



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y GEOGRAFÍA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA**

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO MORFOLÓGICO Y DE LA  
VEGETACIÓN URBANA EN CUATRO BARRIOS PERICENTRALES  
DE SANTIAGO DE CHILE EN EL PERIODO 2002-2019**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO**

Por: OLIVER ROBERTO ARANCIBIA SOTO

Profesor guía: DR. FRANCISCO JAVIER DE LA BARRERA MELGAREJO

Mayo 2022.

Concepción, Chile



Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento





*La historia de este trabajo tiene surgimiento en momentos de mucha oscuridad personal, de fealdad y eventos desafortunados, en un mundo pandémico que obligaba al encierro y a mirarse a sí mismos. Una gran desmotivación inicial y un futuro incierto, significó hacer realidad estos escritos. Por poder superar estos procesos, situarme en el presente, y recuperar mi propia seguridad, el primer agradecimiento va para mí mismo. El segundo agradecimiento es para José Lledó, psicólogo compañero, que me ayudó a poner las cosas en orden, aceptar lo que no se puede cambiar y salir de la oscuridad. El tercer agradecimiento es para la música, para Björk, Radiohead, Lucybell y Camila Moreno, quienes con sus universos sonoros utópicos y revolucionados álbumes, acompañaron horas de lectura, digitalización y escritura.*

*Vespertine – A Moon Shaped Pool - Comiendo Fuego - Rey*

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, mi Luz, por permitirme la vida, darme los cuidados necesarios y caminar junto a mi hace 28 años. A su madre, mi abuela Graciela, la raíz que sostiene una historia de mucho esfuerzo y amor. A mi errante padre y a mi tía Edith Vigouroux, quienes desde pequeño me enseñaban los problemas de la sociedad, la historia de una sangrienta dictadura, y el lugar de la geografía. A toda mi familia, en especial, mis padrinos, mis *primxs* Valeria Meza, Pato Urtubia y mis primas Puentes Vigouroux por apoyarme constantemente.

A mis *amigxs* de la vida y de carrera, Gonzalo Ortega, Romina Martínez, Jazmín Saavedra, Constanza Garrido, Pluvia Andrade, Romina Mella, Manuel Gómez, Daniel Gómez, Jotita, Diego Irizarri, que se preocuparon por mí durante este tiempo.

A mis *compañerxs* de Convergencia Social, con quienes levantamos tremendas campañas mientras se gestaba esta tesis. Ganamos un gobierno, y de apoco esperamos devolverle la dignidad y esperanza a nuestro país.

Al proyecto FONDECYT 1202003 “Evaluación social y biofísica de servicios ecosistémicos locales de espacios verdes urbanos. Construcción de criterios de planificación desde un Enfoque territorial” y a su equipo VESSEL, por depositar su confianza y tener paciencia para ver los resultados de este trabajo. Especialmente a mi mentor Francisco de la Barrera, quien durante los últimos meses me compartió oficina, y estuvo siempre motivándome a terminar este trabajo, a pesar de mis inseguridades y pausas ocasionales.

A *lxs* docentes por enseñarme la geografía en casi todas sus formas. A *lxs* trabajadores de la FAUG por ser parte del día a día, desde el “buenos días”, hasta el “nos vemos mañana”.

Finalmente, a quienes forjaron esta disciplina tan diversa y apasionante, mirando el mundo, en diferentes tiempos, capas y formas, haciendo geografía.

## Índice de contenidos

1	INTRODUCCIÓN.....	13
1.1	Planteamiento del problema.....	15
1.2	Pregunta de investigación .....	18
1.3	Hipótesis.....	18
1.4	Objetivos de la investigación .....	19
1.4.1	Objetivo general .....	19
1.4.2	Objetivos específicos .....	19
2	MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO .....	20
2.1	Vegetación urbana y áreas verdes urbanas .....	20
2.1.1	Definiciones e importancia .....	20
2.1.2	Formas de clasificación para la vegetación urbana y áreas verdes .....	22
2.1.3	Métricas de paisaje para la evaluar cambios en la cobertura vegetal ...	27
2.1.4	Planificación y monitoreo de las áreas verdes urbanas: Estándares e indicadores.....	29
2.2	Aspectos generales de morfología urbana y su relación con la vegetación urbana a escala de barrio.....	32
2.2.1	Definiciones.....	32
2.2.2	Elementos de morfología urbana y su clasificación .....	32
2.2.3	Análisis de morfología urbana a partir de imágenes satelitales .....	33

2.2.4	Modelos de barrio del Siglo XX: su relación con la vegetación urbana y las áreas verdes.....	35
3	METODOLOGÍA.....	39
3.1	Área de estudio .....	39
3.2	Etapas metodológicas .....	42
3.2.1	Identificar y caracterizar barrios de Santiago en base a la estructura del entramado urbano y usos del suelo actuales.....	44
3.2.2	Evaluar el desarrollo urbano de cada barrio, a partir de cambios en morfología de las edificaciones y provisión de áreas verdes.....	45
3.2.3	Evaluar cambios en la calidad y provisión de la vegetación urbana en cada barrio, utilizando métricas del paisaje e indicadores. ....	46
4	RESULTADOS .....	49
4.1	Caracterización morfológica de los barrios: Entramado urbano y usos del suelo.49	
A.	Pedro de Valdivia Norte.....	49
B.	Villa Portales. ....	52
C.	Villa Olímpica. ....	54
D.	El Llano .....	56
4.2	Variación morfológica de las edificaciones, áreas verdes y población. ....	61
A.	Pedro de Valdivia Norte.....	62
B.	Villa Portales .....	65

C.	Villa Olímpica .....	68
D.	El Llano .....	72
4.3	Variación de la cobertura vegetal y usos del suelo, evaluada a partir de métricas del paisaje e indicadores de áreas verdes.....	78
4.3.1	Barrio Pedro de Valdivia Norte.....	78
4.3.2	Barrio Villa Portales.....	85
4.3.3	Barrio Villa Olímpica.....	91
4.3.4	Barrio El Llano Subercaseaux.....	97
5	DISCUSIÓN.....	109
5.1	Análisis de los resultados .....	109
5.2	Aspectos metodológicos.....	111
5.3	Aportes para nuevos estudios y sugerencias para mejorar resultados. .	113
6	CONCLUSIONES .....	116
7	BIBLIOGRAFÍA.....	119





## RESUMEN

La incorporación de la naturaleza en la ciudad tuvo sus primeros orígenes en los paradigmas del urbanismo del siglo XX, en donde se planean diferentes formas de construir ciudades con acceso a parques y jardines públicos. La creciente importancia de la naturaleza pese a las presiones ejercidas por la urbanización de las ciudades, ha impulsado investigaciones que analizan la evolución de las ciudades en relación con sus áreas verdes y vegetación urbana, y también desde el monitoreo de institucional con indicadores de sustentabilidad. Uno de los aspectos investigados ha sido el entorno morfológico de las áreas verdes, como las formas de las edificaciones y de los jardines, y tamaños prediales. En esta investigación, se estudiaron cuatro barrios pericentrales del Área Metropolitana de Santiago (Chile), con el objetivo de conocer qué características morfológicas, bajo un contexto de desarrollo urbano, tienden a cambiar e influenciar la provisión de sus áreas verdes y vegetación urbana. Se realizó una caracterización morfológica de los barrios, a partir de sus orígenes, edificaciones, usos y áreas verdes, digitalizando de imágenes satelitales. Luego, se evaluaron los cambios en la morfología de las edificaciones, las áreas verdes y las coberturas del suelo, incluyendo la vegetación urbana, usando métricas de paisaje e indicadores de áreas verdes, en un periodo de 15 años. Los resultados dan cuenta de cuatro aspectos. Primero, dos barrios característicos de la ciudad jardín, sufrieron mayores cambios morfológicos en las edificaciones, tendiendo a volverse más residencial y otro con mayor equipamiento e infraestructura vial. El primero impactó negativamente su provisión de áreas verdes debido al aumento de su población, mientras que el segundo no tuvo mayores cambios en la demanda. Tres barrios modificaron sus áreas verdes o incorporaron otras nuevas, independiente de si cambiaron su morfología. Todos los barrios aumentaron su impermeabilización, y perdieron cobertura vegetal. Finalmente, se encuentran oposiciones en la utilización de indicadores de provisión por habitante, ya que, sólo uno cumple el estándar de áreas verdes, mientras que

al utilizar el de cobertura vegetal total del barrio, todos los barrios se muestran por sobre el estándar.

*Palabras clave: morfología urbana, barrios, áreas verdes urbanas, vegetación urbana, sustentabilidad urbana.*

## **ABSTRACT**

Integrating nature in the city had its first origins in the urban planning paradigms of the 20th century, where different ways of building cities with access to parks and public gardens were planned. The growing importance of nature, despite the pressures exerted by the urbanization of cities, has prompted investigations that analyze the evolution of cities in relation to their green spaces and urban vegetation, and also from institutional monitoring with sustainability indicators. One of the aspects investigated has been the morphological environment of green areas, such as buildings and gardens forms and farm sizes. In this research, four peripheral neighborhoods of the Metropolitan Area of Santiago (Chile) are studied, with the aim of knowing which morphological characteristics, under an urban development context, tend to change and influence the provision of their green areas and urban vegetation. A morphological characterization of the neighborhoods was carried out, based on their origins, buildings, uses and green areas from digitized satellite images. Then, changes in the morphology of buildings, green spaces and land cover, including urban vegetation, were evaluated using landscape metrics and green spaces indicators, over a period of 15 years. The results show four aspects. First, two characteristic neighborhoods of the garden city underwent greater morphological changes in the buildings, tending to become more residential and another with greater equipment and road infrastructure. The first had a negative impact on its provision of green areas due to the increase in its population, while the

second had no major changes in demand. Three neighborhoods modified their green areas or incorporated new ones, regardless of whether they changed their morphology. All neighborhoods increased their waterproofing, and lost vegetation cover. Finally, there are oppositions in the use of indicators of provision per inhabitant, since only one meets the standard of green areas, while when using the total vegetation cover of the neighborhood, all the neighborhoods are shown to be above the standard.

*Keywords: urban morphology, neighborhood, urban green spaces, vegetation cover, urban sustainability*



# 1 INTRODUCCIÓN

El interés por evaluar las áreas verdes urbanas ha cobrado gran importancia durante los últimos años debido a las consecuencias del crecimiento de las ciudades y la población, que reducen los espacios de naturaleza disponibles para las personas (Byomkesh, Nakagoshi, & Dewan, 2012). Por otro lado, el crecimiento y desarrollo de las ciudades implica también cambios en la morfología urbana interna, como por ejemplo modificación de antiguas calles por ensanches o autopistas, reemplazo antiguas casas por edificaciones en altura, la sustitución de usos del suelo, etc. (Haaland & van den Bosch, 2015).

A escala de barrio, estudios referidos a las áreas verdes y vegetación señalan, por un lado, las contribuciones ecosistémicas de estos espacios, como son la disminución de temperaturas, la infiltración de aguas lluvias, la presencia y observación de biodiversidad, las oportunidades de recreación, etc.; y, por otro lado, su vinculación a aspectos del entorno asociados a la morfología urbana, como la forma de los jardines, de las edificaciones y de la red de calles, entre otras. (Andersson, Haase, Scheuer, & Wellmann, 2020; Bigsby, McHale, & Hess, 2014; Eizenberg, Sasson, & Shilon, 2019; Ossola, Locke, Lin, & Minor, 2019). Esta relación entre elementos físicos del entorno, vegetación y áreas verdes también ha sido descrita en las contribuciones de los movimientos del urbanismo del siglo XX, los que dieron origen a urbanizaciones y barrios con características reconocibles en diferentes ciudades (Capel, 2002; Eisenman, 2013; Flores Xolocotzi, 2017).

Por otro lado, para caracterizar espacialmente la evolución de las ciudades en su morfología y vegetación, se han utilizado técnicas de teledetección, sistemas de información geográfica y métricas de la ecología del paisaje, que evalúan multitemporalmente cambios en las coberturas del suelo como su superficie, forma y conectividad (Aguilera, 2010; Huang, Lu, & Sellers, 2007; Ogle, Delparte, & Sanger, 2017). Mientras que, para evaluar aspectos de provisión, calidad y acceso

de las personas a las áreas verdes en el tiempo, existen estándares e indicadores, que son herramientas de monitoreo apoyados por políticas urbanas, un ejemplo de esto son los Objetivos del desarrollo Sostenible (GreenKeys, 2008; ONU, 2016; Rueda, 2012).

Sin embargo, en la escala de barrio, los análisis multitemporales e indicadores de áreas verdes y de vegetación urbanas han sido poco exploradas, siendo generalmente abordadas desde escalas metropolitanas, de ciudad o municipales. En cualquiera de estas escalas, los estudios tienden a caracterizar el territorio por sus características sociales, económicas, o culturales, con poco énfasis en la situación morfológica y de cómo esta cambia en el tiempo. Estos planteamientos, abren la pregunta de cómo se pueden estudiar los cambios de las áreas verdes urbanas y la vegetación a escala de barrio, asociadas a las características dinámicas de la morfología urbana del entorno, como las edificaciones, calles y usos del suelo.

En el caso de Santiago de Chile, se ha evidenciado que la provisión de áreas verdes y vegetación presenta inequidades territoriales, existiendo un patrón de concentración y crecimiento hacia sectores de mayor nivel socioeconómico en urbanizaciones de baja densidad, con grandes diferencias entre comunas de la ciudad (De la Barrera & Henríquez, 2017; De la Barrera, Reyes-Paecke, & Banzhaf, 2016; Reyes-Paecke & Figueroa, 2010; Romero & Vásquez, 2008). Por otro lado, la densificación residencial en las comunas céntricas ha impactado la cantidad disponible de estos espacios para las personas, y también la morfología, aunque ambas dinámicas se estudian por separado (Fuentes & Pezoa, 2018; Inzulza & Galleguillos, 2014; MINVU, 2017). Respecto a la morfología y la vegetación, se ha evidenciado una correlación entre el tamaño de los jardines y el tamaño de los predios de la ciudad (Reyes-Paecke & Meza, 2011), aunque este vínculo no ha vuelto a ser evaluado para conocer sus transformaciones en el tiempo .

Con estos antecedentes y problemáticas generales, la presente memoria busca responder cómo se transforman las áreas verdes, la vegetación y la morfología urbana a nivel de barrio en Santiago de Chile, y cómo las metodologías existentes podrían ayudar a conocer esta situación.

## **1.1 Planteamiento del problema**

Las áreas verdes urbanas corresponden a aquellos espacios que proveen cobertura vegetal en las ciudades, y son de gran importancia para las personas debido a sus funciones ecológicas y ambientales, conocidas como servicios ecosistémicos (Gómez Gonçalves, 2013; M.A., 2005; Rubira, 2015). Durante el siglo XX, la vegetación y áreas verdes fueron consideradas relevantes para la planificación de las ciudades por ser el primer espacio de contacto con la naturaleza e interacción social, surgiendo diferentes movimientos que materializaron urbanizaciones y barrios de características morfológicas reconocibles en diversas ciudades del mundo (Capel, 2002; Flores Xolocotzi, 2017; Whitehand, 2019). Sin embargo, debido a los procesos tanto de expansión como de desarrollo interno, las áreas verdes urbanas, la vegetación y sus entornos morfológicos han experimentado cambios asociados a la impermeabilización y la densificación urbana, afectando la calidad y disponibilidad de estos espacios para las personas y la biodiversidad (Byomkesh et al., 2012; Haaland & van den Bosch, 2015; Tzoulas et al., 2007).

Para conocer las dinámicas espaciales de la urbanización y sus efectos sobre espacios naturales como las áreas verdes y la vegetación, se han utilizado metodologías apoyadas en teledetección y sistemas de información geográfica, como las métricas de paisaje, que cuantifican la forma del crecimiento, la provisión, la conectividad, el tamaño de los fragmentos, entre otros aspectos (Clifton, Ewing, Knaap, & Song, 2008; Huang et al., 2007). Mientras que, para conocer los efectos del desarrollo urbano en relación con la población y acceso a las áreas verdes, se han desarrollado metodologías de monitoreo, conocidos como estándares e indicadores de sustentabilidad urbana; algunos de estos son el Objetivo 11

“Ciudades y Comunidades Sostenibles” (ODS) o las guías de planificación urbana en Europa (GreenKeys, 2008; ONU, 2016; Rueda, 2012).

A modo de ejemplo, las metodologías que estudian la variación temporal del crecimiento de las ciudades y sus efectos en espacios naturales, fueron aplicadas en dos ciudades metropolitanas de Asia, Mashad (Irán) y Guangzhou (China), las que reportaron patrones de urbanización de relleno hacia el interior de la ciudad, crecimiento de bordes y fragmentación hacia el exterior de esta, aumentando la superficie urbana y reduciendo espacios de vegetación (Rafiee, Salman Mahiny, & Khorasani, 2009; Sun, Wu, Lv, Yao, & Wei, 2013). En contraste, en Beijín (China) ocurre lo contrario y muchos de los espacios de cobertura vegetal fueron creados en reemplazo de espacios urbanizados y una mínima parte fue urbanizada (Wang, Zhou, Qian, Li, & Han, 2018). Mientras que en el continente americano dos ciudades de tamaño medio, Pocatello (EE.UU.) y Concepción (Chile) pasaron de una morfología compacta en sus centros a un crecimiento disperso de morfología irregular en su periferia, afectando la conectividad y tamaño de espacios naturales como los humedales (Ogle et al., 2017; Rojas, Muñiz, & Pino, 2013).

A escala de barrio, los análisis multitemporales en la literatura internacional han profundizado el estado inicial de estas unidades y su variación junto a las áreas verdes y vegetación. En Austin (EE.UU.) se clasificaron diferentes barrios a partir de la morfología de sus edificaciones y se caracterizó su desarrollo en los últimos 20 años, siendo los últimos seis, característicos del crecimiento disperso de baja altura que dio origen a áreas verdes fragmentadas (Zhao, Weng, & Hersperger, 2020). En Madrid (España) se estudió la evolución de tres barrios representativos de los paradigmas del urbanismo del siglo XX junto a sus áreas verdes, concluyendo la degradación de estas últimas debido a la reducción de sus tamaños, la ausencia de políticas de planificación y de conservación, sumado a la presión del desarrollo urbano (García-García, Christien, García-Escalona, & González-García, 2020).



En Chile, los estudios y evaluaciones referidos a las áreas verdes urbanas y vegetación han sido abordados principalmente en escalas metropolitanas, de ciudad y por comunas desde dos ámbitos, a) la accesibilidad-provisión y b) su transformación. En el primero, se tienen, por un lado, estudios que analizan las áreas verdes de Santiago y que señalan inequidades territoriales a causa de factores socioeconómicos, concentrando la mayor cantidad de estos espacios en zonas altos ingresos, en contraste de las comunas de más pobres (De la Barrera et al., 2016; Reyes-Paecke & Figueroa, 2010); y por otro lado se tienen los indicadores estandarizados, que evalúan diferentes ciudades concluyendo que el 15% de 118 comunas cumple con el estándar de 10 m<sup>2</sup> por persona y que la densificación residencial ha afectado negativamente este indicador (CNDU, 2018; MINVU, 2017). En el segundo caso, las evaluaciones multitemporales que utilizan métricas de paisaje e indicadores de calidad vegetal (NDVI), han detectado que, entre La Serena, Santiago y Concepción, la segunda ciudad ha aumentado superiormente su superficie vegetal, con mejores condiciones para la zona de altos ingresos, con mayor proporción de cobertura vegetal, más agregada e interconectada (De la Barrera & Henríquez, 2017).

Mientras que, a escala de barrio, en Chile, las evaluaciones multitemporales de áreas verdes han sido escasas, pero han tenido mayor acercamiento a teorizar elementos morfología urbana y advierten efectos de la densificación urbana. Por ejemplo, el estudio de jardines residenciales en Santiago, vinculó el tamaño predial al tamaño de los jardines, comparando diferentes barrios de Santiago, concluyendo mayor tamaño de jardines en la periferia oriente y sur, y la pérdida de estos espacios debido a la densificación en el centro (Reyes-Paecke & Meza, 2011). Respecto a la transformación morfológica, se ha documentado que en barrios tradicionales el desarrollo inmobiliario en altura afecta la imagen y percepción social de los barrios, aunque sin mencionar los efectos sobre las áreas verdes del entorno (Fuentes & Pezoa, 2018; Inzulza & Galleguillos, 2014).

Por lo tanto, resulta necesario explorar a nivel de barrio, la relación entre las áreas verdes y la morfología urbana, y cuáles de estas características cambian en el tiempo en un contexto de desarrollo urbano. Contribuir en esta problemática permitirá conocer, por un lado, las características morfológicas de los barrios, y, por otro lado, conocer los efectos de su transformación, sobre las áreas verdes y vegetación urbana.

## **1.2 Pregunta de investigación**

¿Qué características morfológicas a nivel de barrios, dan cuenta de las transformaciones y efectos en las áreas verdes, y aportan a los procesos de evaluación de la sustentabilidad urbana?

## **1.3 Hipótesis**

En Santiago de Chile, los diversos estudios que abordan los cambios multitemporales en las áreas verdes urbanas y la morfología de ciudad se han realizado principalmente a escala metropolitana, dando cuenta de la incidencia del crecimiento urbano en los patrones de distribución de la vegetación. Mientras que los estudios a nivel de barrio han descrito las características de los jardines residenciales y los efectos del desarrollo inmobiliario en las características originales, vinculándose a aspectos de la morfología urbana, sin embargo, no se ha explorado esta relación entre elementos de morfología, áreas verdes y vegetación a través del tiempo.

Por lo tanto, se plantea como hipótesis, que la relación entre atributos de las áreas verdes, la vegetación y el entorno físico dentro de un barrio, a partir de su caracterización morfológica, está dada por contextos de origen. Sin embargo, debido a procesos de desarrollo urbano, ocurren transformaciones en la morfología de los barrios, como la aparición o destrucción de nuevas edificaciones, cambios en el uso y coberturas del suelo, la reducción o ampliación de áreas verdes, las que tendrán efectos no solo en la morfología original de los barrios, sino que además en

la provisión y calidad de las áreas verdes para los habitantes, mermando la sustentabilidad urbana.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

El objetivo general de este estudio es evaluar los efectos del desarrollo urbano en barrios característicos de Santiago de Chile, a partir cambios en elementos morfológicos, y variaciones en la provisión y calidad de la vegetación urbana y sus áreas verdes.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar cuatro barrios pericentrales de Santiago en base a sus morfologías actuales.
- Analizar el desarrollo urbano de cada barrio, a partir de cambios en morfología de las edificaciones y provisión de áreas verdes, evaluando un periodo de 15 años.
- Evaluar cambios en la calidad y provisión de la vegetación urbana en cada barrio, utilizando métricas del paisaje e indicadores de provisión, considerando un periodo de 15 años.

## 2 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

### 2.1 Vegetación urbana y áreas verdes urbanas

#### 2.1.1 Definiciones e importancia

La vegetación urbana corresponde a todas las plantas distribuidas espacialmente en las ciudades, en forma de árboles, arbustos y césped o herbáceas temporales y permanente en suelos permeables (Smardon, 1988). La vegetación se encuentra contenida en diversos espacios de la ciudad (calles, jardines, parques, plazas, espacios naturales, seminaturales) siendo las áreas verdes urbanas las de mayor reconocimiento en la planificación sostenible de las ciudades (Tzoulas et al., 2007; Wolf, 2005).

Las áreas verdes urbanas (en inglés *urban green spaces*) corresponden a espacios abiertos caracterizados por poseer vegetación, que cumplen funciones ecológicas, permiten diversos beneficios, como el descanso, y la recreación personal, generalmente asociadas a plazas y parques (Gómez Gonçalves, 2013; Haaland & van den Bosch, 2015; Haq, 2011).

La importancia de la vegetación urbana en la ciudad y en las áreas verdes, es la capacidad de proveer diferentes servicios ecosistémicos, como por ejemplo, la regulación del clima local, ofrecen hábitat para aves e insectos, almacenamiento de carbono y purificación del aire, absorción de la lluvia, y estética de la naturaleza que influye en la percepción y las economías del entorno (Dobbs, Kendal, & Nitschke, 2014; M.A., 2005; Smardon, 1988; Tzoulas et al., 2007).

##### 2.1.1.1 Definiciones en Chile y avances

En Chile las áreas verdes poseen una definición normativa declarada por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones: “*superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios*” (MINVU,

1992). Sin embargo, se ha avanzado en propuestas de políticas urbanas junto a la academia, que reconceptualizan la definición de áreas verdes, poniendo en valor diversos atributos de la vegetación, como la localización, el tamaño, funciones ecológicas y ambientales.

La Política Regional de Áreas Verdes en la Región Metropolitana define a las áreas verdes como: *“(...) superficie abierta, natural o artificial, de dominio público o privado, donde la vegetación juega un rol importante. Está orientada al uso y goce colectivo, y protegida por los instrumentos de planificación territorial. Asimismo, genera beneficios sociales, ambientales, económicos y de ordenamiento territorial y puede cumplir diversas funciones dependiendo de su localización, tamaño, densidad vegetal, programa arquitectónico y objetivo para la que fue planificada”* (GORE, 2014).

En la misma línea, la definición propuesta por la Mesa de Áreas Verdes valoriza el acceso público y las características de la vegetación según su ubicación geográfica, estableciendo que las áreas verdes urbanas: *“son espacios abiertos en zonas urbanizadas ubicados al interior de asentamientos urbanos, cumplen funciones sociales, ambientales y económicas en los territorios donde se emplazan y están caracterizados siempre por la relevancia de vegetación según la zona geográfica en que se ubica, la cual determinará el tipo de vegetación y el nivel de predominio de la misma”* (CiudadConTodos, 2017).

## **2.1.2 Formas de clasificación para la vegetación urbana y áreas verdes**

### **2.1.2.1 Clasificación de la vegetación Urbana**

Desde el campo de la teledetección, la vegetación urbana se clasifica en diversos tipos, siendo las más utilizadas las asociadas a los tipos de cobertura vegetal (césped, arbustos, arborización). Además, dependiendo del nivel de resolución espacial de las imágenes y de las técnicas empleadas, la clasificación puede ofrecer menor o más información acerca de la calidad y condición de la vegetación.

Algunos estudios en ciudades de Latinoamérica utilizaron imágenes satelitales de resolución espacial media (píxel de 30 m), y clasificaron la vegetación a partir de evaluaciones de su índice NDVI, identificando hasta tres tipos de vegetación. Por ejemplo, en Chile, según los valores de NDVI se clasificaron 3 tipos de coberturas: verde, mixto y sin vegetación (Hernández-Moreno & Reyes-Paecke, 2018). Al contrario, en Bogotá (Colombia), solo se clasificó la vegetación en una clase (con vegetación) y se agregó el suelo urbanizado (sin vegetación) (Dobbs, Hernández-Moreno, Reyes-Paecke, & Miranda, 2018).

Por otro lado, la utilización de imágenes de alta resolución espacial (píxel < 10 m) combinada con otros métodos de sensoramiento remoto, ha permitido conocer la condición de la vegetación y ampliar su clasificación. Como ejemplo, en Vancouver (Canadá), los tipos de vegetación fueron: plantas silvestres, plantas herbáceas, césped seco y césped mantenido, y la arborización se clasificó en hojas perennes y hojas caducifolias (Tooke, Coops, Goodwin, & Voogt, 2009). Otro ejemplo, en Santiago (Chile) analizó cuadrantes de 100 km<sup>2</sup> y clasificó cuatro tipos de vegetación: herbáceas permanentes, herbáceas temporales, vegetación arbórea siempre verde, vegetación arbórea caducifolia, agregándose los suelos sin vegetación (Fernandez & De la Barrera, 2018). Mientras que, en escalas locales la clasificación para la cobertura vegetal fue: césped, praderas, arbustos, árboles y áreas sin vegetación, como suelos desnudos y suelos impermeables (Banzhaf & De la Barrera, 2017).

Resolución espacial	Clasificación	Fuente
Media ( 30 m x 30 m)	<b>Verde:</b> Vegetación continua, parques y jardines. Valores NDVI desde 0.36-0.66 hasta 1.	(Hernández- Moreno & Reyes- Paecke, 2018)
	<b>Mixta:</b> Presencia de vegetación entre suelos edificados y desnudos. Valores NDVI desde 0.26-0.41 hasta 0.35-0.65	
	<b>Sin Vegetación:</b> Suelos impermeables y desnudos. Valores NDVI desde -1 hasta 0.25-0.4	
	<b>Con vegetación:</b> NDVI >0,3	(Dobbs et al., 2018)
	<b>Sin vegetación:</b> NDVI <0,3	
Alta (< 10 m)	<b>Plantas silvestres:</b> Plantas sin mantención, largas, dispersas.	(Tooke et al., 2009)
	<b>Plantas herbáceas:</b> Mantenidas, regadas.	
	<b>Césped seco:</b> Muerto.	
	<b>Césped mantenido:</b> Mantenido, regado.	
	Arborización perenne	
	Arborización caducifolia	(Fernandez & De la Barrera, 2018)
	Herbáceas permanentes	
	Herbáceas temporales	
	Vegetación arbórea siempre verde	
	Vegetación arbórea caducifolia	
	Suelos sin vegetación	(Banzhaf & De la Barrera, 2017)
	Césped	
	Praderas	
	Arbustos	
	Arboles	
Suelos sin vegetación		

Tabla 1 Clasificación de la vegetación urbana. Elaboración propia.

### 2.1.2.2 Clasificación de las áreas verdes urbanas

Las áreas verdes urbanas pueden clasificarse según diferentes atributos, como el tamaño, la forma, sus funciones o su vegetación, debido a esto sus nombres varían ampliamente.

Revisiones a la literatura internacional, señalan los criterios más comunes para la clasificación de áreas verdes, tanto urbanas como no urbanas, señalando los siguientes: a) su nivel jerárquico, definido por el tamaño y localización; b) propósito de uso, asociado al uso del espacio; c) accesibilidad y propiedad, en relación a las barreras y dominio; y d) características naturales, como atributos físicos la vegetación (Bartesaghi, Osmond, & Peters, 2017) (Tabla 2).

En Chile, las propuestas de reconceptualización vistas en las definiciones también establecen diversas tipologías. Por un lado, la Política Regional de Áreas Verdes establece 12 tipos jerarquizados por propósito, localización, administración y naturalidad (GORE, 2014). En contraste, la clasificación propuesta por La Mesa de Áreas Verdes establece sólo 2, plazas y parques, jerarquizadas por dimensiones y accesibilidad (CiudadConTodos, 2017) (Tabla 3).



<b>Criterio</b>	<b>Localización</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Tipologías</b>	<b>Fuente</b>
<b>Nivel jerárquico: Localización y tamaños</b>	Dentro de la ciudad	< a 1 ha	Plaza de bolsillo	(Byrne & Sipe, 2010)
		1 a 5 ha	Parque de vecindario	
		5 a 1 ha	Parque de comunidad	
	Fuera de la ciudad	10 a 25 ha	Parque distrital	
		25 a 1000 ha	Parques regionales y parques nacionales	
<b>Propósito de uso: Policy Planning Guide PPG17</b>	<b>Espacios verdes con funciones específicas:</b> recreación, conservación, retiro, agricultura urbana, entre otros.		Espacios naturales y seminaturales: provisión de servicios ecosistémicos	(ODPM, 2002)
			Corredores verdes	
			Campos deportivos	
			Áreas comunitarias	
			Jardines y huertas	
			Cementerios	
	<b>Espacios cívicos</b>	Plazas y vías en centros		
<b>Accesibilidad y propiedad</b>	<b>Libre</b>		Acceso público, puede tener limitaciones horarias	(CDC, 2008)
	<b>Limitado</b>		Limitado por barreras económicas-psicológicas	
	<b>Privado</b>		Para usos institucionales o de grupos exclusivos.	
<b>Características naturales:</b>	<b>Gran cobertura arbórea</b>		Áreas verdes con árboles y dosel cerrado	(Lehmann et al. 2014)
			Áreas verdes con muchos árboles y arbustos extensos	
	<b>Semi densos</b>		Áreas verdes con arborización semidensa	
			Áreas verdes de césped y campos deportivos	
			Áreas verdes con vegetación ornamental	
	<b>Abiertos</b>		Áreas verdes con poca o ninguna vegetación	

Tabla 2 Criterios de clasificación y tipologías de áreas verdes (citados en la revisión de Bartesaghi, Osmond & Peters, 2017). Elaboración propia.

Clasificación	Criterios	Tipologías	Descripción	Fuente		
<b>Política Regional de Áreas Verdes</b>	<b>Nivel jerárquico (dimensión, localización), propósito y características naturales</b>	Plazoletas	AV < 2500 m <sup>2</sup> , escala de barrio.	(GORE, 2014)		
		Plazas	AV < 4 ha escala local y de barrio.			
		Parque natural	AV > 100 ha de paisaje natural.			
		Parque temático	Naturaleza y elementos temáticos.			
		Parque Urbano	AV comunales > 1 ha			
		Parque Metropolitano	AV de alcance metropolitano.			
		AV complementarias	Recreación, deporte, cementerios, etc.			
		Cerro Isla	Cerro Aislado, valor natural.			
		Jardines Públicos	Diversidad vegetal y de flora.			
		Rotondas	AV circular funcional.			
		Bandejones	AV pública lineal entre calzadas.			
		Espacio residual	AV potenciales de loteos.			
<b>Mesa de Áreas Verdes</b>	<b>Jerárquico (dimensión y accesibilidad)</b>	Plazas	Plaza menor	500 m <sup>2</sup> - 0,5 ha	<b>Accesibilidad</b> 300 metros 5 minutos	(CiudadConTodos, 2017)
			Plaza mayor	0,5 ha - 2 ha		
		Parques	Parque menor	2 ha - 10 ha		
			Parque mayor	> 10 ha.		

Tabla 3 Clasificación de áreas verdes propuestas por la Política Regional de áreas Verdes (2014) y La Mesa de áreas Verdes (2017). Elaboración propia.

### **2.1.3 Métricas de paisaje para la evaluar cambios en la cobertura vegetal**

Para conocer variaciones en la cobertura vegetal a través del tiempo se han utilizado en diversos estudios las métricas del paisaje propuestas por Forman y Gordon (1981). Éstas analizan patrones de distribución espacial, superficie y forma en las diferentes coberturas (clases) del suelo asociadas a la vegetación, en un área delimitada, entendida como paisaje (McGarigal & Marks, 1995).

Las métricas usan como fuente de datos archivos raster (TIFF), que son procesadas en software SIG clasificándolas en diferentes usos del suelo, y luego evaluadas con indicadores espaciales en Fragstats. Los indicadores utilizados para el nivel de clases, considerando estas como un tipo vegetación o uso del suelo, son: Número de Fragmentos (NP), Área total de la clase (CA), Porcentaje de cobertura (PLAND), Índice del fragmento más grande (LPI), Densidad de fragmentos (PD), Tamaño Medio de los Fragmentos (AREA\_MN), Complejidad geométrica de los fragmentos (SHAPE\_MN), Compacidad de los fragmentos (GYRATE\_MN), Conectividad de los fragmentos (CONNECT) y Agregación o Cohesión de los fragmentos (COHESION) (McGarigal & Ene, 2013) (Tabla 4).

La utilización de estas métricas ha contribuido multidisciplinariamente a comprender los patrones crecimiento de las ciudades, la pérdida de vegetación urbana y sus efectos medioambientales (Clifton, Ewing, Knaap, & Song, 2008). Aguilera (2010) y Huang et al. (2017) han explorado las dinámicas de cambio de uso de suelo utilizando las métricas NP, LPI, CA y reformulando las de Compacidad (GYRATE) y Porosidad (SHAPE\_MN). Por otro lado, Sun et al. (2013) utilizando las métricas PD, LSI, ENN y AREA\_MN, logró establecer tres formas del crecimiento urbano relacionadas a la ocupación de suelos vegetales: a) relleno, referido a la urbanización al interior de la ciudad, b) expansión de borde, desarrollo urbano hacia afuera, conectado a la ciudad y c) desarrollo periférico, sin conexión a la ciudad o centros existentes.

Métrica	Descripción	Indicador y cálculo	Fuentes
<b>NP</b> Número de parches	Realiza un conteo de fragmentos para cada clase o cobertura.	$NP = n_i$	(Aguilera, 2010; Correa, Mendoza, & Granados, 2014; McGarigal & Marks, 1995)
<b>CA</b> Área total de clase	Suma de las áreas (m <sup>2</sup> ) de todos los parches de una clase, dividida por 10000 (hectáreas); es decir, el área total de la clase.	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left( \frac{1}{10,000} \right)$	
<b>PLAND</b> Porcentaje del área total	Porcentaje ocupado por cada cobertura en el total del paisaje.	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	
<b>LPI</b> Índice de fragmento más grande	Porcentaje que ocupa el fragmento más grande en el total de una clase. LPI se aproxima a 0 cuando el área de fragmento más grande de la clase es muy pequeña y se acerca a 100 cuando un solo fragmento ocupa mayor área.	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$	
<b>PD</b> Densidad de fragmentos	Número de fragmentos de un tipo de cobertura dividida por el área total del paisaje en 100 hectáreas. Su valor mínimo ocurre cuando el total del paisaje es ocupado por un solo fragmento.	$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)(100)$	
<b>AREA_MN</b> Tamaño medio de los fragmentos	Indica el tamaño promedio de los fragmentos de cada clase. Su disminución en el tiempo revela la fragmentación de las coberturas, en una relación inversa con indicador NP.	$AREA_{MN} = mean(AREA[patch_{ij}])$	
<b>SHAPE_MN</b> Índice de Forma Medio	Señala la complejidad geométrica de los fragmentos. Mide la relación entre el perímetro de un fragmento y la raíz cuadrada de su área. Los valores mayores a 0 significan incremento de la complejidad.	$SHAPE = \frac{.25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$	
<b>GYRATE_MN</b> Compacidad media de los fragmentos	Indica la compacidad de cada fragmento a partir de su forma geométrica y radio de giro. Cuanto más compacta, valores cercanos a 0, mientras que su elongación tendrá valores mayores a 0.	$GYRATE = \sum_{r=1}^z \frac{h_{ijr}}{Z}$	
<b>CONNECT</b> Conexión de los fragmentos	Indica la conectividad espacial entre los fragmentos. Valores cercanos a 0 significan poca conexión y valores cercanos a 100 mayor conexión entre los fragmentos de la misma clase.	$CONNECT = \left[ \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=k}^n c_{ijk}}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{n_i (n_i - 1)}{2} \right)} \right] (100)$	
<b>COHESION</b> Índice de cohesión	Indica el grado de agregación y dominancia de una clase en el paisaje, a partir de su conectividad física. Valores cercanos a 0 indican baja cohesión y valores cercanos 100 alta cohesión.	$COHESION = \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij}^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{Z}} \right]^{-1} (100)$	

Tabla 4 Métricas de paisaje para la evaluación de cobertura vegetal. Elaboración propia.

#### **2.1.4 Planificación y monitoreo de las áreas verdes urbanas: Estándares e indicadores.**

El reconocimiento de las contribuciones ecosistémicas de las áreas verdes urbanas ha permitido desarrollar metodologías de monitoreo y planificación de las ciudades, como los estándares e indicadores, con el objetivo de resguardar la sustentabilidad de estos espacios (Byrne & Sipe, 2010). Los estándares fijan valores de referencia deseables para variables asociadas a las áreas verdes y son utilizados en la planificación, mientras que los indicadores son una medida sintética y evalúan el cumplimiento de los estándares (OECD, 2008).

Los estándares e indicadores para las áreas verdes urbanas son diversos y pueden agruparse de diferentes formas, según metodologías y escalas de aplicación. Siguiendo aquellos de mayor difusión, se encuentran al menos 3 clases: a) Superficie/Habitante c) Superficie Objetivo/Superficie total c) Accesibilidad (GreenKeys, 2008; Grunewald, Richter, Meinel, Herold, & Syrbe, 2017; Veal, 2013). En cada una las metodologías utilizadas son generalmente cuantitativas, desarrollan análisis en SIG acerca de la distribución espacial de las áreas verdes, la cantidad provista versus las propuestas por estándares, y se pone en contexto con las características de la población cubierta, contribuyendo también a la descripción social del entorno (Tabla 5) (De la Barrera, Reyes-Paecke, & Banzhaf, 2016; La Rosa, 2014; ONU, 2016; Rueda, 2012).

En Chile la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU), que surge de los acuerdos internacionales con la ONU y la Agenda 2030 (responsable de los Objetivos del Desarrollo Sostenible), ha desarrollado un Sistema de Indicadores y Estándares del Desarrollo Urbano (SIEDU), que evalúa ocho compromisos de calidad de vida urbana, siendo el compromiso 1: “*Mejor acceso a servicios y equipamientos públicos básicos*” el que señala la situación de las áreas verdes urbanas (CNDU, 2017). En este ítem, el SIEDU establece nueve indicadores con su respectivo estándar, en dos tipologías de áreas verdes urbanas: plazas públicas

mantenidas (superficie desde 450 m<sup>2</sup> hasta 19999 m<sup>2</sup>) y parques públicos mantenidos (superficie mayor a 20000 m<sup>2</sup>), catastrados y geolocalizados por el Instituto Nacional de estadísticas (INE).

En relación con los indicadores vistos anteriormente, los más relevantes en la evaluación del SIEDU son: a) la accesibilidad en términos de proximidad y porcentaje de población cubierta (estándar 400 metros para plazas y 3000 metros para parques), b) la provisión/población de áreas verdes públicas (estándar de 10 m<sup>2</sup>/hab.), y c) la superficie de áreas verdes públicas que cumple los estándares, entre otros.

El reporte del SIEDU da cuenta que la distancia a plazas públicas bajo el estándar de 400 metros está cubierta en un 78% para 117 comunas analizadas, siendo las comunas de Maipú y Pudahuel las que proveen plazas públicas más próximas (170 y 185 metros) y Lo Barnechea y Valdivia las más lejanas (5,8 km). Para los parques públicos la distancia de 3000 metros está cubierta en un 92% para 107 comunas, siendo Til-Til y Tomé las que proveen la distancia más cercana (85 y 92 metros) mientras que Chiguayante y Olmué las más lejanas (12 y 10 km). En cuanto a población cubierta bajo los estándares de 400 metros para plazas y 3000 metros los parques, sólo 16 comunas cubren lo indicado para las primeras y 52 para los parques. En el caso de la provisión bajo el estándar de 10 m<sup>2</sup>/hab, la sumatoria de plazas y parques indica que, de 117 comunas, 18 cumplen con el estándar (15%), siendo Vitacura y Recoleta las que más aportan (18 m<sup>2</sup>/hab.), al contrario de Valparaíso y Olmué que menos proveen (1,25 m<sup>2</sup> y 1,36 m<sup>2</sup>).

Estándares	Descripción	Indicador y cálculo	Ejemplos	Fuentes
<b>Superficie/habitantes</b>	Superficie de áreas verdes con relación al N° de habitantes.	$\frac{\text{Superficie de áreas verdes (m}^2\text{)}}{\text{N}^\circ \text{ Habitantes}}$	<b>Estándar SIEDU (Chile) y Rueda (2012):</b> 10 m <sup>2</sup> /habitante	(CNDU, 2017; Rueda, 2012)
	Superficie de vegetación urbana con relación al N° de habitantes, a nivel de área verde o barrio. Cuantifica el verde real (cobertura vegetal) y servicios ecosistémicos por habitante.	$\frac{\text{Superficie vegetal (m}^2\text{)}}{\text{N}^\circ \text{ Habitantes}}$	<b>No posee estándar. Su uso detalla la provisión de vegetación dentro de cada área verde o barrio, en relación con la cantidad de habitantes. Contrasta el indicador de áreas verdes/habitante.</b>	(De la Barrera, Reyes-Paecke, & Banzhaf, 2016)
<b>Superficie objetivo/ Superficie total</b>	Proporción del área urbana asignada a espacios públicos abiertos (áreas verdes urbanas), incluidas calles y aceras.	$\frac{\text{Sup. total esp. púb. abierto} + \text{Sup. total calles}}{\text{Sup. total área urbana}} (\%)$	<b>Estándar ODS 11.7.1 en Estados Unidos:</b> El 45% de la ciudad debe ser espacio público abierto, y el 15% deben ser áreas verdes urbanas, públicas y accesibles.	(SDG, 2018)
	En Rueda (2012) el Índice Biótico del Suelo establece la proporción de diferentes tipos de suelo (permeables, semipermeables, impermeables)	$\frac{(\text{FP} * \text{Sup. suelo})}{\text{Sup. Total AV}} \times 100$ <i>FP: factor permeabilidad suelo.</i>	<b>Estándar Rueda (2012):</b> A escala de ciudad el 35% de la superficie de áreas verdes urbanas debe ser suelo permeable (con cobertura vegetal). A nivel de barrio el 40% debe ser permeable.	(Rueda, 2012)
<b>Accesibilidad</b>	<b>Área de influencia</b> Distancia existente entre las áreas verdes (según jerarquía-tamaño) y sus potenciales usuarios o viviendas.	N° de viviendas o habitantes cubiertos por un área verde (según jerarquía).	<b>Estándar SIEDU (Chile):</b> Plazas: Cobertura de 400 m. Parques: Cobertura de 3000 m.	(CNDU, 2017)
	<b>Proximidad</b> N° de personas que tiene acceso a un área verde ponderado según la distancia a la cual se encuentran.	N° de habitantes con referencia a su distancia o tiempo para acceder al área verde más cercana.	<b>Bristol. Green Space Strategy (UK)</b> 9 minutos (caminata) 400 metros.	(GreenKeys, 2008; La Rosa, 2014)

Tabla 5 Estándares indicadores de áreas verdes urbanas. Elaboración propia.

## **2.2 Aspectos generales de morfología urbana y su relación con la vegetación urbana a escala de barrio.**

### **2.2.1 Definiciones**

La morfología urbana corresponde al conjunto de elementos físicos que estructuran la ciudad, como la red de calles, las manzanas, el parcelamiento y las edificaciones (Capel, 2002).

El estudio de morfología urbana tradicionalmente se encarga de analizar los contextos históricos y geográficos en las cuales surgen, también describe aspectos cuantitativos de los elementos morfológicos (Oliveira, 2016).

Además, se estudia su evolución a partir de las transformaciones en el plano o desde imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIG), analizando factores sociales, económicos, cambios en usos del suelo y patrones de desarrollo urbano (Clifton, Ewing, Knaap, & Song, 2008; Gauthier & Gilliland, 2006).

### **2.2.2 Elementos de morfología urbana y su clasificación**

Los elementos más relevantes en el análisis morfológico son los que componen la trama urbana: el plano, las calles las manzanas, los espacios abiertos, y las edificaciones (Urbano, 2007a). Estos elementos se distribuyen y ordenan según: uso del suelo y estructura del sistema viario (Capel, 2002).

#### **2.2.2.1 Calles**

Las calles son elementos de mayor importancia funcional, tienden a actuar como marco que condiciona la disposición de los demás elementos morfológicos, y direcciona el crecimiento de la ciudad. Además, es el que genera el desplazamiento y conexiones en la ciudad. Según la forma de su estructura pueden ser cuadriculares, lineales-curvas o irregulares.

#### **2.2.2.2 Manzanas**



Son elementos poligonales del plano, contienen las parcelas, edificaciones o vegetación, así como diferentes actividades asociadas a los usos del suelo (residencial, equipamiento, áreas verdes, etc.) y están delimitadas por la red de calles. Según su tamaño y forma de la red de calles, pueden darse como tradicionales ortogonales, rectangulares o super manzanas.



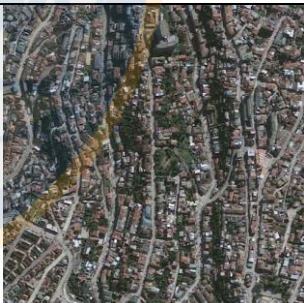
### 2.2.2.3 Parcelas y edificaciones

Las parcelas son un elemento básico y de génesis del plano, ya que originan el uso del suelo en las manzanas y contienen las edificaciones. Por otro lado, las edificaciones se construyen sobre cada parcela y adaptándose al perímetro de estas. En los barrios, estos pueden ser casas o edificios.

### **2.2.3 Análisis de morfología urbana a partir de imágenes satelitales**

Castro & Vargas (2009) desarrollan una metodología combinada de clasificación morfológica a partir de imágenes obtenidas en Google Earth. Esta consiste en el levantamiento teórico que permita describir los contextos que originan la morfología del área urbana analizada, luego se sitúa espacialmente en Google Earth, y se continúa con la fotointerpretación en donde se analizan patrones morfológicos, asociados a la geometría del contorno, la estructura urbana, y las texturas a partir de la unión de los elementos (Tabla 6).

En la Tabla 6, se presentan las estructuras urbanas, que corresponden a las vías, las manzanas y las edificaciones con sus usos respectivos. La red o entramado influencia la generación de diferentes formas de amanzanamiento y las conexiones viales, presentándose de formas cuadrangular, lineal/curva o irregular. Los usos del suelo se refieren a los servicios y funciones que otorgan las distintas edificaciones y espacios en las manzanas, encontrándose el uso residencial, industrial y espacios de ocio (en donde se encuentran las áreas verdes urbanas).

Estructura y elementos.	Clasificación morfológica	Imagen satelital
<p><b>Entramado urbano</b> Calles, manzanas, y parcelario.</p>	<p><b>Cuadrangular ortogonal</b> El trazado tiene intersecciones en ángulo recto. Las manzanas guardan la misma proporción en sus lados. Se ubican generalmente en los centros urbanos.</p>	 Santiago Centro, Chile.
	<p><b>Lineal/curva</b> El trazado tiene calles que pueden curvarse e intersecciones rectas. Las manzanas pueden ser de formas rectangulares. Se ubican en zonas residenciales o pericentrales.</p>	 Providencia, Chile.
	<p><b>Irregular:</b> El trazado no posee intersecciones rectas, tiene diferentes direcciones. La forma del amanzanamiento es irregular. Se encuentra en zonas con topografía en desnivel.</p>	 Valparaíso, Chile.

<p>Uso del suelo: Manzanas, parcelas y edificaciones.</p>	<p><b>Uso residencial:</b> El uso está destinado a viviendas unifamiliares (casas) o multifamiliares (edificios).</p>	 <p>Peñalolén, Chile.</p>
	<p><b>Uso equipamientos:</b> El uso está destinado a equipamientos comerciales, educativos, servicios, etc.</p>	 <p>San Miguel, Chile.</p>
	<p><b>Uso áreas verdes y zonas de ocio:</b> El uso está destinado al desarrollo de vegetación urbana, como áreas verdes urbanas públicas.</p>	 <p>Pedro Aguirre Cerda, Chile.</p>

Tabla 6 Clasificación de los elementos de morfología urbana según estructura y usos del suelo. Elaboración propia a partir de Equipo Urbano, 2007; Castro, V & Vargas, G 2009. Imágenes: Google Earth 2021.

## 2.2.4 Modelos de barrio del Siglo XX: su relación con la vegetación urbana y las áreas verdes.

### 2.2.4.1 Definición de barrio desde la morfología urbana

Conzen (1988) señala que un área urbana que posee rasgos comunes en sus elementos morfológicos y forma una unidad, se denomina “región morfológica” (Oliveira, 2016).

Siguiendo la definición anterior, un barrio puede ser concebido como región morfológica, ya que además de compartir rasgos sociales, culturales y económicos, comparte una fisonomía y una morfología distintiva que la diferencia de su entorno (Tapia, Lange, & Larenas, 2009).

#### 2.2.4.2 La incorporación de la naturaleza en las ciudades del siglo XX

A finales del siglo XIX, tienen ocurrencia en Europa variadas discusiones y reformas respecto al planeamiento de la ciudad, debido a las consecuencias de la industrialización, como el hacinamiento, la sobrepoblación, la falta de servicios sanitarios y la contaminación del aire.

Las transformaciones urbanas de ese entonces, se reflejaron en la morfología de las calles, las edificaciones o las formas del trazado urbano, y además por la incorporación de la vegetación y la naturaleza, desde jardines en las viviendas hasta espacios públicos como plazas y grandes parques (Eisenman, 2013).

Los movimientos más reconocidos que incorporaron la vegetación fueron el de la Ciudad-Jardín a principios de siglo XX, y el Movimiento Moderno entre 1920 y 1960. La materialización de ambos postulados a partir de reformas y planes urbanos desde escala de ciudad a escala de barrio, dio origen a urbanizaciones con características morfológicas reconocibles, las que tuvieron difusión gran parte del siglo XX (Flores Xolocotzi, 2017).

#### 2.2.4.3 Los barrios Ciudad Jardín

En 1898 el inglés Ebenezer Howard publica el libro *To-morrow: A Peaceful Path to Real Form* en donde se plantea la necesidad de reemplazar la percepción de la ciudad como un lugar caótico, por un lugar en armonía con su entorno y la naturaleza (Winfield & Martí, 2013).

La Ciudad-Jardín se formulaba con la teoría de tres imanes: el primero, la ciudad, un lugar problemático pero que ofrecía oportunidades; el segundo, el campo, ofrecía aire puro y naturaleza, pero escasas posibilidades de desarrollo; mientras que el

tercero, la ciudad-campo, reunía lo mejor del primero y segundo (Auda-André, 2016). En la práctica, la teoría concebía que las urbanizaciones deben ser diseñadas para una vida saludable y de trabajo, con un tamaño que haga posible una vida social a plenitud y con control del crecimiento demográfico (Urbano, 2007b).

Las ciudades y barrios que se construyeron inspirados en la Ciudad-Jardín, presentan patrones morfológicos y de vegetación asociados a viviendas unifamiliares de arquitectura de tipo neoclásica y ecléctica, cada una rodeada de jardines en los límites de su parcela, manzanas alargadas, una trama urbana rectangular a semicurva, con suficiente arborización en las calles y provisión de espacios abiertos para el desarrollo de áreas verdes, así como equipamientos educativos o de comercio.

Algunos ejemplares se encuentran en Reino Unido de gran tamaño, y en Latinoamérica los barrios de jardines de Brasil (Figura 1).

#### 2.2.4.4 Los barrios del movimiento moderno

Entre 1920 y 1960 los movimientos de arquitectura, las artes y las ciencias, convergen en los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM) como un nuevo paradigma de planificación llamado Movimiento Moderno. Este intentará resolver los problemas sociales y urbanos causados por la industrialización a partir de la planificación sustantiva o instrumental con enfoques racionalistas (Flores Xolocotzi, 2017; Gold, 2009).

El Movimiento Moderno concebía las ciudades como un sistema de relaciones y zonificaciones, que ordenase la vida de las personas y las actividades urbanas, siendo la Carta de Atenas su eje de acción (Corbusier, 1993). Las temáticas planteadas allí abordan el trabajo, la vivienda, el transporte y la recreación, las que ejecutadas modificaran la morfología del paisaje urbano en tres escalas: la vivienda, el barrio y la ciudad (Gold, 2009).

La morfología de los barrios, las viviendas y su relación con las áreas verdes es explícita y revolucionaria. Las viviendas modernas serán generalmente agregadas en bloques multifamiliares, alargados, de variada altura y geometría, con edificaciones para equipamientos (comercio, educación, salud), en donde cada bloque residencial se inserta en medio de manzanas abiertas de gran tamaño, dejando el espacio libre para el desarrollo de las áreas verdes, las que serán de uso colectivo para acercar a las personas a la naturaleza al salir de sus viviendas, posibilitando su recreación y descanso (Capel, 2002).

Los paradigmas del Movimiento Moderno se expandieron desde ciudades de Europa y la ex URSS hacia gran parte del mundo, siendo Park-Hill (UK) o Bijlmer (Holanda) algunos ejemplares (Figuras 1 y 2).

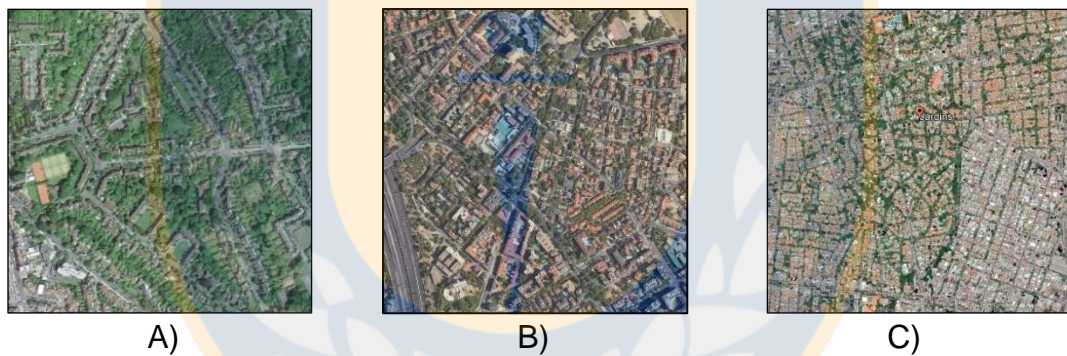


Figura 1 Ejemplos de barrios tipo Ciudad-Jardín: A) Hampstead Garden, Londres B) Barrio Ciudad Lineal Arturo Soria, Madrid C) Barrio Jardins Paulista, Sao Paulo. Fuente imágenes Google Earth, 2021.

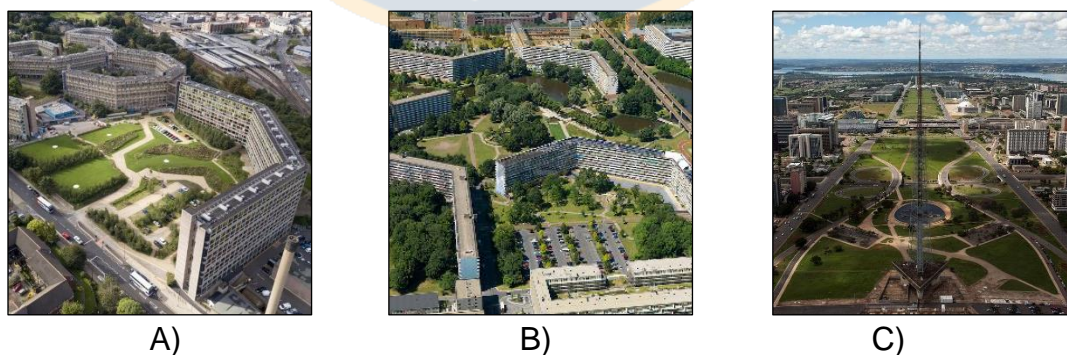


Figura 2 Ejemplos de barrios Movimiento Moderno: A) Park-Hills, Reino Unido B) Bijlmer, Holanda C) Brasilia, Brasil. Fuente imágenes Google, cosasdearquitectura.com.

## 3 METODOLOGÍA

### 3.1 Área de estudio

La investigación se sitúa en el Área Metropolitana de Santiago (AMS), localizada en la Región Metropolitana, la cual posee 7,1 millones de habitantes, de los cuales 6,5 (91%) viven en su área urbana funcional que posee 86.980,8 hectáreas y está dividida en 38 comunas (INE, 2017). El AMS es considerada parte de un Área Urbana Funcional, debido a las características de: a) su expansión urbana ulterior que ha sido dispersa, b) el crecimiento poblacional y c) la relación con comunas externas al núcleo, debido a los desplazamientos laborales (de Mattos, Fuentes, & Link, 2014; Fuentes & Pezoa, 2019). Mientras que las características de su estructura urbana-comercial presentan rasgos de policentrismo, debido al surgimiento de nuevos subcentros cercanos a nodos viales, como los de la circunvalación Américo Vespucio (Truffello & Hidalgo, 2013).

Respecto a la vegetación y las áreas verdes urbanas del AMS, diferentes investigaciones señalan que existen patrones de desigualdad en el acceso, calidad y provisión de estos espacios, los que están asociados a factores socioeconómicos y de tamaño, que son contrastantes entre las diferentes comunas de la ciudad, con una mayor concentración de la vegetación en comunas de altos ingresos y en zonas donde el tamaño de las parcelas residenciales es mayor (De la Barrera, Reyes-Paecke, & Banzhaf, 2016; De la Barrera, Reyes-Paecke, Harris, Bascuñán, & Farías, 2016; Reyes-Paecke & Figueroa, 2010; Reyes-Paecke & Meza, 2011; Romero & Vásquez, 2008).

Durante el Siglo XX la difusión de las ideas de la Ciudad Jardín y el Movimiento Moderno, asociadas a la planificación con la vegetación, influenciaron las regulaciones constructivas y de zonificación del entonces Gran Santiago, en un contexto de cambios políticos, sociales y económicos, dando origen a barrios y edificaciones con características reconocibles en diferentes sectores de la capital, como los barrios tipo ciudad jardín y también las villas o ex unidades vecinales

desarrolladas desde 1940 hasta 1970 (Munita, 2015; Palmer, 1987; Sabatini & Soler, 1995; San Martín, 1992; Troncoso & Kremer, 2008).

Debido a la información bibliográfica, archivos y cartografías disponibles, se escogieron 4 unidades de análisis claramente delimitadas y posibles de localizar en el área de estudio. Los barrios son: A) Pedro de Valdivia Norte, B) Villa Portales, C) Villa Olímpica, y D) El Llano Subercaseaux. La localización y descripción se encuentran en las siguiente tabla y figura.

<b>Nombre Barrio</b>	<b>Morfología urbana según paradigma</b>	<b>Comuna</b>	<b>Año(s) de construcción</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Fuente</b>
A. Pedro de Valdivia Norte.	Ciudad Jardín	Providencia	1946 - 1950	43,7	(Palmer, 1987)
B. Villa Portales (Ex Unidad Vecinal Portales).	Movimiento Moderno	Estación Central	1954 - 1966	32,1	(Munita, 2015)
C. Villa Olímpica (Ex Unidad Vecinal Exequiel González Cortés).	Movimiento Moderno	Nuñoa	1961 - 1964	27,5	(Munita, 2015; Troncoso & Kremer, 2008)
D. El Llano Subercaseaux.	Mezcla atributos de ciudad jardín y diseños racionales del movimiento moderno.	San Miguel	1945-1969	98	(Alvarado, 2017)

Tabla 7 Barrios de estudio. Elaboración propia.



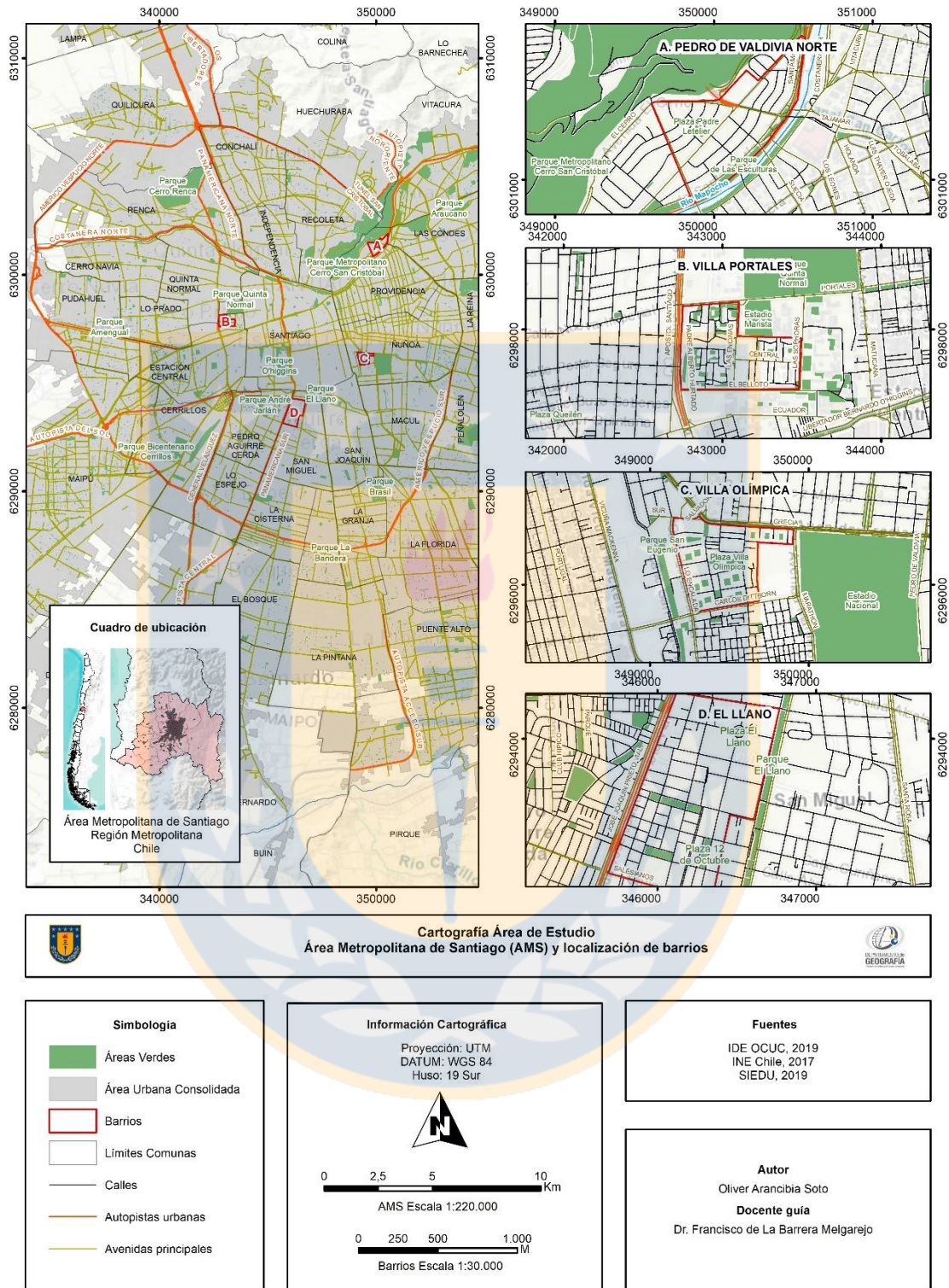


Figura 3 Área de estudio y barrios. Elaboración propia.

### **3.2 Etapas metodológicas**

Para desarrollar los objetivos del presente estudio, se realiza una metodología de 3 etapas que combina aspectos cualitativos y cuantitativos, basados fotointerpretación de la morfología, vegetación y áreas verdes, evaluación de cambios en la morfología y población, clasificación y evaluación de las coberturas del suelo con métricas de paisaje e indicadores, los que permitirán conocer variaciones y transformaciones en cada unidad barrial en (Aguilera, 2010; McGarigal & Ene, 2013; McGarigal & Marks, 1995; Urbano, 2007a, 2007b). También se realizarán visitas a terreno o en StreetView en caso de no poder verificar los atributos de elementos de morfología o de las áreas verdes.

Un aspecto inicial, de preprocesamiento es que se localizan y delimitan los barrios en el programa Google Earth Pro y se descargan imágenes para dos años a partir del Time Lapse. Los años escogidos coinciden con la información censal más próxima, al 2002 y 2017 que refleje resultados nivel de manzanas.

Para el año 1 (en adelante T1), las imágenes son del año 2002 en Barrio El Llano, Villa Olímpica y Villa Portales y 2003 en Barrio Pedro de Valdivia Norte. Mientras que para el año 2 (en adelante T2), las imágenes son del año 2018 en Barrio El Llano, Villa Olímpica y año 2019 en Barrio Pedro de Valdivia Norte y Barrio Villa Portales. Luego se georreferencian las fotografías para T1 y T2. Esta operación es realizada en ArcGIS 10.7, y consiste en la localización geográfica de las fotografías a partir de puntos de control.

A continuación, se detallan cada uno de los pasos metodológicos:

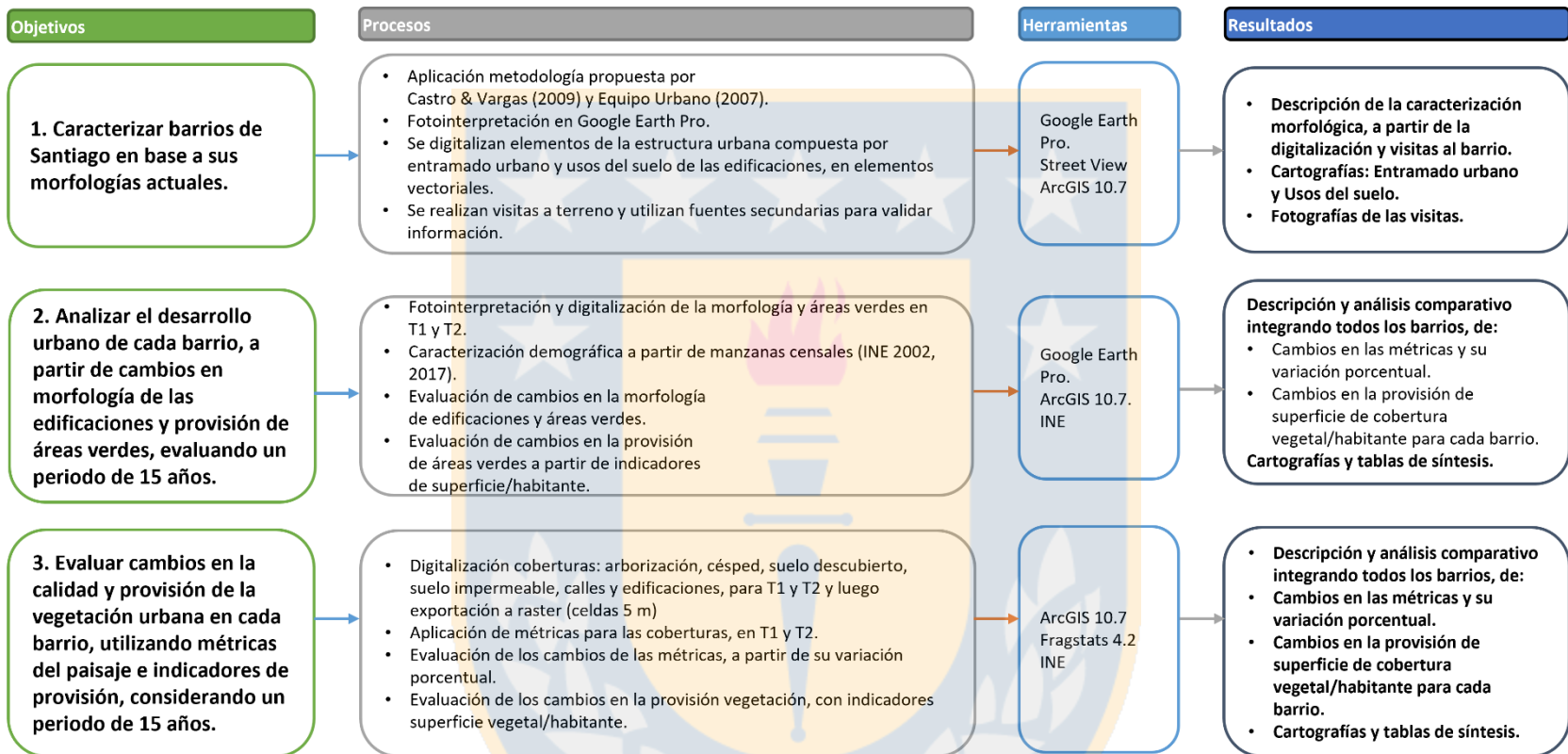


Figura 4 Esquema metodológico. Elaboración propia.

### **3.2.1 Identificar y caracterizar barrios de Santiago en base a la estructura del entramado urbano y usos del suelo actuales.**

Siguiendo la metodología de Equipo Urbano (2007) y Castro & Vargas (2009), se realiza el proceso de fotointerpretación de elementos de la morfología urbana y su clasificación. Para esto, se digitalizan los elementos de la estructura urbana (descritos en la Tabla 6) sobre las fotos correspondientes a T2, ya que es la más actual.

En el caso del entramado urbano, se combinan técnicas de fotointerpretación y ajustes a capas vectoriales. Se agrega la capa de calles disponible en INE (2017) y se eliminan aquellas menores a un ancho de 3 metros, medidos con la herramienta *measure*. La digitalización será de tipo polilíneas y se atributan según su forma, la clase ortogonal, lineal/curva o irregular, pudiendo existir más de una en cada barrio.

Se atributa el uso de las edificaciones asignándoles las categorías residencial o equipamiento, y otra categoría que describa su tipología, si es casa o edificio, mientras que los espacios abiertos, en donde se identifique predominancia de vegetación césped o arborización, serán categorizadas como áreas verdes (césped, arborización). Estas últimas son validadas con la información de áreas verdes, catastradas por el SIEDU.

Además, se realizan visitas a terreno en cada barrio para verificar que la información digitalizada y atributada sea correcta, por ejemplo, un área verde o edificio que no haya podido ser identificado con un tipo de cobertura o uso. Esto también sirve de insumo para dar cuenta de las características de la cobertura y vegetación urbana en los procedimientos posteriores.

Como resultado se presentan cartografías que caracterizan la morfología del entramado urbano, uso de las edificaciones y áreas verdes, además de fotografías para cada barrio, obtenidas en las visitas a terreno.

Luego, con el fin de integrar estos resultados de manera resumida, se dispondrá de un cuadro de síntesis al final del apartado

### **3.2.2 Evaluar el desarrollo urbano de cada barrio, a partir de cambios en morfología de las edificaciones y provisión de áreas verdes.**

Esta operación es realizada en ArcGIS 10.7, consiste en la fotointerpretación y digitalización de los elementos de morfología urbana: edificaciones y áreas verdes, para cada barrio, en T1 y T2. A partir de esto, y en base a información censal se pretende conocer cambios en la provisión de áreas verdes por habitante, aplicando el indicador superficie áreas verdes/habitante.

Para la morfología, la clasificación de las edificaciones corresponde a “casa” y “edificio” en ambos periodos, y se atributan los usos como residencial o equipamiento.

Para las áreas verdes, tal como en el objetivo anterior, se digitalizan aquellos espacios abiertos con predominancia de vegetación arbórea y césped, apoyándose en otros catastros, como el del SIEDU. Los cambios ocurridos en estos espacios serán descritos en los mapas como: a) “áreas verdes” para aquellas que no tuvieron cambios morfológicos; b) “áreas verdes modificadas” en caso de haberse reducido o ampliado su superficie; y “áreas verdes nuevas” en caso de ser nuevos espacios. Las áreas verdes suprimidas no se describen, pero se contabilizan en las tablas anexas, en diferencias de superficie y variaciones.

Para la información censal, se obtienen las manzanas INE del año 2002 y 2017, recortadas con el perímetro de cada barrio, con el fin de extraer información referida a la población total de cada barrio.

Los cambios en la morfología de las edificaciones se describen según tipologías y usos, a partir del conteo de estos y su variación porcentual.

$$\left( \left( + \frac{\text{EdificacionesT2}}{\text{EdificacionesT1}} \right) - 1 \right) \times 100$$

Por otro lado, los cambios en la provisión de áreas verdes por habitante se conocen a partir del indicador:

$$\frac{\text{Superficie de áreas verdes (m}^2\text{)}}{\text{N}^\circ \text{ Habitantes}}$$

Y su variación porcentual se calcula de la misma forma que para la morfología, reemplazando “Edificaciones” por el indicador para ambos años.

Finalmente se describen los cambios para cada barrio en sus edificaciones según uso y tipología, en la población y la provisión de áreas verdes a partir del indicador. Estos se presentan por barrio con sus respectivas cartografías y tablas, y al final del apartado de manera integrada en un cuadro de síntesis.

### **3.2.3 Evaluar cambios en la calidad y provisión de la vegetación urbana en cada barrio, utilizando métricas del paisaje e indicadores.**

El tercer paso consiste en la evaluación de cambios en las coberturas vegetales, coberturas de morfologías y suelos impermeables en cada barrio, para T1 y T2, para luego evaluar su variación y provisión por habitante. Para esto se utilizan las métricas de paisaje y el indicador de superficie vegetal/habitante (Tabla 5):

#### a) Aplicación de métricas:

Se digitalizan todas las coberturas de cada barrio en T1 y T2. Las clases escogidas son: arborización y césped (vegetación urbana), suelo descubierto, suelo impermeable, y para las morfologías: calles y edificaciones.

Las capas digitalizadas se convierten a formato raster, con los siguientes ajustes de salida: celdas de 5 metros y formato TIFF. Luego se realiza una reclasificación de las coberturas y de la vegetación para cada imagen raster, siendo: 1: arborización; 2: césped, 3: descubierto; 4: impermeable; 5: calles y 6 edificios.

Las imágenes de cada año se evalúan con métricas de paisaje, utilizando Fragstats 4.2 y se aplica una evaluación a nivel de clases. Los parámetros de análisis son 8

celdas vecinas y radio de búsqueda de 15 metros. Las métricas escogidas fueron Número de Parches (NP), Área total de la clase (CA), Porcentaje de cobertura (PLAND), Índice del fragmento más grande (LPI), Densidad de fragmentos (PD), Tamaño Medio de los Fragmentos (AREA\_MN) que informan aspectos de ocupación espacial y tamaño de los fragmentos, Complejidad (SHAPE\_MN), Compacidad (GYRATE\_MN) que permiten conocer la forma de las coberturas, Conectividad (CONNECT) y Cohesión (COHESION) que informan la conexión y agregación de las coberturas (Tabla 4).

La evaluación de los cambios en las métricas se realiza a partir de variaciones porcentuales, ejecutadas en Excel con la fórmula:

$$\left( \left( + \frac{\text{MétricaT2}}{\text{MétricaT1}} \right) - 1 \right) \times 100$$

En donde Métrica T2 corresponde a valores de métrica para el año T2, y Métrica T1 al valor de cada métrica en T1.

Los resultados de las métricas se señalan primero por cada barrio y luego se explica un apartado de síntesis integrada. En la primera se anexan las cartografías que visualicen la situación de las coberturas para ambos años, junto a las tablas con el resultado por año y la variación que obtuvieron.

En la síntesis, se anexa una tabla que integra las variaciones porcentuales obtenidas para todas las métricas y barrios, con el fin de conocer las mayores y menores variaciones de forma mayor/menor. Esto permite, visualizar los barrios donde se producen los mayores cambios en cada métrica, y en cuáles coberturas.

b) Para los indicadores, se escogen los de superficie vegetal /habitante:

Se utilizará el indicador de superficie vegetal (m<sup>2</sup>) / habitante para conocer la provisión de césped y arborización por barrio, entre ambos años. La población se obtiene a partir de la información censal, conocida en el objetivo anterior.

$$\frac{\text{Superficie vegetal (m}^2\text{)}}{\text{N}^\circ \text{ Habitantes}}$$

Los resultados del indicador se describen primero a nivel de barrio en términos de variación porcentual, utilizando la fórmula mencionada antes, y luego en una síntesis general, para conocer los barrios con mayor variación en la provisión de vegetación.





## 4 RESULTADOS

### 4.1 Caracterización morfológica de los barrios: Entramado urbano y usos del suelo.

A continuación, se caracteriza la morfología urbana para cada barrio por tipo de entramado, usos de las edificaciones, y localización e identificación de las áreas verdes. Este primer apartado es de tipo descriptivo, permite conocer aspectos del entorno urbano, como el ancho de calles, forma de amanzanamiento, tipo de edificación y presencia de las áreas verdes y vegetación en el cada barrio, apoyándose en la observación de las visitas a terreno.

#### **A. Pedro de Valdivia Norte.**

El entramado es lineal/curvo (Figura 4.A). La forma del perímetro es un polígono de aspecto triangular, conformada por las calles Av. Pedro de Valdivia Norte (poniente), Av. El Cerro (norte) y Av. Santa María (sur), mientras que la mitad del barrio es atravesada por la Av. Los Conquistadores.

Si bien, el trazado es mayormente rectangular a curvo hacia Av. Santa María, con manzanas de aproximadamente 160 m x 60 m, las manzanas adyacentes a Av. Pedro de Valdivia Norte con Av. El Cerro son de forma triangular debido a la forma de la intersección. El ancho de las calles es de 8 metros en calles interiores, como Los Misioneros o Los Navegantes, y de 10 a 12 metros en avenidas, como Santa María y Los Conquistadores.

Respecto a los usos de suelo y áreas verdes (Figura 4.B), los edificios residenciales son mayoritarios en el barrio, con un total de 312 viviendas digitalizas, mientras que los edificios destinados a equipamiento son 61 y se concentran en las avenidas Los Conquistadores y Santa María. En el caso de las áreas verdes, existen 4: la Plaza Padre Letelier ubicada en la calle homónima al centro del barrio, el Parque De Las Esculturas que se ubica en el margen sur por Av. Santa María, y otras 3 áreas

verdes menores del tipo plaza, como espacios extensivos al parque que bordean la misma avenida.

Lo anterior es constatado en la visita al barrio (Fotografías 1 a 4), en donde se observó que gran parte de las viviendas son unifamiliares de uno a dos niveles, multifamiliares y de tres niveles en el entorno de la plaza Pedro Letelier, mientras que las edificaciones más altas, como oficinas, hoteles y otros equipamientos se disponen en las avenidas principales. En el caso de la vegetación, se observa que existe gran aporte de césped, arbustos y árboles no solo en las áreas verdes del barrio, sino que, en la mayor parte de las calles, en forma de platabandas, bandejones, deslindes y frente de las viviendas y edificios.



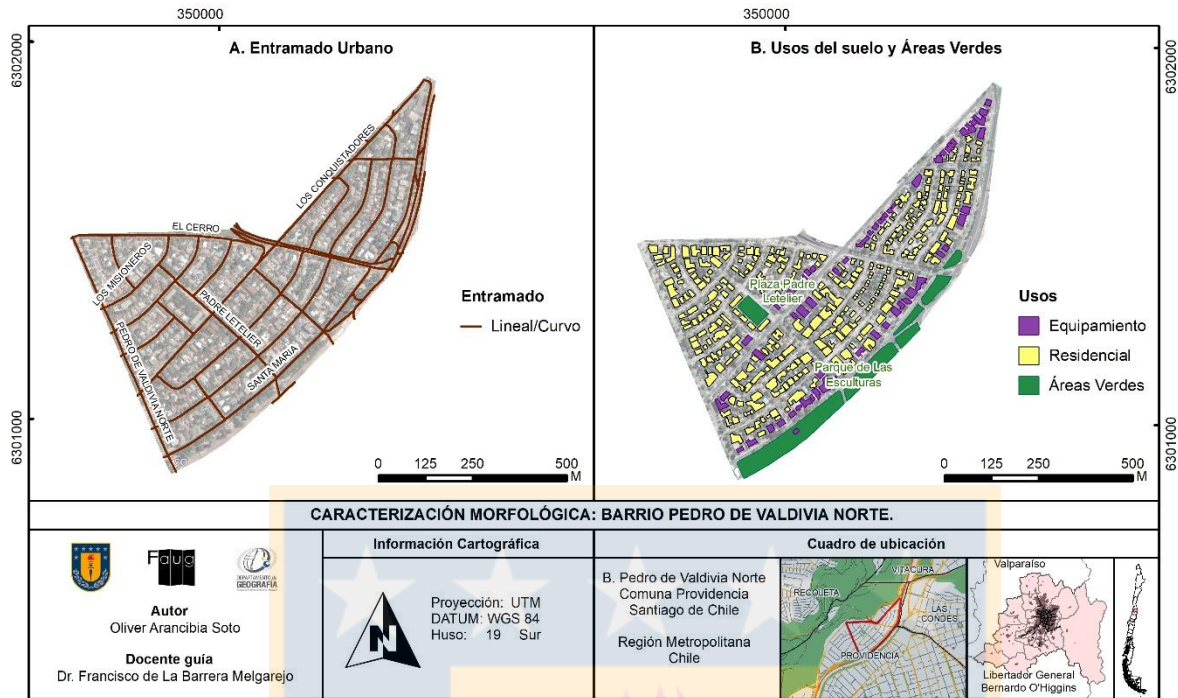
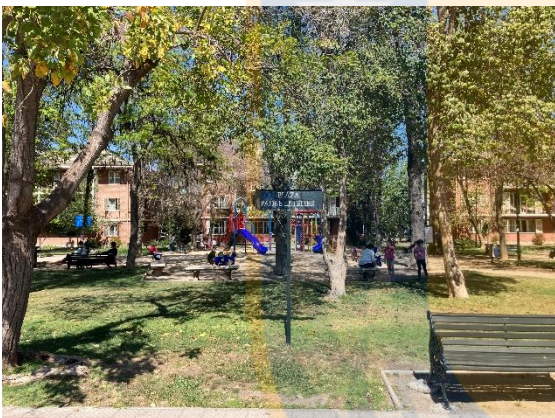
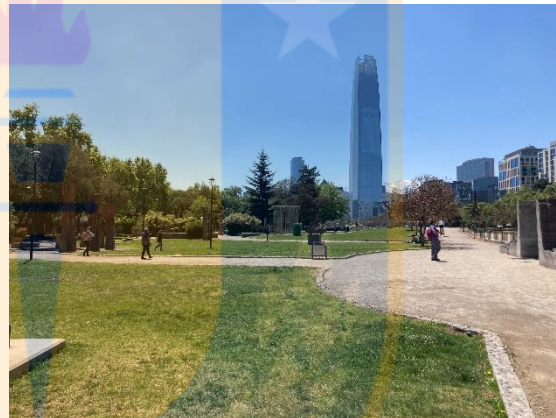


Figura 4 Caracterización Morfológica Barrio Pedro de Valdivia Norte. Elaboración propia.



Fotografía 1 Plaza Pedro Letelier (calle homónima). Captura propia.



Fotografía 1 Parque de las Esculturas, Av. Santa María. Captura Propia.



Fotografía 3 Vegetación en frontis, Calle Los Misioneros. Captura propia.



Fotografía 4 Plazuela "El Mayorazgo". Calle Los Misioneros. Captura propia.

## **B. Villa Portales.**

Como se aprecia en la Figura 5 A, la Villa Portales presenta un entramado heterogéneo, con calles ortogonales en su perímetro, delimitado por Av. Portales y El Arrayán (norte), El Belloto (sur), Av. Padre Hurtado (poniente) y Las Encinas y Las Sophoras (oriente), siendo estas las de mayor ancho (8 a 12 metros). Mientras que algunas calles interiores, como aquellas que rodean las edificaciones poseen formas rectangulares, y otras que bordean las áreas verdes y jardines son de forma irregular con un ancho de 2 a 5 metros. La dimensión del amanzanamiento entre las calles principales es de 300 m x 400m, existiendo espacios abiertos con tamaños inferiores.

En los usos de las edificaciones (Figura 5 B), existen 67 destinadas a uso residencial, distribuidas por todo el barrio y 13 a equipamientos, entre las que se encuentran algunos kioscos, iglesias, y estacionamientos de vehículos, concentrados en calle El Belloto y El Arrayán. Las áreas verdes son 23 y se encuentran distribuidas por todo el barrio, principalmente como los plazas o jardines al interior de las manzanas, y también como plazas adyacentes a las calles perimetrales.

Las visitas al barrio permiten dar cuenta que la morfología de las edificaciones es repetitiva, disponiéndose en grandes bloques alargados de uso residencial, mientras que las viviendas de baja altura se encuentran al centro de las manzanas del barrio. Los equipamientos son menores, existiendo algunas viviendas convertidas a minimarkets, iglesias y estacionamientos techados, en las calles Central y Las Encinas.

La vegetación observada es mayormente arbustiva y de césped, ocupando parte de las manzanas abiertas, antejardines de los bloques y en platabandas, mientras que la arborización se encuentra en las calles de forma más aislada, concentrándose mayormente en las áreas verdes y calles circundantes (Fotografías 5 y 6). Estos espacios se localizan al interior de las manzanas, rodeadas por bloques y viviendas,

denominándose “Plazuelas”, las que en su mayoría fueron reconstruidas por programas de mejoramiento barrial, hermoando la vegetación, instalando juegos infantiles y anfiteatros (Fotografía 7) (Plataforma Urbana, 2012).

Por otro lado, existe un sitio llamado Plaza de Las Aves en la esquina de las calles El Arrayán y Las Encinas que ha sido habilitada por los vecinos, que es utilizada para pasear mascotas, caminar y descansar, aunque no posee instalaciones (Fotografía 8).

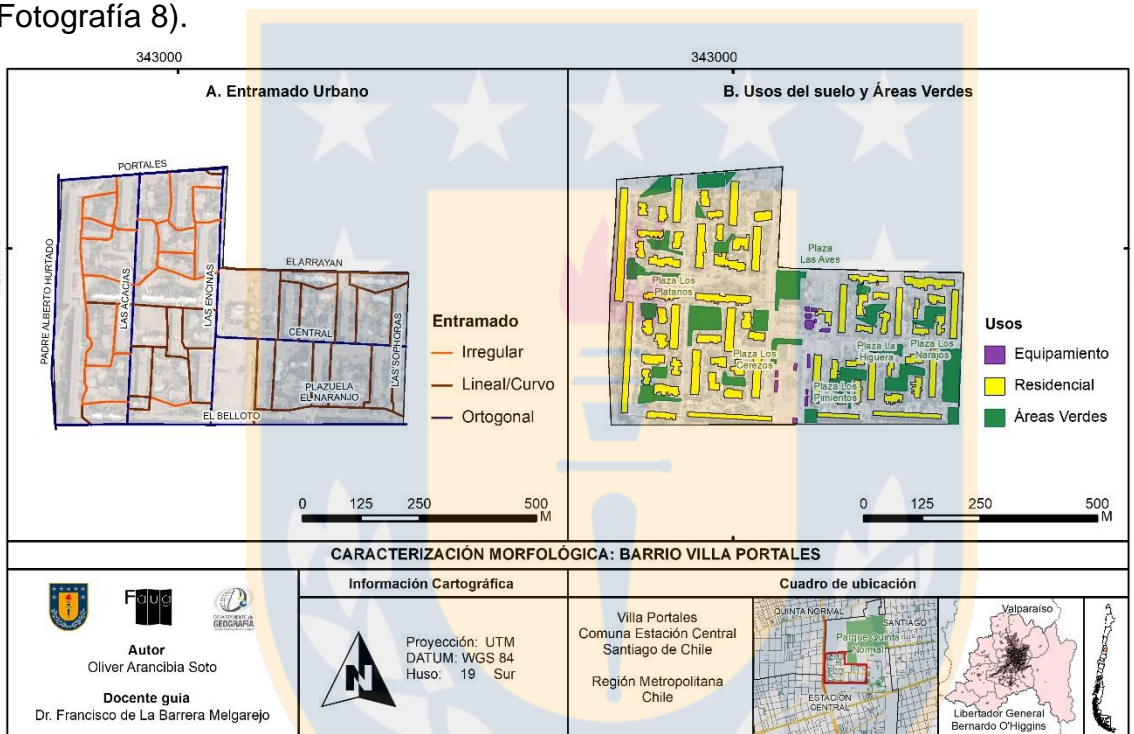


Figura 5 Caracterización Morfológica Villa Portales. Elaboración propia.



Fotografía 5. Interior del Barrio. Captura propia.



Fotografía 6. Jardines. Captura propia.



Fotografía 7. Plazuela. Captura propia.



Fotografía 8. Plaza Las Aves. Captura propia.

### **C. Villa Olímpica.**

El entramado es lineal por lo que no todas las manzanas guardan la misma proporción (Figura 6 A.). Por ejemplo, las calles Lo Encalada y Salvador Sur, poseen un amanzanamiento de 165 m x 100 m, en cambio, aquellas manzanas entre Salvador Sur y Obispo Orrego poseen dimensiones de 40 m x 100 m. Entre calles interiores se observa mayor ortogonalidad, aunque estas no poseen interconexión, como en las manzanas ubicadas entre Pericles y Av. Grecia. Respecto al ancho de calles, se observa mayor ancho en calle Lo Encalada (20 m aprox.), con doble vía separada por bandejón, mientras que las calles interiores alcanzan hasta los 10 metros.

La Figura 6 B. muestra que usos de las edificaciones son mayormente residenciales, con 116 viviendas distribuidas en todo el barrio, en cambio los equipamientos se encuentran al centro del barrio, y corresponden a un supermercado, servicios de salud, un colegio y una iglesia, por calle Aristóteles, Salvador Sur y Sócrates. En el caso de las áreas verdes, estas son 20 y se encuentran distribuidas por todo el barrio, como jardines, plazas públicas y plazas vecinales al interior de las manzanas, algunas con acceso solo para residentes.

Las observaciones de la morfología en terreno dan cuenta de bloques multifamiliares dispuestos de forma paralela en algunas manzanas y en otras de forma perpendicular, guardando un espacio interior en donde se disponen las plazas

residenciales (Fotografía 12) y jardines en los frentes (Fotografía 9), con arbustos y algunos árboles. Las áreas verdes públicas visitadas, corresponden a 3 plazas, siendo la Plaza Villa Olímpica la más grande del barrio donde existe una cancha, bancas y otras instalaciones, con mayor presencia de césped y arborización (Ver Figura 6 y Fotografía 10), mientras que las otras plazas se ubican en calle. Obispo Orrego y calle Salvador Sur con Av. Grecia, estas poseen césped, arborización, suelos y juegos infantiles. Otras áreas verdes visitadas son senderos en calles interiores, con bancas, rodeadas de césped y arboles (Fotografía 11).

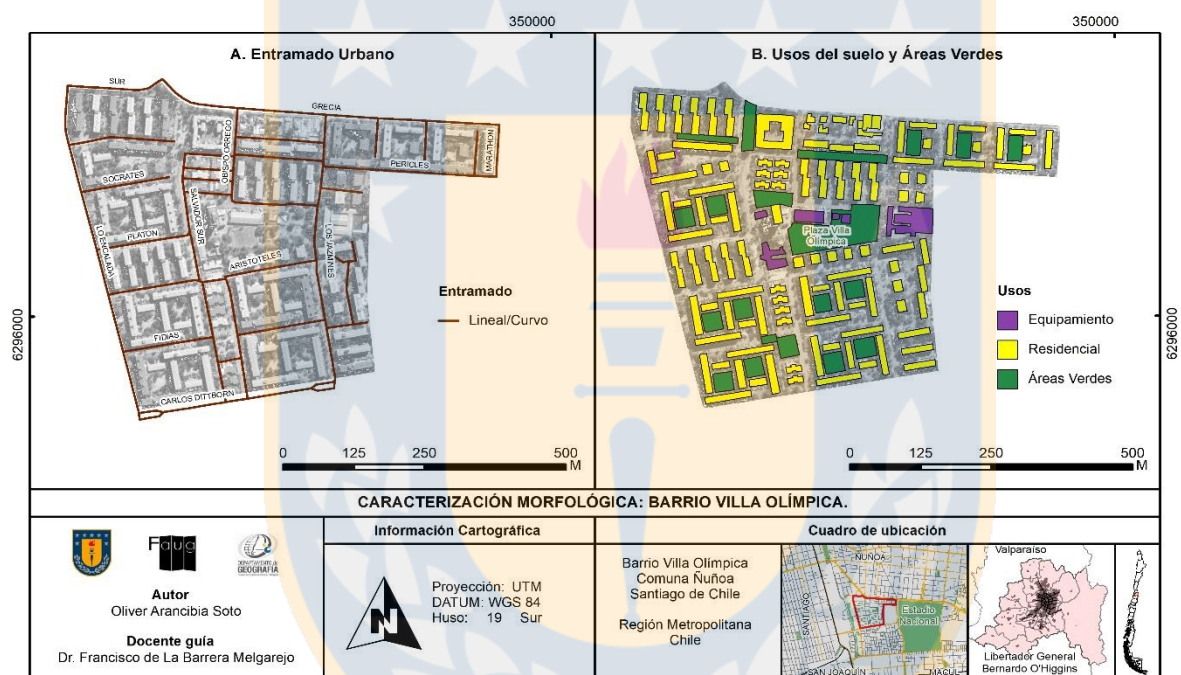


Figura 6 Caracterización Morfológica Villa Olímpica. Elaboración propia.



Fotografía 9. Frente bloque. Captura propia.



Fotografía 10. Plaza Villa Olímpica. Captura propia.



Fotografía 11 Área Verde tipo sendero. Captura propia.



Fotografía 12 Plaza al interior de las manzanas. Captura propia.

#### **D. El Llano**

El entramado es heterogéneo, con un sistema ortogonal en las manzanas al norte de calle Fernando Lazcano y entramado lineal al sur (Figura 7 A.). En el primer caso, las calles Magdalena Vicuña y Fernando Lazcano, poseen manzanas en damero, de dimensiones 180 m x 180 m. Al contrario, al sur de Fernando Lazcano, hasta Av. Salesianos, las calles poseen un entramado lineal, con un amanzanamiento rectangular, en donde algunas manzanas miden 170 m x 45 m. El ancho de las calles en el entramado del barrio es en su mayoría de 8 a 10 m, con mayor apertura en la calle Gaspar Banda (15 m), ya que posee doble vía separada por un bandejón.

Las edificaciones con uso residencial corresponden a 670, distribuidas por todo el barrio, y las de uso equipamiento corresponden a 56, estos son colegios, centros de salud, supermercados y restaurantes, ubicados en dos sectores del barrio, al centro, entre las calles Magdalena Vicuña y Soto Aguilar y al sur, a un costado de Avenida Salesianos. Las áreas verdes son 7, en donde 6 corresponden a plazas públicas y otra a un estadio.

Luego de visitar el barrio, se aprecia que existe una morfología heterogénea en las edificaciones, marcada por la presencia de edificios modernos en el perímetro de calles Magdalena Vicuña (norte) y El Llano (Oriente). Mientras que al interior del barrio y de espaldas a los edificios se encuentran las viviendas tradicionales



unifamiliares. La Fotografía 14, da cuenta de lo anterior, en donde se encuentran edificios atrás de las casas.

La observación de plazas y parques públicos da cuenta que existen dos tipos morfológicos en el barrio, circulares y alargados (Figura 7 B.). La Plaza El Llano, es de forma circular, ubicada entre las calles José Joaquín Vallejos y Ricardo Morales (Fotografía 13). Mientras que el resto corresponde a áreas verdes alargadas, siendo la más extensa el Parque El Llano, ubicada a lo largo de la calle homónima (Fotografía 16). También se encuentra un área verde privada en la visita, correspondiente al Estadio El Llano.

Respecto a la vegetación observada, el césped y los árboles son parte del entorno urbano, en las platabandas de las veredas, en las plazas y en antejardines de las viviendas y edificios residenciales mientras que los arbustos tienen mayor presencia en las viviendas en sus frentes, antejardines (Fotografía 15).

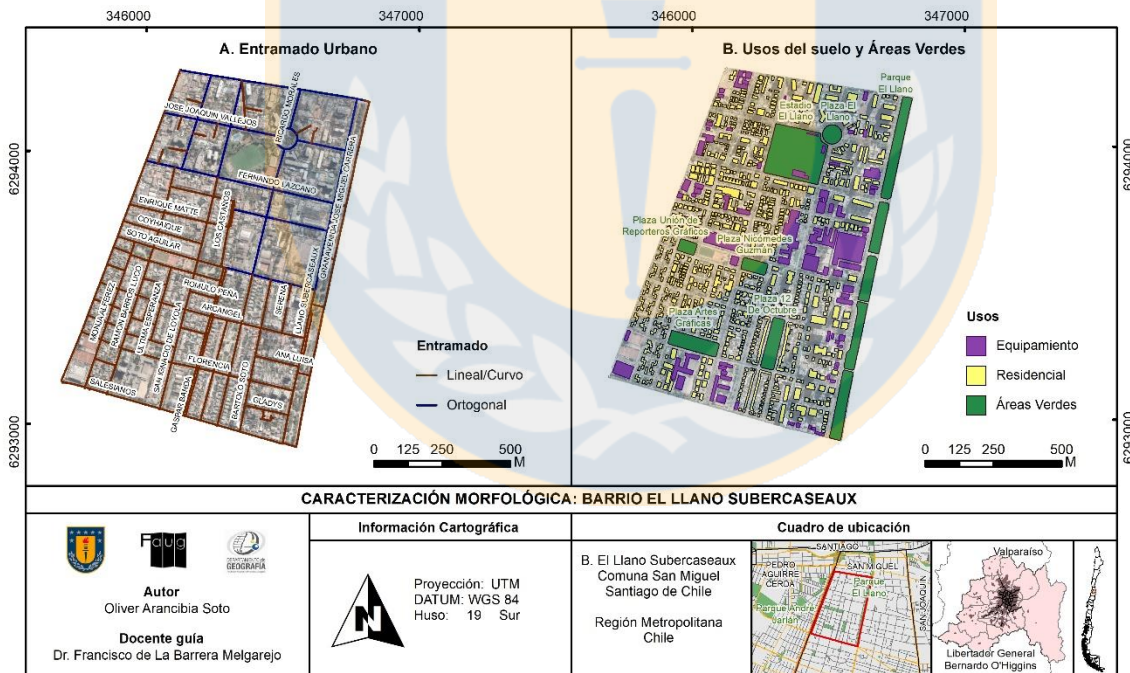


Figura 7 Caracterización morfológica: Barrio El Llano Subercaseaux. Elaboración propia.



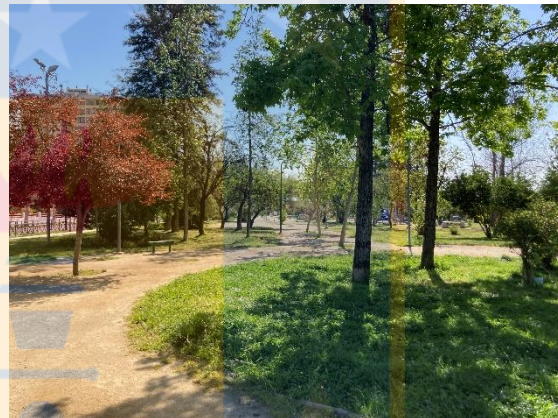
*Fotografía 13 (Composición) Plaza El Llano. Captura Propia*



*Fotografía 13. Plaza 12 de octubre. Captura propia.*



*Fotografía 15. Vegetación en platabandas y antejardines. Calle José Joaquín Vallejos. Captura propia.*



*Fotografía 16 Vegetación en Parque El Llano. Captura propia.*

La Tabla 8 presenta la síntesis de la caracterización morfológica de los barrios.

El entramado urbano es principalmente es Ortogonal y Lineal, con entramado heterogéneo a irregular solo en Villa Portales, en sus calles interiores. Respecto al amanzanamiento, este es mayor en la Villa Portales, configurada en 4 grandes manzanas de 300 x 400 m aproximadamente, en donde se insertan las edificaciones y áreas verdes. Mientras que los demás barrios se configuran en manzanas más alargadas que no superan los 180 m por lado, en consistencia con el entramado.

Respecto a las edificaciones, los barrios Pedro de Valdivia Norte, Villa Portales, y El Llano Subercaseaux se componen cerca del 80% en viviendas y 20% en edificios de altura o equipamientos, en cambio, Villa Olímpica, se compone de un 73% de edificios, en donde solo el 7% de estos es equipamientos y 27% son viviendas de baja altura.

La composición de áreas verdes para los barrios da cuenta que, Villa Portales es la que más provee estos espacios en cantidad, con 23 plazas, mientras que la Villa Olímpica y El Llano, proveen más diversidad de estos espacios, con parques, estadio y áreas verdes lineales, siendo este último barrio el que provee mayor superficie en el Parque El Llano.

**SINTESIS CARACTERIZACIÓN MOROFLÓGICA DE LOS BARRIOS ESTUDIADOS**

Nombre del barrio	Modelo planificación y año de construcción	ENTRAMADO URBANO			EDIFICACIONES			ÁREAS VERDES		Área (ha)
		Tipo	Amanzanamiento	Ancho calles	Tipología (Nº, %)	Usos	Nº (%) según tipología	Tipo (Nº)	Superf. (ha)	
Pedro de Valdivia Norte	Ciudad Jardín (1946 - 1950)	Lineal/Curvo	160 m x 60 m aprox.	8 m calles interiores. 10 - 12 m avenidas.	Casas 294 (80%)	Residencial	278 (95%)	Plazas (4)	0,8	41,3
					Edificios 19 (20%)	Equipamiento	16 (5%)	Parques (1)	2,4	
						Residencial	32 (43%)			
					Equipamiento	43 (57%)	<b>Total</b>	<b>3,2</b>		
Villa Portales	Movimiento Moderno (1954 -1966)	Ortogonal: Perímetro y calles transversales. Lineal a irregular: Calles interiores.	300 m x 400 m aprox.	8 m - 12 m calles perimetrales y transversales 2 m - 5 m calles interiores.	Casas 61 (76%)	Residencial	48 (79%)	Plazas (23)	3,6	32.1
					Edificios 19 (24%)	Equipamiento	13 (21%)			
						Residencial	19 (100%)			
					Equipamiento	0	<b>Total</b>	<b>3,6</b>		
Villa Olímpica	Movimiento Moderno (1961-1964)	Lineal	165 m x 100 m 40 m x 100 m	20 m Calle Lo Encalada. 10 m calles interiores.	Casas 33 (27%)	Residencial	33 (100%)	Plazas (6)	1,5	27,5
					Edificios 89 (73%)	Equipamiento	0 (0%)	Lineales (2)	0,4	
						Residencial	83 (93%)	Plaza residencial (13)	1,5	
					Equipamiento	6 (7%)	<b>Total</b>	<b>3,4</b>		
El Llano Subercaseaux	Ciudad jardín moderna (1945-1969)	Ortogonal: Al Norte de calle Fdo. Lazcano Lineal: Al sur de calle Fdo. Lazcano.	Zona norte 180 m x 180 m Zona sur 170 m x 45 m	15 m en calle Gaspar Baranda 8 m - 10 m calles interiores	Casas 670 (83%)	Residencial	656 (98%)	Estadio (1)	3,5	98,7
					Edificios 140 (17%)	Equipamiento	14 (2%)	Plazas (5)	2,9	
						Residencial	80 (54%)	Parque (1)	4,5	
					Equipamiento	60 (43%)	<b>Total</b>	<b>10,9</b>		

Tabla 8. Elaboración propia.

## **4.2 Variación morfológica de las edificaciones, áreas verdes y población.**

A continuación, se evalúa el desarrollo urbano de cada barrio, a partir de cambios en la morfología de las edificaciones, tanto en su tipología como en uso, también cambios en las áreas verdes y la población para cada barrio.

El análisis resultante tiene una base descriptiva, centrada en la caracterización morfológica y su transformación, tanto para edificaciones como para las áreas verdes. La evolución de las edificaciones permitió dar cuenta de las actividades y usos que se desarrollan en los barrios, pudiendo volverse más residenciales o equipadas, mientras que las áreas verdes respondieron a reducciones/ampliaciones o agregación de otras nuevas, teniendo efectos en la provisión. Por otro lado, los cambios de población también permiten conocer las tendencias de cada barrio, en términos de densificación o equilibrios.

Estos cambios son cuantificados, para evaluar la provisión de áreas verdes (m<sup>2</sup>) por persona en cada año, asociado a una caracterización del desarrollo morfológico de las edificaciones, en tipo y uso. Los resultados se presentan primero para cada barrio de manera separada, apoyándose en cartografías y tablas que reflejen su variación, y luego se presenta un cuadro de síntesis que establezca las tendencias resultantes para los barrios.

## **A. Pedro de Valdivia Norte**

Los años evaluados corresponden al 2003 (T1) y 2019 (T2).

En T1 (Tabla 9 y Figura 8 A) se registraron 359 casas y 36 edificios. En las primeras 345 corresponden a uso residencial y 25 a equipamiento; en los segundos 25 son de uso residencial y 11 de equipamiento. La población en T1 corresponde a 1854 personas (INE, 2002).

Las áreas verdes catastradas en el barrio corresponden a 3: la Plaza Padre Letelier, el Parque de Las Esculturas y una parte del Parque Metropolitano Cerro San Cristóbal, que en total suman 3,1 hectáreas. Respecto a la provisión por habitantes, en este año, el indicador señala que la superficie provista es de 16,7 m<sup>2</sup>/habitante.

En T2 (Tabla 10 y Figura 8 B), se registraron 294 casas y 75 edificios. En las casas, 278 corresponden a uso residencial y 16 a equipamientos, y en los edificios, 32 son residenciales y 43 son equipamientos. Por otro lado, la población de T2 corresponde a 1664 personas (INE, 2017).

Las áreas verdes de este año corresponden a 2, la Plaza Padre Letelier y el Parque de las esculturas, sumando 3,2 hectáreas. Y el indicador de superficie provista por habitante es de 19 m<sup>2</sup>/habitante.

La tabla 11 muestra las diferencias y variaciones entre T1 y T2. En el caso de las edificaciones tipo casa, al 2019 hay 65 menos (-18%), en cambio se agregaron 39 edificios (+108%). Respecto a los usos, la mayor disminución se produce en el uso residencial de las casas, pasando de 345 a 278 (-19%), y el mayor aumento en los edificios de equipamiento, pasando de 11 a 33 (+291%).

Respecto a los cambios en la población, ésta disminuyó en 190 personas (-10%).

Por último, para las áreas verdes, se tiene que estas aumentaron en 0,2 hectáreas (+7%). Cabe señalar que hubo cambios respecto al conteo del año 2003, ya que se suprime una parte del Parque Metropolitano Cerro San Cristóbal, y se modifica en

superficie el Parque De Las Esculturas al año 2019, siendo fraccionado por las calles que lo atraviesan, quedando 3 áreas verdes menores del tipo plaza. Por otro lado, el indicador de superficie de áreas verdes por habitante aumentó en 2,5 m<sup>2</sup>/hab. (+15%).



BARRIO PEDRO DE VALDIVIA NORTE AÑO 2003							
EDIFICACIONES				ÁREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO	HA.	TOTAL	<b>16,5</b>
Casa	Residencial	345	359	Parque (2)	2,7	1854	
	Equipamiento	14		Plaza (1)	0,3		
Edificio	Residencial	25	36				
	Equipamiento	11		TOTAL HA.	3		

Tabla 9. Elaboración propia.

BARRIO PEDRO DE VALDIVIA NORTE AÑO 2019							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO	HA.	TOTAL	<b>19,0</b>
Casa	Residencial	278	264	Parque (2)	2,9	1664	
	Equipamiento	16		Plaza (1)	0,3		
Edificio	Residencial	32	75				
	Equipamiento	43		TOTAL HA.	3,2		

Tabla 10. Elaboración propia.

BARRIO PEDRO DE VALDIVIA NORTE: Diferencia y variación 2003-2019							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO ED	USO	Variación Uso	Variación TIPO ED	Tipo	Variación HA.	Diferencia	Diferencia
Casa	Residencial	-19%	-18%	Parque	7%	-190	<b>2,3</b>
	Equipamiento	14%		Plaza	0%	Variación	Variación
Edificio	Residencial	28%	<b>108%</b>			-10%	<b>14%</b>
	Equipamiento	<b>291%</b>					

Tabla 11. Elaboración propia



## **B. Villa Portales**

Los años evaluados son el 2002 (T1) y 2019 (T2).

En T1 (Tabla 12 y Figura 9 A) se registraron 58 casas y 19 edificios, con 50 casas de uso residencial, 8 de equipamiento, y 19 edificios sólo de uso residencial. Según datos censales del año 2002, la población ascendía a 5450 personas en el barrio (INE, 2002).

Las áreas verdes en el 2002 corresponden a 14 plazas, las que suman un total de 2,8 hectáreas. Mientras que el indicador de superficie (m<sup>2</sup>) /habitante, corresponde a 5,1 m<sup>2</sup>/habitantes.

En T2 (Tabla 13 y Figura 9 B), existen 61 casas y la misma cantidad de edificios, para las primeras, la distribución es 48 de uso residencial y 13 de equipamiento. La población este año es de 5510 personas (INE,2017).

En el mismo año, se registran 23 áreas verdes del tipo plazas, 9 más que el año anterior, las que suman un total de 3,6 hectáreas. A partir de esto y de la población total del barrio, el indicador de superficie (m<sup>2</sup>) /habitante corresponde a 6,6 m<sup>2</sup>/habitante.

La diferencia entre T1 y T2 (Tabla 14), muestra que 2 casas del tipo residencial se eliminaron (-4%), en cambio, se construyeron 5 para equipamiento (+63%), por lo tanto, la diferencia para esta tipología es positiva (+5%). Los edificios no presentaron variación tipológica ni de uso.

Por otro lado, la población aumento en 60 personas (1%) respecto al 2002.

La provisión de las áreas verdes en el barrio varia positivamente, ya que se agregan 9 plazas al 2019, aumentando la provisión a 3,6 hectáreas al 2019 (+26%). Estas plazas que se agregan y modifican corresponden a las ejecutadas por los programas de recuperación barrial mencionados en los resultados anteriores, y a la plaza recuperada por los vecinos, señalada como Plaza de Las Aves.

Estos cambios son positivos para el barrio y sus habitantes, ya que el indicador de superficie (m<sup>2</sup>) /habitantes, aumentó de 5,1 a 6,6 (m<sup>2</sup>) /habitante al año 2019.

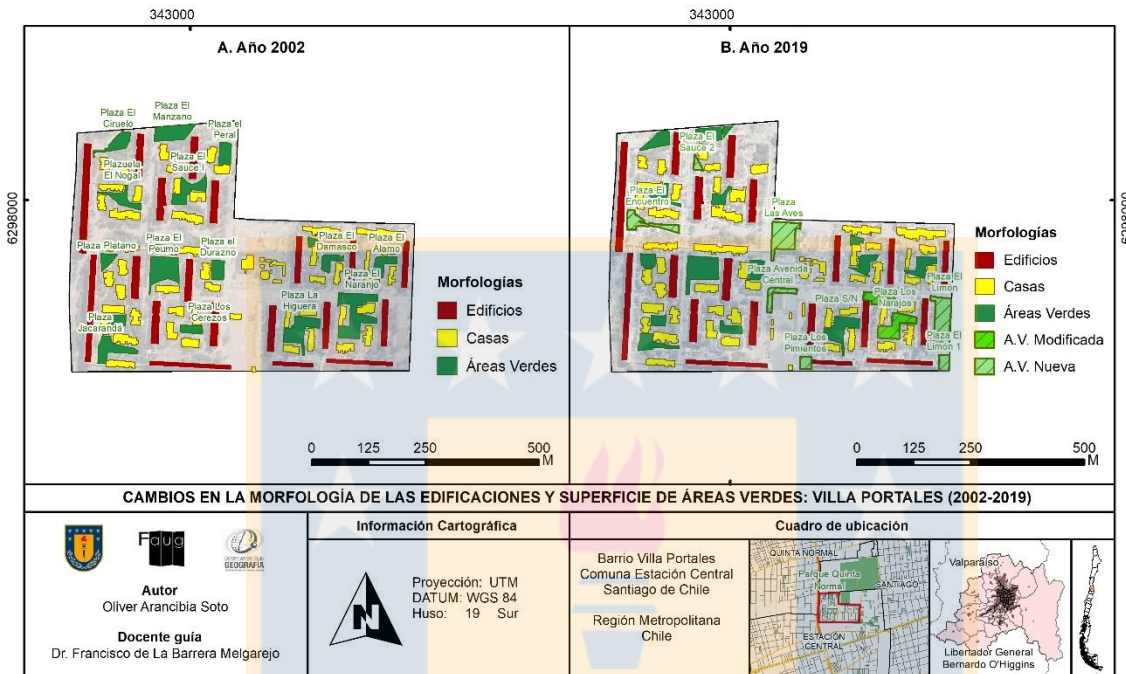


Figura 9. Elaboración propia.

BARRIO VILLA PORTALES AÑO 2002							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO	HA.	TOTAL	<b>5,2</b>
Casa	Residencial	50	58	Plazas (14)	2,8	5540	
	Equipamiento	8					
Edificio	Residencial	19	19				
	Equipamiento	0		TOTAL HA.	2,8		

Tabla 12. Elaboración propia.

BARRIO VILLA PORTALES AÑO 2019							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO	HA	TOTAL	<b>6,6</b>
Casa	Residencial	48	61	Plazas (23)	3,6	5510	
	Equipamiento	13					
Edificio	Residencial	19	19				
	Equipamiento	0		TOTAL HA.	3,6		

Tabla 13. Elaboración propia.

BARRIO VILLA PORTALES: Diferencia y variación 2002-2019							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO ED	USO	Variación Uso	Variación TIPO ED.	Tipo	Variación HA.	Diferencia	Diferencia
Casa	Residencial	-4%	<b>5%</b>	Plazas	<b>28%</b>	<b>+60</b>	<b>1,4</b>
	Equipamiento	<b>63%</b>			+0,8	Variación	Variación
Edificio	Residencial	0%	0%			+1%	<b>27%</b>
	Equipamiento	0%					

Tabla 14. Elaboración propia.

### **C. Villa Olímpica**

Los años evaluados son el 2002 (T1) y 2018 (T2).

En T1 (Tabla 15 y Figura 10 A), se registraron 33 casas y 89 edificios. En las casas, 33 corresponden a uso residencial, y en los edificios, 83 corresponden a uso residencial y 6 a equipamiento. En este año, la población corresponde a 7440 personas según información censal (INE, 2002).

Para el mismo año, las áreas verdes catastradas corresponden a 20, existiendo 4 plazas públicas, siendo la Plaza Villa Olímpica la más grande, 2 áreas verdes lineales, y 14 plazas del tipo residencial ubicadas al interior de las manzanas, que en total suman 3,3 hectáreas. A partir de la información censal y la superficie de áreas verdes, se tiene que el indicador de superficie ( $m^2$ ) /habitante corresponde a 4,5  $m^2$ /habitante.

En T2 (Tabla 16 y Figura 10 B.), la distribución de tipologías y sus usos se mantiene. Mientras que la población corresponde a 6845 personas (INE, 2017).

En el caso de las áreas verdes, al 2018 se agregan dos plazas a lo catastrado el año anterior, sumando un total de 3,5 hectáreas en 22 áreas verdes. El indicador de superficie ( $m^2$ ) /habitante este año corresponde a 5,1  $m^2$ /habitante.

Siguiendo la tabla 17, sólo se registran diferencias y variaciones en torno al número de personas del barrio y en la superficie de áreas verdes. Respecto a la población, esta disminuye en 595 personas (-8%), mientras que las áreas verdes aumentan en 2 unidades y un 5% en superficie, pasando de 3,3 a 3,5 hectáreas.

Esta disminución de la población y aumento de la superficie de áreas verdes es positiva para el indicador de superficie ( $m^2$ ) /habitante, ya que pasa de 4,5 a 5,1 ( $m^2$ ) /habitante, creciendo un 14% en el indicador.

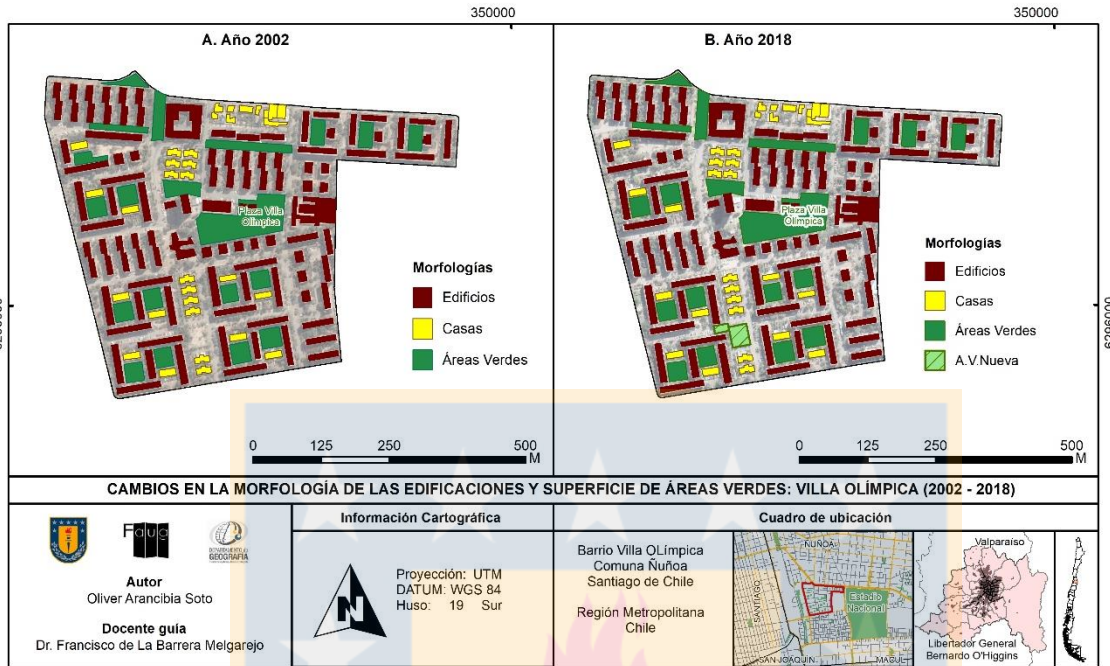


Figura 10. Elaboración propia.

BARRIO VILLA OLÍMPICA AÑO 2002							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO (cantidad)	HA.	TOTAL	4,5
Casa	Residencial	33	33	Plazas (3)	1,3	7440	
	Equipamiento	0		Lineales (2)	0,4		
Edificio	Residencial	83	89	Residenciales (14)	1,6		
	Equipamiento	6		TOTAL HA.	3,3		

Tabla 15. Elaboración propia.

BARRIO VILLA OLÍMPICA AÑO 2018							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO (cantidad)	HA.	TOTAL	5,0
Casa	Residencial	33	33	Plazas (6)	1,5	6845	
	Equipamiento	0		Lineales (2)	0,4		
Edificio	Residencial	83	89	Residenciales (13)	1,5		
	Equipamiento	6		TOTAL HA.	3,4		

Tabla 16. Elaboración propia.

BARRIO VILLA OLÍMPICA Diferencia y variación 2003-2018							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO ED	USO	Variación Uso	Variación TIPO ED	Tipo	Variación HA.	Diferencia	Diferencia
Casa	Residencial	0%	0%	Plazas	3%	-595	0,5
	Equipamiento	0%				Variación	Variación
Edificio	Residencial	0%	0%			-8%	14%
	Equipamiento	0%					

Tabla 17. Elaboración propia.



#### **D. El Llano**

Los años evaluados son 2002 (T1) y 2018 (T2). En T1 (Tabla 18 y Figura 11 A.), se registran 870 casas y 76 edificios. En las primeras, 788 corresponden son de uso residencial y 19 a equipamiento. En los segundos 38 son de uso residencial y 38 son equipamientos. Para este año, la población corresponde a 8261 personas (INE, 2002).

Al año 2002 se registran 7 áreas verdes en el barrio, en 3 tipologías, Parque El Llano, Estadio El Llano, y 5 plazas, las que suman un total de 10,7 hectáreas. Respecto a la población, la provisión de áreas verdes corresponde a 12,7 (m<sup>2</sup>) /habitante.

En T2 (Tabla 19 y Figura 11 B.), se registran 670 casas y 140 edificios. Dentro de las casas, 656 corresponden a uso residencial y 14 a equipamiento, por otro lado, los edificios, se distribuyen con 80 de uso residencial y 60 de equipamiento. En el caso de la población, esta es de 15991 personas (INE, 2017).

Las áreas verdes en el 2019 corresponden a 7 espacios en las mismas tipologías que el año 2002, con una superficie total de 10,9 hectáreas, las que aumentaron debido a modificaciones realizadas en Parque el Llano. Sin embargo, el indicador de provisión de áreas verdes para este año es de 6,9 (m<sup>2</sup>) /habitante.

Los cambios entre ambos años muestran que al 2018, las casas se redujeron en 137 (-17%), y se agregaron 64 edificios (+84%). En cuanto a los usos, para las casas, hubo una reducción de 132 casas de uso residencial (-17%) y 5 de equipamiento (-26%), mientras que los usos en los edificios mostraron aumentos, 42 para uso residencial (+111%) y 22 para equipamiento (58%).

Los cambios en la población muestran que está aumentó en 7482 personas (+88%).

Respecto a las áreas verdes, se tiene un leve aumento del 2% en su superficie, sin embargo, el indicador de provisión por persona sufre una variación negativa de -46%, ya que la población crece un 88% respecto al 2002, aumentando unas 7842 personas al 2019, disminuyendo la cantidad de áreas verdes por persona.



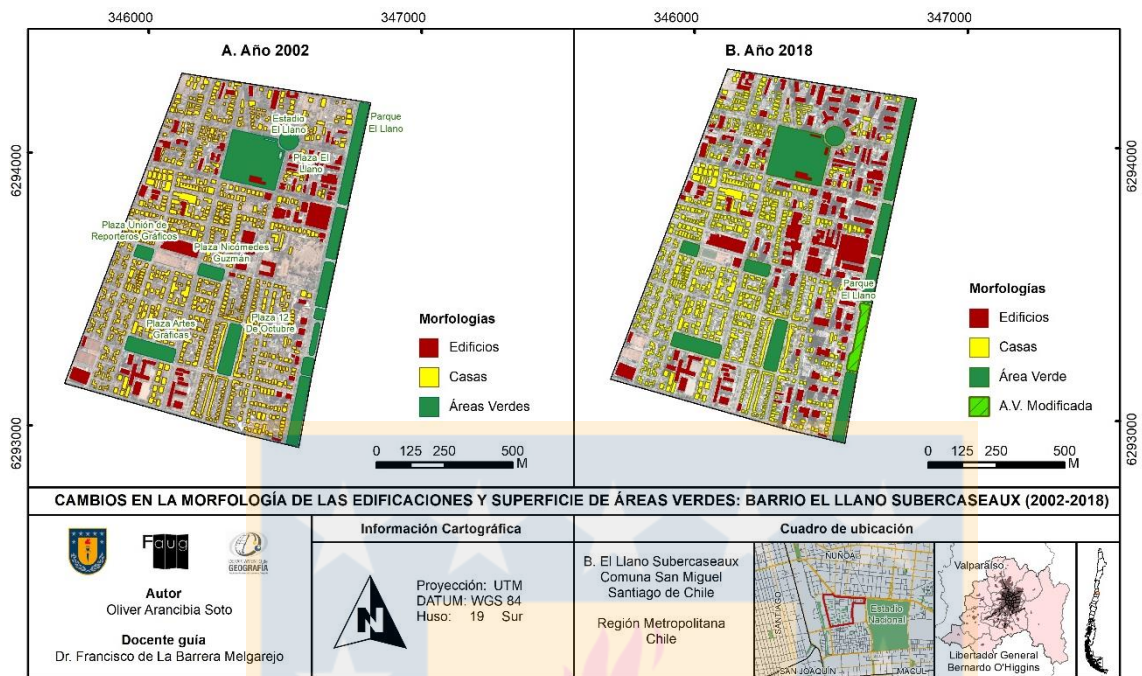


Figura 11. Elaboración propia.

BARRIO EL LLANO SUBERCASEAUX AÑO 2002							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO	HA.	TOTAL	12,7
Casa	Residencial	788	807	Plazas (5)	2,9	8509	
	Equipamiento	19		Estadio (1)	3,5		
Edificio	Residencial	38	76	Parque (1)	4,3		
	Equipamiento	38	SUMA	TOTAL HA	10,7		

Tabla 18. Elaboración propia.

BARRIO EL LLANO SUBERCASEAUX AÑO 2018							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población CENSO 2002	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO EDIFIC.	USO	TOTAL	TOTAL EDIFIC.	TIPO (N)	HA.	TOTAL	6,9
Casa	Residencial	656	670	Plazas (5)	2,9	15991	
	Equipamiento	14		Estadio (1)	3,5		
Edificio	Residencial	80	140	Parque (1)	4,5		
	Equipamiento	60	SUMA	TOTAL HA	10,9		

Tabla 19. Elaboración propia.

BARRIO EL LLANO SUBERCASEAUX: Diferencia y variación 2002-2018							
EDIFICACIONES				AREAS VERDES		Población	Superficie(m <sup>2</sup> ) / Habitantes
TIPO ED	USO	Variación Uso	Variación TIPO ED	Tipo	Variación superficie	Diferencia	Diferencia
Casa	Residencial	-17%	-17%	Parque	<b>Superficie</b>	<b>7482</b>	<b>-5,8</b>
	Equipamiento	0%			<b>+ 0,2 ha</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación</b>
Edificio	Residencial	<b>111%</b>	<b>+84%</b>		<b>+ 5%</b>	<b>88%</b>	<b>-46%</b>
	Equipamiento	<b>58%</b>					

Tabla 20. Elaboración propia.

La Tabla 21 integra los resultados de la variación de todos los barrios, permitiendo conocer las tendencias del cambio morfológico de las edificaciones, áreas verdes y su provisión hacia las personas. Estos cambios se presentan en dos formas:

a) Mantenimiento de la morfología de las edificaciones, cambios de población en la provisión de áreas verdes.

b) Renovación de las edificaciones, cambios en la población y disminución en la provisión de áreas verdes.

En el primer caso se encuentran los Barrios Villa Portales y Villa Olímpica, que reportan aumentos de 1,4 m<sup>2</sup>/persona y 0,5 m<sup>2</sup>/persona respectivamente.

Este aumento del indicador de superficie de áreas verdes por persona en ambos ocurre acompañado de las siguientes transformaciones. Primero, a la disminución y crecimiento de la población. Villa Olímpica disminuyó en 595 habitantes, mientras que Villa Portales aumentó sólo en 60 personas. Segundo, el aumento en la provisión de áreas verdes, como se refleja en Villa Portales que incrementó en 0,8 ha debido a la modificación de 2 plazas y la agregación de otras 9, mientras que Villa Olímpica incrementó sólo en 0,1 ha, sumando una plaza nueva y perdiendo otra. Tercero, esto ocurre sin mayores modificaciones y transformaciones a la morfología de las edificaciones, por lo que esta se mantuvo, considerando que la Villa Olímpica tuvo 0% de cambios en este aspecto.

b) Renovación de las edificaciones, cambios en la población y disminución en la provisión de áreas verdes de maneras opuestas.

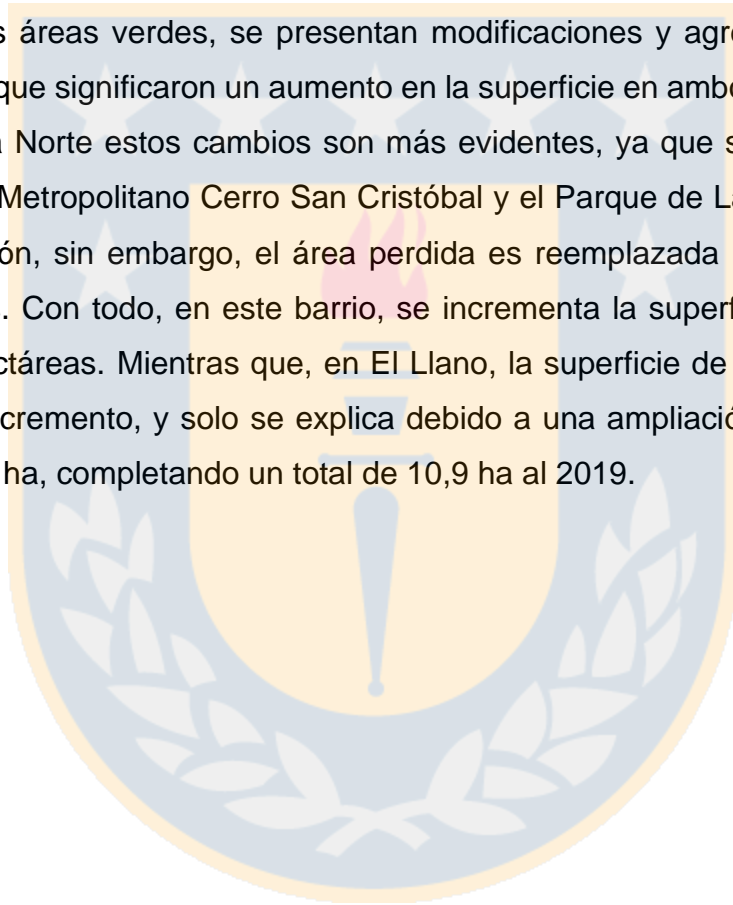
En esta tendencia, se encuentran los barrios El Llano Subercaseaux y Pedro de Valdivia Norte. El primero disminuyó su provisión de áreas verdes en 5,8 m<sup>2</sup>/persona, y el segundo la aumentó en 2,5 m<sup>2</sup>/persona.

En estos barrios hubo mayores cambios en la morfología original de sus edificaciones, renovando la tipología de casas a edificios y cambiando su uso, aunque de maneras contrarias. El Llano se volvió más residencial y con

edificaciones en altura, al año 2018 perdió de 132 casas y agregó 45 edificios residenciales y 22 de equipamiento. En cambio, en Pedro de Valdivia Norte, se pierden solo 65 viviendas y el aumento de edificios fue de 39, mayormente para equipamientos (32).

Respecto a la población, en El Llano, está incrementó en 7482 personas (+88%). En cambio, en Pedro De Valdivia Norte, el total de personas disminuyo en 190.

En el caso de las áreas verdes, se presentan modificaciones y agregaciones de nuevos espacios que significaron un aumento en la superficie en ambos barrios. En Pedro de Valdivia Norte estos cambios son más evidentes, ya que se pierde una parte del Parque Metropolitano Cerro San Cristóbal y el Parque de Las Esculturas pierde su extensión, sin embargo, el área perdida es reemplazada por 3 nuevas plazas separadas. Con todo, en este barrio, se incrementa la superficie de áreas verdes en 0,2 hectáreas. Mientras que, en El Llano, la superficie de áreas verdes no tiene mayor incremento, y solo se explica debido a una ampliación del parque homónimo en 0,2 ha, completando un total de 10,9 ha al 2019.



**SINTESIS DEL DESARROLLO URBANO DE LOS BARRIOS A PARTIR DE CAMBIOS EN LA MORFOLOGÍA DE LAS EDIFICACIONES Y PROVISIÓN DE ÁREAS VERDES**

Tipo de cambio	Barrio	Edificaciones				CENSO Diferencia y Variación (%)	Áreas Verdes					Diferencia y variación (%) T2 – T1: Superficie (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
		Tipología	Uso	Diferencia (n) y variación (%) T2 – T1:			Tipologías	Cambios T2 – T1				
				Tipología y uso				AV. Nuevas	AV. Modif.	AV Sup. (ha)	Var. ha (%)	
Renovación morfológica, asociados a procesos de densificación y modificaciones en la provisión de áreas verdes	Barrio El Llano Subercaseaux	Casas	Residencial	-137	-132 (-17%)	<b>+7482 hab. (+88%)</b>	Plazas	0	0	0	0	<b>-5,8 (-46%)</b>
			Equipamiento	(-17%)	-5 (26%)		Parques	0	1	+0,2	+5	
		Edificios	Residencial	+64	+45 (+111%)		Estadio	0	0	0	0	
			Equipamiento	(+84%)	+22 (+58%)		<b>Total AV:</b>	0	1	0,2	+2	
	Pedro de Valdivia Norte	Casas	Residencial	- 65	-67(-19%)	<b>-190 hab. (-10%)</b>	Plazas	3	0	+0,5	+167	<b>+2,5 (+14%)</b>
			Equipamiento	(-18%)	+2 (14%)		Parques	0	1	+0,3	+14	
		Edificios	Residencial	+39	+7 (28%)		-	-	-	-	-	
			Equipamiento	(108%)	+32 (291%)		<b>Total AV</b>	3	1	+0,8	+7	
Modificaciones y mayor provisión de áreas verdes, cambios en población, sin cambios en la morfología de las edificaciones.	Villa Portales	Casas	Residencial	- 3	-2 (-4%)	<b>+60 hab. (+1%)</b>	Plazas	+9	2	+0,8	+30	<b>+1,4 (+27%)</b>
			Equipamiento	(-5%)	+5 (63%)		-	-	-	-	-	
		Edificios	Residencial	0	0		-	-	-	-	-	
			Equipamiento	0	0		<b>Total AV</b>	9	2	+0,8	+30	
	Villa Olímpica	Casas	Residencial	0	0	<b>-595 hab. (-8%)</b>	Plazas	+1	0	+0,2	+16	<b>+0,5 (+2,1%)</b>
			Equipamiento	0	0		Lineales	+2	0	0	0	
		Edificios	Residencial	0	0		Residencia l	-1	0	-0,1	-6	
			Equipamiento	0	0		<b>Total AV</b>	3	0	+0,1	-3	

Tabla 21. Elaboración propia.

### **4.3 Variación de la cobertura vegetal y usos del suelo, evaluada a partir de métricas del paisaje e indicadores de áreas verdes.**

Los resultados de este apartado se muestran primero por barrio, señalando la situación de las métricas en los dos años y su variación, junto al indicador de cobertura vegetal por persona, en donde además se incluyen cartografías que representen los cambios en las coberturas analizadas.

Luego, se incluye dos tablas de síntesis, en donde se integran las variaciones de las métricas y las del indicador de cobertura vegetal por persona, para los 4 barrios. En estos, a partir del promedio de variaciones, y los máximos y mínimos que representan la variabilidad de las coberturas y de la vegetación, se conocen los barrios en donde hubo mayores cambios.

#### **4.3.1 Barrio Pedro de Valdivia Norte**

##### **1) Métricas del paisaje**

1) El año 2003, el mayor NP lo posee el suelo impermeable con 214 fragmentos, seguido de las edificaciones, con 209, mientras que los menores son el suelo descubierto y las calles, con 81 y 62 unidades. En el año 2019, el mayor NP lo obtuvo el suelo impermeable con 381 fragmentos, en cambio, el menor número estuvo en el suelo descubierto y en las calles, con 58 y 16 fragmentos respectivamente.

Las variaciones entre ambos años para la métrica NP, da cuenta que el suelo impermeable tuvo el mayor aumento, con un 78%, pasando de 214 a 381 NP, seguido de la arborización, con un 38%, pasando de 165 a 227 NP. Mientras que las variaciones negativas se dieron en las calles, pasando de 81 a 58 fragmentos (-74%) y en el suelo descubierto pasando de 81 a 28 NP (-28%).

2) Las métricas CA y PLAND, muestran el área y porcentaje de área ocupada por los fragmentos. Para el año 2003, la arborización ocupa 12,4 ha (30,1 %), seguido por los edificios (20,7%), mientras que la menor ocupación es para las calles 4, 1 ha (9,9%) y el suelo descubierto con 3,7 ha. (8,9%). En el año 2019, la mayor

ocupación del barrio la posee la arborización con 10,8 ha (26,1%), seguido de los edificios con 9,7 ha (23,5%), en cambio la menor ocupación es para el césped, con 2,9 ha (7,1%), y el suelo descubierto 1,1 ha (2,6%). Las variaciones dan cuenta que las calles tuvieron el mayor aumento, pasando de 4,1 ha a 7,7 ha (+81%), en cambio hubo mayor disminución en la ocupación para el suelo descubierto, pasando de 3,7 ha a 1,1 ha (-70%),

3) La métrica LPI señala el porcentaje de ocupación del fragmento más grande en cada cobertura. El año 2003 el mayor porcentaje LPI correspondía a las edificaciones con 6,4%, el suelo descubierto 2,8%, y los menores porcentajes estaban en el césped, con 0,6% y el suelo impermeable 0,5%. El 2019, el fragmento más grande estaba en las edificaciones ocupando el 17,1%, mientras que las demás coberturas ocupan entre 1,6% a 0,4% en sus fragmentos más grandes.

La variación de este indicador muestra que las calles presentaron el mayor crecimiento en su fragmento más grande (+168%), en cambio, el suelo descubierto disminuyó su tamaño en 77%.

4) La métrica PD evalúa la densidad de fragmentos en cada cobertura. Para el 2003, la mayor densidad se encontraba en la arborización y el césped, con 518,6 NP/100 ha y 506,5 NP/100 ha respectivamente, mientras que la menor densidad fue para las calles y edificaciones con 196,3 y 150,3 NP/100 ha respectivamente. El año 2019 la mayor densidad fue para la arborización y el césped, con 934 NP/100 ha, mientras que la menor densidad fue para las edificaciones con 39 NP/100 ha.

La variación en ambos años da cuenta que el mayor cambio se produce en la arborización, pasando de 518,6 NP/100 ha a 923,4 NP/100 ha (+78%).

5) Las métricas AREA\_MN, AREA\_SD corresponden al tamaño medio de los fragmentos en hectáreas y su desviación estándar. En 2003 el suelo descubierto tuvo el mayor tamaño, con 0,08 ha ( $\pm 0,2$ ), y el suelo impermeable el menor tamaño

0,03 ha ( $\pm 0,03$ ). En 2019 el mayor tamaño lo tuvieron los edificios, con 0,46 ha ( $\pm 1,7$ ) y el menor tamaño el suelo descubierto con 0,01 ha ( $\pm 0,01$ ).

La variación del indicador da cuenta que el mayor aumento fue para los edificios, pasando de 0,07 ha a 0,46 ha (+602%). Al contrario, la mayor disminución del tamaño medio fue para el suelo descubierto, pasando de 0,08 ha a 0,001 ha (-82%).

6) Las métricas SHAPE\_MN, SHAPE\_SD indican la complejidad de las formas y sus desviaciones estándar. El año 2003, la forma más irregular fue el suelo impermeable (1,8) y la menos irregular fue la de las edificaciones (1,5). El año 2019 la cobertura más irregular fue la de las calles (2,6) y la menos compleja fue el césped (1,3).

La variación del indicador en ambos años da cuenta que las edificaciones tuvieron el mayor aumento de su complejidad, pasando de 1,5 a 1,6 (+55%). En contraste, el suelo descubierto, el suelo impermeable y el césped se volvieron menos irregulares en sus formas (-13%, 15% y -18% respectivamente).

6) La métrica GYRATE\_MN, GYRATE\_SD, señala la compacidad de las formas, siendo las de menor valor aquellas más compactas. Para el año 2003, aquellas formas más compactas fueron el césped (7,8), mientras que la arborización la menos compacta (11,7). El 2019, la mayor compacidad la tuvo el césped nuevamente (5,2), y las calles la menor compacidad (27).

La variación del indicador en ambos años señala que las calles fueron las que más se elongaron, aumentando en un 137% su elongación y luego los edificios aumentando en 22% su estiramiento. En cambio, todas las demás coberturas se volvieron compactas, siendo la mayor disminución el suelo descubierto (-39%).

7) La métrica CONNECT indica el grado de conexión física entre fragmentos, siendo aquellos valores más cercanos a 100 los que indican mayor conexión. Para el año 2003, si bien todos los valores son cercanos a 0, la mayor conectividad la tuvieron



las calles (1,7) y la menor, el césped (0,6). El 2019, este patrón se repite, la mayor conectividad la tuvieron las calles (12,5) y la menor el césped (0,4).

La variación entre ambos años muestra que las calles aumentaron en 616% su conectividad, seguida de la superficie de las edificaciones (+30%), mientras que las demás disminuyeron, siendo el césped el que perdió más conectividad (-39%).

8) La métrica COHESION, señala el grado de agregación de las coberturas a partir de su conectividad física, siendo más agregadas aquellas con valores cercanos a 100. El 2003, las calles presentaron mayor agregación (96), mientras que la cobertura del césped presentó menor agregación (78,2). El año 2019, las calles nuevamente presentaron mayor agregación (98,8), mientras que el césped presentó los valores más bajos (69).

La variación del indicador muestra que las edificaciones fueron las que más se agregaron (+6%), pasando de 80,7 a 85,2, mientras que el suelo descubierto disminuyó un 16% su agregación, pasando de 87,9 a 74,1.

## **2) Indicador superficie vegetal (m<sup>2</sup>) / habitante**

Para el año 2003 la provisión de superficie vegetal (arborización + césped) (m<sup>2</sup>), obtenida de la métrica CA, corresponde a 168000 (m<sup>2</sup>), y la población a 1854 personas. Por lo tanto, la provisión para este año es de 90,6(m<sup>2</sup>) / habitante (Tabla 25)

En cambio, el año 2019 la provisión de superficie vegetal (m<sup>2</sup>) corresponde a 16800 (m<sup>2</sup>), y la población a 1854 personas. Por lo tanto, la provisión para este año es de 82,2(m<sup>2</sup>) / habitante (Tabla 26).

La variación de la superficie vegetal entre ambos años es negativa, un 19% menos, la arborización disminuye un 10% y el césped un 34%. Por otro lado, la población también disminuye un 10%, pasando de 1854 habitantes a 1664 (Tabla 27).

En el caso del indicador de superficie vegetal por persona, este pasa de 90,6 (m<sup>2</sup>) / habitante a 82,2 (m<sup>2</sup>) / habitante, disminuyendo un 9%.



	<b>Coberturas</b>	<b>NP</b>	<b>CA</b>	<b>PLAND (%)</b>	<b>LPI</b>	<b>PD</b>	<b>AREA_MN (± SD) (ha)</b>		<b>SHAPE_MN (± SD) (ha)</b>		<b>GYRATE_MN (± SD)</b>		<b>CONNECT</b>	<b>COHESION</b>
1	Arborización	165,0	12,4	30,1	2,8	399,9	0,08	0,2	1,7	1,0	11,7	13,7	1,2	91,0
2	Césped	162,0	4,4	10,5	0,5	392,6	0,03	0,0	1,6	0,6	7,8	5,7	0,6	78,2
3	Descubierto	81,0	3,7	8,9	1,8	196,3	0,05	0,1	1,6	0,7	10,6	17,8	1,0	87,9
4	Impermeable	214,0	8,2	19,9	1,5	518,6	0,04	0,1	1,8	1,1	9,5	11,0	1,1	87,1
5	Calles	62,0	4,1	9,9	6,4	150,3	0,07	0,3	1,7	1,6	11,4	27,4	1,7	96,0
6	Edificios	209,0	8,5	20,7	0,6	506,5	0,04	0,0	1,5	0,5	9,1	6,0	1,0	80,7

Tabla 22. Métricas de paisaje. Barrio Pedro de Valdivia Norte, Año 2003. Elaboración propia.

	<b>Coberturas</b>	<b>NP</b>	<b>CA</b>	<b>PLAND (%)</b>	<b>LPI</b>	<b>PD</b>	<b>AREA_MN (± SD) (ha)</b>		<b>SHAPE_MN (± SD) (ha)</b>		<b>GYRATE_MN (± SD)</b>		<b>CONNECT</b>	<b>COHESION</b>
1	Arborización	227,0	10,8	26,1	1,6	550,1	0,0	0,1	1,6	0,8	9,7	9,6	1,0	87,0
2	Césped	215	2,9	7,1	0,7	521,1	0,0	0,0	1,3	0,4	5,2	4,1	0,4	69,0
3	Descubierto	58	1,1	2,6	0,4	140,6	0,0	0,0	1,4	0,5	6,4	5,8	0,8	74,1
4	Impermeable	381	9,4	22,8	1,0	923,4	0,0	0,1	1,5	0,8	6,6	7,1	0,7	83,3
5	Calles	16	7,4	17,9	17,1	38,8	0,5	1,7	2,6	4,4	27,0	73,7	12,5	98,8
6	Edificios	163	9,7	23,5	0,9	395,0	0,1	0,1	1,6	0,7	11,0	8,1	1,3	85,2

Tabla 23. Métricas de paisaje. Barrio Pedro de Valdivia Norte, Año 2019. Elaboración propia.

	<b>Coberturas</b>	<b>NP</b>	<b>CA</b>	<b>PLAND (%)</b>	<b>LPI</b>	<b>PD</b>	<b>AREA_MN (± SD) (ha)</b>		<b>SHAPE_MN (± SD) (ha)</b>		<b>GYRATE_MN (± SD)</b>		<b>CONNECT</b>	<b>COHESION</b>
1	Arborización	38%	-13%	-13%	-45%	38%	-37%	-0,4	-5%	-02	-17%	-0,3	-21%	-4%
2	Césped	33%	-33%	-33%	53%	33%	-50%	-0,3	-18%	-0,4	-33%	-0,3	-39%	-12%
3	Descubierto	-28%	-70%	-70%	-77%	-28%	-58%	-0,8	-13%	-0,2	-39%	-0,7	-14%	-16%
4	Impermeable	78%	14%	14%	-33%	78%	-36%	-0,3	-15%	-0,3	-30%	-0,4	-37%	-4%
5	Calles	-74%	81%	81%	168%	-74%	602%	4,1	55%	1,7	137%	1,7	616%	3%
6	Edificios	-22%	14%	14%	53%	-22%	46%	0,7	9%	0,2	22%	0,3	30%	6%

Tabla 24 Variación Métricas de paisaje, Barrio Pedro de Valdivia Norte. Elaboración propia.

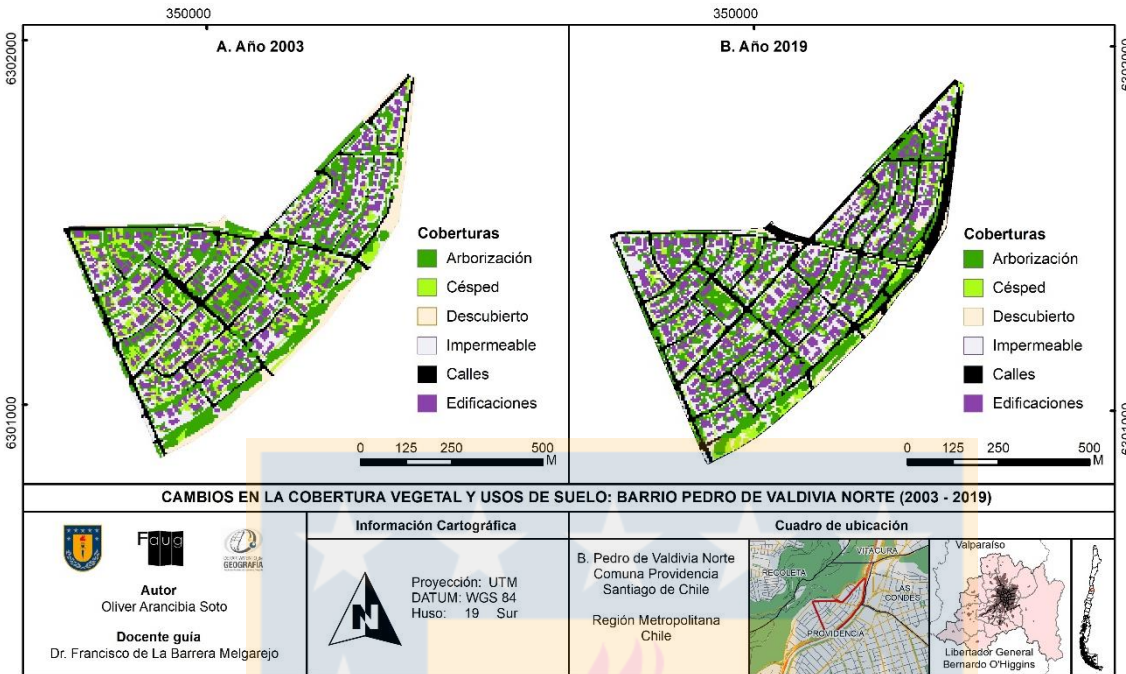


Figura 12. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO PEDRO DE VALDIVIA NORTE AÑO 2003				
Tipo	(CA) Ha	m <sup>2</sup>	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	12,4	124000	1854	90,6
Césped	4,4	44000		
<b>Total</b>	<b>16,8</b>	<b>168000</b>		

Tabla 25. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO PEDRO DE VALDIVIA NORTE AÑO 2019				
Tipo	(CA) Ha.	m <sup>2</sup>	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	10.8	107600	1664	82,2
Césped	2.9	29100		
<b>Total</b>	<b>13.7</b>	<b>136700</b>		

Tabla 26. Elaboración propia.

VARIACIÓN INDICADOR VEGETACIÓN URBANA B. PEDRO DE VALDIVIA NORTE 2003 -2019			
Tipo	(CA) Ha.	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	<b>-13%</b>	<b>-10%</b>	<b>-9%</b>
Césped	<b>-34%</b>		
<b>Total</b>	<b>-19%</b>		

Tabla 27. Elaboración propia.

### **4.3.2 Barrio Villa Portales**

#### **1) Métricas del paisaje**

1) El mayor número de fragmentos (NP) en 2002 lo posee la arborización (265) y el menor lo tiene el suelo impermeable (17). En 2019, la arborización nuevamente es la clase con mayor NP (444), mientras que los edificios poseen el menor valor (75).

Respecto a la variación entre el 2002 y 2019, el suelo impermeable fue el que más aumentó pasando de 17 a 131 NP (+671%), seguido por el césped que pasó de 105 a 200 NP (+90%), y la arborización que pasó de 265 a 444 NP (+68%). Los edificios no presentaron variación.

2) Las métricas CA y PLAND muestran que en 2002 el césped ocupa la mayor parte del área, con 9,4 ha, (29,1%), seguido por el suelo descubierto 8,2 ha (25,4%), los edificios 6,7 ha (20,9%), la arborización 3,8 ha (11,9%), las calles 3,2 ha (9,9%), y el suelo impermeable 0,9 ha (2,8%). En 2019, es el suelo impermeable el que domina el área con 8,3 ha (25,9%), seguido por la superficie de edificios 7,1 ha (22%), el suelo descubierto 5 ha (15,5%), la arborización 4,7 ha (14,6%), el césped con 3,8 ha (11,8%) y las calles 3,3 ha (10,2%).

Las variaciones muestran que el suelo impermeable tuvo el mayor crecimiento, de 0,9 ha a 8,3 ha (+838%), al contrario, el césped fue el que más disminuyó, pasando de 9,4 ha a 3,0 ha (-59%).

3) La métrica LPI da cuenta que, en 2002, los fragmentos más grandes en cada clase ocuparon menos del 10% de su total, siendo el césped y el suelo descubierto los que poseían mayor porcentaje, 10,1% y 8,2% respectivamente, mientras que el menor porcentaje lo tuvo la arborización con 0,6%. En 2019, los fragmentos más grandes en cada clase no superaron el 4% de las mismas, siendo el suelo impermeable quien ocupó mayor porcentaje en su clase con 3,5% y la arborización el menor, con 0,4%.

Respecto a las variaciones de LPI, el único aumento ocurrió en el suelo impermeable, que pasó de 0,9% a 3,5% (+280%), mientras todos los demás disminuyeron, siendo el césped quien más se redujo, pasando de 10,1 a 1,2 (88%).

4) La métrica PD muestra que en 2002 la mayor densidad se encuentra en la clase arborización con 823,7 NP/100 ha y la menos densa es el suelo impermeable con 52,8 NP/100 ha. En 2019, la clase más densa es la arborización con 1380,1 NP/100 ha, al contrario, la menos densa son los edificios 239,3 NP/100 ha.

Respecto a las variaciones de PD, el suelo impermeable tuvo el mayor aumento (+659%), pasando de 52,8 NP/100 ha a 401 NP/100 ha; a diferencia de los edificios que aumentaron sólo un 3%, pasando de 233,1 NP/100 ha a 239,3 NP/100 ha.

5) El tamaño medio de los fragmentos en hectáreas y su desviación estándar (AREA\_MN, AREA\_SD), muestra que en 2002 el suelo descubierto tuvo el mayor tamaño con 0,1 ha ( $\pm 0,32$ ) y la arborización los tamaños menores, con 0,01 ha ( $\pm 0,02$ ), con un promedio de 0,06 ha para todas las clases. En 2019, el mayor tamaño medio fue para los edificios con 0,09 ha ( $\pm 0,08$ ) y nuevamente la arborización el menor, con 0,01 ha ( $\pm 0,02$ ).

La variación entre ambos años da cuenta que el mayor cambio ocurrió en el césped que disminuyó un 79% su tamaño medio, pasando de 0,09 ha ( $\pm 0,34$ ) a 0,02 ha ( $\pm 0,04$ ). Al contrario, el mayor aumento lo tuvo el suelo impermeable con 24%, pasando de 0,05 ( $\pm 0,07$ ) ha a 0,06 ( $\pm 0,15$ ), considerando además que aumentó su NP, lo que debe interpretarse como mayor agregación.

6) Las métricas de forma y compacidad y su desviación estándar, SHAPE\_MN, SHAPE\_SD y GYRATE\_MN, GYRATE\_SD respectivamente, muestra que en 2002 la forma del césped fue la más irregular ( $1,7 \pm 1,4$ ), y la de los edificios la menos compacta ( $16,2 \pm 10,9$ ), al contrario, las formas menos irregulares y más compactas corresponden a la arborización ( $1,2$ , SD  $\pm 0,3$ ;  $4,9$  SD  $\pm 3,6$ ). En 2019, la forma más compleja corresponde al suelo impermeable ( $1,6$ , SD  $\pm 0,9$ ) y nuevamente más

alargada a los edificios (16 SD  $\pm$ 11.2), al contrario, la menos compleja y más compacta corresponden a la arborización (1,2, SD  $\pm$  0,3) y el césped (5,5, SD  $\pm$  5,1).

Respecto a la variación de la métrica SHAPE\_MN, SHAPE\_SD entre ambos años, el mayor aumento de la complejidad fue para el suelo impermeable con 38%, al contrario, la mayor disminución en la complejidad, con -23% fue para el césped. En la métrica GYRATE\_MN, GYRATE\_SD, nuevamente el suelo impermeable tuvo el mayor aumento, con 41% (aumento de la desviación estándar 1,5), al contrario, el césped se volvió más homogéneo y compacto, ya que disminuyó 51%.

7) Para la métrica CONNECT, que define el grado de conexión física entre fragmentos. El año 2002 el suelo impermeable fue el más conectado con valor 10,3 y la arborización la menos conectada con valor 0,5. En 2019, la clase impermeable es la más conectada, con valor 2,2 y la arborización la menos conectada con 0,4.

La variación entre ambos años, dan cuenta que el suelo impermeable sufre la mayor disminución en su conectividad (-78%), seguido del césped (-61%), el suelo descubierto (-22%), la arborización (-11%) y las calles (-7%) mientras que los edificios presentaron un aumento en la conectividad, pasando de 0,8 a 1,2 (+63%).

8) Para COHESION los resultados muestran que en 2002 todas las clases presentan alta agregación con valores sobre 50, siendo el césped y el suelo descubierto las coberturas con mayor agregación, 95,2 y 94,1 respectivamente, y la arborización la menor con 69,2. En 2019, se mantiene la agregación sobre 50, siendo el mayor valor para el suelo impermeable con 90,4 y la arborización el menor valor, 66,1.

La variación da cuenta que el mayor aumento en la agregación lo tiene el suelo impermeable (+9%), pasando de 83 a 90,4, en cambio, el césped tuvo la mayor disminución (-18%), pasando de 95,2 a 78,1.

## 2) Indicador superficie vegetal (m<sup>2</sup>) / habitante

Para el año 2002 la provisión de superficie vegetal (arborización + césped) (m<sup>2</sup>), obtenida de la métrica CA, corresponde a 131800 (m<sup>2</sup>), y la población a 5450 personas. Por lo tanto, la provisión para este año es de 24,2 (m<sup>2</sup>) / habitante. (Tabla 31)

En cambio, el año 2019 la provisión de superficie vegetal (m<sup>2</sup>) corresponde a 85000 (m<sup>2</sup>), y la población a 5510 personas. El indicador de provisión de vegetación por persona para este año es de 15,2(m<sup>2</sup>) / habitante (Tabla 32)

La variación de la superficie vegetal entre ambos años es de un 36% menos, la arborización disminuye un 23% y el césped un 59%. En el caso de la población está pasa de 5450 personas a 5510 aumentando un 1%, pasando de 5450 habitantes a 5510 (Tabla 33)

El indicador de superficie vegetal por persona, este pasa de 24,2 (m<sup>2</sup>) / habitante a 15,4 (m<sup>2</sup>) / habitante, disminuyendo un 36%.



	Coberturas	NP	CA	PLAND (%)	LPI	PD	AREA_MN ( $\pm$ SD) (ha)		SHAPE_MN ( $\pm$ SD)		GYRATE_MN ( $\pm$ SD)		CONNECT	COHESION
1	Arborización	265	3,8	11,8	0,58	823,68	0,01	0,02	1,19	0,31	4,86	3,61	0,49	69,19
2	Césped	105	9,4	29,09	10,09	326,37	0,09	0,34	1,67	1,36	11,12	17,59	2,36	95,24
3	Descubierto	86	8,2	25,43	8,22	267,31	0,10	0,32	1,50	0,83	10,82	16,29	2,27	94,10
4	Impermeable	17	0,9	2,76	0,93	52,84	0,05	0,07	1,17	0,26	8,19	6,11	10,29	83,04
5	Calles	98	3,2	9,93	3,43	304,61	0,03	0,11	1,51	0,82	10,99	19,92	1,28	88,73
6	Edificios	75	6,7	20,92	1,27	233,12	0,09	0,07	1,37	0,30	16,23	10,89	0,76	85,78

Tabla 28 Métricas de paisaje, Barrio Villa Portales Año 2002. Elaboración propia.

	Coberturas	NP	CA	PLAND (%)	LPI	PD	AREA_MN ( $\pm$ SD) (ha)		SHAPE_MN ( $\pm$ SD)		GYRATE_MN ( $\pm$ SD)		CONNECT	COHESION
1	Arborización	444	4,70	14,61	0,44	1380,06	0,01	0,02	1,18	0,35	4,15	3,01	0,44	66,05
2	Césped	202	3,80	11,80	1,24	627,87	0,02	0,04	1,28	0,49	5,49	5,11	0,93	78,14
3	Descubierto	10	4,99	15,49	2,60	332,58	0,05	0,12	1,49	0,81	8,41	9,76	1,78	89,22
4	Impermeable	129	8,33	25,88	3,54	400,96	0,06	0,15	1,61	0,88	1154	15,46	2,23	90,39
5	Calles	121	3,28	10,20	2,93	376,10	0,02	0,09	1,41	0,73	9,53	18,47	1,20	87,20
6	Edificios	77	7,08	22,01	1,24	239,33	0,09	0,08	1,38	0,31	16,0	11,16	1,23	86,53

Tabla 29. Métricas de paisaje, Barrio Villa Portales Año 2019. Elaboración propia.

	Coberturas	NP	CA	PLAND	LPI	PD	AREA_MN (SD)		SHAPE_MN (SD)		GYRATE_MN (SD)		CONNECT	COHESION
1	Arborización	68%	23%	23%	<b>-23%</b>	68%	<b>-26%</b>	<b>-0,17</b>	<b>-1%</b>	0,10	<b>-15%</b>	<b>-0,17</b>	<b>-11%</b>	<b>-5%</b>
2	Césped	92%	<b>-59%</b>	<b>-59%</b>	<b>-88%</b>	92%	<b>-79%</b>	<b>-0,88</b>	<b>-23%</b>	<b>-0,64</b>	<b>-51%</b>	<b>-0,71</b>	<b>-61%</b>	<b>-18%</b>
3	Descubierto	24%	<b>-39%</b>	<b>-39%</b>	<b>-68%</b>	24%	<b>-51%</b>	<b>-0,63</b>	<b>-1%</b>	<b>-0,01</b>	<b>-22%</b>	<b>-0,40</b>	<b>-22%</b>	<b>-5%</b>
4	Impermeable	659%	838%	838%	280%	659%	24%	0,98	38%	2,39	41%	1,53	<b>-78%</b>	9%
5	Calles	23%	3%	3%	<b>-15%</b>	23%	<b>-17%</b>	<b>-0,20</b>	<b>-7%</b>	<b>-0,11</b>	<b>-13%</b>	<b>-0,07</b>	<b>-7%</b>	<b>-2%</b>
6	Edificios	3%	5%	5%	<b>-2%</b>	3%	2%	0,16	1%	0,04	<b>-1%</b>	<b>0,02</b>	63%	1%

Tabla 30. Variación de las métricas, Barrio Villa Portales. Elaboración propia.

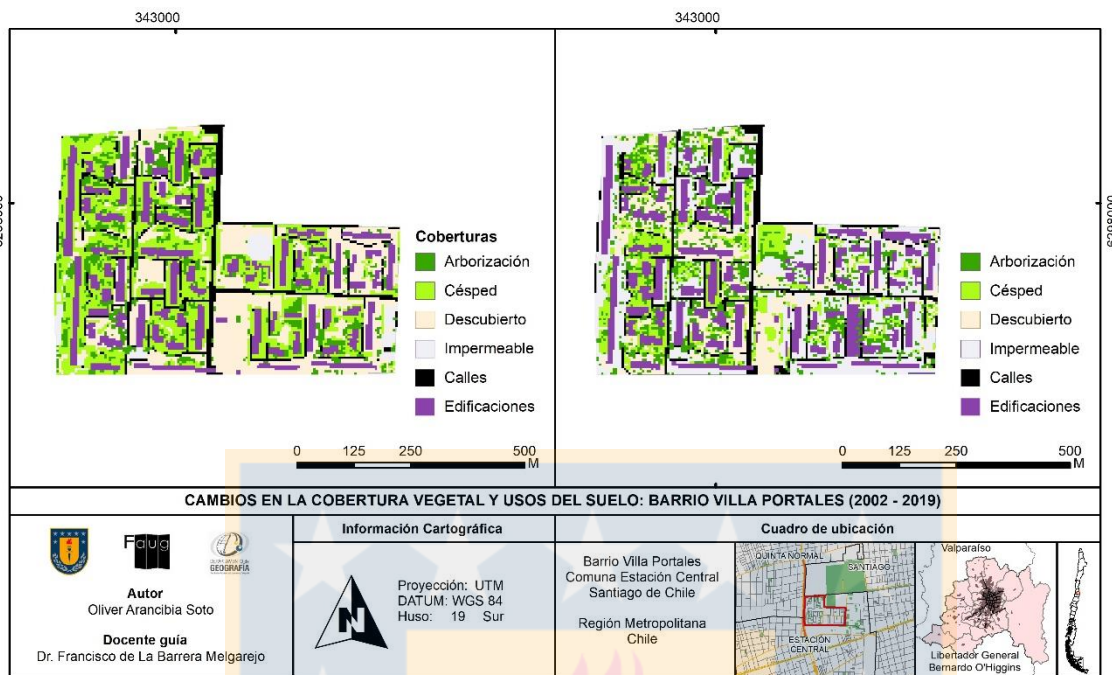


Figura 13. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO VILLA PORTALES AÑO 2002				
Tipo	(CA) ha	m <sup>2</sup>	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	3.82	38200	5450	<b>24,2</b>
Césped	9.36	93600		
Total	13.18	131800		

Tabla 31. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO VILLA PORTALES AÑO 2019				
Tipo	(CA) Ha.	m <sup>2</sup>	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	4.7	47000	5510	<b>15,4</b>
Césped	3.8	38000		
Total	<b>8.5</b>	<b>85000</b>		

Tabla 32. Elaboración propia.

VARIACIÓN INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO VILLA PORTALES 2002 -2019			
Tipo	(CA) Ha.	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	<b>23%</b>	1%	<b>-36%</b>
Césped	<b>-59%</b>		
Total	<b>-36%</b>		

Tabla 33. Elaboración propia.

### **4.3.3 Barrio Villa Olímpica**

#### **1) Métricas del paisaje**

1) El año 2002, el mayor NP es la cobertura del césped, con 184 fragmentos, mientras que el menor valor es para las calles con 47 fragmentos. El 2019, el NP mayor se registra en el césped, con 162 fragmentos, mientras que el menor es para las calles con 44 fragmentos.

La variación entre ambos años indica que fue positiva solo para el suelo impermeable (+3%), pasando de 111 a 114 fragmentos, mientras que las demás coberturas y morfologías disminuyeron su NP, siendo el suelo descubierto el que más se redujo (-34%), pasando de 168 a 111 fragmentos.

2) Las Métricas CA y PLAND, muestran que en el año 2002 la mayor parte del área del barrio era ocupada por las edificaciones, con 7,5 ha (27,4%), seguida por la arborización, 6,8 ha (24,6%), mientras que la menor ocupación fue para las calles 1,8 ha (6,4%). El 2018, la mayor parte del área nuevamente era ocupada por los edificios y la arborización, y la menor ocupación también fueron las calles, en estos casos, los valores se mantuvieron iguales (1,8 ha, 6,4%).

Respecto a la variación de los indicadores, el suelo impermeable fue el que más aumentó, pasando de 2,7 ha a 4,4 ha (+62%). En cambio, se registraron variaciones negativas la cobertura del césped y el suelo descubierto, -34% y -4% respectivamente.

3) La métrica LPI el año 2002, muestra que el mayor porcentaje de ocupación del fragmento más grande estuvo en las calles (3,1%), mientras que el fragmento más grande, pero de menor porcentaje fue en el suelo descubierto (0,5%). El 2018, el porcentaje de ocupación más alto estuvo en las calles nuevamente (2,9%), mientras que el más bajo, fue para el césped (2,9%).

La variación entre ambos años da cuenta que el mayor aumento de ocupación se produce en el suelo descubierto, pasando de 0,5% a 1,2% (+123%). En cambio, la

variación negativa más alta se encuentra en la arborización, pasando de 2,3% a 1,1% (-54%).

4) La métrica PD que evalúa la densidad de fragmentos en cada cobertura, da cuenta que al año 2002, la mayor densidad fue para el césped con 669,2 NP/100 ha, mientras que la menor densidad la tuvieron las calles 170,9 NP/100 ha. El 2018 la mayor densidad fue nuevamente para el césped con 589,2 NP/100 ha, y la menor para las calles con 160 NP/100 ha.

La variación entre ambos años da cuenta que, solo hubo disminuciones de densidad, excepto la cobertura impermeable y las edificaciones que se mantuvieron. El suelo descubierto fue el que más disminuyó (-34%), pasando de 611 NP/100 ha a 403,7 NP/ha.

5) Para el tamaño medio de los fragmentos (AREA\_MN, AREA\_SD), en el año 2002 las edificaciones tuvieron el mayor tamaño (0,07 ha, SD  $\pm$  0,05) y el césped el menor tamaño (0,02 ha, SD  $\pm$  0,03). Al año 2018, estos valores se mantienen para las mismas coberturas.

Respecto a la variación del indicador en ambos periodos, la cobertura del suelo impermeable fue la que más aumentó su tamaño medio (+58%), pasando de 0,02 ha (SD  $\pm$  0,04) a 0,04 ha. (SD  $\pm$  0,08). En cambio, la cobertura del césped fue la que más disminuyó, (-25%), pasando de 0,02 ha (SD  $\pm$  0,03) a 0,02 (SD  $\pm$  0,02).

6) Para las métricas SHAPE\_MN, SHAPE\_SD que indican la complejidad de las formas y sus desviaciones estándar, en el año 2002, la forma más compleja fue la cobertura de la arborización (1,5, SD  $\pm$  0,3) y la menos compleja fue la del suelo descubierto (1,4, SD  $\pm$  0,5). El año 2018 la cobertura más compleja fue la de las calles (1,5, SD  $\pm$  0,9) y la menos compleja fue el césped (1,3, SD  $\pm$  0,4).

La variación entre ambos para esta métrica señala que, las coberturas del suelo descubierto y del suelo impermeable aumentaron en un 10% su complejidad, pasando de 1,4 a 1,5 en ambos casos, y las calles aumentaron un 5%. Mientras que

el césped y la arborización perdieron complejidad de formas, disminuyendo un 9% y 4% respectivamente.

7) Para la métrica GYRATE\_MN, GYRATE\_SD en el año 2002, las coberturas del suelo fueron más compactas en comparación a las morfologías urbanas, siendo el suelo descubierto la más compacta (7,1, SD± 5,5) y las edificaciones las menos (14,2, SD ± 6,7). En el 2018, esta situación es similar, aunque aumenta la compacidad del césped (6,4, SD ± 4,6), y la de edificaciones vuelve a ser la menos compacta (14,6, SD ± 6,7).

La variación de este indicador señala que el suelo descubierto fue el que más perdió compacidad, aumentando en un 23% su irregularidad de forma, ya que pasa de 7,1 a 8,7. En cambio, el césped gana compacidad en un 19% pasando de 7,9 a 6,4.

8) CONNECT indica para el año 2002 que las edificaciones, las calles y la cobertura de suelo impermeable presentaron el mayor grado de conexión física (1,3 en todos los casos), mientras que la cobertura de suelo descubierto presentó el menor grado (0,8). El año 2018, la cobertura del suelo impermeable presentó la mayor conectividad (1,8) y el césped la menor (0,8).

La diferencia entre ambos años da cuenta que hubo aumentos en el suelo descubierto (+62%) y el suelo impermeable (23%). Las edificaciones y la arborización no presentaron variación. En cambio, hubo una disminución de la conectividad para el césped (-18%) y las calles (-27%).

9) La métrica COHESION muestra que el año 2002, las calles presentaron la mayor agregación (90,5), seguido de la cobertura arborización (85,1). Mientras que el césped tuvo la menor agregación (75,6). Para el año 2018, las calles nuevamente presentaron mayor agregación (89,3), aunque seguido por el suelo impermeable (86,2), por otro lado, el césped presentó baja agregación (70,9).

Las diferencias entre ambos años indican que hubo igual aumento en la agregación para el suelo impermeable (8%), estabilidad en las edificaciones (0%), y

disminuciones leves en las demás coberturas, siendo el césped la que más perdió agregación (-6%).

## **2) Indicador superficie vegetal (m<sup>2</sup>) / habitante**

El año 2002, la provisión de superficie vegetal (arborización + césped) (m<sup>2</sup>), corresponde a 112225 (m<sup>2</sup>), y la población a 7440 personas (INE, 2002). A partir de esta información, se obtiene que la provisión de vegetación por persona para este año es de 15,1(m<sup>2</sup>) / habitante.

En cambio, el año 2018 la provisión de superficie vegetal (m<sup>2</sup>) corresponde a 76000 (m<sup>2</sup>), y la población a 6845 personas (INE, 2017). Por lo tanto, el resultado del indicador para este año es de 11,1(m<sup>2</sup>) / habitante.

La variación de la superficie vegetal entre ambos años es de un 32% menos, la arborización disminuye un 31% y el césped un 35%. En el caso de la población está se reduce, de 7440 personas a 6845 (-8%).

A partir de esta información, el indicador de superficie vegetal por persona señala que su variación es de un 26%, pasando 15,1 (m<sup>2</sup>) /habitante el año 2002, a 11,1(m<sup>2</sup>) /habitante el 2018.

	Coberturas	NP	CA	PLAND	LPI	PD	AREA_MN ( $\pm$ SD) (ha)		SHAPE_MN ( $\pm$ SD)		GYRATE_MN ( $\pm$ SD)		CONNECT	COHESION
1	Arborización	166	6,8	24,6	2,3	603,7	0,04	0,1	1,5	0,6	9,3	9,5	1,1	85,1
2	Césped	184	4,5	16,2	0,6	669,2	0,02	0,0	1,4	0,5	7,9	6,1	1,0	75,6
3	Descubierto	168	4,3	15,5	0,5	611,0	0,03	0,0	1,4	0,5	7,1	5,5	0,8	77,2
4	Impermeable	111	2,7	9,9	1,0	403,7	0,02	0,0	1,4	0,5	8,2	9,3	1,3	79,5
5	Calles	47	1,8	6,4	3,1	170,9	0,04	0,1	1,5	0,9	10,5	19,7	1,3	90,5
6	Edificios	107	7,5	27,4	1,3	389,2	0,07	0,1	1,4	0,3	14,2	6,7	1,3	83,7

Tabla 34. Métricas de paisaje, Barrio Villa Olímpica, año 2002. Elaboración propia.

	Coberturas	NP	CA	PLAND (%)	LPI	PD	AREA_MN ( $\pm$ SD) (ha)		SHAPE_MN ( $\pm$ SD)		GYRATE_MN ( $\pm$ SD)		CONNECT	COHESION
1	Arborización	161	6,8	24,6	1,1	585,6	0,04	0,1	1,4	0,5	9,1	7,7	1,1	83,3
2	Césped	162	2,9	10,7	0,4	589,2	0,02	0,0	1,3	0,4	6,4	4,6	0,8	70,9
3	Descubierto	111	4,1	14,9	1,2	403,7	0,04	0,1	1,5	0,6	8,7	7,0	1,4	83,2
4	Impermeable	114	4,4	16,0	2,0	414,6	0,04	0,1	1,5	0,8	9,6	9,8	1,6	86,2
5	Calles	44	1,8	6,4	2,9	160,0	0,04	0,1	1,5	0,9	11,6	17,5	1,0	89,3
6	Edificios	107	7,5	27,4	1,3	389,2	0,07	0,1	1,4	0,3	14,2	6,7	1,3	83,7

Tabla 35. Métricas de paisaje, Barrio Villa Olímpica, año 2018. Elaboración propia.

	Coberturas	NP	CA	PLAND (%)	LPI	PD	AREA_MN ( $\pm$ SD)		SHAPE_MN ( $\pm$ SD)		GYRATE_MN ( $\pm$ SD)		CONNECT	COHESION
1	Arborización	-3%	0%	0%	-54%	-3%	3%	-0,2	-4%	-0,2	-2%	-0,2	0%	-2%
2	Césped	-12%	-34%	-34%	-27%	-12%	-25%	-0,3	-9%	-0,2	-19%	-0,3	-18%	-6%
3	Descubierto	-34%	-4%	-4%	123%	-34%	46%	0,8	10%	0,3	23%	0,3	62%	8%
4	Impermeable	3%	62%	62%	91%	3%	58%	0,8	10%	0,4	16%	0,1	23%	8%
5	Calles	-6%	0%	0%	-9%	-6%	6%	-0,1	5%	0,0	11%	-0,1	-27%	-1%
6	Edificios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,0	0%	0,0	0%	0,0	0%	0%

Tabla 36. Variación Métricas de paisaje, Barrio Villa Olímpica. Elaboración propia.

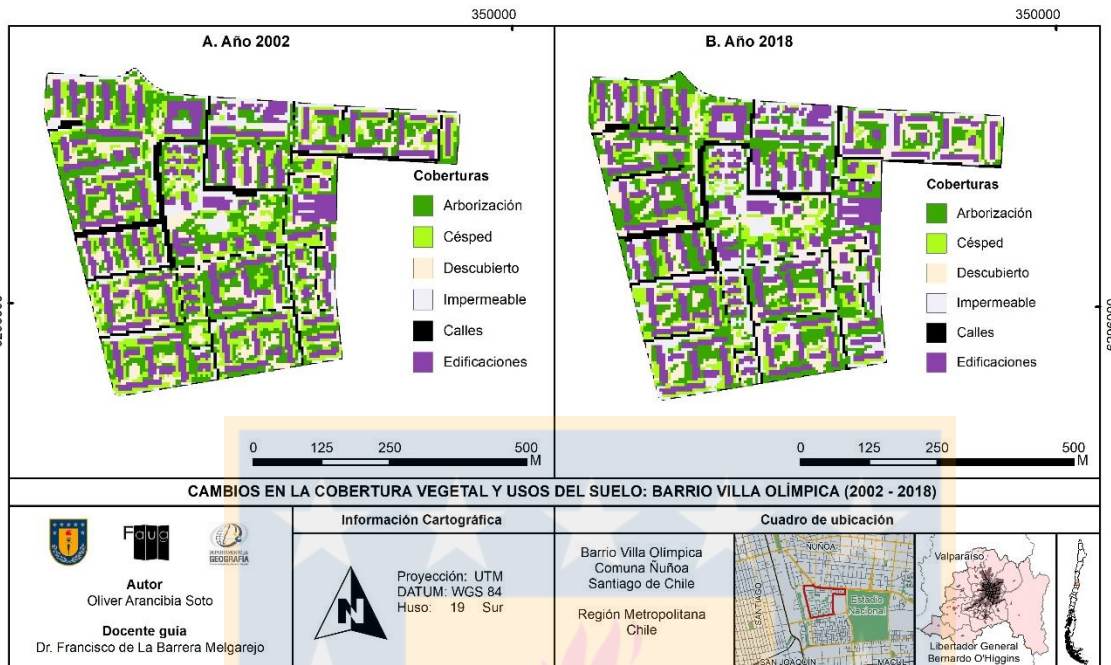


Figura 14. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO VILLA OLÍMPICA AÑO 2002				
Tipo	(CA) ha	m <sup>2</sup>	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	6,8	67725	7440	15,1
Césped	4,5	44500		
<b>Total</b>	<b>11,2</b>	<b>112225</b>		

Tabla 32. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO VILLA OLÍMPICA AÑO 2019				
Tipo	(CA) Ha.	m <sup>2</sup>	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	4,7	47000	6845	11,1
Césped	2,9	29000		
<b>Total</b>	<b>7,6</b>	<b>76000</b>		

Tabla 33. Elaboración propia.

VARIACIÓN INDICADOR VEGETACIÓN URBANA BARRIO VILLA OLÍMPICA 2002 -2019			
Tipo	(CA) Ha.	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	<b>-31%</b>	<b>-8%</b>	<b>-26%</b>
Césped	<b>-35%</b>		
<b>Total</b>	<b>-32%</b>		

Tabla 34. Elaboración propia.



#### **4.3.4 Barrio El Llano Subercaseaux**

##### **1) Métricas de paisaje**

1) El NP registrado para el año 2002, muestra que fue más alto para el suelo impermeable con 900 fragmentos, mientras que las calles presentaron el valor más bajo con 199 fragmentos. Al 2018, el mayor valor fue para la arborización con 720 fragmentos, mientras que el más bajo fue para el cielo descubierto con 146 fragmentos.

La variación porcentual del indicador para ambos años da cuenta que solo hubo disminuciones, siendo las calles las que menos restaron fragmentos (-4%), pasando de 199 a 192 NP, mientras que la mayor disminución fue para el suelo impermeable (-37 %), pasando de 900 a 567 fragmentos.

2) Las Métricas CA y PLAND muestran que, en el 2002, el suelo impermeable ocupaba 25,1 ha (25,5%) del área del barrio, mientras que la menor ocupación correspondía al suelo descubierto con 8,7 ha (8,8%). En el 2018 la situación es similar, la mayor ocupación correspondía al suelo impermeable, con 33,2 ha (33,7%), mientras que la menor ocupación fue para el suelo descubierto con 4,9 ha (5%).

La variación porcentual entre ambos periodos da cuenta que el suelo impermeable, las edificaciones y las calles aumentaron su ocupación, en 32%, 12% y 6% respectivamente, mientras que los demás solo disminuyeron, siendo el suelo descubierto el que más disminuyó pasando de 8,7 ha a 4,9 (-44%).

3) La métrica LPI muestra que, en 2002, las calles presentaron el fragmento más grande en términos porcentuales con 3,6%, mientras que el menor valor es para las edificaciones, en donde el fragmento más grande ocupaba el 0,8% de su clase. En 2018, las calles nuevamente mayor valor para su fragmento más grande con 6,7% de ocupación, en contraste, en el suelo descubierto el fragmento más grande ocupaba el 0,8% de ocupación.

4) La métrica PD muestra que la mayor densidad al año 2002, fue para el suelo impermeable (911,8 NP/100 ha), mientras que las calles presentaron el menor valor (201,6 NP/100 ha). En 2018, la arborización presentó la mayor densidad (729,4 NP/100 ha), y el suelo descubierto presentó la menor densidad (147,9 NP/100 ha).

La variación del indicador PD muestra disminuciones en todas las clases, siendo las calles las que menos disminuyeron (-5%), pasando de 201,6 NP/100 ha a 194,5 NP/100 ha, y la cobertura de suelo impermeable la que más disminuyó en densidad (-37%), pasando de 911,8 NP/100 ha a 574,4 NP/100 ha.

5) El tamaño medio de los fragmentos y su desviación estándar (AREA\_MN, AREA\_SD), señala que al año 2002, el suelo descubierto poseía mayor tamaño 0,05 ha (SD  $\pm$ 0,12) y la arborización el menor tamaño, con 0,02 ha (SD $\pm$  0,04). En el año 2018, las edificaciones tienen el mayor tamaño medio, con 0,06 ha (SD $\pm$  0,21), en cambio, la arborización y cobertura impermeable el menor tamaño medio, con 0,02 ha.

La variación porcentual entre ambos años señala que el mayor aumento del tamaño medio fue para el suelo impermeable (+110%), pasando de 0,02 ha a 0,03 ha, mientras que hubo reducciones de tamaño para el suelo descubierto y la arborización, -13% y 22%, respectivamente.

6) El indicador de complejidad (SHAPE\_MN, SHAPE\_SD), muestra que, en el año 2002, la morfología de las calles y edificaciones fueron las más complejas, 1,5, SD $\pm$  1,3 y 1,4, SD $\pm$  0,5 respectivamente, en cambio, las demás coberturas fueron las menos complejas: arborización, suelo impermeable, suelo descubierto (1,3, SD $\pm$  0,6), y césped (1,3, SD $\pm$  0,4). Para el año 2018, el suelo impermeable fue la cobertura con la forma más compleja, 1,5 (SD $\pm$  1,0), mientras que la arborización y el césped las menos complejas (1,3, SD $\pm$  0,4 respectivamente).

La variación del indicador entre ambos años da cuenta que el suelo impermeable fue el que más aumento su complejidad (+14%), en contraste a la morfología de las calles que se volvieron menos complejas (-5%).

7) El indicador de compacidad de forma con su desviación estándar (GYRATE\_MN, GYRATE SD), muestra que al año 2002, las calles fueron las formas menos compactas (9,8, SD± 24,9), en cambio, el césped fue la cobertura más compacta (5,3, SD± 3,8). Al año 2018, las edificaciones son las formas menos compactas (9,4, SD± 7), mientras que el césped nuevamente es la cobertura más compacta (5,3, SD± 3,9).

La variación entre ambos años para esta métrica señala que el suelo impermeable fue el que más perdió compacidad de forma, aumentando en un 32% su elongación. En cambio, la cobertura arbórea y las calles se volvieron más compactas, disminuyendo un 7% y 16% respectivamente.

8) La métrica CONNECT, muestra valores cercanos a 0 en ambos años, lo que significa poca conectividad física. A pesar de esto, en 2002, las calles presentaron la mejor conectividad (0,7) y el césped el valor más bajo (0,2). En el 2018, situación es similar, las calles presentaron mejor conectividad (0,8), mientras que el césped y la arborización la conectividad más baja (0,2 en ambos casos).

La variación porcentual de la conectividad física, indica que el mayor aumento fue de un 83% para el suelo impermeable, pasando de 0,3 a 0,6. La única variación negativa, fue para la arborización, que disminuyó su conectividad en un 12%, pasando de 0,3 a 0,2.

9) Por último, la métrica COHESION, que representa la agregación de acuerdo con la conectividad física, da cuenta que el año 2002, las calles fueron las más agregadas (95), seguida por el suelo descubierto (89), a diferencia del césped que presentó menor valor (68,9). En el 2018, las calles vuelven a ser más agregadas

(97,4), seguidas esta vez por el suelo impermeable (92,6), mientras que el césped presentó la menor agregación (72,8).

La variación de la agregación entre ambos años da cuenta que, el suelo impermeable fue el que más aumentó su agregación (+7%), seguido por el césped (+6%), las calles (+3%) y las edificaciones (+2%). En cambio, hubo variaciones negativas para el suelo descubierto (-4%) y la arborización (-8%).

## **2) Indicador superficie vegetal (m<sup>2</sup>) / habitante**

En el año 2002, la provisión de superficie vegetal (arborización + césped) (m<sup>2</sup>), obtenida de CA, corresponde a 329000 (m<sup>2</sup>), mientras que la población asciende a 8509 personas (INE, 2002). Por lo tanto, el indicador de superficie vegetal para este año es de 38,7 (m<sup>2</sup>) / habitante.

Para el año 2018 la provisión de superficie vegetal (m<sup>2</sup>) corresponde a 254400 (m<sup>2</sup>), y la población a 15991 personas (INE, 2017). Este año, la provisión es de 15,9 (m<sup>2</sup>) /habitante.

La variación de la superficie vegetal entre ambos años es negativa, un 88% menos en total, por un lado, la arborización disminuye un 27% y por otro, el césped disminuye un 14%.

Respecto a la población, esta aumenta en un 88%, pasando de 8509 a 15991 habitantes.

Este aumento de población y disminución de la vegetación tendrá efectos significativos en la provisión de superficie vegetal para el barrio, constatándose una disminución del 59% entre ambos años, pasando de 38,7 (m<sup>2</sup>)/habitante a 15,9 (m<sup>2</sup>)/habitante.

	<b>Coberturas</b>	<b>NP</b>	<b>CA</b>	<b>PLAND (%)</b>	<b>LPI</b>	<b>PD</b>	<b>AREA_MN (± SD) (ha)</b>		<b>SHAPE_MN (± SD) (ha)</b>		<b>GYRATE_MN (± SD)</b>		<b>CONNECT</b>	<b>COHESION</b>
1	Arborización	762	22,1	22,4	3,2	772,0	0,03	0,1	1,3	0,6	6,6	7,4	0,3	86,7
2	Césped	702	10,8	10,9	1,1	711,2	0,02	0,0	1,3	0,4	5,3	3,8	0,2	68,9
3	Descubierto	225	8,7	8,8	1,9	227,9	0,04	0,1	1,3	0,6	7,1	10,3	0,5	89,0
4	Impermeable	900	25,1	25,5	1,2	911,8	0,03	0,1	1,3	0,6	6,2	7,3	0,3	86,2
5	Calles	199	9,6	9,7	3,6	201,6	0,05	0,3	1,5	1,3	9,8	24,9	0,7	95,0
6	Edificios	531	22,3	22,6	0,8	537,9	0,04	0,1	1,4	0,5	8,7	6,6	0,4	81,5

Tabla 35. Métricas de paisaje, Barrio El Llano, Año 2002. Elaboración propia.

	<b>Coberturas</b>	<b>NP</b>	<b>CA</b>	<b>PLAND (%)</b>	<b>LPI</b>	<b>PD</b>	<b>AREA_MN (± SD) (ha)</b>		<b>SHAPE_MN (± SD) (ha)</b>		<b>GYRATE_MN (± SD)</b>		<b>CONNECT</b>	<b>COHESION</b>
1	Arborización	720	16,2	16,4	1,3	729,4	0,02	0,1	1,3	0,4	6,1	5,9	0,2	80,0
2	Césped	555	9,3	9,4	1,0	562,3	0,02	0,0	1,3	0,4	5,3	3,9	0,2	72,8
3	Descubierto	146	4,9	5,0	0,6	147,9	0,03	0,1	1,4	0,7	7,9	10,9	0,7	85,5
4	Impermeable	567	33,2	33,7	2,4	574,4	0,06	0,2	1,5	1,0	8,2	11,6	0,6	92,6
5	Calles	192	10,2	10,4	6,7	194,5	0,05	0,5	1,4	1,6	8,2	24,1	0,8	97,4
6	Edificios	500	24,9	25,2	1,0	506,5	0,05	0,1	1,4	0,5	9,4	7,0	0,4	83,1

Tabla 36. Métricas de Paisaje, Barrio El Llano, Año 2018. Elaboración propia.

	<b>Coberturas</b>	<b>NP</b>	<b>CA</b>	<b>PLAND (%)</b>	<b>LPI</b>	<b>PD</b>	<b>AREA_MN (± SD) (ha)</b>		<b>SHAPE_MN (± SD) (ha)</b>		<b>GYRATE_MN (± SD)</b>		<b>CONNECT</b>	<b>COHESION</b>
1	Arborización	-6%	-27%	-27%	-59%	-6%	-22%	-0,5	-3%	-0,2	-7%	-0,2	-12%	-8%
2	Césped	-21%	-14%	-14%	-10%	-21%	8%	0,0	-2%	-0,1	0%	0,0	13%	6%
3	Descubierto	-35%	-44%	-44%	-70%	-35%	-13%	-0,5	6%	0,1	11%	0,1	55%	-4%
4	Impermeable	-37%	32%	32%	96%	-37%	110%	1,4	14%	0,6	32%	0,6	83%	7%
5	Calles	-4%	6%	6%	89%	-4%	10%	0,7	-5%	0,2	-16%	0,0	7%	3%
6	Edificios	-6%	12%	12%	29%	-6%	18%	0,2	1%	0,0	8%	0,1	2%	2%

Tabla 37 Variación métricas del paisaje, Barrio El Llano. Elaboración propia.

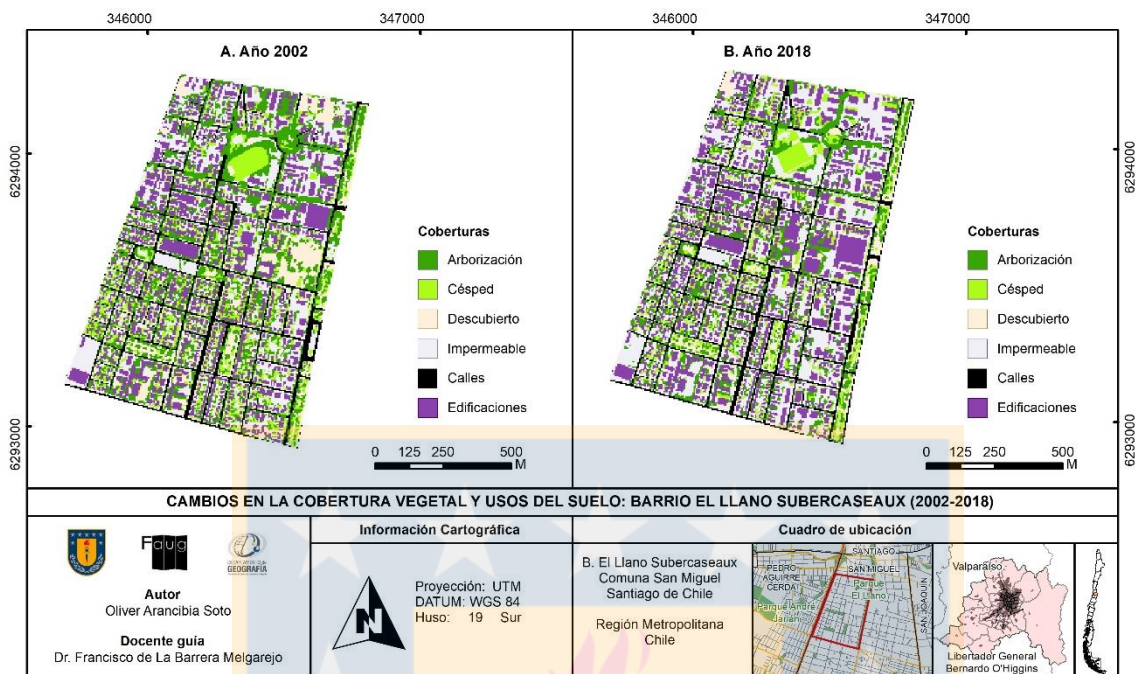


Figura 15. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO EL LLANO SUBERCASEAUX AÑO 2002				
Tipo	(CA) Ha.	m2	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	22,1	221000	8509	
Césped	10,8	108000		
<b>Total</b>	<b>32,9</b>	<b>329000</b>		

Tabla 37. Elaboración propia.

INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: BARRIO EL LLANO SUBERCASEAUX AÑO 2018				
Tipo	(CA) Ha.	m2	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Arborización	16,2	161725	15991	
Césped	9,3	92675		
<b>Total</b>	<b>25,4</b>	<b>254400</b>		

Tabla 38. Elaboración propia.

VARIACIÓN INDICADOR VEGETACIÓN URBANA: B. EL LLANO SUBERCASEAUX 2002 -2019				
Tipo	(CA) Ha.	Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes	
Arborización	<b>-27%</b>	<b>88%</b>	<b>-59%</b>	
Césped	<b>-14%</b>			
<b>Total</b>	<b>-23%</b>			

Tabla 40. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados de forma integrada, primero, para las métricas y luego para el indicador de vegetación urbana.

La tabla 41 muestra las variaciones porcentuales obtenidas para todas las métricas y barrios. En color verde se muestra la variación positiva más alta para cada métrica y en rojo la variación negativa más baja por métrica. Esto permite, primero, visualizar las coberturas de mayor variación y, segundo, cuáles son los barrios donde se producen los mayores cambios.

Un rasgo general a todos los barrios fue la variación del suelo impermeable, el cual tiende a aumentar su ocupación, tamaño medio, estiramiento y complejidad en el tiempo, aunque reporta situaciones diferentes para su conexión física y agregación, pudiendo encontrarse más localizado y agregado, o desconectado y desagregado. En el primer caso, se presentan Villa Portales, Villa Olímpica y El Llano, y en el segundo Pedro de Valdivia Norte.

Respecto a los barrios de mayor variación, en Villa Portales las variaciones más altas, aunque contrastantes, se dan entre el césped y el suelo impermeable. La cobertura del césped posee las mayores disminuciones en comparación a otros barrios. Los rasgos principales de sus variaciones se explican por la caída del tamaño medio de los fragmentos, el césped tiende a compactarse, a tener formas menos complejas y a desagregarse. Esto es señalado por la disminución de AREA\_MN en -79%, SHAPE\_MN en -23%, GYRATE\_MN en -51% y COHESION en un -18%. Estas pérdidas tienen correspondencia con la posterior concentración del césped en zonas específicas como las nuevas áreas verdes creadas del tipo plaza, adoptando estas formas más compactas.

Por otro lado, el suelo impermeable de la Villa Portales posee rasgos de mayor ocupación, crecimiento de sus fragmentos, densidad, agregación y menor conexión espacial. Su ocupación aumenta un +828% en CA/PLAND, +659% en el NP, 280 en LPI, +659% en PD y +9% en COHESIÓN, solo disminuyendo en CONNECT -

78%. La mayor presencia de esta cobertura, aunque con poca conexión, se explica por su localización específica cercana a edificaciones y compartiendo con el césped, debido a la creación de áreas verdes con presencia de cemento, como canchas o paseos.

En el caso de Pedro de Valdivia Norte, las calles presentan grandes transformaciones, caracterizadas por el crecimiento del tamaño medio de sus fragmentos, mayor complejidad de forma, estiramientos e interconexión espacial. Esas características son señaladas por la disminución del 74% en NP, disminución de PD en 74%, aumentos de 602% en AREA\_MN, 55% en SHAPE\_MN, 137% en GYRATE\_MN y 616% en CONNECT. Estos cambios se deben a la ampliación de las calles para la construcción de túneles y de autopistas urbanas, las que bordean el perímetro sur-oriente del barrio y lo atraviesan, lo que también significó la fragmentación de áreas verdes como el Parque de las Esculturas.

En el caso del suelo descubierto, este reduce significativamente su ocupación en comparación a todos los barrios, disminuyendo un 77% en CA/PLAND, presentando rasgos de desaparición, desagregación y compacidad, ya que presenta variaciones negativas en todas las métricas. En T1, esta cobertura se localizaba principalmente en los márgenes del parque de las Esculturas, siendo reemplazado principalmente por el césped, la arborización y la ampliación de las calles en T2.

En el barrio Villa Olímpica, las variaciones más altas se concentran en el suelo impermeable, el césped y el suelo descubierto, con una ocupación similar a la de Villa Portales, aunque menores en porcentaje. El suelo impermeable tiende a tener cambios favorables en ocupación y agregación, explicado por el aumento del 62% de su dominancia CA/PLAND, aumentos del 3% en NP y densidad PD respectivamente, y 8% en COHESION, lo que se debe principalmente por la construcción de estacionamientos al interior de las manzanas, alrededor de áreas verdes, o contiguamente a las edificaciones. En contraste, el césped solo presenta variaciones negativas, con rasgos de reducción del tamaño medio en -25%



(AREA\_MN), pérdida de complejidad -9% (SHAPE\_MN) y de estiramiento -19% (GYRATE\_MN), lo que da cuenta que tiende a compactarse y localizarse en zonas específicas como las áreas verdes. Cabe reconocer que la superficie de las edificaciones se mantuvo intacta, registrando 0% de variaciones.

Finalmente, en El Llano, las variaciones más significativas se dan en el suelo impermeable, el cual presenta rasgos favorables de crecimiento en tamaño, ocupación, volviéndose más alargado, más complejo, y más conectado. Esto se refleja en las disminuciones de NP y PD en -37%, y crecimientos en AREA\_MN, SHAPE\_MN, GYRATE\_MN Y CONNECT, en 110%, 14%, 32% y 83% respectivamente. La impermeabilización tiende a concentrarse al interior de manzanas rodeadas de edificaciones, por lo cual adquiere la forma de sus perímetros, como estacionamientos o patios. En relación con esto, el suelo descubierto pierde ocupación y tamaño, explicadas por la disminución en CA/PLAND -44% y LPI -70% principalmente en las zonas que fueron impermeabilizadas.

Respecto a las variaciones porcentuales en el indicador de provisión de vegetación urbana, compuesta por arborización más el césped dividido por la población, la tabla muestra los cambios significativos en rojo (mínimos) y verde (máximo) para los 4 barrios.

En general en todos los barrios hubo disminución en la cantidad provista de vegetación. Siendo el barrio Villa portales el que más vegetación perdió (-36%), y el barrio Pedro de Valdivia Norte el que menos perdió (-19%). Los efectos de estos cambios en el indicador de vegetación urbana ( $m^2$ ) / habitante, fueron consistentes en el Barrio Pedro de Valdivia Norte, ya que fue el que menos disminuyó en el indicador (-9%), lo que se explica además por la disminución de población en 190 personas. A pesar de que la Villa Portales pierde más vegetación, no tiene gran efecto en la provisión de sus habitantes, ya que su población sólo crece un 1%, en comparación al Barrio El Llano, que pierde un 23% de vegetación, pero aumenta su

población en un 88% (7,4 mil personas), impactando negativamente al indicador (-59%), ya que pasa de proveer 38,7 m2 de vegetación por persona a 15,9 m2.



SINTESIS DE LAS VARIACIONES PORCENTUALES DE LAS METRICAS PARA TODOS LOS BARRIOS.										
	Coberturas	NP	CA - PLAND	LPI	PD	AREA_MN	SHAPE_MN	GYRATE_MN	CONNECT	COHESION
Barrio Pedro De Valdivia Norte	Arborización	+38%	-13%	-45%	+38%	-37%	-5%	-17%	-21%	-4%
	Césped	+33%	-33%	+53%	+33%	-50%	<b>-18%</b>	-33%	<b>-39%</b>	-12%
	Descubierto	-28%	<b>-70%</b>	<b>-77%</b>	-28%	<b>-58%</b>	-13%	<b>-39%</b>	-14%	<b>-16%</b>
	Impermeable	<b>+78%</b>	+14%	-33%	<b>+78%</b>	-36%	-15%	-30%	-37%	-4%
	Calles	<b>-74%</b>	<b>+81%</b>	<b>+168%</b>	<b>-74%</b>	<b>+602%</b>	<b>+55%</b>	<b>+137%</b>	<b>+616%</b>	+3%
	Edificios	-22%	+14%	+53%	-22%	+46%	+9%	+22%	30%	<b>+6%</b>
Barrio Villa Portales	Arborización	+68%	+23%	-23%	+68%	-26%	-1%	-15%	-11%	-5%
	Césped	+92%	<b>-59%</b>	<b>-88%</b>	+92%	<b>-79%</b>	<b>-23%</b>	<b>-51%</b>	-61%	<b>-18%</b>
	Descubierto	+24%	-39%	-68%	+24%	-51%	-1%	-22%	-22%	-5%
	Impermeable	<b>+659%</b>	<b>+838%</b>	<b>+280%</b>	<b>+659%</b>	<b>+24%</b>	<b>+38%</b>	<b>+41%</b>	<b>-78%</b>	<b>+9%</b>
	Calles	+23%	+3%	-15%	+23%	-17%	-7%	-13%	-7%	-2%
	Edificios	<b>+3%</b>	+5%	-2%	<b>+3%</b>	+2%	+1%	-1%	<b>+63%</b>	+1%
Barrio Villa Olímpica	Arborización	-3%	0%	-54%	-3%	+3%	-4%	-2%	0%	-2%
	Césped	<b>-12%</b>	<b>-34%</b>	<b>-27%</b>	<b>-12%</b>	<b>-25%</b>	<b>-9%</b>	<b>-19%</b>	<b>-18%</b>	<b>-6%</b>
	Descubierto	-34%	-4%	<b>+123%</b>	-34%	+46%	+10%	+23%	+62%	+8%
	Impermeable	<b>+3%</b>	<b>+62%</b>	<b>+91%</b>	<b>+3%</b>	<b>+58%</b>	<b>+10%</b>	<b>+16%</b>	<b>+23%</b>	<b>+8%</b>
	Calles	-6%	0%	-9%	-6%	+6%	+5%	+11%	<b>-27%</b>	-1%
	Edificios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Barrio El Llano	Arborización	-6%	-27%	-59%	-6%	-22%	-3%	-7%	-12%	<b>-8%</b>
	Césped	-21%	-14%	-10%	-21%	+8%	-2%	0%	+13%	+6%
	Descubierto	<b>-35%</b>	<b>-44%</b>	<b>-70%</b>	<b>-35%</b>	<b>-13%</b>	<b>+6%</b>	<b>+11%</b>	<b>+55%</b>	<b>-4%</b>
	Impermeable	<b>-37%</b>	<b>+32%</b>	<b>+96%</b>	<b>-37%</b>	<b>+110%</b>	<b>+14%</b>	<b>+32%</b>	<b>+83%</b>	<b>+7%</b>
	Calles	-4%	+6%	+89%	-4%	+10%	-5%	-16%	+7%	+3%
	Edificios	-6%	+12%	+29%	-6%	+18%	+1%	+8%	+2%	+2%

Tabla 41. Elaboración propia.

SINTESIS VARIACIÓN INDICADOR VEGETACIÓN URBANA 2002 -2019				
Barrios	Tipo	Variación (CA) Ha.	Variación Población	Superficie Vegetal (m <sup>2</sup> ) / Habitantes
Pedro de Valdivia Norte	Arborización	-13%	<b>-10%</b>	<b>-9%</b>
	Césped	-34%		
	Total	<b>-19%</b>		
Villa Portales	Arborización	+23%	<b>+1%</b>	<b>-36%</b>
	Césped	-59%		
	Total	<b>-36%</b>		
Villa Olímpica	Arborización	-31%	<b>-8%</b>	<b>-26%</b>
	Césped	-35%		
	Total	<b>-32%</b>		
El Llano Subercaseaux	Arborización	-27%	<b>+88%</b>	<b>-59%</b>
	Césped	-14%		
	Total	<b>-23%</b>		

Tabla 42. Elaboración propia.

## 5 DISCUSIÓN

El desarrollo urbano hacia el interior de las ciudades tiene por características: el cambio de las morfologías edificadas, la destrucción de viviendas antiguas y la construcción de edificios, la construcción de infraestructura de transportes, el cambio del uso del suelo, el aumento de la población en ciertas zonas, etc. Estas dinámicas de cambio condicionan la conservación de espacios naturales y áreas verdes existentes, lo que afecta directamente la oferta disponible para los habitantes y la mantención de atributos asociados a servicios ecosistémicos.

En este estudio, los cambios asociados al desarrollo urbano, fueron analizados a nivel de barrio, por las siguientes motivaciones: primero, al incorporar aspectos de morfología urbana se puede describir mejor el contexto de origen de estas unidades junto con las áreas verdes y vegetación, segundo, al ser una escala más amplia, se pueden observar con mayor detalle las transformaciones que ocurren en aquellos elementos morfológicos preexistente como las edificaciones, calles y áreas verdes, además de la cobertura vegetal, y tercero, con la utilización de indicadores de áreas verdes y cobertura vegetal, se pueden evaluar si estos cambios en el entorno morfológico y usos del suelo, tienen alguna relación y efecto en la provisión de estos espacios.

### 5.1 Análisis de los resultados

A partir de los aspectos mencionados anteriormente, los resultados dan cuenta que existe consistencia entre aspectos de origen de los barrios y su mayor o menor grado de cambios en la morfología. Por un lado, en Villa Portales y Villa Olímpica, construidas bajo los paradigmas del movimiento moderno entre 1950 y 1970, no tuvieron cambios morfológicos significativos en las edificaciones, aunque aumentaron la provisión de áreas verdes para sus habitantes a 6,6 y 4,9 m<sup>2</sup>/habitante, principalmente por la construcción de nuevas plazas y cambios de población favorables al indicador.

En cambio, Pedro de Valdivia Norte y El Llano Subercaseaux, construidos entre 1940 y 1960, bajo los paradigmas de la ciudad jardín, desarrollaron mayores cambios, como la construcción de autopistas, ensanches de avenidas, edificaciones habitacionales y equipamientos, siendo el barrio El Llano el que se volvió más residencial y mayor impacto negativo tuvo en la provisión de áreas verdes debido al aumento de la población, proveyendo 6,9 m<sup>2</sup>/habitante al 2018. Mientras que, en Pedro de Valdivia Norte, la provisión por persona no se vio afectada ya que los cambios morfológicos tendieron a ser equipamientos, sin variaciones significativas en su población, aumentando el indicador a 19 m<sup>2</sup>/habitante en 2019. En particular, la situación de El Llano también ha sido abordada en otros estudios, principalmente por los efectos negativos del desarrollo inmobiliario, como la pérdida de patrimonio arquitectónico, aumentos en el precio del suelo y percepción social (Alvarado, 2017; Inzulza & Galleguillos, 2014), aunque sin mencionar efectos en áreas verdes. Gran parte de esta problemática encuentra sus razones en instrumentos de planificación actuales, como en el caso de Madrid (España), en donde 2 barrios analizados por García-García et al. (2020) fueron afectados negativamente por planes urbanos que aumentaron el volumen edificable, lo que conllevó a la densificación de los barrios, incluso eliminando espacios abiertos dotados de vegetación.

Para los resultados de las métricas, la situación general es que el suelo impermeable aumenta su ocupación en todos los barrios, pudiendo encontrarse más conectado y localizado en ciertas zonas. En cambio, la cobertura vegetal, que incluye la arborización y el césped del suelo, disminuye en todos los barrios. La Villa Portales es la que más se impermeabiliza y la que más vegetación pierde, situación contradictoria al hecho de que agrega más áreas verdes. Estos resultados son contrastantes con los cambios señalados por De La Barrera & Henríquez (2017), quienes encuentran leves aumentos de la cobertura vegetal en el núcleo urbano de Santiago, en donde se encuentran los barrios analizados de este estudio. Aunque estas diferencias se deben mayormente a que la escala análisis utilizada por los autores fue diferente, e incorporan toda el área metropolitana. Con todo, una

cuestión a discutir es realmente si la vegetación que disminuye en los barrios analizados es de calidad, lo que podría constatarse con indicadores NDVI.

Otras contradicciones son más evidentes en los resultados obtenidos de los indicadores de superficie por persona, medidos con el estándar SIEDU.

Para el indicador de áreas verdes ( $m^2$ ) / persona, solo el barrio Pedro de Valdivia Norte cumple el estándar  $10 m^2$ , ya que al 2019 provee  $19 m^2$ . Respecto a las variaciones por barrio, la Villa Portales posee el mayor aumento de áreas verdes porcentuales, debido a que provee más de estas y aumenta levemente su población (+27%), en comparación a El Llano que varía negativamente (-46%), debido al aumento de la población sin ganancia de nuevas áreas verdes (provisión de  $6,9 m^2$ / persona al 2019).

En el segundo indicador, cobertura vegetal ( $m^2$ ) / persona, los cambios fueron negativos en todos los casos, siendo el Barrio Pedro de Valdivia Norte el menos afectado (-9%) y el Llano el más afectado (-59%). Sin embargo, con este indicador todos los barrios superan el estándar de  $10 m^2$ / persona, ya que se basa en la vegetación de toda el área y no solo en la de las áreas verdes. Estas contradicciones del uso de indicadores de áreas verdes también han sido constatadas en un estudio realizado en 3 comunas diferenciadas socioeconómicamente dentro de Santiago, en donde se compara la vegetación provista en las áreas verdes, en términos de superficie ( $m^2$ ) por habitante. Considerando que este indicador solo representa la vegetación al interior las áreas verdes, se encuentran que ninguna de las 3 comunas se provee suficiente vegetación, por lo que no alcanzan el estándar de los  $10 m^2$ / persona.

## **5.2 Aspectos metodológicos.**

Los estudios multitemporales utilizan en su mayoría imágenes satelitales de mediana y alta resolución espacial, según disponibilidad, alta resolución temporal, y pertinencia de escala, siendo en su mayoría de escalas de ciudad, metropolitanas

o regionales (De la Barrera & Henríquez, 2017; Wang, Zhou, Qian, Li, & Han, 2018). Sin embargo, en este estudio se utilizaron imágenes obtenidas en Google Earth Pro, a través del visor Time Lapse, debido a que la escala de análisis es barrial, y se necesita mayor definición de los elementos para luego digitalizarlos.

La elección de esta fuente de datos, a pesar de que seguía la metodología propuesta por Equipo Urbano (2007), significó dificultades al proceso de generación de información, ya que no se siguen procesos de sensoramiento y clasificaciones directas, sino que se debe digitalizar mediante fotointerpretación cada uno de los elementos de los barrios para ambos años, agregando mayor tiempo de trabajo. Si bien, las imágenes responden bien a la resolución espacial, pudiendo diferenciar claramente entre casas, edificios y áreas verdes, las más antiguas disminuyeron su resolución radiométrica, implicando mayor dificultad en la interpretación de las coberturas del suelo y vegetación.

Por lo tanto, se considera una desventaja en términos de tiempo, seguir este procedimiento si se busca realizar estudios multitemporales a esta escala, mas no para la digitalización de elementos construidos que son más fáciles de identificar. Otros estudios más realizan estudios a escala de vecindario con imágenes de mejor resolución espacial, permitiendo analizar elementos morfológicos, la composición vegetal y su calidad, aunque no de forma multitemporal (Gupta, Kumar, Pathan, & Sharma, 2012).

Otro aspecto importante para mejorar es la elección y utilización de los indicadores de áreas verdes. Como se mencionó anteriormente, los resultados fueron distintos entre ambos indicadores, situación que no era esperada. Esto se debe a que el primer indicador evalúa sólo desde las áreas verdes ( $m^2$ ) (plazas, parques, estadios, etc.) por persona, mientras que el segundo considera toda la vegetación (arborización y césped) del barrio ( $m^2$ ) por persona. Para evitar estas inconsistencias respecto a la proporcionalidad, es recomendable utilizar el indicador de vegetación, referido a la cobertura existente en las áreas verdes y no en el área



total del barrio. Luego pueden establecerse comparaciones entre áreas verdes y la vegetación provista en estas, y la vegetación provista por el total del barrio, como se desarrolla en el estudio de 3 comunas del AMS (De La Barrera, Reyes, Banzhaf 2016).

### **5.3 Aportes para nuevos estudios y sugerencias para mejorar resultados.**

Este trabajo recoge el interés de la naturaleza urbana y la provisión de áreas verdes, en asociación con su entorno construido, a través de la incorporación de la morfología urbana descriptiva. Esta teoría ha sido desarrollada en la geografía urbana por Capel (2002) quien elabora una amplia investigación acerca de la evolución de las ciudades en sus formas, siendo los paradigmas urbanos del siglo XX los que vinculan en una primera instancia la planificación urbana con la vegetación (Eisenman, 2013; Flores Xolocotzi, 2017).

Para abordar la incorporación de la morfología descriptiva al estudio de la provisión de áreas verdes y vegetación urbana, se siguen las metodologías de Capel, actualizadas por Equipo Urbano (2007), a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales en Google Earth. Esto permitió, por un lado, dar contexto de origen a los barrios analizados y luego, describir elementos de estructura como el entramado urbano y la edificación según tipo y uso, cuestión que no ha sido abordada en otros estudios de áreas verdes junto al entorno. Otros estudios referidos al entorno y las áreas verdes a escalas locales evalúan aspectos actuales, prestando poca atención a su desarrollo anterior o futuro. Por ejemplo, el estudio en Leipzig (Alemania) señala atributos de servicios ecosistémicos en diferentes tipos de áreas verdes y entornos morfológicos de edificaciones y población (Andersson, Haase, Scheuer, & Wellmann, 2020). Este estudio puede ser enriquecido si se incorpora la perspectiva de su evolución y transformaciones en su morfología para conocer cómo pueden verse afectadas dichas funciones ecosistémicas.

También pueden incorporarse nuevos enfoques al estudio de los barrios desde perspectivas sociales con metodologías cualitativas. En otras ciudades de Latinoamérica, se han evaluado los entornos construidos de las áreas verdes, a escalas locales, enfocándose en la percepción social, la seguridad y los niveles atracción, según la ubicación y contexto urbano (Parra et al., 2010; Wright Wendel, 2012). En Santiago también se han evaluado atributos cualitativos a partir de condicionantes socioeconómicas de los barrios, los que dan cuenta de diferencias en el uso y apropiación de estos espacios (De La Barrera et al., 2016).

Con todo, al incorporar las dimensiones de morfología urbana, se pueda aportar a futuras investigaciones que busquen resaltar la importancia de los entornos morfológicos y arquitectónicos, en suma, a la evaluación de sus áreas verdes bajo contextos de desarrollo urbano, y presión inmobiliaria.

En específico, los barrios del movimiento moderno se construyeron en varias ciudades de Chile en los años 60, y disponen muchos de espacios abiertos, como áreas verdes, bajo las ideas del uso colectivo de estas. Sin embargo, el aumento de la impermeabilización incluso dentro las nuevas áreas verdes construidas, merma la capacidad de proveer vegetación en estos barrios y con ellos otros servicios ecosistémicos.

Una forma de promover la conservación y recuperación de espacios abiertos en barrios del Movimiento Moderno es la plantación de vegetación, apoyadas desde decisiones comunitarias y/o políticas urbanas, con el evitar pérdidas de suelo permeable.

Los barrios tipo ciudad jardín estudiados fueron construidos con una visión más individualizada, con viviendas unifamiliares separadas, pero suficiente provisión de vegetación en jardines interiores, y menos cantidad de áreas verdes (no de superficie). Estos barrios, demostraron ser más sensibles a cambios en sus

morfologías originales y tendieron a densificarse y/o equiparse con nuevas infraestructuras.

Ante la presión del desarrollo inmobiliario sobre este tipo de barrios, y siguiendo a García-García *et al.* (2020), tanto comunidades vecinas como los instrumentos de planificación territorial deben salvaguardar, por un lado, el patrimonio arquitectónico y, por otro lado, mitigar la disminución de superficie verde por persona. En la comuna de San Miguel, donde se ubica El Llano, el establecimiento de ordenanzas y modificaciones a los Planos Regulator Comunes en 2016, ha permitido frenar los avances del desarrollo inmobiliario, estableciendo límites de altura y de poblamiento.

Por otro lado, en lo metodológico se reconoce como desventaja digitalizar todos los elementos de los barrios, debido al tiempo empleado, sin embargo, puede ser un método sencillo para entidades que requieran digitalizar y catastrar las edificaciones de sus barrios o comunas y que no posean conocimientos en manejo de imágenes satelitales.

A pesar de estas dificultades, el trabajo permitió incorporar una tercera dimensión, evaluando la transformación morfológica de las edificaciones a partir de la fotointerpretación. El interés por conocer el desarrollo urbano a partir de la morfología edificada ha sido resuelto en otros estudios utilizando técnicas de sensoramiento remoto mediante imágenes LiDAR. Estos trabajos han logrado caracterizar el desarrollo de la morfología urbana a partir de un tipo de unidad morfológica y también han podido dar cuenta de las morfologías residenciales y la cobertura vegetal de los patios (Ossola, Locke, Lin, & Minor, 2019; Zhao, Weng, & Hersperger, 2020)

Por último, respecto a la utilización de indicadores de áreas verdes, es recomendable que instituciones públicas como el SIEDU, encargadas de monitorear la provisión de áreas verdes, incorporen también aspectos de cobertura vegetal

presente en estos espacios, con el fin de otorgar mayor realidad acerca de los atributos biofísicos de estos espacios a escala barrial, permitir reparar en aquellas zonas donde haya menor presencia de vegetación, mejorando aspectos de sustentabilidad.

También pueden desagregarse internamente por barrio, para conocer en que localidades de la comuna la situación es más o menos favorable. Actualmente el SIEDU monitorea por comuna, y para los casos de estudio, serían las comunas Providencia, Estación Central, Ñuñoa y San Miguel, en las cuales, la provisión es de superficie verde es de: 14,94, 3,97, 2,44 y 1,97 m<sup>2</sup>/ persona, respectivamente (SIEDU, 2022). Estos valores son menores al estándar establecido por la misma institución, y se encuentran por debajo de los encontrados cada barrio

## **6 CONCLUSIONES**

Esta investigación buscó responder qué características morfológicas a nivel de barrio, dan cuenta de las transformaciones y efectos en áreas verdes y vegetación, y cómo pueden aportar a la evaluación de la sostenibilidad urbana. Los 4 barrios se ubicaron en zonas pericentrales del centro del Área Metropolitana de Santiago, estos son el Barrio Pedro de Valdivia Norte (Providencia), Villa Portales (Estación Central), Villa Olímpica (Ñuñoa) y Barrio El Llano Subercaseaux (San Miguel) y tenían por rasgo morfológico de origen, su construcción a mediados de 1900, basados en paradigmas del movimiento moderno y la ciudad jardín.

Por un lado, el análisis del cambio de morfología urbana señala que solo dos barrios presentaron mayores cambios en lo que respecta a las edificaciones y entorno urbano, como los barrios Pedro de Valdivia Norte y El Llano Subercaseaux, mientras que los barrios modernos, Villa Portales y Villa Olímpica, conservaron su morfología edificada y usos. Sin embargo, se agregaron nuevas áreas verdes o se modificaron en su superficie en otros tres barrios, independientemente de los cambios en su morfología.

Para entender como estos cambios tuvieron efecto en la provisión de áreas verdes y vegetación urbana, se evaluó con métricas de paisaje e indicadores de provisión de áreas verdes y vegetación urbana por habitante. Estos incorporaron las coberturas vegetales, suelos, calles y edificaciones, y la población por manzana.

Los resultados muestran que sólo el barrio Pedro de Valdivia Norte estuvo por sobre el estándar de 10 m<sup>2</sup>/ habitante en ambos años, proveyendo 19,9 m<sup>2</sup> de áreas verdes y 82,2 m<sup>2</sup> de vegetación para sus habitantes. Esto se explica porque se volvió mayormente destinado a equipamientos, a la vez que mejoro su conectividad vial, aumentando la ocupación de las calles, mediante la ampliación de avenidas y construyendo autopistas. Por otro lado, su población disminuyó, lo que fue positivo para ambos indicadores en el tiempo.

En contraste, en El Llano Subercaseaux hubo disminución en los indicadores, evolucionando negativamente. Este se transformó en un barrio con mayor uso residencial, lo que atrajo gran cantidad de población (7,4 mil personas), sin embargo, no se construyeron nuevas áreas verdes, y sólo se modificó levemente su parque homónimo.

Aspectos compartidos para los cuatro barrios fueron el aumento de la superficie impermeable y la disminución de la vegetación (arborización y césped). Esto significa que a pesar de no tener cambios en la morfología edificada y aumentar sus áreas verdes en número, la vegetación disminuye, reduciendo el espacio para generar servicios ecosistémicos locales, como la regulación de temperaturas, atracción de aves, bienestar psicológico o captura de contaminantes.

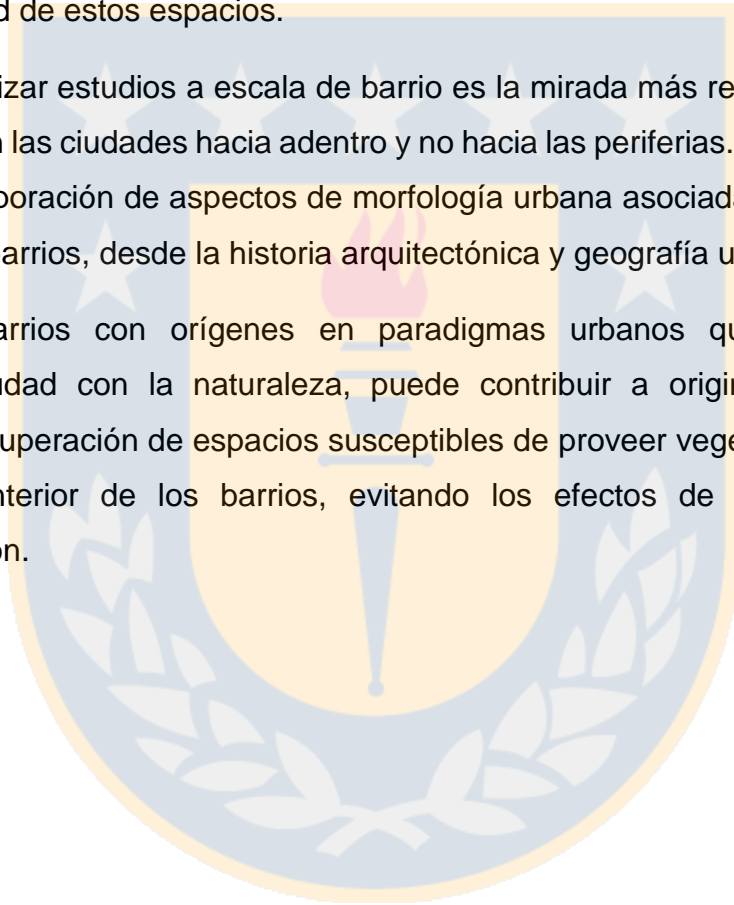
En relación con las metodologías utilizadas, en el futuro puede adquirirse mayor aprendizaje respecto a la teledetección mediante datos LiDAR, que permiten capturar datos geográficos de forma tridimensional con gran resolución espacial, además evaluar la calidad de la vegetación, la influencia ambiental de estas en el entorno, etc. Con el fin de realizar esta labor de manera más automatizada,

disminuyendo el tiempo de trabajo, ya que la digitalización empleada para conocer la morfología y coberturas es un trabajo de mucho tiempo.

En cuanto a la evaluación de la provisión de áreas verdes y la vegetación, debe mejorarse la utilización de indicadores tanto para fines investigativos como para el monitoreo de las instituciones, ya que si no se considera la vegetación como componente de las áreas verdes se puede caer en errores de estimación de provisión y calidad de estos espacios.

Un aporte de realizar estudios a escala de barrio es la mirada más real y detallada del cómo cambian las ciudades hacia adentro y no hacia las periferias. En lo teórico, se valora la incorporación de aspectos de morfología urbana asociada a contextos de origen de los barrios, desde la historia arquitectónica y geografía urbana.

El revalorizar barrios con orígenes en paradigmas urbanos que buscaban reconectar la ciudad con la naturaleza, puede contribuir a originar planes y programas de recuperación de espacios susceptibles de proveer vegetación en las ciudades y al interior de los barrios, evitando los efectos de la imperante impermeabilización.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 30(2).
- Alvarado, P. (2017). El Llano Subercasaux. Desarrollo y pérdida de su identidad en la tipología residencial actual. *Revista de Arquitectura*, 22, 42 - 50.
- Andersson, E., Haase, D., Scheuer, S., & Wellmann, T. (2020). Neighbourhood character affects the spatial extent and magnitude of the functional footprint of urban green infrastructure. *Landscape Ecology*, 35(7), 1605-1618. doi:10.1007/s10980-020-01039-z
- Auda-André, V. (2016). *Idéologie et morphologie de la ville, le cas des cités-jardins d'Ebenezer Howard : by Wisdom and Design*.
- Banzhaf, E., & De la Barrera, F. (2017). *Evaluating public green spaces for the quality of life in cities by integrating RS mapping tools and social science techniques*.
- Bartesaghi, C., Osmond, P., & Peters, A. (2017). Towards a comprehensive green infrastructure typology: a systematic review of approaches, methods and typologies. *Urban Ecosystems*, 20(1), 15-35. doi:10.1007/s11252-016-0578-5
- Bigsby, K. M., McHale, M. R., & Hess, G. R. (2014). Urban Morphology Drives the Homogenization of Tree Cover in Baltimore, MD, and Raleigh, NC. *Ecosystems*, 17(2), 212-227. doi:10.1007/s10021-013-9718-4
- Byomkesh, T., Nakagoshi, N., & Dewan, A. M. (2012). Urbanization and green space dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh. *Landscape and Ecological Engineering*, 8(1), 45-58. doi:10.1007/s11355-010-0147-7
- Byrne, J., & Sipe, N. (2010). Green and open space planning for urban consolidation – A review of the literature and best practice. *Urban Research Program*.
- Capel, H. (2002). *La morfología de las ciudades. Tomo I: Sociedad, cultura y paisaje urbano*: Ediciones del Serbal, S.A.
- CiudadConTodos. (2017). *Mesa de Áreas Verdes*. Retrieved from
- Clifton, K., Ewing, R., Knaap, G. J., & Song, Y. (2008). Quantitative analysis of urban form: a multidisciplinary review. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 1(1), 17-45. doi:10.1080/17549170801903496
- CNDU. (2017). *Sistema de indicadores y estándares de calidad de vida y desarrollo urbano*. Retrieved from <https://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/1.-PROPUESTA-SISTEMA-DE-INDICADORES-Y-EST%C3%81NDARES-DE-DESARROLLO-URBANO-1.pdf>
- CNDU. (2018). *Propuesta de sistema de indicadores y estándares de desarrollo urbano*.
- Corbusier, L. (1993). *A carta de Atenas*: Hucitec.

- Correa, C., Mendoza, M., & Granados, E. (2014). Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975-2008) de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México. *Revista de geografía Norte Grande*, 2014, 7-23. doi:10.4067/S0718-34022014000300002
- De la Barrera, F., & Henríquez, C. (2017). Vegetation cover change in growing urban agglomerations in Chile. *Ecological Indicators*, 81, 265-273. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.067>
- De la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., & Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, 62, 212-219. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.027>
- De la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., Harris, J., Bascuñán, D., & Farías, J. M. (2016). People's perception influences on the use of green spaces in socio-economically differentiated neighborhoods. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 254-264. doi:10.1016/j.ufug.2016.09.007
- de Mattos, C., Fuentes, L., & Link, F. (2014). Tendencias recientes del crecimiento metropolitano en Santiago de Chile: ¿Hacia una nueva geografía urbana? *Revista INVI*, 29, 193-219.
- Dobbs, C., Hernández-Moreno, Á., Reyes-Paecke, S., & Miranda, M. D. (2018). Exploring temporal dynamics of urban ecosystem services in Latin America: The case of Bogota (Colombia) and Santiago (Chile). *Ecological Indicators*, 85, 1068-1080. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.062>
- Dobbs, C., Kendal, D., & Nitschke, C. R. (2014). Multiple ecosystem services and disservices of the urban forest establishing their connections with landscape structure and sociodemographics. *Ecological Indicators*, 43, 44-55. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.007>
- Eisenman, T. S. (2013). Frederick Law Olmsted, Green Infrastructure, and the Evolving City. *Journal of Planning History*, 12(4), 287-311. doi:10.1177/1538513212474227
- Eizenberg, E., Sasson, O., & Shilon, M. (2019). Urban Morphology and Qualitative Topology: Open Green Spaces in High-Rise Residential Developments. *Urban Planning; Vol 4, No 4 (2019): Large Urban Developments and the Future of Cities* DO - 10.17645/up.v4i4.2276.
- Fernandez, I., & De la Barrera, F. (2018). Biodiversidad urbana, servicios ecosistémicos y planificación ecológica: un enfoque desde la ecología del paisaje. In (pp. 113-146).
- Flores Xolocotzi, R. (2017). Una reflexión teórica sobre estándares de áreas verdes empleados en la planificación urbana. *Economía Sociedad y Territorio*. doi:10.22136/est002017682
- Fuentes, L., & Pezoa, M. (2018). Nuevas geografías urbanas en Santiago de Chile 1992 - 2012. Entre la explosión y la implosión de lo metropolitano. *Revista de geografía Norte Grande*, 131-151.



- Fuentes, L., & Pezoa, M. (2019). Los límites de lo urbano en la Macrozona Central de Chile. Entre lo “confuso” y lo “difuso” Un ejercicio de definición de su alcance y crecimiento. *Documentos de Trabajo IEUT*, 8.
- García-García, M. J., Christien, L., García-Escalona, E., & González-García, C. (2020). Sensitivity of green spaces to the process of urban planning. Three case studies of Madrid (Spain). *Cities*, 100, 102655. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102655>
- Gauthier, P., & Gilliland, J. (2006). Mapping urban morphology: a classification scheme for interpreting contributions to the study of urban form. *Urban Morphology*, 10(1), 41-50.
- Gold, J. R. (2009). Modern City. In R. Kitchin & N. Thrift (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 150-156). Oxford: Elsevier.
- Gómez Gonçalves, A. (2013). El verde urbano de las ciudades de Salamanca, Valladolid y Zamora: Delimitación, localización y utilización. In.
- GORE. (2014). *Política Pública Regional de Áreas Verdes. Región Metropolitana de Santiago*.
- GreenKeys. (2008). A strategy for urban green space. In G.-U. G. a. a. K. f. S. Cities (Ed.), *YOUR CITY – A GUIDE FOR URBAN GREEN QUALITY* (Vol. 2).
- Grunewald, K., Richter, B., Meinel, G., Herold, H., & Syrbe, R.-U. (2017). Proposal of indicators regarding the provision and accessibility of green spaces for assessing the ecosystem service “recreation in the city” in Germany. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 26-39. doi:10.1080/21513732.2017.1283361
- Haaland, C., & van den Bosch, C. K. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 760-771. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009>
- Haq, S. (2011). Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment. *Journal of Environmental Protection*, 02(05), 601-608. doi:10.4236/jep.2011.25069
- Hernández-Moreno, Á., & Reyes-Paecke, S. (2018). The effects of urban expansion on green infrastructure along an extended latitudinal gradient (23°S–45°S) in Chile over the last thirty years. *Land Use Policy*, 79, 725-733. doi:10.1016/j.landusepol.2018.09.008
- Huang, J., Lu, X. X., & Sellers, J. M. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*, 82(4), 184-197. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.010>
- INE. (2017). Síntesis de Resultados CENSO 2017. Retrieved from [https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicaci%C3%B3n-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06\\_6](https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicaci%C3%B3n-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06_6)

- Inzulza, J., & Galleguillos, X. (2014). Latino gentrificación y polarización: transformaciones socioespaciales en barrios pericentrales y periféricos de Santiago, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*(58), 135-159. doi:10.4067/s0718-34022014000200008
- La Rosa, Daniele. (2014) Accessibility to greenspaces: GIS based indicators for sustainable planning in a dense urban context. *Ecological Indicators*. doi: 10.1016/j.ecolind.2013.11.011
- M.A. (2005). *Millenium Ecosystem Assessment Synthesis Report*.
- McGarigal, K., & Ene, E. (2013). Fragstats 4.2. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- McGarigal, K., & Marks, B. (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Retrieved from Portland, OR, USA.:
- MINVU. (1992). DECRETO 47: FIJA NUEVO TEXTO DE LA ORDENANZA GENERAL DE LA LEY GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES. <http://bcn.cl/1uvyr>
- MINVU. (2017). *Índice Accesibilidad a Áreas Verdes de la Ciudad de Santiago*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Munita, H. (2015). *De la Unidad Vecinal Portales a la Unidad Vecinal Providencia: Expresión de los postulados del movimiento moderno en Chile*. (Doctor), Universidad de Sevilla, Sevilla.
- OECD. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators*. Organiation for economic cooperation and development; Statistics Directorate and the Directorate for Science, Technology and Industry; Econometrics Unit of the Joint Research Centre
- Ogle, J., Delparte, D., & Sanger, H. (2017). Quantifying the sustainability of urban growth and form through time: An algorithmic analysis of a city's development. *Applied Geography*, 88, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.08.016>
- Oliveira, V. (2016). The Study Of Urban Form: Different Approaches. In *Urban Morphology*.
- ONU. (2016). Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Ossola, A., Locke, D., Lin, B., & Minor, E. (2019). Greening in style: Urban form, architecture and the structure of front and backyard vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 185, 141-157. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.014>
- Palmer, M. (1987). *La Ciudad Jardín como modelo de crecimiento urbano: Santiago, 1935-1960*: Facultad de Arquitectura y Bellas Artes, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Rafiee, R., Salman Mahiny, A., & Khorasani, N. (2009). Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data. *International Journal*

- of *Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(6), 431-438. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jag.2009.08.005>
- Reyes-Paecke, & Figueroa. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales*, 36, 89-110. doi:10.4067/S0250-71612010000300004
- Reyes-Paecke, & Meza. (2011). Jardines residenciales en Santiago de Chile: Extensión, distribución y cobertura vegetal. *Revista chilena de historia natural*, 84, 581-592.
- Rojas, C., Muñiz, I., & Pino, J. (2013). Understanding the Urban Sprawl in the Mid-Size Latin American Cities through the Urban Form: Analysis of the Concepción Metropolitan Area (Chile). *Journal of Geographic Information System*, 5, 222-234.
- Romero, H., & Vásquez, A. (2008). Vegetación urbana y desigualdades socio-económicas en la comuna de Peñalolen, Santiago de Chile. Una perspectiva de justicia ambiental. *Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas* 2007, 1, 2730-0277.
- Rubira, F. (2015). Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espacos livres e degradação ambiental/impacto ambiental / Definition and differentiation of concepts green áreas/spaces free and environmental degradation/environmental impact. *Caderno de Geografia*, 26, 134. doi:10.5752/P.2318-2962.2016v26n45p134
- Rueda, S. (2012). *Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditaciones de la Calidad y sostenibilidad en el Medio Urbano* (A. d. E. U. d. Barcelona Ed.). España.
- Sabatini, F., & Soler, F. (1995). Paradoja de la planificación urbana en Chile. *EURE*.
- San Martín, E. (1992). *La arquitectura de la periferia de Santiago: experiencias y propuestas*: Editorial Andrés Bello.
- Sustainable Development Goals (SGD). (2018). *Indicator 11.7.1: Average share of the built-up area of cities that is open space for public use for all, by sex, age and persons with disabilities*. United Nations. URL: <https://sdg.data.gov/11-7-1/>
- Smardon, R. C. (1988). Perception and aesthetics of the urban environment: Review of the role of vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 15(1), 85-106. doi:[https://doi.org/10.1016/0169-2046\(88\)90018-7](https://doi.org/10.1016/0169-2046(88)90018-7)
- Sun, C., Wu, Z.-f., Lv, Z.-q., Yao, N., & Wei, J.-b. (2013). Quantifying different types of urban growth and the change dynamic in Guangzhou using multi-temporal remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 409-417. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.12.012>
- Tapia, R., Lange, C., & Larenas, J. (2009). Factores de deterioro del hábitat residencial y de vulnerabilidad social en la conformación de barrios precarios: breve revisión de algunos programas de barrios en Chile y en la región. *Cuaderno de trabajo*, 1.

- Tooke, T. R., Coops, N. C., Goodwin, N. R., & Voogt, J. A. (2009). Extracting urban vegetation characteristics using spectral mixture analysis and decision tree classifications. *Remote Sensing of Environment*, 113(2), 398-407. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.10.005>
- Troncoso, N., & Kremer, J. (2008). Fragmentos del Movimiento Moderno en Chile: Población Exequiel González Cortés (ex Villa Olímpica). *Revista de Arquitectura*, 14. doi:10.5354/0719-5427.2008.28185
- Truffello, R., & Hidalgo, R. (2013). Policentrismo en el Área Metropolitana de Santiago de Chile: reestructuración comercial, movilidad y tipificación de subcentros. *EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales*, 41, 49-73. doi:10.4067/S0250-71612015000100003
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167-178. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.02.001
- Urbano, E. (2007a). EL USO DE GOOGLE EARTH PARA EL ESTUDIO DE LA Q MORFOLOGÍA DE LAS CIUDADES 1: Alcances y limitaciones. *Ar@cne Q Revista Electrónica de Recursos en Internet Sobre Geografía y Ciencias Sociales*, 100.
- Urbano, E. (2007b). EL USO DE GOOGLE EARTH PARA EL ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA URBANA 2: LAS TRAMAS URBANAS. *Ar@cne Revista Electrónica de Recursos en Internet Sobre Geografía y Ciencias Sociales*, 101.
- Veal, A. J. (2013). *Open space planning standars in Australia: in search of origins*. *Australian Planner* (50), 224-232. doi: 10.1080/07293682.2012.739567
- Wang, J., Zhou, W., Qian, Y., Li, W., & Han, L. (2018). Quantifying and characterizing the dynamics of urban greenspace at the patch level: A new approach using object-based image analysis. *Remote Sensing of Environment*, 204, 94-108. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.10.039>
- Whitehand, J. W. R. (2019). Green space in urban morphology: a historico-geographical approach. *Urban Morphology*, 23(1), 5-17.
- Winfield, F., & Martí, D. (2013). URBANISMO Y MODERNIDAD: La influencia de las ciudades jardín en México: 1921-1930. *Arquitecturas del Sur*, 31(44), 34-47.
- Wolf, K. (2005). Business district streetscapes, trees, and consumer response. *Journal of Forestry*, 103.
- Zhao, C., Weng, Q., & Hersperger, A. M. (2020). Characterizing the 3-D urban morphology transformation to understand urban-form dynamics: A case study of Austin, Texas, USA. *Landscape and Urban Planning*, 203, 103881. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103881>

