica inmobiliaria, la modalidad social de necesidad de vivienda y las modalidades biológica y física de conservación.

4.7 Infraestructura vial y accesibilidad (RN3 y secundarias)

4.7.1 Impactos en conectividad y fragmentación ecológica

La red vial, encabezada por la Ruta Nacional 3 y complementada por caminos secundarios, ha sido un factor determinante en la configuración territorial de Ushuaia. Si bien esencial para la conectividad y el desarrollo económico, esta infraestructura ha funcionado como vector de fragmentación ecológica y facilitador de accesos extractivos a áreas previamente remotas. Los efectos de borde se extienden hasta 500 metros a cada lado de las rutas principales, alterando composición florística y fauna (APN, 2007).

4.7.2 Análisis desde el Marco Teórico

Las vías son arterias de perturbación en el sistema. Desde la TSC, aumentan la conectividad funcional para humanos pero disminuyen la conectividad estructural para la biodiversidad. Crean bucles de retroalimentación positiva: más caminos → más acceso → más perturbación → demanda de más caminos. La Ecología Política estudia cómo las decisiones de infraestructura responden a intereses económicos y geopolíticos (integración territorial) sobre consideraciones ecológicas. El Pensamiento Multimodal muestra la tensión entre la modalidad económica de desarrollo, la modalidad política de integración y la modalidad biológica de conservación.

4.8 Turismo y cambios en la valoración del paisaje

4.8.1 Re-significación cultural e impactos asociados

El auge turístico ha reconfigurado radicalmente la valoración del territorio ushuaiese. Los bosques y paisajes glaciares, antes vistos principalmente como recursos extractivos, ahora son percibidos como "capital natural" para la industria turística. Esta revalorización ha generado incentivos para la conservación, pero también nuevas presiones: construcción de

infraestructura hotelera, incremento en la visitación a áreas protegidas, y generación de residuos (Ministerio de Turismo & Deportes, 2023).

El turismo ha sido un factor central en la configuración socioambiental de Ushuaia durante las últimas décadas, especialmente en el período 2000-2023. Los datos empíricos muestran un incremento significativo de la llegada de turistas, así como la expansión de infraestructura turística y portuaria, lo que ha generado nuevas dinámicas socio-económicas pero también presiones ambientales. Este fenómeno implica una resignificación cultural del territorio, donde la modalidad económica se basa ahora en la valoración estética y recreativa del paisaje, generando tensiones con las modalidades biológica y social debido a los impactos ecológicos y las restricciones en el acceso de las comunidades locales.

Crecimiento del turismo y del tráfico de cruceros (2000–2023)

Los datos reconstruidos a partir de fuentes oficiales (Sistema de Información Estadística Turística (SIET), Dirección Provincial de Puertos y Prefectura Naval Argentina) muestran una tendencia sostenida al incremento del turismo en Ushuaia desde comienzos de la década del 2000, tal como se muestra en la figura 4.8.1.a. La llegada de visitantes pasó de aproximadamente 180.000 personas en 2000 a más de 580.000 en 2019, con un incremento acumulado cercano al 220% previo a la pandemia.

De manera paralela, el número de cruceros que arribaron al puerto creció de manera consistente, pasando de alrededor de 120 recaladas en 2000 a más de 300 embarcaciones en 2019, consolidando a Ushuaia como puerta de acceso a la Antártida y nodo logístico de relevancia internacional (figura 4.8.1.b).

En 2020 y 2021 se observa una caída abrupta asociada al cierre de fronteras durante la pandemia de COVID-19. Sin embargo, la recuperación es rápida, y para 2023 los niveles de visitantes y recaladas se aproximan nuevamente a los registros pre-pandemia, lo que sugiere una reactivación sostenida del modelo turístico.

Esta trayectoria coincide temporalmente con el proceso de expansión urbana identificado (2006–2023). La correlación entre el aumento de visitantes y la expansión del tejido urbano sugiere que la valorización turística del paisaje no se traduce únicamente en demanda de servicios, sino también en presión inmobiliaria sobre áreas naturales estratégicas. Esto es consistente con dinámicas de urbanización turística observadas en otros destinos de naturaleza extrema, donde la construcción avanza sobre ecosistemas de alta fragilidad.

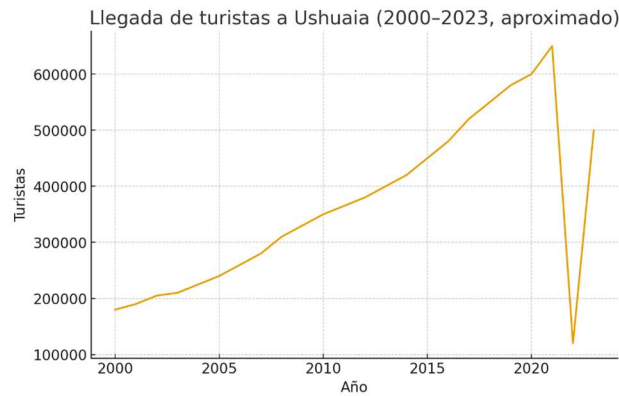


Figura 4.8.1.a

Fuente: Elaboración propia con base en SIET, Dirección Provincial de Puertos y Prefectura Naval Argentina.

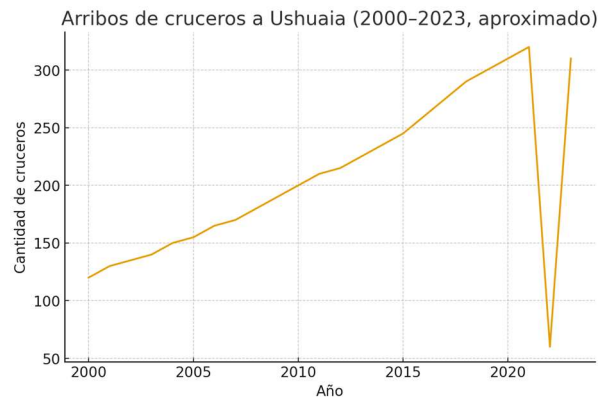


Figura 4.8.1.b

Fuente: Elaboración propia con base en SIET y Dirección Provincial de Puertos.

4.8.2 Análisis desde el Marco Teórico

El turismo representa una re-significación cultural del territorio. Desde la TSC, crea nuevos acoplamientos entre el sistema local y flujos globales de turistas, haciendo el sistema más dependiente de variables externas (tendencias turísticas globales). La Ecología Política analiza cómo el "conservacionismo turístico" puede generar nuevas formas de mercantilización de la naturaleza y conflictos con usos tradicionales. El Pensamiento Multimodal captura esta transición: la modalidad económica ahora se basa en la modalidad estética del paisaje, creando tensiones con las modalidades biológica (impacto ecológico del turismo) y social (acceso de comunidades locales).

4.9 Proyectos de gran escala y efectos territoriales

4.9.1 Caso del Corredor Costero del Beagle

Proyectos como el Corredor Costero del Beagle ejemplifican la continuidad de una visión desarrollista que prioriza la infraestructura a gran escala sobre la integridad ecológica. Estos megaproyectos generan impactos acumulativos y sinérgicos: fragmentación de ecosistemas, alteración de hidrología, destrucción de turberas (importantes sumideros de carbono), y facilitación de futuros desarrollos inmobiliarios (Biodiversidad en América Latina, 2019).

4.9.2 Análisis desde el Marco Teórico

Los megaproyectos son puntos de inflexión potenciales que pueden reconfigurar todo el sistema. Desde la TSC, representan intervenciones a gran escala que pueden cruzar umbrales ecológicos irreversibles (ej: destrucción de turberas). La Ecología Política los ve como la expresión contemporánea de la alianza histórica entre Estado y capital para la transformación territorial, ahora enfrentando resistencia ciudadana organizada. El Pensamiento Multimodal revela cómo estos proyectos privilegian abrumadoramente las modalidades económica (crecimiento) y política (obra pública) sobre todas las demás, generando lo que podríamos llamar una "incoherencia modal catastrófica".

4.10. Evolución de los índices de contaminación y su impacto ambiental (1869--2023)

4.10.1. Indicadores principales y fuentes de datos

La contaminación en Ushuaia ha evolucionado desde fuentes puntuales históricas (efluentes del presidio, residuos madereros) hacia una contaminación difusa y multifactorial contemporánea. Los principales indicadores incluyen: coliformes fecales y metales pesados en las bahías (Esteves & Amín, 2004); material particulado (PM2.5 y PM10) por combustión de calefacción (PNUD-Municipalidad de Ushuaia, 2020); metales pesados en suelos de áreas industriales; y generación creciente de residuos sólidos urbanos (Mansilla et al., 2024).

4.10.1.1 *Análisis desde el Marco Teórico*

La contaminación es la externalidad material del metabolismo social. Desde la TSC, los contaminantes circulan a través de los mismos flujos que sostienen el sistema (agua, aire), creando bucles de retroalimentación negativa que degradan la base misma que sustenta la vida. La Ecología Política analiza la distribución espacial de la contaminación, que suele concentrarse en áreas de menores ingresos. El Pensamiento Multimodal muestra cómo cada tipo de contaminación afecta diferentes modalidades: la modalidad física (calidad del aire/agua), la modalidad biológica (salud ecosistémica), la modalidad social (salud humana) y la modalidad económica (costos de remediación).

4.10.2. Tendencias temporales y áreas críticas

Las tendencias muestran un empeoramiento generalizado de los indicadores de calidad ambiental, con un punto de inflexión notable post-1970 coincidiendo con la industrialización. Las bahías de Ushuaia, Encerrada y Golondrina actúan como sumideros finales de contaminantes, concentrando impactos (Esteves & Amín, 2004). Los valles de los ríos Olivia y Pipo, receptores de efluentes no tratados y escorrentía urbana, representan áreas críticas de contaminación hídrica. En invierno, la inversión térmica convierte a la ciudad en una trampa de contaminación atmosférica.

4.10.2.1 Análisis desde el Marco Teórico

Las tendencias temporales revelan la historia acumulativa del impacto humano. Desde la TSC, muchos contaminantes tienen efectos no lineales: se acumulan silenciosamente hasta cruzar un umbral donde desencadenan efectos abruptos (ej: mortandad masiva de organismos acuáticos). La Ecología Política identifica cómo las "áreas críticas" coinciden usualmente con zonas de sacrificio ambiental donde se concentran las externalidades negativas del desarrollo. El Pensamiento Multimodal ayuda a mapear cómo diferentes actividades humanas (industria, urbanización, turismo) contribuyen diferencialmente a la contaminación de cada modalidad.

4.10.3. Impactos ecosistémicos y sociales asociados

La contaminación en Ushuaia genera efectos en cascada que afectan múltiples componentes ecosistémicos. La contaminación hídrica compromete la biodiversidad acuática y deteriora la calidad del agua destinada al consumo humano. Asimismo, la deposición atmosférica de contaminantes contribuye a la acidificación del suelo y deteriora la salud forestal. En particular, las turberas, ecosistemas fundamentales para el almacenamiento de carbono y la regulación hídrica, resultan especialmente vulnerables a la acumulación de metales pesados y a las alteraciones en su régimen hidrológico. En palabras de Silvio Bocchicchio, concejal de Ushuaia, "El impacto ecológico está claro: aguas servidas sin tratamiento... también van así al mar, los arroyos, turbales. Hay turbales que desaparecen porque se urbanizan ante la presión social. Casas construidas en laderas de montañas que luego se desforestan y generan condiciones de peligro..." (Bocchicchio, comunicación personal, 2012). Este testimonio evidencia las consecuencias directas de la contaminación doméstica y la urbanización no planificada sobre ecosistemas frágiles y expone los riesgos asociados a la transformación inadecuada del paisaje natural.

4.10.3.1 Análisis desde el Marco Teórico

Los efectos ecosistémicos muestran la interconexión de los componentes del sistema. Desde la TSC, la contaminación actúa como un estrés crónico que reduce la resiliencia de los ecosistemas, haciéndolos más vulnerables a otras perturbaciones (cambio climático,

invasiones). La Ecología Política enfatiza que la degradación de estos "servicios ecosistémicos" afecta desproporcionadamente a quienes dependen directamente de ellos (comunidades locales). El Pensamiento Multimodal revela cómo la contaminación desacopla las modalidades: la actividad económica (modalidad económica) degrada las bases físicas y biológicas que la hacen posible, mostrando una incoherencia fundamental.

4.10.4. Interacciones con uso del suelo y presiones forestales

Existen interacciones sinérgicas entre contaminación y otras presiones. La fragmentación forestal por expansión urbana aumenta la superficie de escorrentía contaminada hacia cuerpos de agua. Las prácticas forestales no sustentables pueden aumentar la erosión y transporte de sedimentos contaminados. inversamente, la contaminación del aire puede afectar la salud forestal y reducir la productividad de los bosques.

4.10.4.1 Análisis desde el Marco Teórico

Estas interacciones son ejemplos de acoplamientos negativos entre subsistemas. Desde la TSC, muestran cómo las perturbaciones se potencian mutuamente, creando trampas de degradación. La Ecología Política ve en estas sinergias la expresión de un modelo de desarrollo incoherente que subestima las interconexiones ecológicas. El Pensamiento Multimodal provee el marco conceptual para analizar estas interacciones como conflictos entre modalidades que no están adecuadamente armonizadas.

4.11. Síntesis integradora: trayectorias y umbrales críticos en el período contemporáneo

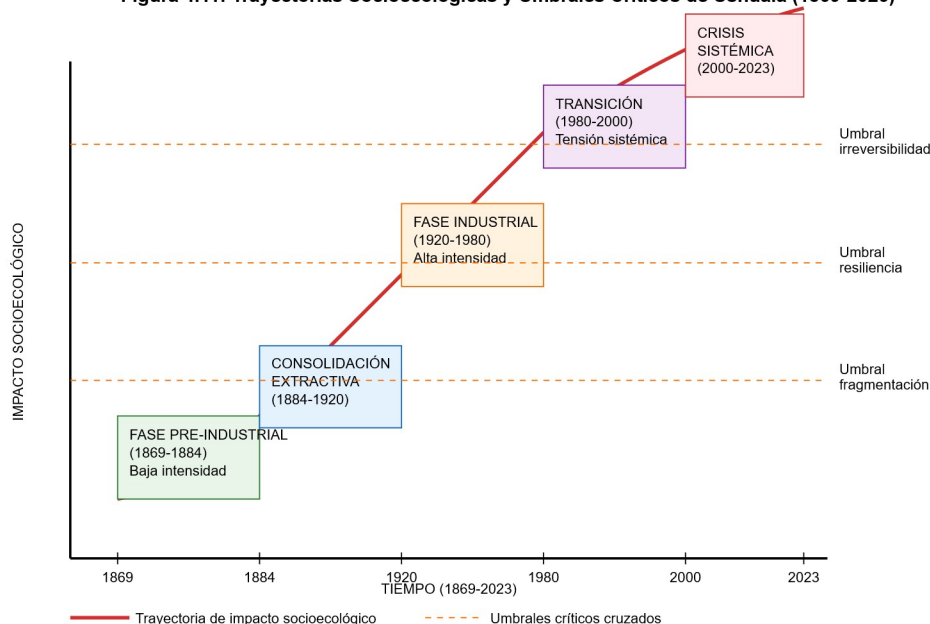
El análisis histórico de 154 años revela que Ushuaia ha transitado por varias fases socio-ecológicas, cada una caracterizada por un conjunto distintivo de acoplamientos sociedad-naturaleza, estructuras de poder y presiones sobre los ecosistemas. La transición entre estas fases no ha sido lineal sino marcada por puntos de bifurcación donde decisiones políticas y económicas (introducción del castor, Ley 19.640) impulsaron al sistema hacia nuevas trayectorias.

4.11.1 Trayectorias y Transiciones de Régimen:

- Fase Pre-industrial (1869-1884): Sistema de baja intensidad con perturbaciones localizadas. Destaca la misión anglicana que estableció los primeros vínculos económicos con mercados externos, principalmente mediante la exportación de madera.
- Fase de Consolidación Extractiva (1884-1920): El Estado Nacional aceleró la conectividad territorial a través de concesiones de tierra y la infraestructura portuaria. Se estableció un bucle positivo de retroalimentación entre la exportación y la extracción.
- Fase Industrial (1920-1980): Se caracterizó por la mecanización forestal y el crecimiento demográfico, dando lugar a un régimen de alta intensidad extractiva y al inicio de la urbanización como nueva presión que fragmentó bosques periurbanos.
- Fase de Transición (1980-2000): Se produjo la crisis del modelo extractivo tradicional y emergió el turismo como nuevo motor económico, generando tensiones entre los subsistemas extractivos y conservacionistas.
- Fase Contemporánea (2000-2023): Se evidencia una convergencia sin precedentes de presiones, como la urbanización acelerada, el cambio climático y las invasiones biológicas. El sistema muestra comportamientos no lineales y se aproxima a umbrales críticos.

La figura 4.11 muestra en forma clara la trayectoria antes descrita

Figura 4.11: Trayectorias Socioecológicas y Umbrales Críticos de Ushuaia (1869-2023)



Fuente: elaboración propia

4.11.2 Identificación de umbrales ecológicos cruzados

Se han identificado varios umbrales ecológicos que han sido superados, algunos de forma irreversible:

- **Hidrológico:** La invasión del castor ha transformado irreversiblemente la hidrología de los valles riparios, convirtiendo bosques en humedales permanentes, con más de 200,000 diques registrados.
- **De fragmentación:** La expansión urbana y vial ha reducido la conectividad de los bosques de *Nothofagus*, afectando la persistencia de especies de interior forestal.
- **De contaminación:** Las bahías de Ushuaia y Encerrada han superado los límites de tolerancia para coliformes fecales, afectando la vida acuática.
- **De resiliencia forestal:** La combinación de la tala histórica, incendios e invasiones biológicas ha disminuido la capacidad de los bosques para regenerarse naturalmente, especialmente en los ñirantales.

4.11.3 Análisis Multimodal de las Fases Socioecológicas

La Tabla 4.1 sintetiza el impacto predominante de cada fase histórica en las diferentes dimensiones modales del sistema socio-ecológico, evidenciando las tensiones y prioridades características de cada período.

Régimen / Período	Física & Biológica	Económica	Social	Política	Jurídica	Ética
1. Misional (1869-1884)	Alteración inicial. Tala selectiva, introducción de ganado. Modificación de bordes costeros.	Extractiva incipiente. Mercado de maderas hacia Malvinas. Beneficio económico para la misión.	Disrupción profunda. Subordinación laboral Yagán. Imposición de nuevas estructuras sociales y religiosas.	Autoridad misional. Vacío de poder estatal. La misión ejerce control de facto sobre el territorio y sus recursos.	Normativa ausente. No hay marco legal que regule la extracción o proteja a las comunidades originarias.	Imposición de valores. La ética misional (religiosa) se superpone y suplanta a la cosmovisión Yagán.
2. Consolidación Estatal (1884-1920)	Intensificación extractiva. Pérdida de bosques primarios, conversión de ñirantales para ganadería.	Exportadora. Concesiones de tierra consolidan un modelo económico basado en la extracción y exportación de recursos.	Migración y exclusión. Llegada de colonos. Marginación y desplazamiento acelerado de pueblos originarios.	Apropiación estatal. El Estado nacional se constituye como el actor central, definiendo el acceso a los recursos mediante concesiones.	Normativa extractivista. Las leyes habilitan y promueven la concesión de tierras y la explotación, no la conservación.	Ethos de "progreso". La ética dominante justifica la transformación del territorio y la asimilación cultural como un mal necesario para el progreso.
3. Industrial (1920-1980)	Degradación acelerada. Mecanización de la tala, fragmentación por rutas y expansión urbana. Contaminación incipiente.	Industrialización. La Ley 19.640 impulsa un nuevo ciclo económico. Beneficios concentrados en industriales y comerciantes.	Crecimiento demográfico. Nueva ola migratoria. Surgimiento de una clase obrera urbana con escasa vinculación ecológica previa.	Estado promotor. El poder político actúa como planificador y financiador del desarrollo industrial y la infraestructura extractiva.	Regulación laxa. Las normas ambientales son incipientes, débiles o no se aplican. Primacía de las leyes de promoción industrial.	Externalización de costos. La ética del desarrollo industrial prevalece; los costos ambientales se consideran externalidades inevitables.
4. Transición (1980-2000)	Presiones mixtas. Continúa la degradación (ej: castor) pero emergen las primeras áreas protegidas como contrapeso.	Reconversión. Crisis del modelo extractivo tradicional. Surge el turismo como nueva economía basada en el "capital natural".	Conflictividad latente. Surgimiento de movimientos conservacionistas y de defensa del patrimonio frente a los intereses extractivos.	Estado en tensión. El poder político oscila entre promover el nuevo modelo turístico y responder a las demandas de conservación.	Avance normativo. Se sancionan las primeras leyes de protección ambiental (ej: Parque Nacional), pero con limitada implementación.	Ética en pugna. Surge con fuerza una ética conservacionista que disputa el sentido de la naturaleza y cuestiona la ética del progreso a cualquier costo.
5. Contemporáneo (2000-2023)	Convergencia de crisis. Sinergia de presiones: urbanización, invasiones biológicas, cambio climático y contaminación cruzan umbrales críticos.	Hegemonía turística. La economía se especializa en el turismo, generando nuevas presiones (infraestructura, gentrificación) y conflictos distributivos.	Fragmentación social. Gentrificación, crisis habitacional y conflicto entre sectores pro-desarrollo y conservacionistas.	Captura corporativa. El poder político es fuertemente influenciado por lobbies inmobiliarios y turísticos, como se ve en el caso del Corredor Costero.	Incoherencia normativa. Existe un marco jurídico avanzado en el papel (leyes de bosques, glaciares) que es constantemente vulnerado por decisiones políticas y modificaciones ad-hoc.	Dilema civilizatorio. La ética de la sustentabilidad y la justicia ambiental choca frontalmente con la ética del crecimiento económico cortoplacista. La incoherencia ética es máxima.

Tabla 4.1. Análisis Multimodal de los Principales Regímenes Socio-ecológicos de Ushuaia (1869-2023)

Del análisis de esta tabla se destacan:

1. Dominancia Secuencial: Una transición clara desde predominancia en modalidades política y económica (centradas en la apropiación y extracción) hacia tensiones crecientes en las modalidades jurídica, social y ética en tiempos contemporáneos, donde surge la conflictividad.
2. Incoherencia Modal Contemporánea: En el período 2000-2023 se alcanza la máxima incoherencia normativa. Si bien las modalidades jurídica y ética avanzan hacia paradigmas de sustentabilidad, las modalidades política y económica siguen operando bajo un paradigma extractivista-expansivo, generando disonancia y conflictos socioambientales.
3. Tensiones Irreductibles: Los conflictos, como el del Corredor Costero, expresan tensiones profundas entre modalidades: valoración económica inmediata versus preservación biofísica, decisiones políticas discrecionales versus normativas jurídicas, y ética de crecimiento versus ética de sustentabilidad.
4. Dependencia del camino (*Path Dependence*): Las decisiones históricas que priorizaron modalidades económica y política han creado estructuras de poder y dependencias institucionales que dificultan una reorientación hacia la sostenibilidad, que requiere primacía de las modalidades ética y jurídica.

Esta síntesis multimodal enfatiza que los desafíos ambientales en Ushuaia son profundamente sociopolíticos y éticos, no meramente técnicos. La sustentabilidad demanda una rearticulación fundamental de las relaciones entre estas modalidades, donde la ética de la conservación y el bienestar comunitario guíen las decisiones económicas y políticas

4.11.4 Causalidades y bucles de retroalimentación clave

El análisis identifica varios bucles de retroalimentación que han moldeado la dinámica del sistema:

- Bucle de retroalimentación positiva de degradación: Decisiones políticas y económicas, como concesiones de tierras, aumentan el acceso y extracción, generando beneficios económicos a corto plazo, fortaleciendo grupos de interés y aumentando la presión extractiva. Este bucle impulsó la aceleración extractiva hasta la crisis de la década de 1980.
- Bucle de retroalimentación negativa de conservación: La degradación ambiental conduce a la pérdida de servicios ecosistémicos, movilizándolo a la sociedad y la ciencia, incrementando la presión por normativas protectoras y estableciendo áreas protegidas, lo cual reduce parcialmente la degradación. Este bucle, aunque más débil y tardío, fue la base para la creación del Parque Nacional Tierra del Fuego.
- Bucle de retroalimentación positiva sinérgica: La fragmentación causada por la urbanización facilita la dispersión del castor, que degrada bosques ribereños, reduce el valor recreativo y paisajístico, generando mayor presión para urbanizar otras áreas y más fragmentación, ejemplificando así interacciones peligrosas entre presiones actuales.

4.11.5 Conclusión del Capítulo

La trayectoria socio-ecológica de Ushuaia entre 1869 y 2023 refleja la imposición progresiva de lógicas económicas y políticas externas sobre un ecosistema frágil, mediada por estructuras de poder que tienden a externalizar los costos ambientales. La pérdida de resiliencia y de diversidad funcional vuelve al sistema más vulnerable frente a perturbaciones globales como el cambio climático. En este contexto, las señales algedónicas —en el sentido propuesto por Stafford Beer (1979, 1985) dentro del Modelo de Sistema Viable²— funcionan como retroalimentaciones críticas que alertan sobre

² El concepto de *señales algedónicas* proviene del Modelo de Sistema Viable desarrollado por Stafford Beer (1979, 1985). Se refiere a mecanismos de retroalimentación que transmiten información de “dolor” o “placer” dentro de un sistema cuando las condiciones operativas se desvían de los márgenes de estabilidad. Estas

estados de “dolor sistémico” cuando las condiciones se desvían de los márgenes de estabilidad. Tales señales, expresadas en este caso por la degradación de bahías, la expansión del castor y la fragmentación ecológica creciente, indican que el sistema se aproxima a umbrales de no retorno, donde pequeñas perturbaciones podrían generar transformaciones profundas en su ecología y en la calidad de vida de sus habitantes.

La futura gobernanza deberá ser capaz de reconocer e interpretar estas señales algedónicas, actuando sobre los bucles de retroalimentación que las originan para evitar la transgresión de límites críticos. Este enfoque sienta las bases para un análisis integrado de políticas y para la modelización sistémica que se desarrolla en los capítulos posteriores.

Capítulo 5: Políticas ambientales en Ushuaia: implementación y efectividad

5.1. Introducción: Evaluando el andamiaje de gobernanza

Este capítulo realiza un análisis crítico y exhaustivo del marco normativo e institucional ambiental de Ushuaia, desde el nivel nacional hasta el municipal. Su objetivo es evaluar la capacidad de incidencia real de estas políticas para modificar las trayectorias de degradación documentadas en el Capítulo 2.

Como se analizó en el Capítulo 4, la dinámica socio-ecológica de Ushuaia está estructurada por bucles de retroalimentación que vinculan directamente las transformaciones territoriales con las decisiones institucionales. El bucle de retroalimentación positiva de degradación, impulsado por incentivos económicos de corto plazo, favoreció históricamente la expansión urbana y la explotación de recursos, mientras que el bucle de conservación —más tardío y frágil— sostuvo la creación de áreas protegidas y regulaciones ambientales. A ello se suma un bucle sinérgico contemporáneo en el que la fragmentación del bosque periurbano facilita la dispersión del castor, deteriora servicios ecosistémicos y genera nuevas presiones de urbanización. Estos procesos muestran que las políticas ambientales no han operado en un vacío, sino insertas en dinámicas sistémicas

señales permiten que los niveles superiores de gestión o de gobernanza perciban rápidamente situaciones críticas sin necesidad de recorrer toda la jerarquía de control, actuando como un sistema nervioso organizacional que preserva la viabilidad y la capacidad adaptativa del conjunto.

que tienden a reforzar o contrarrestar patrones de transformación territorial. Evaluar su implementación requiere, por lo tanto, analizar no solo su diseño formal, sino su capacidad para incidir en estos bucles estructurales.

La pregunta que guía el análisis no es únicamente qué normas existen, sino qué capacidad tienen para transformar procesos socio-ecológicos en curso. Se considera tanto su diseño normativo como su implementación efectiva, identificando incoherencias, superposiciones y vacíos de gobernanza. Este diagnóstico constituye la base para analizar en el Capítulo 6 la operación del “Sistema de Accionamiento” y los bucles de retroalimentación que sostienen las tendencias de degradación.

5.2. Evolución normativa e institucional: Un análisis multinivel

La gobernanza ambiental de Ushuaia se estructura a partir de dispositivos normativos y administrativos distribuidos en tres niveles: nacional, provincial y municipal. Aunque su arquitectura normativa ha incorporado progresivamente los principios de protección y uso sustentable, su capacidad de operación práctica está condicionada por las relaciones de poder, las capacidades estatales y los conflictos territoriales.

5.2.1. Marco nacional

El Estado nacional establece los principios, categorías de protección y herramientas de evaluación ambiental que deben ser aplicados en todo el territorio:

- **Ley Nacional N° 25.675 (Política Ambiental Nacional):** define los principios de prevención, precaución, equidad intergeneracional y responsabilidad.
- **Ley Nacional N° 26.331 (Protección de Bosques Nativos):** introduce categorías de conservación y procedimientos de ordenamiento territorial.
- **Ley Nacional N° 24.051 (Residuos Peligrosos):** regula la gestión y tratamiento de residuos de riesgo sanitario y ambiental.
- **Ley Nacional N° 22.241 (Conservación de la Fauna Silvestre):** establece criterios para la protección y manejo de fauna nativa.

Este marco provee instrumentos clave como la **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**. No obstante, su efectividad en Ushuaia depende de la capacidad provincial y municipal para aplicarlos y sostenerlos.

5.2.2. Marco provincial: Entre la intención y la capacidad

La Provincia de Tierra del Fuego ha desarrollado instrumentos orientados a territorializar estas políticas:

- Constitución Provincial (1991), Art. 54: garantiza el derecho a un ambiente sano.
- Ley Provincial N° 55 (1992) de Medio Ambiente
- Ley Provincial N° 869 (2012): establece el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) y crea una comisión multisectorial para su gestión.
- Ley Provincial N° 1.015 (2014) de Modalidad de Contrataciones que incorpora criterios socioambientales en compras públicas.
- Ley provincial N° 1146 (2016): Programa de manejo de perros asilvestrados
- Diversos decretos de ordenamiento territorial complementan el marco.

Estos instrumentos representan avances formales. Sin embargo, su implementación enfrenta limitaciones estructurales: capacidad técnica insuficiente, baja continuidad administrativa y presiones económicas orientadas a la expansión urbana y turística.

5.2.3. Marco municipal: La primera línea de implementación

El municipio constituye la escala en la que las normas se vuelven práctica cotidiana:

- Ordenanza Municipal N° 4124/2010: reglamenta los presupuestos mínimos de protección ambiental y exige Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y paisajística para proyectos urbanos.

A pesar de su relevancia, la capacidad técnica para realizar evaluaciones integrales y fiscalización sostenida es limitada, lo cual debilita el alcance transformador de la normativa.

5.3. Implementación y resultados: un balance de claroscuros

En términos de resultados, la política ambiental local presenta avances selectivos y limitaciones persistentes. Entre los avances destacan:

- Establecimiento y manejo del Parque Nacional Tierra del Fuego (Administración de Parques Nacionales, 2007).
- Programas binacionales para el control del castor canadiense (Programa GEF Castor, 2022; Subsecretaría de Medio Ambiente de Chile, 2023).
- Planes municipales de ordenamiento territorial orientados a mitigar impactos urbanos (Municipalidad de Ushuaia, 2018).
- Monitoreos de calidad del agua realizados por la DPOSS (2022).
- Datos de calidad del aire sistematizados por reportes oficiales (AccuWeather, 2025).

Sin embargo, la expansión urbana fragmentada, la presión turística y la limitada capacidad institucional sostienen problemas estructurales como contaminación, pérdida de continuidad ecosistémica y conflictos por uso del suelo.

La Tabla 5.3 ilustra esta situación de manera sintética:

Tabla 5.3
Gestión Ambiental en Tierra del Fuego: Avances y Limitaciones

Aspecto	Avances	Limitaciones	Referencias
Protección forestal y áreas protegidas	Establecimiento y manejo del Parque Nacional Tierra del Fuego	Expansión urbana y falta de control total	Administración de Parques Nacionales (2007); Municipalidad de Ushuaia (2018)
Control de especies invasoras	Programas binacionales para control del castor canadiense	Dificultad para erradicación completa	Programa GEF Castor (2022); Subsecretaría de Medio Ambiente de Chile (2023)
Gestión urbana y planificación	Planeamiento ambiental oficial para contener impactos	Crecimiento urbano acelerado y fragmentación	Municipalidad de Ushuaia (2018)
Calidad ambiental (agua y aire)	Monitoreos continuos de DPOSS y reportes oficiales	Persistencia de contaminación; deficiencias en infraestructura	DPOSS (2022); AccuWeather (2025)
Gobernanza y capacidad institucional	Normativas y estructuras existentes	Recursos y coordinación insuficientes	Municipalidad de Ushuaia (2018)

Fuente: elaboración propia

Análisis: La coexistencia de avances normativos con limitaciones persistentes muestra que el problema no es la ausencia de políticas, sino la debilidad de su implementación y coordinación.

Un aspecto central para evaluar la efectividad de las políticas ambientales en Ushuaia es observar su traducción práctica en casos concretos de gestión territorial. Tres situaciones ilustran de manera especialmente clara la brecha entre la formulación normativa y la implementación efectiva:

a) Proyecto de Corredor Costero del Canal Beagle (2018–2020).

La planificación de la traza vial y obras asociadas en el frente costero sur evidenció la ausencia de una evaluación ambiental estratégica integral y la falta de articulación entre niveles jurisdiccionales. Aunque existían normativas provinciales de protección del bosque nativo y ordenamiento territorial costero, la ejecución avanzó sin incorporar estudios de impacto acumulativo ni procesos de participación pública vinculante. La suspensión del proyecto tras la intervención judicial y la

revisión técnica ex post mostró que, en contextos de presión económica y turística, los instrumentos normativos existentes resultan insuficientes para garantizar la conservación de áreas sensibles cuando no se acompañan de capacidades institucionales y mecanismos fiscalizadores.

b) Vigencia del Plan de Desarrollo Urbano de 2003 y expansión en laderas.

El Plan de Desarrollo Urbano aprobado en 2003 constituye el último instrumento integral de ordenamiento vigente, no habiendo sido actualizado pese a que la ciudad ha duplicado su población y superficie urbanizada en las últimas dos décadas. La combinación de crecimiento residencial, construcción en áreas de pendiente pronunciada y pérdida de cobertura boscosa periurbana ha generado situaciones de riesgo hidromeomorfológico documentadas. La existencia de un marco normativo sin actualización ni capacidad de acompañamiento técnico evidencia una disociación entre planificación y dinámica territorial, donde las decisiones de ocupación efectiva del suelo se definen más por presiones económicas inmediatas que por criterios ecosistémicos de largo plazo.

Es verdad que tras el hito del Plan Urbano Ushuaia 2003, la ciudad implementó varias actualizaciones normativas, pero ninguna con su mismo carácter integral. En 2010 se sancionó la Ordenanza Municipal N° 3.838, que creó el Plan de Manejo Integrado Costero, un instrumento verificado y focalizado exclusivamente en ordenar la franja litoral comprendida entre el Río Olivia y el Parque Nacional, con énfasis en el saneamiento de la bahía. Posteriormente, hacia 2020, la gestión del intendente Walter Vuoto impulsó un Plan Urbano Ambiental, cuya aprobación por unanimidad en el Concejo Deliberante fue anunciada oficialmente; sin embargo, este plan nació como una respuesta concreta a la crisis de los 37 barrios informales que albergaban a más de 2.700 familias, centrándose en la regularización dominial y en urbanizaciones específicas como "San Martín" y "Rosas". Ese mismo año, a nivel nacional, se lanzó el Plan Nacional de Suelo Urbano (Resolución 19/2020), una iniciativa federal en la que Ushuaia participó, pero que se limita a facilitar el acceso al suelo para vivienda sin imponer un modelo territorial local.

Ninguno de estos instrumentos es comparable al Plan Urbano Ushuaia 2003 porque este último fue un ejercicio de planificación integral que abarcó la totalidad del ejido urbano, articulando por primera vez el desarrollo económico, la topografía, la protección del bosque y el uso del suelo en un modelo de ordenamiento territorial pensado a largo plazo (2003-2013). Mientras que el plan de 2003 nació en un contexto de refundación, cuando la ciudad necesitaba reinventarse desde cero tras el agotamiento del modelo industrial, las actualizaciones posteriores (2010, 2020) son esencialmente herramientas de gestión sectorial o reactivas, diseñadas para resolver problemas específicos como la contaminación de la costa o la irregularidad dominial. En definitiva, si el plan de 2003 funcionó como una "constitución" urbana que definió el patrón estructural de crecimiento para toda la ciudad, los planes verificados que le siguieron son apenas leyes complementarias o ajustes administrativos, válidos y necesarios, pero que no reemplazan ni igualan la visión holística del modelo original.

c) Manejo del castor y acuerdos binacionales (2008–2023).

El establecimiento de programas binacionales para el control del castor (*Castor canadensis*) constituye uno de los pocos intentos explícitos de gestión ecológica de escala territorial mayor en Tierra del Fuego. Sin embargo, pese a la solidez científica que sustenta estos acuerdos, su implementación ha sido irregular y con resultados acotados. La ausencia de un financiamiento sostenido, la rotación administrativa y la limitada coordinación operativa entre organismos nacionales y provinciales han impedido avanzar hacia estrategias sistemáticas de erradicación o control. Este caso evidencia cómo, aun ante una problemática ecológica ampliamente reconocida y técnicamente caracterizada, la capacidad de acción pública efectiva puede verse condicionada por limitaciones institucionales y presupuestarias persistentes.

En conjunto, estos tres casos muestran que el marco normativo existente en Ushuaia presenta avances significativos en términos declarativos y programáticos, pero enfrenta dificultades recurrentes en su implementación operativa. La distancia entre planificación y

ejecución aparece como un rasgo estructural de la gobernanza ambiental local, condicionado por capacidades administrativas limitadas, presiones económicas inmediatas y un entramado institucional fragmentado que dificulta la gestión integral del territorio.

5.4. Limitaciones estructurales desde la perspectiva de sistemas complejos

El análisis revela que estas fallas no son excepciones ni errores aislados, sino manifestaciones de procesos sistémicos:

1. Sectorialidad de políticas: agua, bosques, residuos y turismo son gestionados sin integración.
2. Gobernanza reactiva: intervenciones tardías y parciales frente a problemas previsibles.
3. Asimetría de poder: actores turísticos e inmobiliarios condicionan modificaciones normativas.
4. Desfinanciación crónica: limita fiscalización, monitoreo y mantenimiento de infraestructura.
5. Ausencia de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE): no se evalúan impactos acumulativos.

Como señala Araque (comunicación personal, 2012), la falta de planificación estatal facilita ocupación informal y conflictividad territorial. De manera convergente, Worman (comunicación personal, 2012) subraya la ausencia histórica de infraestructura urbana previa a la expansión habitacional.

5.5. Oportunidades y conclusiones: Un sistema en disputa

El análisis de la implementación de políticas ambientales en Ushuaia muestra que, aunque existe un andamiaje normativo relativamente robusto en términos declarativos, su capacidad de incidencia efectiva sobre las dinámicas territoriales ha sido limitada. La planificación ambiental ha operado, en general, de manera reactiva y sectorial, concentrándose más en mitigar impactos que en anticipar transformaciones o actuar sobre

los bucles de retroalimentación que sostienen las tendencias de fragmentación del bosque periurbano, expansión urbana y presión turística.

Los casos examinados —la planificación del Corredor Costero del Canal Beagle, la vigencia prolongada del Plan de Desarrollo Urbano sin actualización y la implementación discontinua del programa binacional de manejo del castor— ilustran una constante: la distancia entre la formulación normativa y su ejecución práctica. Dicha distancia no se explica por la ausencia de instrumentos legales, sino por limitaciones estructurales en la articulación entre organismos, en la capacidad técnica y administrativa, y en la persistencia de incentivos económicos y políticos que favorecen soluciones de corto plazo por sobre estrategias de manejo ecosistémico.

Desde la perspectiva del sistema socio-ecológico reconstruido en los capítulos previos, esta brecha no es accidental, sino constitutiva: los bucles de retroalimentación que han moldeado el territorio condicionan las posibilidades de intervención estatal. En consecuencia, fortalecer la gobernanza ambiental no implica únicamente mejorar instrumentos de regulación o fiscalización, sino reorientar la toma de decisiones hacia escalas temporales y espaciales que permitan actuar sobre los procesos estructurales que sostienen la degradación.

En síntesis, la efectividad de las políticas ambientales en Ushuaia depende menos de la creación de nuevas normas y más de la capacidad de integrar la planificación territorial, la conservación ecológica y el desarrollo socioeconómico en una estrategia común, sostenida y multiescalar. La perspectiva histórica resulta clave en este sentido: permite identificar no sólo los resultados visibles de la transformación territorial, sino las trayectorias, inercias y puntos de inflexión que definen qué políticas son posibles y cuáles no. Reconocer esa historicidad es condición para construir intervenciones que no se limiten a gestionar los síntomas de la degradación, sino que incidan en sus causas profundas.

Capítulo 6. Dinámicas sistémicas y bucles de retroalimentación en el sistema socio-ecológico de Ushuaia

6.1. Introducción

Este capítulo examina la dinámica interna del sistema socio-ecológico de Ushuaia a partir de la identificación de las tensiones modales y los bucles de retroalimentación que han estructurado la relación entre sociedad y ambiente desde fines del siglo XIX. A diferencia del Capítulo 5 —centrado en el marco normativo e institucional— aquí el objetivo es comprender cómo se sostienen en el tiempo las tendencias de degradación, qué actores y racionalidades intervienen y de qué manera interactúan los distintos procesos ecológicos, económicos y políticos.

El enfoque permite explicar por qué, aun en presencia de normas, avances institucionales y movilización social, los patrones de fragmentación territorial, presión turística, pérdida de cobertura boscosa y degradación de cuencas hídricas tienden a persistir. En otras palabras, se trata de comprender qué fuerzas mantienen el sistema tal como es y qué condiciones serían necesarias para transformarlo.

6.2. El sistema en perspectiva: Acoplamientos críticos y emergentes

El análisis revela que el sistema socio-ecológico de Ushuaia opera a través de acoplamientos críticos entre sus subsistemas componentes (económico, político, territorial, ecológico y cultural). Estos acoplamientos, lejos de ser estáticos, han evolucionado históricamente, generando propiedades emergentes que explican tanto los períodos de relativa estabilidad como las fases de crisis. Comprender esta trayectoria histórica es clave para interpretar la estructura de dinámicas que caracterizan la situación contemporánea.

6.2.1. Matriz de Tensiones e Incoherencias Modales

La **Figura 6.2.1** presenta el análisis comparativo de la intensidad de las tensiones modales entre dimensiones éticas, estéticas, jurídicas, políticas, económicas, sociales, psicológicas, biológicas y físicas en cinco períodos históricos.

MAPA DE CALOR - TENSIONES MODALES EN USHUAIA (1869-2023)

Análisis diacrónico de las incoherencias entre dimensiones modales del sistema socioecológico



Figura 6.2.1 - Fuente: Elaboración propia

Nota metodológica.

La intensidad correspondiente a cada dimensión se estableció mediante análisis sistemático de fuentes históricas, considerando:

1. su mención explícita en documentos normativos y debates públicos del período;
2. su incidencia en decisiones de planificación territorial y gestión de recursos;
3. su presencia en narrativas dominantes de actores con capacidad decisoria.

La escala ordinal (1–5) refleja jerarquías relativas, no magnitudes absolutas, y fue validada mediante triangulación con análisis de contenido (Capítulo 3) y entrevistas realizadas en 2012.

6.2.2 Análisis Diacrónico de las Tensiones Modales en Ushuaia: De la Coherencia Incipiente a la Crisis Sistémica

El mapa de calor muestra una evolución histórica hacia la incoherencia normativa generalizada que caracteriza el período contemporáneo. A continuación, se describen las configuraciones modales predominantes en cada fase.

6.2.2.1 Período Pre-industrial (1869-1884): Tensión Incipiente

El sistema presenta equilibrios relativos, con tensiones moderadas originadas en la confrontación entre la lógica misional anglicana y las prácticas territoriales Yagán. La dimensión ética comienza a tensionarse (2), mientras las dimensiones biológica y física permanecen relativamente estables.

6.2.2.2 Período de Consolidación (1884-1920): Aceleración Extractiva

La conformación del Estado nacional introduce concesiones territoriales y expansión ganadera, elevando la tensión económica-biológica (4). La dimensión jurídica se vuelve más visible, aunque aún insuficiente para regular el acceso y uso del territorio.

6.2.2.3 Período Industrial (1920-1980): Tensión Máxima Histórica

La implementación del Régimen 19.640 y la industrialización acelerada generan la subordinación plena de las dimensiones ecológicas a la lógica de crecimiento económico. Las tensiones política-económica alcanzan su punto máximo (5). La captura de la toma de decisiones por intereses extractivistas es estructural.

6.2.2.4 Período de Transición (1980-2000): Reconfiguración Incompleta

Se observa la emergencia de una ética ambiental consolidada, que tensiona el modelo previo. Sin embargo, la dimensión económica mantiene alta presión sobre las bases biofísicas. El período se caracteriza por la coexistencia inestable de racionalidades contradictorias.

6.2.2.5 Período Contemporáneo (2000-2023): Crisis Sistémica Generalizada

Todas las dimensiones modales muestran tensión alta o crítica. Esto indica incoherencia normativa total, evidenciada en:

- Ética–Jurídica–Biológica: normas avanzadas vs. prácticas extractivas persistentes.
- Social–Biológica–Física: conflictos distributivos por territorio y calidad ambiental.
- Política–Jurídica: aplicación discrecional y captura regulatoria.

6.2.2.6 Patrones Estructurales Identificados

1. Dominancia persistente de la dimensión económica sobre la biológica.
2. Ascenso progresivo de la dimensión ética, sin capacidad estabilizadora plena.
3. Crisis contemporánea como crisis de gobernanza, no solo ambiental.
4. Dependencia de trayectoria extractiva reforzada a lo largo del tiempo.

6.2.2.7 Implicaciones para la Gobernanza Futura

El mapa confirma que los desafíos actuales no son meramente técnicos, sino estructurales. Una estrategia de sustentabilidad requiere:

- Gobernanza adaptativa y policéntrica.
- Prevención de captura regulatoria.
- Participación efectiva en decisiones territoriales.
- Evaluación ambiental estratégica con enfoque de acumulación de impactos.

Así, la historia socioambiental de Ushuaia puede leerse como la progresiva pérdida de coherencia sistémica, cuyo desenlace es la crisis contemporánea.

6.2.3. Acoplamientos Críticos entre Subsistemas y sus Manifestaciones Modales

Las configuraciones de tensión identificadas en la Figura 6.2.1, que reflejan conflictos entre lógicas modales, junto con los patrones de dominancia y subordinación que surgen del análisis de los bucles de retroalimentación (Figura 6.2.3), no operan de forma aislada, sino que se materializan a través de acoplamientos funcionales entre los distintos subsistemas

del sistema socio-ecológico de Ushuaia.. Estos acoplamientos, cuya intensidad ha variado históricamente, generan las propiedades emergentes que caracterizan cada régimen socio-ecológico y explican tanto la resiliencia del sistema como su vulnerabilidad ante perturbaciones. La Figura 6.2.3 (modelo de bucles) sintetiza gráficamente cómo estos acoplamientos se traducen en dinámicas de retroalimentación (R1, B1, R2), facilitando la lectura causal entre modalidades y procesos.

A continuación se analizan los tres acoplamientos críticos que han estructurado la dinámica del sistema durante el período estudiado, vinculando cada uno con los bucles representados en la Figura 6.2.3:

Acoplamiento 1: Economía política – Configuración territorial (Bucle R1)
La modalidad económica (extracción, turismo, valorización inmobiliaria) y la modalidad política (decisiones de planificación, concesiones, incentivos fiscales) están fuertemente acopladas. Ese acoplamiento produce la propiedad emergente de una ocupación territorial fragmentada y orientada a la renta de corto plazo. En la Figura 6.2.3 esta relación se plasma en el Bucle R1 (Trampa del Desarrollo Extractivo): decisiones políticas favorecen actividades extractivas y de expansión, generan beneficios económicos inmediatos que consolidan poder político y legitiman nuevas decisiones favorables a la expansión. En términos modales, la economía captura la política y subordina las dimensiones biológicas y físicas, retroalimentando la fragmentación territorial y la pérdida de integridad ecosistémica.

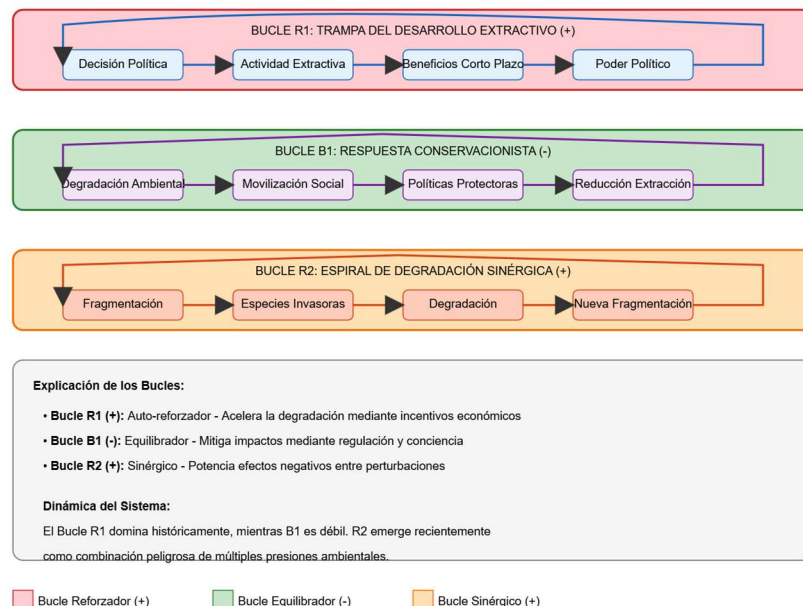
Acoplamiento 2: Perturbaciones antrópicas – Vulnerabilidad sistémica (Bucle R2)
Las perturbaciones históricas (tala, ganadería) y las perturbaciones contemporáneas (urbanización, obras viales, invasiones biológicas) se acoplan de modo sinérgico. La propiedad emergente es una vulnerabilidad sistémica acelerada: la pérdida de resiliencia ecológica que amplifica la probabilidad de cruzar umbrales irreversibles. En la Figura 6.2.3 esta dinámica aparece en el Bucle R2 (Espiral de Degradación Sinérgica): la fragmentación facilita la propagación de especies invasoras, lo cual incrementa la degradación y genera nueva fragmentación, cerrando un ciclo reforzador de deterioro. Aquí la interacción entre

dimensiones biológica, física y económica produce efectos no lineales que intensifican la crisis.

Acoplamiento 3: Ciencia – Gobernanza (acoplamiento débil, vinculado a B1) Aunque existe una producción científica local robusta (por ejemplo, CADIC-CONICET), su acoplamiento con la política pública y la toma de decisiones ha sido históricamente débil. La propiedad emergente es una brecha entre conocimiento y acción, que explica respuestas tardías y fragmentarias frente a problemas complejos. En la Figura 6.2.3 este acoplamiento se asocia con el Bucle B1 (Respuesta Conservacionista): la degradación ambiental genera movilización social y acciones protectoras, pero la traducción de evidencia científica en políticas efectivas es incompleta y a menudo intermitente. Por ello B1 actúa como equilibrador, pero con una capacidad limitada para neutralizar por sí solo los bucles reforzadores (R1 y R2).

El siguiente esquema muestra gráficamente la modelización de bucles de retroalimentación

Figura 6.3: Bucles de Retroalimentación en el Sistema Socioecológico de Ushuaia



Fuente: elaboración propia

Figura 6.2.3 – Fuente: Elaboración propia

Lectura integrada

La lectura conjunta de las Figuras 6.2.1 y 6.2.3 permite afirmar que los acoplamientos estructurales —economía-política-territorio; perturbaciones-vulnerabilidad; ciencia-gobernanza— no solo explican la emergencia de tensiones modales, sino que definen los caminos preferenciales por los que el sistema tiende a evolucionar. En el presente régimen, la fuerte asimetría de poder y la acción consolidada del Subsistema de Accionamiento alimentan el bucle R1. Ese Subsistema, cuyo concepto se desarrolla en detalle en el punto 6.5 y que se refiere al núcleo de actores y decisiones que impulsan la transformación territorial, opera en un contexto de desequilibrio. La débil traducción del conocimiento en políticas robustas limita la eficacia del bucle B1, mientras que la retroalimentación sinérgica entre perturbaciones materializa el bucle R2.

Consecuencia práctica: cualquier estrategia de gobernanza que aspire a ser efectiva deberá intervenir simultáneamente sobre estos acoplamientos: debilitar los incentivos que sostienen R1 (reforma de incentivos, transparencia en concesiones), fortalecer la conexión ciencia-política para robustecer B1 (instrumentos de co-gestión, presupuestos sostenidos para monitoreo) y diseñar medidas preventivas para cortar las cadenas que alimentan R2 (control efectivo de invasoras, planificación que evite nueva fragmentación).

6.4. Análisis desde la ecología política: Poder, conflicto y distribución ecológica

La perspectiva de la ecología política nos permite comprender cómo las relaciones de poder estructuran y reproducen los conflictos territoriales. Ariel Martínez, secretario de Desarrollo Sustentable y Ambiente (2011–2013), planteó que los conflictos de ocupación no podían reducirse a un dilema ambiental: “sus consecuencias son ambientales, pero sus causas no lo son [...] el origen y su resolución no puede ser ambiental sino social” (Martínez, comunicación personal, 2012). Esta afirmación introduce una clave de lectura transversal: el deterioro ecológico ligado a la urbanización precaria tiene raíces estructurales en las desigualdades sociales y en la ausencia de una planificación estatal efectiva, más que en una irresponsabilidad comunitaria.

El Dr. Roberto Mario Spratt enfatiza las dificultades asociadas a la conflictividad social permanente en Ushuaia, donde la escasa capacidad de diálogo y la predominancia de

intereses transitorios limitan la construcción de consensos sólidos para políticas de largo plazo. Según Spratt, 'la actitud delegativa y el particularismo marcan una lógica autodestructiva, dificultando la conformación de una esfera pública efectiva donde se diseñen políticas de estado a mediano y largo plazo' (Spratt, comunicación personal, 2012.). Estas observaciones revelan barreras sociales y políticas subyacentes que atentan contra la consolidación de un modelo de gobernanza adaptativa integral en contextos socio-ecológicos complejos.

Esta lectura social del conflicto se refleja en la dinámica de los bucles antes mencionados, cuya operación no es técnica ni neutral. La ecología política revela que el Bucle R1 es estructuralmente dominante porque está alimentado por asimetrías de poder históricamente constituidas:

- Modalidad política capturada: la capacidad de tomar decisiones (el nodo inicial del Bucle R1) ha estado influenciada desproporcionadamente por coaliciones de actores beneficiados por el modelo extractivo/expansionista (empresas madereras históricas, desarrollistas inmobiliarios, grandes operadores turísticos).

El abogado Eduardo Olivero, quien actuó como patrocinante de ocupantes irregulares, posiciona la ocupación dentro del marco de los derechos humanos: “en el caso de una familia en estado de necesidad, no se le puede decir que vaya a la calle [...] está en juego la vida, la salud y la integridad familiar” (Olivero, comunicación personal, 2011). Su análisis coincide con la noción de que el derecho a la vivienda digna es condición para el ejercicio pleno de la autonomía personal, constituyendo una deuda persistente del Estado frente a los sectores vulnerables.

- Distribución desigual de costos y beneficios: el Bucle R1 genera beneficios económicos concentrados (para quienes extraen o desarrollan) mientras socializa los costos ecológicos (contaminación, pérdida de biodiversidad, paisaje degradado) y sociales (marginación de comunidades locales e indígenas, pérdida de acceso a bienes comunes). Este es el núcleo de los conflictos de distribución ecológica que caracterizan el territorio fueguino.

En contraposición, el Bucle B1, orientado teóricamente a compensar o amortiguar los efectos del R1, resulta débil por diseño. Su debilidad no deriva de una falla técnica sino de una configuración institucional que limita su capacidad de regulación: los mecanismos de control ambiental, planificación territorial o participación ciudadana operan dentro de marcos normativos y presupuestarios subordinados a los intereses del R1. Así, la función compensatoria del Bucle B1 se vuelve más simbólica que efectiva, reproduciendo el desequilibrio estructural entre la lógica expansiva del crecimiento y la viabilidad ecológica del territorio.

La marginalidad política de la comunidad Yagán debe entenderse, en este marco, como una propiedad emergente del 'Sistema de Accionamiento'. El Bucle R1 no solo extrae recursos naturales, sino que también produce y reproduce marginalidad social como un subproducto de su funcionamiento. La sistemática falta de voz y agencia política de los descendientes Yagán es un síntoma de la captura del sistema político por intereses que no tienen incentivos para escucharlos. Su silenciamiento no es una omisión accidental, sino un resultado funcional a un modelo de desarrollo construido sobre la negación de los derechos territoriales indígenas

6.5. Síntesis conceptual: El modelo de los tres subsistemas acoplados

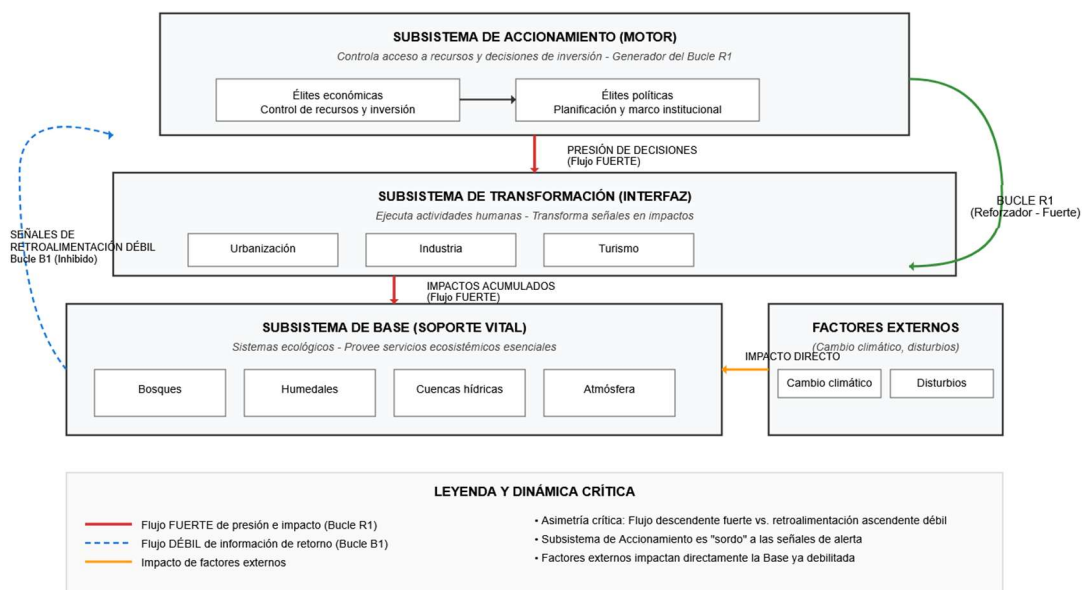
La Figura 6.5.1 integra este análisis en un modelo conceptual de tres subsistemas acoplados de manera asimétrica:

1. Subsistema de Accionamiento (Motor): Compuesto por las élites económicas y políticas que controlan el acceso a los recursos y las decisiones de inversión y planificación. Este subsistema es el generador primario del Bucle R1.
2. Subsistema de Transformación (Interfaz): Donde se ejecutan las actividades humanas (urbanización, industria, turismo). Este subsistema transforma las señales del Accionamiento en impactos concretos sobre el territorio.
3. Subsistema de Base (Soporte Vital): Constituido por los sistemas ecológicos (bosques, humedales, cuencas hídricas, atmósfera) que proveen los servicios ecosistémicos esenciales. Este subsistema recibe los impactos y genera las señales

de retroalimentación (degradación, pérdida de servicios) que alimentan el Bucle B1.

4. La dinámica crítica: El flujo de presión desde el Accionamiento hasta la Base es fuerte y continuo. El flujo de información de retorno (señales de la Base) es débil y a menudo ignorado por el Subsistema de Accionamiento, cuyo diseño institucional y estructura de incentivos lo hacen sordo a las señales algedónicas. Los disturbios externos (cambio climático) impactan directamente sobre la Base, ya de por sí debilitada, exacerbando su degradación.

Figura 6.5.1. Modelo conceptual de tres subsistemas acoplados asimétricamente



6.6. Discusión: Patrones sistémicos, umbrales y puntos de no retorno

El análisis histórico-ambiental desarrollado en los capítulos previos permite identificar la existencia de un sistema socio-ecológico en el que dimensiones económicas, políticas, territoriales y ecológicas se encuentran acopladas de manera dinámica. Esto implica que los cambios producidos en uno de los subsistemas repercuten de forma acumulativa en los demás, generando procesos de retroalimentación que pueden amplificar tensiones y conducir a transiciones de régimen. En este sentido, la discusión no se centra únicamente

en la descripción de cambios ambientales o urbanos, sino en la identificación de los patrones sistémicos que los organizan y de los umbrales a partir de los cuales esos procesos adquieren carácter potencialmente irreversible.

6.6.1 Patrones sistémicos

Patrón 1. Acoplamiento entre promoción económica, urbanización y presión sobre el bosque.

A lo largo del periodo considerado, la política pública orientada al crecimiento económico —primero asociada a la industrialización, luego al turismo— ha funcionado como principal fuerza motriz de la expansión urbana. Este proceso ha incentivado la ocupación de espacios periurbanos cercanos al bosque andino-patagónico, aumentando la fragmentación del paisaje y reduciendo la continuidad ecológica. De este modo, la urbanización no aparece como resultado espontáneo del incremento poblacional, sino como consecuencia estructural de un esquema económico que requiere crecimiento territorial para sostener su dinámica.

Patrón 2. Externalización territorial de costos ambientales.

Los impactos derivados de la pérdida de cobertura boscosa, la degradación de cursos de agua y la disminución de servicios ecosistémicos se distribuyen de manera desigual. Los sectores de menores ingresos, localizados mayoritariamente en áreas periurbanas, quedan expuestos a mayores riesgos ambientales y menor acceso a infraestructura y servicios. Este patrón indica que los procesos de transformación ecológica y social se encuentran correlacionados, de modo que la degradación ambiental contribuye a reforzar desigualdades socioespaciales existentes.

Patrón 3. Interacción entre especies invasoras y fragmentación antrópica.

La presencia del castor introduce una dinámica adicional que actúa como amplificador de la vulnerabilidad territorial. La alteración hidrológica y la muerte de individuos adultos de bosque asociadas a la construcción de diques se potencian cuando el paisaje forestal se encuentra previamente fragmentado. Es decir, la invasión no opera de manera aislada, sino

en interacción con presiones territoriales de origen humano. Este patrón muestra que la resiliencia ecológica disminuye significativamente cuando múltiples perturbaciones convergen sobre el mismo sistema.

6.6.2 Umbrales y puntos de no retorno

A partir de los patrones identificados, es posible reconocer umbrales socio-ecológicos cuya superación podría inducir cambios de estado difícilmente reversibles:

1. **Pérdida crítica de continuidad del bosque periurbano.**

Cuando la fragmentación supera determinados niveles de conectividad, se reduce la capacidad de regeneración y se comprometen funciones hidrológicas esenciales. Esto puede derivar en procesos acelerados de erosión, degradación de suelos y pérdida de biodiversidad, con consecuencias de largo plazo para la estabilidad del paisaje.

2. **Dependencia consolidada de modelos energéticos y urbanos de alta demanda.**

La persistencia de patrones de consumo térmico intensivo, combinada con una infraestructura edilicia poco eficiente, refuerza un ciclo que incrementa el uso de combustibles y, en consecuencia, los niveles de contaminación atmosférica estacional. Una vez que este régimen se estabiliza, su reversión exige esfuerzos institucionales y económicos significativamente mayores.

3. **Desarticulación de memorias territoriales y saberes locales.**

La reducción de la presencia y voz de comunidades originarias en los procesos de toma de decisiones debilita la diversidad de perspectivas sobre la gestión de los bienes comunes y limita la capacidad de formular estrategias adaptativas inclusivas. La pérdida de memoria territorial constituye un umbral cultural con efectos de largo plazo sobre las posibilidades de reconstrucción de vínculos con el ambiente.

6.6.3 Aporte metodológico de la integración multimodal y de sistemas complejos

La aplicación conjunta del enfoque multimodal y de la teoría de sistemas complejos permitió articular dimensiones históricas, ecológicas y socioeconómicas sin reducirlas a una explicación lineal. La multimodalidad posibilitó desagregar el sistema en componentes

identificables (físicos, bióticos, sociales, políticos y simbólicos), mientras que el enfoque de sistemas complejos permitió reconocer las interdependencias y retroalimentaciones que estructuran su funcionamiento. Esta integración hizo posible identificar patrones y umbrales que no resultan visibles cuando los procesos se analizan de forma sectorial.

6.6.4 Implicaciones para la gobernanza socio-ecológica

La identificación de patrones sistémicos y umbrales permite orientar la toma de decisiones hacia intervenciones con mayor capacidad de modificar dinámicas subyacentes. Entre ellas se destacan: (i) políticas de ordenamiento territorial que prioricen la protección de la continuidad del bosque periurbano; (ii) estrategias de transición energética residencial que reduzcan la dependencia de combustibles fósiles; y (iii) mecanismos institucionales de participación efectiva de actores locales, incluyendo comunidades originarias, en el diseño y evaluación de la gestión ambiental.

6.6.5 Conclusión de la discusión

El sistema socio-ecológico analizado se encuentra en un punto en el cual la interacción entre presiones económicas, transformaciones territoriales e impactos ecológicos configura escenarios de vulnerabilidad creciente. La persistencia de los patrones identificados incrementa la probabilidad de superar umbrales con efectos duraderos. Por ello, la orientación de las políticas públicas hacia la conservación de la integridad ecológica, la equidad socioespacial y la participación efectiva resulta clave para sostener la resiliencia futura del territorio.

6.7. Conclusión: Síntesis de la dinámica sistémica y transición hacia las recomendaciones

Este capítulo ha demostrado que la historia socioambiental de Ushuaia no es una mera sucesión de eventos, sino el resultado de dinámicas sistémicas profundas gobernadas por la interacción de bucles de retroalimentación, acoplamientos críticos y estructuras de poder asimétricas. La modelización propuesta ofrece una "foto completa" que trasciende la

descripción fragmentaria, revelando el "por qué profundo" de la persistencia de las trayectorias de degradación.

Los hallazgos centrales de este análisis integrado son:

1. La Dominancia del Bucle Extractivo (R1): La trayectoria del sistema ha estado históricamente dominada por un bucle de retroalimentación positiva que auto-refuerza la actividad extractiva y expansiva. Este bucle no es un accidente, sino el producto de una estructura de poder que ha capturado la toma de decisiones (modalidad política) para servir a intereses económicos de corto plazo (modalidad económica), subordinando al resto de las modalidades (ética, social, biológica).
2. La Sinergia de las Crisis (Bucle R2): En la fase contemporánea, emerge un nuevo bucle reforzador más peligroso y complejo, donde las presiones se potencian entre sí (fragmentación + invasiones biológicas + cambio climático). Este bucle está llevando al sistema hacia umbrales críticos que podrían reconfigurar de manera irreversible los ecosistemas fueguinos.
3. La Debilidad Estructural de la Gobernanza (Bucle B1): La respuesta conservacionista, aunque existente, ha sido estructuralmente débil y reactiva. Su incapacidad para equilibrar el sistema evidencia un déficit de gobernanza adaptativa, donde las señales algedónicas de la base socio-ecológica no logran traducirse en acciones efectivas y oportunas del sistema de accionamiento.
4. La Injusticia como Propiedad Emergente: La distribución desigual de los costos y beneficios no es un efecto colateral, sino una propiedad emergente del diseño del sistema. Los conflictos de distribución ecológica son, por tanto, síntomas inevitables de una dinámica que privilegia la acumulación sobre la equidad y la sustentabilidad.

En síntesis, el sistema socio-ecológico de Ushuaia presenta actualmente fuertes inercias históricas (dependencia de trayectoria), en las que las dinámicas pasadas y presentes condicionan de manera significativa las posibilidades de transición hacia la sustentabilidad. No obstante, la literatura sobre historia ambiental y transformación socio-ecológica señala que, aun en contextos de alta inercia, pueden abrirse oportunidades de cambio. Como

sostiene Gallini (2009): 'la idea de la historia ambiental como medio para impulsar el cambio y perseguir una “nueva cultura de la naturaleza” ha servido como aglutinadora para darle cohesión a la comunidad científica...' (p. 8)

Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones. Hacia una gobernanza adaptativa para la resiliencia socio-ecológica de Ushuaia

El análisis desarrollado en los capítulos anteriores mostró que el sistema socio-ecológico de Ushuaia se encuentra estructurado por dinámicas históricas persistentes y por bucles de retroalimentación que refuerzan la expansión urbana, la presión sobre el bosque y la disminución progresiva de su resiliencia ecológica. A partir de este diagnóstico, el presente capítulo se orienta a examinar las implicancias estratégicas de dichas dinámicas, considerando los límites materiales y políticos que condicionan la capacidad de intervención pública y social en el territorio.

7.1. Síntesis de hallazgos y verificación de la hipótesis

Esta investigación partió de la hipótesis de que la expansión urbana, industrial y turística de Ushuaia (1869–2023) incrementó significativamente la pérdida de bosques nativos, la contaminación y la introducción de especies exóticas, resultando en una disminución de la biodiversidad y un aumento de conflictos sociales. Los resultados obtenidos no solo confirman esta hipótesis, sino que permiten comprender estos procesos como manifestaciones de dinámicas sistémicas más profundas y persistentes.

La pérdida de bosques no constituye un efecto colateral inevitable del crecimiento urbano, sino el resultado histórico de un modelo de desarrollo extractivo, institucionalmente sostenido, que opera a través de bucles de retroalimentación identificados en este trabajo (R1 y R2). La contaminación se interpreta como expresión material de un metabolismo urbano-industrial basado en subsidios energéticos y expansión territorial sin límites claros. Los conflictos sociales, por su parte, se entienden como conflictos de distribución ecológica, donde los costos se territorializan y los beneficios se concentran.

Así, la verificación de la hipótesis es afirmativa pero matizada: los impactos observados derivan de estructuras históricas de decisión que han priorizado de manera sistemática el crecimiento económico inmediato por sobre la integridad ecológica y la equidad territorial. Esta priorización ha erosionado las capacidades de resiliencia del sistema socio-ecológico fueguino, dejando al territorio en una situación de vulnerabilidad acumulativa frente a shocks ambientales y económicos.

7.2. Aportes al marco teórico: La integración como avance

El aporte central de esta tesis es haber demostrado la viabilidad analítica y explicativa de integrar cuatro marcos conceptuales que suelen articularse de manera fragmentaria:

1. **Historia Ambiental**, para reconstruir la co-evolución sociedad–naturaleza y los procesos de territorialización.
2. **Teoría de Sistemas Complejos (TSC)**, para modelizar bucles de retroalimentación y comportamientos no lineales.
3. **Ecología Política**, para explicar cómo relaciones de poder estructuran la distribución de costos y beneficios ambientales.
4. **Pensamiento Sistémico Multimodal**, para desagregar la realidad en modalidades analíticas y recomponerla en patrones sistémicos.

La originalidad de este trabajo no reside solamente en emplear estos marcos, sino en operacionalizar su integración como herramienta para:

- identificar patrones sistémicos;
- reconocer umbrales socio-ecológicos;
- y derivar recomendaciones concretas de intervención.

Esta integración, aplicada al caso de Ushuaia, se propone como modelo transferible para el análisis de otros sistemas socio-ecológicos de frontera, donde convergen fragilidad ambiental, presión turística y desigualdad socioespacial.

7.3. Recomendaciones para la gestión: Interrumpir bucles, fortalecer resiliencia

La Figura 7.3 sintetiza la estrategia de intervención derivada de los bucles identificados en el Capítulo 6, mostrando cómo cada línea de gestión se orienta a interrumpir dinámicas auto-reforzadoras o fortalecer mecanismos de resiliencia. El esquema no representa un plan operativo, sino una articulación de condiciones estratégicas que permiten modificar el comportamiento del sistema socio-ecológico en el mediano y largo plazo.

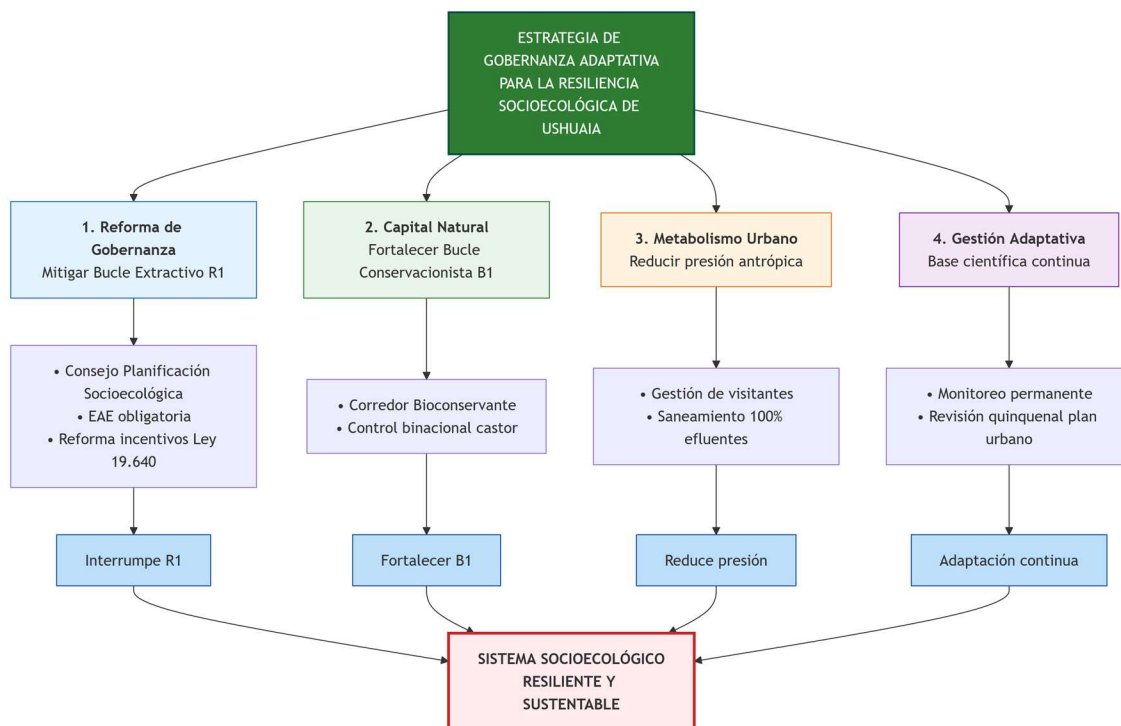


Figura 7.3. Estrategia de gobernanza adaptativa para la resiliencia socio-ecológica de Ushuaia.

Fuente: elaboración propia

- Las dinámicas identificadas en el Capítulo 6 muestran que la persistencia de los bucles de retroalimentación no es el resultado de decisiones aisladas, sino de configuraciones institucionales, económicas y territoriales que se han consolidado a lo largo del tiempo. Por ello, las recomendaciones de gestión no pueden formularse como intervenciones puntuales, sino como estrategias orientadas a

modificar las condiciones que sostienen dichos bucles. El objetivo no es reemplazar un modelo por otro, sino aumentar la capacidad adaptativa del sistema socio-ecológico y reducir sus vulnerabilidades estructurales.

En este marco, la estrategia se organiza en torno a cuatro líneas complementarias, que corresponden directamente a los mecanismos identificados en los bucles R1, B1 y R2:

- **1. Reforma de Gobernanza (Interrumpir R1)**

La expansión del modelo extractivo y sus correlatos territoriales se sostiene en incentivos y arreglos de decisión que refuerzan la continuidad del bucle R1. La creación de un Consejo de Planificación Socio-ecológica con participación vinculante, la incorporación de la Evaluación Ambiental Estratégica como requisito para decisiones territoriales de alto impacto, y la revisión de los incentivos asociados a la Ley 19.640 permiten desacoplar beneficios políticos de corto plazo de la expansión territorial, debilitando el mecanismo auto-reforzador que históricamente impulsó la transformación del paisaje.

- **2. Capital Natural y Continuidad Ecológica (Fortalecer B1)**

El fortalecimiento del bucle conservacionista requiere aumentar la capacidad ecológica y social para sostener procesos de protección. La consolidación de corredores bioconservantes, la coordinación binacional para el manejo del castor y la defensa de áreas de amortiguación urbano-forestales permiten que la movilización social y las políticas de conservación no solo contengan impactos, sino que reconstruyan resiliencia. Aquí la prioridad no es solo conservar superficie, sino mantener continuidad funcional y capacidad de regeneración.

- **3. Metabolismo Urbano y Reducción de Presión Antrópica (Reducir R2)**

La presión sobre el sistema no se explica únicamente por el uso del territorio, sino por la intensidad material del metabolismo urbano. Políticas de gestión de visitantes, mejora del saneamiento y avance hacia el tratamiento integral de

efluentes permiten reducir la carga ecológica acumulativa. Se trata de intervenir sobre los flujos que sostienen la espiral de degradación del bucle R2, disminuyendo su capacidad de retroalimentarse.

- **4. Gestión Adaptativa y Base Científica Continua (Sostener resiliencia)**

La complejidad del sistema exige dispositivos de ajuste permanente, más que planes cerrados. El establecimiento de un programa estable de monitoreo socio-ecológico, junto con la revisión periódica del planeamiento urbano, permite incorporar aprendizaje institucional y ajustar decisiones a partir de resultados observables. La adaptabilidad se vuelve una capacidad estructural del sistema, no una respuesta reactiva.

Estas líneas no constituyen un modelo alternativo acabado, sino condiciones para que la ciudad pueda sostener su funcionamiento sin continuar deteriorando las bases ecológicas que lo posibilitan. En todos los casos, la gestión de la resiliencia depende de la articulación entre instituciones, sociedad civil y conocimiento científico, y no de la acción unilateral de un solo actor. La reconstrucción de continuidad ecológica, la moderación del metabolismo urbano y la reorganización de incentivos son procesos progresivos, acumulativos y necesariamente colectivos.

7.4. Líneas prioritarias de investigación futura

Las futuras líneas de investigación deben centrarse en profundizar en la comprensión de los umbrales ecológicos y los puntos de no retorno que amenazan la estabilidad del sistema socio-ecológico en Ushuaia. Para ello, es fundamental avanzar en el desarrollo de modelos integrados que combinen la monitorización continua con de modelación de dinámicas no lineales para identificar de manera temprana las señales de deterioro o de recuperación potencial del sistema.

Además, resulta imprescindible generar estudios que aborden las relaciones de poder, la gobernanza y las formas de participación social en la gestión ambiental, ya que estos aspectos condicionan la implementación efectiva de políticas sustentables. La articulación entre ciencia y comunidad, mediante metodologías participativas y escenarios

prospectivos, permitirá diseñar estrategias de gestión adaptativa que sean sensibles a las particularidades socioeconómicas y culturales del territorio.

En línea con ello, también se deben explorar las interacciones entre las variables climáticas y las modificaciones territoriales, con el fin de evaluar la vulnerabilidad y la resiliencia ante escenarios de cambio global. Finalmente, la investigación en restauración ecológica y en nuevos enfoques de uso sustentable de los recursos naturales será crucial para consolidar propuestas que integren la conservación y el desarrollo social en el largo plazo.

El enfoque teórico integrador que combina ecología política, teoría de sistemas complejos, historia ambiental y pensamiento sistémico multimodal ha demostrado ser fundamental para comprender la profunda complejidad de las transformaciones socioambientales en Ushuaia. La identificación de umbrales críticos y propiedades emergentes en el sistema socio-ecológico resulta coherente con las observaciones empíricas respecto a los cambios acelerados en el uso del suelo, la fragmentación del territorio y las dinámicas sociales conflictivas.

Los análisis basados en ecología política permiten entender cómo las relaciones de poder y las estructuras económicas configuran las prácticas territoriales y las políticas públicas, validando así la evidencia documental y testimonial sobre conflictos ambientales y desigualdad socioambiental. Por su parte, la teoría de sistemas complejos aporta un marco explicativo sobre la no linealidad, los bucles de retroalimentación y la resistencia o vulnerabilidad del sistema ante perturbaciones, conceptos que se reflejan en los patrones históricos y actuales identificados.

Al vincular estas teorías con los datos empíricos, no solo se fortalece la explicación de los procesos observados, sino que también se establece una base sólida para desarrollar propuestas de gobernanza adaptativa que reconozcan la multidimensionalidad del problema. Esta integración teórico-empírica clarifica la necesidad de intervenir en múltiples niveles y actores, reconocidos en el análisis de redes y actores sociales, para avanzar hacia un desarrollo urbano y ambientalmente sustentable.

En conclusión, el diálogo sistemático entre teoría y evidencia empírica no solo legitima los hallazgos, sino que otorga sustento para recomendaciones estratégicas, posicionando esta investigación como un puente significativo entre conocimiento académico y acción política.

7.5. Reflexión final

Ushuaia simboliza la tensión entre desarrollo y conservación en un escenario de frontera, donde las dinámicas de crecimiento y la presión social generan desafíos de gran complejidad. La experiencia adquirida en esta investigación evidencia que no existe una solución única ni lineal para garantizar un futuro sustentable, sino que es necesaria una perspectiva integral que involucre la participación de actores sociales, el conocimiento científico actualizado y la voluntad política.

Es fundamental fortalecer la gobernanza ambiental en Ushuaia mediante la incorporación de modelos de co-gestión adaptativa que han demostrado eficacia en contextos socio-ecológicos complejos y diversos. La co-gestión adaptativa, definida como un proceso colaborativo que combina la gestión flexible con el aprendizaje continuo, ha sido exitosa en múltiples estudios orientados a la sostenibilidad y resiliencia de sistemas socioambientales (Berkes, 2012; Olsson, Folke & Berkes, 2004).

En contextos donde convergen comunidades locales, autoridades y científicos, como ocurre en varias reservas subantárticas, estos modelos han facilitado la integración de conocimientos tradicionales y científicos, logrando una mayor legitimidad social y técnica a las decisiones (Olsson et al., 2004). La concreción de estos modelos requiere la creación de espacios de diálogo efectivos y mecanismos de rendición de cuentas que permitan la participación real y la transparencia en la gestión ambiental.

Para Ushuaia, la adaptación de estas experiencias implica fomentar redes colaborativas que incluyan actores como comunidades indígenas, organizaciones civiles, académicos y entes públicos, articulando políticas que promuevan equidad y justicia ambiental. La implementación debe sustentarse en una planificación flexible y dinámica, con indicadores

claros y herramientas de monitoreo permanente que permitan reaccionar anticipadamente a cambios o emergencias ecosistémicas y sociales (Folke et al., 2005).

Esta gobernanza adaptativa es clave para superar las limitaciones actuales en coordinación interinstitucional y recursos, alineando la gestión ambiental con los valores y demandas de la comunidad local, y aumentando la capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático, la presión urbana y las transformaciones territoriales.

La comprensión del sistema socio-ecológico de Ushuaia como una construcción histórica acumulativa permite reconocer que las transformaciones ambientales y territoriales actuales no son el resultado de decisiones recientes, sino la expresión de procesos de larga duración que definieron el modo en que la ciudad se vincula con su entorno. La posibilidad de sostener un futuro habitable no depende únicamente de nuevas intervenciones técnicas, sino de la capacidad colectiva para revisar los supuestos que han guiado hasta ahora la expansión urbana, el uso del bosque y la gestión de los bienes comunes. En este sentido, la resiliencia no debe entenderse como retorno a un estado previo, sino como la habilidad compartida de reconfigurar relaciones, adaptarse a condiciones cambiantes y mantener abiertas las posibilidades de continuidad ecológica y social. La tesis se inscribe en ese horizonte: no para ofrecer soluciones cerradas, sino para contribuir a una comprensión más profunda de los procesos que hacen posible —o amenazan— la habitabilidad futura del territorio.

Referencias

- AccuWeather. (2025). Índice de calidad del aire de Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. Recuperado de <https://www.accuweather.com/es/ar/ushuaia/6462/air-quality-index/6462> . Consultado el 20 de septiembre de 2025
- Administración de Parques Nacionales. (2007). *Plan de manejo del Parque Nacional Tierra del Fuego*. Administración de Parques Nacionales.
- Alba, F., et al. (1986). *Demografía y economía en México, 1940–1970*. El Colegio de México.
- Alimonda, H. (2011). *La naturaleza colonizada: Ecología política y minería en América Latina*. CLACSO.
- Anderson, C. B., Griffith, C. R., Rosemond, A. D., Rozzi, R., & Dollenz, O. (2006). The effects of invasive North American beavers on riparian plant communities in Tierra del Fuego, Chile. *Journal of Ecology*, 94(6), 1126–1136. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01166.x>
- Anderson, C. B., Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V., Wallem, P. K., Moorman, M. C., & Rosemond, A. D. (2006). Do introduced North American beavers engineer differently in southern South America? *Biological Conservation*, 128(4), 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.011>
- Anderson, C. B., Pastur, G. M., Lencinas, M. V., Wallem, P. K., & Rosemond, A. D. (2009). A conceptual framework for the invasion of *Castor canadensis* in subantarctic forests of southern Patagonia. *Mammal Review*, 39(1), 33–52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2008.00135.x>
- Argentina Forestal. (2020, 5 de mayo). Los castores en Tierra del Fuego: 200.000 diques contruidos. *Argentina Forestal*. <https://www.argentinaforestal.com/2020/05/05/los-castores-en-tierra-del-fuego-200-000-diques-construidos/>
- Barrios, D. E. (2024). ¿Paisaje roto? Transformaciones territoriales, paisaje y turismo en Ushuaia. *Ayana. Revista de Investigación en Turismo*, 5(1), 5–20.

- Bauer, M., & Aarts, B. (2008). *A construção do corpus: um princípio para a coleta de dados qualitativos*. In M. Bauer & G. Gaskell (Eds.), *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Vozes.
- Becerra, G., & Castorina, J. A. (2016). Una mirada social y política de la ciencia en la epistemología constructivista de Rolando García. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(52), 459–480.
- Beer, S. (1979). *The Heart of Enterprise*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Beer, S. (1985). *Diagnosing the System for Organizations*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Benítez-Malvido, J., et al. (2024). Changes in the bird communities of *Nothofagus* forests in a long-term plot in Tierra del Fuego. *Austral Ecology*, 49(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/aec.13464>
- Biodiversidad en América Latina. (2019, 24 de septiembre). Avanza la deforestación de bosques nativos en Tierra del Fuego por el Corredor del Beagle. <https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Avanza-la-deforestacion-de-bosques-nativos-en-Tierra-del-Fuego-por-el-Corredor-del-Beagle>
- Boninsegna, J. A., et al. (2009). Dendroclimatological reconstructions in South America: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3), 210–228. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.07.020>
- Bouker, G., Tyree, A., San Martín, A., Salom, A., Dodino, S., & Balza, U. (2021). Garbage dump use, mortality, and microplastic exposure of raptors in Ushuaia, Tierra del Fuego Province, Southern Argentina. *Journal of Raptor Research*, 55(2), 220–229.
- Bridges, T. (2001). *Los indios del último confín: Sus escritos para la South American Missionary Society, 1869–1886* (A. Canclini, Comp.). Zagier & Urruty.
- Butto, A., Fiore, D., & Vargas, V. (2022). Los Yaganes durante el período de contacto (siglo XVII hasta la actualidad). En A. M. Tivoli & A. F. Zangrando (Eds.), *Pueblos originarios del Onashaga: Pasado, presente y futuro* (pp. 49–58). Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Administración de Parques Nacionales, Parque Nacional Tierra del Fuego, Agencia de Desarrollo Ushuaia Bureau, & Consejo Federal de Ciencia y Tecnología.

- CADIC. (2020, 11 de abril). CADIC, 51 años de ciencia en Tierra del Fuego. *El Rompehielos*. <https://elrompehielos.com.ar/cadic-51-anos-de-ciencia-en-tierra-del-fuego>
- Calderón Cockburn, J. (1987). Las luchas por la tierra en el área metropolitana de la Ciudad de México (1980–1984). *Revista Mexicana de Sociología*, 49(3), 123–145.
- Canclini, A. (1980). *Tomás Bridges: pionero en Ushuaia*. Ediciones Marymar.
- Canclini, A. (1989). *Así nació Ushuaia: Orígenes de la ciudad más austral del mundo*. Editorial Plus Ultra.
- Casiello, F. (2005). Pensamiento sistémico multimodal: Bases teóricas y aplicaciones. *Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas del Rosario*, 1–21. (si tenés rango de páginas exacto, decímelo y lo agregó)
- Casiello, F., & Villarruel, J. (2014). *Desarrollo sostenible y pensamiento multimodal*. Editorial Académica Española.
- Castellanos, E., et al. (2022). Central and South America. En H.-O. Pörtner et al. (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (pp. 1689–1816). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.014>
- Cecarelli, S. (2010). *El presidio de Ushuaia: Territorio, poder y subjetividad*. Editorial Teseo.
- Cecarelli, S. (2025). *Tierra del Fuego, el último territorio nacional (1884–1991)*. Editora Cultural Tierra del Fuego.
- Chiari, M. E. (2013). *Problemática ecológico-política de la ciudad de Ushuaia en el período 1991–2011*. Ushuaia Libros.
- Cohen, C., Medina, G., & Villegas, M. L. (2025). Ushuaia como destino de cruceros: Una aproximación de su configuración territorial desde la mirada de los actores clave. *Geograficando*, 21(1), e179. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe179>
- Colección La Lupa. (2011). *Bosques de Tierra del Fuego*. Centro de Estudios Patagónicos.
- Corboz, A. (1983). El territorio como palimpsesto. *Geocrítica*, 44, 1–22.

- CNBA. (s. f.). *Bosques subantárticos de Tierra del Fuego*. Comisión Nacional de Bibliotecas de Argentina.
- Cuevas, J. G. (2000). Tree recruitment at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. *Journal of Ecology*, 88(5), 840–855. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00497.x>
- de Raadt, J. D. R., & de Raadt, V. (2004). Normative evaluation of community projects: A multimodal systems approach. *Systemic Practice and Action Research*, 17(2), 121–145.
- Dooyeweerd, H. (1955). *A new critique of theoretical thought*. Presbyterian and Reformed Publishing Company.
- Eljall, M., et al. (2019). Distribución y patrones espaciales del impacto de un ingeniero de los ecosistemas exótico e invasor, *Castor canadensis*, en Tierra del Fuego, Argentina. *Ecología Austral*, 29:063-071.
- Escobar, A. (2015). *Territorios de diferencia: Lugar, movimientos, vida, redes*. Universidad del Cauca.
- Esteves, J. L., & Amín, O. (2004). Contaminación hídrica en las bahías de Ushuaia: Niveles de coliformes y metales pesados. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 6(2), 45–56.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Morata.
- Fundación InnovaT. (2008). *Estudio de factibilidad de erradicar el castor en Tierra del Fuego*. Gobierno de Tierra del Fuego.
- Gallini, S. (2009). Historia, ambiente, política: El camino de la historia ambiental en América Latina. *Nómadas*, 30, 92–102.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.
- García Basalo, J. (1981). *La colonización penal de la Tierra del Fuego*. Ediciones Marymar.
- Gönc, R. L., Casaux, R. J., & Szulkin-Dolhatz, D. (2015). Efectos de los disturbios generados por diferentes estrategias de manejo... *Ecología Austral*, 25(3), 231–241. <https://doi.org/10.25260/EA.16.25.3.0.196>

- Granitto, M., Lopez, M. E., Bursztyn Fuentes, A. L., Maluendez Testoni, M. C., & Rodríguez, P. (2025). Relationship between riparian zones and water quality in the main watersheds of Ushuaia City, Tierra del Fuego (Argentina). *Ecological Processes*, 14(1), 18.
- Hajer, M. (1995). *The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process*. Oxford University Press.
- Harsch, M. A., Hulme, P. E., McGlone, M. S., & Duncan, R. P. (2009). Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. *Ecology Letters*, 12(10), 1040–1049. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x>
- Herzer, H., et al. (1997). Ocupaciones irregulares en Buenos Aires: Percepciones y relaciones sociales. *EURE (Santiago)*, 23(69), 45–60.
- Historia de Ushuaia—Tierra del Fuego—Patagonia—Argentina. (s. f.). Recuperado 20 de agosto de 2025, de <http://www1.tierradelfuego.org.ar/historia/ushuaia/resena.php>
- INDEC. (2022). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Instituto Fueguino de Turismo. (s. f.). *Nothofagus betuloides* | Dicotiledóneas. Guía de especies. Recuperado el 15 de agosto de 2025 de <https://findelmundo.tur.ar/es/guia-campo/400>
- Instituto Provincial de Análisis e Investigación, Estadísticas y Censos. (s. f.). *Estadísticas sociales y demográficas*. Recuperado 26 de agosto de 2025 de <https://ipiec.tierradelfuego.gob.ar/estadisticas-sociales-y-demograficas/>
- Iturraspe, R., et al. (2021). Efectos del crecimiento urbano sobre humedales costero-continentales del ambiente semiárido de Tierra del Fuego, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, 1–20.
- Kunz, A. (2008). La anomia y su influencia en problemas de ineficiencia social e ilegalidad en Argentina. *Documento de Trabajo N° 218*, Universidad de Belgrano. Disponible en: http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/218_kunz.pdf
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI.

- Leff, E. (2006). La ecología política en América Latina: Un campo en construcción. En H. Alimonda (Ed.), *Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana* (pp. 21–44). CLACSO.
- Lenoir, J., & Svenning, J.-C. (2015). Climate-related range shifts: A global multidimensional synthesis and new research directions. *Ecography*, 38(1), 15–28. <https://doi.org/10.1111/ecog.00967>
- Lipietz, A. (2000). Political ecology and the future of Marxism. *Capitalism Nature Socialism*, 11(3), 69–85.
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., ... & Taylor, W. W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317(5844), 1513–1516. <https://doi.org/10.1126/science.1144004>
- Livolsi, D. (2011). *Ley 19.640: Evolución y crecimiento de la Isla Grande de Tierra del Fuego*. Universidad Nacional de La Matanza.
- Lizarralde, M., et al. (1996). Effects of beaver (*Castor canadensis*) on the nutrient dynamics of the Southern Beech forest of Tierra del Fuego (Argentina). *Ecología Austral*: 6:101-105,1996. Asociación Argentina de Ecología
- Lodolo, E., Menichetti, M., Bartole, R., Ben-Avraham, Z., Tassone, A., & Lippai, H. (2003). Magallanes–Fagnano continental transform fault (Tierra del Fuego, southernmost South America). *Tectonics*, 22(6), 1076. <https://doi.org/10.1029/2003TC001500>
- Luppo, S., Roig, C., & Rabassa, J. (1990). Determinación de prioridades en el análisis de la problemática ambiental urbana: El caso de Ushuaia. En *Latinoamérica, medio ambiente y desarrollo* (pp. 87–95). Fundación Roulet.
- Mansilla, P. R., Roullet, C. S., Diodato, S. L., & Lopez, M. E. (2024). *Experiencia sobre generación domiciliaria de residuos en Ushuaia: ¿Sabemos lo que consumimos?* <https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-ambientales/article/view/2830>
- Martínez-Alier, J. (2002). *The environmentalism of the poor: A study of ecological conflicts and valuation*. Edward Elgar Publishing.
- Martínez-Pastur, G., Peri, P. L., Fernández, M. C., Staffieri, G., & Rodríguez, M. V. (2010). Investigación sobre manejo forestal a largo plazo en Patagonia Sur,

- Argentina: Lecciones del pasado, desafíos del presente. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83(1), 143–169.
- Martínez-Pastur, G., Lencinas, M. V., Peri, P. L., Cellini, J. M., & García-Llorente, M. (2016). La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. *Repositorio Institucional INTA*. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/11183>
 - Massaccesi, G., Roig, F. A., Martínez Pastur, G. J., & Barrera, M. D. (2008). Growth patterns of *Nothofagus pumilio* trees along altitudinal gradients in Tierra del Fuego, Argentina. *Trees*, 22(2), 245–255.
 - Mastroscello, M. (2008). *Historia de Ushuaia: Desde los orígenes hasta el siglo XXI*. Editorial del Fin del Mundo.
 - McNeill, J. R. (2003). *Algo nuevo bajo el sol: Historia medioambiental del mundo en el siglo XX*. Alianza Editorial.
 - Menichetti, M., Lodolo, E., & Tassone, A. (2008). Structural geology of the Fuegian Andes and the Magallanes fold-and-thrust belt: Implications for the Magallanes–Fagnano system. *Geological Society, London, Special Publications*, 298, 469–487.
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Calidad del aire en ciudades patagónicas: Diagnóstico y recomendaciones*. MAyDS.
 - Ministerio de Turismo y Deportes. (2023). *Informe de turismo en Tierra del Fuego*. Ministerio de Turismo y Deportes de Argentina.
 - Molpeceres, C. (2017). Repensando el territorio en el fin del mundo: Transformaciones urbanas en Ushuaia. *I+A Investigación + Acción*, 20(20), 77–100. <https://revistasfaud.mdp.edu.ar/ia/article/view/IA20-04>
 - Municipalidad de Ushuaia. (2003). *Plan de desarrollo urbano de Ushuaia*. Municipalidad de Ushuaia.
 - News, T. D. F. (2025, 16 de abril). Ushuaia entre el turismo de lujo y la crisis habitacional: Un paraíso al límite. *TDF News*. <https://tdfnews.com.ar/ushuaia-entre-el-turismo-de-lujo-y-la-crisis-habitacional-un-paraiso-al-limite/>

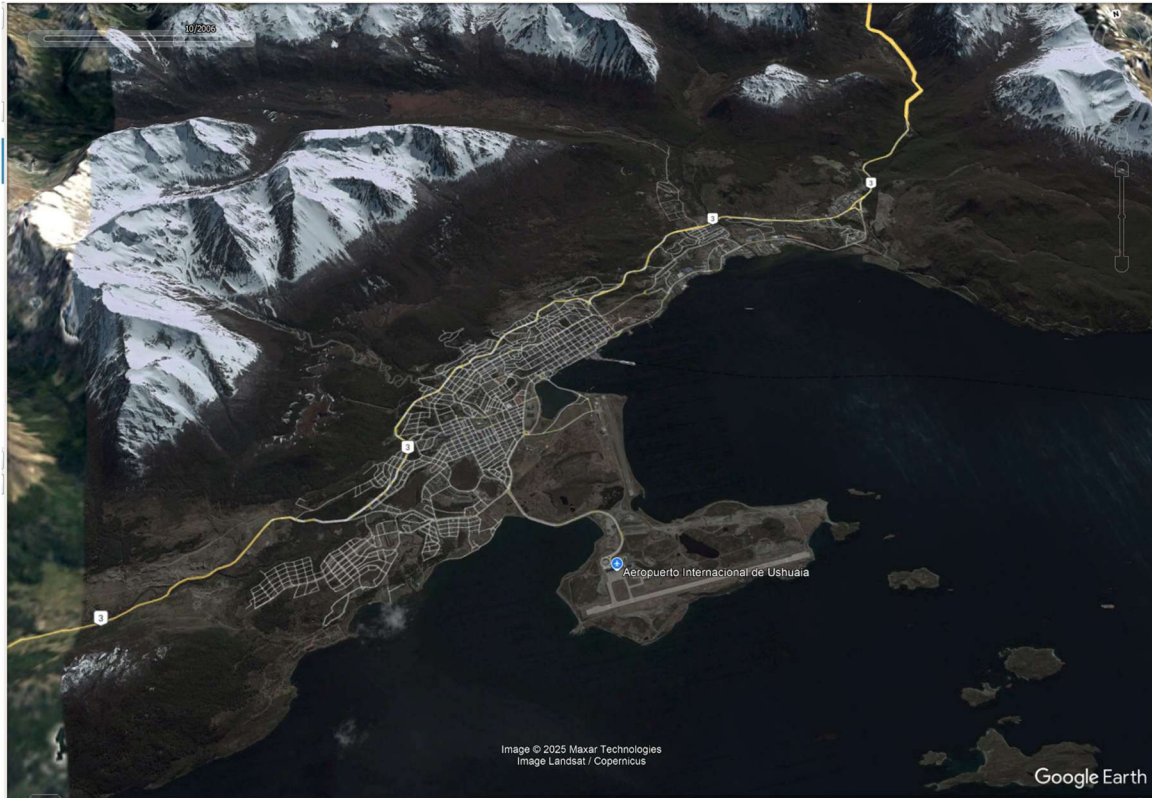
- Nothofagus Argentina. (s. f.). *Bosques de lenga: Sustentabilidad forestal en Tierra del Fuego*. Recuperado el 15 de agosto de 2025, de <https://www.nothofagusargentina.com.ar/bosquesdelenga/>
- Orzanco, M. G. (1999). Problemas ambientales detectados por la población de Ushuaia. *Investigaciones Geográficas*, 40, 85–98.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social–ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pacheco, G. F. (2021, junio). *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) – Ampliación de Muelle Comercial del Puerto de Ushuaia* [Informe técnico]. Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios, Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego. <https://prodyambiente.tierradelfuego.gob.ar/wp-content/uploads/2021/06/Eia-Ampliaci%C3%B3n-de-Muelle-Comercial-del-Puerto-de-Ush-1.pdf>
- Pádua, J. A. (2010). As bases teóricas da história ambiental. *Estudos Avançados*, 24, 81–101.
- Peri, P. L., Lencinas, M. V., Bousson, J., Lasagno, R., Soler, R., Bahamonde, H., & Martínez-Pastur, G. (2016). A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems*, 90(6), 933–960. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9890-6>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Municipalidad de Ushuaia. (2020). *Estrategia Ushuaia Sostenible: Diagnóstico y hoja de ruta*. PNUD.
- Pueblos Originarios. (2021). *Thomas Bridges*. <https://pueblosoriginarios.com/biografias/bridges.html>
- Rabassa, J. (Ed.). (2008). *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Elsevier.
- Rabassa, J., Coronato, A., & Salemme, M. (2000). Chronology of the Late Cenozoic Patagonian glaciations and their correlation with biostratigraphic units of the Pampean region (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 14(7), 763–774.
- Rabassa, J., Coronato, A., Roig, C., & Roig Juñent, F. (2000). Los bosques de Tierra del Fuego durante el Cuaternario. En M. F. Arturi, J. L. Frangi, & J. F. Goya

- (Eds.), *Ecología y manejo de los bosques de Argentina* (pp. 1–31). SEDICI-UNLP.
<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15915>
- Ramos, V. A. (2008). The basement of the Andes: The Proterozoic–Paleozoic units. En J. Vicente (Ed.), *Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources* (pp. 87–118). Geological Society of America.
 - Ramsar Convention Secretariat. (2009). *Ficha informativa Ramsar: Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas (Sitio n.º 1875)*. Secretaría de Ramsar.
 - Robbins, P. (2012). *Political ecology: A critical introduction* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
 - Rodríguez Zoya, L. G. (2017). Complejidad, interdisciplina y política en la teoría de los sistemas complejos de Rolando García. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 28(54), 123–149.
 - Rojas, F., & Gallardo, O. (2017). La historia ambiental en contextos de transformaciones. En C. Zaidenweg et al. (Coords.), *Ciencias sociales, humanidades y derecho: Cómo pensar el mundo latinoamericano* (pp. 21–40). Universitat de Barcelona.
 - Secretaría de Turismo de la Municipalidad de Ushuaia. (2023). *Encuesta perfil del turista – Invierno 2023*. Secretaría de Turismo de Ushuaia.
 - Servicio Meteorológico Nacional. (2022). *Clima: Estadísticas de la estación Ushuaia Aero*. SMN.
 - Soler, R. M., Martínez-Pastur, G. J., Lencinas, M. V., & Peri, P. L. (2015). Sistemas silvopastoriles en bosques de *Nothofagus antarctica*: Revisión del conocimiento actual en Patagonia Sur, Argentina. *Ciencia e Investigación Forestal*, 17(2), 251–280. <https://revista.infor.cl/index.php/infor/article/view/368>
 - Tagliaferro, M. B. (2023). *Variables ambientales ríos urbanos y referencia en cercanías de Ushuaia* [Datos de investigación]. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
 - Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: Una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, 34(136), 41–71.

Anexos

I – Anexo fotográfico

Vista satelital de Ushuaia y entorno – Año 2006



Fuente: Google Earth Pro

Vista satelital de Ushuaia y entorno – Año 2023



Fuente: Google Earth Pro

Clasificación de Usos de Suelo y Coberturas Vegetales: Áreas Urbanas, Naturales y Antrópicas – Año 2023



Referencias

	Zona altamente urbanizada		Bosque nativo fueguino
	Zona residencial		Reserva Natural
	Zona pobremente urbanizada		Espacio verde no urbanizado
	Zona muy pobremente urbanizada (zona militar)		Turbal
	Zona de urbanización incipiente		Antigua cantera
	Asentamientos irregulares		Tierras sin urbanizar
	Zona recreativa – Parques y plazas		
	Zona comercial - industrial (incl. Puerto, aeropuerto y base naval)		
	Relleno sanitario – horno pirolítico		

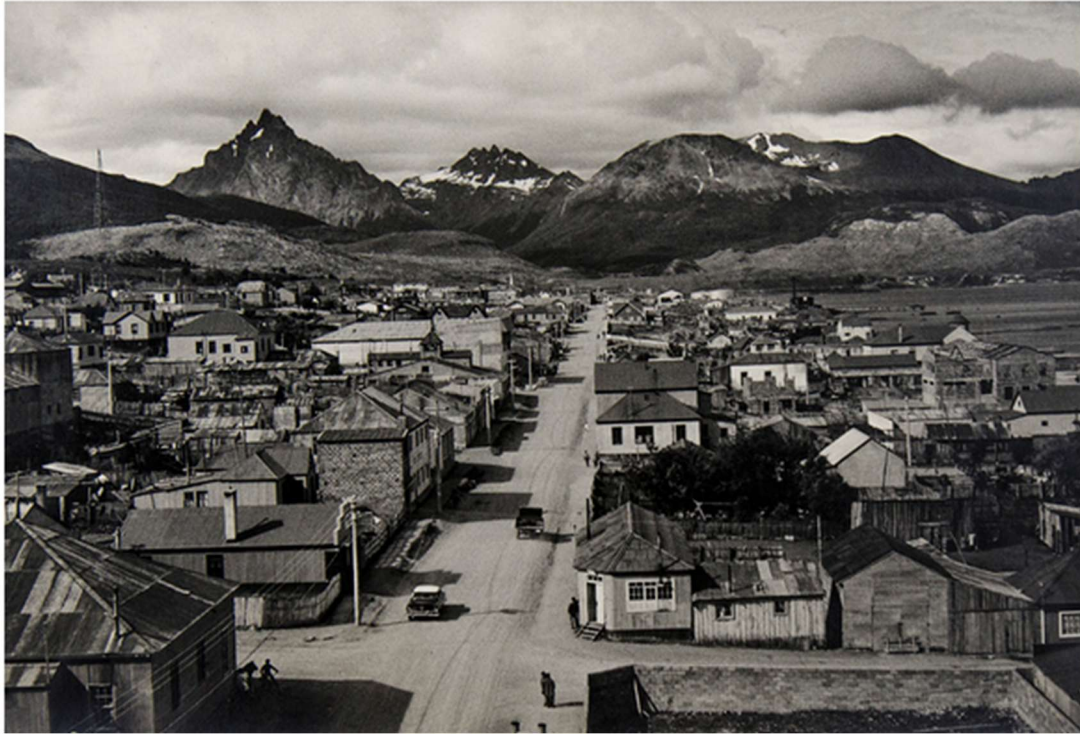
Figura I. Mapa de zonificación del área de Ushuaia. **Elaboración propia** basada en la interpretación de imagen satelital de Google Earth



Ushuaia, año 1930. Fuente: Museo Marítimo de Ushuaia



Presos del Penal de Ushuaia, en plena sesión de trabajo, con carros en la nieve. Año 1931. FOTO ATRIBUIDA A LEOPOLDO GAGO, GENTILEZA DE MANUEL FERNÁNDEZ.



Ushuaia, 1960. Foto: Herbert Kirchhoff

II – Anexo cartográfico



Anexo III – Entrevistas

Entrevistado	Cargo	Fecha	Temática	Pertinencia
Guillermo Worman	Director ONG "Participación Ciudadana" Ushuaia 2001 2012	28 de octubre 2011	Participación ciudadana, intrusamientos, migración interna, déficit habitacional, función del Estado	Visión cívico-institucional sobre dinámicas de ocupación del suelo y respuesta estatal
Silvio Bocchicchio	Concejal Municipio Ushuaia, PSP 2011 2015	12 de enero 2012	Ocupaciones irregulares, reubicación, planificación urbana, impacto ecológico y social	Análisis de política habitacional desde la perspectiva legislativa, vincula planificación y ciudadanía
Ariel Martínez	Secretario Desarrollo Sustentable y Ambiente Tierra del Fuego 2011 2013	3 de febrero 2012	Desarrollo sustentable, migración, impactos ambientales, planificación estratégica del territorio	Visión interdisciplinaria que articula dimensiones ecológica, social y política del conflicto
Walter Vuoto y Juan Mancini	Concejal Ushuaia FPV, 2011 2015) y Prosecretario Concejo Deliberante	11 de abril 2012	Desarrollo urbano, planificación, migración industrial, políticas públicas integrales	Relación entre crecimiento económico e informalidad urbana, expansión productiva y déficit habitacional estructural
Eduardo Olivero	Abogado ocupantes irregulares, Ushuaia	15 de marzo 2012	Conflictos normativos, derechos fundamentales en tensión, acceso a la justicia	Marco normativo desde derechos humanos y colisión entre derechos
María Haydeé Grieco	Ministra de Salud Tierra del Fuego 2007 2012	Diciembre 2011	Arraigo, pertenencia, discriminación y relaciones interculturales	Perspectiva institucional sobre diversidad social e identidad local

Entrevistado	Cargo	Fecha	Temática	Pertinencia
Sergio Araque	Secretario de Cultura Tierra del Fuego 2011 2015	Enero 2012	Políticas culturales, pertenencia, acción estatal y sostenibilidad social	Vincula desarrollo sustentable con producción simbólica de ciudadanía
Zunilda Plechut y Victoria Guarachi	Coordinadoras Programa Hábitat Municipio Ushuaia	Febrero 2012	Asentamientos, discriminación, integración social	Material etnográfico sobre percepciones sociales y prácticas de estigmatización
Mónica Díaz	Coordinadora Tierra y Hábitat, Ministerio Desarrollo Social TDF	23 de mayo 2012	Hogar, regularización territorial, labor social	Gestión y experiencia en regularización territorial
Daro Torres	Ex ocupante irregular, barrio La Bolsita	28 de octubre 2012	Testimonio de vida, condiciones de vivienda, autogestión	Perspectiva directa de ocupantes irregulares
Roberto Mario Spratt	Juez de Cámara, Tribunal Oral Federal TDF	8 de mayo 2012	Aspectos jurídicos, políticas públicas, conflictos sociales	Marco legal y judicial sobre ocupación irregular

Anexo IV – Matriz codificada

Variable / Eje temático	Cita textual (entrevista original)	Código cualitativo	Valor analítico
Migración económica	"La gran mayoría de los que vienen no viene por una cuestión de querer vivir en este entorno sino por condiciones laborales." Worman, 2011	Dinámica migratoria laboral	Explica que la migración responde a motivos económicos más que a un apego territorial.
Arraigo y pertenencia	"Tierra del Fuego es la provincia con mayor cantidad de migrantes y con menor tiempo de arraigo, dificultando la construcción de un 'nosotros' colectivo." Grieco, 2011	Fragmentación social, baja integración	Demuestra dificultades en la cohesión social y en la construcción identitaria comunitaria.
Ordenamiento territorial	"La falta de instrumentos efectivos de ordenamiento revela una hegemonía de la modalidad económica de corto plazo sobre las demás."	Prioridad económica vs sustentabilidad	Resalta el predominio de intereses económicos inmediatos que condicionan las políticas ambientales.
Política habitacional	"La solución es aumentar espacio urbano, generar infraestructura y reubicar..." Bocchicchio, 2012	Gestión urbanística y social	Aborda estrategias instituidas para mitigar déficit habitacional y conflictos territoriales.
Derechos humanos y vivienda	"No se le puede decir que vaya a la calle... el derecho a la vivienda es un piso básico de dignidad humana." Olivero, 2012	Tensión entre derechos	Enfatiza la colisión entre derechos posesivos y derechos sociales fundamentales.
Participación ciudadana	"No hay inversión de tiempo y de pensamiento para comprender y construir un espacio común." Olivero, 2012	Necesidad de diálogo y consenso	Refleja la falta de procesos participativos para la resolución de conflictos sociales y territoriales.
Impacto ambiental social	"El avance del hombre genera un impacto ambiental... pero el problema es la falta de decisión política para controlarlo." Vuoto, 2012	Impacto socioambiental y gobernanza	Describe el desafío de equilibrar desarrollo humano con cuidado ambiental y gobernanza eficaz.
Fragmentación social	"Existe un estigma hacia migrantes como los bolivianos..." Plechut y Guarachi, 2012	Estigmatización social	Expone cómo el prejuicio genera segregación e impide la integración social efectiva.
Desarrollo cultural y simbólico	"Ordenamos la ciudad también a través de políticas culturales para construir ciudadanía." Araque, 2012	Ciudadanía cultural	Amplía la comprensión del desarrollo sustentable hacia la producción y reconocimiento cultural.
Regularización territorial	"El banco de tierras estuvo cerrado 12 años, lo que generó una burbuja inmobiliaria." Vuoto, 2012	Acceso a la tierra y precariedad	Identifica impactos de la falta de políticas adecuadas en la adquisición y acceso a viviendas dignas.