
Cita bibliográfica: Henríquez, C., & Arenas, F. (2025). Expresiones y proyecciones del Antropoceno urbano en Chile: explorando futuros para una mejor planificación territorial. *Ikara. Revista de Geografías Iberoamericanas*, (6). <https://doi.org/10.18239/Ikara.3640>

Expresiones y proyecciones del Antropoceno urbano en Chile: explorando futuros para una mejor planificación territorial

Cristián Henríquez ^{1*} 

Federico Arenas ¹ 

Resumen: En este trabajo se revisan las principales tendencias de crecimiento urbano chileno y como, a partir de estas dinámicas se generan escenarios espaciales que permiten simular cambios de usos de suelo urbano usando modelos espacialmente explícitos y simulaciones, a partir del marco conceptual del Antropoceno. Se propone una metodología de simulación espacialmente explícita del cambio de uso urbano, a través del programa Terrset (Land Change Modeler) que se valida con trabajo de terreno, entrevistas y revisión de literatura y normativa. Los resultados permiten evidenciar el débil control de los instrumentos de planificación en los acelerados procesos de urbanización y de periurbanización de los espacios rurales, fundamentalmente por el aumento de loteos que están generando grandes impactos sociales, ambientales y económicos sobre el territorio.

Palabras clave: modelos espacialmente explícitos; urbanoceno; ciudades medias; sistema urbano chileno; instrumentos de planificación territorial.

Expressões e projecções do Antropoceno urbano no Chile: explorando futuros para um melhor ordenamento do território

Resumo: Este artigo analisa as principais tendências do crescimento urbano chileno e como, com base nestas dinâmicas, são gerados cenários espaciais para simular mudanças no uso do solo urbano utilizando modelos e simulações espacialmente explícitos, com base no quadro concetual do Antropoceno. É proposta uma metodologia de simulação espacialmente explícita da alteração do uso do solo urbano através do programa Terrset (Land Change Modeler), que é validada com trabalho de campo, entrevistas e revisão bibliográfica e normativa. Os resultados mostram o fraco controlo dos instrumentos de planeamento nos processos acelerados de urbanização e periurbanização das zonas rurais, principalmente devido ao aumento do número de parcelas de terreno que estão a gerar grandes impactos sociais, ambientais e económicos no território.

Palavras chave: modelos espacialmente explícitos; urbanoceno; cidades médias; sistema urbano chileno; instrumentos de planeamento territorial.

¹ Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile). * Autor para la correspondencia: cghenriq@uc.cl

Expressions and projections of the urban Anthropocene in Chile: exploring futures for better spatial planning

Abstract: This paper reviews the main trends in Chilean urban growth and how, based on these dynamics, spatial scenarios are generated to simulate changes in urban land use using spatially explicit models and simulations, based on the conceptual framework of the Anthropocene. A methodology for spatially explicit simulation of urban land use change is proposed through the Terrset (Land Change Modeler) programme, which is validated with field work, interviews and literature and normative review. The results show the weak control of planning instruments in the accelerated processes of urbanisation and peri-urbanisation of rural areas, mainly due to the increase in the number of plots of land that are generating major social, environmental and economic impacts on the territory.

Key words: spatially explicit models; urbanocene; medium-sized cities; Chilean urban system; territorial planning instruments.



1. INTRODUCCIÓN

Los impactos de la urbanización sobre el espacio geográfico son cada vez más extensos. Este proceso es posible de comprender y dimensionar a través del marco conceptual del Antropoceno, y en particular de la urbanización planetaria (Brenner & Schmid, 2011) o Antropoceno Urbano (Paulsen & Henríquez, 2025). En este trabajo se revisan las principales tendencias de crecimiento urbano chileno, focalizándose en el crecimiento de algunas ciudades medias chilenas del norte, centro y sur del país. A partir de estas dinámicas se generan escenarios espaciales que permiten simular cambios de usos de suelo urbano usando modelos espacialmente explícitos. Los resultados evidencian el débil control de los instrumentos de planificación en los acelerados procesos de urbanización y de periurbanización de los espacios rurales, fundamentalmente por el aumento de loteos que están generando grandes impactos sociales, ambientales, económicos y territoriales. Los efectos de los últimos incendios, inundaciones y otros problemas socioambientales demuestran la urgencia de unos de los principales desafíos para la planificación territorial en el país: tener instrumentos efectivos de planificación. Solo para dimensionar el problema basta decir que las parcelaciones rurales comprometen una superficie equivalente a toda la superficie urbana construida (208.688 hectáreas) en todo el territorio nacional, sin embargo, se desarrollan al margen de toda planificación, con pobres niveles de control y mínimas exigencias (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2024). De esta forma, la evasión o distorsión de algunas disposiciones legales especialmente por procesos de parcelamiento de altos ingresos (parcelas de agrado), loteos irregulares y ocupaciones ilegales (campamentos) de sectores bajos ingresos, permite configurar una expansión horizontal del uso urbano y suburbano sobre el territorio cada vez más extensa, fragmentada, caótica y dispersa. Para dimensionar el impacto pasado y futuro se propone una metodología de modelación de cambio de uso de suelo urbano.

Además de la casi ausencia de instrumentos de planificación territorial para los espacios rurales, se observa una prevalencia de la perspectiva urbana sobre estos. El ejemplo más extremo de este fenómeno corresponde a la extensión sobre todo el territorio de la Región Metropolitana de Santiago del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), cuyo foco está puesto en lo urbano y no en los enormes espacios rurales que conforman la región y que presentan otros usos del suelo. Esto impide la aplicación de planes integrales como los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), que pueden dar mejor cuenta de los desafíos de componente rural de la región capital. Recientemente se han aprobado nuevos perímetros de gestión para dar cuenta de problemáticas específicas de los espacios metropolitanos, las denominadas áreas metropolitanas, que, si bien representan un avance importante, mantienen esta misma línea. Para finalizar, se analiza el proyecto de ley “Protección del Territorio y La Vida Rural” o de parcelaciones rurales, a través de una perspectiva crítica, especialmente revisando las modificaciones propuestas del Decreto Ley N°3.516 de 1980, Artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones

y Ley 18.755. Así como también las oportunidades que se abren con la actualización de la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) y su conexión con las políticas nacionales de desarrollo rural y de ordenamiento territorial, tríada virtuosa hay en manos de una única autoridad nacional, la Comisión Interministerial de Ciudad Vivienda y Territorio (COMICIVYT).

Se concluye sobre la necesidad de repensar y reformular nuestra mirada sobre el crecimiento urbano extensivo, desde una perspectiva territorial integral y armónica, considerando las demandas y desafíos de los espacios urbanos, rurales y naturales. Este trabajo se divide en tres apartados principales: en primer lugar, se revisa teóricamente los alcances del Antropoceno y su incidencia en la comprensión del cambio urbano; luego se propone una metodología para simular el cambio futuro usando modelos espacialmente explícitos; finalmente se aplican estos resultados en la transformación de ciudades medias a metrópolis y las implicancias territoriales del proyecto de ley “Protección del Territorio y La Vida Rural”. Se termina con algunas conclusiones.

2. ENTENDIENDO EL CAMBIO URBANO EN UN CONTEXTO DE ANTROPOCENO

El advenimiento de grandes crisis globales como la pandemia por coronavirus y de otras ya anunciadas como la del cambio climático en los últimos años, ha estado acompañada de la aparición de nuevos conceptos que desafían y tensionan a la geografía actual y que permitirían comprender de mejor forma estos procesos y enfrentar estos nuevos escenarios de gran incerteza. Tal es el caso del concepto de Antropoceno como forma de comprender los profundos cambios sobre nuestro planeta y a su vez como interesante marco de reflexión que propicia la convergencia de pensamientos de distintos orígenes disciplinarios como son las Ciencias de la Tierra, Sociales y Ciencias Aplicadas, entre otras.

Las cifras globales de crecimiento urbano tanto en población como en superficie (Rockström et al., 2009; United Nations, 2019) nos demuestran que estamos *ad portas* de un proceso de “urbanización planetaria” (Brenner, 2018; Brenner & Schmid, 2011, 2014), de nueva “era urbana” (Derickson, 2015) o el comienzo de una nueva “Época del Antropoceno” (Crutzen, 2005; Lewis & Maslin, 2015) para destacar la influencia humana sobre la modificación del planeta. Este último concepto es interesante porque pone énfasis en como la antropización y en especial las ciudades se han expandido en las últimas décadas y en los efectos de dicho proceso sobre el medio ambiente. Diversos autores plantean (Beau & Larrère, 2018; Crutzen, 2006; Knitter et al., 2019; Lewis & Maslin, 2015; Steffen et al., 2011) que el fin de la época del Holoceno estaría dada por el predominio de la antropización y dentro de ella es de especial relevancia el proceso de urbanización mundial.

2.1. ¿Podemos hablar de Antropoceno o Urbanoceno?

Debido a que las actividades humanas han crecido hasta convertirse en fuerzas geológicas significativas, por ejemplo, a través de cambios en el uso del suelo, la deforestación y la quema de combustibles fósiles, se justifica asignar el término "Antropoceno" a la época geológica actual. Se podría indicar que esta época comenzó hace unos dos siglos, coincidiendo con el diseño de James Watt de la máquina de vapor en 1784 (Crutzen, 2006). Otros autores indican que el Antropoceno comenzó en el siglo XVIII, cuando nuestras emisiones de gases invernadero empezaron a cambiar la atmósfera de una forma significativa (Beau & Larrère, 2018; Stager, 2020). Sin embargo, es un concepto que no está completamente aceptado en la comunidad científica actual, sin embargo, tiene grandes proyecciones teóricas, especialmente para la geografía.

El término Antropoceno ha sido propuesto por la Subcomisión para la Estratigrafía del Cuaternario de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas para designar a la época geológica actual, la cual sucedería al Holoceno. La época del Holoceno (“todo reciente”) es el nombre dado a la época geológica postglacial de los últimos diez a doce mil años, según lo acordado por el Congreso Geológico Internacional en Bolonia en 1885. Durante el Holoceno, que se aceleró en el período industrial, las actividades de la humanidad se convirtieron en una fuerza geológica y morfológica significativa, como lo reconocieron varios científicos al principio. Así, en 1864, Marsh publicó un libro con el título "La Tierra modificada por la acción humana",

donde da cuenta de las transformaciones de la tierra causadas por el Hombre. Recientemente, y en una línea similar destaca el texto de Goudie (2013) sobre “El impacto humano en el ambiente natural”, en el cual se describe impactos, como por ejemplo que la tasa de erosión durante un año en áreas despejadas para la construcción equivale a varias décadas de erosión natural e incluso agrícola (Goudie, 2013). Stoppani (1873), que ya había hablado de la época del Antropoceno, calificó las actividades de la humanidad como una “nueva fuerza telúrica que en poder y universalidad puede compararse con las fuerzas más grandes de la Tierra”. El gran geólogo y biólogo ruso Vernadsky (1945) reconoció el creciente poder de la humanidad en el medio ambiente y la necesidad de aumentar la conciencia por el entorno. Este último autor más el sacerdote jesuita francés P. Teilhard de Chardin y E. Le Roy en 1924 acuñaron el término “Noosfera”, el mundo del pensamiento, para marcar el creciente papel desempeñado por la capacidad intelectual y los talentos tecnológicos de la humanidad en la configuración de su propio futuro y entorno (Beau & Larrère, 2018).

Según Trischler (2017), después de pocos años de haber aparecido en escena el término Antropoceno se ha extendido ampliamente en la academia y ha ganado una fuerte adherencia social. El concepto es tan refutado como aceptado. Ha estimulado una variedad de “narrativas y visiones del mundo sobrepuestas y conflictivas”, muchas de ellas cargadas con afirmaciones de largo alcance (Moore, 2015). Por ejemplo, según Latour (2013), el Antropoceno es nada menos que “el concepto filosófico, religioso, antropológico y político más decisivo producido hasta el momento como una alternativa a las nociones mismas de ‘moderno’ y ‘modernidad’” (Latour, 2013). Para sus compatriotas Christophe Bonneuil y Jean-Baptiste Fressoz (2013), el “choque del Antropoceno” pide un “reencuentro (conceptual) del tiempo humano (histórico) y del tiempo de la Tierra (geológico)” para superar la división temporal, ontológica, epistemológica e institucional entre la naturaleza y la cultura, el medio ambiente y la sociedad, que ha dado forma a la visión del mundo occidental desde el siglo XIX. De hecho, la reintegración de lo no humano en narrativas históricas y ontologías antropológicas es tal vez el común denominador con el que la mayoría de los investigadores que trabajan sobre el Antropoceno estarían de acuerdo (Latour, 2013). De acuerdo con Trischler (2017) pasarán muchos años, si no es que décadas, para que el concepto de Antropoceno despliegue su poder transformador tanto para las ciencias naturales como para las humanidades.

La discusión del Antropoceno nace de las ciencias físicas, pero ha permeado a las ciencias sociales, donde la geología se encuentra con la historia. Es por esta razón que el presente trabajo propone usar el marco conceptual del Antropoceno para analizar las implicancias de las dinámicas urbanas bajo una perspectiva geográfica. En particular se propone usar el concepto, en particular Antropoceno Urbano (Paulsen & Henríquez, 2025) para entender las implicancias de las dinámicas urbanas desde un enfoque prospectivo para el caso del sistema urbano chileno.

3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ENTENDER EL ANTROPOCENO URBANO

El Antropoceno al igual que el Desarrollo Sustentable comparte una dimensión espacio-temporal futura que implica un gran desafío para las ciencias geográficas. En este sentido los modelos de cambio de uso de suelo ofrecen grandes posibilidades para generar escenarios espacialmente explícitos que permitan evaluar trayectorias futuras y evaluar impactos potenciales sobre el territorio. En este sentido el uso de modelos en plataformas SIG son una poderosa herramienta para estos fines.

Estos modelos usan parámetros de diverso grado de complejidad, incluyendo la extensión de las actuales áreas urbanas, las principales vías de transporte, la distancia a los mercados de trabajo, bienes e insumos, las condiciones topográficas y la existencia de tierras en situación especial (áreas protegidas, zonas de riesgos, entre otros) para simular el crecimiento espacial urbano (Henríquez, 2014). La modelación espacial de los patrones urbanos requiere una integración entre los sistemas de información geográfica, percepción remota y los sistemas de modelación ambiental. La capacidad de los sistemas de información geográfica para adquirir, procesar, manejar y desplegar información espacial es notablemente mejorada si se le agrega la capacidad de modelar escenarios de simulación espacial, aunque esta capacidad analítica de los sistemas de información geográfica no ha sido muy explotada en la actualidad, especialmente en el ámbito latinoamericano. Algunos ejemplos de modelación a escala regional corresponde al modelo LuccME que es

una estructura de modelización dinámica espacialmente explícita para evaluar el cambio de uso de suelo, desarrollada en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), que se acopló a escenarios de cambio climático en Brasil (Bezerra et al., 2022). También destaca el modelo GLOBIOM acoplado al modelo espacialmente explícito basado en la demanda PLUC, donde se proyectó el cambio de uso de suelo entre 2007 y 2030 en Brasil (Stepanov et al., 2020).

Tanto en Chile como en América Latina, estas nuevas formas urbanas que han surgido sobre todo en las grandes metrópolis se asocian con términos como periferia expandida (Aguilar, 2002), ciudad-región (Boisier, 2006) o metrópoli-región que se van articulando con otras ciudades y metrópolis vecinas ubicadas en otras unidades político-administrativas. Esto plantea enormes desafíos para los tomadores de decisión para administrar estas megaciudades. En el caso de Santiago las continuas ampliaciones del territorio de planificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), han llevado a que todas las provincias de la región metropolitana sean parte del instrumento de planificación. Al mismo tiempo se ha evidenciado el débil control de procesos de periurbanización de los espacios rurales, fundamentalmente por el aumento de parcelaciones de agrado y condominios privados. El problema se acrecienta al no haber instrumentos de planificación vinculantes para zonas rurales que regulen estos procesos de urbanización subrepticia. A esto se suma la reciente aparición de campamentos y asentamientos precarios que aumenta la vulnerabilidad de la población. Ante este complejo panorama se evidencia grandes vacíos de poder y de gobernanza para poder conducir adecuadamente estos procesos de urbanización y de cambio de uso de suelo que permita lograr ciudades más sostenibles y resilientes.

En general, en la literatura nacional se observan interesantes resultados de modelos de cambios de uso de suelo, como casos de estudio puntuales (Henríquez et al., 2022; Mustelier & Henríquez, 2024), pero no desde una perspectiva global e integrada al territorio completo, ni tampoco relacionadas directamente con el concepto de Antropoceno. Esto es especialmente relevante para ver cambios globales del sistema urbano chileno y su proyección futura. Ejemplos de estas dinámicas corresponden a la creciente urbanización del Gran Santiago y la eventual conurbación con el Gran Valparaíso y el conglomerado Rancagua-Machalí (SANRAVAL) (EMOL, 2014) planteando grandes desafíos a los actuales instrumentos de planificación urbana; la urbanización de la zona costera de la región de Atacama, especialmente por asentamientos irregulares expuestos a riesgos de tsunami e inundación; la urbanización del área metropolitana de Concepción y la desaparición de áreas ambientalmente frágiles y sensibles; la proliferación de parcelamientos agrosidenciales, parcelas de agrado y viviendas de altos ingresos en el medio periurbano en torno a metrópolis, ciudades medias y localidades de vocación turística, amparados en figuras legales como el DL 3.516 (parcelamientos); entre otros ejemplos de urbanización en diversas escalas geográficas, expresando los alcances del Antropoceno Urbano, en la línea definida por el proceso de transformación de Chile de un país urbano a uno metropolitano, según lo afirmado por Hidalgo et al. (2009).

3.1. Simulación espacialmente explícita

3.1.1. Levantamiento de la información y organización de la Base de Datos

Se recopilaron antecedentes sobre la definición de área urbana por distintas fuentes oficiales: Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) e Instituto Nacional de Estadística (INE). Se construyó una base de datos con información de población y superficie de todas las ciudades chilenas sobre 5.000 habitantes y pueblos (entre 2000 y 5000 habitantes), en base al criterio del Instituto Nacional de Estadística (INE) y cobertura/uso de suelo proveniente de imágenes satelitales del Global Land Cover, reclasificando los usos en 10 categorías (urbano, cultivo, pastizal, matorral, bosque, humedales, caminos, suelo desnudo, agua y nieve y glaciares) y haciendo un mosaico para todo el territorio nacional para los años 2000, 2010 y 2020.

Dado que este estudio implica un gran volumen de información geoespacial, fue necesario organizar una geodatabase en la plataforma ArcGIS Pro y luego se exportó las coberturas raster al programa Terrset 19.0.8.

3.1.2 Modelo de cambio de uso de suelo

El modelo de simulación se realizó en el programa Terrset 19.0.8, módulo Land Change Modeler (LCM), este consta de tres fases principales. En primer lugar, se realiza un análisis de cambio de uso para caracterizar el crecimiento urbano entre los años 2000 y 2020. La ganancia, pérdida, persistencia, valor absoluto del cambio neto y cambio total urbano (Pontius et al., 2004; Zewdie & Csaplovics, 2015), fueron calculados para los dos periodos decadales 2000-2010 y 2010-2020 y el periodo completo 2000-2020 usando el módulo Land Change Modeler (LCM) en Terrset.

Se trabajó con un tamaño de celda de 100 m y con tres cuadrantes (norte, centro y sur) debido a la gran cantidad de datos a levantar.

En segundo lugar, se realizó una revisión bibliográfica y una consulta a expertos para determinar las variables explicativas claves o fuerzas motrices para la modelación del cambio urbano. En función de la disponibilidad de datos y mayor frecuencia en la encuesta aplicada se eligieron las siguientes fuerzas:

- Factores físicos: la pendiente a partir de un Modelo Digital de Elevación Alos Palsar, la susceptibilidad de cambio usando las imágenes satelitales de Global Land Cover y la demanda de agua en base a un estudio de la Dirección General de Aguas (DGA) a nivel de subcuencas.
- Factores socioeconómicos: empleo y migraciones recientes, a partir del Censo de Población y Vivienda (INE) 2017 a escala de distrito censal. Y la variable avalúo de predios no urbanos de la base de Servicio de Impuestos Internos (SII) a nivel comunal
- Factores de proximidad: distancias a los centros urbanos y a los caminos principales. Estos factores se construyeron con información del MINVU y Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Se hizo una prueba de Cramer V y coeficientes de correlación para evaluar las fuerzas motrices que mejor explican los cambios de uso de suelo urbano. En base a este análisis se descartó la variable agua debido al poco poder explicativo en el modelo.

Como restricciones al modelo se incluyeron las áreas silvestres protegidas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y complementarias.

En la tercera fase, todos esta coberturas, factores y restricciones se integraron en un modelo que utiliza la regresión logística de uso no urbano a uso urbano, el año simulado (2030, 2040 y 2050) y la simulación categórica (*hard*) y probabilística (*soft*). Las demandas futuras se calcularon mediante análisis de cadenas de Markov.

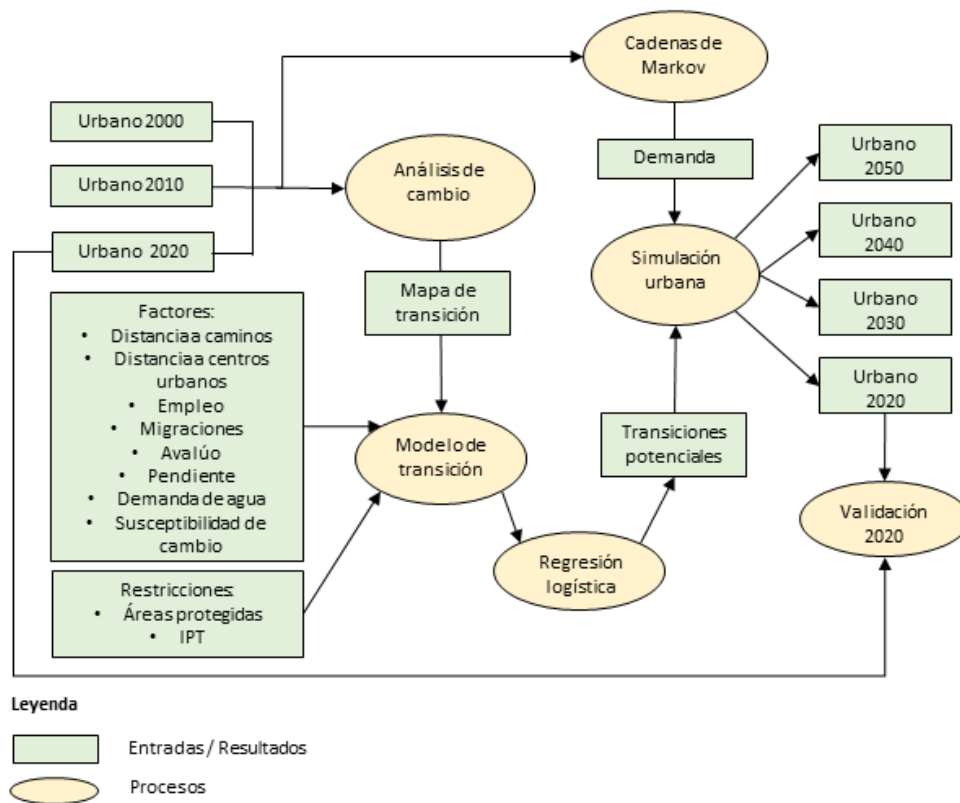
La validación del modelo se hizo con los indicadores propuestos por Pontius, Peethambaram y Castella (2011), visitas a terreno y entrevistas con actores claves.

El modelo considera tres escenarios de simulación:

- Escenario tendencial: donde se considera un crecimiento urbano en base a las tendencias históricas observadas (2000-2020).
- Escenario regulado: donde se considera la aplicación de la normativa territorial vinculante (planes reguladores): zonificación de zonas de riesgo definidas por planes reguladores aprobados (MINVU) y los humedales urbanos del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) como restricción y las zonas de extensión urbana y consolidadas como incentivo a la urbanización.
- Escenario climático: donde se consideran tendencias de cambio climático junto con las variables del escenario regulado, en términos de temperaturas y precipitaciones, usando las predicciones del Atlas de Riesgo Climático (ARClím).

Una síntesis de la modelación se aprecia en la siguiente figura (Figura 1).

Figura 1. Modelación urbana al año 2050 con *Land Change Modeler*



Fuente: elaboración propia (2024).

4. MODELACIÓN, SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN

4.1. Las fuerzas motrices del escenario tendencial

En relación con la revisión de literatura sobre fuerzas motrices explicativas del cambio urbano se pueden identificar aquellas más relevantes en la explicación y modelación del crecimiento urbano futuro. Para tal efecto se realizó un estado del arte en torno al concepto *driving forces* en base a una revisión de revistas internacionales y a una encuesta a funcionarios públicos vinculados con la planificación urbana en Chile.

De los 50 artículos revisados (ver Tabla 1) las fuerzas motrices más utilizadas, dentro de la dimensión urbana, corresponden a las cercanías a caminos y centros urbanos y la pendiente en la dimensión física. La mayor parte de los trabajos se realizan en China (36%). A nivel latinoamericano destacan 5 trabajos realizados en Chile y uno en Brasil, Colombia y Ecuador.

En relación con las encuestas a los actores locales se realizaron vía *online* entre julio y octubre de 2022, por medio de un formulario Google Forms. Se realizaron cinco preguntas abiertas referidas a: ¿Hacia dónde crecerá la ciudad?, ¿Cuáles son los principales factores explicativos (*driving forces*) del crecimiento urbano?, ¿Cuáles son las principales oportunidades?, ¿Cuáles son los principales impactos ambientales de crecimiento urbano?, y ¿Cuáles son las principales áreas a proteger o restringir del crecimiento urbano futuro? Se enviaron 196 encuestas, correspondientes a 178 ciudades y conurbaciones de Chile, sin embargo, solo respondieron un total de 74 encuestas. La encuesta pasó por un proceso de consentimiento informado y protocolo Ético institucional. El contacto se hizo a través del Sistema de Transparencia del Estado de Chile. Dentro de los principales resultados se identificaron como fuerzas más importantes: la accesibilidad a servicios y equipamiento, valor de suelo y disponibilidad de suelo urbano. De las respuestas obtenidas se destaca la importancia de las restricciones y oportunidades derivadas de la pandemia como lo es la importancia del empleo y cercanía a amenidades ambientales especialmente para los usos de baja densidad.

Tabla 1. *Fuerzas motrices revisadas en la literatura*

	Autoría	Año	País	Área de estudio	Físicas	Económ.	Urbanas	Socio-dem.	Otras
1	Aguayo, Wiegand, Azócar, Wiegand, Vega	2007	Chile	Los Ángeles	2		4	1	
2	Li, Hua, Wei, Huang	2014	China	Shanghai	1		6		4
3	Li, Liu, Hu, Xu, Sun	2014	China	Shenyang	4	1	3	2	
4	Bihamta, Soffianian, Fakheran, Gholamalifard	2014	Irán	Isfahan	3		3		
5	Tan, Liu, Zhou, Jiao, Tang	2015	China	Wuhan	1	1	2		
6	Zeng, Liu, Stein, Jiao	2015	China	Wuhan		6	4	3	1
7	Mondal, Nath Das, Dolui	2015	India	Calcuta		2		1	1
8	Alqurashi, Kumar, Al-Ghamdi	2016	Arabia Saudita	Jeddah, Makkah, Al Taif, Riyadh	2		2		
9	Mom, Ongsomwang	2016	Camboya	Phnom Penh City			9	1	1
10	Osman, Divigalpitiya, Arima	2016	Egipto	Cairo	2	2	5	1	1
11	Arman Khajeh Borj Sefidi y Ghalehnoee Mahmoud	2016	Irán	Ahvaz City	1		6		2
12	Naghibi, Delavar, Pijanowski	2016	Irán	Urmia	2		4		1
13	Mahamud, Samat, Mohd Noor	2016	Islas Caimán	George Town		1	5	1	2
14	Yu Han, Haifeng Jia	2017	China	Foshan	3		5		1
15	Guanglong, Erqi, Hongqi	2017	China	Kunshan	3	1	3	1	
16	Mahmoud, Divigalpitiya	2017	Egipto	Asyut			2		
17	Traore, Watanabe	2017	Guinea	Conakry	2		5		
18	Aburasa, Ming Hoa, Firuz Ramlib, Ash'aari	2017	Malasia	Seremban	3		7	1	1
19	Hernandez-Flores, Otazo-Sanchez, Galeana-Pizaña, Roldan-Cruz, Razo-Zaratea, Gonzalez-Ramírez, Galindo-Castillo, Gordillo-Martínez	2017	México	Ciudad de México	4	5	2	2	3
20	Nduwayezu, Sliuzas, Kuffer	2017	Ruanda	Kigali	1		6	2	1
21	Al-Ahmadi	2018	Arabia Saudita	Riyadh	2		3	1	2
22	Henríquez-Dole, Usón, Vicuña, Henríquez, Gironás, Meza	2018	Chile	Santiago	7	1	3	1	4
23	Li, Sun, Fang	2018	China	Beijin	3	1	4	1	
24	Feng, Qi	2018	China	China	2	1	3	1	
25	Feng, Tong	2018	China	Suzhou	2		5		1
26	He, Li, Huang, Liu, Yu	2019	China	Ezhou	3		3		

Tabla 1. *Continuación*

	Autoría	Año	País	Área de estudio	Físicas	Económ.	Urbanas	Socio-dem.	Otras
27	Liua, Clarke, Chen	2020	China	Wuhan			7		2
28	Huang, Shahtahmassebi, Gan, Deng, Wang, Wang	2020	China	Hangzhou	1	4	7	2	2
29	Valencia, Levin, Hansen	2020	Ecuador	Quito			4		
30	Moghadam, Karimi	2020	Irán	Teheran	2		4		
31	Gharaibeh, Shaamala, Obeidat, Al-Kofahi	2020	Jordania	Irbid	1	1	4	1	1
32	Mansour, Al-Belushib, Al-Awadhi	2020	Omán	Varias	2		2	1	
33	Pierri Daunta, Sanna Freire Silva, Bürgia, Hersperger	2021	Brasil	San Pablo	3	1	3	1	2
34	Chen, Liu, Lu, Li	2021	China	Yan'an	3	1	2	2	1
35	DeTonga, Yuana, Wang	2021	China	Shenzhen	1	2	5		1
36	Xiaoyu, Gang, Xiaoping, Changliang, Dawei, Ruirui, Lijun, Jing, Chen, Ming	2021	China	Hulunber		1	1	1	
37	Okwuashia, Ndehedehe	2021	Nigeria	Lagos	1	1	6	1	1
38	Vu, Shen	2021	Vietnam	Dong Trieu	3		2	1	
39	Bediar, Khalfalleh, Dehimi	2022	Argelia	M'sila			5		
40	Henríquez, Morales, Qüense, Hidalgo	2022	Chile	Quillota	4	1	9	2	3
41	Liu, Yu, Liu, Zhang, Zhou, Shen, Zhu, Sun, Wang	2022	China	Fujian		2	3		
42	Azizi, Soltani, Bagheri, Sharifi, Mikaeili	2022	Irán	Tabriz	4	3	6	3	4
43	Bac, Domingo, Palkad, Pellissiera, Kienast	2022	Rumania	Bucarest	2	2	7	1	1
44	Cao, Denga, Songa	2023	China	Shenzhen		2	1	1	1
45	Zhang, Hörmann, Huang, Fohrer	2023	China	Minjiang River Watershed	2		5	1	
46	Mansour, Ghoneim, El-Kersh, Said, Abdelnaby	2023	Egipto	Alejandro	2		5	1	
47	Mostafa, Li, Sadek	2023	Egipto	Gharbia		1	4	2	
48	Petrovicia, Poenarub, Marec	2023	Rumania	Transilvania					1
49	Mustelier, Henríquez	2024	Chile	La Serena	4	1	5	3	3
50	Pulido, Henríquez	2024	Colombia	Sogamoso	3		7		

Fuente: elaboración propia.

Como se indicó en la metodología se trabajó con 8 fuerzas motrices para el modelo, las que se presentan a continuación (Figura. 2). La distancia al centro urbano considera todas áreas urbanas identificadas por Global Land Cover, estas fueron depuradas considerando las manchas urbanas MINVU y extrayendo las grandes autopistas que originalmente fueron clasificadas como “uso construido”. Por tanto, las vías se transformaron en una nueva categoría. También se incluyen las áreas de extracción minera y otras actividades antrópicas, por lo que la modelación de la zona norte, donde se concentra la mayor parte de las minas del país, se puede considerar como sobre estimada para el uso urbano. De todos modos, esto también se puede entender como una influencia no urbana del Antropoceno sobre el territorio que interesa abordar. La distancia a caminos principales fue construida sobre la base del MOP para todo el territorio, considerando las vías que no se incluyen dentro del área urbana. Este es un factor relevante destacado por la literatura, en promedio la distancia a un camino es de 1868 m. El empleo es un importante factor económico destacado por la literatura y actores públicos, en el caso de la zona central los valores máximos se ubican en torno a Santiago. Las migraciones recientes, también es un factor que surge como relevantes, especialmente por los efectos que generó la pandemia, ya que muchas personas decidieron irse de las grandes ciudades a zonas rurales o ciudades medias que ofrecen mejores condiciones de calidad de vida. Lamentablemente los datos trabajados no reflejan la situación postpandemia ya que se procesaron datos del Censo 2017. En relación con el valor de suelo es un factor económico clave para explicar el cambio urbano, lamentablemente es una variable muy difícil de levantar por la dificultad de acceder al valor de suelo real, mediante los precios de oferta. Estos se pueden acceder a través de plataformas digitales, sin embargo, no está disponible de manera completa y directa para todo el territorio. De esta forma, se optó por trabajar con la información de avalúo fiscal que entrega el Servicio de Impuestos Internos (SII) para todos predios rurales de uso no agrícola a nivel comunal. La pendiente es un factor clásico en estos estudios por la influencia que ejerce en el proceso de urbanización. Chile es un país montañoso por lo que sectores con topografía plana son escasos. La variable demanda de agua se construyó como *proxy* a los radios sanitarios que aseguren la disponibilidad de agua a los asentamientos urbanos. Sin embargo, en los test estadísticos realizados esta fuerza demostró ser la variable menos explicativa. Finalmente, las variables susceptibilidad de cambio de uso de suelo se construyó usando el cambio urbano entre dos fechas distintas. Esto con el propósito de identificar cuáles son los usos más susceptibles de cambiar a uso urbano, en el caso de la zona centro corresponde al uso de cultivo.

Figura 2. *Fuerzas motrices del modelo urbano (ejemplo de zona norte)*

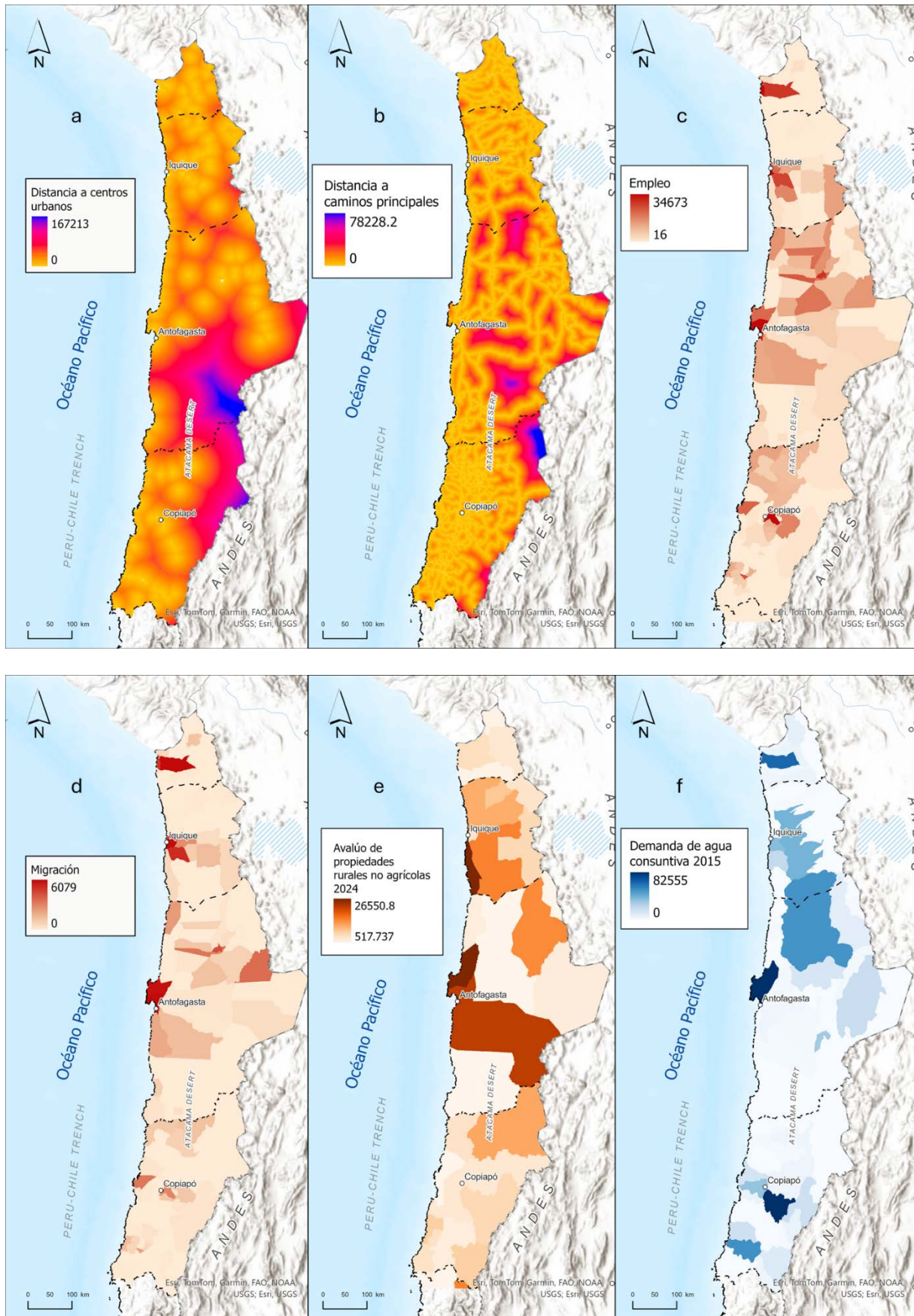
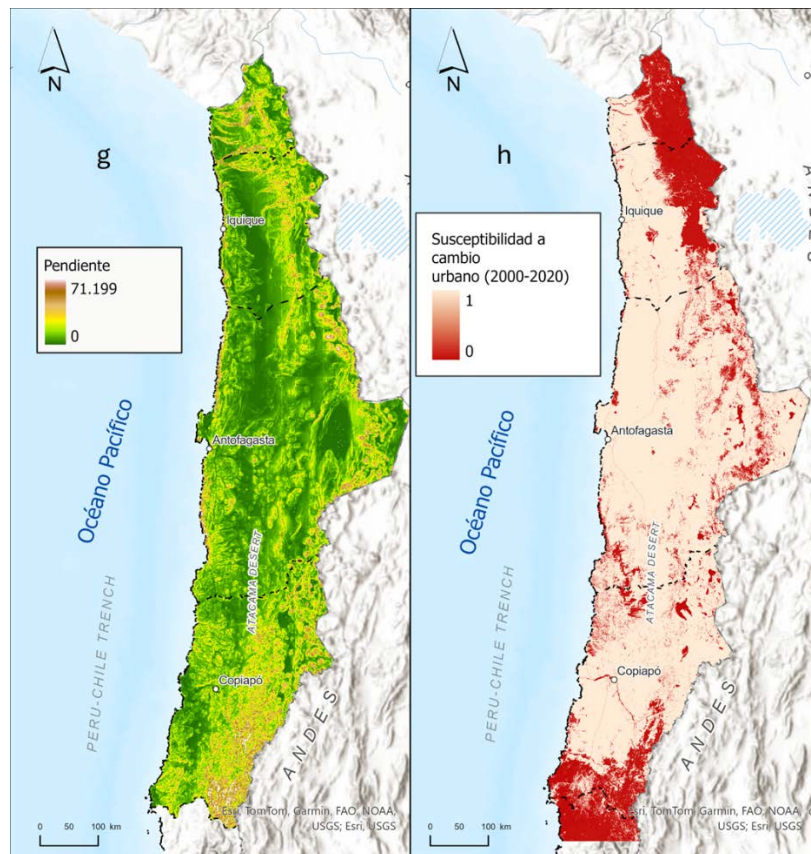


Figura 2. *Continuación*



Nota: a) Distancia a centros urbanos (m); b) Distancia a caminos principales (m); c) Número de empleos (personas); d) Migraciones (habitantes); e) Avalúo de propiedades rurales no agrícolas año 2024 (pesos chilenos); f) Demanda de agua consuntiva 2015 (mm³/año); g) Pendiente (grados); h) Susceptibilidad a cambio urbano (2000-2020).

Fuente: elaboración propia (2024).

Los resultados de la regresión logística se resumen en la siguiente tabla. Los coeficientes ponderan cada factor determinante, mientras que el rendimiento se evalúa mediante la curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC), como se muestra en la Tabla 2. A medida que los valores de ROC se acercan a 1, la función logística proporciona satisfactoriamente la probabilidad de ocurrencia de uso del suelo urbano. Los valores de los coeficientes reflejan la relevancia de los factores en el modelo. Por ejemplo, la presencia de zonas urbanas está muy influida por la distancia a centro urbanos, es decir, se demuestra la importancia de estar cerca de un centro de negocios, comercial o de empleo (CBD). En el proceso de modelación se descartó la fuerza motriz susceptibilidad de cambio de uso de suelo (2000-2020) ya que se desajustaba el modelo.

Tabla 2. Coeficientes de regresión logística para el uso urbano y ROC. Escenario BAU (zona norte)

DRIVING FORCES	USO URBANO
Distancia a centros urbanos	20,7508
Distancia a caminos	0,5219
Empleo	6,7971
Migraciones	28,0193
Avalúo	14,4932
Pendiente	-4,4811
Demanda de agua	12,2977
Intercept	-26,1545
ROC	0,9915

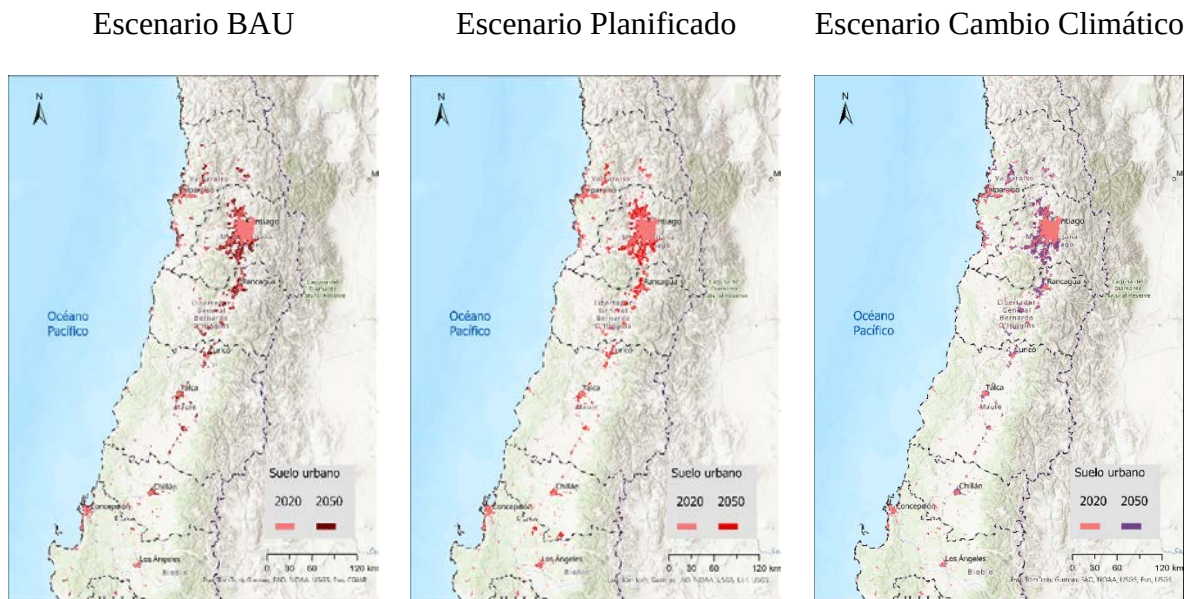
Fuente: elaboración propia.

4.2. Lecturas de la simulación en la Planificación

La Figura 3 nos muestra el resultado de la predicción del crecimiento urbano al 2050 para la zona centro del país según escenario tendencial o BAU (*Business as usual*), planificado y de cambio climático. El escenario BAU muestra un crecimiento al 2020 del 63,9% en relación con el año base 2000, mientras que el crecimiento proyectado para el 2050 alcanzaría un 57,8% respecto al año 2020 (Figura 4). Esta zona del país es la que concentra la mayor cantidad de áreas urbanas, destacando la presencia de la capital, gran Santiago, y las metrópolis de gran Valparaíso y gran Concepción. En el caso particular de Santiago destaca la expansión hacia el norte y sur de la metrópoli, explicado por el rápido proceso de periurbanización y consolidación de parcelas de agrado. El escenario planificado considera las áreas urbanizables y áreas de restricción definidas por los instrumentos de planificación territorial (IPT) aprobados como incentivos/restricciones respectivamente y una nueva fuerza motriz de inversión total comunal de proyectos públicos del Ministerio de Obras Públicas (MOP) en pesos chilenos al 2028. Mientras que el escenario de cambio climático considera las mismas fuerzas motrices de los modelos anteriores, pero se agrega las zonas de confort ambiental (índice Humidex) al 2065 y delta del aumento/disminución de precipitaciones al año 2065 de acuerdo a la información de la plataforma ArClim. En ambos escenarios se usan como restricción los humedales urbanos definidos por el Ministerio de Medio Ambiente, pero no como una restricción absoluta como el SNASPE.

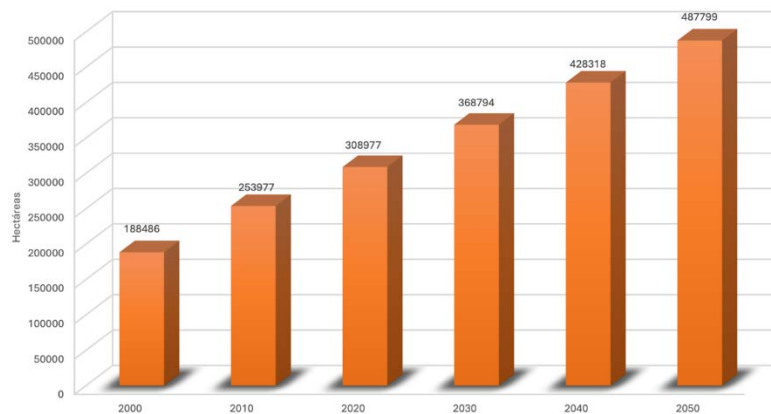
En cuanto al proceso de validación del modelo, se aplicaron los indicadores de figura de mérito, exactitud del productor y exactitud del usuario propuestos por Pontius et al (2008), consistente en comparar el mapa de año base 2010, mapa año de simulación 2020 y mapa año observado 2020. De esta comparación triple, se obtuvo una figura de mérito de 9,0%, exactitud del productor 15,7% y exactitud del usuario de 17,6%. Valores similares a otros estudios (Henríquez et al., 2022), por lo que se puede considerar válido el modelo de simulación.

Figura 3. Simulación del crecimiento urbano según escenarios (zona centro) 2020-2050



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Evolución y simulación del crecimiento urbano 2000-2050 (zona centro)



Fuente: elaboración propia.

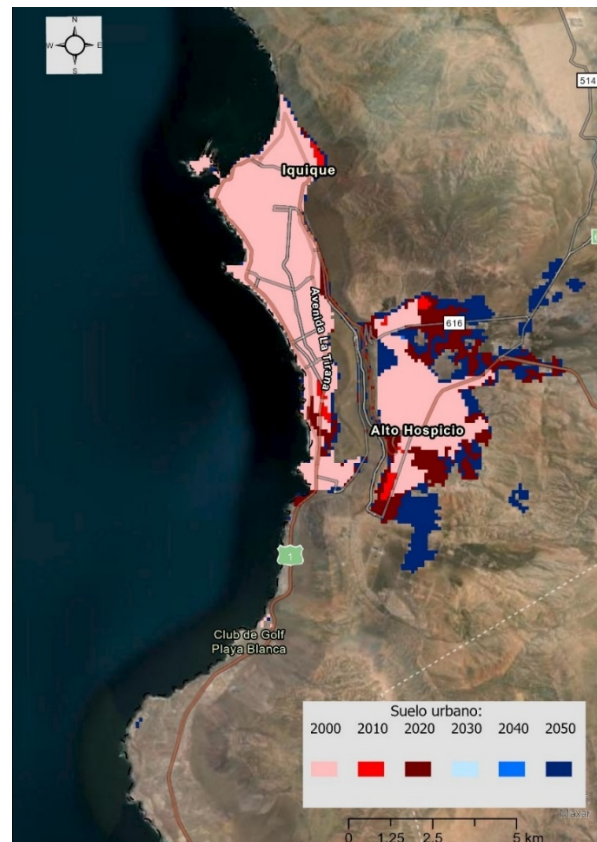
4.2.1 Ciudades medias que pasan a integrar áreas metropolitanas: Caso Iquique-Alto Hospicio

Este primer ejemplo se realiza en la ciudad de Iquique capital de la región de Tarapacá, ubicado en el cuadrante norte del estudio. Los asentamientos urbanos de la región de Tarapacá son demográfica y morfológicamente pequeños a excepción de Iquique y Alto Hospicio ubicados en la costa. La población de Iquique al año 2017 alcanza a los 188.003 habitantes y Alto Hospicio 105.065 personas (INE, 2019). Ambos centros urbanos conforman una importante conurbación de la zona norte del país, donde se alcanza casi 100 mil viviendas y una superficie de 3.531 ha (INE, 2021). La superficie de Iquique - Alto Hospicio aumentó en 2.088 hectáreas entre los años 1993 y 2020, con un crecimiento acumulado de 145% y una velocidad anual promedio de expansión de 3% (MINVU, 2021).

De acuerdo al estudio MINVU el límite urbano establecido por el Plan Regulador Comunal de Iquique del año 1981 y el Plan Regulador Comunal (PRC) de Alto Hospicio del año 2002 y su comparación con el crecimiento real observado, se puede establecer que la superficie urbana cubre un 60% del área planificada,

sin embargo, existen 343 hectáreas construidas que exceden el límite urbano. Esta simulación se puede observar en el mapa siguiente (Figura 5).

Figura 5. *Simulación del crecimiento urbano de Iquique-Alto Hospicio año 2050*



Fuente: elaboración propia (2024).

Alto Hospicio es un caso interesante ya que fue parte de la comuna de Iquique, pero debido a un crecimiento acelerado, principalmente por habitantes de escasos recursos, se transformó en una nueva comuna. En base a entrevistas con funcionarios municipales y regionales, realizadas en julio de 2024 en la ciudad de Iquique y Alto Hospicio, se observan no solo problemas de informalidad urbana sino también ambientales:

“Alto Hospicio corresponde a un espacio con elevada informalidad en todo sentido, ya que no hay una regularización, o todavía no hay un plan regulador definido. Hay ciertos elementos que yo no sé si pudieran expandir un poco más este crecimiento, ya que aquí en Alto Hospicio hay un tema con el riesgo de desastre, o sea, hay una situación geográfica en especial en Alto Hospicio, que se está dando cuenta ahora, ya que, en su tiempo, la gente llegaba y se colocaba en cualquier lugar por las tomas. Hay varias localidades en Alto Hospicio, está la pampa, está la ex la negra que se llama Santa Rosa, que por lo general se colocan dentro de las quebradas, dentro del borde, y también hay una situación en el centro de Alto Hospicio, donde ahora se están dando a conocer los efectos de los socavones. Ahora recién nos estamos dando cuenta de ese problema; antiguamente la gente llegaba y se colocaba donde sea, se planificaron la descarga dentro de una parte del subsuelo, y en unos lugares era a cierta distancia y otras eran demasiadas profundas, entonces esas cañerías quedaron ahí por mucho tiempo, después se actualizó en cierta, y se dieron cuenta que había tubos abajo que seguían botando agua, entonces eso generó un problema enorme en este sector y se sigue habitando” (Funcionario municipal, julio 2024).

Actualmente el crecimiento de Alto Hospicio ha estado marcado fuertemente por la migración. Mientras que Iquique es un importante puerto con una zona franca que ha impulsado su desarrollo. A futuro se prevé un impacto importante en el crecimiento urbano derivado de un corredor bioceánico. El escenario planificado muestra la importancia de considerar las zonas de restricción como es el caso de la duna Dragón.

Por su parte, el Plan Regulador Intercomunal (PRI) ha sido un importante factor para declarar a este centro urbano como la primera área metropolitana del país. La proyección del PRI plantea un crecimiento físico futuro (extensión urbana sin especificación), hacia la costa, en sitios como Playa Blanca, Los Verdes, Molles, Tres Islas, Chanavayita y Puerto Patillos que el modelo predice solo parcialmente, ya que el mayor crecimiento en términos de extensión urbana al 2050, lo asigna a Alto Hospicio, tal como se aprecia en la Figura 5.

En relación a este proceso de metropolización, el trabajo de expansión urbana de la Serena-Coquimbo (Mustelier & Henríquez, 2024), explora el uso de modelos espacialmente explícitos en la planificación urbana y evaluación ambiental estratégica, especialmente en ciudades medias que se encuentran en proceso de fuerte expansión y metropolización.

En la mayoría de los casos, la transformación urbana y en particular, la extensión urbana, contiene implicancias de carácter social como aumento de las desigualdades socioespaciales, la segregación y la fragmentación espacial, del mismo modo que el acceso a los servicios básicos de la población de menores ingresos. Si bien estas manifestaciones son muy marcadas en los procesos de expansión urbana espontáneos o no planificados oficialmente, ello también puede ocurrir en los casos de extensión urbana que se impulsan desde los instrumentos mismos, en razón de las distancias involucradas, por ejemplo, a la hora de la instalación de vivienda social en las zonas de extensión urbana, por ausencia o menor cobertura de servicios básicos en las mismas. En el caso del crecimiento de viviendas de nivel medio y alto, fuera de los límites urbanos, las falencias mayores se asocian a temas de accesibilidad y de seguridad.

4.2.2. ¿Permite la nueva propuesta de ley de protección del territorio rural controlar la acelerada expansión urbanocénica?

Como ya fue mencionado en el acápite introductorio, la transformación urbana en curso, así como la predicción de su evolución futura, han planteado el desafío de tener instrumentos de planificación territorial (IPT) más efectivos para evitar trayectorias insustentables. Una revisión de los alcances y estructura de los IPT en Chile se puede encontrar en Henríquez & Arenas (2025).

El proceso de urbanización se trata de un fenómeno muy extendido y de gran dimensión como se puede observar de los resultados expuestos. En relación con la propuesta de ley “Protección del Territorio y La Vida Rural” (2024), se puede mencionar que está focalizada en regular el crecimiento inorgánico de las denominadas parcelas de agrado y de la vivienda social, en los espacios rurales más que proteger la vida rural tradicional.

El problema de cambio de uso de suelo en el medio rural tiene relación con un proceso de gran alcance que puede ser fortalecido con un marco conceptual más robusto: ligado a la urbanización planetaria y Antropoceno o Antropoceno Urbano. De esta forma la extensión de los límites de la ciudad en el espacio rural pasa a ser un tema clave, especialmente en una situación post pandemia, de fuertes migraciones y de impacto de las tecnologías de la información. Pero no solo lo urbano amenaza a las comunidades rurales, sino también los impactos productivos, industriales, antrópicos e incluso derivados del cambio climático.

Por otro lado, faltan más antecedentes y datos que dimensionen el problema real de la periurbanización, rururbanización en Chile, y en general, del cambio de uso de suelo de agrícola a urbano, en particular sobre la aplicación del Decreto Ley (DL) 3516, a lo largo de los años desde su implementación en 1980, por ejemplo: ¿Cómo ha sido la evolución y estado de las entidades rurales asociada a este decreto?; ¿Qué porcentaje de predios subdivididos hasta la fecha por el DL 3.516 son efectivamente agrícola-ganaderos?; ¿Qué porcentaje de proyectos de vivienda social amparados en el Art. 55 se pueden entender como “conjuntos habitacionales rurales” y qué proporción se ha integrado efectivamente a la “vida rural”? Los datos de migraciones también son fundamentales para entender este proceso de explosión de parcelas de agrado.

El proyecto apunta más a evitar la aparición de nuevos centros urbanos que proteger la vida rural, mediante la modificación de Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) (Art. 55), DL. 3.516 y ley N° 18.755. La regulación de las parcelas de agrado y vivienda social es algo urgente y necesario por lo que debiese conectarse con propuestas conceptuales, institucionales y normativas más estructurales, articuladas y amplias para proteger realmente el territorio y la vida rural.

En este sentido es una iniciativa que, hasta ahora, despierta más cuestionamientos que certezas, fundamentalmente por:

- a) La planificación fuera del límite urbano ha sido sobrepasada por las dinámicas inmobiliarias y de mercado, en este sentido, se despliegan interrogantes como si ¿no sería mejor modificar la Ley General de Urbanismo y Construcciones y regular de manera vinculante mediante Planes Reguladores Comunes la totalidad del área comunal para resguardar la protección del territorio rural de manera efectiva?, O bien, ¿no sería preferible impulsar en el Reglamento de Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT) un mayor nivel de vinculación para las actividades del desarrollo inmobiliario en todo el territorio regional, resguardando sitios clave para la sustentabilidad del territorio y articulando los asentamientos rurales de mejor forma?
- b) Una regulación enfocada en proyectos, sin una visión escalar y estratégica de mayor alcance va a seguir fragmentado y desarticulando el territorio, especialmente frente a una urgente necesidad de aplicar visión integrada de la planificación del territorio urbano, rural y natural, mediante una zonificación que vele por lograr una mejor calidad de vida rural y protección de la naturaleza, evitando la generación de un mosaico de parches de paisajes, no sólo no conectados sino fuertemente fragmentados.
- c) Se necesita redefinir criterios y umbrales como el tamaño predial de 5.000 m² propuestos por el DL 3.516. ¿Cuál es el fundamento de este valor en términos ambientales, productivos y funcionales?
- d) La modificación del Art. 55 de la LGUC permite, entre otras disposiciones, la subdivisión y construcción de condominios de viviendas sociales fuera de los límites urbanos, considerando una serie de condiciones (servidumbre, restricciones de usos, administración, servicios sanitarios, entre otras), que velen por la protección del suelo rural y que no se generen nuevos núcleos urbanos. Agrega: “Los Conjuntos Residenciales Rurales consisten en subdivisiones en cuyos predios resultantes pueden construirse una vivienda unifamiliar, siempre que parte de la superficie de los mismos sea mantenida con fines silvoagropecuarios, de conservación, preservación y/o restauración ambiental”. Se plantea que el tamaño máximo de personas sería 1.000 personas y tamaño mínimo de subdivisión 5.000 m², por lo que, aplicando una relación de 4 personas por vivienda, daría unos 250 lotes por conjunto, lo que estaría en el límite de una entidad rural según INE. La propuesta como está planteada, especialmente el Art. 55, podría generar mayores impactos en el territorio considerando el impacto acumulativo de Conjuntos Residenciales Rurales (CRR), por ejemplo, al no regular la coalescencia espacial de varios CRR.
- e) La fiscalización de una propuesta de este tipo será difícil, considerando que no tenemos un sistema de gobernanza de catastro de uso/cobertura de suelo a nivel nacional. ¿Cómo podremos determinar si se cumplen los porcentajes mínimos exigidos por el Art. 55, cuando no tenemos un sistema de monitoreo sistemático, homogéneo y periódico del uso /cobertura de suelo para todo el territorio nacional? Esto además lleva a la necesidad de disponer de un trabajo conjunto entre distintas instituciones del Estado para labores de fiscalización y sanción, especialmente en lo que se refiere a la aplicación del DL. 3.516 y Art. 55.
- f) El proyecto de Ley visualiza la necesidad de tener una gobernanza territorial más colaborativa entre distintos organismos del Estado y la comunidad, en la dirección que ha mostrado el trabajo que realiza la COMICIVYT y, más últimamente, el Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT) que no solo está articulado con una lógica de participación amplia sino, además, como lo ha mostrado con ocasión de la actualización del PNDU, con un enfoque descentralizado en diversas actividades a lo largo del país.

Finalmente, y en relación con la escala de las ciudades medias se puede indicar que esta propuesta no contribuye a una regulación efectiva del impacto de las parcelas de agrado y del potencial impacto de los CRR. A pesar de las regulaciones que se proponen los impactos ya en curso en la fragmentación, contaminación y saturación de los servicios y equipamiento son de alta severidad, tanto en el norte, centro y sur del país. El uso de modelos y en especial los mapas que pronostican las transiciones potenciales, como el enfoque propuesto, puede ayudar enormemente a dimensionar y derivar estos y otros impactos del Urbanoceno.

Es el caso de la ciudad media Puerto Varas, ubicada en la región de Los Lagos al sur del país, que se ha visto fuertemente afectada por este proceso de parcelamiento de agrado, especialmente producto de la pandemia. El crecimiento de las parcelas de agrado en esta ciudad ha superado 4 veces el límite urbano oficial, con más de 2.300 ha urbanas (Municipalidad de Puerto Varas, 2021). Junto a este proceso, se ha generado una serie de problemas para esta ciudad media como mayor congestión vehicular, dificultad para retiro de basura residencial y deterioro de algunos aspectos de la calidad de vida de los habitantes, como por ejemplo, la seguridad pública y colapso de los servicios y equipamientos básicos para abastecer a toda esta nueva población. En entrevista a funcionario municipal, nos da cuenta que estaríamos ante la evidente creación de núcleos urbanos en el área rural, al margen de la planificación (Funcionario municipal, entrevista marzo 2025): en un radio:15 a 20 km de Puerto Varas, la mayoría de las parcelas de agrado tienen características 100% residenciales y asociadas a constitución de “Condominios”, situación no prevista en la legislación vigente para este tipo de intervenciones (Municipalidad de Puerto Varas, 2021).

En orden de poder dimensionar el impacto del parcelamiento del medio rural a nivel nacional, el informe de la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT) sobre “Proliferación de Parcelaciones Rurales en el Territorio Nacional”, declara que al año 2022 “se han aprobado más de 300 mil parcelas de superficies de entre 0,5 y 1 hectárea. Esto equivaldría a una superficie que podría ir entre 175 mil y 300 mil hectáreas. Para tener un orden de magnitud, la superficie construida de todas las áreas urbanas del país suma 208.688 ha. Es decir, estamos frente a un fenómeno que compromete una superficie equivalente a la ya construida en todo el territorio nacional y sin embargo se desarrolla al margen de toda planificación, con pobres niveles de control y mínimas exigencias formales.” (COMICIVYT, 2023, p. 5). Este proceso impacta seriamente a todas las ciudades medias del norte, centro y sur del país, por las fuertes demandas urbanas que ejerce esta nueva población, demostrando que no están preparadas para enfrentar todos los impactos territoriales asociados a este cambio antropocénico.

5. CONCLUSIONES

A las dificultades ya conocidas de los instrumentos de planificación urbana, para acompañar en tiempo y condiciones adecuadas en crecimiento urbano, se suma una mayor que es la de poder dar cuenta de los nuevos fenómenos de transformación que están teniendo lugar en los espacios rurales, en todo Chile, pero especialmente en el Chile central, incluyendo la mayoría de los *binterland* de las ciudades medias.

Entre las principales tendencias de crecimiento urbano chileno, está la extensión urbana acelerada, la que muchas veces tiene el carácter de espontánea y no planificada, desbordando los límites urbanos definidos para aterrizar, como se mencionó, en los espacios rurales circundantes cercanos y a distancias mayores, respecto del conjunto de ciudades del país. Estos procesos normalmente se acompañan de aumentos de la segregación socio espacial, fragmentación territorial e inequidad respecto al acceso a los servicios básicos.

Como muestran los resultados de los modelos aplicados, las tendencias no siempre coinciden con lo previsto en los instrumentos urbanos existentes, ni con su intensión en materia de extensión urbana. Los escenarios espaciales generados a partir de la metodología de simulación espacialmente explícita del cambio de uso urbano utilizado en este trabajo, permiten simular cambios de usos de suelo urbano, a partir del marco conceptual del Antropoceno, todo lo cual fue validado con trabajo de terreno, entrevistas y revisión de literatura y de la normativa relacionada.

Los resultados obtenidos muestran evidencia de la débil influencia y poco control de los instrumentos de planificación en los procesos de extensión urbana y de periurbanización de los espacios rurales,

fundamentalmente por la expansión no planificada, incluyendo el aumento de loteos a través de un instrumento supuestamente de protección de los espacios rurales, lo que está generando grandes impactos sociales, ambientales y económicos en forma de una urbanización soterrada, sobre el territorio rural urbano-circundante. Todos estos impactos ya están siendo internalizados por muchas ciudades medias en el país. sin una mirada estratégica y mecanismos para enfrentarlos.

Tal como se afirma en Henríquez y Arenas (2025), abordar estos temas de localización desde los actuales IPT, abundantes en los espacios urbanos y casi ausentes en los rurales, más allá del valor intrínseco de los mismos, no tiene mucho sentido al estar operando éstos en el marco de la ética neoliberal actual, donde la localización razonada no parece ser parte de ninguna ecuación de bien común, ni de una imagen objetivo compartida ni de orden territorial deseado alguno. Simplemente se trata del derecho malentendido de las personas “de vivir donde consideren”, al decir de un connotado Senador de la República de Chile, justamente, a propósito del instructivo del Ministerio de Agricultura que, en su momento, buscaba poner orden al proceso de subdivisión de predios agrícolas.

Lo positivo a rescatar, es que reacciones como la mencionada terminaron reforzando la necesidad de legislar sobre el tema de la subdivisión rural, y desde el punto de vista de la gobernanza territorial, reforzando el rol de la COMICIVYT y CNDT, y de lo señalado en la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) para el sistema urbano chileno y su articulación, de lo establecido en la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNDR) para el desarrollo rural y, lo que se espera sean modificaciones en la actualización de la PNDU, respecto de la interfase urbano rural, pero sobre todo, respecto de la predominancia de una mirada territorial integrada.



Agradecimientos: Proyecto FONDECYT 1220688 “¿Qué nos depara el Antropoceno Urbano?: Aportes de los modelos espaciales predictivos al sistema urbano chileno”. También a CEDEUS, ANID/FONDAP 1523A0004. En particular se agradece a todos los investigadores, ayudantes y tesistas que han participado en esta investigación: Jorge Qüense, Abraham Paulsen, Pamela Smith, Diana Mustelier, José Plaza, Guillermo Henríquez, Ignacio Pozo y Diego Cantillana. Un reconocimiento especial a los funcionarios municipales y regionales entrevistados en la ciudad de Iquique.

Declaración responsable: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés en relación a la publicación de este artículo. Henríquez: Conceptualización general, diseño y aplicación de metodología, análisis de datos, terreno, elaboración de discusión y conclusiones, redacción, cartografía, edición. F. Arenas: Discusión, redacción, conclusiones y revisión.

6. REFERENCIAS

- Aguilar, A. G. (2002). Las mega-ciudades y las periferias expandidas. *EURE*, 28(85). <https://doi.org/10.4067/s0250-71612002008500007>
- Beau, R., & Larrère, C. (2018). *Penser l'Anthropocene*. Presses de Sciences Po.
- Bezerra, F.G.S., Von Randow, C., Assis, T.O., Bezerra, K.R.A., Tejada, G., Castro, A.A., De Paula Gomes, D.M., Avancini, R., & Aguiar, A.P. (2022). New land-use change scenarios for Brazil: Refining global SSPs with a regional spatially-explicit allocation model. *PLoS ONE*, 17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256052>
- Boisier, S. (2006). Algunas reflexiones para aproximarse al concepto de ciudad-región. *Estudios Sociales: Revista de investigación científica*, 14(28). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572006000200006&lng=es&nrm=iso
- Bonneuil CH., & Fressoz J. (2013). L'Événement Anthropocène. In C. Bonneuil & J. B. Fressoz, *L'événement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous* (pp. 9-59). Seuil.

- Brenner, N. (2018). Debating planetary urbanization: For an engaged pluralism. *Environment and Planning D: Society and Space*, 36(3). <https://doi.org/10.1177/0263775818757510>
- Brenner, N., & Schmid, C. (2011). *Planetary Urbanization* (pp. 10-14). Urban Constellations.
- Brenner, N., & Schmid, C. (2014). Planetary urbanization. In N. Brenner (Ed.), *Implosions/Explosions: Towards a Study of Planetary Urbanization* (pp. 160-163). Jovis.
- Crutzen, P. (2005). Human Impact on Climate Has Made This the “Anthropocene Age.” *New Perspectives Quarterly*, 22, 14-16. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5842.2005.00739.x>
- Crutzen, P.J. (2006). The “Anthropocene”. In E. Ehlers & T. Krafft (Eds.), *Earth System Science in the Anthropocene* (pp. 13–18). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26590-2_3
- Derickson, K.D. (2015). Urban geography I: Locating urban theory in the ‘urban age.’ *Progress in Human Geography*, 39(5). <https://doi.org/10.1177/0309132514560961>
- EMOL (2014, 21 de septiembre). Superficie iluminada de Santiago, Valparaíso y Rancagua se duplica en 20 años y anticipa unión. *El Mercurio*. <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/09/21/superficie-iluminada-de-santiago-valparaiso-y-rancagua-se-duplica-en-20-anos-y-anticipa-union>
- Goudie, A.S. (2013). *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future*. Wiley-Blackwell.
- Henríquez, C. (2014). *Modelando el crecimiento de ciudades medias. Hacia un desarrollo urbano sustentable*. Ediciones UC.
- Henríquez, C., Morales, M., Qüense, J., & Hidalgo, R. (2022). Future land use conflicts: Comparing spatial scenarios for urban-regional planning. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. <https://doi.org/10.1177/23998083221111404>
- Henríquez, C., & Arenas, F. (2025) (En prensa). Rezagos de los Instrumentos de Planificación Urbana en las Dinámicas de Crecimiento de Ciudades Medias Chilenas. *Ciudades*.
- Hidalgo, R., De Matos, C., & Arenas, F. (2009). *Chile: del país urbano al país metropolitano*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- INE (2019). *Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos 2019*. INE. https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd_Pb_Al_Cs_2019.pdf
- Knitter, D., Augustin, K., Biniyaz, E., Hamer, W., Kuhwald, M., Schwanebeck, M., & Duttmann, R. (2019). Geography and the Anthropocene: Critical approaches needed. *Progress in Physical Geography*, 43(3). <https://doi.org/10.1177/0309133319829395>
- Latour, B. (2013). *Facing Gaia. A New Enquiry into Natural Religion*. Serie de ponencias presentadas en Gifford Lectures, Universidad de Edimburgo, 18 a 28 de febrero. Universidad de Edimburgo. <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/GIFFORD-BROCHURE-1.pdf>
- Lewis, S., & Maslin, M. (2015). Defining the anthropocene. *Nature*, 519(7542), 171-180. <https://doi.org/10.1038/nature14258>
- Ministerio Secretaria General de la Presidencia (2024). Mensaje de S.E. el Presidente de la República con el que Inicia un Proyecto de Ley de Protección del Territorio y La Vida Rural. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=17230&prmTIPO=INICIATIVA>
- MINVU (2021). *Dinámica de Crecimiento Urbano de las Ciudades Chilenas*. Santiago. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. <https://catalogo.minvu.cl/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=c6405227129f2a8a90eed783b9c29ba2>
- Municipalidad de Puerto Varas (2021). *Minuta: DL 3.516 Parcelaciones*. Municipalidad de Puerto Varas.
- Mustelier, D., & Henríquez, C. (2024). Modeling Land Use Change of Mid-Sized Cities in the Process of Metropolization. Case Study La Serena-Coquimbo Conurbation, Chile. *Geography, Environment, Sustainability*, 17(2), 106-118. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2024-2984>

- Paulsen, A., & Henríquez, C. (2025) (En prensa). El Antropoceno se Instala en lo Urbano. El Antropoceno Urbano (AU) en el Sur Global. In O. Kaltmeier, S. Herrera, S. Mendoza Bohne, E. Rohland & A.-K. Volmer (Eds.) (2024). *El antropoceno como crisis múltiple: Perspectivas desde América Latina*. Routledge.
- Pontius, R. G.; Shusas, E.; Mceachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101(2-3). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
- Pontius R.G., Boersma W., Castella J.C., Clarke K., de Nijs T., Dietzel C., Duan Z., Fotsing E., Goldstein N., Kok K., Koomen E., Lippitt C.D, McConnell W., Mohd Sood A, Pijanowski B., Pithadia S., Sweeney S., Trung T. N, Veldkamp A.T., & Verburg P.H. (2008). Comparing the input, output, and validation maps for several models of land change. *Annals of Regional Science*, 42(1), 11-37. <https://doi.org/10.1007/s00168-007-0138-2>
- Pontius, R.G., Peethambaram, S., & Castella, J.C. (2011). Comparison of three maps at multiple resolutions: A case study of land change simulation in Cho Don district, Vietnam. *Annals of the Association of American Geographers*. <https://doi.org/10.1080/00045608.2010.517742>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S. Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2). <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- Stager, C. (2020). *El futuro profundo. Los próximos 100.000 años de vida en la Tierra*. Editorial Crítica.
- Steffen, W., Crutzen, P.J., McNeill, J.R., Events, P., Jaramillo, F., Destouni, G., Steffen, W., Persson, Å, Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P.J., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., ... Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40(6240). <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x>
- Stepanov, O., Câmara, G., & Verstegen, J.A. (2020). Quantifying the effect of land use change model coupling. *Land*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/land9020052>
- Stoppani, A. (1873). *Corso di Geologia*. Bernadoni e Brigola.
- Trischler, H. (2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos? Desacatos. *Revista de Ciencias Sociales*, 54. <https://doi.org/10.29340/54.1739>
- United Nations (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. United Nations. <https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Report.pdf>
- Vernadsky, V. (1945). The biosphere and the noosphere. *American Scientific*, 33(1), xxii-12.
- Zewdie, W., & Csaplovics, E. (2015). Remote sensing based multi-temporal land cover classification and change detection in northwestern Ethiopia. *European Journal of Remote Sensing*, 48(1), 121-139, <https://doi.org/10.5721/EuJRS20154808>