

# Servicios ecosistémicos: el otro patrimonio de los conjuntos habitacionales modernos. El caso de Ñuñoa (Santiago, Chile)

**Rodrigo Gertosio Swanston**

Pontificia Universidad Católica de Chile

regertosio@uc.cl

Artículo producido a partir de la tesis desarrollada en el Doctorado en Arquitectura

y Estudios Urbanos UC

Profesor guía: Horacio Torrent

<https://doi.org/10.7764/AA.2024.04>

## Resumen

Las amplias áreas verdes son parte del patrimonio de numerosos conjuntos habitacionales de arquitectura moderna. En Santiago de Chile, basta caminar por algunos conjuntos de la antigua Corporación de la Vivienda (CORVI) para observar que entre sus bloques aislados existe numerosa vegetación sobre amplias superficies de suelo permeable, es decir, capaz de absorber agua. Suelo que, por un lado, se encuentra rodeando inmediatamente los bloques, así como también a lo largo de las avenidas que los circundan.

En contexto de cambio climático estos atributos espaciales tienen especial valor instrumental para las ciencias naturales. Desde el enfoque de los Servicios Ecosistémicos, específicamente los de regulación, es posible identificar y medir como estos atributos contribuyen, entre otras, con la mitigación de la temperatura máxima. En este sentido, el objetivo de este artículo es revelar cómo la estructura urbana, y las formas de agrupación de la vegetación que dependen de ésta, influyen en la disminución de la temperatura superficial al interior de un grupo de 9 conjuntos habitacionales construidos entre 1945 y 1970 en la comuna de Ñuñoa (Santiago, Chile). En ellos se realiza una lectura cruzada entre planos Nolli, imágenes satelitales y dos instrumentos de teledetección: el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Temperatura Superficial de la Tierra (LST).

Los resultados indican que es posible identificar como el sistema de agrupación de bloques junto a parques tienen la capacidad de disminuir la temperatura máxima, gracias a la baja proporción de suelo sellado por hormigón, contrario a la alta proporción de suelo permeable rodeando los bloques habitacionales.

**Palabras clave:** Servicios ecosistémicos, conjuntos habitacionales modernos, patrimonio moderno, suelo permeable.

## INTRODUCCIÓN

Numerosos conjuntos habitacionales de arquitectura moderna han sido considerados como patrimonio en el mundo. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de los casos construidos hasta principios del siglo XX, uno de sus atributos más significativos no está en sus edificios, sino más bien en el espacio entre ellos, específicamente en sus espacios públicos y áreas verdes (Benkő 2015; Valencia 2017; Gertosio 2019; Havinga et al. 2019; Cancino et al. 2021). Lo anterior ocurre en diversas y lejanas partes del mundo. En Santiago de Chile, por ejemplo, de los 4 casos declarados oficialmente como patrimonio (Villa Frei, Villa Olímpica, conjunto EMPART Salvador Sur y conjunto Matta Viel), tres destacan sus áreas verdes como parte de sus atributos (Centro Cultural y de Adelanto Keluwe 2009, 27; Comité Barrio Patrimonial Villa Frei, 2014, 207; Junta de Vecinos XXXII 2017, 32). También en Hansaviertel (Berlín, Alemania), o en residencial San Felipe (Lima, Perú) sus áreas verdes son descritas explícitamente en sus postulaciones a declaratoria de Patrimonio del Humanidad y como Patrimonio de la Nación, respectivamente. En todos es posible observar enormes árboles, arbustos, césped, tierra, y malezas entre sus edificios. Desde el aire, gracias a drones y satélites, se aprecia cómo todo lo anterior no sólo rodea los bloques aisladamente, sino que forma un mosaico de distintas concentraciones y continuidades. Este grupo de casos sugiere que, más allá del acto mismo de plantar y mantener muchos árboles, hay ciertas condiciones en el espacio que lo permiten. Entre otros, el sistema de agrupamiento de bloques, la distancia entre ellos y la cercanía del suelo permeable a las viviendas.

Pero la vegetación en la ciudad tiene un gran problema: es muy frágil. Las pestes, el abandono o la mala mantención, además de sequías e inundaciones producto del calentamiento global, son amenazas directas para su mantención en todo el mundo. Muy probablemente, en incontables conjuntos habitacionales las altas temperaturas y la falta de agua estén afectando la sostenibilidad de una vegetación que no estaba acostumbrada a estos períodos de sequía o inundaciones y cuyo futuro no es alentador (Sohr 2020). De esta manera, surge un segundo problema: si parte de los valores culturales están asociados a las áreas verdes, si se deterioran no sólo impactarían en numerosos ciclos ecológicos que dependen de la vegetación, sino que también disminuiría su valoración patrimonial. Esto, dado que dicha valoración, lejos de ser estática, es más bien dinámica, ya que puede variar si las condiciones ambientales cambian (Ballart i Hernández, Fullola i Pericot y Petit i Mendizábal 1996; Gómez Redondo 2014). Esta cadena de sucesos, altamente probables, prueba que, en este tipo de conjuntos, la dimensión cultural y ecológica no sólo van de la mano, sino también, que el problema de su sostenibilidad es más bien interdisciplinario.

En este sentido, la combinación de tres disciplinas aparentemente distintas como el urbanismo, el

patrimonio y las ciencias naturales podría revelar el valor instrumental de los espacios verdes en estos conjuntos. Por ejemplo, se podría clarificar cómo la estructura urbana de una cierta tipología habitacional puede influir en la provisión y mantenimiento de ciertos servicios ecosistémicos especialmente relevantes para la mitigación y la adaptación al cambio climático en las ciudades. Demostrar lo anterior, tiene el potencial para construir nuevos valores culturales desde la ecología para estos conjuntos habitacionales. Por esta razón, en este artículo se busca revelar que este tipo de conjuntos habitacionales poseen dos condiciones que permiten abordar este problema: 1) sus espacios verdes están conectados dentro de una planificación a gran escala; y 2) el bajo porcentaje de suelo sellado por superficies de hormigón permite amplias áreas de suelo absorbente, capaz de albergar numerosa vegetación en forma continua. La relación entre ellas podría develar cómo todo este proceso ha creado paisajes cargados de servicios ecosistémicos que precisan ser preservados y potenciados en contexto de cambio climático. Demostrar lo anterior no solo revelaría nuevos atributos para estas áreas verdes, sino que podría aumentar el significado cultural de estos conjuntos.

Para abordar este objetivo se analizan 9 conjuntos habitacionales construidos en la comuna de Ñuñoa (Santiago de Chile) entre los años 1945 y 1970. En ellos, se realiza una lectura cruzada entre planos Nollí, imágenes satelitales y los instrumentos de teledetección, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Temperatura Superficial de la Tierra (LST). Todos estos instrumentos son analizados como capas superpuestas utilizando el software SIG de código abierto QGIS.

Este artículo se divide en tres secciones. La primera, explica el significado, trayectoria y desafíos del término servicios ecosistémicos y su relación con el suelo permeable y la vegetación continua. En la segunda sección, se analiza el área de estudio bajo los instrumentos descritos anteriormente y se finaliza con un apartado de conclusiones.

## LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

### DE REGULACIÓN COMO PATRIMONIO

El concepto antropocéntrico servicios ecosistémicos urbanos (SEU) es relativamente reciente y se refiere a los beneficios directos e indirectos que las personas obtenemos a partir de los procesos de la naturaleza (LAU 2020; TemaNord 2015; Elmqvist et al. 2015; De Groot et al. 2010; MEA 2005). En este sentido, devela un interés por instrumentalizar los procesos de la naturaleza en beneficio material o inmaterial de las personas. Es decir, se refiere al valor instrumental basado en su utilidad o capacidad para lograr ciertos resultados deseados (Chan et al. 2012; Corredor, Fonseca, y Páez 2012), y por ello los entendemos como "servicios" (Katz-Gerro y Orenstein 2015).

En los últimos años, el 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 el objetivo del marco de los SEU es, en última instancia, permitir a los responsables de la toma de decisiones adoptar decisiones de gestión adecuadas (TemaNord 2015, MEA 2005). En este sentido, la Estrategia de Biodiversidad de la Unión Europea (UE) en 2020 solicitó a sus estados miembros que evalúen los servicios ecosistémicos dentro de sus ciudades, con el fin de establecer para 2030 la protección jurídica del 30% de la superficie terrestre y del 30% de la superficie marina de la UE, como mínimo, e incorporar corredores ecológicos dentro de una auténtica Red Transeuropea de Espacios Naturales (Comité Económico y Social Europeo 2020).

Distintos autores han definido diversas categorías de SEU, pero en general pueden ser clasificados en tres grupos principales: servicios de provisión, de regulación y culturales. Una cuarta categoría son los llamados servicios de soporte, que consisten en los procesos y estructuras ecológicas que soportan la provisión de los tres tipos de servicios principales, por ejemplo: fotosíntesis, ciclado de nutrientes y provisión de hábitat (Fernández y De la Barrera 2018; MEA 2005).

Es importante señalar que los servicios ecosistémicos están estrechamente relacionados con la cobertura del suelo en un área determinada. La cobertura del suelo se refiere a los diferentes tipos de vegetación, superficies permeables (capaz de absorber agua) e impermeables (suelo sellado por hormigón, asfalto u otro que impide que el agua penetre hacia el subsuelo) (Fernández 2022; Gómez-Baggethun et al. 2010). Los pasajes, 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 la provisión de servicios ecosistémicos de regulación. En este sentido, la evidencia científica respalda ampliamente la importancia de los suelos permeables en contextos urbanos (Lal y Stewart 2018; O'Riordan et al. 2021; Ordóñez y Masera 2001; Yang y 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 sólo 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. En otras palabras, mientras más suelo permeable al interior de las ciudades haya, habrá más servicios ecosistémicos.

En un contexto de cambio climático, resultan relevantes los SEU que contribuyen a la mitigación y adaptación de sus efectos, como el secuestro de carbono, la disminución de las islas de calor urbanas (Fan, Myint y Zheng 2015); el almacenamiento de agua en el subsuelo y la disminución del escurrimiento superficial (EEA 2011, Kazmierczak y Carter 2010). En este sentido, hay estudios que indican que mientras más antiguas son las áreas verdes, tienden a ser más biodiversas, ya que la sucesión de dichos ecosistemas suele estar más avanzada que en las áreas verdes recientes, lo cual repercute en un mayor equilibrio en su vegetación (McKinney 2008). De esta forma, 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, distribución espacial y accesibilidad de los árboles es determinante en la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos 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 (Elmqvist et al. 2015). Por esto, una de las principales estrategias para enfrentar los efectos del cambio climático es la utilización de vegetación, especialmente de arbolado, por su capacidad de disminuir la temperatura ambiente y el riesgo de inundaciones, además de contener una amplia biodiversidad (Reyes 2015, Rojas Villegas 2020, Wohlleben 2021). Por ello es preciso avanzar en la generación de microbosques, o bosques de poca extensión, dentro de la ciudad (Fisher 2021); y con ello, regenerar ecosistemas urbanos en constante proceso de degradación (ONU 2021).

Ahora bien, aunque a primera vista puedan parecer conceptos distintos, los servicios ecosistémicos y el patrimonio cultural comparten en común el hecho de que son las propias personas quienes otorgan valor a algo en base a los beneficios que obtienen de aquello. En el contexto de los servicios ecosistémicos, estos beneficios se refieren a los bienes y experiencias valiosas que las personas obtienen de los ecosistemas, quienes experimentan las ventajas directas a través de su conexión con el entorno natural (Chan et al. 2011). De esta manera, el sólo hecho de identificar un servicio implica un proceso de atribución de valor, es decir, una cualidad añadida que los individuos atribuyen a ciertos objetos u fenómenos que los hacen merecedores de aprecio (Ballart i Hernández, Fullola i Pericot y Petit i Mendizábal 1996), y por ello, tienen la capacidad de influir en la toma de decisiones en la gestión y protección del entorno natural (Chan et al. 2011). De esta manera, los servicios ecosistémicos, desde una perspectiva cultural, se ubican entre los beneficios y los valores. Con todo, el objetivo final de los servicios ecosistémicos, al igual que los valores patrimoniales, es hacer que estos servicios sean visibles para ser considerados dentro de los tomadores de decisiones (Temanord 2015).



FIG. 01: Felipe Hevia (2021), Villa Los Presidentes y el parque Santa Julia.

### BOSQUES ENTRE BLOQUES

El concepto de conjunto habitacional moderno (o de arquitectura moderna) hace referencia a los proyectos de vivienda colectiva que surgieron comúnmente como iniciativas estatales construidos a gran escala durante el período conocido como los “gloriosos treinta”, lapso que abarca desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta la crisis mundial del petróleo en la década de 1970. Morfológicamente, estos conjuntos se destacan por combinar diseño arquitectónico y urbano, ya que los bloques comúnmente forman parte de operaciones urbanas más amplias, generalmente ubicadas en las áreas periféricas de las ciudades. A pesar de la diversidad en términos de formas, tamaños y ubicación de numerosos conjuntos habitacionales asociados al Movimiento Moderno en el mundo, es posible identificar dos rasgos comunes. En primer lugar, son bloques aislados de mediana altura agrupados mediante distintas configuraciones dentro de amplias manzanas en copropiedad. Segundo, los bloques están rodeados de amplias superficies de suelo permeable (sin pavimentar), lo que facilita su apropiación por quienes viven cerca mediante la creación y mantenimiento de espacios verdes.

En Chile, la planificación de este tipo de conjuntos habitacionales nace producto de una serie de normativas e instituciones desde la primera mitad del siglo XX como la Caja de Habitación Popular (1936-1943), la Ordenanza General sobre Urbanismo y Construcciones (OGUC 1936) y la Ley de Venta por Pisos (1937), normativa que por primera vez busca regular los espacios comunes entre las viviendas. Sin embargo, el gran impulso fue dado por la Corporación de Vivienda (CORVI) junto a la Caja de Empleados particulares. La primera aportó la gestión, los lineamientos y supervisión de los nuevos

proyectos habitacionales y, la segunda, financió las obras, entregó las viviendas a sus imponentes y fue la responsable de la administración de cada uno de los conjuntos hasta su disolución paulatina a partir de 1973.

Es importante destacar que desde la década de 1930 surge en Chile la edificación en bloques aislados de 4 a 5 pisos de altura y, entre ellos, los espacios comunes, cuyo suelo no sellado constituía el espacio destinado a áreas verdes. En efecto, los conjuntos de este periodo poseen un bajo porcentaje de suelo sellado. Según Yopo (2021), el porcentaje de suelo sellado de Población Huelmo 2 y 3 (1943-1946) es 52%, Juan Antonio Ríos II (1948-1952) es 47,2%; Juan Antonio Ríos III (1945-1950) es 37,8%; y Villa Portales (1955-1968) es 25,3% (Yopo 2021).

A partir de estos datos es posible advertir que la superficie de suelo sellado es menor en los conjuntos de más reciente construcción y, en todos ellos (independiente del estado de mantenimiento), es posible observar actualmente enormes árboles, arbustos, césped, tierra, y malezas entre sus edificios. Es importante destacar que estos atributos espaciales no son exclusivos de los casos de estudio. Al menos en Chile hay más de 150 conjuntos habitacionales CORVI que poseen características similares (Costas 2017).

Un ejemplo de lo anterior se observa en la FIGURA 01, de Villa Los Presidentes (Ñuñoa, Santiago), la cual corresponde a uno de los nueve casos de estudio. Este conjunto CORVI, cuya densidad habitacional es 60 de viviendas/há. fue construido en la periferia de Santiago sobre campos agrícolas entre 1968 y 1970. Posee 1.780 viviendas distribuidas en sectores de bloques de departamentos de 4 pisos

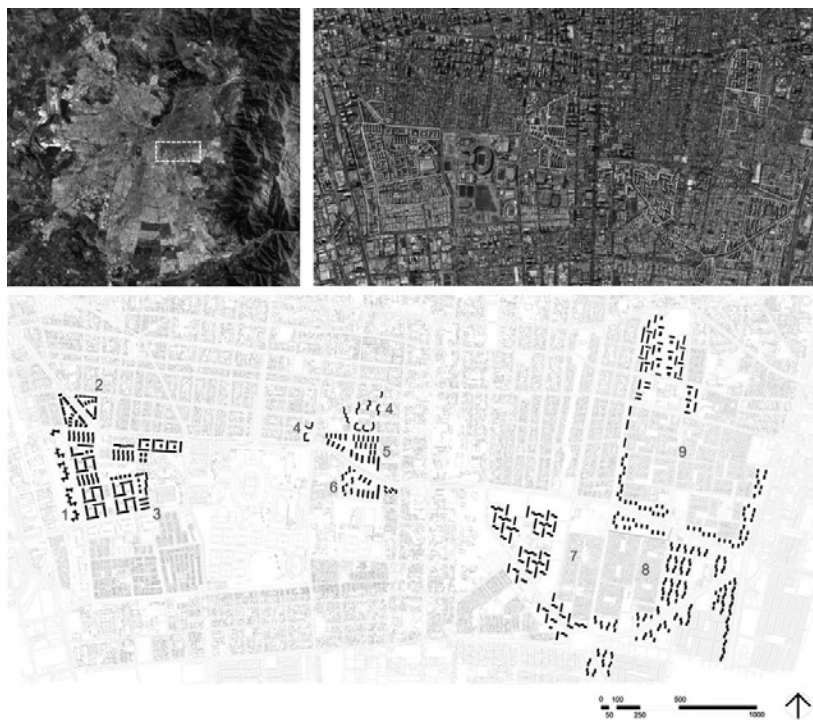


FIG. 02: Arriba a la izquierda, Santiago de Chile a escala 1:50.000, destacando en recuadro blanco el sector de estudio. Arriba a la derecha se muestra el sector de estudio a escala 1:12.500 destacando en línea blanca los conjuntos habitacionales. Abajo: los 9 conjuntos habitacionales destacando en negro los bloques de vivienda CORVI aislados: 1) Villa Canadá; 2) Población EMPART Salvador Sur (1948); 3) Villa Olímpica (1962); 4) Villa México y Villa Yugoslavia, 5) Villa Alemana; 6) Grecia II; 7) Villa Los Presidentes (1966-1969); 8) Villa Los Jardines (1966-1969); 9) Villa Frei (1964-1969). Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps y el plan regulador comunal de Ñuñoa modificación 18.

y de bloques de casas adosadas de 1 piso. La imagen muestra cómo el sector de bloques está rodeado de numerosos fragmentos de árboles, tanto en los parques perimetrales, como entre los bloques de departamentos. Es decir, todo el verdor de la imagen es una combinación de vegetación presente en espacios públicos, semipúblicos y privados. También es posible observar como casi todo el suelo es de tierra, maicillo y césped, es decir, suelo permeable capaz de absorber agua, en contraposición a la menor superficie de suelo sellado por los bloques de departamentos y las avenidas que lo circundan. De esta forma, la imagen muestra que, más que un conjunto habitacional con muchas áreas verdes, parece más bien un parque con edificios.

Al fondo de la imagen, el horizonte se compone de numerosos edificios similares en altura. Muchos de ellos, edificios construidos a principios de la primera década del 2000, en las comunas de Santiago, San Joaquín y Macul. El contraste entre la altura de los edificios de Villa Los Presidentes y los nuevos edificios construidos recientemente es evidente. Además, este contraste se puede apreciar en la densidad habitacional y en la cantidad de áreas verdes, entre otras variables.

La FIGURA 02 muestra que Villa Los Presidentes no es un caso aislado, sino que forma parte de un grupo de conjuntos habitacionales CORVI enmarcados dentro del Plan Habitacional (1952) y cuyo trazado urbano proviene en parte del Plan Regulador Intercomunal de Santiago (1960). En este sentido, específicamente a lo largo de avenida Grecia hay otros ocho conjuntos habitacionales construidos entre 1945 y 1969, diferentes entre sí en tamaño, forma y autores, pero todos financiados por la Caja de Empleados Particulares (EMPART) y la Caja de Seguro Social. Es importante señalar que la mayoría de estos bloques son exclusivos de estos conjuntos habitacionales, es decir, no fueron utilizados en otros conjuntos. Sólo Villa Canadá (1) y Villa Los Jardines (8) están constituidos por bloques de tipología 407 y 1010 respectivamente, los cuales están presentes en otros conjuntos habitacionales en Chile.

Al destacar en negro los bloques de departamentos aislados dentro de cada conjunto, es posible observar diferentes formas de agrupación. En estas distintas configuraciones de llenos y vacíos, el parque, las plazas y los patios corresponden a espacios abiertos de distinto tamaño, ubicación, diseño, propósito y acceso. Mientras los parques son espacios verdes extensos y abiertos, las plazas son áreas públicas y semipúblicas contenidas entre calles y bloques habitacionales y los patios son áreas más pequeñas y privadas que se encuentran rodeando inmediatamente los bloques. En este sentido, es posible agrupar los nueve casos de estudio en cuatro categorías: A) bloques en supermanzanas con parques de borde; B) bloques paralelos formando plazas longitudinales; C) bloques formando patios interiores cerrados; D) bloques formando patios interiores abiertos.


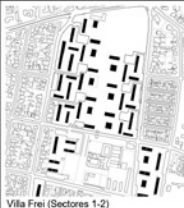


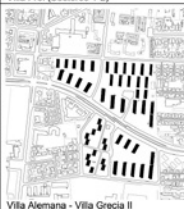


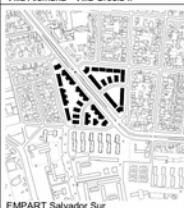



A	Bloques abiertos a parques	 <p>Villa Los Presidentes</p>	 <p>Villa Frei (Sectores 1-2)</p>	 <p>Villa Canadá</p>
B	Bloques paralelos formando plazas longitudinales	 <p>Villa Olímpica</p>	 <p>Villa Alemana - Villa Grecia II</p>	 <p>Villa Los Jardines</p>
C	Bloques formando patios interiores cerrados	 <p>Villa Olímpica</p>	 <p>EMPART Salvador Sur</p>	
D	Bloques formando patios interiores abiertos	 <p>Villa Los Presidentes</p>	 <p>Villa Frei (Sectores 1-2)</p>	 <p>Villa México</p>

FIG. 03: Matriz de clasificación según el tipo de agrupación de bloques. Fuente: elaboración propia.



FIG. 05: Matriz de clasificación NDVI según el tipo de agrupación de bloques.  
Fuente: elaboración propia.

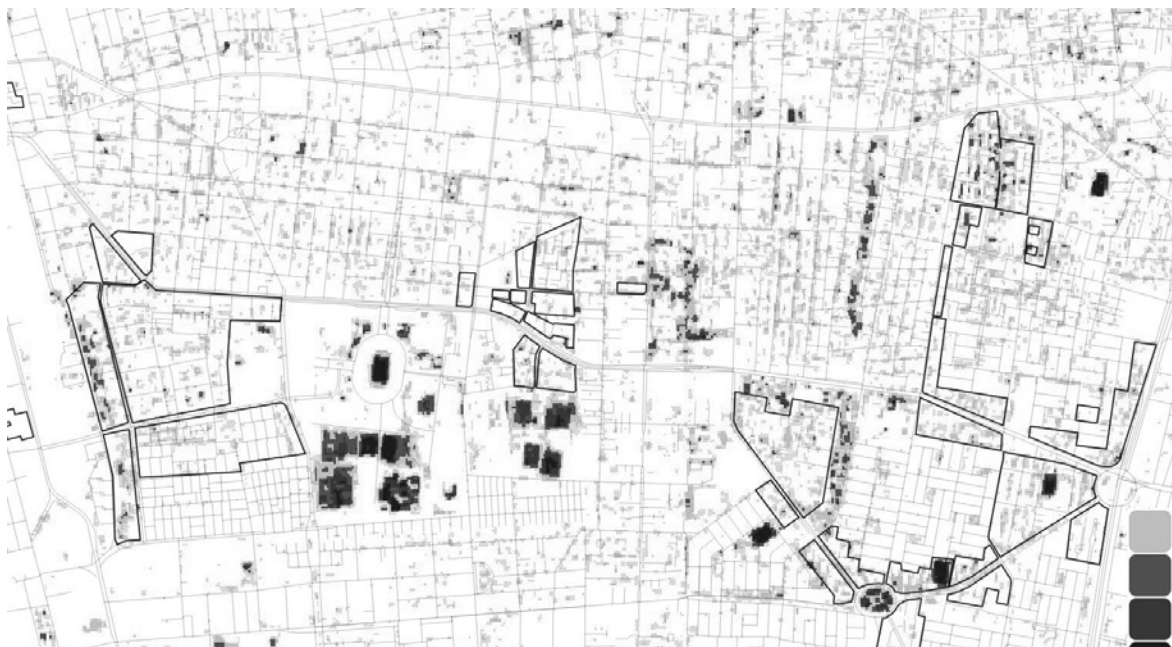


FIG. 04: Índice NDVI escala 1:12.500. Se destaca las supermanzanas con bloques aislados de 4 y 5 pisos.  
Fuente: elaboración propia.

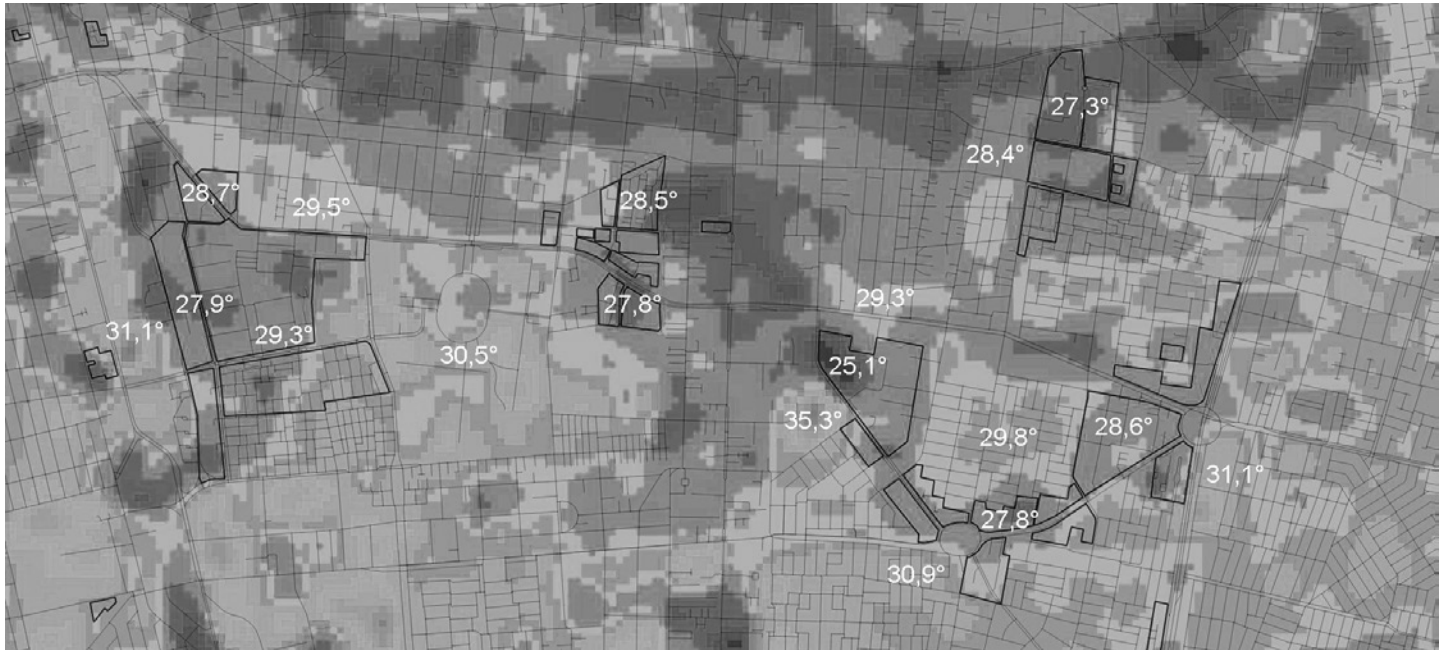


FIG. 06: Índice LST sobre sector de estudio. Fuente: elaboración propia

bloques formando patios interiores cerrados; D) bloques formando patios interiores abiertos.

La FIG. 03 muestra que los grupos A, B y D corresponden a conjuntos cuyos espacios vacíos se continúan tanto en sentido norte y sur, como oriente y poniente. En ellos, los bloques se ordenan de forma paralela y a lo largo de sus calles perimetrales, otorgando parte de su terreno a áreas abiertas públicas ubicadas en sus perímetros. De esta forma, los parques perimetrales actúan como umbral de transición entre la ciudad y la vivienda. El grupo B se compone de bloques paralelos de 4 y 5 pisos formando plazas longitudinales. En ellos se observa cómo esta forma de agrupación, aunque esté dividida por calles y avenidas, mantiene su continuidad, formando distintas secuencias de espacios abiertos cuya proporción es más alargada que ancha. Es interesante constatar que en Villa Olímpica esta configuración se observa solo en 4 subsectores, mientras ésta aumenta considerablemente en Villa Los Jardines. Incluso en esta última esta configuración se mantiene a pesar de estar dividida por avenida Grecia por el norte y por Rodrigo de Araya por el sur oriente (incluyendo su bandejón central). La configuración espacial del grupo C se caracteriza porque los bloques forman patios cuyos lados son paralelos a las calles que los circundan. Por ejemplo, en Villa Olímpica estos patios de proporción cuadrada miden 45 m de ancho x 50 m de largo, mientras en el conjunto EMPART los patios se encuentran dentro de los 4 sectores de forma triangular. En ambos conjuntos estos patios eran de acceso público, sin embargo, han sido sus habitantes organizados quienes han cerrado con rejas su acceso público<sup>1</sup>.

La comparación de los casos dentro de cuatro grupos muestra cómo la forma de agrupación de bloques incide en el tipo de espacio vacío generado. Vacío que contiene, por un lado, la vegetación sobre suelo permeable, y por otro, los recorridos internos, los estacionamientos y los equipamientos sobre suelo sellado.

A continuación, la figura 04 muestra cómo se configura la vegetación dentro del área de estudio mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)<sup>2</sup>. Este instrumento de teledetección permite ubicar espacialmente la vegetación, cuantificar su densidad y determinar sus formas de agrupación o fragmentación (Kim et al. 2017). Los valores NDVI se clasifican en cinco categorías: 1-suelo sin vegetación (<0,2), 2-poca vegetación (0,2-0,4), 3-vegetación media (0,4-0,6), 4-vegetación densa (0,6-0,8) y 5-vegetación muy densa (>0,8) (Olivares y López-Beltrán 2019).

En el encuadre bajo el NDVI es posible observar que no todos los conjuntos poseen el mismo índice de vegetación. Los que poseen mayor cantidad se ubican en los extremos del encuadre, específicamente en Villa Canadá en el poniente, en el nororiente Villa Frei y en el sector sur poniente en las villas Los Presidentes y Los Jardines. En todas ellas, los fragmentos de píxeles que indican vegetación intensa se encuentran paralelos a sus avenidas perimetrales. Sin embargo, en Villa Frei la concentración de vegetación intensa no se produce en el parque Ramón Cruz, sino que dentro de toda la supermanzana, a diferencia de Villa Los Presidentes, cuyos fragmentos de vegetación intensa se concentran rodeando el sector de los bloques aislados.

Al volver a comparar estos conjuntos según la forma en que se agrupan sus bloques y la estructura de recorridos de suelo sellado, a saber, senderos de hormigón, pasajes, calles y avenidas, es posible ver lo siguiente.

En los grupos A y D, los mayores índices de vegetación se encuentran en las macromanzanas que contienen bloques aislados junto a parques. En ellos es interesante constatar que el suelo permeable está escasamente interrumpido por superficies de suelo sellado por senderos, pasajes y calles. A diferencia de lo que ocurre en los grupos B y C, cuya cercanía entre líneas impide la presencia de píxeles de vegetación. En otras palabras, a menor cantidad de calles, es decir, superficies de suelo sellado, son mayores los fragmentos de vegetación continua.

Por último, el índice de temperatura superficial de la tierra (LST)<sup>3</sup> sobre el sector de estudio muestra menores temperaturas dentro de los polígonos en comparación con la temperatura fuera de ellos. Especialmente en Villa Frei, Villa Canadá, Villa Los Presidentes y en Villa Los Jardines los sectores de menor temperatura coinciden con la presencia de fragmentos de vegetación continua como reveló el índice NDVI. En ellos, las masas de menor temperatura exceden los límites de cada conjunto, especialmente en Villa Canadá, Villa Los Presidentes y Villa Frei. Además, llama la atención la presencia de fragmentos de temperaturas altas junto a las más bajas en Villa Canadá, Villa Los Jardines y especialmente en Villa Los Presidentes. También es posible observar cómo las menores temperaturas se encuentran a lo largo de las avenidas Grecia en el centro del encuadre y Rodrigo de Araya por el suroriente. Sectores que, tal como se mostró en el NDVI, poseen altos índices de vegetación.

## CONCLUSIONES

Este artículo muestra cómo ciertas condiciones espaciales de los conjuntos de la CORVI, especialmente los conjuntos abiertos a parques, tienen la capacidad de disminuir la temperatura superficial de la tierra. De esta manera, es posible identificar y medir un servicio ecosistémico de regulación climática en este tipo de conjuntos. En ellos, la baja proporción de suelo sellado por hormigón, contrario a la alta proporción de suelo permeable que rodea los bloques habitacionales, son atributos que permiten la presencia de césped, arbustos y árboles tanto en espacios públicos como privados. Estos atributos espaciales no son exclusivos de los casos estudiados, sino que también son parte de otros casos dentro de la inmensa producción de la CORVI entre las décadas de 1950 a 1970 a lo largo del país.

En este sentido, este estudio se suma a otros que ya han demostrado cómo los suelos permeables y la vegetación continua en contextos urbanos pueden bajar la temperatura. Sin embargo, los atributos espaciales que poseen los conjuntos habitacionales de la CORVI y cómo se relacionarían con otros servicios ecosistémicos que dependen directamente de amplias superficies de suelo permeable, abre un interesante campo de investigación aún poco explorado, de carácter interdisciplinario y que podría abarcar dos desafíos. Por un lado, identificar y cuantificar otros importantes servicios ecosistémicos, como la capacidad de absorber aguas pluviales, capturar carbono o la biodiversidad que existe en este tipo de conjuntos, entre otros. Por otro lado, sería relevante evaluar cómo adaptar estos paisajes frente al cambio climático.

Identificar, medir y monitorear lo anterior, permitiría dar cuenta del enorme potencial medioambiental que poseen estos conjuntos. Esto podría constituir nuevas fuentes de conocimiento que amplíen su significado cultural desde aproximaciones ecológicas y, con ello, abrir caminos para orientar no sólo la conservación de la vegetación, sino también, los servicios ecosistémicos que muy probablemente brinda la inmensa obra construida que la CORVI proyectó hace más de 50 años y que en un contexto de cambio climático, se debe demostrar, difundir y proteger.

## NOTAS

1- Las razones se han atribuido tanto a la delincuencia (Centro Cultural y de Adelanto Keluwe 2009; Junta de Vecinos xxxii 2017) como a la actividad de los barristas de fútbol, especialmente en Villa Olímpica durante la década de 1990 dada su proximidad al Estadio Nacional (Junta de Vecinos xxxii 2017).

2- Este índice fue realizado a partir de imágenes de Sentinel 2, con una resolución de 10 x 10 m del año 2018. Este satélite posee imágenes de alta resolución espacial y temporal, por lo que se considera altamente preciso al momento de generar monitoreo de vegetación en zonas agrícolas y urbanas. Las imágenes fueron descargadas a través de la plataforma Google Earth Engine, aplicando un filtro de nubes menor al 10%, ya que una nubosidad densa puede corromper la señal de reflectancia, afectando la visualización y obtención de datos de la superficie. Lo anterior es especialmente relevante en la generación de monitoreo y estudios de cobertura de suelo. La información satelital corresponde a un período de cuatro meses, entre agosto a diciembre de 2018, permitiendo conocer el estado de la vegetación en ese momento. Para esto, se operaron las bandas rojas (4) e infrarroja (8) en el software R, siguiendo la fórmula:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

3- Este índice fue elaborado a partir de datos del satélite Landsat 8 recortada al área de estudio usando la plataforma Google Earth Engine. Para esto, se generó una búsqueda de imágenes satelitales dentro del año 2018, aplicando un filtro de nubes del 5% para evitar distorsiones en la señal del satélite. Luego, se seleccionó la imagen con menor porcentaje de nubosidad, la cual corresponde al día 25 de marzo del año 2018, a las 14:33 horas. Cabe mencionar que esta imagen recoge la reflectancia y radiación de la superficie al momento en que pasa el satélite por la zona, por lo que la información trabajada corresponde a la situación de ese momento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballart, Josep, Josep Ma Fullola y Ma Dels Àngels Petit. 1996. "El valor del patrimonio histórico". *Complutum*, no. 2: 215-24.
- Benkő, Melinda. 2015. "Budapest's Large Prefab Housing Estates: Urban Values of Yesterday, Today and Tomorrow". *Hungarian Studies* 29, nos. 1-2: 21-36.
- Cancino, Juan, Ingrid Duarte, Jorge Vergara y Carlos Flores. 2021. "Estudio de valoración patrimonial del centro urbano Antonio Nariño". Bogotá.
- Chan, Kai M.A., Terre Satterfield y Joshua Goldstein. 2012. "Rethinking Ecosystem Services to Better Address and Navigate Cultural Values". *Ecological Economics* 74: 8-18.
- Chan, Kai M. A., Joshua Goldstein, Terre Satterfield, Neil Hannahs, Kekuewa Kikiloi, Robin Naidoo, Nathan Vadeboncoeur y Ulalia Woodside. 2011. "Cultural Services and Non-Use Values". En *Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services*, eds. Peter Kareiva, Heather Tallis, Taylor H. Ricketts, Gretchen C. Daily y Stephen Polasky. Oxford University Press.
- Centro Cultural y de Adelanto Keluwe. 2009. "Expediente para solicitar la declaratoria de Zona Típica conjunto EMPART Salvador Sur".
- Comité Barrio Patrimonial Villa Frei. 2014. "Expediente para solicitar la declaratoria de Zona Típica de Villa Frei (sector 1)".
- Europeo, Comité Económico y Social. 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*.
- Corredor, Emma, Jorge Fonseca y Edwin Páez. 2012. "Los Servicios Ecosistémicos de Regulación: Tendencias e Impacto En El Bienestar Humano". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 3, no. 1: 77-83.
- Costas, Montserrat. 2017. "El espacio público. Entre el bloque y la ciudad". Tesis de Magister. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Davis, Amélie Y., Eric V. Lonsdorf, Cliff R. Shierk, Kevin C. Matteson, John R. Taylor, Sarah T. Lovell y Emily S. Minor. 2017. "Enhancing Pollination Supply in an Urban Ecosystem through Landscape Modifications". *Landscape and Urban Planning* 162: 157-66.
- EEA (European Environment Agency). 2011. Green Infrastructure and Territorial Cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems Technical Report (Number 18). <https://www.eea.europa.eu/publications/green-infrastructure-and-territorial-cohesion>

- Elmqvist, T., H. Setälä, S. N. Handel, S. van der Ploeg, J. Aronson, J. N. Blignaut, E. Gómez-Baggethun, D. J. Nowak, J. Kronenberg y R. de Groot. 2015. "Benefits of Restoring Ecosystem Services in Urban Areas". *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14: 101-8.
- Fan, Chao, Soe W. Myint y Baojuan Zheng. 2015. "Measuring the Spatial Arrangement of Urban Vegetation and Its Impacts on Seasonal Surface Temperatures". *Progress in Physical Geography* 39, no. 2: 199-219.
- Fernández, Ignacio. 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, no. 82: 193-208.
- Fernández, Ignacio y Francisco De la Barrera. 2018. "Biodiversidad urbana, servicios ecosistémicos y planificación ecológica: un enfoque desde la ecología del paisaje". En *Biodiversidad urbana en Chile: estado del arte y los desafíos futuros*, eds. Javier Figueroa Ortiz e Ilenia Lazzoni Traversaro, 113-46. Santiago de Chile: Universidad Central.
- Fisher, Andrea. 2021. "Microbosques: la nueva alternativa para combatir al cambio climático". National Geographic en Español. <https://www.ngenespanol.com/ecologia/microbosques-la-nueva-alternativa-para-combatir-al-cambio-climatico/>.
- Gertosio, Rodrigo. 2019. "Las unidades vecinales patrimoniales. Los efectos de los procesos de patrimonialización en las unidades vecinales de arquitectura del movimiento moderno: los casos de Villa Frei y Villa Olímpica, comuna de Ñuñoa, Santiago". Tesis de Magister, Universidad de Chile. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/172900>
- Gómez Redondo, Carmen. 2014. "El origen de los procesos de patrimonialización: la efectividad como punto de partida". *Educación Artística: Revista de Investigación (EARI)*, no. 5: 66-80.
- Havinga, Lisanne, Bernard Colenbrander y Henk Schellen. 2019. "Heritage Attributes of Post-War Housing in Amsterdam". *Frontiers of Architectural Research* 9, no. 1: 1-19.
- Ballart i Hernández, Josep, Josep María Fullola i Pericot y María Dels Angels Petit i Mendizábal. 1996. "El valor del patrimonio histórico". *Complutum Extra* 6, no. II: 215-24.
- Irvine, Katherine N., Richard Fuller, Patrick Devine-Wright, Jamie Tratalos, Sarah Payne, Philip Warren, Kevin Lomas y Kevin Gaston. 2010. "Ecological and Psychological Value of Urban Green Space". En *Dimensions of the Sustainable City*, eds. Mike Jenks, Colin Jones, 215-37. Reino Unido: Springer.
- Junta de Vecinos xxxii. 2017. "Expediente para solicitar la declaratoria de Zona Típica de Villa Olímpica, Ñuñoa, Santiago".
- Katz-Gerro, Tally y Daniel E. Orenstein. 2015. "Environmental Tastes, Opinions and Behaviors: Social Sciences in the Service of Cultural Ecosystem Service Assessment". *Ecology and Society* 20, no. 3.
- Kazmierczak, Aleksandra, y Jeremy Carter. 2010. "Adaptation to Climate Change Using Green and Blue Infrastructure A Database of Case Studies". *University of Manchester*, 182. <https://www.preventionweb.net/publication/adaptation-climate-change-using-green-and-blue-infrastructure-database-case-studies>
- Kim, Hyun Woo, Jun Hyun Kim, Wei Li, Ping Yang y Yang Cao. October 2017. "Exploring the Impact of Green Space Health on Runoff Reduction Using NDVI". *Urban Forestry and Urban Greening* 28: 81-87.
- Lal, Rattan y B.A. Stewart, eds. 2018. *Urban Soils. Advances in Soils Science*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group.
- McKinney, Michael L. 2008. "Effects of Urbanization on Species Richness: A Review of Plants and Animals". *Urban Ecosystems* 11, no. 2: 161-76.
- MEA. 2005. "Millenium Ecosystem Assessment". Vol. 2.
- O'Riordan, Roisin, Jess Davies, Carly Stevens, John N. Quinton y Christopher Boyko. August 2021. "The Ecosystem Services of Urban Soils: A Review". *Geoderma* 395: 115076.
- Olivares, Barlin Orlando, y Miguel López-Beltrán. 2019. "Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Applied to the Agricultural Indigenous Territory of Kashaama, Venezuela". *UNED research journal* 11, no. 2.
- ONU (Organización de Naciones Unidas). 2021. *Manual de restauración de los ecosistemas. Una guía práctica para sanar al planeta*. <https://www.decadeonrestoration.org/es/manual-para-la-restauracion-de-ecosistemas-instrucciones-practicas-para-sanar-al-planeta>
- Ordóñez, José Antonio Benjamín y Omar Masera. 2001. "Captura de carbono ante el cambio climático". *Madera y Bosques* 7, no. 1: 3-12.
- Wohlleben, Peter. 2021. *La vida secreta de los árboles*. Traducido por Margarita Gutierrez. Barcelona: Ediciones Obelisco.
- Reyes, Sonia. 2015. "Contribución de la vegetación urbana a la calidad ambiental y la sustentabilidad en el área metropolitana de Santiago, Chile". En *Ciudad y calidad de vida. Indagaciones y propuestas para un habitar sustentable*, ed. Alexandre Carbonnel, 71-80. Santiago de Chile: Editorial USACH.
- Rojas Villegas, Gloria. 2020. *Reverdecer y Colorear Santiago*. Santiago de Chile: Servicio Nacional del Patrimonio Cultural.
- Sohr, Raúl. 2020. *El mundo será verde o no será. Constitución y ecología*. Santiago: Debate. Santiago de Chile.
- Temanord. 2015. "Kulturarv Og Økosystemtjenester. Sammenhenger, Muligheter Og Begrensninger". København: Nordisk Ministerråd.
- Yang, Jin Ling, y Gan Lin Zhang. 2015. "Formation, Characteristics and Eco-Environmental Implications of Urban Soils – A Review". *Soil Science and Plant Nutrition* 61, no. 0: 30-46.
- Yopo, Nicolás. 2021. "Los espacios comunitarios en los conjuntos de vivienda colectiva con injerencia del Estado. 1936-2015". Tesis de Magister, Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://repositorio.uc.cl/dspace/items/7a459c42-8340-4b86-bafc-dd7e56336d61>
- vv. AA. 2010. Expediente para solicitar la declaratoria de Zona Típica de Conjunto habitacional EMPART Salvador Sur.