



El paisaje habitacional moderno y el valor de su vegetación continua

GERTOSIO SWANSTON, Rodrigo

RESUMEN

Las amplias áreas verdes son parte del patrimonio de diversos conjuntos habitacionales del Movimiento Moderno. Pero más allá de su belleza escénica, la estructura en que los espacios verdes se distribuyen de forma continua y en distintas escalas en el espacio abierto, advierten la presencia de importantes servicios ecosistémicos que es preciso identificar y analizar especialmente en contexto de cambio climático, y con ello, generar nuevas capas de conocimiento que busquen asegurar su preservación.

Mediante el cruce de planos nolti, imágenes satelitales y el índice NDVI, la presente investigación busca demostrar cómo la morfología urbana de estos conjuntos promueve espacios verdes continuos, y en distintas escalas. Lo anterior responde a dos factores entrecruzados: una baja proporción de ocupación de suelo por bloques permite amplias superficies de suelo permeable, en grandes manzanas escasamente interrumpidas por franjas de suelo sellado. Ambas características están presentes tanto en los casos patrimoniales, como en incontables otros conjuntos de Chile y el mundo construidos a mediados del siglo XX.

Palabras clave: conjuntos habitacionales modernos, movimiento moderno, servicios ecosistémicos, vegetación urbana

The modern housing landscape and the value of its continuous vegetation

ABSTRACT

The extensive green areas are part of the heritage of several housing complexes of the Modern Movement. But beyond their scenic beauty, the structure in which the green spaces are distributed continuously and at different scales in the open space warns of the presence of essential ecosystem services that must be identified and analysed, especially in the context of climate change and thus generate new layers of knowledge that seek to ensure their preservation.

By cross-referencing nollí maps, satellite images, and the NDVI index, this research seeks to demonstrate how the urban morphology of these complexes promotes continuous green spaces at different scales. This is due to two intertwined factors: the low land use ratio of the blocks allows for large areas of open soil in large blocks that are barely interrupted by strips of sealed soil. Both characteristics are present in the heritage cases and countless other complexes in Chile and the world built in the mid-twentieth century.

Keywords: modern housing complex, modern movement, ecosystem services, urban vegetation

Introducción

Numerosos conjuntos habitacionales de arquitectura moderna¹ han sido considerados como patrimonio en el mundo. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de los casos construidos hasta principios del siglo XX, es interesante que 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 (Benko, 2015; Valencia, 2017; Gertosio, 2019; Havinga et al., 2020). Lo anterior ocurre en diversas y lejanas partes del mundo. En Santiago de Chile, por ejemplo, de los 4 casos declarados oficialmente como patrimonio, 3 destacan sus áreas verdes como parte de sus atributos (Centro Cultural y de Adelanto Keluwe, 2009, pág.27; Comité Barrio Patrimonial Villa Frei, 2014, pág.207; Junta de Vecinos 32, 2017, pág.32). También en Hansaviertel (Berlín, Alemania), o en Residencial San Felipe (Lima, Perú), sus áreas verdes son descritas explícitamente en sus postulaciones a Patrimonio del Humanidad (Wagner-Conzelmann, 2021), y como Patrimonio de la Nación (Córdoba, 2017) respectivamente.

En todos ellos es posible observar enormes árboles, arbustos, césped, tierra, y malezas entre sus edificios. En ellos habitan y transitan incontables pájaros, insectos, y otras formas de vida que no vemos fácilmente. Incluso 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 dentro de supermanzanas (o manzanas de gran tamaño). Ahora bien, sería injusto afirmar que esta vegetación sea algo exclusivo de los casos ya patrimonializados, sino que también es parte de incontables otros ejemplos dentro de la inmensa producción habitacional construida hasta la década 1970, y en ciudades tan distantes como las descritas. Este amplio universo de casos sugiere que existen ciertas condiciones espaciales, propias del urbanismo del Movimiento Moderno, que permiten

¹ Para esta investigación, se definen como conjuntos habitacionales modernos o de arquitectura moderna, aquellos proyectos de vivienda colectiva promovidos por el estado, los cuales experimentaron una construcción masiva desde finales de la II Guerra Mundial hasta la década de 1970, coincidiendo con la crisis mundial del petróleo durante el período conocido como los "gloriosos treinta" (Ferreira, 2021). En términos morfológicos, se destacan por ser proyectos que fusionan arquitectura y urbanismo, ya que cada conjunto habitualmente se integra en operaciones urbanas más amplias ubicadas en las zonas periféricas de las ciudades.

que todo lo anterior exista.

Sin embargo, el cambio climático obliga a observar de otra manera los espacios verdes urbanos. De hecho, una de las principales estrategias para enfrentar sus efectos es la utilización de la vegetación, especialmente del arbolado, por su capacidad de disminuir la temperatura ambiente, el riesgo de inundaciones, además de contener una amplia biodiversidad (Reyes, 2019; Rojas Villegas, 2020; Wohlleben, 2017). Por ello es preciso avanzar en la generación de microbosques dentro de la ciudad (Fisher, 2021); y con ello, regenerar ecosistemas urbanos en constante proceso de degradación (ONU, 2021).

La abundancia de espacios verdes en estos conjuntos, indica que todos estos beneficios no sólo están presentes, sino que al mismo tiempo, son parte de sus atributos patrimoniales. Atributos presentes tanto en los casos oficiales, como en muchos otros aún no estudiados. En todos ellos, la sequía y el constante aumento de las temperaturas constituyen una amenaza en cadena, ya que el deterioro de la vegetación disminuiría sus servicios ecosistémicos, impactando además en su valoración patrimonial. Cadena que confirmaría que, lejos de ser estática, la valoración social es más bien dinámica, es decir, puede variar si las condiciones ambientales cambian (Hernández et. al 1996; Gómez, 2014).

Con el fin de aportar a la discusión sobre cómo preservar estas áreas verdes, no sólo por su valor patrimonial, sino por su valor ecosistémico, es que el objetivo de esta investigación es determinar cómo las condiciones espaciales del proyecto urbano moderno promueven la vegetación continua y en distintas escalas, y por ello, es posible identificar la presencia de importantes servicios ecosistémicos. La hipótesis señala que lo anterior responde a dos factores entrecruzados: la baja proporción de ocupación de suelo de los bloques permite a su vez, la presencia de amplias superficies de suelo abierto, en supermanzanas escasamente interrumpidas por franjas de suelo sellado. Para demostrarlo, se realiza una lectura cruzada de planos nollí, imágenes satelitales, y el Índice de Vegetación de Diferencia normalizada (NDVI). Con ellos serán analizados un grupo de 9 conjuntos habitacionales construidos entre 1945 y 1970, en un área similar: la comuna de Ñuñoa (Santiago, Chile). Lo particular de este grupo, es que permite comparar diferentes patrones de agrupación de bloques y vegetación, en un espacio y tiempo similar. Este “conjunto de conjuntos”, representan un importante proceso de expansión urbana hacia el sur oriente de Santiago de Chile, sobre antiguas chacras agrícolas en la periferia urbana. El cruce de estos instrumentos permite, por un lado, observar los vacíos entre los bloques, sus diferentes patrones de ubicación, y la proporción de llenos y vacíos de su suelo; y por otro, descubrir cómo se agrupa su vegetación, identificando en qué sectores es más y menos densa (NDVI).

Los resultados muestran que el cruce de los 3 instrumentos permite distinguir

2 fenómenos en distintas escalas: A escala urbana son las supermanzanas las que concentran los mayores índices de vegetación. En ellas, se forman paños continuos de vegetación sobre el suelo, arbustos junto a los bloques, y árboles de gran tamaño cubriendo senderos y plazas. Dentro de los 9 casos, el NDVI más alto obtenido en Villa Frei, permite confirmar la asimétrica relación entre amplias superficies de suelo abierto permeable; y un bajo porcentaje de suelo sellado con calles, pasajes o estacionamientos. A escala arquitectónica, es posible constatar como los distintos patrones de agrupamiento de bloques determinan la forma en que concentran su vegetación. Incluso se observa como el exterior inmediato de ellos, al no tener el suelo sellado por áreas de hormigón, permite que la vegetación los pueda rodear completamente.

Con todo lo anterior, es posible afirmar que los conjuntos habitacionales modernos poseen una serie de condiciones morfológicas que los convierten no solo en espacios cargados de una serie de servicios ecosistémicos, sino que en espacios óptimos forestar importantes áreas urbanas en distintas escalas, y, lo más importante, en forma continua. Analizar estas condiciones espaciales podría constituir nuevas fuentes de conocimiento que permitan ampliar su significado, además de orientar su preservación a escala urbana.

El presente artículo se compone de 3 secciones y las conclusiones. En la primera titulada “sol, espacio, verdor y calentamiento global” describe el proceso de incorporación de la vegetación a la vivienda colectiva, sus beneficios medioambientales y la amenaza que representa el cambio climático para su conservación. La segunda sección “Llenos y vacíos continuos” muestra la variedad de formas en que los bloques de vivienda se agrupan entre sí dentro del área de estudio y cómo se relacionan con la vegetación que contienen. En la tercera “vegetación continua y proyecto urbano” se analiza el sector de estudio bajo el índice NVDI destacando como la vegetación forma distintas concentraciones entre patrones de bloques y continuidades a través del espacio colectivo. Por último, la sección de conclusiones.

1. Sol, Espacio, Verdor y Calentamiento Global

Es bastante conocido que una de las raíces fundamentales de la arquitectura y el urbanismo del Movimiento Moderno provienen de aspectos sanitarios introducidos por la medicina. Entre ellos, aspectos higiénicos como la desinfección y la helioterapia son estrategias para disipar virus y bacterias presentes en el ambiente. Por lo tanto, la ventilación y la luz solar dentro de los edificios serán elementos clave para resolver los problemas anteriores y provocarán cambios arquitectónicos desde hospitales hasta proyectos urbanos a gran escala. En todos ellos la naturaleza juega un papel clave.

La relación entre arquitectura moderna y naturaleza comúnmente se remite a la famosa frase “sol, espacio, verdor” (Le Corbusier, 1964). Es interesante

cómo ubica el “espacio” al centro entre sol y verdor. Visto como ecosistemas, es decir, desde el conjunto de organismos que se relacionan y comparten un mismo hábitat, ubica conceptualmente al espacio al centro entre componentes vivos y no vivos, abióticos y bióticos, sol y vegetación respectivamente.

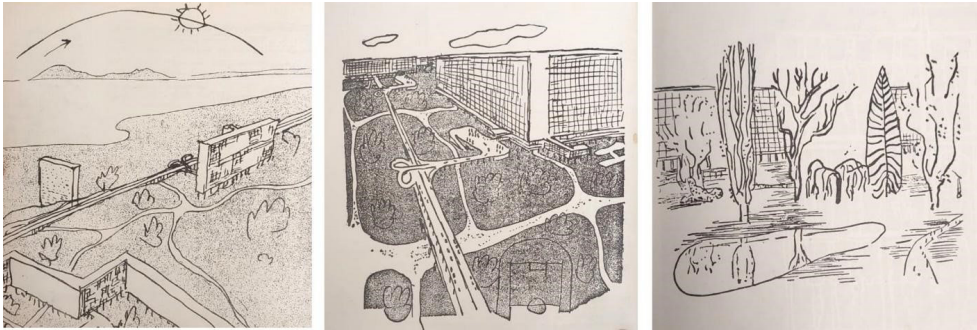


Fig 1: Croquis de Le Corbusier (1964). Fuente: El urbanismo de los tres asentamientos humanos.

Aunque la ilustración 1 muestre tres croquis en blanco y negro, tiene la virtud de sintetizar “el nuevo contrato con la naturaleza” que Le Corbusier describe con sólo 3 palabras: sol, espacio y verdor. El croquis izquierdo sintetiza la búsqueda por generar altas densidades habitacionales ocupando una mínima parte del suelo. Los grandes edificios, al estar aislados en un terreno abierto, aprovechan al máximo las bondades del sol y el viento. Entre ellos, una red de sinuosos senderos que los unen son apenas delgadas líneas de suelo sellado, contrario a las amplias áreas de suelo común verde, es decir, suelo permeable. Suelo capaz de albergar numerosa vegetación y de gran tamaño. El croquis central muestra que los bloques aislados dentro de supermanzanas, no solo se aíslan de las circulaciones vehiculares, sino que el vacío entre avenidas y bloques está destinado a la vegetación, como muestra de forma exuberante el croquis derecho. En él todo es verde, mientras los edificios desaparecen detrás de una espesa y variada vegetación sin senderos peatonales. Las personas simplemente desaparecen en este encuadre.

Sin embargo, estos croquis tienen la virtud de sintetizar lo que otros también dijeron antes. Esta forma de distribuir el espacio abierto fue descrita antes en algunas ciudades imaginadas o utópicas no por arquitectos y urbanistas, sino por médicos como Benjamin W. Richardson en Hygeia (1875), un fraile como Johann Valentin Andreae en Cristianópolis (1619) y por el filósofo Tommaso Campanella en Civitas Solis (1623). Todos describían sociedades ideales viviendo en ciudades perfectamente organizadas, muy verdes y por ello, muy sanas. Tan sanas, que en ellas su población aumenta de la esperanza de vida de su población. Posteriormente, la vasta producción de conjuntos habitacionales, adheridos al espíritu del Movimiento Moderno durante el

siglo XX, reflejó como la exploración a escala global de distintas combinaciones de bloques en el espacio abierto incorporaba además diversos adjetivos relacionados con la naturaleza, como la Ciudad Jardín o Biopolis de Enrico & Luzia Hartsuyker (1964) sin ir más lejos. Es decir, orden y distribución son factores clave sobre los que estos profesionales avanzaron desde aspectos higiénicos, advertidos antes por voces que relataban ciudades fantásticas, a médicos que vieron en las ciudades el remedio para mejorar la calidad de vida de la población.

Por último, y aunque parezca obvio, es importante recordar que la vegetación en estos conjuntos no es silvestre. Más allá de los factores naturales como sol, agua y suelo, ella depende de acciones humanas y de un espacio que lo permite. Es decir, son las personas quienes deciden qué plantar, cómo y dónde hacerlo. Cada acción impacta en la otra, y en un ciclo que se repite constantemente, se moldea la forma de estos paisajes. Esta cadena refleja el concepto mismo de paisaje urbano, entendido como construcciones dinámicas en múltiples dimensiones, y por ello, en constante transformación (Hetch, 2020, pág. 23). Estos registran conflictos, intereses, tensiones y presiones ejercidos sobre ellos (Berrizbeitia, 2020, pág. 13), de acuerdo con la sociedad en donde se cobija (Ojeda, 2011, pág. 1), y sujeta a cambios constantes, ya que su material de construcción más importante es vegetal, es decir, está vivo (Lehner, 2018). Con todo, no deja de ser sugerente que estos paisajes urbanos creados antrópicamente formen ecosistemas artificiales. Ecosistemas compuestos por un amplio conjunto de relaciones simbióticas entre factores vivos (árboles, arbustos, flores, césped, pájaros, insectos y animales) y no vivos (sol, viento, tierra, edificios). La compleja combinación de los últimos condiciona, de incontables formas, toda la vida que habita en ellos. Dentro de los conjuntos habitacionales modernos, la combinación de factores bióticos y abióticos se encuentran en las áreas verdes colectivas: las plazas, parques, senderos, avenidas parque, etc. y en áreas privadas como patios y antejardines. En este sentido, seguramente existen condiciones espaciales como distancia, tamaño, y forma de agrupación de bloques, que subyacen de mayor o menor forma en el tipo, tamaño y cantidad de la vegetación que contiene.

La publicación de los 3 croquis en 1964 de Le Corbusier coincide con la construcción en el mundo de numerosos conjuntos habitacionales diseñados bajo el mismo principio: bloques aislados dentro de supermanzanas sobre suelo en copropiedad. En Santiago de Chile, estas condiciones están presentes en casi todas las comunas que durante la década de 1960 construyeron la periferia urbana sobre campos agrícolas. La siguiente figura #2 corresponde a Villa Los Presidentes (Ñuñoa, Santiago) y es uno de los casos que serán descritos en la tercera sección. Este conjunto, construido en la periferia de Santiago sobre campos agrícolas entre 1968 y 1970, posee 1780 viviendas en 67 bloques de 4 pisos. Su densidad habitacional es 60 viv/há. Desde este encuadre es posible observar cómo numerosos árboles rodean los bloques

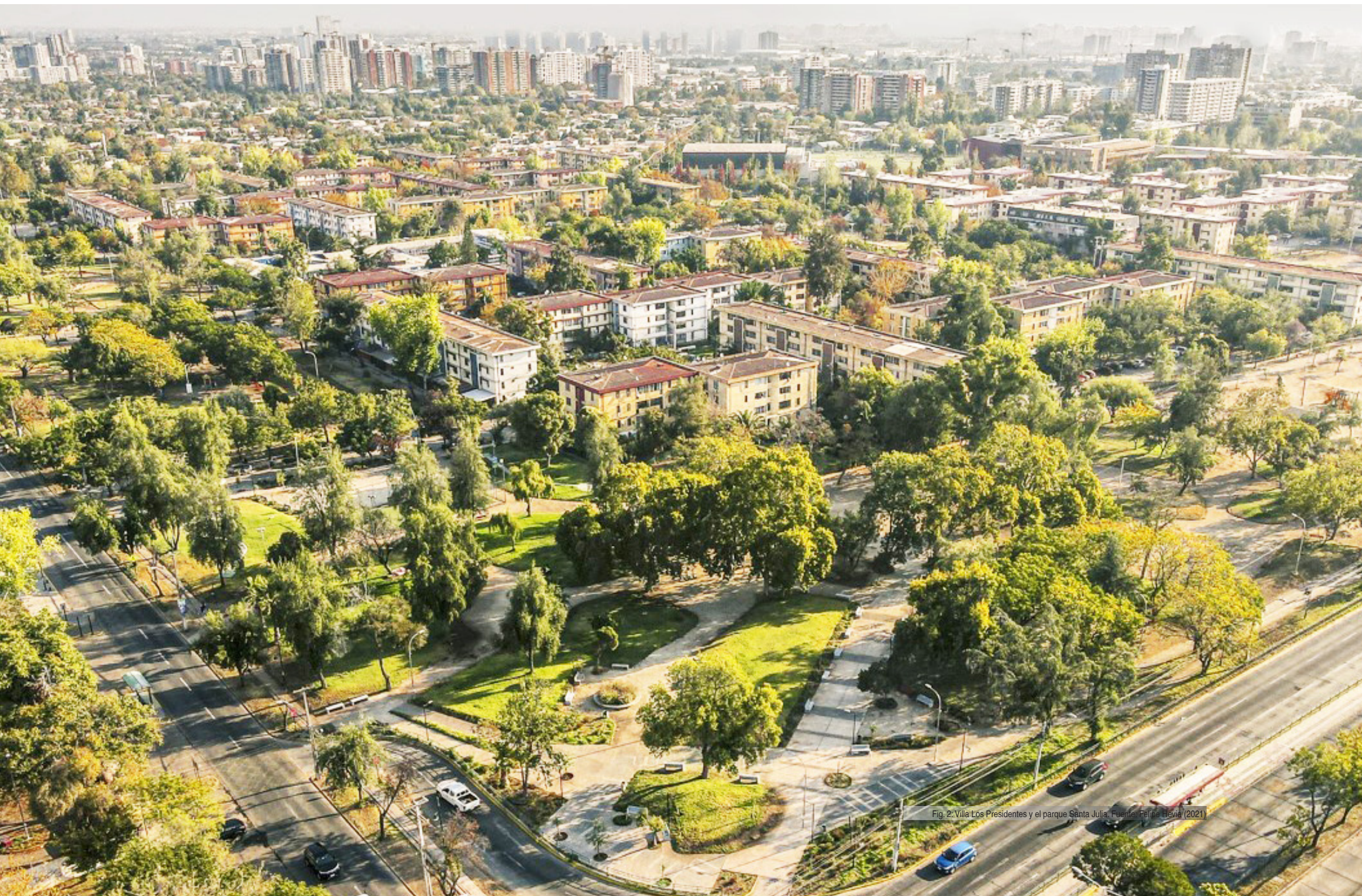


Fig. 2: Villa Los Presidentes y el parque Santa Julia. Fuente: Felipa Peña (2021)

aislados en los espacios semipúblicos, así como se concentran entre un mismo patrón de bloques orientados norte sur y oriente poniente. Es posible observar también que la cantidad de árboles aumenta significativamente en el parque perimetral que rodea a los bloques y que acompaña las avenidas exteriores. Tanto los espacios públicos como privados contribuyen no solo con árboles, sino con importantes superficies de suelo cubierto con maicillo y césped, es decir, suelo permeable capaz de absorber agua.

En el fondo del encuadre se observa como el horizonte se dibuja con numerosos edificios en altura. Edificios pertenecientes a las comunas de Macul, la Florida y Santiago construidos desde principios de la década del 2000. El contraste entre las alturas de los bloques de Villa Los Presidentes con los edificios construidos este milenio es evidente, además del cambio en la densidad habitacional y la cantidad de sus áreas verdes entre muchas otras.

La construcción de paisaje mediante vegetación concentrada entre bloques, y continua entre espacios públicos y privados, formó nada menos que todo un ecosistema dentro de la ciudad.

Los beneficios de la concentración y continuidad de la vegetación son ampliamente conocidos desde las ciencias naturales, especialmente desde el enfoque de los Servicios Ecosistémicos. Estos Servicios, en contextos urbanos, se refieren a aquellas contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar de las personas (LAU, 2020; De Groot et al., 2010). Numerosas investigaciones bajo este enfoque muestran cómo la vegetación reduce la contaminación del aire, ayuda a mantener la biodiversidad (Elmqvist et al. 2015) y promueven la polinización (Davis et al., 2017) entre muchas otras. Detrás de éstas están siempre los árboles, cuyos beneficios en las ciudades son enormes. Más aún si se encuentran concentrados y continuos. También es relevante indicar que mientras más antiguas, las áreas verdes tienden a ser más biodiversas, ya que poseen un mayor equilibrio en su vegetación producto que la sucesión de dichos ecosistemas suele estar más avanzada que las áreas verdes recientes (McKinney, 2008).

Sin embargo, las consecuencias del calentamiento global amenazan todo lo anterior. El aumento de las temperaturas y las heladas, así como los períodos de sequía o precipitaciones extremas han provocado graves inundaciones, pérdida de flora y fauna, incluido el desplazamiento de personas y animales en todo el planeta. Estos impactos no se distribuyen uniformemente entre las ciudades del planeta, porque dependen de factores como su ubicación geográfica, la distribución desigual de su infraestructura y servicios básicos, o la capacidad de respuesta de cada ciudad (Krellenberg K, Welz J, Link F, 2017). En Latinoamérica, una de las principales consecuencias es el cambio en el ciclo hidrológico, ya que suele verse afectada por períodos de lluvia y sequía totalmente opuestos e impredecibles. Los fenómenos del Niño, que

se caracterizan por un aumento en la temperatura y una disminución de la precipitación, y su contraparte climática, conocida como “la Niña”, que implica precisamente lo contrario, representan una amenaza cada vez mayor para la preservación de la vegetación en las áreas urbanas. Por esto, resultan de especial interés los servicios ecosistémicos que contribuyen a mitigar tales efectos como el secuestro de carbono, la disminución del efecto de isla de calor urbana (Fan et al., 2015); el almacenamiento de agua en el subsuelo y la disminución del escurrimiento superficial (EEA, 2011; Kazmierczak & Carter, 2010; NCCAP, 2010). Para todo lo anterior la vegetación urbana, especialmente el arbolado, cumple un rol fundamental (Reyes, 2019; Rojas Villegas, 2020).

Por esto, numerosas iniciativas a escala global coinciden en la búsqueda de aumentar la vegetación al interior de la ciudad. Estas acciones, promovidas por ONGs como Cities 4 forests (cities4forests.com), One tree planted (onetreepanted.org), cities with nature (citieswithnature.org), el proyecto SUGi (<https://www.sugiproject.com/>) o el proyecto Ciudades Verdes (FAO, ONU), buscan en común combatir el aumento de la temperatura, promover la biodiversidad y restaurar los ecosistemas en sectores específicos. Estas acciones se enmarcan bajo distintos conceptos como bosques urbanos, microbosques (Fisher, 2021), bosques de bolsillo, tiny forrests, entre otras. Todas coinciden que la mejor arborización es cuando está concentrada, ya que, como bien señala Wohlleben (2017), juntos trabajan mejor. En este sentido es particularmente importante la investigación en curso del Urban climate arboretum² que busca determinar cuantitativamente qué especies arbóreas (y como la combinación entre ellas) son las óptimas para disminuir la temperatura ambiental en contextos urbanos. Por último, es importante recordar que estamos dentro de la Década de Restauración de Ecosistemas 2021-2030. Entre ellos, cobra vital importancia los ecosistemas urbanos ya que estas zonas ocupan menos del 1% de la superficie terrestre, pero albergan a más de la mitad de su población. Estos ecosistemas comúnmente están muy deteriorados, ya que una mala planificación esta sellando cada vez más los suelos producto de la expansión urbana descontrolada, que engulle más y más de los hábitats de la vida silvestre, dejando poco espacio a la vegetación (ONU, 2021, pág.14).

Volviendo a los conjuntos habitacionales modernos, sus áreas verdes continuas y sus amplias áreas de suelo permeable representan dos condiciones clave que podrían contribuir a mitigar los efectos del calentamiento global anteriormente descritos. Ambas condiciones muy probablemente pueden variar según la forma en que los edificios fueron proyectados dentro del espacio abierto.

² Ubicado junto al acceso de la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido de la Technology University of Delft (TU Delft)

2. Llenos y Vacíos Continuos

Para analizar cómo el diseño a escala urbana de los conjuntos habitacionales modernos promueve las áreas verdes en sus espacios colectivos, se selecciona un área que contiene tres grupos de conjuntos habitacionales diferentes, pero construidos en un periodo de tiempo similar. Este criterio permitirá comparar distintas masas arbóreas en diferentes conjuntos arquitectónicamente similares, plantadas en un proceso de tiempo similar, y mantenidas por un mismo municipio. El presente caso de estudio aborda el proyecto urbano a lo largo de Avenida Grecia (Ñuñoa, Santiago de Chile). Esta área constituyó un importante crecimiento de la capital sobre antiguas chacras agrícolas hacia su periferia oriente entre 1945 y 1969. En esta área fueron diseñados y construidos 9 conjuntos habitacionales diferentes bajo impulso estatal (la Corporación de la Vivienda, CORVI), financiados principalmente por diversas cajas de previsión de la época como la Caja de Empleados Particulares (EMPART), y la Caja de Seguro Social.

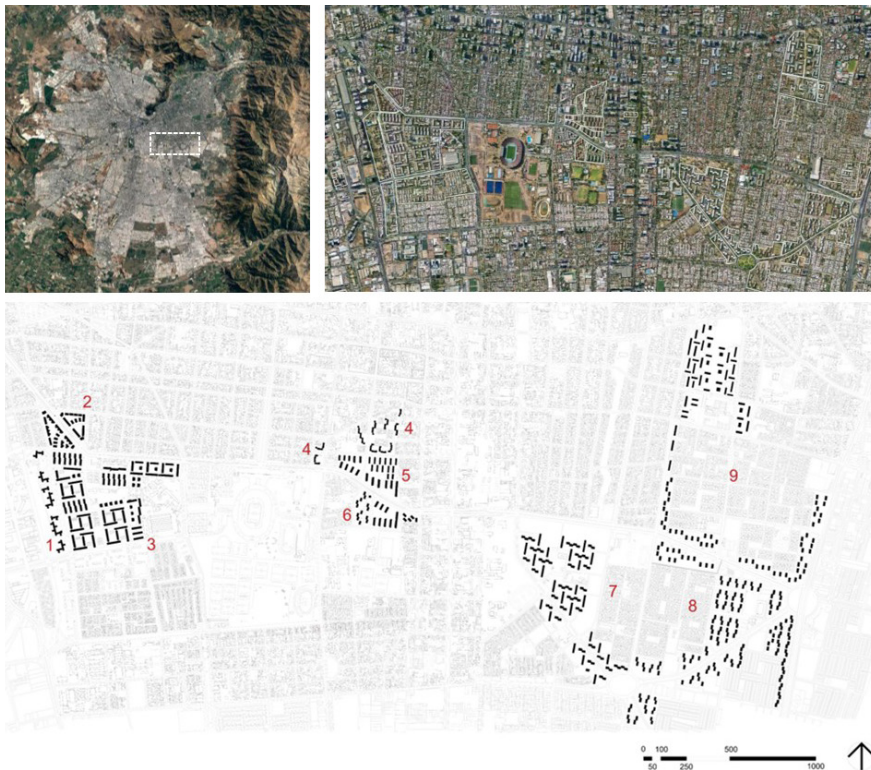


Fig.3: Arriba izq. Área de estudio dentro de Santiago de Chile. Arriba derecha: Imagen satelital Google Earth indicando en línea blanca los conjuntos estudiados. Abajo: Plano Nollí sector de estudio escala 1:12500, destacando los bloques habitacionales aislados. Fuente: Elaboración propia.

Este plano muestra la forma de cada conjunto, así como su posición dentro del territorio, destacando en negro los bloques aislados de 4 y 5 pisos. Es importante señalar que los casos 7,8 y 9, además de bloques, son conjuntos con casas unifamiliares pareadas ubicadas al centro del barrio. Como se describe en el siguiente cuadro, las densidades de estos 9 conjuntos van desde 33 hab/há a 113 hab/há.

Nombre Conjunto	Año const.	Arquitectos	Mandante	Tipología	Vivienda en bloques	N° bloques	Sup. Há	Densidad Viv / há	Declaratoria patrimonial
Villa Canadá (Sector 4)	1966	J. Martínez - R. Retamal - W. Morales (*)	CORVI	Bloques 5 pisos aislados	267	7	7,55	33,31	No
EMPART Salvador Sur	1945-1947	Enrique Pérez Castiblanco	Caja Empleados Particulares	Bloques 5 pisos Particulares	413	13	6,17	88,60	Si
Villa Olímpica	1961-1967	Grupo TAU	CORVI	Bloque 5p aislado / Casas 2p pareada / Torre 20 p	2601	81	28	106,26	Si
Villa México y Grecia I	1969	Jaime Besa Zañartu - Mario Pérez de Arce	CORVI - SERVICIO DE SEGURO SOCIAL	Bloque aislado 4p / casas pareadas 2p	103	4	1,09	93	No
Villa Alemana	1956 / 1961-1962	Gonzalo del Canto	CORVI - SERVICIO DE SEGURO SOCIAL	Bloques 5 pisos aislados	580	29	4,12	95,2	No
Villa Grecia II	1971	Aaron Reyes *	CORVI	Tipo #1010	213	13	2,013	113,8	No
Lo Valdivieso Sur	1956 / 1961-1962	Gonzalo del Canto	CORVI - SERVICIO DE SEGURO SOCIAL	Bloques 5 pisos aislados	248	9	2,55	97,07	No
Villa Los Presidentes	1966-1968(P.E.)	Patricio Solar	SERVICIO DE SEGURO SOCIAL	Bloque aislado 4p / casas pareadas 1p	1788	67	31,38	63,60	No
Villa Los Jardines	1969	Depto. Construcción CORVI	CORVI	Tipo #1010, 1020	912	57	29,14	94,84	No
Villa Frei (S1)	1964-1970	O. Larrain, J. Larrain, D. Balmaceda	Caja Empleados Particulares	Bloque aislado 4p/5p / Torres 10p, 15p / Casa 1p, 2p pareada	1059	38	12,05	88,64	Si (Sector 1)

Fig.4: Cuadro comparativo de los conjuntos en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Según cómo sus bloques se agrupan en cada conjunto, se pueden clasificar en 4 grupos: 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.

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 el grupo A (1. Villa Los Presidentes, 2 Villa Frei (sector 1) y Villa Canadá (sectores 3 y 4), 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. Así, estos parques 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 sentido norte-sur. En ellos se observa cómo esta forma de agrupación, aunque esté dividida por calles y avenidas, mantiene su continuidad formando distintas secuencias de espacios colectivos abiertos. El plano izquierdo corresponde a un tipo particular de agrupación dentro de Villa Olímpica, los que dentro de su contexto aparecen como islotes aislados. Sin embargo, en el plano central, tanto Villa Alemana como Villa Grecia II, sus bloques son agrupados desde sus bordes longitudinalmente, formando áreas abiertas dentro de la manzana. Esta misma configuración se repite a mayor escala en la Villa los Jardines, conjunto de bloques que forman plazas entre

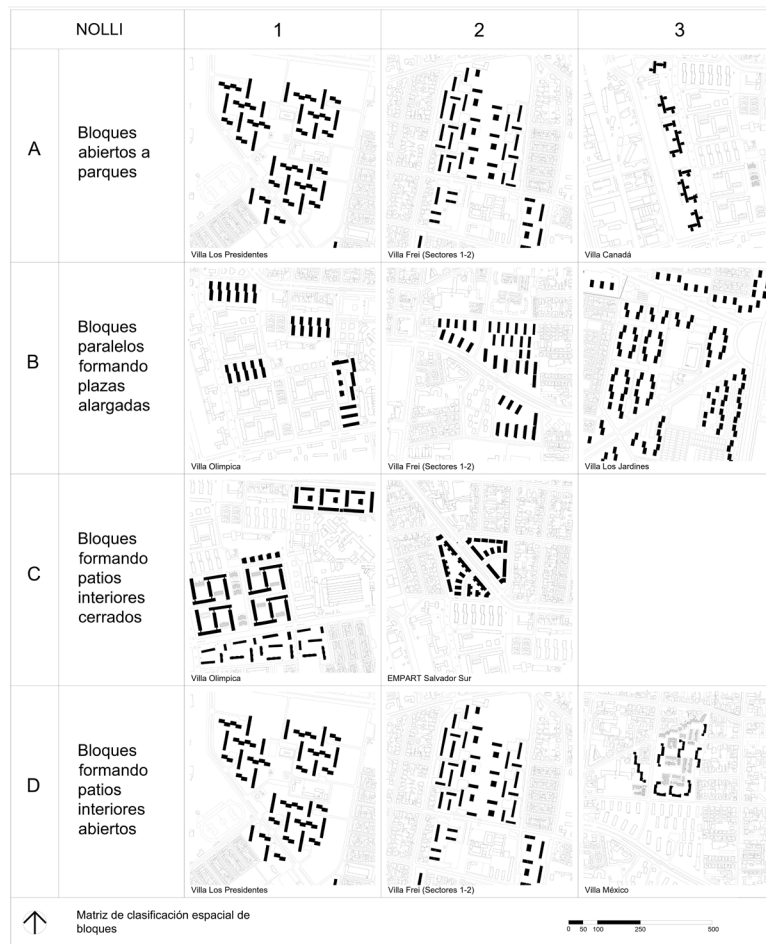


Fig.5: Matriz de clasificación según la agrupación de bloques. Fuente: Elaboración propia

cuatro bloques alineadas longitudinalmente. Esta repetición está dividida por Av. Rodrigo de Araya, clasificada como Avenida Parque desde el primer Plan Regulador Intercomunal de Santiago de 1960 (PRIS 60).

El grupo C, está compuesto por bloques formando patios interiores cerrados. Ambos casos ocurren en la Villa Olímpica. En el plano izquierdo, la composición del módulo son viviendas de 2 pisos y bloques de 5. Los accesos al espacio abierto interior inicialmente fueron abiertos, sin embargo, han sido cerrados con rejas en los accesos por cada comunidad.

Por último, el grupo D se compone por 3 conjuntos cuyos bloques forman patios interiores abiertos. Se repiten los casos de Villa Los Presidentes (izq.) y Villa Frei (centro), mientras que el plano derecho corresponde a Villa Yugoslaviana. En ellos, la disposición de los bloques en el espacio abierto forma una sucesión de plazas interiores abiertas y públicas, conectadas con otros sectores dentro del mismo conjunto. En esta villa, sus áreas abiertas se forman entre los bloques de casas (de color gris) y los bloques de vivienda en altura de color negro (5 pisos).

En síntesis, estos 9 casos muestran una importante variedad de formas en que los bloques de vivienda se agrupan entre sí. Ellos forman diferentes espacios vacíos mediante la distribución del lleno, bajo ciertos patrones que se repiten en cada conjunto, y entre dos o más de ellos. Como se verá en la siguiente sección, cada forma de agrupación arquitectónica incidirá a su vez, en diferentes formas en que su masa vegetal se distribuye en el espacio vacío.

3. Vegetación Continua y Proyecto Urbano

Para analizar la ubicación y concentración de la vegetación en el área de estudio, se construye el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Este índice es un indicador de la biomasa fotosintéticamente activa, que permite ubicar espacialmente la vegetación, cuantificar su densidad, y determinar sus formas de agrupación o fragmentación (Rouse et al., 1973; Hyun Woo et al., 2017). Se obtiene mediante la reflectancia espectral de la vegetación a través de diferentes bandas medidas por un sensor. Es una combinación matemática de dos o más bandas espectrales, que mejora el contraste entre la vegetación sana y la vegetación enferma, o que presenta cierto nivel de nutrición, principalmente relacionado al contenido de nitrógeno (que tiene alta reflectancia). Los valores de NDVI se clasifican en 5 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) (Chuvieco et al, 1999; Olivares y López-Beltrán, 2019)³.

Para identificar la ubicación e intensidad de la vegetación a escala urbana, se propone una secuencia de aproximación descendente dentro del área de estudio: 1:12.500; (escala urbana) 1:2000; 1:500 (escala de proyecto). En todos ellos, se observará la ubicación de los índices de vegetación más elevados, para luego, investigar sobre las condiciones espaciales que lo permiten.

³ Este índice fue realizado a partir de imágenes de Sentinel 2, con una resolución de 10 x 10 metros y 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 (Phiri et al., 2020). 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 (Meraner et al., 2020). La información satelital corresponde a un período de 4 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: $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$

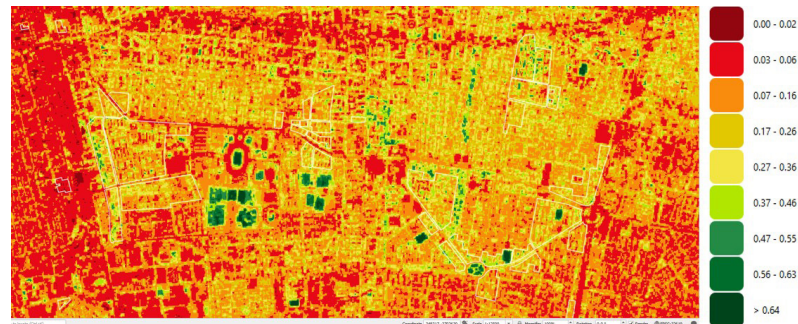


Fig.6: Cálculo Índice NDVI a escala 1:12.500. Se destacan las supermanzanas con bloques aislados de 4 y 5 pisos. Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 muestra las áreas con vegetación en píxeles verdes, versus las que no las tienen (píxeles rojos y naranjos). La concentración de píxeles verde oscuro corresponden a canchas deportivas de césped presentes en colegios, universidades, y las que posee el Estadio Nacional. El área derecha del mapa muestra un pixelado verde más parejo y continuo (entre 0,37 y 0,51), y representan la vegetación de Villa los Presidentes, Villa los Jardines y Villa Frei. Este verdor parejo contiene numerosos fragmentos oscuros que representan una mayor densidad de la vegetación fotosintéticamente activa. La cercanía y cantidad de estos fragmentos forman distintas continuidades dentro de cada villa, como entre ellas. Por ejemplo, se aprecia como la masa de píxeles cuyos índices van desde 0.37 - 0.46 forma paños continuos que contienen fragmentos de píxeles de índice máximo, ubicados secuencialmente en los bordes de cada conjunto junto a las calles perimetrales. Esta agrupación mantiene su continuidad, a pesar de estar en proyectos diferentes mediante las avenidas parque lo acompañan. Los píxeles de índice máximo, y que corresponden a vegetación densa según la clasificación NDVI, se encuentran en las supermanzanas de Villa Canadá, Villa Frei y Villa Los Presidentes. Entre esta última y Villa los Jardines, se aprecia como las áreas verdes más intensas acompañan las avenidas diagonales que forman Av. Ignacio Carrera Pinto, y Av. Rodrigo de Araya, cuya rotonda actúa como articuladora entre ambas diagonales. En el sector de Villa Frei por el nororiente, es importante destacar como la concentración de píxeles verdes más intensos no se produce en el parque Ramón Cruz, sino que se produce dentro de toda la supermanzana.

Ahora bien, al volver a clasificar los conjuntos según como se agrupan sus bloques (figura 7), se observa que los grupos A y D poseen la mayor concentración de píxeles de vegetación densa, formando diferentes continuidades. En cada recuadro se muestra además en línea gris, la trama de calles y pasajes de hormigón. En Villa los Presidentes y en Villa Canadá, la concentración de píxeles verdes en los perímetros coincide con los parques abiertos que circundan estos conjuntos. En ambos casos, frente a estos parques se observan

áreas continuas de color naranja, es decir, cuyo bajo índice corresponde a la ausencia de áreas verdes (0.05 – 0.09 en el límite norte de VLP, y 0.03 - 0.09 en el límite poniente de Villa Canadá). Sin embargo, en el plano central (Villa Frei) los píxeles de color verde más intenso aparecen de forma extendida entre los bloques dentro de todo el sector. Según la descripción anterior, en los 3 casos coinciden los espacios abiertos y públicos con los índices NDVI más altos (0.47 - 0.60).

Por el contrario, los menores índices se distinguen claramente en el grupo B, cuyas áreas de píxeles verdes son cuantitativamente menores a los naranjos. Los píxeles de verde más intenso aparecen como pequeños puntos aislados,

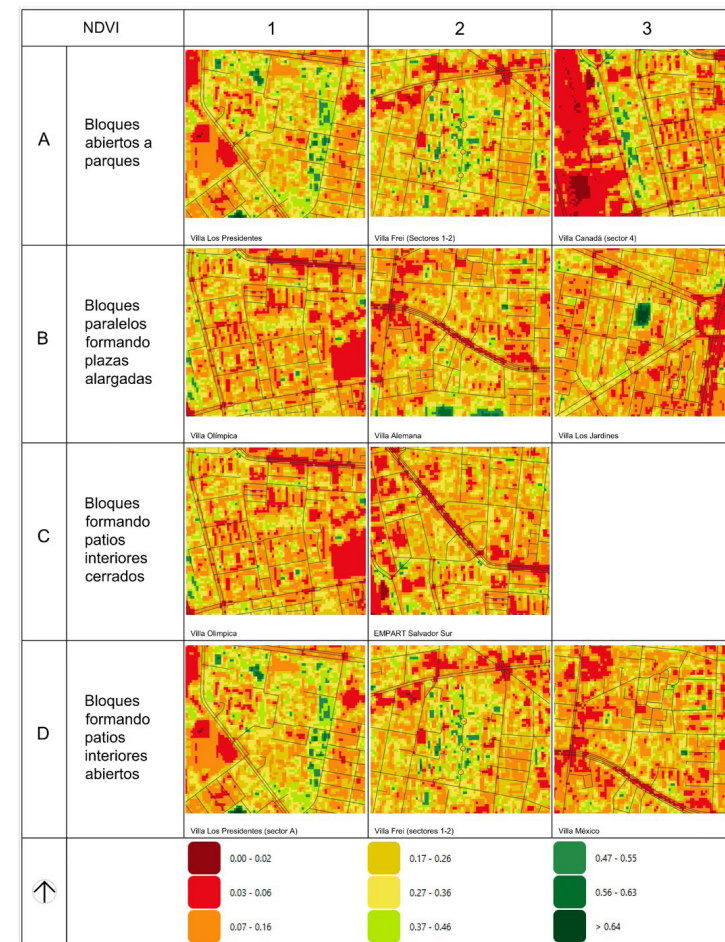


Fig.7: Matriz de índice NDVI según la clasificación por agrupación de bloques. Fuente: Elaboración propia.

y en el plano de la derecha (Villa los jardines) el área de píxeles verdes más concentrados corresponde a una cancha de fútbol en césped.

Ahora bien, al observar Villa Frei bajo una sucesión de encuadres hacia los índices NDVI más elevados, es posible identificar 21 fragmentos de píxeles verde oscuro de varios tamaños (índice 0,49-0,55). Uno de ellos (A) concentra el índice más elevado (0,55 - 0,59). Su perímetro se compone de los siguientes edificios: 1 torre de 15 pisos (N); 1 bloque de 4 pisos (S); 1 bloque de 5 pisos (E); y 1 bloque de 4 pisos (O). Este patrón de agrupamiento se repite 2 veces.



Fig.8: Izq. Visualización del índice NDVI escala 1:2000 de Villa Frei (sector 1), aplicando un filtro de transparencia de 50% para ver la imagen satelital de fondo. Der. Plano nollí del mismo sector. Fuente: elaboración propia.

Por último, la figura 9 muestra este último encuadre a escala 1:500 e imágenes de su interior. Desde arriba, el verde se compone de césped y copas de árboles concentradas entre 4 a 8 m de ancho como se indica en los círculos azules. Su suelo es de césped, senderos peatonales de maicillo y un área de estacionamientos de hormigón abajo a la derecha de la imagen. Tanto las áreas de césped como los senderos de maicillo (entre 80 y 150 cm. de ancho) son superficies de suelo absorbente de agua. Por el contrario, el suelo sellado y no absorbente cubre los estacionamientos, y el pasaje para llegar a ellos. Esta relación entre suelo abierto y sellado es de 71% y 29% respectivamente. Como muestra el plano, inmediatamente fuera del perímetro de cada edificio su suelo es permeable, y por ello, es capaz de albergar numerosa vegetación entre árboles, arbustos y césped en contacto directo con las 4 fachadas de cada edificio.

Desde el interior es posible observar cómo la vegetación ocupa casi la totalidad del encuadre y no permite ver el bloque de 4 pisos de fondo, lo que recuerda al tercer croquis de Le Corbusier señalado en la sección 1. El verde de la imagen se distribuye entre islas de césped, setos de ligustrinas entre 60 y 70cm. de altura, arbustos aislados y árboles de gran tamaño en que sus copas se interceptan desde 1,5m hasta 15m de altura aproximadamente, lo que produce amplias superficies de sombra que impiden el crecimiento de césped sobre el suelo, así como impiden ver el cielo. Esta secuencia desde el satélite hasta la experiencia como peatón confirma como las áreas verdes no solo

rodean los edificios aisladamente, sino más bien, son parte de un proyecto urbano de mayor escala.



Fig.9: Comparativo del área de estudio entre imagen satelital (arriba); levantamiento del suelo absorbente en verde y levantamiento arbóreo en azul (centro); fotos desde el interior (abajo) tomadas el día 14-04-2022. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El cruce de los tres instrumentos dentro del sector de estudio permite distinguir 2 fenómenos en distintas escalas.

A escala urbana, son las supermanzanas las que concentran los mayores índices de vegetación. En ellas, se forman paños continuos de vegetación sobre el suelo, arbustos junto a los bloques, y árboles de gran tamaño cubriendo senderos y plazas. Desde los parques en sus bordes, a los antejardines de los bloques, la vegetación no solo es continua, sino que está presente en diferentes escalas. Dentro de los 9 casos, el NDVI más alto obtenido en Villa Frei permite relacionarlo a su amplio porcentaje de suelo abierto y absorbente, contrario a las menores superficies de suelo sellado por el área propia de cada edificio, los estacionamientos, senderos y pasajes. Esta relación asimétrica entre llenos y vacíos se traduce en extensas áreas capaces de contener un arbo-

lado denso, de gran tamaño y continuo. A escala arquitectónica es posible demostrar que existe una relación entre los distintos patrones de agrupamiento de los bloques, con la forma en que concentran su vegetación. Esta relación se potencia al constatar que el exterior inmediato de los bloques no tiene el suelo sellado por áreas de hormigón, permitiendo que la vegetación los pueda rodear casi completamente. En ambas escalas, lo anterior demuestra la capacidad que tienen estos conjuntos no sólo para albergar espacios verdes densos y continuos, sino para incrementar su vegetación significativamente, y con ello, brindar mayores y mejores servicios ecosistémicos. Esto significa que estos paisajes, además de sus reconocidos valores culturales, poseen una serie de atributos medioambientales que merecen ser identificados y analizados en profundidad para buscar su preservación.

Por último, es importante destacar que estos atributos no son exclusivos de los casos de estudio. Al menos en Chile existen más de 150 conjuntos que poseen características espaciales similares, lo que significa que a lo largo del país existen zonas con gran potencial de asumir un rol protagónico para mitigar algunos efectos del cambio climático, por lo que avanzar en su comprensión y preservación generaría, además de lo anterior, nuevos valores patrimoniales sobre un mismo atributo: sus áreas verdes.

Bibliografía

AMÉLIE Y. DAVIS, ERIC V. LONSDORF, CLIFF R. SHIERK, KEVIN C. MATTESON, JOHN R. TAYLOR, SARAH T. LOVELL, EMILY S. MINOR, Enhancing pollination supply in an urban ecosystem through landscape modifications, *Landscape and Urban Planning*, Volume 162, 2017, (157-166).

BENKO, M. (2015). Budapest's large prefab housing estates: urban values of yesterday, today and tomorrow. *Hung. Stud.* 29

BERRIZBEITIA, A. (2020). La crítica del paisaje en la era de la ruptura global. En C. Media, Paisaje no es Naturaleza (págs. 12-15). Santiago: Lofscapes.

CENTRO CULTURAL Y DE ADELANTO KELUWE (2009). Solicitud de declaración de Monumento Nacional en la categoría de Zona Típica Complejo Habitacional Salvador Sur. Santiago.

CHAO FAN, SOE W. MYINT, BAOJUAN ZHENG (2015). Measuring the spatial arrangement of urban vegetation and its impacts on seasonal surface temperatures. *Sage Journals*. Vol 39, Issue 2, 2015

CHUVIECO E., D. M. (1999). Short-term fire risk: foliage moisture content estimation from satellite data. *Remote Sensing of Large Wildfires in the*

European Mediterranean Basin, 17-34.

COMITÉ BARRIO PATRIMONIAL VILLA FREI (2014). Expediente solicitud de Zona Típica Villa Frei (Sector 1). Santiago: Fondo de Cultura.

DE GROOT, R., ALKEMADE, R., BRAAT, L., HEIN, L., & WILLEMEN, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, Vol. 7, No 3, 260-272.

ELMQVIST, T. et al. (2015): Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. En: *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, pág. 101–108. DOI: 10.1016/j.cosust.2015.05.001.

FERNANDEZ, M. A. (2016). Recuperación de los barrios de la modernidad en Madrid. Actualización de su potencial medioambiental. Congreso Europeo sobre la Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Arquitectura y Urbanismo, (77-88). San Sebastian.

GARZÓN, B., BRAÑES, N., & AUAD, A. (2004). Vegetación urbana y Hábitat popular. El caso de San Miguel de Tucumán. *INVI*, Vol. 18, núm.49, 21-42

GERTOSIO, R. (2019). Las Unidades Vecinales Patrimoniales. Tesis para optar al grado de Magíster en Hábitat Residencial, Universidad de Chile.

GOMEZ, C. (2014). El origen de los procesos de patrimonialización: la efectividad como punto de partida. *Revista de investigación (EARI)*, 66-80.

HAVINGA, L., COLENBRANDER, B., & SCHELLEN, H. (2020). Heritage attributes of post-war housing in Amsterdam. *Frontiers of Architectural Research*, 1-19.

HERNANDEZ, B., PERICOT, F., & MENDIZAVAL, P. (1996). El valor del patrimonio histórico. *Complutum* (2), 215-224.

HETCH, R. (2020). El paisaje en Chile es una decisión política. En C. Medina, Paisaje no es Naturaleza (págs. 19-24). Santiago: Lofscapes.

HOBBS, K (2020): La historia de los árboles. Barcelona. Blume

HYUN WOO, K., K. JUN-HYUN, L. WEI, Y. PING Y C. YANG. 2017. Exploring the impact of green space health on runoff reduction using NDVI. *Urban Forestry & Urban Greening* 28: 81 – 87.

JIMÉNEZ, M., FERNÁNDEZ, M., JIMÉNEZ, M. (2012). El Potencial del Verde Moderno.

LAU. (9 de noviembre de 2020). Evaluación Social y Biofísica de Servicios Ecosistémicos Locales de Espacios Verdes Urbanos. Obtenido de ecosistema-surbanos.cl

LE CORBUSIER (1964) El urbanismo de los tres asentamientos humanos. Poseidón.

LEHNER D. (2018). Rediseño contemporáneo de un parque público patrimonial: el caso del 'Donaupark' en Viena, Austria

MCKINNEY, M. (2008): Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. En: *Urban Ecosyst* 11 (2), pág. 161–176. DOI: 10.1007/s11252-007-0045-4.

MERANER, A., P. EBEL, X. XIANG Y M. SCHMITT. (2020). Cloud removal in Sentinel-2 imagery using a deep residual neural network and SAR-optical data fusion. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166: 333-346.

MONTANER, J. M. (2016). *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*. Gustavo Gili.

OJEDA, C. (2011). Estado del arte en las conceptualizaciones del paisaje y el paisaje urbano. Una revisión bibliográfica. *GeoGraphos: Revista Digital para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales*, Vol. 2, Nº. 7, 1-17.

ORDÓÑEZ, J. A. B., & MASERA, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*, 7(1), (3–12).

PHIRI, D. et.al. (2020). Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review. *Remote Sens*, 12 (14): 2291.

RICHARDSON, B. W. (2018). *Hygeia, ciudad de la salud*. Círculo

ROUSE, J.W., R.H. Haas, J.A. Schell y D.W. Deering. 1973. Monitoring vegetation system in the great plains with ERTS. 3rd ERST Symposium, NASA, 1. (309-317).

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* N°36, (3-16).

GERTOSIO SWANSTON, Rodrigo
Dr. © en Arquitectura y Estudios Urbanos
Pontificia Universidad Católica de Chile
regertosio@uc.cl

