

Artículo Original / Article

# El potencial ecosistémico del paisaje habitacional moderno en contexto de emergencia climática: análisis de 10 conjuntos habitacionales CORVI en Santiago de Chile

## *The Ecosystemic Potential of the Modern Housing Landscape in the Context of Climate Emergency: Analysis of ten CORVI Housing Complexes in Santiago de Chile*

Rodrigo Gertosio , Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

**CONTACTO:** regertosio@uc.cl

**CÓMO CITAR:** Gertosio, R. (2024). El potencial ecosistémico del paisaje habitacional moderno en contexto de emergencia climática. Análisis de 10 conjuntos habitacionales CORVI en Santiago de Chile. *Revista de Urbanismo*, (51), 1-25. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2024.74956>

**Resumen:** Al observar Santiago de Chile mediante un índice de temperatura superficial durante los días más calurosos de los últimos veranos, llama la atención que numerosos conjuntos habitacionales de la antigua Corporación de la Vivienda (CORVI) aparecen como islas de menor temperatura en relación con su contexto inmediato. Este fenómeno se observa en conjuntos de distintos tamaños, ubicados en diversos sectores de la capital y siempre junto a avenidas intercomunales. En este sentido, la hipótesis del porqué ocurre, es producto de la combinación de tres factores: 1) la forma de agrupación de los bloques; 2) las amplias superficies de suelo permeable rodeándolos inmediatamente; y 3) la continuidad de sus espacios verdes.

A través del cruce de imágenes satelitales, un modelo de clasificación espectral y el índice de temperatura superficial de la tierra (LST) son analizados diez conjuntos habitacionales CORVI constituidos por bloques aislados ubicados en ocho comunas de Santiago. Los resultados muestran que la relación entre morfología urbana, suelo permeable, vegetación continua y menores temperaturas revela un importante valor instrumental que poseen los espacios abiertos de estos conjuntos habitacionales en contexto de cambio climático, y por ello, su preservación depende en parte, de su puesta en valor desde una dimensión ecológica.

**Palabras clave:** conjuntos habitacionales modernos, instrumentos de teledetección satelital, paisaje habitacional moderno, servicios ecosistémicos de regulación

**Abstract:** *When observing the city of Santiago de Chile using a surface temperature index during the hottest days of recent summers, it is striking that numerous housing complexes of the former CORVI housing corporation appear as islands of lower temperature in relation to their immediate context. This phenomenon is observed in complexes of different sizes, located in different sectors of the capital city, and always next to intermunicipal avenues. In this sense, the hypothesis of why it occurs results from a combination of three factors: 1) the way the blocks are grouped; 2) the large areas of permeable soil immediately surrounding them.; and 3) the continuity of their green spaces.*

*Through a reading of satellite images, spectral classification models, and surface soil temperature (LST) index, ten CORVI housing complexes made up of isolated blocks in eight municipalities in Santiago are analyzed. The findings show that the correlation between urban morphology, permeable soil, continuous vegetation, and lower temperatures reveals an essential instrumental value that the open spaces of the CORVI housing complexes have in the context of climate change. Therefore, their preservation depends partly on their valorization from an ecological perspective.*

**Keywords:** *modern housing complexes, satellite remote sensing tools, modern housing landscape, ecosystem regulating services*

## Introducción

Los espacios verdes de los conjuntos habitacionales modernos<sup>1</sup> son comúnmente citados como parte importante de su patrimonio (Cancino et al., 2021; Dragutinovic, 2023; Gertosio, 2016; Havinga et al., 2019; Mechato Lara, 2020; Valencia, 2017). Sin embargo, a diferencia de un edificio de carácter patrimonial, su sostenibilidad está amenazada.

Por un lado, en prácticamente la totalidad de los estudios sobre conjuntos habitacionales del Movimiento Moderno el término áreas verdes está presente, pero a pesar de esta valoración generalizada, sabemos poco sobre ellas, ya que su descripción suele ser bastante genérica (Forray et al., 2011; Jirón y Rivas, 2020; Ministerio de Vivienda y Urbanismo [Minvu], 2014; Montaner, 2016; Valenzuela, 2015). Si bien existen estudios que describen su potencial ecológico (Cancino et al., 2021; Fernandez Nieto, 2016; Gertosio & Pantoja, 2022; Jiménez et al., 2012; McMichael & Wolff, 2008), son pocos aquellos que describen sus especies, su estado de mantención, quiénes las plantaron, cómo se mantienen y, sobre todo, qué beneficios tienen para las personas. Esta falta de conocimiento específico plantea una carencia crítica de información sobre dos aspectos que, desde una perspectiva patrimonial, parecen fundamentales: cómo son estas áreas verdes, es decir, su composición y su configuración en el espacio, y posiblemente lo más crucial: cómo preservarlas. Por ejemplo, de los cuatro casos declarados oficialmente como Zona Típica en Santiago: villa Frei, villa Olímpica, Conjunto EMPART Salvador sur y Conjunto Habitacional Matta Viel, tres destacan sus áreas verdes como parte de sus atributos en los expedientes para solicitar la declaratoria patrimonial (Gertosio et al., 2015; JVVV Villa Olímpica & Equipo Zona Típica Villa Olímpica, 2017; Videla et al., 2009). No obstante, en sus decretos oficiales bajo la Ley de Monumentos (N.º 17.288), sus áreas verdes aparecen vagamente descritas y sin una protección efectiva. Y, por último, la emergencia climática. Parece obvio recordar que las áreas verdes están en constante cambio debido a que están vivas y, por ello, están expuestas a condiciones climáticas que impactan en su ciclo de vida. En este sentido, la mayor amenaza para la sostenibilidad de las áreas verdes urbanas son las consecuencias del calentamiento global y su impacto en el estrés hídrico y térmico (Alarcón et al., 2019; Sharifi, 2021). Estos impactos se agravan por la expansión de las superficies pavimentadas en las ciudades y la alteración de patrones de drenaje natural, los que pueden limitar el acceso de la vegetación al agua subterránea y a las precipitaciones, lo que debilita su salud y supervivencia. En este sentido, muy probablemente, en incontables conjuntos habitacionales la escasez de agua sumado a las altas temperaturas estén afectando la sostenibilidad de una vegetación que no estaba acostumbrada a estos periodos de sequía o inundaciones, y cuyo futuro no es alentador (Sohr, 2020).

Por último, en estos conjuntos habitacionales los espacios verdes se encuentran en la combinación de áreas públicas, semipúblicas y privadas. Espacios verdes compartidos entre miles de habitantes dentro de complejas copropiedades, las que precisan de cierta organización para su mantenimiento (Allan, 2021; Gómez, 2017; Minvu, 2014). Es decir, además de su cantidad y tamaño, su mantenimiento depende de la acción

---

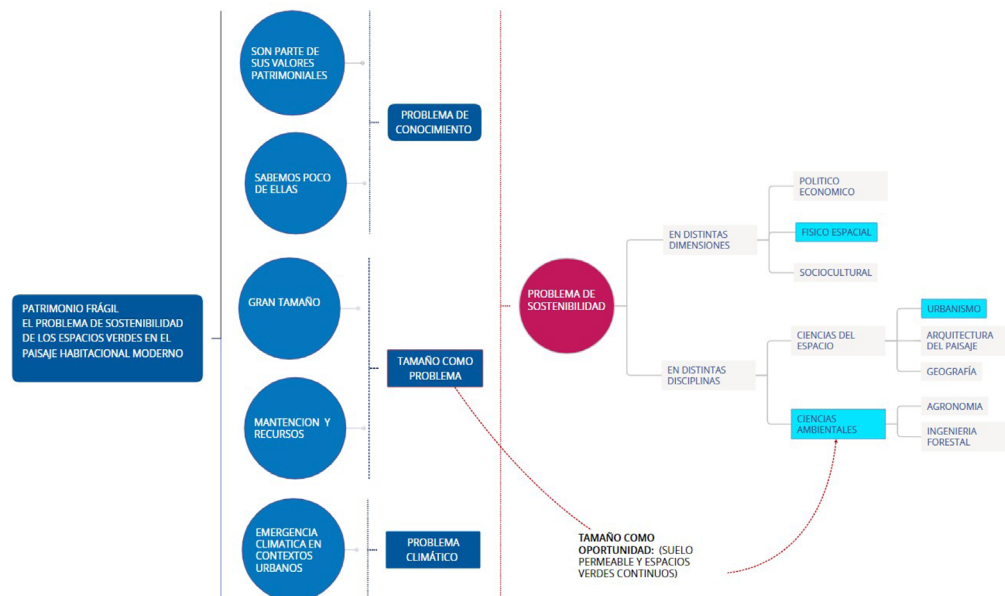
1. El concepto 'conjunto habitacional moderno' se refiere a proyectos de vivienda colectiva a gran escala, construidos desde el final de la Segunda Guerra, hasta la crisis mundial del petróleo en la década de 1970, período conocido como 'los gloriosos treinta' (Ferreira, 2021). La forma que los caracteriza son edificios tipo bloques construidos en serie dentro de amplias manzanas ubicadas generalmente en las periferias urbanas. En Chile, la Caja de Habitación Popular y la Corporación de la Vivienda (CORVI) fueron las instituciones que impulsaron y masificaron la construcción de este tipo de conjuntos habitacionales en casi todo el país.

y la capacidad de (muchos) vecinos y de la municipalidad que corresponda. Para ambos, la posibilidad de mantener los espacios verdes parece depender de su tamaño, ya que claramente no es lo mismo conservar un parque y muchas plazas, que un antejardín o un patio. Por esto, y por otros temas administrativos, estos conjuntos habitacionales son un patrimonio cuantitativamente difícil de manejar (Lehner, 2018).

Con todo, tanto el problema de conocimiento, de tamaño y organización, como la emergencia climática, revelan dificultades en la sostenibilidad que amenaza también su valoración patrimonial. Si parte de los valores culturales están asociados a las áreas verdes, significa que si estas se deterioran y pierden producto de los efectos descritos, es muy probable que no solo impactaría en numerosos ciclos ecológicos que dependen de la vegetación, sino también, podría disminuir su valoración patrimonial. Valoración que, como afirman algunos autores, no es fija, sino más bien puede cambiar en respuesta a la modificación de las condiciones ambientales (Ballart et al., 1996; Gómez Redondo, 2014). Esta cadena de sucesos (altamente probables) prueba dos cosas. En estos conjuntos las dimensiones cultural y ecológica van de la mano; y, segundo, prueba que el problema de su sostenibilidad es claramente interdisciplinario.

De esta forma, es posible advertir que estamos ante un patrimonio muy frágil, cuya sostenibilidad se encuentra en el cruce de las dimensiones físico espacial, político-económica y sociocultural; y en distintas disciplinas. Por un lado, aquellas relacionadas con el espacio como la arquitectura, el urbanismo y la geografía y, por otro, las ciencias ambientales, que engloban disciplinas como la agronomía y la ingeniería forestal, entre otras, dedicadas a comprender los procesos ecológicos y su interacción en contextos urbanos. La Figura 1 ilustra todo lo anterior.

**Figura 1**  
Problema de la investigación



Nota. Elaboración propia.

Sin embargo, volviendo al tema de tamaño, lo que para ciertas disciplinas es un problema, para otras puede ser una oportunidad. Para las ciencias ambientales está ampliamente comprobado que mientras más extensas las áreas verdes y las superficies de suelo permeable en las ciudades, mayores son los servicios ecosistémicos que brindan, especialmente aquellos relacionados con la mitigación y la adaptación al cambio climático. Entre otros, el secuestro de carbono (Ariluoma et al., 2021; Bherwani et al., 2024), la reducción de las islas de calor en las ciudades (Fan et al., 2015), la retención de agua bajo suelo y la reducción del escurrimiento superficial (Kazmierczak & Carter, 2010; European Environment Agency [EEA], 2011; Climate Change Commission [CCC], 2011). Para todo lo anterior, los suelos permeables cumplen una función vital, más aún si son extensos y continuos. En este sentido las áreas verdes urbanas tienen una condición paradójica. Por un lado, están amenazadas por el calentamiento global, pero al mismo tiempo, contribuyen a mitigar algunos de sus efectos.

Con todo lo anterior, para la pregunta sobre cómo preservar los espacios verdes en estos conjuntos, la hipótesis de esta investigación sostiene que esta depende en parte, de revelar su valor instrumental en contexto de cambio climático. Por esto, el objetivo de esta investigación es demostrar cómo las amplias superficies de suelo permeable, la continuidad de los espacios verdes y la forma de agrupación de los bloques aislados típica del Movimiento Moderno, influyen en la disminución de la temperatura superficial. Los casos de estudio corresponden a diez conjuntos habitacionales CORVI ubicados en nueve comunas de Santiago. Para ello, serán analizadas imágenes satelitales, modelos de clasificación espectral, índices de vegetación NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y de temperatura superficial del suelo LST (Land Surface Temperature).

## Marco teórico

### **Emergencia climática y los Servicios Ecosistémicos de Regulación**

Existe un amplio consenso acerca de que la emergencia climática es uno de los mayores desafíos que la humanidad debe enfrentar. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) lo define en su primer artículo como el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Mathews, 2018, p.75). Producto de la acción humana, la actual degradación ambiental ejemplifica la coevolución entre los aspectos naturales y socioculturales del entorno, provocando no solo el agotamiento de los recursos naturales, sino que también constituye la evidencia empírica que las prácticas de la sociedad industrial con su entorno y los recursos ecológico-ambientales no se alinean con la dinámica natural del entorno (Gastó y Subercaseaux, 2010). De hecho, la gravedad del tema es tal que el secretario general de la ONU, António Guterres, afirmó que “la era del calentamiento global ha terminado, ahora es el momento de la era de la ebullición global (...). El cambio climático está aquí. Es aterrador. Y esto es sólo el principio” (Schwaner, 2023, s. p.).

En este sentido, Santiago de Chile<sup>2</sup> ha tenido importantes cambios de temperatura en los últimos 50 años. Si bien en la década (2012-2021) la temperatura media fue de 15,7 °C, la misma que en el período

---

2. Santiago es la ciudad capital de Chile. Se ubica en la zona central del país en un valle rodeado por la cordillera de los Andes al este y la cordillera de la Costa al oeste. Su altitud aproximada de 500 metros sobre el nivel del mar.

comprendido entre 1972-2011, en los últimos diez años las temperaturas máximas han pasado de 34,5 °C promedio anual entre 1972 y 2011, a 36,0 °C. También se ha confirmado el aumento en los días de verano en que la temperatura máxima supera los 30 °C, pasando de 49,7 días en promedio en el periodo 1972-2011, a 75,6 días para la última década. Por último, entre 1972 y 2011 hubo 2,8 olas de calor anuales en promedio, pero entre 2012 y 2021 estas olas de calor aumentaron a 7,6 anuales en promedio. Además, al considerar cómo han variado las precipitaciones registradas en la última década, se constata que la ciudad de Santiago ya no corresponde a un clima mediterráneo de veranos cálidos (Fernández, Vargas et al., 2022).

Para contrarrestar los impactos del cambio climático son conocidas dos respuestas generales: la mitigación y la adaptación. La mitigación se refiere a las acciones humanas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o mejorar los sumideros para capturar estos gases; en tanto la adaptación se define como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas (Mathews, 2018). Si bien, los esfuerzos desde los ámbitos políticos y científicos se han concentrado fundamentalmente en la mitigación (Krellenberg et al., 2017), existen varios ejemplos de adaptación. Desde el diseño y construcción de edificios resilientes para condiciones climáticas extremas y la planificación del ordenamiento territorial para prevenir la edificación en áreas de riesgo, hasta la creación de infraestructuras verdes urbanas como parques y corredores biológicos, todas estas son medidas que contribuyen a la mejora en la calidad del aire (Corredor et al., 2012), mitigar las olas de calor urbana (Fan et al., 2015) y reducir el riesgo de inundaciones al absorber las agua lluvia (EEA, 2011; Kazmierczak & Carter, 2010). Estos beneficios corresponden a servicios ecosistémicos de regulación climática.

Los Servicios Ecosistémicos Urbanos (SEU) es un concepto antropocéntrico y relativamente reciente, referido a los beneficios directos e indirectos que las personas obtenemos desde los procesos de la naturaleza en contextos urbanos (Barrera et al., 2019; Chan, 2012; Temanord, 2015; Vasquez, 2016). En este sentido, no oculta el interés de instrumentalizar ese 'algo' para el beneficio humano material o inmaterial. Es decir, se refiere al valor instrumental basado en su utilidad o capacidad para lograr ciertos resultados deseados (Chan, 2012; Corredor et al., 2012). Este concepto ubica las necesidades y preferencias humanas en el centro del universo ecológico, evaluando el estado de salud de los ecosistemas en función de su capacidad para brindar beneficios a los humanos, y por ello los entendemos como 'servicios' (Katz-Gerro & Orenstein, 2015). Este enfoque se ha convertido en su propio campo de investigación, el que tiene que ver con totalidades y conexiones, y no con especies individuales o biotopos específicos (Temanord, 2015). También, este enfoque pone especial énfasis en reconocer y en hacer evidentes los valores intrínsecos que existen en los ecosistemas, producto de sus propios procesos ecológicos. Con todo, el objetivo final de los servicios ecosistémicos es hacer que estos servicios sean visibles para ser considerados dentro de los tomadores de decisiones (Temanord, 2015). En los últimos años este término se ha integrado cada vez más en las formulaciones de objetivos políticos, específicamente en Europa y los países nórdicos. Tras la puesta en marcha de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) por parte de las Naciones Unidas en 2001, este concepto ha adquirido relevancia y repercusión como herramienta política y práctica, ya que su objetivo es, en última instancia, permitir a los responsables de la toma de decisiones adoptar decisiones de gestión adecuadas (Reid et al., 2005; Temanord, 2015). En este sentido, la Estrategia de Biodiversidad de la Unión Europea en 2020 solicitó a sus estados miembros que evalúen los SEU dentro de sus ciudades con el fin de establecer para 2030 la protección jurídica al 30 % de la superficie terrestre y al 30 % de la marina de la UE, como mínimo, e incorporar corredores ecológicos dentro de una auténtica Red Transeuropea de Espacios Naturales (Comité Económico y Social Europeo [COM], 2020).

Es importante señalar que los SEU de regulación están íntimamente ligados a la cobertura del suelo en una zona específica. La cobertura del suelo se refiere a los diferentes tipos de vegetación y superficies permeables, es decir, capaces de absorber agua, e impermeables como el suelo sellado por hormigón, asfalto u otro, que impide que el agua penetre hacia el subsuelo (Elmqvist et al., 2015; Fernández, 2022). Sobre estas últimas, los pasajes, las calles, edificios y estacionamientos afectan directamente la capacidad del suelo para absorber agua y regular el ciclo hidrológico y, por consiguiente, las áreas con una alta proporción de superficies impermeables pueden dar lugar a problemas de inundaciones y escorrentía, afectando negativamente a los servicios ecosistémicos de regulación. En este sentido, la evidencia científica respalda ampliamente la importancia de los suelos permeables en contextos urbanos (Lal & Stewart, 2018; O'Riordan et al., 2021; Ordóñez & Masera, 2001; Yang & Zhang, 2015). Si bien estos suelos son cada vez más escasos dentro de las ciudades, su valor radica en los diversos servicios ecosistémicos que brindan. Entre otros, no solo permiten la infiltración de agua, sino que también desempeñan un papel fundamental en la purificación de contaminantes, los cuales son especialmente relevantes en entornos urbanos (Gertosio y Pantoja, 2022). En otras palabras, mientras más suelo permeable al interior de las ciudades, más servicios ecosistémicos. También la vegetación en bosques urbanos, parques, plazas o grandes áreas verdes juega un papel importante en la provisión de servicios de regulación. En este sentido, el tamaño, su distribución espacial y accesibilidad de los árboles es determinante en la cantidad y calidad de SEU que brindan (Irvine et al., 2010), ya que proporcionan hábitats para la fauna, promoviendo la biodiversidad y la polinización (Davis et al., 2017), facilitando procesos ecológicos esenciales para el funcionamiento del ecosistema. Por lo tanto, la relación entre servicios ecosistémicos, la estructura urbana y la cobertura del suelo que les da soporte es fundamental para comprender cómo la composición de estos paisajes no solo beneficia a las personas, sino al medioambiente a escala urbana.

Una de las formas más eficaces para identificar y monitorear la presencia de SEU es mediante el uso de instrumentos de teledetección satelital. Esta técnica se refiere al proceso de recopilación de información sobre la superficie terrestre mediante la utilización de satélites u otras plataformas espaciales. Estos dispositivos capturan datos a distancia, sin tener contacto directo con el área de interés, utilizando sensores que registran la radiación electromagnética reflejada o emitida por la superficie terrestre. Este método ha sido extensamente empleado para estimar temperaturas en la superficie, para identificar diversas coberturas de suelo en el planeta, así como para detectar la ubicación y condición de la vegetación (Fan et al., 2015; Olivares & López-Beltrán, 2019). La información obtenida desde instrumentos de teledetección satelital es valiosa por tres factores: el cruce interdisciplinar, la observación en gran rango de distancias y la diversidad de parámetros. Primero, dentro de la pesquisa bibliográfica para esta investigación, estos instrumentos son escasamente utilizados en investigaciones de arquitectura y urbanismo, pero ampliamente utilizados desde la geografía, la botánica, agronomía e ingeniería forestal. Segundo, estos instrumentos permiten una observación en un gran rango de distancias, ya que mediante el software de código abierto Qgis o ArcGIS es posible observar y cuantificar datos en un amplio rango de escalas, desde la escala geográfica a la escala doméstica, con solo acercar o alejar el encuadre de estudio, y dependiendo del tamaño del pixel que los distintos instrumentos poseen (Cardinali et al., 2023; Davis et al., 2017). Por último, la diversidad de parámetros, ya que estos instrumentos pueden capturar una amplia variedad de indicadores como el índice de vegetación (NDVI), de temperatura superficial (LST), el índice de humedad (NDMI), la cobertura terrestre mediante los modelos de clasificación espectral, la configuración de las áreas verdes y la calidad del medioambiente, entre otros (Ermida et al., 2020; Phiri et al., 2019).

**El paisaje habitacional moderno y el potencial ecosistémico de su vegetación continua y suelo permeable**

Volviendo al valor de los suelos permeables y la vegetación continua como elementos clave para los SEU de regulación, ambos atributos son posibles de observar en numerosos conjuntos habitacionales propios del Movimiento Moderno. Por ello, varios investigadores han advertido sobre el potencial ecológico de los espacios verdes en este tipo de conjuntos construidos a mediados del siglo XX. Montaner (2016) destaca cómo la distribución de los edificios en el espacio abierto facilita la incorporación de la naturaleza (Montaner, 2016). Fernández Nieto (2016) subraya el valor de la amplitud de las zonas verdes, la orientación de los edificios y el escaso sellado del suelo, como atributos para reconvertir los conjuntos modernos de la primera periferia de Madrid en una ciudad verde (Fernández Nieto, 2016). La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona advierte sobre el valor del subsuelo como receptor y contenedor de los recursos hídricos dentro de los planes urbanos de reconversión, incluyendo los conjuntos modernos (Rueda, 2003; Rueda Palenzuela, 2019). Gertosio y Pantoja (2022) muestran que en tres conjuntos habitacionales de la CORVI presentan temperaturas más bajas en comparación con los barrios que los circundan. Este fenómeno se atribuye a la continuidad de sus áreas verdes y a la baja proporción de suelo sellado (Gertosio y Pantoja, 2022). Además, McMichael Reese y Wolff (2008) analizan el potencial del conjunto habitacional Pontchartrain en Nueva Orleans (EE.UU.) como infraestructura para frenar y retener el agua, especialmente tras la destrucción provocada por el huracán Katrina en 2005. Estos últimos sostienen que reconsiderar estos paisajes como infraestructura para mitigar desastres naturales amplía el rango de su significado, otorgándoles valor práctico, ecológico, económico y político (McMichael Reese & Wolff, 2008). Estas investigaciones destacan cómo el diseño urbano de los conjuntos habitacionales del Movimiento Moderno no solo contribuye a la integración de la naturaleza en el entorno urbano, sino que también proporcionan beneficios ecológicos significativos gracias a la permeabilidad del suelo y la continuidad de los espacios verdes.

Sobre este tipo de conjuntos habitacionales en Chile y su relación con el suelo permeable destinado a áreas verdes, es conocida esta amplia proporción por encima de las superficies de suelo sellado. Según Yopo (2021), el porcentaje de suelo sellado de población Huemul 2 y 3 (1943-1946) es 52 %; la población Juan Antonio Ríos II (1948-1952) es 47,2 %; Juan Antonio Ríos III (1945-1950) 37,8 %; y villa Portales (1955-1968) es 25,3 % (Yopo, 2021). En todos ellos es posible advertir dos cosas: a medida que avanzan los años, menores son las superficies de suelo sellado que poseen estos conjuntos y, en todos ellos (independiente del estado de mantención) existen árboles de gran tamaño, arbustos, césped y suelo de tierra entre sus edificios. Es relevante destacar que estos porcentajes no solo son posibles de observar en los casos anteriores, sino dentro de los más de 150 conjuntos habitacionales de la CORVI que poseen configuración espacial similar.

Por último, es importante señalar que en este tipo de conjuntos su vegetación no creció por sí sola, sino más bien, ha sido una construcción dinámica en el tiempo, y cuya mantención depende de muchas de personas. En otras palabras, alguien plantó esa vegetación y muchos otros la han mantenido bajo distintas formas de organización y recursos. Por esta razón, parece preciso utilizar el concepto de paisaje habitacional moderno (PHM). Si bien el concepto paisaje es un término muy amplio que parece abarcarlo todo, y sobre el cual se ha escrito bastante, es importante destacar su carácter integrador, polisémico y su amplitud transdisciplinaria (Gastó y Subercaseaux, 2010). Lo interesante del término, es que acentúa lo que no aparece espontáneamente, sino el resultado de diferentes acciones humanas en un espacio determinado. Por consiguiente, es justamente lo contrario al concepto de naturaleza, ya que un paisaje nunca es una realidad natural, sino siempre una creación cultural (Roger, 2008). Por ello, al agregar el sustantivo 'cultural', se enfatiza la idea de ser un producto social, por tanto, un producto artificial, y cuyo proceso articula la manipulación de sistemas naturales, para asegurar procesos de organización urbana

(Hetch, 2020). En otras palabras, son el lugar donde se observa el roce entre los sistemas naturales y los sistemas de urbanización, de esta manera, son una construcción de representación de la naturaleza en el espacio humano (Montealegre, 2017), y por ello están sujetos a cambios constantes, ya que su material de construcción más importante es vegetal, es decir, está vivo (Lehner, 2018). De esta manera, la numerosa vegetación que se observa en este tipo de conjuntos habitacionales es esencialmente una construcción multidimensional y en constante de transformación. Donde cada acción impacta en la otra, y en un ciclo que se repite constantemente se moldea la forma de estos paisajes (Hetch, 2020). Por ello registran conflictos, intereses, tensiones y presiones que se ejercen sobre ellos (Berrizbeitia, 2020). De esta manera, al ser un producto de la sociedad es eminentemente dinámico, en permanente transformación debido a la acción de los habitantes, interactuando con las expresiones de la esfera cultural (Valencia, 2017). De esta forma, la inscripción en el espacio es el corolario de esta dimensión social y, en este sentido, la ciudad es la expresión acabada de la comunidad humana (Augé, 2013).

## Metodología

Para demostrar cómo las amplias superficies de suelo permeable, la continuidad de los espacios verdes y la forma de agrupación de los edificios en los conjuntos habitacionales modernos inciden en la reducción de la temperatura superficial, se analizan 10 casos de la Corporación de la Vivienda (CORVI) en ocho comunas de Santiago de Chile. En este sentido, la aproximación metodológica es del tipo causal, ya que permite establecer relaciones de causa y efecto entre variables, lo que contribuye a comprender y predecir fenómenos especialmente en distintas disciplinas (Pearl y Mackenzie, 2018), en este caso, entre urbanismo y ciencias naturales. Este grupo de casos de estudio serán analizados bajo dos instrumentos de teledetección: el índice de temperatura superficial de la tierra (LST) y un modelo de clasificación espectral. El cruce de estos instrumentos, junto con imágenes satelitales, busca observar cómo se relaciona la forma construida, los fragmentos de vegetación y sus diferentes patrones de ubicación con la temperatura superficial.

El índice LST (Landscape Surface Temperature) mide la temperatura que emite la superficie de la Tierra, la que puede variar según las condiciones climáticas, el horario y las características del terreno. La estimación y obtención de la temperatura superficial o Land Surface Temperature (LST) se basa en el estudio de Ermida et al. (2020), utilizando su repositorio de acceso público en Google Earth Engine. Este repositorio utiliza como insumo los datos provenientes del satélite Landsat 8, con una resolución de 30 x 30 m. por cada pixel, específicamente, las colecciones de temperatura de brillo TOA (Top Of Atmosphere), la reflectancia superficial y la emisividad de Aster GEO. Este índice fue calculado mediante el promedio de los veranos entre 21/12/2022 y 20/03/2023.

Por otro lado, los modelos de clasificación espectral son técnicas utilizadas para categorizar diferentes tipos de cobertura terrestre en imágenes satelitales o datos de teledetección, por esto, son una herramienta fundamental para identificar servicios ecosistémicos en un área determinada. Mediante el siguiente modelo de clasificación espectral se muestra la composición del encuadre en cuatro categorías en términos de la permeabilidad y cobertura del suelo y el tipo de vegetación arbórea: 1) 'Suelo construido' (incluye pavimentos como calles, viviendas y, en general, las construcciones que no permiten la presencia de vegetación; 2) 'Suelo desnudo': o suelo natural de tierra o maicillo; 3) 'Pastos': zonas cubiertas por vegetación herbácea que permanece durante todo el año; 4) 'Vegetación siempreverde y decidua' (árboles y arbustos con follaje solamente en verano). Esta categorización de las coberturas de suelo se realizó mediante técnicas de clasificación espectral basadas en el principio de máxima entropía. Se emplearon



imágenes gratuitas de la misión satelital Sentinel-2 y el software de código abierto MaxEnt. Estas imágenes, capturadas en marzo y agosto de 2016 por satélites con una cobertura nubosa del 0 %, fueron seleccionadas para el presente análisis (Fernández, 2022).

Con estos instrumentos se observará en los 10 casos la temperatura superficial mediante el índice LST, y como esta se relaciona con su proporción de cobertura de suelo. Como se observa en las Figuras 2 y 3, de los 10 casos escogidos, cinco corresponden a conjuntos habitacionales tipología 1010 de la CORVI (1,6,8,9 y 10). De ellos, hay bloques aislados (9 y 10), edificios compuestos por dos bloques (1,6) y por tres bloques (8). Como muestra la Figura 3, en la mayoría de los casos son los bloques de departamentos los que se ubican en ángulo recto junto a una avenida, a excepción de los casos 5,7 y 8. La Figura 4 muestra con mayor claridad la variedad de formas en que se agrupan los bloques y el tipo de espacio abierto que generan. Por un lado, los casos 2, 3 y 4 son composiciones de bloques de casas y departamentos que forman plazoletas de forma cuadrada y límites definidos. Bloques de departamentos que forman plazas longitudinales y paralelos en los casos 1 y 6; y bloques que forman espacios abiertos de bordes irregulares en los casos 9 y 10.

**Figura 2**

Vistas satelitales de los 10 casos de estudi



Nota. 1) población Juan Antonio Ríos (Independencia); 2) villa San Cristóbal (ex Tupac Amaru, Recoleta); 3) villa Portales Estación Central) 4) villa Canadá + villa Olímpica + EMPART Salvador Sur (Ñuñoa); 5) villa Los Presidentes + villa Los Jardines (Ñuñoa); 6) población La Faena (Peñalolén); 7) villa Santa Carolina (Macul); 8) villa México (Cerrillos); 9) villa Joaquín Edwards Bello (San Joaquín); 10) villa Carlos Condell (San Ramón). Vistas obtenidas a través de Google Earth.

**Figura 3**

Imágenes satelitales de fragmentos en los 10 casos de estudio



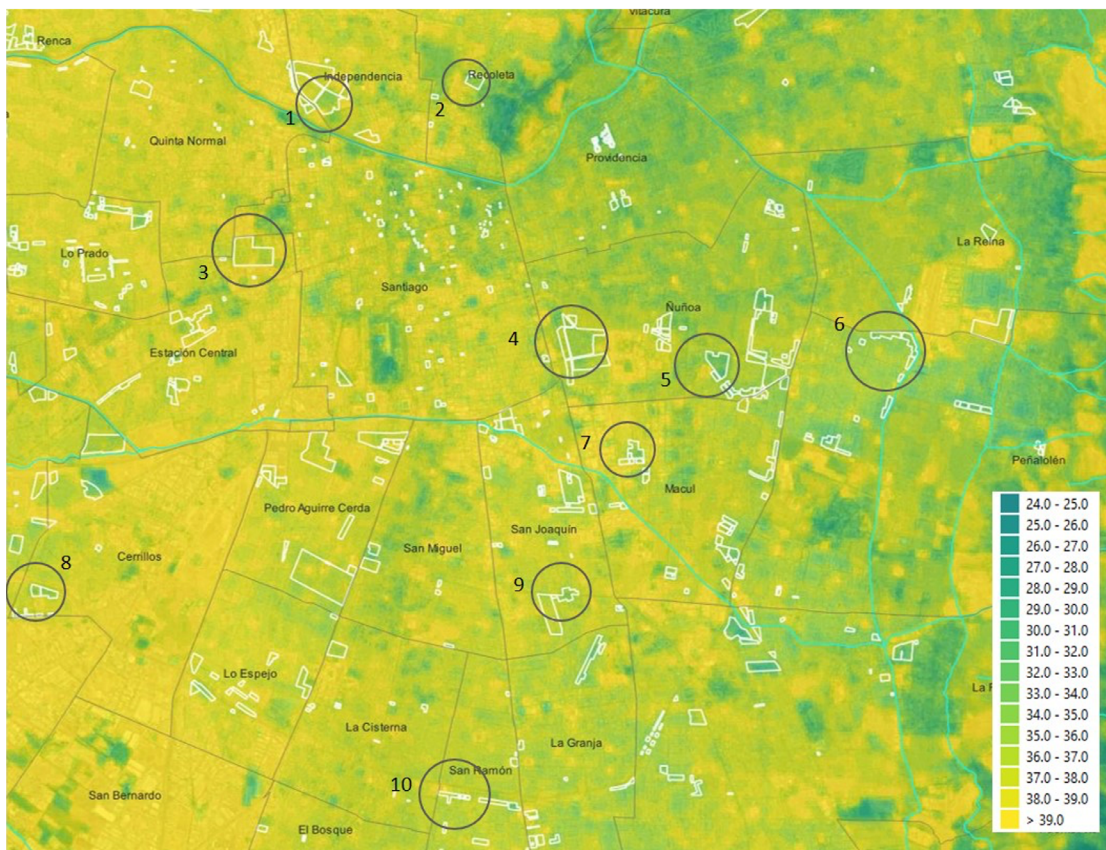
Nota. 1) población Juan Antonio Ríos (Independencia); 2) villa San Cristóbal (ex Tupac Amaru, Recoleta); 3) villa Portales (Estación Central) 4) villa Canadá + villa Olímpica + EMPART Salvador Sur (Ñuñoa); 5) villa Los Presidentes + villa Los Jardines (Ñuñoa); 6) población La Faena (Peñalolén); 7) villa Santa Carolina (Macul); 8) villa México (Cerrillos); 9) villa Joaquín Edwards Bello (San Joaquín); 10) villa Carlos Condell (San Ramón). Vistas obtenidas a través de Google Earth.

## Resultados

La Figura 5 muestra el índice LST sobre gran parte de Santiago. Al destacar en polígonos de color blanco los conjuntos habitacionales de la Caja de Habitación y de la CORVI es posible observar cuatro fenómenos. Primero, la diferencia de temperaturas entre sectores oriente y poniente: al tomar como referencia la av. Vicuña Mackenna se observa que las temperaturas al oriente son menores en comparación con las del sector poniente. Segundo, la diferencia en la distribución de las temperaturas en ambos sectores: mientras en el poniente, las áreas de menor temperatura aparecen como islotes dispersos sin un patrón definido, en el sector oriente ocurre exactamente lo contrario. Se observan fragmentos aislados de altas temperaturas rodeados por masas más amplias de menor temperatura. Tercero, la relación entre límites comunales y variación térmica: no se detectan cambios drásticos de temperatura entre comunas, salvo en la frontera entre Santiago y Ñuñoa (alrededor del círculo 4), lo que lleva al cuarto fenómeno: el impacto de la tipología habitacional en la temperatura. Mientras en el sector sur de la comuna de Santiago predominan viviendas de un piso y de fachada continua, con extensas áreas de suelo sellado, lo que eleva las temperaturas; en Ñuñoa, los bloques aislados están rodeados por amplias superficies de suelo permeable, generando una reducción térmica significativa en su entorno inmediato.

**Figura 4**

Índice de temperatura LST de Santiago de Chile, destacando los 10 casos de estudio

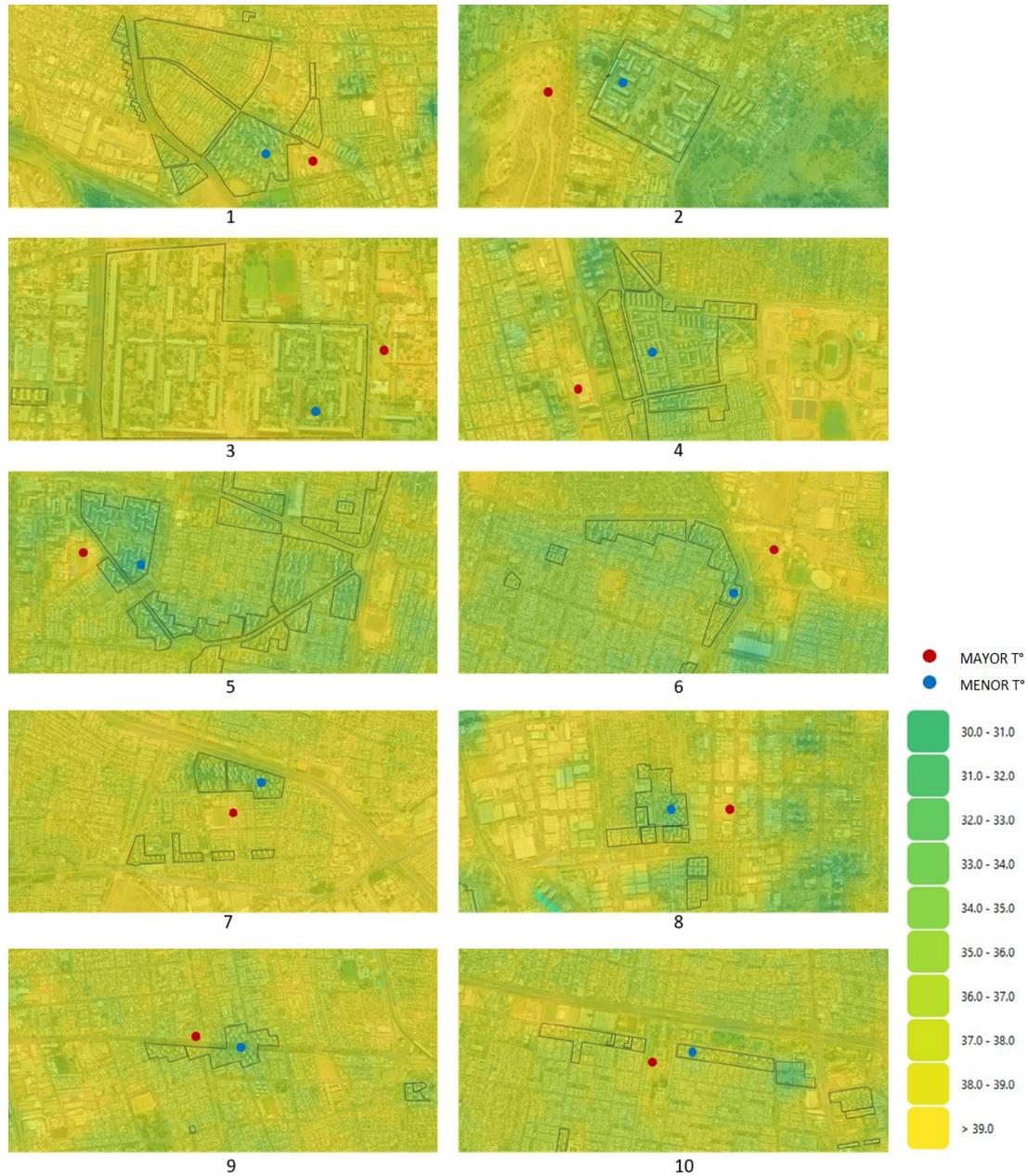


Nota. Mapa LST de Santiago de Chile a escala 1:50.000 obtenido de la combinación de los siguientes instrumentos: índice LST + imagen satelital (2023) + los límites comunales de Santiago + la red hidrográfica de Santiago. Índice LST fue calculado con el promedio estacional del verano entre 21/12/2022 y 21/03/2023, realizado exclusivamente para esta investigación. Elaboración propia.

Al observar las temperaturas interiores y exteriores de los polígonos en blanco, llama la atención cómo dentro de los polígonos residenciales de la CORVI la temperatura es menor que fuera de sus bordes. Esta diferencia se aprecia con mayor claridad en los conjuntos 1, 3 y 8 en el sector poniente de Santiago. En ellos, los fragmentos verdes de menor temperatura se asemejan a islotes dentro de un contexto de mayor temperatura que los rodea. Por otro lado, en el sector oriente del encuadre, la diferencia entre temperaturas dentro y fuera de los polígonos se aprecia con mayor claridad en los casos 4, 5, 7 y 9.

**Figura 5**

Cuadro comparativo de los 10 casos de estudio bajo el índice LST



Nota. Elaboración propia.

Al comparar los 10 casos a la misma distancia, como muestra la Figura 6, es interesante constatar otros fenómenos. Primero, en gran parte de los casos, las menores temperaturas se encuentran en los sectores constituidos por bloques aislados y no en los sectores de casas de cada conjunto. Esto se observa con mayor contraste en los casos 1, 5, 7 y 8. Además, las menores temperaturas se ubican a lo largo de avenidas perimetrales, especialmente en los casos 5, 6, 7 y 9, y también en el centro de la manzana en los casos 1, 7 y 8. También se observa que mientras más lejanos se encuentran los edificios entre sí, mayores son las temperaturas observadas, como en el caso 3. Por el contrario, mientras más cercanos entre sí, menores son las temperaturas como muestran los casos 5, 6, 7, 8 y 9. Por último, es posible verificar una relación de proporción entre la orientación norte-sur y oriente-poniente. Mientras mayores son los bloques ubicados en sentido norte-sur, menor es la temperatura superficial observada, como muestran los casos 5, 6, 7, 8 y 9. En cambio, las mayores temperaturas se evidencian en los sectores cuya orientación predominante es oriente-poniente, como en el sector inferior del caso 7 y en el caso 10.

Al comparar los casos, es posible dar cuenta de cómo los fragmentos de menor temperatura se encuentran entre los bloques, mientras fuera de ellos se distinguen fragmentos de mayor temperatura que corresponden generalmente a superficies de suelo sellado y a una distancia de 221 m promedio. También se observa cómo desde el interior de cada conjunto, los fragmentos de menores temperaturas se extienden fuera de sus límites a través de las avenidas que los circundan. Esto se aprecia con claridad en todos los ejemplos, a excepción de los casos 2, 3 y 10.

Con relación a la forma y posición de los bloques entre sí, en general es posible advertir dos fenómenos. Mientras más cercanos se encuentren los bloques, menores son las temperaturas, así como también, mientras más complejas sus formas (y mayor la cantidad de sus vértices), también se observan menores temperaturas.

En relación con la posición de los bloques con respecto al norte, se advierte que mientras más inclinados respecto a este, menores son las temperaturas superficiales. Ambos extremos se pueden constatar al comparar los bloques orientados hacia el norte perfecto (caso 3), con los bloques girados  $45^\circ$  respecto del norte en el caso 8.

Entre todos los ejemplos, la menor temperatura ( $31,2^\circ\text{C}$ ) y la mayor diferencia entre la menor y mayor temperatura se observa en el caso 5 (villa Los Presidentes). Esta se encuentra sobre un sector abierto rodeado de cuatro bloques de dos tipologías distintas: dos bloques rectos en sentido norte-sur y dos bloques compuestos por cuatro bloques menores en sentido oriente-poniente. La distancia entre este fragmento frío y el fragmento de mayor temperatura es de 255 m, el que se ubica fuera de los límites del conjunto sobre un gimnasio techado de la Universidad de Chile. En este caso además se cumplen las dos características descritas anteriormente para los casos de menores temperaturas: son bloques de numerosos vértices y cercanos entre sí. Por el contrario, las mayores temperaturas se encuentran en el caso 10. Dentro del encuadre, la diferencia más significativa de temperaturas proviene del parque La Bandera, ubicado entre los bloques y la carretera Américo Vespucio Sur. A diferencia de los otros casos, no se observa una diferencia significativa de temperaturas entre el sector de bloques aislados y el sector de casas al sur de este.

**Tabla 1**

Comparación 10 casos de estudio

N°	Nombre	Comuna	T° menor interior (°C)	T° mayor exterior (°C)	Diferencia T° (°C)	Distancia entre T° (m)
1	Juan Antonio Ríos (sector 2C)	Independencia	34,9	39,3	4,4	174 m
2	Villa San Cristóbal	Recoleta	33,8	40,1	6,3	202 m
3	Villa Portales	Est. Central	36,1	39,1	3	236 m
4	Villa Olímpica	Ñuñoa	35,8	39,9	4,1	329 m
5	Villa Los Presidentes	Ñuñoa	31,2	39,6	8,4	255 m
6	Villa La Faena	Peñalolén	33,9	39	5,1	310 m
7	Villa Santa Carolina	Macul	32,8	40,2	7,4	144 m
8	Villa México	Cerrillos	34,8	39,1	4,3	177 m
9	Joaquín Edwards Bello	San Joaquín	36,4	38,1	1,7	198 m
10	Carlos Condell	San Ramon	36,4	38	1,6	188 m

Nota. Elaboración propia

Para observar en qué medida influyen las superficies de suelo sellado y permeable y la vegetación en los índices de temperatura descritos, es que los mismos casos serán analizados bajo un modelo de clasificación espectral. Al destacar en color rojo los pixeles que muestran las superficies de suelo sellado por hormigón como edificios, casas, calles y pasajes, y en color blanco los pixeles de suelo permeable, es posible destacar lo siguiente:

En todos los casos, la superficie de suelo construido es menor dentro de los polígonos que rodean los sectores constituidos por bloques aislados, en comparación con las áreas fuera de estos. Esta diferencia se observa en distintos grados, siendo más pronunciada en los casos 3 y 4, y menos evidente en el caso 5, donde la diferencia entre suelos permeables dentro y fuera de los polígonos es más difusa.

En todos los sectores de bloques aislados, la proporción de suelo permeable es mayor que en los sectores constituidos por casas. Los sectores de bloques, al ubicarse junto a avenidas perimetrales, y las casas hacia el interior, generan bordes de suelo permeable que disminuyen a medida que se avanza hacia los sectores de casas pareadas. Esto se observa claramente en el encuadre 5, compuesto por los conjuntos villa Los Presidentes y villa Los Jardines, los cuales parecen el espejo del otro gracias a que sus bordes se componen de bloques aislados, cuya superficie de suelo sellado es claramente menor que la de los sectores de casas al centro del encuadre. Incluso la rotonda en el extremo inferior muestra perfectamente un óvalo de suelo permeable delimitado por las calles que lo rodean.

Además, en la mayoría de los conjuntos se aprecian franjas de suelo sellado de distintos espesores (correspondientes a avenidas perimetrales) junto a amplios sectores de suelo permeable que rodean inmediatamente los bloques habitacionales. Esto se observa con claridad en los casos 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10.

**Figura 6**

Cuadro comparativo de los 10 casos de estudio bajo el modelo de clasificación espectral



Nota. En rojo se muestran las superficies de suelo sellado y en color blanco las superficies de suelo permeable. Elaboración propia.



**Figura 7**

Cuadro comparativo de los 10 casos de estudio bajo un modelo de clasificación espectral, mostrando cuatro categorías de superficies permeables



Nota. Elaboración propia.

Por último, es posible constatar como la diferencia entre los distintos usos del suelo influye directamente en el sellado de su cobertura. Por ejemplo, en el encuadre 7, el área que rodea a villa Santa Carolina está compuesta principalmente por sectores de bodegas e industrias en desuso de gran tamaño.

Finalmente, utilizando el mismo modelo de clasificación espectral para identificar la vegetación es posible observar fragmentos de gran tamaño en todos los casos donde la tipología es de bloques aislados. Estos fragmentos se expanden al estar junto a avenidas jardín, especialmente en los casos 5, 6, 8 y 9. Además, la combinación entre la vegetación de los sectores de bloques y las avenidas contrasta ampliamente con su disminución en los sectores aledaños, especialmente los sectores constituidos por casas. En relación con las formas de los fragmentos de la vegetación, se observan tres patrones: a) corredores a lo largo de avenidas; b) fragmentos entre bloques, y c) una red de fragmentos entre avenidas y los espacios vacíos entre bloques. Sobre el primero, dentro de los 10 casos, la vegetación en forma de corredores de borde se observa en todos menos en el 2. En el segundo, en todos los casos se distinguen fragmentos de vegetación entre bloques, siendo más acentuado en 5 y 8, y menos evidente en los casos 1, 2 y 10. En el tercero, la red de fragmentos entre avenidas y los espacios vacíos entre bloques se advierte con claridad en el encuadre 5. En él, la vegetación arbórea se concentra entre los patios abiertos rodeados por cuatro bloques y continúa hasta la avenida diagonal inferior. Esto ocurre a ambos lados de la rotonda, por lo que esta malla de concentraciones de vegetación se extiende a dos conjuntos habitacionales, haciendo más extensa esta trama.

## Discusión

Gracias a los resultados expuestos anteriormente, la discusión bibliográfica se agrupa en tres secciones.

Primero, al comparar los casos, independiente de su ubicación en distintas comunas de Santiago, se observa la relación entre menores temperaturas superficiales, con la presencia de amplias superficies de suelo permeable, y sobre este, extensos fragmentos continuos de vegetación.

La evidencia expuesta confirma lo señalado por varios investigadores sobre cómo, en general, la cobertura vegetal en zonas urbanas promueve una menor temperatura en la superficie terrestre, controlando con ello, el microclima urbano (Kim et al., 2017; Pérez Jara y De la Barrera Melgarejo, 2021; Smith y Romero, 2016; Tan et al., 2021; Zölch et al., 2016). Para el caso de Santiago de Chile, también confirma las diferencias en la distribución en el espacio urbano de la temperatura, cuyos sectores de menor temperatura se ubican entre la cordillera de la Costa y el borde poniente del Santiago urbano (Sarricolea y Martín-Vide, 2014) y el sector oriente de la capital, especialmente en los sectores precordilleranos (Smith & Romero, 2016).

Segundo, sobre la conexión entre vegetación, suelos permeables y servicios ecosistémicos, esta investigación confirma, por un lado, cómo la vegetación continua mejora en mayor medida los servicios ecosistémicos que los espacios verdes fragmentados. También, corrobora el rol que cumplen las superficies de suelo permeable en la disminución de la temperatura superficial, promoviendo una reducción en la absorción de energía diurna, lo que resulta en temperaturas más bajas en comparación con áreas pavimentadas o de hormigón (Tan et al., 2021), lo que contribuye a su vez a disminuir la formación de islas de calor urbana (Correa et al., 2003). En este sentido, se advierte un tercer factor que podría estar incidiendo

en esta disminución de temperatura, y es el efecto albedo del material reflectante de las techumbres de los edificios<sup>3</sup>. En todos los casos, los techos de sus edificios han sido cambiados por cubiertas de planchas de zincalum color gris claro en los últimos años, como se advierte en las imágenes satelitales, lo que podría incidir en parte, en la baja absorción de radiación solar. Si bien los instrumentos de teledetección utilizados no permiten cuantificar el grado de incidencia entre la vegetación, el suelo permeable y el material de cubierta de los techos de los edificios, en la disminución de la temperatura superficial, el estudio de afirma que la vegetación urbana, por sobre los demás factores, cumple un rol clave por su capacidad de evotranspiración, además de las superficies de sombra que arrojan.

Aunque este estudio no tuvo como objetivo calcular el nivel de absorción de aguas pluviales, investigaciones previas han demostrado que la vegetación urbana puede reducir el riesgo de inundaciones al disminuir el escurrimiento superficial de las precipitaciones, lo que no ocurre en áreas con suelo desnudo donde el agua no es retenida, aumentando así el escurrimiento (Kaye et al., 2006).

Tercero, en relación a los conjuntos habitacionales de arquitectura moderna analizados, este estudio avanza en confirmar y cualicuantificar los beneficios ambientales en obras de este período advertido por algunos autores (Bone, 2014; Gertosio, 2021; Jiménez y Castrillo Romón, 2012). Además, las extensas superficies de suelo permeable rodeando los edificios de la CORVI, confirman la baja ocupación de suelo advertida por Ibarra y Ortega-Esquivel (2023) en conjuntos ubicados en Iquique, Valparaíso y Coronel, y en ocho casos de Santiago analizados por Yopo (2021), los que poseen una notoria mayor proporción de suelos permeables sobre los sellados. Sin embargo, ambos estudios solo calcula el área interior del conjunto sin considerar su contexto inmediato. En este sentido, el modelo de clasificación espectral y la amplitud del encuadre que propone este estudio permiten demostrar no solo la diferencia entre ambos tipos de cobertura de suelo al interior de cada conjunto, sino que dentro de su contexto a mayor escala. Esto a su vez permite revelar cómo el diseño de estos conjuntos utiliza las áreas verdes de borde para generar zonas de transición entre las avenidas y los edificios, por ejemplo.

## Conclusiones

Al comparar los casos de estudio bajo los instrumentos de teledetección es posible confirmar cómo la combinación de extensas superficies de suelo permeable junto con la vegetación continua están directamente relacionadas con la menor temperatura superficial en distintos conjuntos habitacionales CORVI. Esta relación entre menor suelo sellado, mayor vegetación y menor temperatura es exactamente opuesta fuera de los límites de cada caso (y en distintos grados), gracias a la distancia de observación que propone esta investigación. En ella, los encuadres permiten analizar no solo el caso de estudio, sino también, como estos son parte de una trama urbana que amplifica los espacios verdes interiores hacia las avenidas intercomunales, bandejones centrales y equipamientos que los circundan. De esta manera, los espacios verdes son fragmentos complejos y continuos desde los espacios vacíos entre bloques, hasta la trama urbana, y viceversa.

---

3. El efecto albedo es la capacidad de reflexión de la radiación solar que tienen las superficies. A mayor albedo, más energía rebota hacia la atmósfera y, con ello, el objeto absorbe menos calor (Coakley, 2003).

Otro aspecto relevante tiene relación con la cobertura de suelo que rodea inmediatamente todos los bloques de estudio. En ellos, el suelo permeable no solo tiene la capacidad de absorber agua y evitar inundaciones, sino también de albergar numerosa vegetación próxima a los bloques. En otras palabras, la tierra al estar al alcance directo de las personas es fácilmente apropiable mediante árboles y plantas por sus mismos habitantes. Esta íntima cercanía entre bloques, suelo permeable y vegetación continua permite inferir cómo sus habitantes pueden aprovechar algunos servicios ecosistémicos como sombra, biodiversidad y belleza escénica de forma cotidiana. Además, estos casos, ubicados siempre adyacentes a avenidas intercomunales, convierte a estos conjuntos habitacionales en bancos de suelo permeable capaces de absorber aguas lluvia, estratégicamente ubicados dentro de la trama urbana de Santiago. Aunque esta investigación no lo cuantifica, sería relevante que futuras investigaciones ahondaran en ello.

Todo lo anterior es una aproximación para considerar formalmente el valor instrumental que este tipo de conjuntos habitacionales posee en contexto de emergencia climática, producto de la configuración y composición del espacio que los caracteriza. Esta aproximación ecosistémica tiene el potencial de incrementar el valor cultural de este patrimonio, mediante métodos cuantitativos e interdisciplinarios como la biología, la geografía o la ingeniería forestal, contribuyendo, a buscar no solo la preservación de toda su vegetación, sino además, de sus beneficios ambientales. Beneficios que muy probablemente estén presentes dentro de la enorme producción habitacional de la CORVI tanto en Santiago como en Chile.

## Financiamiento

Beca Doctorado Nacional ANID 21200796

## Agradecimiento

El autor de este artículo agradece al Dr. Ignacio Fernández.

## Conflicto de interés

El autor no tiene conflicto de interés que declarar.

## Declaración de autoría

Rodrigo Gertosio: Conceptualización, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Recursos, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

## Referencias bibliográficas

Alarcón, J., Zafra Mejía, C. y Echeverri Prieto, L. (2019). Cambio climático y recursos hídricos en Colombia Climate change and water resources in Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 2, 1-10.

Allan, J. (2021). Conservation by consensus: heritage management in large housing estates. *Housing for All*, 65, 42-49. <https://doi.org/10.52200/65.a.f4uhcgjp>

Ariiluoma, M., Ottelin, J., Hautamäki, R., Tuhkanen, E. M., & Mänttari, M. (2021). Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards: A case study from Helsinki. *Urban Forestry and Urban Greening*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126939>

- Augé, M. (2013). Naturaleza, cultura y paisaje. *Revista Colombiana de Antropología*, 49(2), 223-238.
- Ballart, J., Fullola, J. M. y Petit, M. D. Á. (1996). El valor del Patrimonio Histórico. *Complutum*, 8(2), 215-224.
- Barrera, S., Montenegro, S., Forero, V., Pulido, S., Mosquera, R., Vinasco, M. y Palomino, M. (2019). Introducción al estado del arte de los Servicios Ecosistémicos en la región occidental colombiana. En S. P. Montenegro Gómez y Á. Osorio (Eds.), *Servicios Ecosistémicos: un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano* (pp.20-33). Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586516358>
- Berrizbeitia, A. (2020). La crítica del paisaje en la era de la ruptura global. En C. Medina (Ed.), *Paisaje no es naturaleza* (pp. 12-15). Arq. Ediciones.
- Bherwani, H., Banerji, T., & Menon, R. (2024). Role and value of urban forests in carbon sequestration: review and assessment in Indian context. *Environment, Development and Sustainability*, 26(1), 603-626. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02725-5>
- Bone, K. H. S. J. S. (2014). *Lessons from Modernism. Environmental Design Strategies in Architecture 1925-1970*. The Monacelli Press.
- Cancino, J., Duarte, I., Vergara, J. y Flores, C. (2021). *Estudio de valoración patrimonial del Centro Urbano Antonio Nariño*. Juan Carlos Cancino. Arquitectos asociados sas. [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/estudio\\_de\\_valoracion\\_patrimonial\\_cuan.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/estudio_de_valoracion_patrimonial_cuan.pdf)
- Cardinali, M., Beenackers, M. A., van Timmeren, A., & Pottgiesser, U. (2023). AID-PRIGSHARE: Automatization of indicator development in green space health research in QGIS. Accompanying script to the PRIGSHARE reporting guidelines. *Software Impacts*, 16, 100506. <https://doi.org/10.1016/j.simpa.2023.100506>
- Chan, K. (2012). Repensar los servicios de los ecosistemas para abordar y navegar mejor los valores culturales. *Economía Ecológica*, 74, 8-18.
- Climate Change Commission. (2011). *National Climate Change Action Plan 2011-2028*. <https://policyasiapacificenergy.org/node/928#:~:text=The%20national%20climate%20change%20framework,sustainable%20energy%2C%20and%20knowledge%20and>
- Coakley, J. A. (2003). Reflectance and albedo, surface. En G. R. North, J. Pyle, & F. Zhang (Eds.), *Encyclopedia of atmospheric sciences* (p. 2). Science Direct.
- Comité Económico y Social Europeo. (2020). "Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de Aquí a 2030". *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030\\_es#ref-ámbitos-de-actuación%0Ahttps://www.redpoliticaside.es/system/files/repositorio-archivos/Comunicacion\\_Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030. 2020-380.pdf%0Ahttp](https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_es#ref-ámbitos-de-actuación%0Ahttps://www.redpoliticaside.es/system/files/repositorio-archivos/Comunicacion_Estrategia%20de%20la%20UE%20sobre%20la%20biodiversidad%20de%20aquí%20a%202030%202020-380.pdf%0Ahttp)
- Correa, E. N., Flores Larsen, S. y Lesino, G. (2003). Isla de calor urbana: Efecto de los pavimentos. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 7(2), 25-30.
- Corredor, E., Fonseca, J. y Páez, E. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(1), 77-83.
- Davis, A. Y., Lonsdorf, E. V., Shierk, C. R., Matteson, K. C., Taylor, J. R., Lovell, S. T., & Minor, E. S. (2017). Enhancing pollination supply in an urban ecosystem through landscape modifications. *Landscape and Urban Planning*, 162, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.011>

- Dragutinovic, A. (2023). *Mass Housing Neighbourhoods and Urban Commons*. TU Delft.
- European Environment Agency. (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion* (Technical Report N.º 18). Autor.
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S. N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J. N., Gómez-Baggethun, E., Nowak, D. J., Kronenberg, J., & de Groot, R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001>
- Ermida, S. L., Soares, P., Mantas, V., Götttsche, F. M., & Trigo, I. F. (2020). Google earth engine open-source code for land surface temperature estimation from the landsat series. *Remote Sensing*, 12(9), 1-21. <https://doi.org/10.3390/RS12091471>
- Fan, C., Myint, S. W., & Zheng, B. (2015). Measuring the spatial arrangement of urban vegetation and its impacts on seasonal surface temperatures. *Progress in Physical Geography*, 39(2), 199-219. <https://doi.org/10.1177/0309133314567583>
- Fernández, I. (2022). Dime qué tipo de vegetación tienes y te diré en qué comuna vives. La injusta distribución de la vegetación en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 208(82), 193-208. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022022000200193>
- Fernández, M. P., Vargas, M. A. y Allamand, N. (2022). *Arbolado urbano. Desafíos y propuestas para la Región Metropolitana*. PUC. <https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/sostenibilidad/medio-ambiente/biodiversidad/proyectos/Arbolado-Urbano-desafios-y-propuestas-rm.pdf>
- Fernández Nieto, M. (2016). Recuperación de los barrios de la modernidad en Madrid. Actualización de su potencial medioambiental. En R. J. M. Araújo, V. Loi, & R. Hernández (Ed.), 7th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning (pp. 77-88). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8982643>
- Forray, R., Márquez, F. y Sepúlveda, C. (2011). *Unidad Vecinal Portales. Arquitectura, identidad y patrimonio. 1955-2010*. Minvu.
- Gastó, J. y Subercaseaux, D. (2010). Dimensión ecológica del paisaje cultural en el siglo XXI. *Revista Talca*, (4).
- Gertosio, R., Lobos, F., Valencia, M. y Rabí, S. (2015). *Solicitud de Declaratoria de Zona Típica de Villa Frei (Sector 1)*. [https://issuu.com/fernandolobosmiralles/docs/expediente\\_villa\\_frei\\_zt](https://issuu.com/fernandolobosmiralles/docs/expediente_villa_frei_zt)
- Gertosio, R. (2016). *Ciudad Utópica Villa Frei*. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Gertosio, R. (29 de agosto de 2021). *The modern urban project and its environmental value: Villa Los Presidentes, Ñuñoa, Santiago, Chile* [Sesión de conferencia]. Inheritable Resilience: Sharing Values of Global Modernities - 16th International DOCOMOMO Conference Tokyo Japan 2020+1 Proceedings, 4.
- Gertosio, R. y Pantoja, F. (2022). *Suelo permeable y vegetación continua en los conjuntos habitacionales modernos: análisis de tres casos en el sector sur de Santiago de Chile*. <https://doi.org/10.29393/UR14-4SERF20004>
- Gómez, P. (2017). La construcción de los multifamiliares de Mario Pani: historia, problemas y retos actuales. *Boletín de Monumentos Históricos*, 0(36), 159-173.

- Gómez Redondo, C. (2014). El origen de los procesos de patrimonialización: la efectividad como punto de partida. *Educación Artística: Revista de Investigación (EARI)*, 5, 66-80. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4859591&info=resumen&idioma=SPA>
- Havinga, L., Colenbrander, B., & Schellen, H. (2019). Heritage attributes of post-war housing in Amsterdam. *Frontiers of Architectural Research*, 9(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.04.002>
- Hetch, R. (2020). El paisaje en Chile es una decisión política. En C. Medina (Ed.), *Paisaje no es naturaleza* (pp. 19-24). Arq. Ediciones.
- Ibarra, M. y Ortega-Esquivel, A. (2023). La ciudad planificada a través de la producción de la vivienda: una revisión a tres conjuntos de la Corvi en Chile (1961-1965). *Revista de Urbanismo*, (49), 1-20. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2023.70179>
- Irvine, K. N., Fuller, R., Devine-Wright, P., Tratalos, J., Payne, S., Warren, P., Lomas, K., & Gaston, K. (2010). Ecological and Psychological Value of Urban Green Space. En M. Jenks, & C. Jones (Eds.), *Dimensions of the Sustainable City* (pp. 215-237). Springer.
- Jiménez, M. y Castrillo Romón, M. (23 y 25 de junio de 2012). *El Potencial del Verde Moderno*. Entre la continuidad y la encrucijada [Sesión de conferencia]. Encuentros do CEAA/7, Zamora, España. [https://www.academia.edu/3789886/El\\_Potencial\\_del\\_Verde\\_Moderno](https://www.academia.edu/3789886/El_Potencial_del_Verde_Moderno)
- Jirón, P. y Rivas, A. (2020). ¿Qué hay detrás de las intervenciones urbanas? Elementos históricos para develar las racionalidades urbanísticas en Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 132(77), 109-132. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022020000300109>
- JJV Villa Olímpica y Equipo Zona Típica Villa Olímpica (2017). Solicitud de Declaratoria de Zona Típica Villa Olímpica.
- Katz-Gerro, T., & Orenstein, D. E. (2015). Environmental tastes, opinions and behaviors: Social sciences in the service of cultural ecosystem service assessment. *Ecology and Society*, 20(3). <https://doi.org/10.5751/ES-07545-200328>
- Kaye, J. P., Groffman, P. M., Grimm, N. B., Baker, L. A., & Pouyat, R. V. (2006). A distinct urban biogeochemistry? *Trends in Ecology and Evolution*, 21(4), 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.12.006>
- Kazmierczak, A., & Carter, J. (2010). *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure A database of case studies*. University of Manchester.
- Kim, H. W., Kim, J. H., Li, W., Yang, P., & Cao, Y. (2017). Exploring the impact of green space health on runoff reduction using NDVI. *Urban Forestry and Urban Greening*, 28, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.010>
- Krellenberg, K., Welz, J., & Link, F. (2017). *Cambio Climático, vulnerabilidad urbana y adaptación a nivel municipal*. RIL Editores.
- Lal, R., & Stewart, B. (Eds.) (2018). *Urban Soils. Advances in Soils Science*. Taylor & Francis Group.
- Lehner, D. (2018). Rediseño contemporáneo de un parque público patrimonial: el caso del 'Donaupark' en Viena, Austria. En H. Torrent, T. Barria, A. Zumelzu & V. Vásquez (Eds.), *Patrimonio Moderno y Sustentabilidad: de la ciudad al territorio* (pp. 83-86). Universidad Austral; PUC; TGS Taller Sur Global, MADE.

- Mathews, J. B. (Ed.) (2018). Glosario IPCC: Anexo 1. En *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 oC con respecto a los niveles preindustriales*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- McMichael, C., & Wolff, J. (18 de septiembre de 2008). *Ecological crisis and the modernist residential landscape: Pontchartrain Park, New Orleans, Louisiana*. The Challenge of Change. Dealing with the Legacy of the Modern Movement. 10th International DOCOMOMO Conference. Rotterdam, Países Bajos.
- Mechato Lara, F. (2020). Los valores patrimoniales de la Unidad Vecinal Santa Marina en el Callao desde la mirada de sus residentes y vecinos. *Devenir - Revista de Estudios Sobre Patrimonio Edificado*, 7(14), 11-34. <https://doi.org/10.21754/devenir.v7i14.761>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2014). *Vivienda social en copropiedad*. Autor. <http://www.uss.cl/wp-content/uploads/sites/14/2017/01/Catastro-Nacional-de-Condominios-Sociales.pdf>
- Montaner, J. M. (2016). *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*. Gustavo Gili.
- Montealegre, P. (2017). *La figuración de un jardín público Urbanismo y agricultura en la construcción del Santiago moderno (1838-1875)* [Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile]. Repositorio institucional <https://doctorado.fadeu.uc.cl/la-figuracion-de-un-jardin-publico-urbanismo-y-agricultura-en-la-construccion-del-santiago-moderno-1838-1975/>
- O'Riordan, R., Davies, J., Stevens, C., Quinton, J. N., & Boyko, C. (2021). The ecosystem services of urban soils: A review. *Geoderma*, 395, 115076. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115076>
- Olivares, B., & López-Beltrán, M. (2019). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) applied to the agricultural indigenous territory of Kashaama, Venezuela. *UNED Research Journal*, June.
- Ordóñez, J. A. B. y Masera, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*, 7(1), 3-12.
- Pearl, J., & Mackenzie, D. (2018). *The book of why*. Basic Books.
- Pérez Jara, J. y Francisco De la Barrera Melgarejo, F. (2021). Rol de la vegetación en el control del microclima urbano y en la adaptación a los efectos del cambio climático en un barrio de San Pedro de La Paz, Chile. *Urbe. Arquitectura, Ciudad y Territorio*, (13), 36-52. <https://doi.org/10.29393/ur13-3rvjp20003>
- Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Ryirenda, V. R., Murayama, Y., Ranagalage, M., Oktaviani, N., Kusuma, H. A., Zhang, T., Su, J., Liu, C., Chen, W. H., Liu, H., Liu, G., Cavour, M., Duzgun, H. S., Kemec, S., Demirkan, D. C., Chairat, R., ... Peerbhay, K. (2019). Remote sensing Sentinel-2 Data for Land Cover / Use Mapping: A Review. *Remote Sensing*, 42(3), 14.
- Reid, W., Mooney, H., & Cropper, A. (Eds.). (2005). *Millenium Ecosystem Assessment*. <https://mru2025.org/wp-content/uploads/2021/03/MillenniumAssessmentSynthesisReport.pdf>
- Roger, A. (2008). Vida y muerte de los paisajes. En F. López Silvestre, J. Maderuelo y J. Nogué (Ed.), *El paisaje en la cultura contemporánea* (pp. 67-85). Biblioteca nueva.
- Rueda, S. (2003). Modelos de ordenación del territorio más sostenibles. *Boletín CF+ S*, (32/33), 119-134.
- Rueda Palenzuela, S. (2019). El Urbanismo Ecosistémico. *Estudios Territoriales*, 51, 723-752.



- Sarricolea, P. y Martín-Vide, J. (2014). El estudio de la Isla de Calor Urbana de Superficie del Área Metropolitana de Santiago de Chile con imágenes Terra-MODIS y Análisis de Componentes Principales. *Revista de Geografía Norte Grande*, 57, 123-141. <https://doi.org/10.1007/BF00388333>
- Schwamer, L. (27 de julio de 2023). El calentamiento global terminó: ya estamos viviendo la era de la "ebullición global". *Diario UChile*. <https://radio.uchile.cl/2023/07/27/el-calentamiento-global-termino-ya-estamos-viviendo-la-era-de-la-ebullicion-global/>
- Sharifi, A. (2021). Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. *Science of the Total Environment*, 750. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141642>
- Smith, P. y Romero, H. (2016). Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 62(63), 45-62. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022016000100004>
- Sohr, R. (2020). *El futuro será verde o no será*. Debate.
- Tan, J. K. N., Belcher, R. N., Tan, H. T. W., Menz, S., & Schroepfer, T. (2021). The urban heat island mitigation potential of vegetation depends on local surface type and shade. *Urban Forestry and Urban Greening*, 62, 127128. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127128>
- Temanord. (2015). *Kulturarv og økosystemtjenester. Sammenhenger, muligheter og begrensninger*. <https://doi.org/10.6027/tn2015-540>
- Valencia, M. (2017). Tensiones entre procesos de patrimonialización y modernización neoliberal. El caso de los paisajes culturales modernos: conjuntos habitacionales y barrios obreros en América Latina en el siglo XX. *Revista de Urbanismo*, (36), 3-16. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.45198>
- Valenzuela, A. (2015). El bosque en la ciudad: la invención del urbanismo moderno en la Ciudad de México (1870-1930). *Amérique Latine Histoire et Mémoire*, 29. <https://doi.org/10.4000/alhim.5237>
- Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63(3), 63-86.
- Videla, C., Albornoz, C., Silva, J., Bozo, J. y Berríos, A. (2009). Expediente para solicitar la declaratoria de Zona Típica Población EMPART Salvador Sur.
- Yang, J. L., & Zhang, G. L. (2015). Formation, characteristics and eco-environmental implications of urban soils – A review. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(0), 30-46. <https://doi.org/10.1080/00380768.2015.1035622>
- Yopo, N. (2021). *Los espacios comunitarios en los conjuntos de vivienda colectiva con injerencia del estado. 1936 – 2015* [Tesis de Magister en Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile].
- Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C., & Pauleit, S. (2016). Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. *Urban Forestry and Urban Greening*, 20, 305-316. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.09.01>