INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS Y TERRITORIALES
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS

Estacionamientos en barrios densificados del Área metropolitana de Santiago: efectos en la circulación vehicular y peatonal

Tesis presentada para obtener el grado académico de
Magister en Desarrollo Urbano

Gary Amberths

Profesor guía: Magdalena Vicuña del Río

Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales
Pontificia Universidad Católica de Chile

16 de Noviembre de 2018

Tesis asociada al proyecto FONDECYT Nº 11170501 "Impacto de la densificación residencial intensiva en la re-estructuración espacial de la ciudad neoliberal: morfología y normativa urbana en el Área Metropolitana de Santiago", cuyo investigador responsable es la Dra. Magdalena Vicuña del Río.

Índice

Introducción

1. Diseño de Investigación ……..…….……03

1.1 Planteamiento del problema
1.2 Hipótesis de investigación
1.3 Objetivos del estudio
1.4 Metodología

2. Marco Teórico…….……..19

2.1 Relaciones entre forma urbana, movilidad y congestión
2.2 El rol del estacionamiento en el tejido urbano
2.3 Realidades de la congestión vehicular
2.4 La congestión vehicular: ¿Un problema o un costo?

3. Evidencia Empírica…….…….……31

3.1 La densificación residencial como catalizadora en la producción de estacionamientos
3.2 Tipologías de densidades de estacionamientos y el entorno urbano
3.3 Análisis de los efectos de la densidad de estacionamientos sobre el entorno urbano construido

4. Conclusiones y Recomendaciones…….…….…….54

4.1 Discusión de objetivos
4.2 Limitantes
4.3 Futuras aproximaciones de investigación
4.4 Reflexiones finales

Referencias bibliográficas……..…….…..…60

Anexos……64

Resumen

En el marco de fenómenos de densificación residencial intensiva, no solo se promueve la producción de viviendas, sino también se incentiva la producción masiva de estacionamientos en zonas centrales de la ciudad, las cuales cuentan con buena conectividad y movilidad a nivel de transporte público. De esta manera, esta investigación apela a una de las distintas aristas de aproximación a problemáticas de congestión vehicular: el rol de la producción de estacionamientos localizados en las torres residenciales como uno de los potenciales causantes del aumento de la carga vehicular y transformaciones en el entorno urbano que debilitan la calidad del espacio público. En ese sentido, diversas tipologías de densificación supondrían diferentes dimensiones de impactos sobre la trama vial por medio de la densidad de estacionamientos originada.

Mediante un estudio cuantitativo, se caracterizaron tipologías edificatorias en base a densidad de estacionamientos y su relación con la carga vehicular en el entorno urbano. Asimismo, se realiza un estudio paisajístico con el fin de conocer los elementos urbanos que se ven afectados por dichas dinámicas y una síntesis de los hallazgos de los casos de estudio para identificar el vínculo entre densidad de estacionamientos y tipologías de densificación residencial intensiva en el Area Metropolitana de Santiago (AMS). En conjunto con la densidad de estacionamientos, se propuso un nuevo parámetro para medir los efectos de la densidad de estacionamientos en el entorno urbano: el porcentaje de aporte al flujo vehicular, el cual expresa el porcentaje de participación e interrupción del flujo vehicular, esto es, a mayor porcentaje, mayor impacto sobre el entorno.

Los hallazgos indican que, en efecto existe cierta correlación entre densidades residenciales y densidades de estacionamientos sobre el entorno urbano en términos aumento de la carga vehicular, aporte al flujo vehicular y efectos sobre el espacio público. Además, se observa que ante el grado de centralidad de un proyecto en el AMS, surgen patrones de aumento o disminución en densidades residenciales y densidades de estacionamientos, es decir, son directamente proporcional. Asimismo, al acercarse a la esfera normativa se percibe la carencia de instrumentos de planificación que regulen la dotación de estacionamientos en zonas centrales y pericentrales abastecidas de infraestructura de transporte.

Palabras clave: Área metropolitana de Santiago; densidad de estacionamientos; densificación residencial; carga vehicular.

Estacionamientos en barrios densificados del Área Metropolitana de Santiago: efectos en la circulación vehicular y peatonal.

Por: Gary R. Amberths Fernández
Profesora guía: Magdalena Vicuña del Río

Fuente | Elaboración propia

Introducción

La ciudad chilena, como parte de la región de América Latina y el Caribe, no está exenta de procesos de congestión vehicular y dificultades en el desarrollo de la movilidad urbana espacial, característicos en las grandes ciudades. No obstante, dicha congestión no es un fenómeno directamente proporcional al tamaño de los centros urbanos. Por un lado, existen grados de congestión alarmantes en metrópolis latinoamericanas, a saber: Ciudad de México, San Pablo, Santiago de Chile, y Bogotá, las cuales perfilan entre capitales del tráfico vehicular a nivel mundial (INRIX, 2018). Por otro lado, ciudades como Curitiba, La Paz, Ciudad de Panamá y Brasilia, no se les vincula a procesos de congestión vehicular comparado a los niveles hallados en el resto del continente, aun así, dichos procesos se relacionan con otros fenómenos urbanos socioespaciales.

Esta tesis se realiza en el marco del proyecto FONDECYT Nº 11170501 "Impacto de la densificación residencial intensiva en la re-estructuración espacial de la ciudad neoliberal: morfología y normativa urbana en el Área Metropolitana de Santiago"[1]. En este contexto, y dado que la densificación residencial intensiva podría asociarse a una mayor carga vehicular cuando esta última no se encuentra regulada, la congestión se constituye como uno de los tantos impactos de este proceso de transformación urbana. Esto es, toda vez que dichos procesos de densificación ocurren en zonas con importantes grados de centralidad, abastecidas por transporte público. Hablamos de zonas con altos grados de complejidad a cuando a resolución de carga y congestión vehicular se refiere, por ende, vale explorar diversas soluciones con el fin de medir la eficacia de cada una de ellas.

Como consecuencia de esto, se observan fenómenos que atentan contra la calidad de vida y espacio urbano. Por un lado, los costos sociales y ambientales de la congestión, como aumento de accidentabilidad, aumento de los tiempos de viajes, disminución de la calidad del aire, aumento de la percepción de inseguridad, etc. Por otro, el detrimento de la calidad del tejido urbano al observar fachadas con muros ciegos y carentes de vigilancia pasiva, la invasión de vehículos sobre las veredas, generación de efectos sombra por parte de los edificios y ruptura de vocaciones urbanas en zonas consolidadas.

Producto de la masificación de estacionamientos en zonas centrales de la ciudad, se ha incrementado la densidad y carga vehicular. El aumento del flujo vehicular ha sido un fenómeno ampliamente abordado una vez el vehículo, como objeto de estudio, se encuentra inscrito en la red vial de la ciudad. Sin embargo, escasas son las aproximaciones al estudio de la producción de estacionamientos localizados en predios con densificación residencial, principalmente las situadas en nuevos puntos de concentración poblacional en ciudades latinoamericanas. Por lo anterior, la carga vehicular no solo sería afectada por el aumento de autos, consecuencia de la centralidad de los barrios en proceso de densificación, sino que estaría intervenido por la presión ejercida desde el

[1] Dicha investigación tiene por objetivo general comprender en profundidad los impactos de la densificación residencial intensiva en el tejido urbano y espacio público del Área Metropolitana de Santiago. Se entiende por Área Metropolitana de Santiago (AMS) las 34 comunas que conforman que componen el núcleo del sistema urbano (comunas de la Provincia de Santiago más San Bernardo y Puente Alto) (De Mattos, Fuentes & Link, 2014).

espacio privado gracias al incremento intensivo de la densidad de estacionamientos (estacionamientos /ha.).

La presente tesis analiza los efectos que genera la densidad de estacionamientos de edificios de barrios en procesos de densificación residencial intensiva, en el aumento de densidad y carga vehicular sobre la trama vial de barrios seleccionados del Área Metropolitana de Santiago (AMS). La tesis se estructura en cuatro capítulos divididos en dos grandes secciones: La primera sección que, consiste en los capítulos generales de presentación y estructura de la investigación, contiene: el (I) Diseño de la investigación (planteamiento del problema, caso de estudio y metodología), y (II) el Marco Teórico elaborado en base a conceptos de densificación residencial, densificación vehicular y carga vehicular. En este apartado se vincula la producción de estacionamientos en áreas centrales de Santiago con procesos de densificación residencial. Luego, se relacionan tales prácticas a la proliferación de carga y congestión vehicular. Finalmente, se realiza un estudio sobre el rol de los estacionamientos en el tejido urbano de zonas centrales.

La segunda sección corresponde a los resultados del estudio, iniciando con una breve contextualización de los barrios estudiados. Posteriormente se exponen los principales hallazgos de la investigación: a) *vínculos entre densificación residencial y densificación vehicular en zonas centrales*, b*) la caracterización de tipologías de densificación vehicular* y c) *análisis del entorno urbano construido de la densidad de estacionamientos relacionada a la densificación residencial intensiva*. Por último, se realiza una discusión en torno a la evidencia empírica recabada con el fin de formular conclusiones en torno a los efectos de los estacionamientos sobre la carga vehicular en el Área metropolitana de Santiago. Para finalizar, se enumeran recomendaciones, limitantes y nuevas aproximaciones que surgieron como parte del proceso de investigación.

Fuente: FDI

1.1 Planteamiento del problema

Esta tesis analiza los efectos de la densidad de estacionamientos en barrios afectados por procesos de densificación residencial intensiva del AMS. En este contexto, la densificación residencial intensiva se asocia a fenómenos de fragmentación urbana, rupturas en procesos de renovación, detrimento del espacio público, concentración de viajes, aumento de la densidad de estacionamientos etc. Por ende, se registra un aumento en los niveles de tráfico y congestión vehicular. Esto es, toda vez que dichos fenómenos de densificación ocurren en zonas con importantes grados de centralidad, abastecidas por transporte público, y muchas veces carentes de normativas que se acoplen a las densidades poblacionales y de estacionamientos aptas a su entorno. La solución a estos desafíos no es unívoca y requiere su aproximación desde diversos enfoques y perspectivas.

América Latina ha experimentado un acelerado proceso de cambios y transformaciones en el tejido urbano relacionado a vivienda, patrones de densificación residencial intensiva, centralidad y conectividad. El vertiginoso crecimiento de las principales ciudades ha tenido como consecuencia un fuerte impacto en el detrimento de la capacidad de movilidad de sus habitantes, propulsando problemáticas relacionadas con la congestión vehicular, movilidad peatonal, deterioro de los servicios públicos y aumento en los índices de accidentes (Corporación Andina de Fomento [CAF], 2011). Estos fenómenos están directamente relacionados con el incremento del uso de transporte privado por sobre el colectivo, los cuales son distribuidos muchas veces inequitativamente según características sociales o individuales (Lizárraga, 2012).

Se entiende por densificación residencial intensiva, al proceso de sustitución edificatoria que aumenta la cantidad de viviendas por unidad de superficie, caracterizada por la explotación intensa del suelo en zonas de alta demanda constructiva y la verticalización del espacio urbano (Vicuña, 2017). En efecto, desde inicios de la década de 1990 se observa el aumento de nodos de centralidad en el AMS, "los cuales se encuentran en constante proceso de densificación residencial a diversas escalas y con distintos grados de avance e intensidad" (Vicuña, 2017, p. 79). Tales fenómenos generan efectos urbanos adversos a la ciudad, como la producción de estacionamientos en zonas servidas por transporte público masivo e impactos negativos sobre el entorno urbano mediato (Thomson, 1997; Cabrera, Díaz & Sanhueza, 2006).

Es evidente el crecimiento en la producción de vivienda en altura en zonas urbanas de Santiago, específicamente en áreas centrales y pericentrales (López, Gasic & Meza, 2012). Es por ello que, en la última década la producción inmobiliaria en el AMS ha sido intensiva, a partir del 2005 observamos un auge en la intensificación del proceso de densificación, con su máximo alcance a partir del año 2010, donde se concentra el 50% de edificios con las más altas densidades (Vicuña, 2017). Dada la intensidad del proceso, se observan barrios dentro de las comunas con cierta discontinuidad en su desarrollo, se detectan manzanas de grandes dimensiones lo cual no conversa con la posibilidad de ensanche viales o ajustes en superficies de calles y veredas. Esto ocurre toda vez que, los procesos de renovación urbana están en desacople con los procesos de densificación, es decir, solo se concreta los ensanches en aquellos tramos que presentan torres residenciales, de esta manera se intensifican los procesos de segmentación producto de la falta de coordinación entre los actores vinculantes (Vicuña, 2017).

Producto de los requerimientos mínimos de estacionamientos, muchas veces impuestos por las normativas urbanas, cualquier tipo de construcción de vivienda se asocia a la producción de estacionamientos. Dichas normativas urbanas reglamentan que "todo edificio que se construya deberá proyectarse con una dotación mínima de estacionamientos de acuerdo a lo que fije el Instrumento de Planificación Territorial" (OGUC, 2015, Art. 2.4.1.). De esta manera, tratan la densidad de estacionamientos como un costo inevitable de la densidad residencial, y responden acotando la población para acomodar a los vehículos. Pero, la densidad residencial tiene beneficios y costos, y combatir la congestión vehicular a cuestas de restringir la densidad residencial y con ello la posibilidad de ciudad compacta, no es la mejor aproximación.

La intención de tales regulaciones radica en compensar una demanda creciente por espacio sobre una oferta de estacionamientos en calle limitada, buscando la disminución progresiva en las velocidades de circulación en la búsqueda de estacionamientos, lo cual genera congestión (Manville, Beata & Shoup, 2013). De este modo, en Santiago se observa la proliferación en la construcción de estacionamientos lo cual incrementa la capacidad de atracción de autos al centro (Cortés, Figueroa, & Moreno, 2016). De esta manera, el problema no se reduce solo a los niveles desmesurados de densificación residencial, sino también al aumento de la carga vehicular en dichos barrios. De esta manera, en barrios con procesos de densificación más consolidados –naturalmente los localizados en zonas centrales del AMS– presentan mayores problemáticas producto de la normativa permisiva – Planes Reguladores y Metropolitanos- en comparación con zonas pericentrales (López, Arriagada, Gasic & Meza, 2015).

Producto de la concentración de diversos equipamientos e infraestructuras, se realiza un mayor número de viajes en las zonas centrales. Puede suponerse que muchos de estos viajes se realizarían a través de transporte público dada la cobertura de este, sin embargo, estudios detallan una preferencia en la utilización del automóvil por una variedad de razones –flexibilidad de horario en los traslados, mayor protección contra el clima, percepción de seguridad, etc.– (Beirão & Cabral, 2007; Thomson, 1997). De este modo, la densificación residencial en áreas de alta centralidad ha masificado el número total y relativo de personas utilizando medios de transporte privado por sobre el público (Steg & Gifford, 2005).

Los viajes en automóvil al centro suponen una mayor necesidad por espacio "bien localizado" para solventar la demanda por estacionamientos. Dichos estacionamientos, forman parte de uno de los tres elementos básicos para la existencia de cualquier sistema de transporte: vehículo, vía y terminal, -comprendida como estacionamiento, origen o destino- (Mondejar, 2015). Cabe destacar que, estos fenómenos se dan en un contexto complejo y abordable desde diversas aristas en la búsqueda de resoluciones a tales desafíos. En ese sentido, el alcance de dicha investigación se limita al análisis de la carga vehicular en base a una de las variables de la motorización: *los estacionamientos comprendidos como origen o inicio de viajes.*

Según datos del Servicio de Registro Civil e Identificación (SRCI, 2016), el aumento del parque automotriz de Chile fue de un 41% entre el año 2010 y 2015. Para el 2015, el parque automotriz del país se aproximaba a los 7,1 millones de vehículos de los cuales el 56% está concentrado en el AMS (La Tercera, 2016). La Encuesta Origen Destino de Viajes de Santiago (EOD-Santiago, 2017), estimó que el total de viajes generados en un día hábil típico, supera los 18 millones de viajes, siendo Santiago la comuna con mayor concentración de vehículos dentro del AMS. La consultora Georesearch (2017), reveló que de los 3.976,352 de automóviles que transitan por el AMS, 850.939 unidades (21,4%) están distribuidas en tres comunas, siendo así Santiago la primera con 294.251 automóviles, seguida por Maipú y Las Condes. Otro estudio realizado por la misma consultora, indica que 70.000 automóviles ingresan diariamente a la zona más tradicional de la ciudad –el cuadrante delimitado por la Alameda, Av. San Martín, el Río Mapocho y el cerro Santa Lucía– en búsqueda de estacionamientos (Cofré, 2013).

Imagen 1 | Densificación residencial intensiva

Fuente | Elaboración propia

En cuanto a la partición modal, la EOD-Santiago muestra que los viajes a pie y en bicicleta representan un 38,5% del total, los viajes en transporte público el 29,1% (5,23 millones), muy

similar al 28% (5,05 millones) de viajes que se realiza en transporte privado. Entonces, sigue existiendo similitud entre transporte colectivo y selectivo en zonas donde el porcentaje de este último debiera ser notablemente menor. Dicho fenómeno ha producido el auge en la construcción de estacionamientos en subsuelo, tanto en proyectos habitacionales como en estacionamientos públicos concesionados. Al equiparar estas cifras con la disponibilidad de estacionamientos asociados a sistema de concesión municipal o privados en lugares de alta concentración –como Santiago y Providencia, con un total de 25.258 entre parquímetros y estacionamientos privados- no es suficiente la cobertura para esta demanda de espacios en tramos de horarios de alto tráfico (Vicencio & Reyes, 2017).

Al respecto, destaca el trabajo de Arnott (2006), que investiga estrategias de mitigación de congestión vehicular desde la dotación de plazas estacionamientos, específicamente analiza la utilización de objetivos de reparto modal como marco regulatorio para la dotación de estacionamientos en edificios en la ciudad de Boston. Asimismo, perfila la investigación de Manville et al. (2013), que aborda como los requerimientos por la producción de estacionamientos *off-street*[2] afecta la forma urbana, analiza principalmente los vínculos entre densidad poblacional y densidad de estacionamientos en el marco de políticas de requerimiento de estos espacios. En dicho estudio, se concluye que ciudades más densas dedican una mayor proporción de superficie a las calles, no obstante, destinan menos espacio de las calles para personas. Por otra parte, señala la continua producción de estacionamientos en predios de zonas centrales y pericentrales debido a los requisitos impuestos para desarrollos inmobiliarios, lo cual empeora la congestión del tráfico e inhibe la vida en las calles. Es debidamente desde esta aproximación sobre la cual se fundamenta la presente investigación.

Una aproximación pertinente a estos desafíos, es desde las normativas existentes en el ámbito local santiaguino. El Estudio de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU,) solo considera realizar estudios sobre el impacto de los estacionamientos de construcciones, siempre y cuando superen los 250 estacionamientos –para construcciones residenciales- y 150 estacionamientos –para construcciones comerciales-, con el fin de realizar adaptaciones para mitigar su impacto. Como resultado, las inmobiliarias segmentan la aprobación de proyectos en etapas, con el propósito de evitar rendir estos estudios, ya que la dotación de estacionamientos está regulada por el PRC Y PRMS. Por lo anterior, se observa un vacío legal que permite la proliferación de estacionamientos por parte de las inmobiliarias sin la necesidad de encargarse de las externalidades que ello produce.

Sin embargo, muchas veces se malinterpreta la finalidad de dichas leyes o normas, las cuales intentan repartir equitativamente los beneficios obtenidos por la permisibilidad de densificar predios, manzanas y barrios. Por un lado, es recurrente asumir que intervenciones en la vialidad urbana (planes, programas, obras), tienen un impacto mayor en la repartición de los beneficios dentro de un barrio o comuna, sin embargo, no siempre es así. Por otro, los gobiernos comunales al tener el poder de decisión para administrar los aportes, pueden invertir dichos recursos de manera inequitativa a ser una ley de aporte social y no de aporte local. Los aportes al espacio público al ser

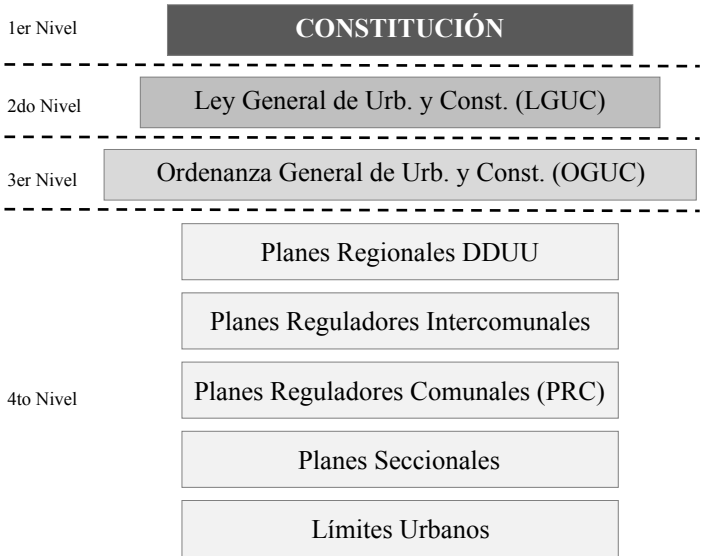
[2] Refiere a los estacionamientos localizados en propiedad privada en vez de aquellos emplazados en la vía pública. Estas suelen ser instalaciones de estacionamiento, como garajes y lotes.

de tipo económico o predial, están relacionados con el avalúo y superficie predial, en consecuencia, se deduce que edificios de igual densidad pueden generar diversos aportes, en base a la oferta de accesibilidad a equipamientos y servicios, forma de ocupación o edificación del predio (Vicuña, 2018).

Esto ocurre cuando existen procesos de densificación en barrios no consolidados, es decir, en barrios precarios en términos de espacio público y conectividad. Dicha ley puede impulsar procesos adversos como aumento en la segmentación o inequidad en la distribución de bienes públicos urbanos. La demanda por estacionamientos en el AMS es una realidad. Para regular la producción de estacionamientos, los gobiernos locales han construido instrumentos normativos que intentan armonizar la superficie construida de vivienda con la disponibilidad de estacionamientos y el flujo vehicular de sus comunas. Sin embargo, encontramos reiteradamente la ausencia de instrumentos de planificación territorial que controlen y restrinjan de mejor manera estos vínculos.

Encontramos que los mecanismos existentes se construyen en sentido "de arriba hacia abajo", es decir, de una manera general a una más específica y obedeciendo a escalas de ciudad, comuna y barrio (Ver Ilustración 1). No obstante, muchas veces instrumentos de escala metropolitana, como en Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) o la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), actúan sobre territorios con necesidades más específicas y problemáticas más exclusivas que las abordadas en estos instrumentos. Desde las torres residenciales, esto supone la producción masiva de estacionamientos que promueven el aumento de la densidad de vehículos en zonas centrales y limitadas de crecimiento vial del AMS. Desde la calle, un factor importante es el vinculado a los accesos y salidas de predios que cuentan con estacionamiento subterráneo, donde se originan aglomeraciones de vehículos que ocupan carriles, perturban el tránsito del resto de los automóviles y acaparan espacio de veredas peatonales y espacio público (Thomson & Bull, 2002). Entonces, ¿Cuáles son los efectos espaciales de las dinámicas de producción de estacionamientos en el aumento de congestión vehicular?

Ilustración 1 | Pirámide jurídica urbanística



Fuente | Elaboración propia en base a Santa María (2015)

Se entiende por congestión vehicular al aumento en los tiempos de viajes consecuencia de la disminución de la velocidad de circulación, esto, una vez los vehículos que circulan por una vía se estorban unos a otros (Cabrera, Díaz & Sanhueza, 2006). Por una parte, para efectos de esta investigación, se comprenderá como **densidad de estacionamientos** a la cantidad de

estacionamientos localizados en los predios de los barrios analizados. Por otra parte, se entiende por **carga vehicular**, la cantidad de vehículos que aporta un proyecto residencial a la trama vial circundante (Cal y Mayor, 2007). Regularmente se asume como única forma de congestión, aquella congestión en el flujo vehicular de las calles, la cual ignora la carga vehicular causada por los vehículos que entran y salen de los de estacionamiento. (Arnott, 2006)

En ese sentido, la congestión vehicular es un fenómeno espacial y en el marco de esta tesis, está relacionada a la fricción causada por la densidad de estacionamientos, específicamente en la interfaz entre la calle y los estacionamientos. De este modo, la densificación intensiva y desregulada promueve externalidades negativas, una de ellas: el aumento de la carga y flujo vehicular la cual incentiva la congestión vehicular (Echenique, 2006). Dicho aumento se expresa exclusivamente mediante la producción de estacionamientos que demandan estos procesos de densificación. El impacto negativo que posee la carga vehicular en barrios en proceso de densificación se expresa en términos del deterioro de la calidad de vida de sus residentes y usuarios, lo cual incentiva un rechazo colectivo a esta forma de transformación urbana.

A partir de lo anteriormente expuesto, surge como espacio de investigación conocer las consecuencias de la producción de estacionamientos dentro de la trama vial en zonas de densificación residencial intensiva en el AMS, la cual está estrechamente relacionada al incremento de congestión vehicular. Dicho esto, se plantea la siguiente pregunta de Investigación:

¿Qué efectos tiene la densidad de estacionamientos sobre la circulación vehicular y peatonal de barrios densificados del AMS?

1.2 Hipótesis de investigación.

Los estacionamientos localizados en las torres residenciales producidos por procesos de densificación residencial intensiva recientes, se consolidan como "terminales receptoras y generadoras de potencial congestión vehicular" por la presión que ejercen mediante la carga vehicular que arrojan a la trama vial circundante. Esto se hace crítico en sectores que históricamente han reflejado un aumento significativo y variado en tipologías de densificación residencial intensiva el AMS. La densificación residencial intensiva no solo promueve la producción de viviendas y el aumento de densidad poblacional, sino que también, en un contexto de regulación permisiva de los estacionamientos en áreas de mayor centralidad, incentiva la producción de estacionamientos en conjunto con el aumento de carga y densidad de estacionamientos en zonas urbanas bien servidas por el transporte público. De esta manera, un aumento en la densidad de estacionamientos se refleja en el uso intensivo del automóvil, el cual compite por el espacio público con el peatón y modifica el paisaje en términos de diseño urbano. Diversas tipologías de densificación de estacionamientos supondrían diferentes tipos de impactos sobre el flujo vehicular y espacio público.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1. General

Analizar los efectos de la densidad de estacionamientos sobre la circulación vehicular y peatonal de barrios densificados del Área Metropolitana de Santiago

1.3.2. Específicos

(1) Caracterizar morfológicamente la densidad de estacionamientos localizados en los predios residenciales en zonas que evidencian procesos de densificación residencial con distintos niveles de avance e intensidad.

(2) Caracterizar tipologías edificatorias en base a densidad de estacionamientos y su relación con la circulación vehicular y peatonal en el entorno urbano inmediato.

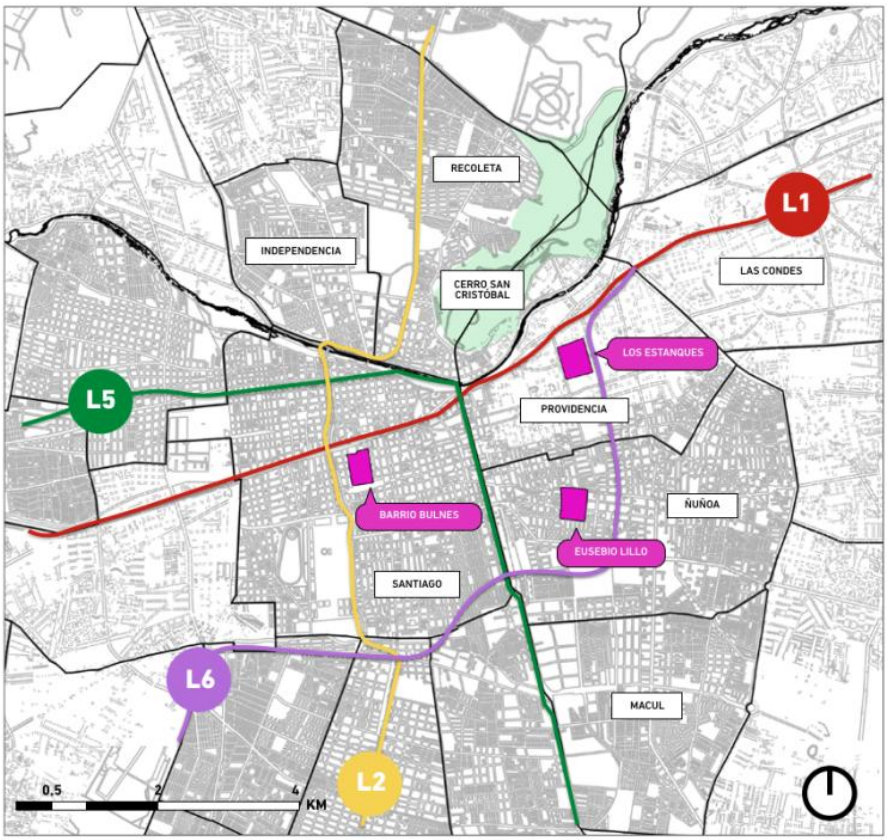
(3) Realizar un análisis paisajístico urbano de los efectos los estacionamientos localizados en las torres residenciales sobre el entorno urbano -peatonal y vehicular- en barrios que presentan procesos de densificación residencial.

1.4 Metodología

1.4.1. Caso de estudio

Resulta oportuno el estudio de un caso particular en profundidad, lo que permite a la investigación acotar de manera precisa un contexto geográfico a nivel de detalle importante (Gerring, 2007). La investigación se sitúa geográficamente en la zona central del AMS. Los barrios seleccionados fueron: el barrio Los Estanques (comuna de Providencia), el barrio Eusebio Lillo (comuna de Ñuñoa) y el barrio Bulnes (comuna de Santiago), (Ver Figura 1). Se caracterizan por ser barrios bien dotados de transporte público masivo (L1, L2, L5 y L6 del Metro de Santiago), donde además el automóvil cuenta con un protagonismo que se evidencia en el espacio urbano.

Figura 1 | Fragmentos seleccionados para el estudio



Fuente | Elaboración propia.

Los criterios de selección para la muestra de barrios se basan en el estado de los predios en procesos de densificación residencial con fundamento en la caracterización y análisis de la morfología urbana. Para ello se seleccionaron los siguientes parámetros:

1. Grados de avances del proceso de densificación residencial (viv/há)
2. Centralidad dentro del AMS, ya que los mismos presentan mayores demandas por acceso y servicios en conjunto con la oferta habitacional.

Los barrios están en su mayoría, conformados por alrededor de veinte hectáreas con patrones de densificación diversos entre ellos. Para los análisis de densidad y carga vehicular se seleccionaron manzanas tipo que presentaron los índices más altos de torres residenciales con estacionamientos localizados en subsuelo, de tal manera que se evidenciara la carga de automóviles desde y hacia la calle. El área de influencia determinada para la medición de densidad y carga vehicular dentro de los barrios, estuvo definida por la cantidad de nuevos estacionamientos generados por los procesos de densificación residencial intensiva. En este sentido, se seleccionó un barrio para cada tipología de densificación residencial en base a los parámetros anteriormente descritos (Tabla 1).

Tabla 1 | Resumen de barrios y tipologías de densificación residencial intensiva

Barrios	Tipología
Los Estanques	Densidad residencial medias
Eusebio Lillo	Densidad residencial alta
Bulnes	Híper-densidad residencial

Fuente | Elaboración propia con base en Proyecto FONDECYT Nº 11170501

La Tabla 2 da cuenta del auge en la producción de viviendas entre el 2008 y 2017, específicamente para las comunas de Santiago, Ñuñoa y Providencia, con respecto a la producción inmobiliaria del AMS. Por lo anterior, podemos deducir los porcentajes de aporte por comuna a la producción de departamentos construidos en el AMS, siendo Santiago con un 22,97% del total de viviendas, Ñuñoa con un 9,09% y Providencia con 2,66%.

Tabla 2 | Números de departamentos edificados por comuna y AMS (2008-2017)

Comuna	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2008-2017
Santiago	17.429	15.900	1.965	6.215	2.715	7.111	10.840	4.527	7.852	5.483	80.037
Ñuñoa	2.758	801	796	2.629	2.562	3.483	3.009	6.336	2.901	6.414	31.689
Providencia	1.330	279	360	537	1.097	947	1.414	1.721	993	587	9.265
AMS	40.064	29.254	12.418	23.766	23.606	26.838	47.298	59.357	49.644	36.127	348.372

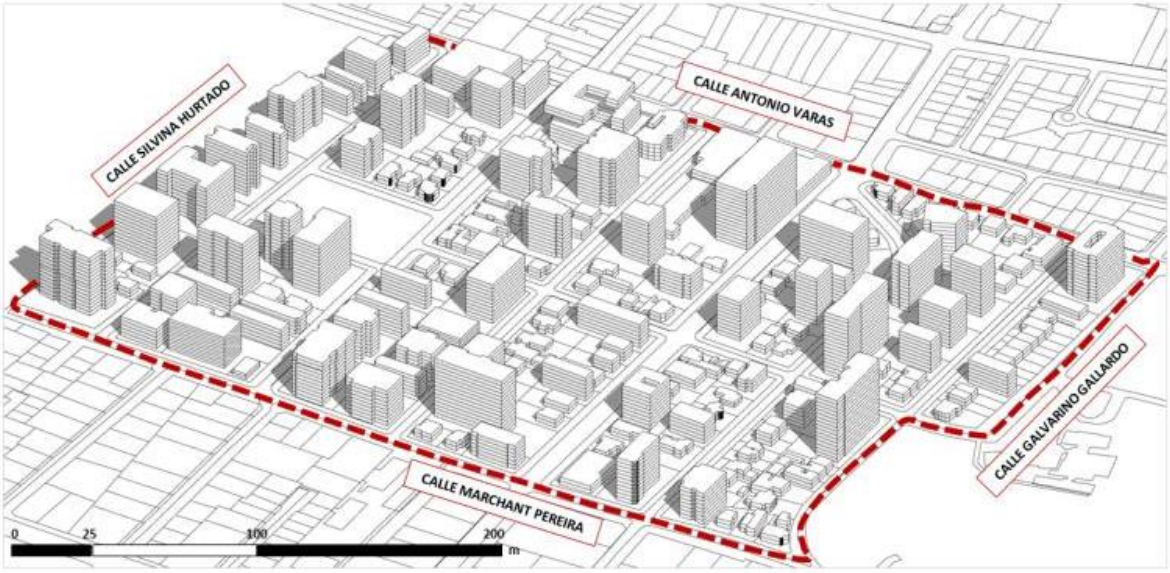
Fuente | Elaboración propia con base en MINVU, 2018

Como caso de estudio para la tipología que presenta densidades medias, se seleccionó al barrio Los Estanques en la comuna de Providencia (Ver Figura 2). Se caracteriza por ser una zona peri-central pero que de igual manera cuenta con conectividad masiva de transporte. Se trata de un sector

primordialmente dedicado a viviendas y servicios vecinales, pero con leve tendencia a grados mayores de mixtura en sus usos. La forma de densificación de esta tipología es la más reproducida a lo largo del AMS y consiste en la densificación en altura distribuida homogéneamente dentro del fragmento y con presencia de antejardín.

El barrio Los Estanques, se compone por doce manzanas (21,7 hectáreas aproximadamente), comprende el sector delimitado por la calle Marchant Pereira, calle Silvina Hurtado, calle Antonio Varas y calle Galvarino Gallardo. En términos de movilidad, dicho barrio está servido por la línea 6 y línea 1 del Metro de Santiago y aproximadamente 3 paraderos del Transantiago. La densidad residencial neta para esta zona es de 99,9 viv/há (Vicuña, 2017), lo cual corresponde a densidades medias, entre 100 – 200 viv/há. No obstante, el barrio se encuentra desarrollado de manera incompleta dado que aún persiste mixtura en sus usos, esto es evidente en las torres de altura que conforman más de la mitad (61%) de la superficie construida del barrio, pero que se emplazan en tan solo el 23% de los predios de la zona.

Figura 2 | Volumetría de densificación media – Barrio Los Estanques



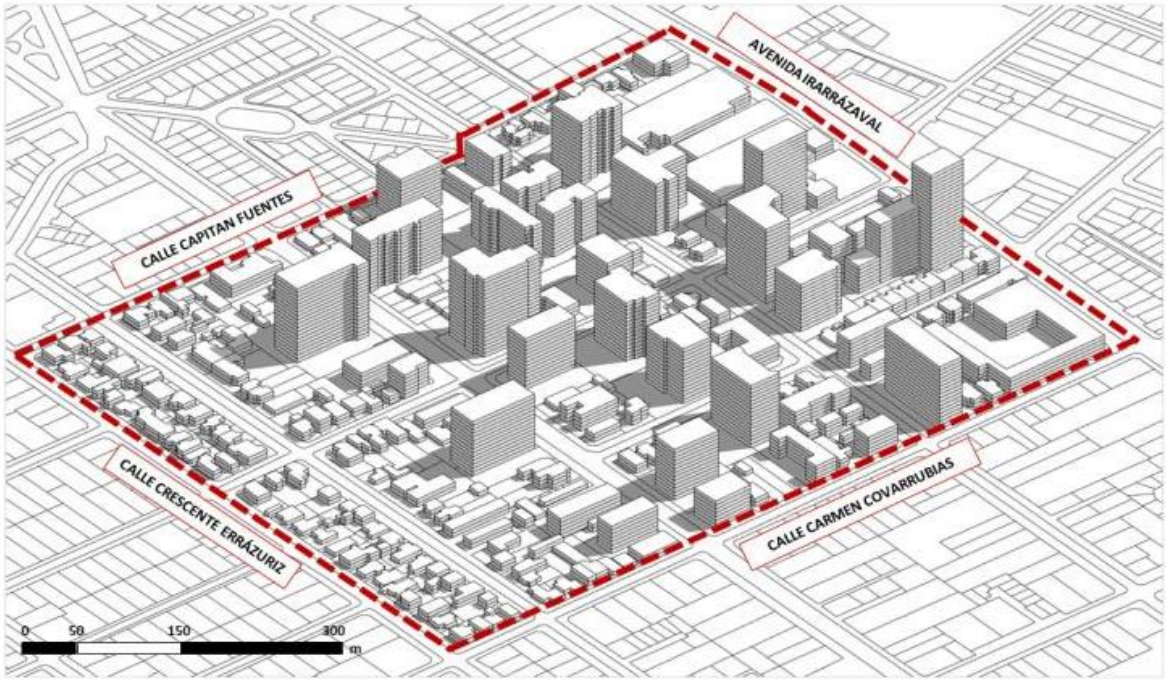
Fuente | Proyecto FONDECYT Nº 11170501

Para el caso con densidades altas, la selección corresponde al barrio Eusebio Lillo en la comuna de Ñuñoa (Ver Figura 3). A diferencia de otros barrios, esta zona, en términos de conectividad, contempla una disminución en la oferta de transporte público masivo. Por el contrario del caso anterior, el barrio Eusebio Lillo destaca por la diversidad morfológica de los predios en superficie, así como los diferentes usos hallados en dicho barrio, esto toda vez que se han modificado los usos anteriores existentes al proceso de densificación actual. Actualmente cuenta con una vocación residencial, en conjunto con nuevos equipamientos correspondientes a talleres, servicios y comercios (Vicuña, 2017).

Es una zona compuesta por diez manzanas de dimensiones superiores a las típicas (22,2 hectáreas aproximadamente). Está delimitada por la Avda. Irarrázaval, calle Carmen Covarrubias, calle Crescente Errázuriz y calle Capitán Fuentes. En ese sentido, está servida por la Línea 6 del Metro

de Santiago y por aproximadamente 8 paraderos del Transantiago. Lo llamativo radica en su estado de densificación, impulsada principalmente por la producción de torres residenciales en la última década, ya que cuenta con torres de una media de 13 pisos y densidades superiores, para este caso es de 195,6 viv/há (Vicuña, 2017). Dicho fenómeno corresponde a prácticas de fusiones prediales, con el fin de capitalizar la capacidad del suelo dando paso a construcciones en altura que contrastan con la altura media encontrada en el sector.

Figura 3 | Volumetría de densificación media y alta – Barrio Eusebio Lillo



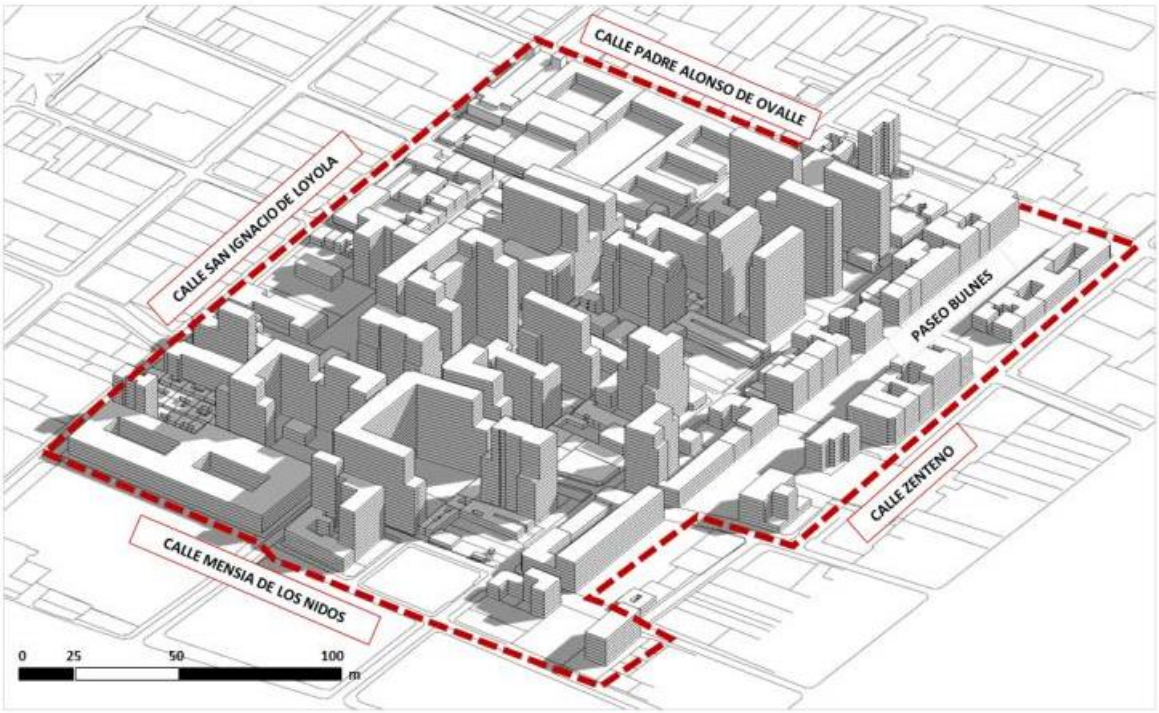
Fuente | Proyecto FONDECYT Nº 11170501

En términos de densificación residencial, para el caso de híper-densidades, el barrio Bulnes (Ver Figura 4) presenta un estado de avance más consolidado. Es importante señalar la convivencia entre torres residenciales y la presencia de algunas torres de oficinas o equipamientos en altura, por lo que diversos usos terminan ejerciendo presión sobre el entorno urbano. De esta manera, es evidente las mutaciones sufridas en estos barrios localizados en el AMS frente a una posible "residencialización" (Vicuña, 2017) y con ello el aumento de producción de estacionamientos privados en zonas centrales y abastecidas de transporte público.

En el caso del barrio Bulnes en la comuna de Santiago, la selección está compuesta por diecinueve manzanas con una superficie total de aproximadamente 23,3 hectáreas. La zona de estudio comprende entre las calles, Alonso de Ovalle, Zenteno, el Parque Almagro y la calle San Ignacio de Loyola. Cuenta con acceso a transporte masivo a través de la Línea 1 y Línea 2 de Metro de Santiago y 8 paraderos de buses del Transantiago. Se encuentran edificaciones de hasta 30 pisos de altura, esto como consecuencia de prácticas de fusión de predios –en ciertos casos alcanzan entre 5.000 y 7.500 m2 –, incentivando altas tasas de densificación neta de hasta 443 viv/há (Vicuña, 2017). Esto conversa directamente con lo sucedido en el subsuelo de estos predios.

Esta zona tiene una corta historia en relación de su auge como nodo habitacional densificado y consolidado, además de una rápida producción de departamentos en los últimos años (López et al., 2012). Dicho auge, es principalmente originado por la construcción de grandes edificios que transformaron los usos existentes para dar cabida a un modelo de ciudad contemporánea y de dinámicas productivas. Se da un giro al rol del barrio, el cual responde con una dinamización de la oferta y que, de paso, evidencia en el paisaje construido el desarrollo económico tendencial que predomina en Chile (Raposo, 2010).

Figura 4 | Volumetría de híper-densidades residenciales – Barrio Bulnes



Fuente | Proyecto FONDECYT Nº 11170501

1.4.2. Enfoque del estudio

La investigación posee una aproximación mixta, ya que permite realizar un acercamiento crítico tanto cualitativo como cuantitativo al fenómeno de estudio. Por un lado, la necesidad de analizar datos empíricos relacionados a flujo, carga y congestión vehicular dentro de los barrios, conduce la investigación hacia un estudio de análisis correlacional y explicativo. Por otro, la importancia de analizar paisajísticamente los efectos de los estacionamientos sobre el entorno urbano, lleva a la observación de los parámetros de diseño urbano que norma el espacio público y potencian externalidades.

1.4.3. Sistematización de las fuentes

La investigación partió por la revisión previa de documentos académicos (libros, tesis, papers), así como documentos técnicos (guías de tráfico, informes de congestión vehicular, permisos de edificación municipal, indicadores de carga vehicular) como primera aproximación al caso de estudio, que sirven de complemento a las mediciones programadas en la etapa de trabajo en terreno.

Vale decir que fuentes importantes de información radican en los instrumentos de planificación territorial (IPT), a saber: normas de densidad, estacionamientos y vialidad estructurante del PRMS y normas de densidad, alturas, estacionamientos y vialidad estructurante de los PRC.

Para la producción de información, el marco temporal fue sumamente relevante a la hora de realizar las mediciones, pues de ella dependió indirectamente el tiempo y esfuerzo que fue posible dedicar a las técnicas de análisis (Ortúzar & Willumsen, 2008). En ese sentido, las mediciones se realizaron en horas punta tarde –entre las 18:30 a 19:30 hrs– (Cabrera, Díaz & Sanhueza, 2006), con el fin de cuantificar los autos arrojados a la red vial desde los estacionamientos en momentos críticos de saturación. De este modo, el periodo de medición fue de 20 minutos sobre cada acceso vehicular de las edificaciones y paralelamente sobre cada calle aledaña a dichos accesos vehiculares. Cabe decir que, el aforo vehicular se hizo en el sentido correspondiente sobre la cual desembocaba el acceso, a su vez, el aforo solo tomó en cuenta vehículos particulares de dos ejes. La investigación se fundamentó en trabajo de campo a través de material audiovisual (levantamiento fotográfico y de video) y fuentes secundarias como revisión y análisis de normativas vinculadas a la regulación en la dotación de estacionamientos.

Tabla 3 | Relación de objetivos y estrategias metodológicas.

Objetivo abordado	Objeto de estudio	Proceso estudiado	Actividad
1	Estacionamientos en subsuelo de predios residenciales	Morfología espacial de la densidad de estacionamientos	- Modelar tridimensionalmente la densidad de estacionamientos. - Catastro de estacionamientos localizados en subsuelo a través de permisos de edificación.
		Relación espacial entre densidad residencial y vehicular	
2	Tipologías edificatorias según densidad y acceso vehicular	Densidad de estacionamientos de predios de barrios densificados	- Levantamiento fotográfico, aforo vehicular y clasificación de tipologías de densidad de estacionamientos de los casos seleccionados
		Vínculo entre tipologías edificatorias y espacio público	
3	Efectos de la densidad de estacionamientos en el espacio urbano	Vínculo entre tipologías de densificación y densidad de estacionamientos	– Levantamiento fotográfico y análisis paramétrico espacial de cada caso.

Fuente | Elaboración propia.

Mediante los datos de densificación residencial obtenidos del proyecto FONDECYT, permisos de edificación, mediciones en visitas a sitio y cartografía satelital de Google Earth se construyeron parámetros de evaluación para la morfología edificatoria vinculada a la producción de estacionamientos (Tabla 4).

Tabla 4 | Parámetros de morfología edificatoria

Parámetros	Fórmula de cálculo	Descripción
Densidad vehicular neta	Estacionamientos / hectárea neta (superficie al interior de la línea oficial)	Indica la cantidad de estacionamientos por unidad de superficie neta.
Números de estacionamientos	No. de estacionamientos edificados	Indica la cantidad de estacionamientos construidos por proyecto
Carga vehicular predial	No. de autos provenientes de los estacionamientos en un periodo de 20 minutos. (proyectados a vehículos/hora)	Expresa la cantidad de autos arrojados por proyecto a la trama vehicular adyacente en un periodo de tiempo estipulado
Flujo vehicular local	No. de autos circulando en un periodo de 20 minutos. (proyectados en vehículos/hora)	Expresa la cantidad de autos circulando en la trama vehicular adyacente en un periodo de tiempo estipulado
Porcentaje de aporte al flujo vehicular	(Carga vehicular predial / Flujo vehicular local)*100	Indica el grado de participación e interrupción del predio en el flujo vehicular del entorno urbano. Expresa su contribución al aumento de la congestión dentro de los barrios.

Fuente | Elaboración propia

En conjunto con la densidad de estacionamientos se propuso un nuevo parámetro para medir los impactos de la producción de estacionamientos en el entorno urbano: el porcentaje de aporte al flujo vehicular. Este parámetro se construye a través de la división de la carga vehicular predial de autos arrojados a la trama por la cantidad de flujo vehicular local (aquella cantidad de vehículos circulando en la calle adyacente a los accesos de la muestra). Este factor expresa el porcentaje de participación e interrupción del flujo vehicular, esto es, a mayor porcentaje, mayor impacto sobre el entorno. Con el fin de sistematizar los parámetros de interpretación y análisis paisajísticos de las imágenes de accesos a los estacionamientos, se construyeron indicadores que dieran cuenta del estado espacial de la relación entre el predio y la calle (Tabla 5).

Tabla 5 | Parámetros de interpretación y análisis paisajísticos de acceso a estacionamientos

Parámetros	Descripción	Indicador
Obstrucción de veredas	Indica el nivel de obstrucción que causa la pista de acceso vehicular en el flujo peatonal.	Longitud, diseño y zona de espera de la calle de acceso a los estacionamientos.
Adaptabilidad de los accesos	Indica los atributos existentes en la interfaz entre la calle y el predio.	pistas de aceleración/deceleración - pendientes de pista de acceso – proximidad de acceso a una intersección - señalización
Armonía de usos	Indica los usos adyacentes a los accesos de estacionamientos en los predios.	Uso de suelo del predio y aledaños
Número de accesos	Indica el número total de accesos a los estacionamientos localizados en las torres	Cantidad total de accesos

Fuente | Elaboración propia con base en MINVU, 2009

1.4.4. Técnicas de producción de información

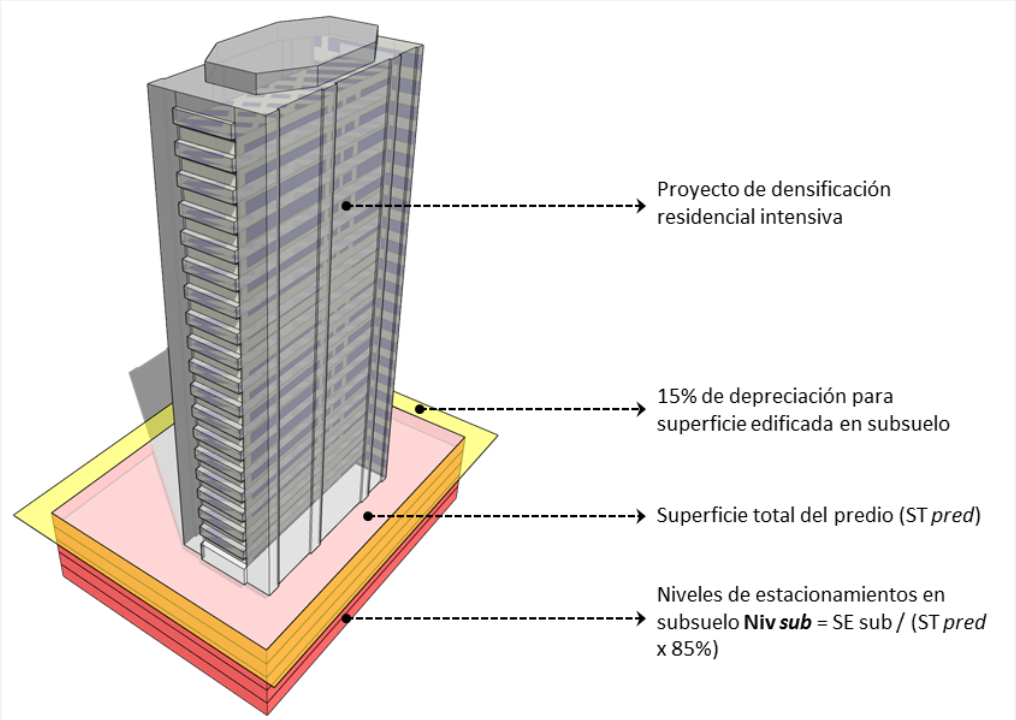
Interesa medir la carga vehicular derivada de los edificios producto de procesos de densificación residencial intensiva, ya que constituye una variable clave en la proliferación de patrones de congestión vehicular, tiempos de viaje en la ciudad, y finalmente, en la calidad de vida de los residentes de estos barrios en proceso de densificación. Para cuantificar el número de niveles de estacionamientos en subsuelo en los predios densificados, se utilizó como insumo base los permisos de edificación de las comunas respectivas a los casos de estudio seleccionados, dichos datos fueron obtenidos a partir del proyecto FONDECYT Nº 11170501. Como resultado se obtuvo la densidad de estacionamientos en los barrios anteriormente descritos.

De igual manera, se hizo una revisión exhaustiva a través de Google Street View en conjunto con visitas a cada proyecto para cotejar los datos de la matriz elaborada a partir de los permisos de edificación. Como consecuencia de tal revisión, surgieron casos específicos donde información obtenida de los permisos fue limitada o incongruente con la realidad construida. Para dichos edificios, se determinó una estimación en base a la superficie edificada en vivienda y su relación con la super edificada en subsuelo.

Se realizó un cruce entre el área total edificada en subsuelo (cantidad de estacionamientos) y superficie total del predio. Se calculó (Fórmula 1) que la superficie promedio[3] (A est) de una plaza de estacionamientos es de 25m^2, la cual se multiplicó por la cantidad de estacionamientos en subsuelo de cada proyecto (N est). El resultado obtenido fue la superficie neta edificada en subsuelo (SE sub). Asimismo (Fórmula 2), para traducir dicha superficie a niveles de estacionamientos en subsuelo (Niv sub), se dividió la superficie neta edificada en subsuelo entre la superficie total del predio (ST pred). Esta última, con una reducción del 15% asumiendo que regularmente los estacionamientos en subsuelo no ocupan en su totalidad la superficie total del predio (Ver Ilustración 2). Cabe señalar que este método igualmente consideró los estacionamientos localizados en superficie, siempre y cuando se encontraran dentro de los límites prediales del proyecto.

[3] Dicha estimación se hizo en base a lo estipulado por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones la cual estipula “Los estacionamientos contemplados en un proyecto deberán tener un ancho mínimo de 2,5m, un largo no inferior a 5m” (OGUC, 2015, p. PLANIF 4-2). A estos parámetros cabe añadir 5m de retroceso del auto.

Ilustración 2 | Metodología de cálculo de niveles de estacionamientos



Fuente | Elaboración propia.

Fórmula 1

SE *sub* = A *est* (25m²) x N *est*

Fórmula 2

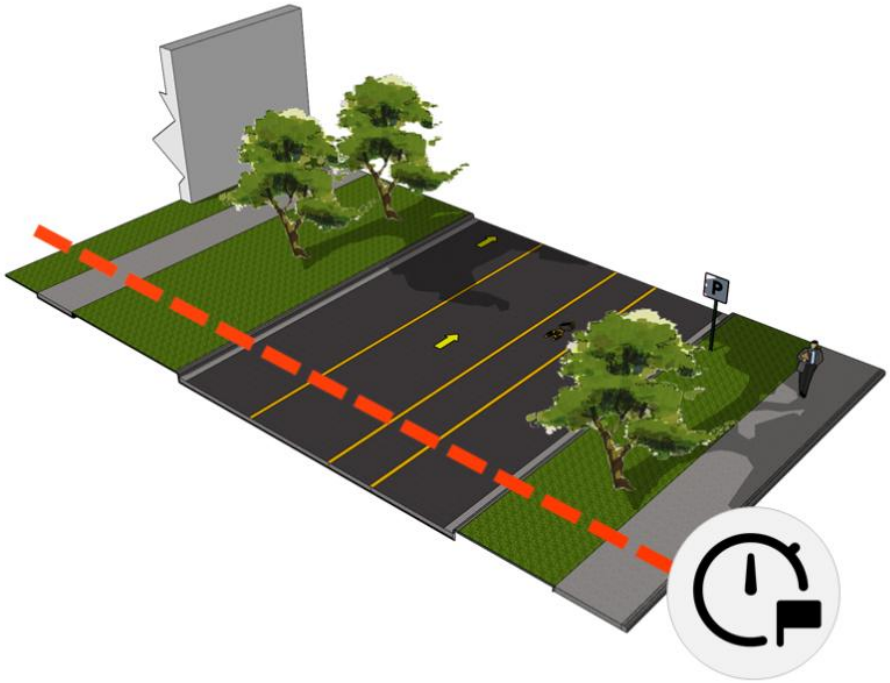
Niv *sub* = SE sub / (ST *pred* x 85%)

Por otra parte, para el cálculo del aforo vehicular se recurrió al método manual de conteo de flujo vehicular, el cual es uno de los métodos de conteo vehicular más utilizados y de menor rango de error. Consiste en trazar una línea imaginaria (Ver Ilustración 3) a través de la calle que delimita los movimientos de los vehículos que se desplazan sobre ella (Zheng & Mike, 2012). Se realizó el conteo vehicular manual para obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de la vía, el trabajo de campo se lo realizo durante 4 días consecutivos. Los resultados obtenidos fueron analizados y sirvieron para presentar el flujo y carga vehicular local para cada caso existente en las vías aforadas.

De igual manera, el conteo vehicular vinculado a la entrada / salida de autos desde y hacia los predios de densificacion residencial intensiva se efectuó manualmente. El conteo fue congruente con el marco temporal del aforo vehicular sobre las calles adyacentes a dichos predios. De este modo, el conteo se efectuó durante 4 días consecutivos coincidiendo el conteo en los accesos vehiculares de edificios con las calles adyacentes a estos. Cada conteo de la carga vehicular predial fue contabilizado por un periodo de 20 minutos, el cual posteriormente fue promediado a una hora para equiparar el marco temporal con el flujo vehicular local. Por lo anterior, el resultado obtenido fue el numero de autos provenientes de los estacionamientos en un periodo de 20 minutos (proyectados a vehículos/hora).

Para el análisis del entorno urbano construido, se recurrió a la fotointerpretación de imágenes capturadas en cada proyecto en conjunto con mediciones realizadas en sitio. Las mismas fueron analizadas y evaluadas según los parámetros antes descritos.

Ilustración 3 | Metodología de aforo vehicular



Fuente | Elaboración propia

Fuente: Asach

2.1 Relaciones entre forma urbana, movilidad y congestión.

2.1.1 Densificación residencial, estacionamientos y congestión vehicular

La densificación residencial, en contexto de renovaciones urbanas, es un importante indicador que impacta directamente en la calidad de vida de los habitantes (López et al., 2015), esto tiene sus orígenes a partir de la revolución industrial, la cual propagó el crecimiento de las ciudades europeas en la primera mitad del siglo XIX. Como consecuencia de tales propagaciones urbanas y en el contexto de hacinamiento en el que se emplazaban las clases obreras, estas densidades fueron relacionadas con altos índices de criminalidad, enfermedad, salubridad, detrimento del entorno urbano y habitabilidad, (Vicuña, 2017). En respuesta a tales desafíos, posteriormente surgieron normativas habitacionales y urbanísticas que estipulaban parámetros de formas urbanas, dirigidas principalmente a la construcción de ciudades más compactas mediante la idea de "volver al centro" y detener así la expansión territorial.

No obstante, estos fenómenos no se han dado de manera eficiente. Se advierten incompatibilidades en la forma urbana consecuencia de la interrupción gradual de estos procesos de densificación residencial (Vicuña, 2017). A través de esta aproximación, se logra constatar que ciertas formas e intensidades de densificación residencial, promueven o inhiben mayor compacidad de barrios y con ello, todos los beneficios que atrae dicha manera de hacer ciudad. De igual manera, se reconoce la importancia de instrumentos y normativas de planificación urbana que permitan procesos de densificación armónicos con el territorio.

Existen aproximaciones al vínculo entre zonas compactas y dispersas y su relación con el aumento o disminución de la congestión vehicular. Una de ellas es la investigación llevada a cabo por Ewing, Tian & Lyons (2018), la cual a través de métricas de ciudades compactas/dispersas y datos de congestión, determina, por un lado, la influencia positiva de ciudades compactas en la reducción del uso del automóvil. Por otro lado, hallan que la compacidad también incrementa la concentración de viajes generados en zonas más reducidas. Se reconoce que, el concepto de ciudad compacta posee atributos como el modelo más eficiente de crecimiento urbano, aunque promueve más viajes que ciudades densas y dispersas, dichos viajes son en diversos métodos de transporte y no primordialmente en automóviles privados (Navarro & Ortuño, 2011).

Es recurrente afirmar que, en estructuras urbanas compactas, densidades razonables de población y buena calidad espacial urbana promueven ciudades con distancias óptimas en sus recorridos y garantizan la vitalidad de la ciudad (Gehl, 2010), ya que se incentiva al uso del transporte público o la "peatonalidad urbana" como medios de transporte claves. Sin embargo, es visible el detrimento de la calidad del espacio urbano en tanto se densifica descontroladamente. Cabe señalar, que regularmente se tiende a la confusión entre ciudades compactas y densas (Turok, 2011). La primera, radica en la construcción de una forma urbana que impulsa el uso más eficiente e intensivo de la infraestructura urbana, y paralelamente, reduce el impacto negativo –ambiental, económico y social– de los viajes generados en automóvil (Jabareen, 2006; Stevenson et al., 2016). La segunda, consiste en una tergiversación de compactación, ya que no incentiva la diversidad de usos de suelo, espacios públicos de calidad y proximidad de componentes urbanos. Como consecuencia, se ocurren fenómenos sociales adversos a la ciudad –gentrificación, fragmentación, segmentación–.

De esta manera, existe cierta correlación entre densidades poblacionales y de estacionamientos, principalmente a través de la carga vehicular generada a partir de la densificación residencial. Al respecto destaca los estudios realizados por Manville et al. (2013), donde primero hacen un análisis sobre como los estacionamientos localizados en predios afectan la forma urbana. Concluyen que en ciudades densas (Nueva York y Los Ángeles) la oferta de vialidad es reducida en comparación a la demanda de autos y personas, lo cual agrava la congestión vehicular. Por otra parte, hacen referencia a la producción de estacionamientos privados fuera de la calle, como agente multiplicador de tales fenómenos. En esa línea, argumentan que el costo de los estacionamientos se extrapola a la vivienda, inflando los valores de las propiedades debido a la necesidad de estacionamiento.

Tal es relevancia del vínculo entre forma urbana y congestión vehicular, que estudios abordan el fenómeno de "paradoja de la ciudad compacta" (Newman & Kenworthy, 2009), el cual señala que, altas densidades suponen mayor eficiencia en los medios de transporte y un mejor acceso a bienes y servicios. No obstante, la compacidad de ciudades no necesariamente promueve menos viajes, ya que, gracias a la existencia de limitaciones físicas de distancia y tiempo, se concreta la utilización del automóvil como norma tácita, lo cual repercute en impactos negativos, esto es, congestión vehicular y deterioro medioambiental (Newman & Kenworthy, 2009). En este sentido, se advierte de la importancia del rol de la calle como elemento primario en la construcción de ciudades multifuncionales, compactas y densas, donde la calle pasa a convertirse en una auténtica y compleja institución social con el fin de socializar y crear comunidad (Jacobs, 1961).

Todos estos fenómenos ocurridos en zonas centrales, están íntimamente relacionados con el rol de la actual neoliberalización del espacio urbano (Ver Imagen 2), el cual impulsa transformaciones sociales y espaciales instauradas principalmente por el mercado inmobiliario (Brenner & Theodore, 2002). Una de estas transformaciones corresponde a la congestión vehicular, a su vez relacionada estrechamente como efecto negativo de la densificación descontrolada. En este sentido la densificación residencial no solo colabora al incremento en números de viajes efectuados desde y hacia el centro urbano de las ciudades, sino que, producto de normativas de requerimientos mínimos de estacionamientos, obligan a desarrolladores a producir estacionamientos con cada vivienda que construyen. Por ello, la gestión de estacionamientos es fundamental por la influencia que tienen en el desarrollo de la ciudad y los objetivos de desarrollo urbano denso, mixto, compacto y con menor dependencia del automóvil.

Imagen 2 | Producción residencial intensiva, Santiago Centro – Barrio Bulnes

Fuente | Elaboración propia

En este sentido, investigaciones abordan más profundamente los efectos de la renovación urbana sobre la calidad de vida de sus habitantes, entre ellos el aumento de la percepción colectiva sobre la congestión vehicular a raíz de las nuevas edificaciones (López et al., 2015). En dicho estudio, tomando como base encuestas realizadas a 746 hogares, se levantaron datos relevantes a los efectos negativos de los nuevos edificios residenciales en altura de las zonas analizadas. De este modo, determinaron que el 61% de los residentes en zonas centrales (Santiago), el 55% en la zona Norte (Recoleta-Independencia), el 52% en la zona Oriente (Ñuñoa), el 23% en la zona Poniente (Quinta Normal) y el 56% en la zona Sur (Macul), perciben la congestión vehicular como un efecto

negativo directo producto de la densificación en altura de nuevas torres residenciales, dado el aumento de la demanda por el uso del equipamiento existente sin promover su ampliación.

Desde la planificación urbana, las aproximaciones a la congestión vehicular han sido mayormente en términos de formas urbanas, sus externalidades y su relación sobre los patrones de uso de suelo, y grados de accesibilidad y adaptabilidad de zonas al fenómeno (Urban Land Institute, ULI, 2013; Zhang & Kockelman, 2016; Mondschein & Taylor, 2017). Menos atención se ha centrado en políticas de mitigación de congestión mediante la mejora del transporte público, el manejo de estacionamientos en áreas centrales, análisis de políticas de estacionamientos a través de la revisión de sistemas tarifarios o la mejora del transporte público (Ortúzar & Willumsen, 2008; Reyes, 2011; Campoverde Crespo, 2016). Queda por explorar el vínculo entre la planificación urbana –desde políticas y regulaciones en la producción de estacionamientos– y carga vehicular en el marco de procesos de densificación en zonas centrales. De este modo, exploramos de densidad de estacionamientos a través de la producción de estos espacios, como aproximación a una de las tantas aristas en la búsqueda de soluciones que mitiguen la congestión vehicular.

2.2 El rol del estacionamiento en el tejido urbano

2.2.1 El estacionamiento como elemento clave en la densificación residencial

La gestión y regulación de la producción de estacionamientos residenciales en Chile, ha sido un tema poco abordado por parte de planificadores e ingenieros de transporte, particularmente en zonas urbanas. Dichas zonas, que presentan mejores condiciones de accesibilidad a transporte publico debieran presentar una disminución en la construcción de estacionamientos, sin embargo, no es el caso. No hay evidencia de obstáculos legales para el desarrollo de viviendas libres de estacionamientos, pero, poco se ha abordado esta cualidad como potencial solución (Marsden, 2006). Vale decir, que la solución de un problema tan complejo como la congestión, requiere más de un enfoque de aproximación.

Regularmente se tiende a asumir que requerimientos de control en la dotación de estacionamientos, mitigan la congestión vehicular. No obstante, dicha dotación crea espacios para vehículos, y éstos desarrollan carga y congestión vehicular. Por lo tanto, estas normativas obligan a los desarrolladores inmobiliarios a dotar de estacionamientos los edificios, con lo que se crea una disminución indirecta en el costo de conducir, incitando a obtener un vehículo a propietarios. A medida que la oferta de estacionamientos aumenta, su valor disminuye por lo que generalmente los desarrolladores tienden a incluir su costo en el precio total de una vivienda. Fusionar los costos, hace que el valor pase de conductores a propietarios de viviendas.

Manville et al.(2013) afirman que, muchas veces una persona es conductor y propietario simultáneamente, por lo que normativas de zonificación abaratan la tenencia y manejo de un auto, ya que se ha absorbido gran parte de su precio (estacionamiento) con la compra de una vivienda. En otro casos, donde los propietarios no son conductores, se ven sometidos a pagar la “penalidad del estacionamiento” de su vivienda o bien, se encuentran atraídos a la idea de adquirir un vehículo propio. Las normas sobre los estacionamientos competen en primera instancia a los desarrolladores inmobiliarios, de tal manera que, las políticas locales podrían reducir la congestión a través del

control de la densificación residencial intensiva, lo que conllevaría una disminución en la densidad poblacional.

Como mencionamos anteriormente, la densificación residencial descontrolada impulsa fenómenos adversos a la compacidad urbana. De este modo, "mientras una reducción en la densidad residencial supere cualquier aumento en la densidad de estacionamientos, la congestión y la carga vehicular podría disminuir; sin embargo, cualquier beneficio asociado con una compacidad urbana también disminuiría." (Manville et al., 2013, p. 351). Investigaciones en ciudades norteamericanas (Boston), han demostrado que una posible aproximación a la mitigación de la congestión vehicular radica en promover una buena oferta de transporte público y la aplicación de ciertas medidas de mitigación de densidad de estacionamientos (Arnott, 2006).

De este modo, se logra descongestionar las zonas centrales densificadas y, en efecto, la reducción de estacionamientos y ganancia de espacios urbanos para la ciudad. Pero, en América Latina las zonas centrales además de poseer buena accesibilidad en términos de infraestructura de transporte, presentan en misma medida oferta asequible de estacionamientos (Ríos, Vicentini & Acevedo, 2013). Por ende, se gesta una suerte de paradoja, ya que existe una dislocación entre una planificación urbana integrada de la intensidad de usos de suelo –relacionada a la densidad residencial principalmente– y la disponibilidad de transporte público.

Esto queda en evidencia al equiparar la tarificación del transporte público y la de los estacionamientos localizados, entre ciudades de América Latina y Europa (Ver Gráfica 1). En el caso de ciudades latinoamericanas se muestra que el valor de transporte público es mucho mayor que el ofertado por un estacionamiento, lo cual genera una desmotivación al uso de transporte público y mayor tendencia al uso del automóvil. En América Latina existe una gran concentración de espacios de estacionamientos en centros urbanos, ya que según estudios, la búsqueda por plazas de estacionamientos es capaz de colaborar hasta en un 30% con el aumento de la congestión vehicular en zonas centrales (Shoup, 2011).

Dado que todos los viajes en auto comienzan y terminan en un estacionamiento, éste se convierte en una herramienta fundamental para controlar y reducir la congestión.

2.2.2 Aproximación de los estacionamientos dentro de las políticas públicas

En el marco de un proceso de liberalización acaecido en todo Latinoamérica, principalmente en la década del 1990, se dieron diversos procesos que impulsaron fenómenos en las grandes ciudades. Entre ellos, un proceso de liberación que propulsaría una apertura económica –desarrollada más tarde como neoliberalismo-, una reducción en el rol económico del Estado –mediante la privatización de los servicios- y por último, un mayor énfasis en el sector mercantil económico global (De Mattos, 2016). Estos procesos a nivel económico jugaron un papel fundamental en cambios de la trama urbana a través de políticas liberales y una reestructuración en (1) la distribución de la población en el espacio, (2) el desarrollo de espacios suburbanos y (3) en procesos de fuerte densificación (Figueroa, 2001).

En el ámbito de la movilidad y el transporte, dichas políticas han incidido en el funcionamiento de la ciudad y afectado su comportamiento. Estas nuevas tendencias de organización y funcionamiento

Gráfica 1 | Valor de estacionamiento vs. pasaje de transporte público en Latinoamérica y Europa.

Fuente | Ríos, Vicentini & Acevedo, 2013

24de sistemas de transporte responden al crecimiento de la motorización individual por sobre la colectiva, en el marco de diversos factores que lo propulsan. Para el caso chileno, por un lado, los costos de circulación en autopistas urbanas y estacionamientos han decrecido, impulsando con ello el aumento en la tasa de motorización. Por otro lado, desde la esfera gubernamental el crecimiento del parque automotriz es interpretado como símbolo de progreso y dinamización económica (Cortés et al., 2016).

Como consecuencia, el transporte urbano ha tenido que asimilar e integrar cambios definidos por las políticas de transporte y simultáneamente enfrentar la competencia que se origina por un mayor uso del transporte individual por sobre el colectivo (Figueroa, 2005). Dicho esto, es evidente la relación que existe entre el vehículo, la vía y el área de estacionamiento como elementos

fundamentales del sistema de transporte, donde el accionar de cada elemento influencia en el desempeño del sistema integral (Hoogendoorn & Bovy, 2001).

El estacionamiento se concreta como un componente esencial en el desarrollo de desplazamientos en automóvil dentro de las zonas urbanas. Por ello, el estacionamiento posee gran influencia en la elección modal de transporte de las personas, por lo cual es de suma importancia conocer el momento adecuado para aplicar medidas de restricción de vehículos privados, incentivar el transporte público masivo, impulsar el transporte no motorizado, etc. En ese sentido, en el sector planeamiento, las políticas de estacionamientos pueden definirse como: "un conjunto de medidas y actuaciones relacionadas con el estacionamiento (gestión, redistribución, construcción…) encaminadas a equilibrar la oferta y la demanda por plazas (incrementando y/o disminuyendo ambas)" (Meira, 2009, p.43).

El uso del suelo es una de las variables fundamentales para determinar la problemática entorno a los estacionamientos y desplazamientos en zonas urbanas, pues determina las necesidades de transporte y estacionamientos de una región (Meira, 2009). La forma de crear políticas de estacionamientos tiene efectos directos sobre la ciudad, (costos de desplazamiento, regulación de estacionamientos, tiempos en búsqueda de estacionamientos, estacionamientos irregulares). Asimismo, inciden de manera indirecta (congestión vehicular, elección modal, seguridad vial, frecuencia de viajes, accesibilidad). Todos estos impactos se dan sobre grupos importantes como peatones, residentes, conductores, usuarios de transporte público y gobiernos locales (Hoppe & Castro, 2016).

En el pasado, desde la planificación, era recurrente la creación de políticas con el fin de incentivar el uso del automóvil, haciendo evidente la necesidad por la producción de estacionamientos. Se aumentaba la dotación de la oferta viaria y de estacionamientos bajo la premisa de que con ello se mejoraría los desplazamientos y se reducirían los tiempos de viaje (Meira, 2009). No obstante, se observó que con la dotación de estacionamientos en zonas centrales no solo se empeoraba la congestión en dichas zonas sino que arrojaba diversas externalidades negativas (aumentos en tiempos de viaje, disminución de viajes en modos alternativos, contaminación etc.). De este modo, en la actualidad se atiende dicha problemática reconociendo las limitantes en la construcción de vías y estacionamientos, es por ello que se recurre a la creación de políticas de estacionamientos como medio para palear tal necesidad.

Diversos estudios han comprobado la necesidad liberar los centros urbanos de estacionamientos, ya que a medida que aumenta la factibilidad de oferta de estacionamientos, incrementa en igual medida la necesidad aparente de llegar a estas zonas en automóvil. En ese sentido, el Instituto de Transporte y el Desarrollo de México (ITDP, 2014) impulsó políticas de desarrollo urbano donde propone modificaciones generales a la regulación de estacionamiento de vehículos. Éstas se derivan de un análisis de los instrumentos vigentes y sus efectos sobre el desarrollo urbano y la movilidad de la ciudad. De esta manera, se impulsan diversas alternativas a la liberación de estacionamientos en centros urbanos al (1) eliminar el requerimiento de un número mínimo de cajones de estacionamiento para las nuevas construcciones y cambiarlo por un límite máximo e (2) implementar un esquema de incentivos fiscales que promuevan la reducción de construcción de estacionamientos en las zonas de mayor accesibilidad al transporte público.

Otra aproximación es la relacionada al costo económico y social de estacionamientos localizados en centros urbanos. De este modo, Shoup (2005) infiere que un estacionamiento -ya sea localizado en espacio público o privado- siempre posee un costo, la importancia radica en el costo que implica, sea indirecto o directo. Además, la relación entre una mayor densidad residencial y una mayor densidad de estacionamientos podría no ser inevitable, sin embargo, las políticas públicas tienen la capacidad de desvincularlas y ayudar a que la densidad residencial crezca mientras se mantiene bajo control la densidad, carga y congestión vehicular (Manville et al., 2013).

En otros casos, estudios se han enfocado en la creación de políticas concernientes a la regulación de estacionamientos en centros urbanos a partir de un análisis económico y como paliativo para la tarificación vial (Arnott, 2006). En consecuencia, las políticas públicas de movilidad existentes en el tema, debieran propender por mejorar las condiciones del transporte, integrando medidas económicas (Calthrop & Proost, 2006; Mei et al., 2010; Ottosson et al., 2013; Millard, Weinberger, & Hampshire, 2014), medidas de planeación urbana, y medidas de regulación de información y tecnología (Dalkmann & Branningan, 2007).

2.3 Realidades de la congestión vehicular

2.3.1 Los estacionamientos como forma primaria de la congestión

Dada la relevancia de este fenómeno actual en las ciudades, numerosos autores comenzaron a estudiar las externalidades producidas por el uso intensivo del automóvil, haciendo referencia principalmente a la congestión y problemáticas de movilidad urbana. El tráfico de vehículos en las ciudades conlleva al detrimento de la calidad de vida urbana. Según Fernández & Valenzuela (2004), esto se manifiesta conforme aumenta el grado de saturación en impactos como: congestión, riesgo de accidentes, aumento de emisiones de contaminantes atmosféricos, ruido, segregación, disminución del uso de las calles para otros fines (estar, jugar, pasear), disminución del campo visual por vehículos o infraestructuras, inaccesibilidad al transporte público y dificultad para usar los servicios de transporte público.

Las investigaciones están enfocadas en los efectos visibles que surgen de la necesidad de transportarse y no en relación de nodos de concentración vehicular dentro de la trama urbana consolidada. Thomson y Bull (2002), realizan un análisis de las causas y consecuencias de la congestión en términos de su impacto en la pérdida de eficiencia económica. Sin embargo, es importante conocer el rol del estado en la propagación de tales efectos. Por su parte Cabrera, Díaz y Sanhueza (2003), analizan la efectividad de las políticas públicas que buscan mitigar la congestión. Pero antes de continuar, ¿Qué es la congestión? ¿En qué consiste? ¿Desde dónde se aborda su resolución? Todas están son interrogantes que múltiples estudios han tratado de responder desde numerosas perspectivas.

La congestión es regularmente utilizada en el argot del tránsito vehicular, desde especialistas hasta personas en general. En este sentido, renombrados investigadores expertos en el tema consideran que “La congestión surge cuando la intensidad de la demanda se aproxima a la capacidad de la instalación (calle, carretera, estación, etc.) y el tiempo requerido para utilizarla sobrepasa muy por encima la media establecida bajo condiciones de baja demanda.” (Ortúzar & Willumsen, 2008, p.

30). Vale señalar que, esta definición no estima límites precisos para estipular el comienzo del fenómeno. Otra aproximación similar del fenómeno, desde el aumento del tiempo, es la propuesta por Thomson y Bull (2002), que determina la congestión vehicular como el aumento en los tiempos de circulación de los automóviles una vez se inserta un vehículo en el flujo vehicular.

En el ámbito local chileno, destaca la definición aprobada por la Cámara de Diputados la cual aborda la congestión, en miras de implementar tarificación vial como medida de control. Esta definición, aunque muy rígida, sugiere la congestión como la disminución de la velocidad del flujo vehicular en un 40% de la estipulada sobre más de la mitad de una calle. Es recurrente el abordaje de posibles soluciones a la congestión vehicular a través de medidas enfocadas exclusivamente a dichas variables. Para algunos, esto se logra a través de la expansión en la construcción de superficie vial o el aumento en la tarificación por el uso de autopistas (Ewing et al., 2018). Para otros, el objetivo de disminuir la congestión en zonas centrales y densas es posible mediante la supresión de viajes a dichas zonas reduciendo la aglomeración de usos y actividades que promueve el movimiento masivo de personas (Mondschein & Taylor, 2017).

No obstante, son escazas las investigaciones que apuntan a la disminución de la densidad de estacionamientos proveniente de los nuevos estacionamientos localizados en predios residenciales en zonas centrales como forma primaria de congestión vehicular. Entre éstas destacan las medidas propuestas por Arnott (2006), el cual señala que es posible mitigar la congestión, a través de normativas y políticas que empoderen a los gobiernos locales en la redistribución de la movilidad colectiva a través de los diferentes modos de transporte. Por otro lado, analiza la importancia de reducir la construcción de estacionamientos y homologar sus tarifas en calle con el fin de redistribuir usuarios. Otras aproximaciones plantean el establecimiento de máximos para la dotación de plazas de estacionamientos en edificios, incluso tomando en cuenta la localización de las edificaciones y su actividad primaria (Echavarri, Sánchez-Fayos & Villacañas, 1995).

2.3.2 Congestión vehicular en Santiago de Chile

Los estudios sobre la congestión vehicular se centran principalmente en el fenómeno visto desde la calle, dejando los estacionamientos –entendidas como punto de origen y destino– rezagados de las investigaciones y su vínculo con el desarrollo de congestión vehicular, concebida como fricción entre los vehículos en el flujo de tránsito representada en el aumento de los tiempos de viaje (Thomson y Bull, 2002). Las posibles soluciones a la congestión continúan centrándose en aumentar la capacidad vial, reducción de la carga vehicular o resolver la congestión a merced de construir nueva infraestructura, como por ejemplo la construcción de la autopista Costanera Norte en Santiago, o la muy recurrida elaboración de políticas que impulsan la reducción de áreas verdes para el ensanche vial, ignorando a los estacionamientos como elementos cruciales en la propagación de congestión.

Una propuesta que destaca en esta misma línea es la de Fernández y Valenzuela (2004), quienes elaboran un estudio sobre la noción de “gestión ambiental de tránsito” y sus externalidades, entre ellas la congestión vehicular, manifestada en colas de vehículos o personas en tramos de vía, cruces o terminales de transportes públicos o privados (paraderos, estacionamientos). De la misma forma, dada la invisibilización espacial de los estacionamientos en Santiago, poco se ha investigado sobre

Imagen 3 | Congestión vehicular en Santiago

Fuente | Elaboración propia

los efectos de su existencia con patrones de congestión y carga vial en estos nodos residenciales.

Pero la congestión puede darse con multiescalaridad dentro de la ciudad, a veces diferenciada con el resto del tejido urbano, específicamente en sus centralidades (Ver Imagen 3). De esta manera, se percibe el excesivo aumento de la congestión vehicular en Santiago, particularmente en dichos distritos centrales de negocios, esto acarrea problemáticas respecto a los costos en tiempo, combustible y contaminación los cuales crecerán a niveles intolerables (Cabrera, Díaz & Sanhueza, 2006). Un primer acercamiento por parte del Estado, radica en solucionarlo a través del ensanchamiento de calles, sin embargo, este paliativo no tarda en volver a colapsar: se crea más demora en el tiempo, contaminación ambiental y gasto de combustible.

Este colapso vial, puede ser atribuible a los transportes públicos masivos en los centros densificados. Así lo destaca Thomson (1997), el cual señala que, para el caso del AMS, la concentración de viajes motorizados –no sobre rieles– es mayor en las áreas impactadas bajo la influencia del metro en comparación al resto de la ciudad. Estos supuestos no sólo son resoluciones de excesivo costo económico, por el contrario, cumplen el rol de potenciadores de la agravante existente, ya que constituye un insumo a favor de la utilización del automóvil como recurso básico y un propulsor del ciclo vicioso en detrimento del transporte público.

Para Santiago de Chile la congestión no es un fenómeno ajeno. Investigaciones afirman que en Santiago la congestión, aunque no es crítica, ha venido ganando terreno en la discusión actual. Para Jans (2017), esto tiene sus fundamentos en ciertos parámetros: (1) la deficiente implementación de políticas que regulen los usos de suelo, (2) el desacople entre la infraestructura, conexiones urbanas y el planeamiento espacial y (3) el crecimiento urbano generado por extensión –*urban sprawl*- Es evidente que en Santiago el Estado ha procurado controlar la congestión, no obstante, lo aborda mediante la tarificación o restricción vehicular, lo cual no parece resolver el problema.

Como consecuencia de lo anterior, se ha perdido fiabilidad en el transporte urbano, se ha desarticulado el desarrollo de la ciudad, ha ido en aumento el parque automotriz y el tráfico vehicular (Jans, 2017). Como resultado del aumento de viajes en zonas centrales, se ha generado mayor demanda por estacionamientos. En primer lugar, regularmente se palea la falta de

estacionamientos en edificios con la aparición de estacionamientos en las calles de Santiago. En segundo lugar, es recurrente que la producción de estos estacionamientos en calle es impulsada por las propias políticas del gobierno local, al permitir estacionar en la vía pública, a través de acomodadores de vehículos o plazas creadas exclusivamente, en zonas densas y bien servidas por transporte público y además con tarifas muy laxas en términos regulatorios (Ilustre Municipalidad de Santiago, 2016).

2.4 La congestión vehicular: ¿Un problema o un costo?

2.4.1 Los costos económicos de la congestión vehicular

Existen posiciones contrarias y hasta polémicas que giran en torno a la solución de la congestión vehicular. En ese sentido, Litman (2009) señala: "Denominar la congestión un problema implica que debe ser resuelto, pero describirla como un costo reconoce que cierta cantidad de congestión vehicular puede ser deseable si la comparamos con el costo que implica su eliminación" (p.6). En esta misma línea, Thomson y Bull (2002) afirman, aunque parezca contradictorio, que ciertos grados de congestión es conveniente en áreas urbanas puesto que los costos que impone pueden ser muchas veces inferiores a los necesarios para mitigarla. Entre ellos están: los costos por desviar usuarios a otros medios de transporte, los costos asociados a la supresión de viajes, los relacionados a la inversión necesaria para el ensanche de vías, etc.

Estas aproximaciones dan cuenta de la perspectiva economista de un fenómeno espacial con implicancias y repercusiones en dimensiones que supeditan factores monetarios. Adentrarse a las posibles soluciones de la congestión vehicular a través de la econometría, produce una invisibilización de otros factores que ponderan un rol importante del fenómeno. Los costos sociales y ambientales, por ejemplo, son altamente vinculantes a la hora de cuantificar el impacto de la congestión vehicular en el deterioro de la calidad de vida. En miras de cuantificar monetariamente la pérdida de tiempo y retrasos debido a la congestión se estimó según el estudio Traffic Index Report de la empresa de soluciones telemáticas para el transporte y logística, Tom Tom, la congestión en el Gran Santiago genera pérdidas por $106 mil millones al año. Dichas disfunciones son punto de partida para la caída de los niveles productivos de las empresas instaladas en zonas congestionadas, como consecuencia, se puede ver afectada la competitividad lo cual tiene repercusiones directas en la atracción de inversiones y el encarecimiento de los servicios.

2.4.2 Los costos sociales de la congestión vehicular

Uno de los efectos de la congestión vehicular en términos de costo, consiste en la pérdida de tiempo personal y los mismos costos operativos de los automóviles (Thomson & Bull, 2002). Estos patrones juegan una suerte de efecto dominó. Los primeros afectados son los propios automovilistas que originan congestión, sin embargo, no solo ellos sufren las consecuencias. En este sentido, según reportes del Traffic Report Index (2017), en promedio un santiaguino desperdicia ocho días anuales en movilización debido a la alta congestión vehicular, esto se traduce en costos económicos sumamente elevados.

Por lo anterior, la congestión y el aumento de la carga vehicular generan numerosas consecuencias, una de ellas radica en altas tendencias a la accidentabilidad lo cual repercute directamente sobre

factores económicos, dado que afecta directamente los grados de productividad en la medida que aumentan las licencias médicas, aumentos en el riesgo psicosocial, lo que se traduce en estrés, cuadros clínicos psicológicos, colaboradores cansados y malhumorados (Molina, 2017). Por otro lado, la satisfacción de usuarios de transporte público -un sector importante de los causantes de la congestión vehicular- se ha visto afectada por tales dinámicas. En definitiva, el costo social del aumento de la carga vehicular, la producción de estacionamientos en zonas centrales y el incremento de la congestión vehicular repercute en serias intervenciones a nivel individual y colectivo de la sociedad.

2.4.3 Los costos ambientales de la congestión

Los efectos de la congestión vehicular sobre el medioambiente son evidentes. Esto se revela en los niveles de contaminación debido al consumo de combustibles en vehículos que circulan en un tráfico convulsionado a baja velocidad y los mayores niveles de contaminación sonora entorno a ejes importantes (Thomson & Bull, 2002). En el caso chileno, desde 1986 se introdujeron medidas restrictivas a los vehículos sin convertidor catalítico según el último número de su placa en días de alerta ambiental (Cantillo & Ortúzar, 2012). Sin embargo, al parecer dichas restricciones no son tan efectivas a largo plazo ya que la medida pierde eficacia y, en muchos casos, ahonda en problemáticas relacionadas a movilidad y contaminación las cuales buscan mitigar, tal como lo denuncian Fernández y Valenzuela (2004) para el caso de la restricción vehicular en Santiago de Chile.

La existencia de congestión vehicular supone un aumento en grandes cantidades de emisiones de CO2 y diversos contaminantes hacia la atmosfera. Según datos de la Tercera Comunicación Nacional y el Informe Bienal de Actualización (Ministerio de Medio Ambiente, 2016) se ha registrado un aumento del 113,4% entre 1990 y 2013 en la emisión de GEI. Esto se traduce en emisiones de aproximadamente 109,9 millones de toneladas en el 2013. Por último, en referencia al ruido, la permanencia de autos en zonas urbanas multiplica la exposición de personas a contaminación acústica, siendo el caso chileno, uno de los países industrializados en Latinoamérica con mayor proporción de población expuesta a niveles sonoros peligrosos. En ese sentido, un 19% de la población del AMS está sometida a niveles superiores a 75 dBA en horarios diurnos, mientras que un 29% en horas nocturnas (Ministerio de Ambiente, 2018).

A continuación, se presentan los resultados relacionados al vínculo entre la producción de estacionamientos en barrios en proceso de densificación y aumento en la densidad de estacionamientos del AMS. En primera instancia, a través del catastro de la densidad de estacionamientos de dichos barrios, luego mediante la caracterización de formas edificatorias en base a la densidad de estacionamientos de los predios y la estimación de flujos vehiculares, posteriormente, se analizan los efectos de los estacionamientos sobre el entorno construido. La problemática por la construcción de estacionamientos en zonas bien servidas en el centro del AMS es evidente. Principalmente a través de la desregulación de medidas que incentiven el desuso del automóvil en nodos centrales de la ciudad y las políticas laxativas por parte de los gobiernos locales en la búsqueda de mitigación de viajes al centro.

Tabla 6 | Parámetros de densificación residencial y de estacionamientos en el tejido de los barrios

Barrios	Comuna	No. de viviendas por barrio	Superficie promedio de vivienda (m^2)	Densidad residencial max. por proyecto (viv/ha)	No. de estacionamientos por barrio	No. promedio de estacionamientos por vivienda (est/viv)	Densidad de estacionamientos por barrio (est/ha)	Densidad max. de estacionamiento por proyecto (est/ha)	Un estacionamiento por m^2 de vivienda
Los Estanques	Providencia	2.285	96,0	603,0	2.731	1,19	125,85	529,85	114,24
Eusebio Lillo	Ñuñoa	2.129	59,4	1.516,9	2.387	1,12	95,90	933,44	66,52
Barrio Bulnes	Santiago	7.852	44,5	3.124,2	2.721	0,35	116,78	927,19	127,14
Promedio		**4.088**	**66,6**	**1.748,0**	**2,613**	**0,89**	**112,84**	**796,83**	**102,63**

Fuente | Elaboración propia con base en Proyecto FONDECYT Nº 11170501

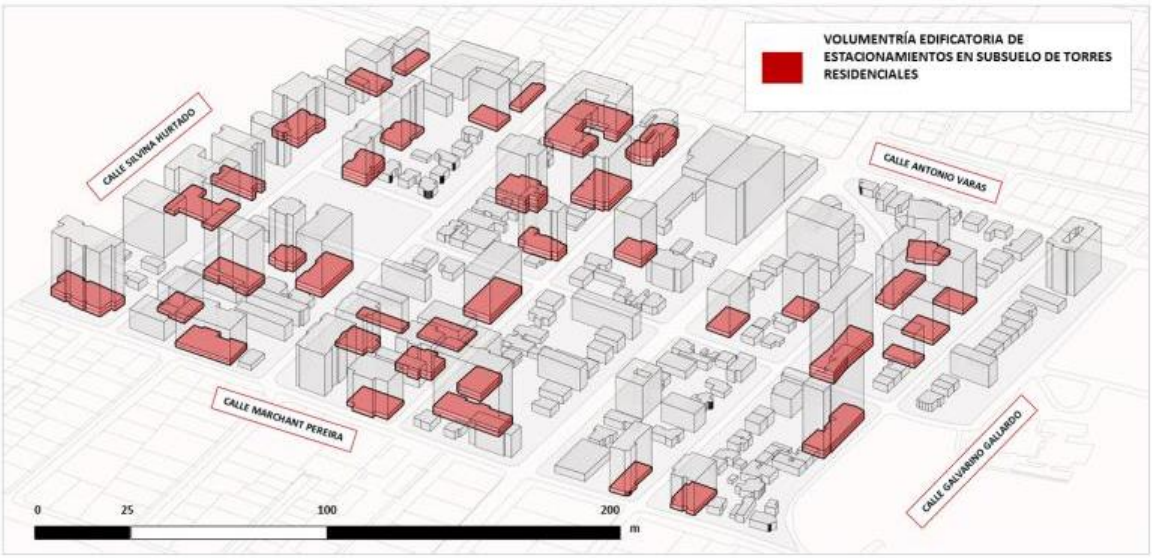
3.1 La densificación residencial como catalizadora de producción de estacionamientos.

Esta sección aborda el vínculo entre tipologías de densificación residencial en barrios seleccionados del AMS y la producción masiva de estacionamientos que acompañan este fenómeno. Los resultados del catastro aquí elaborados, determinan la aglomeración de estacionamientos congruentes con el aumento de unidades habitacionales. De esta manera, se asocia la densificación residencial con el crecimiento de la carga vehicular que impulsan estos predios a la trama vial circundante y como consecuencia de ello, un potencial aumento en la congestión vehicular. Morfológicamente no solo existe aumento de altura o superficie construía de vivienda, con ello se promueve la aparición de nodos de estacionamientos localizados en zonas urbanas que promueven la utilización de auto como medio primordial de transporte.

3.1.1 Barrio Los Estanques

El barrio Los Estanques en Providencia es catalogado según Vicuña (2017), como un barrio con densidades medio altas. Esto se traduce en sus 2.285 unidades habitacionales repartidas en 48 edificios residenciales en altura, alcanzando una densidad promedio para el barrio de 99,9 viv/há. La media de niveles edificados de vivienda en altura para el barrio es de 10 pisos, lo cual contrasta con la media de niveles para estacionamientos en subsuelo, la cual asciende a 2 niveles (Ver Figura 5). Las edificaciones en subsuelo están dispersas dentro del barrio y presentan densidades de estacionamientos promedio de 125,85 est/há, sumando un total de 2.731 y una superficie total edificada de 7,86 hectáreas, correspondiente a 36,22% del área total neta del barrio.

Figura 5 | Volumetría de estacionamientos en subsuelo de torres residenciales – barrio Los Estanques



Fuente | Elaboración propia.

Por lo anterior, se deduce que a medida que los edificios se localizan en comunas pericentrales, se iguala la relación autos-vivienda, destinando más espacios de estacionamientos por superficie de vivienda construida. En línea con lo que sostiene Meira (2009), esto tiene base en vínculo entre la renta familiar y la adquisición de vehículos privados, ya que mientras más alta sea la renta familiar,

existe un aumento en las tasas de vehículos por vivienda y personas. Providencia se posiciona entre una de las comunas con alta concentración de grupos de mayor poder adquisitivo, aproximadamente un 47,6% corresponde a grupos socioeconómicos medio altos ($600.000 a $1.200.000) y un 30.8% corresponde a grupos altos ($1.700.000 a $3.500.000). A primera vista se observa que, la repartición equitativa de edificios dentro del barrio mantiene en cierta manera parámetros deseados de forma urbana propios de ciudades compactas. No obstante, al poseer una vocación meramente residencial, esta forma de densificación promueve un aumento en viajes y plazas de estacionamientos hacia centros urbanos con mayor oferta laboral y comercial.

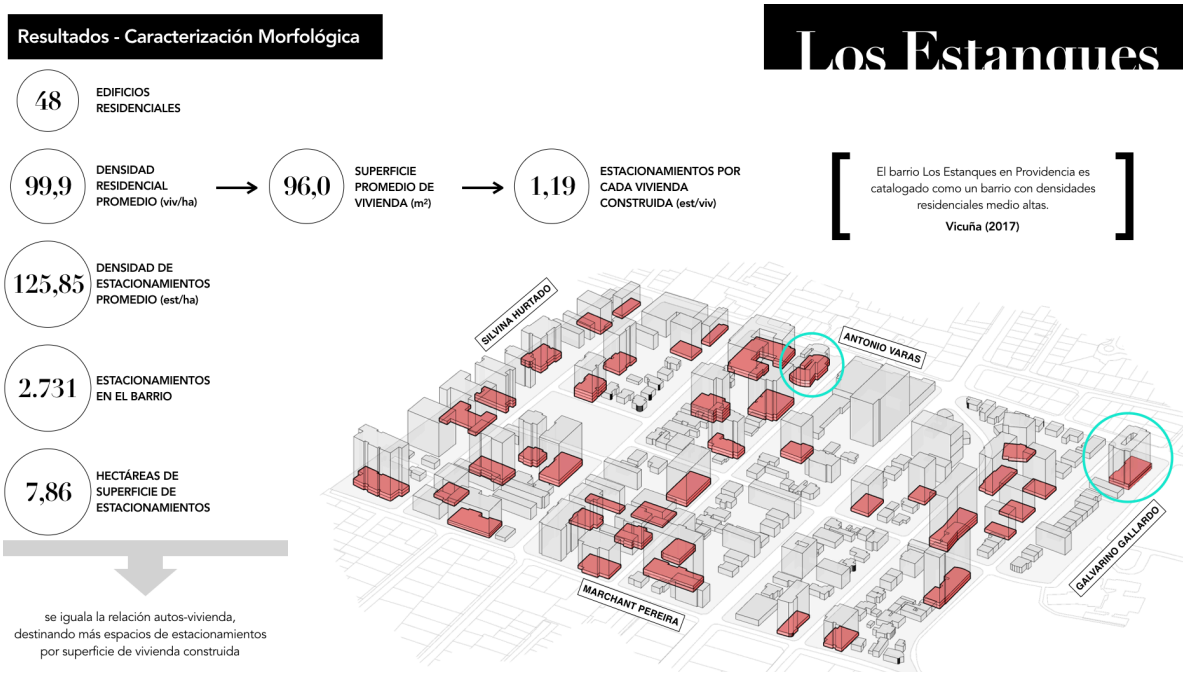
En Providencia, las regulaciones en la dotación de plazas de estacionamientos están controladas por instrumentos de índole local, lo cual asegura un mejor control por parte de autoridades en la producción de estacionamientos en nuevos edificios. En el marco de los edificios analizados en esta tesis, el PRC-Providencia (2007) asigna a zonas residenciales una plaza de estacionamiento por cada 50m^2 construidos, con un mínimo de cinco plazas. Incluso con la presencia de instrumentos exclusivos, se determinan mínimos en requerimientos de estacionamientos que distan de la superficie de vivienda construida promedio en la comuna (con viviendas promedio de 96,0m^2). Esto deja como resultado dos plazas por cada vivienda aproximadamente, lo que incentiva a colocar como norma un máximo de plazas de estacionamientos en vez de un mínimo.

Al cotejar los predios que presentan densificación residencial intensiva, se observa la correlación con la densidad de estacionamientos (Ver Figura 6). Por lo anterior, se observa la dispersión de estacionamientos a lo largo del barrio, lo cual evidencia los datos anteriormente descritos (Ver Figura 7).

Figura 6 | Cruce entre densificación residencial y desificación de estacionamientos – barrio Los Estanques

Fuente | Elaboración propia con base en Proyecto FONDECYT Nº 11170501

Figura 7 | Imagen síntesis– barrio Los Estanques



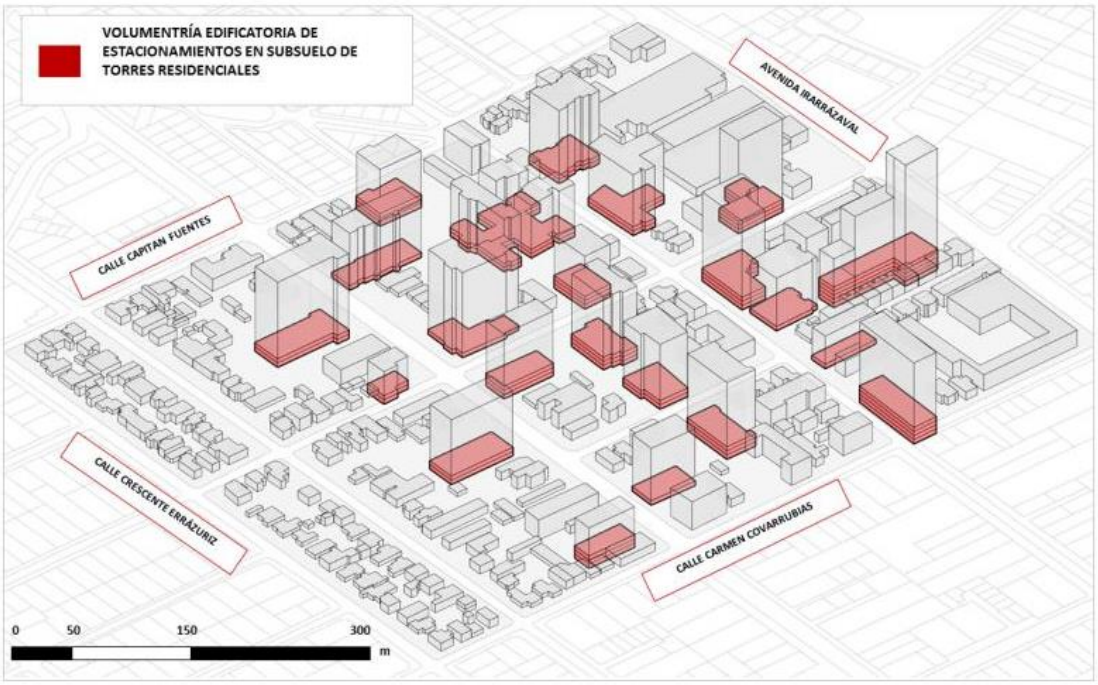
Fuente | Elaboración propia

3.1.2 Barrio Eusebio Lillo

Al tratarse de una tipología de densidad alta, se observa un aumento en la producción de vivienda con 2.129 unidades distribuidas en aproximadamente 25 edificios dentro del barrio y una densidad residencial media de 195,6 viv/há (Vicuña, 2017). Respecto a la concentración edificatoria de estacionamientos, se observa su localización en la parte norte del barrio (Ver Figura 8), con densidades medias de 85,90 est/há. La media de niveles en la producción de estacionamientos es de dos pisos, totalizando una superficie edificada en subsuelo de aproximadamente 6,54 hectáreas repartidas en 2.387 estacionamientos, lo cual corresponde a un 29,45% del área total neta del fragmento.

Se observa una reducción significativa en la producción de estacionamientos con respecto a los otros dos barrios analizados, sin embargo observamos patrones contradictorios. Por un lado, la concentración de vehículos se localiza en la zona norte del barrio, donde supone una mejor conectividad peatonal y a servicios de transporte masivo. Por otro, en la zona sur predomina vivienda de poca altura y baja densidades de estacionamientos. En ese sentido, (1) la presencia de la Av. Irarrázaval impulsa la buena conectividad del barrio, y con ello, la demanda por adquirir vehículos privados. (2) Paradójicamente de una nueva estación de metro (Estación Ñuñoa), promueve la producción de estacionamientos; tal y como señala Thomson y Bull (2002), la accesibilidad de estos predios densifica el uso del suelo y gracias a la reglas municipales, las cuales suelen exigir una cantidad mínima de estacionamientos, se estimula la tenencia de automóviles.

Figura 8 | Volumetría de estacionamientos en subsuelo de torres residenciales – barrio Eusebio Lillo

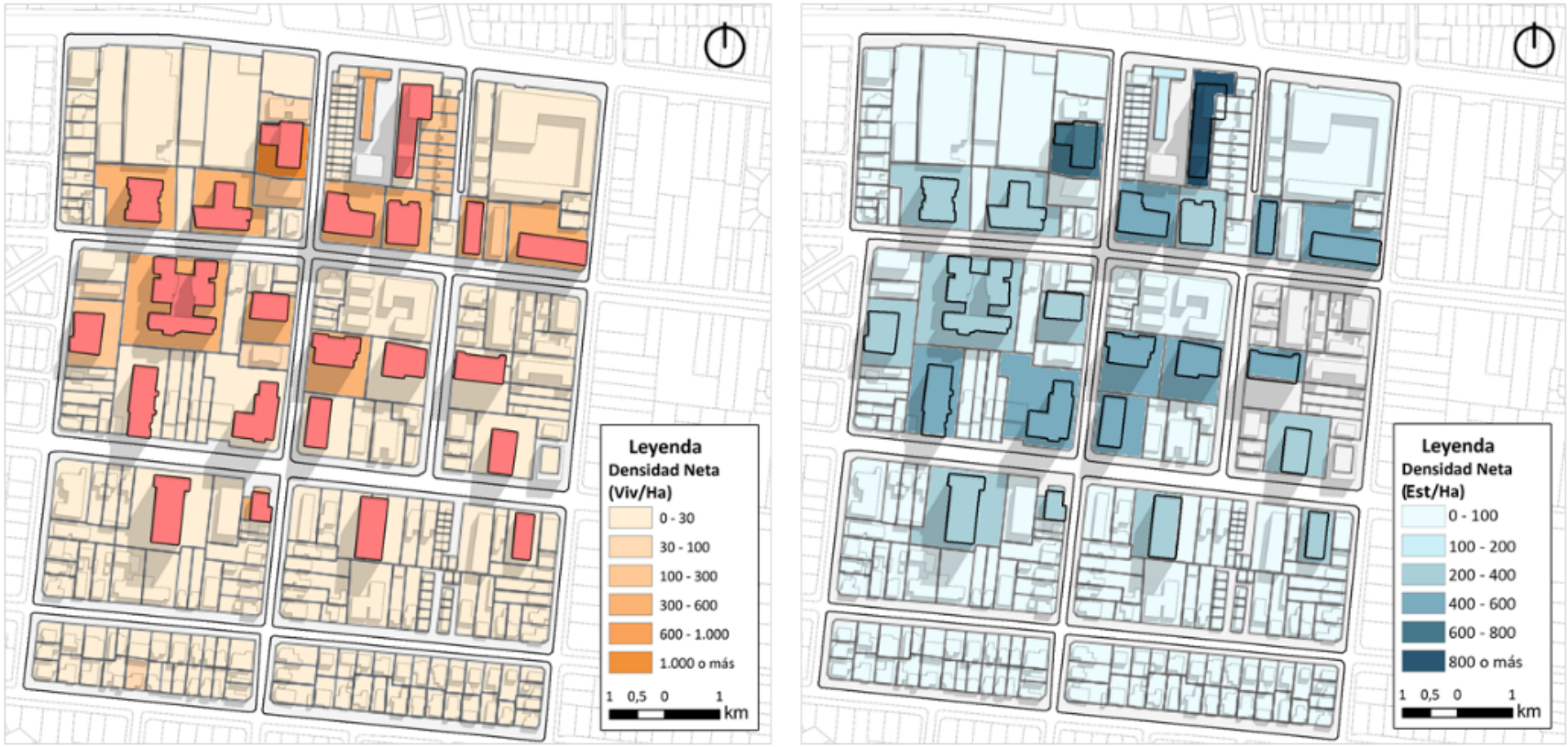


Fuente | Elaboración propia.

El PRC-Ñuñoa al estar fundamentado en el PRMS, la regulación de estacionamientos solo planifica cantidades en ciertas zonas de la comuna. De esta manera, se estipula para zonas residenciales un estacionamiento por cada unidad de vivienda (para viviendas entre 0 y 100m² de superficie) y dos por cada unidad (para viviendas de más de 100m² de superficie). Además limita a un acceso vehicular la entrada a predios con longitudes de frente iguales o menores a 16 metros. Por lo anterior, observamos la ausencia de normativas dedicadas a mitigar la producción de estacionamientos en esta comuna, guiándose por parámetros muy laxos y desarrollados para fenómenos específicos de estos barrios.

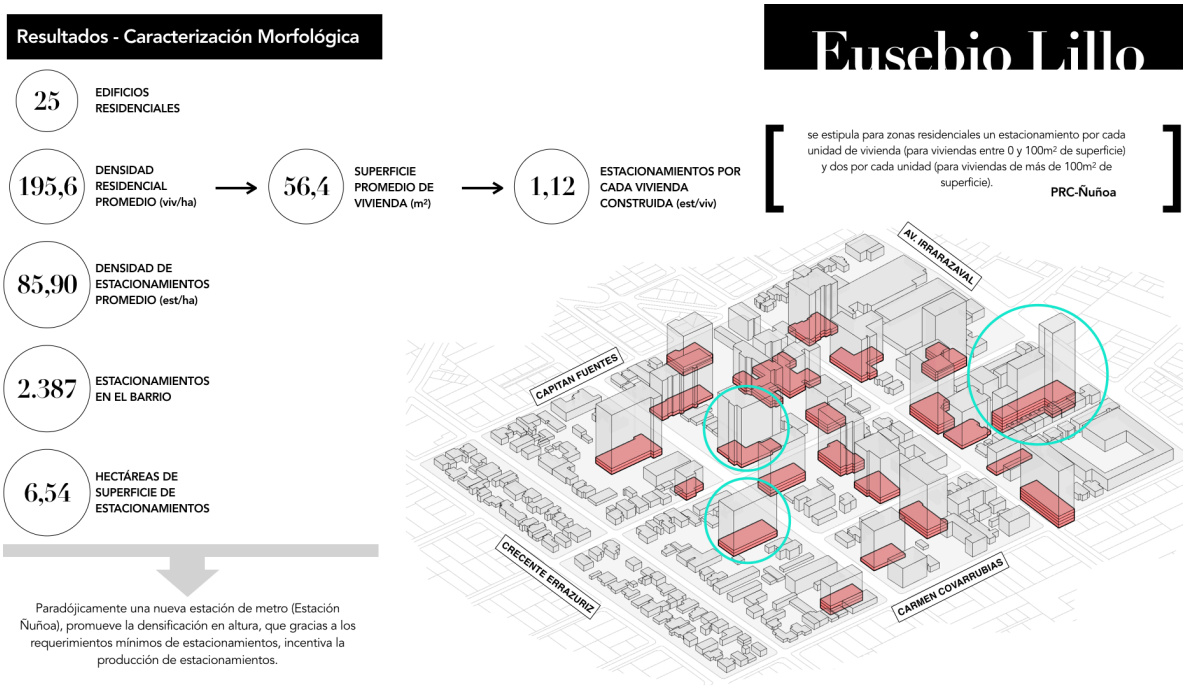
Del cruce entre los predios densificados y los nodos de edificación de estacionamiento en subsuelo, se observa una correlación casi que exclusiva entre ambos fenómenos (Ver Figura 9). Esto se debe a la vocación mayoritariamente residencial que prevalece en este sector con tendencias a usos mixto hacia vías de mayor jerarquía dentro del AMS, tal como lo muestra la Figura 10.

Figura 9 | Cruce entre densificación residencial y densificación de estacionamientos – barrio Eusebio Lillo



Fuente | Elaboración propia con base en Proyecto FONDECYT Nº 11170501

Figura 10 | Imagen síntesis – barrio Eusebio Lillo



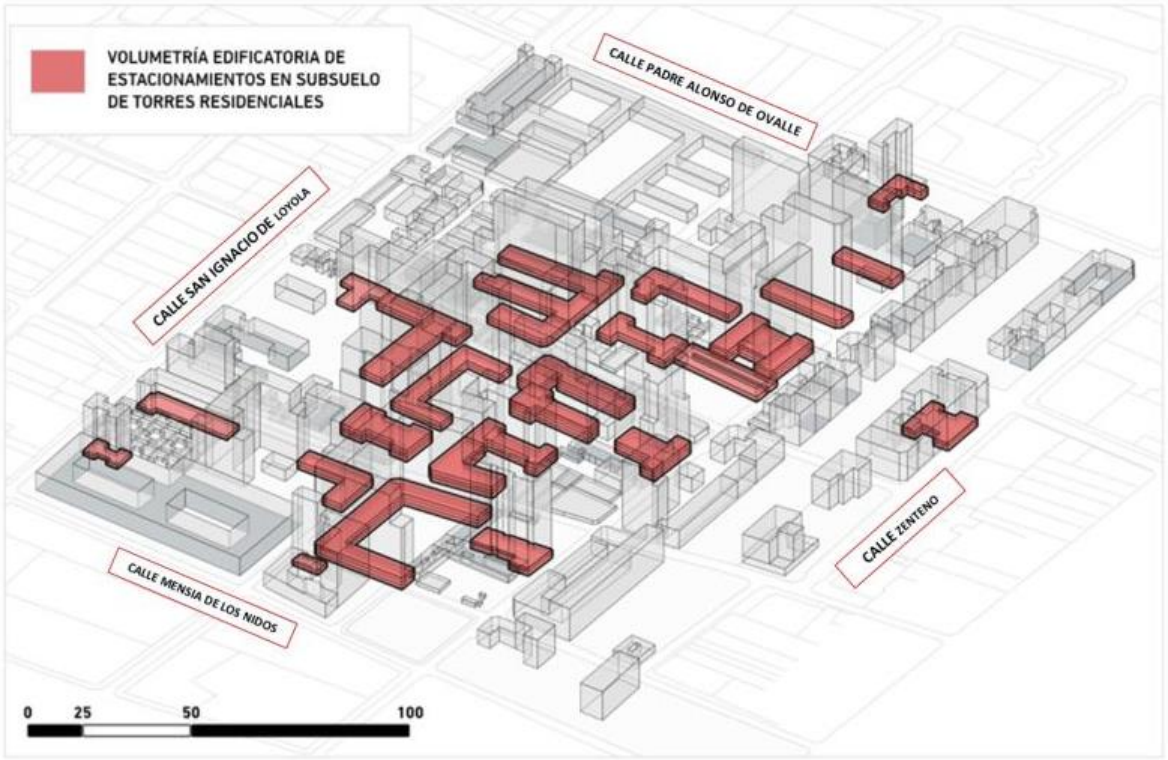
Fuente | Elaboración propia.

3.1.3 Barrio Bulnes

El barrio Bulnes se encuentra bajo la categoría de híper-densificación residencial, con una densidad promedio sumamente elevada de 442,5 viv/há (Vicuña 2017). Por ello, el promedio de niveles de vivienda construidos en altura es de 20 pisos y para estacionamientos en subsuelo de tres niveles. Aunque las edificaciones en subsuelo están concentradas en su mayoría en la zona central del barrio (Ver Figura 11), observamos una densidad de estacionamientos elevada de 116,78 est/há, los cuales suman un total de 2.721 y una superficie total de edificación de 9,12 hectáreas, conformando el 39,14% de la superficie neta del barrio.

Aunque en menor medida, el barrio Bulnes presenta en igual manera una concentración notable de producción de estacionamientos en torres residenciales, focalizada principalmente en el área central del barrio. Esto responde a las dinámicas de híper-densificación residencial, lo cual lo constituye un caso representativo del fenómeno. En la práctica, esto supone el recambio de densidades existentes a una fragmentación del tejido gracias a la explotación intensiva del suelo, agotando la posibilidad de crecimiento del tejido urbano (Diez, 1997). La dotación de estacionamientos es más acotada según el Plan Regulador Comunal de Santiago. En ese sentido, se permite la construcción de medio estacionamiento por cada vivienda menor de 100m² de superficie, un estacionamiento por cada vivienda entre 100m²-150m² de superficie y dos estacionamientos por cada vivienda mayor a 150m² de superficie.

Figura 11 | Volumetría de estacionamientos en subsuelo de torres residenciales – barrio Eusebio Lillo



Fuente | Elaboración propia.

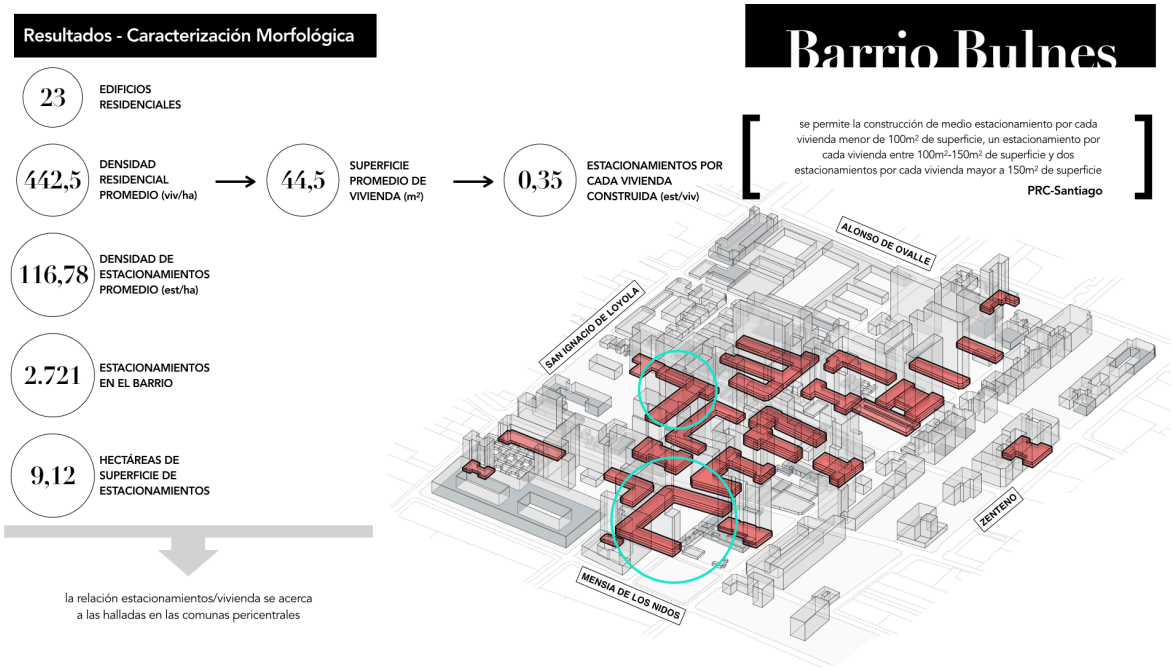
El primer escenario es el más representativo ya que la producción de vivienda en el centro del AMS es cada vez de menor superficie, no obstante, es también en esta zonas de gran centralidad donde se densifica intensamente y en mayor proporción. Por ello, la relación est/viv se acerca a las halladas en las comunas pericentrales. Observamos edificios en Santiago que duplican en superficie de viviendas a edificios del mismo tamaño localizados Ñuñoa y Providencia. Y como es de esperarse existe una correlación –aunque en menor grado– entre las nuevas edificaciones producidas en el marco de una híper-densificación residencial y la consolidación de nodos de estacionamientos en subsuelo (Ver Figura 12). De igual manera, la Figura 13, a través de la imagen síntesis da cuenta de la aproximación en cuanto a estacionamientos por viviendas en comunas centrales y pericentrales.

En definitiva, como se señala, las formas de densificación residencial impactan diferenciadamente en su contexto inmediato en términos de presión sobre infraestructuras, equipamientos y espacio público. Así lo resume la Tabla 6, donde se comparan los casos tanto en oferta de vivienda como de estacionamientos. Aunque en principio pareciera que son pocas plazas de estacionamientos por unidad de vivienda, en la práctica no es así. Un ejemplo radica, en la comparación entre el promedio de superficie de vivienda y el número de estacionamientos por vivienda en el año 2016. En ese sentido, en Providencia se produce un estacionamiento por cada 114,24m^2 de vivienda, considerando que la superficie promedio de departamentos construidos en el 2016 fue de 92,0 m^2. Para el caso de Ñuñoa, se construye una plaza de estacionamiento cada 66,52m^2 de vivienda, las cuales fueron construidas en el 2016 con superficies promedio de 59,5m^2. (Tinsa, 2016)

Figura 12 | Cruce entre densificación residencial y densificación de estacionamientos en subsuelo – barrio Bulnes

Fuente | Elaboración propia con base en Proyecto FONDECYT Nº 11170501

Figura 13 | Imagen síntesis - barrio Bulnes



Fuente | Elaboración propia

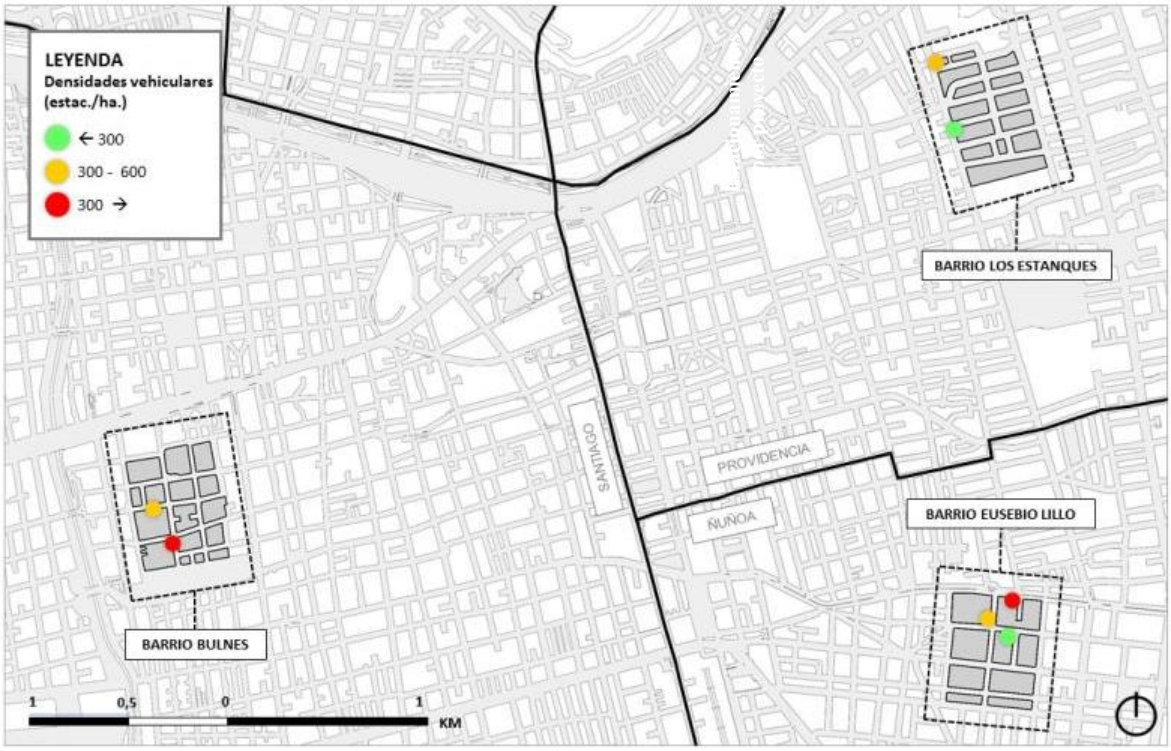
En el caso de Santiago, el promedio de metraje por vivienda construido en el 2016, oscila alrededor de 44,5m² (Cámara Chilena de la Construcción, 2016; González 2017), si se compara contra el número de estacionamientos por vivienda, se concluye que en Santiago se produce una plaza de estacionamientos por cada 127,4m² de vivienda. Esto indica que el número de dotación está por encima de otras ciudades con más experiencia en la regulación de producción de estacionamientos en torres residenciales. Por ejemplo, se estima que en Helsinki la dotación se aproxima a una plaza por cada 135m² de vivienda, en Yokohama se reduce a una plaza por cada 450m², en Madrid se produce una plaza por cada 100m². Situaciones críticas distintivo a la tendencia se da en el caso de ciudades estadounidenses, donde se estima una plaza de estacionamientos por cada 50m² (Echavarri, Sánchez-Fayos & Villacañas, 1995). En ese sentido, la realidad chilena está más próxima a convertirse en los desafíos que afrontan Estados Unidos, y su alta permisibilidad, alejándose de lo propuesto por ciudades europeas o asiáticas.

3.2 Tipologías de densificación de estacionamientos y el entorno urbano

Con la finalidad de caracterizar tipologías edificatorias en base a densidad de estacionamientos y su relación con la carga vehicular en el entorno urbano, se realizó una selección de ocho edificios, los cuales presentan condiciones relevantes en términos de densidad de estacionamientos, es decir, que mostraron grados diversos de densificación de plazas de estacionamientos por unidad de superficie neta (Ver Figura 14). Para ello, se utilizaron rangos de densidades que permitieron realizar una categorización en tres grupos de casos: hiper-densidades (mayor a 600 est/ha), densidades altas (300 est/ha – 600 est/ha) y densidades medias (menor a 300 est/ha). Cabe señalar que se observaron ciertas tendencias en cada zona. Percibimos una predominancia de híper-densidades de estacionamientos en barrios con mayor centralidad que los localizados en zonas peri-centrales. Esto

responde a que la producción de estacionamientos se ve acompañada de la producción de viviendas en alturas, típica del centro urbano de Santiago.

Figura 14 | Localización de edificios dentro del AMS por densidades de estacionamientos



Fuente | Elaboración propia

3.2.1 Híper-densidades de estacionamientos

El primer grupo de casos corresponde a las híper-densidades de estacionamientos (Ver Tabla 7), las cuales van desde los 600 est/há en adelante. Esta categoría posee ciertas cualidades que son propias. Se observa en primera instancia, que los edificios bajo este rango presentan alturas superiores a las halladas en los otros grupos, las mismas oscilan entre 22 y 25 pisos. Además, se encuentran localizados adyacentes a vías de alto tránsito, con considerables porcentajes de aporte de vehículos al flujo vehicular (entre 7% y 8%). Dicho aporte, es variable respecto a la centralidad de proyecto ya que se intensifica a medida que se desplaza a zonas centrales urbanas. No obstante, los edificios con híper-densidades de estacionamientos son los que presentaron mayor porcentaje de aporte al flujo si se les compara con edificios del mismo barrio.

Tabla 7 | Parámetros de morfología edificatoria para híper-densidades de estacionamientos

Barrios	Comuna	Dirección del proyecto	Densidad de estacionamientos neta (est/ha)	Estacionamientos por proyecto	Cuota predial de vehículos (veh/hr)	Flujo vehiuclar local (veh/hr)	Porcentaje de aporte	Densidad residencial (viv/ha)
Eusebio Lillo	Ñuñoa	Irarrázaval 1745	933,44	230	84	1.113	7.54%	722,40
Barrio Bulnes	Santiago	Lord Cochrane 376	927,19	188	45	561	8,02%	1.597,92

Fuente | Elaboración propia.

Dentro de este tramo de casos se advierten ciertos factores a recalcar. La centralidad del proyecto dentro del AMS no es necesariamente vinculante a la densidad de estacionamientos, esto es, edificios localizados en zonas urbanas consolidadas presentan densidades de estacionamientos ligeramente inferiores a las localizadas en el peri-centro. Sin embargo, observamos que las densidades residenciales si aumentan respecto a su centralidad. Además, se observa que los edificios con híper-densidad de estacionamientos son aquellos que en la morfología barrial, rompen la escala habitual en los barrios (Ver Imagen 4). De lo anterior, se deduce la necesidad de adquisición de vehículo privado en zonas peri-centrales del AMS, donde los usos de suelo son más homogéneos (residenciales) que en el centro (Meira, 2009). Por ello, observamos que ambos casos poseen similares densidades de estacionamientos, no obstante, es notable la diferencia entre números de estacionamientos y densidades residenciales para cada caso.

Imagen 4 | Edificios de híper-densidad de estacionameintos

Fuente | Elaboración propia.

De esta manera, edificios híper-densos, ya sea residencial o de estacionamientos, imprimen una presión significativa sobre el uso del suelo. En términos de aporte a la congestión, observamos que indiferente de su localización, es elevada su participación en el aumento de la carga vehicular. Para el barrio Bulnes, este fenómeno se grava en la medida en que las vías predominantes dentro de la zona, son de carácter local (uno y dos carriles), por ello en los centros urbanos los problemas sueles ser más graves, al afectar más el tráfico de una ciudad (Meira, 2009) . Otro factor responde al comportamiento de las densidades residenciales y de estacionamientos en torno a los predios, ya que todos los edificios catalogados como híper-densidades residenciales, son producto de fusiones prediales anteriores, lo cual conversa con la modificación del paisaje urbano y el respectivo grado de alteración del tejido (Vicuña 2017). Así lo demuestra la imagen síntesis del cruce de datos (Ver Anexo 01).

2. Densidades altas de estacionamientos

Las densidades altas de estacionamientos corresponden a aquellas que presentan entre 300 est/ha y 600 est/ha, siendo las más reiteradas dentro de los tres barrios analizados (Tabla 8). Los edificios con alta densidad de estacionamientos se encuentran edificados en calles de menor flujo vehicular y con alturas medias respecto a los barrios donde se localizan (entre 15 y 20 pisos). Observamos cierta relación entre el número de estacionamientos por proyecto y su centralidad. Como es de esperarse los porcentajes de aporte al flujo vehicular se sitúan en la media entre híper-densidades y densidades medias de estacionamientos. La práctica de fusiones prediales para la edificación de este tipo de proyecto empieza a mermar, ya que, de los tres edificios seleccionados, dos se emplazan en fusiones prediales.

Tabla 8 | Parámetros de morfología edificatoria para densidades altas de estacionamientos

Barrios	Comuna	Dirección del proyecto	Densidad de estacionamientos neta (est/ha)	Estacionamientos por proyecto	Cuota predial de vehículos (veh/hr)	Flujo vehicular local (veh/hr)	Porcentaje de aporte	Densidad residencial (viv/ha)
Los Estanques	Providencia	Antonio Varas 403	509,96	113	21	617	3,52%	275,28
Eusebio Lillo	Ñuñoa	José Domingo Cañas 1640	444,89	180	18	423	4,25%	388,04
Barrio Bulnes	Santiago	Miguel de Olivares 1428	406,34	248	20	324	6,17%	837,26

Fuente | Elaboración propia.

El porcentaje de aporte al flujo vehicular para estas densidades oscila entre 3% y 6%. La cuota de vehículos por predio es menor en relación con las híper-densidades, sin embargo, el porcentaje de aporte va en aumento a medida que los edificios se acercan a zonas centrales del AMS (Ver Imagen 5). Una particularidad hallada radica en que, las densidades de estacionamientos de dicha categoría disminuyen a medida que se acercan al centro urbano del AMS y no aumentan como lo hace la densidad residencial. Esto conversa con lo señalado anteriormente, (1) zonas centrales presentan menor demanda de estacionamientos gracias a su accesibilidad a transporte urbano, (2) La relación vivienda-estacionamiento disminuye conforme los edificios se acercan al centro urbano y (3) el

poder adquisitivo disminuye en zonas centrales del AMS, reduciendo con ello la posibilidad de acceso a una vivienda de mayor superficie y con ello, acceso a vehículo privado.

Observamos que, el incremento de los porcentajes de aporte guarda relación con las densidades residenciales y no con las densidades de estacionamientos. De esta manera, el flujo vehicular de calles locales en barrios de comunas centrales, responde más a la cuota de vehículos aportada por los predios de densificación residencial intensiva que en comunas pericentrales. La media obtenida de la tabulación de todos los edificios de densidad alta de estacionamientos, indica una proliferación de prácticas de fusión predial en la construcción de esta tipología. Así de los 54 edificios repartidos entre los tres barrios con densidades altas de estacionamientos, 36 edificios son productos de fusiones prediales, lo cual corresponde a un 66% de las edificaciones. El cruce de datos se puede observar en el Anexo 02.

Imagen 5 | Edificios de densidad alta de estacionamientos

Fuente | Elaboración propia.

3. Densidades medias

Las densidades medias de estacionamientos corresponden a aquellas por debajo de 300 est/ha y con alturas inferiores, entre los 10 y 13 pisos (Ver Tabla 9). En esta categoría, se observan edificaciones que se erigen principalmente en barrios pericentrales, importante destacar su ausencia en comunas con mayor grado de centralidad del AMS. En términos de su aporte al flujo vehicular local, representan las más bajas entre el 0,7% y el 1,15%, ello se debe a su densidad de estacionamiento y densidad residencial. Existen particularidades morfológicas de estos edificios ya que, los estacionamientos de los edificios están repartidos, una parte en el subsuelo y otra en estacionamientos sobre la superficie. Cabe destacar su bajo impacto visual en el entorno urbano, conversando más armónicamente con el tejido urbano, ya que regularmente no son producto de prácticas de fusión predial.

Tabla 9 | Parámetros de morfología edificatoria para densidades medias de estacionamientos

Barrios	Comuna	Domicilio del proyecto	Densidad de estacionamientos neta (est/ha)	Estacionamientos por proyecto	Cuota predial de vehículos (veh/hr)	Flujo vehiuclar local (veh/hr)	Porcentaje de aporte	Densidad residencial (viv/ha)
Los Estanques	Providencia	Antonio Varas 710	289,37	61	3	252	1,19%	246,67
Eusebio Lillo	Ñuñoa	José Domingo Cañas 1727	294,46	84	3	326	0,92%	252,40

Fuente | Elaboración propia.

Cabe señalar que, en el Barrio Eusebio Lillo los grados de avance de los procesos de densificación residencial son prematuros (Vicuña, 2017), por lo cual es complejo prever el comportamiento de densidades de estacionamientos en los barrios. Esto abre el compás para una posible agudización del fenómeno con tendencias a convertirse en zonas con densidades de estacionamientos altas. Por otra parte, en Providencia se observa un estado de densificación más consolidado, con mayor grado de avance e incrementalidad (Vicuña, 2017). De esta manera, las posibilidades de agudización de las problemáticas se ven reducidas al no poseer disponibilidad de predios para la densificación intensiva, tanto residencial como vehicular (Ver Anexo 03).

Imagen 6 | Edificios edificados de densidades medias de estacionamientos

Fuente | Elaboración propia.

3.3 Análisis de los efectos de la densidad de estacionamientos sobre el entorno urbano construido

En esta sección, se analiza la influencia que tienen los accesos a estacionamientos localizados en torres residenciales en el entorno urbano de barrios con densificación residencial intensiva. Con el fin de conocer los elementos del sistema que se ven afectados por tal fenómeno y que forman parte del medio urbano, el análisis se realiza a través de los parámetros descritos anteriormente en la Tabla 5, los cuales fueron elaborados con base en instrumentos normativos.

En ese sentido, el Manual de Vialidad Urbana (MVU), en conjunto con los Planes Reguladores Comunales (PRC) y la Ley de Aportes al Espacio Público (LAEP)[4], son los instrumentos de planificación y diseño urbano encargados de reglamentar los parámetros espaciales para los accesos a propiedad en vías no expresas, la permisibilidad constructiva de plazas de estacionamientos en predios y mitigar los impactos de la densificación en zonas urbanizadas, respectivamente. Por lo anterior, se utilizan dichos instrumentos como lentes analíticos para la revisión del impacto de la producción de estacionamientos en el entorno inmediato.

3.3.1 Las híper-densidades de estacionamientos en el paisaje urbano

Es importante controlar la construcción de accesos vehiculares a predios, principalmente aquellos sobre vialidades primarias o secundarias, por ello, normativas exigen su regulación cuando estos desemboquen sobre vialidades con altos flujos vehiculares o dedicadas a locomoción colectiva (MINVU, 2009), específicamente considerando la proximidad de los accesos a esquinas congestionadas. En ese sentido, híper-densidades de estacionamientos demandan mayores y mejores condiciones espaciales de mitigación de los impactos que producen en el tejido urbano próximo al proyecto.

Observamos que las adaptaciones del espacio urbano competen principalmente en la reducción de área peatonal y aumento en superficie de tránsito vehicular, como respuesta a la imposibilidad de ensanche vial. No obstante, este proyecto es uno de los más generosos al momento de repartir las superficies en el espacio urbano. Para este caso de híper-densidad de estacionamientos, el grado de interrupción del flujo peatonal es intenso, ya que se concentra la circulación vehicular mediante un solo acceso de 230 vehículos. La existencia de comercio en planta baja intensifica el fenómeno disruptivo de la vereda.

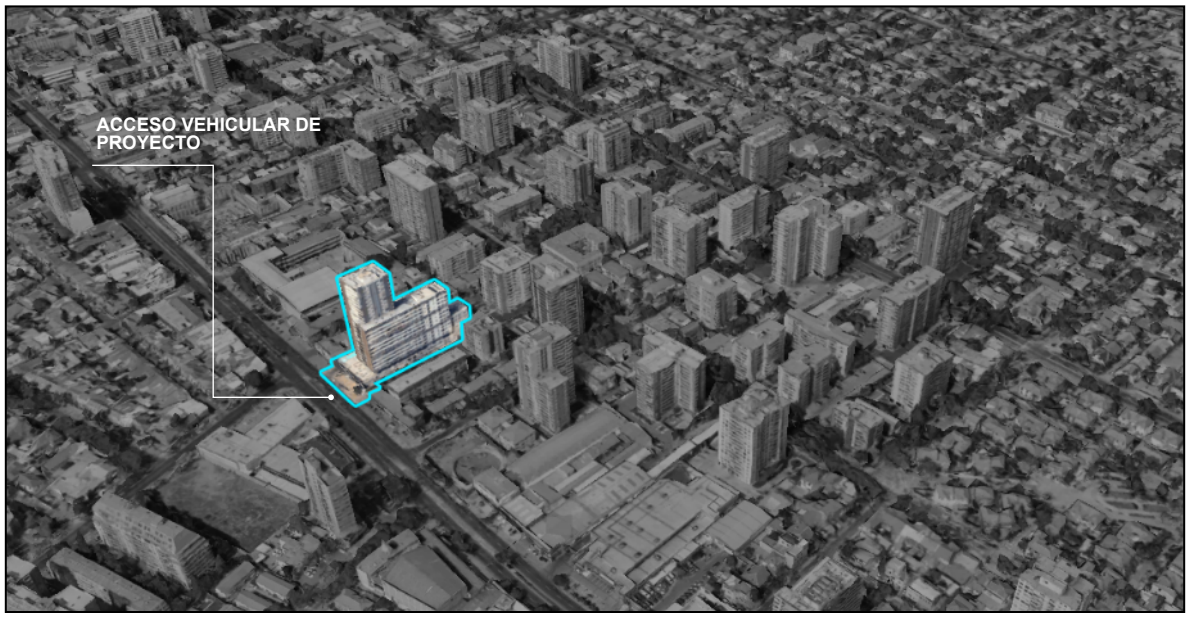
[4] La cual entrará en vigencia en el 2019

Ficha 1 | Acceso vehicular de proyecto de híper-densidad, barrio Eusebio Lillo (Irarrázaval 1745)

Parámetros	Resultados	
Obstrucción de veredas	Longitud de calle de acceso	8.75m
	Sentidos de calle de acceso	Entrada/Salida
	Capacidad de zona de espera	1 vehículo al exterior del edificio
Adaptabilidad de accesos	pista de aceleración/ deceleración	Posee pista utilizada como zona de espera con capacidad de 2 vehículos
	pendiente de acceso	A nivel de calle adyacente y adecuada para el flujo peatonal
	proximidad a intersección	95m con relación a Monseñor Eyzaguirre y 25m con Quirihue
	señalización	reducida y visible
Armonía de usos	El acceso vehicular esta flanqueado por un uso comercial en fachada hacia ambos lados	
Número de accesos	Un acceso vehicular para el predio sobre Av. Irrarázaval	

Fuente | Elaboración propia

Figura 15 | Entorno urbano de proyecto de híper densidad de estacionamientos



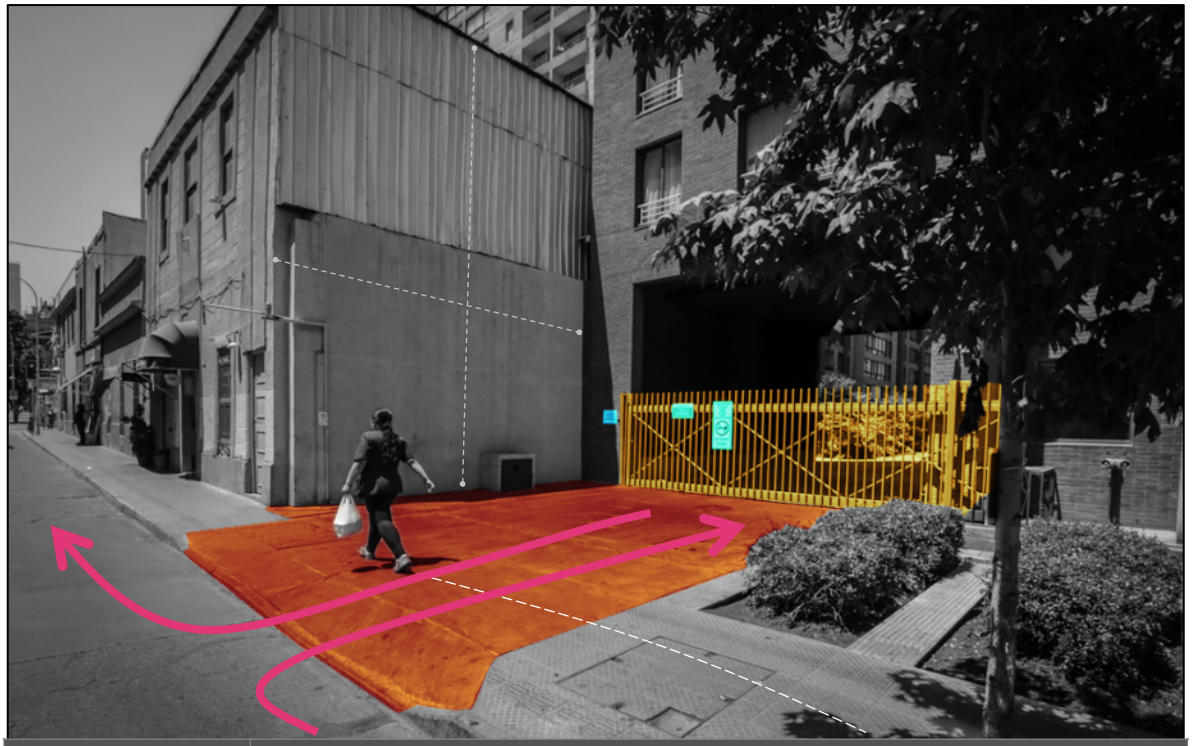
Fuente | Elaboración propia con base en Google Earth

3.3.2 Las altas densidades de estacionamientos en el paisaje urbano.

Para torres de altas densidades de estacionamientos, la situación varía dependiendo de la localización del proyecto dentro del AMS. El impacto espacial se agudiza en edificios de comunas centrales debido a la morfología vial y el uso intensivo de la calzada, consecuencia de la concentración de viajes y mixturas de usos (Navarro y Ortuño, 2011). Los accesos vehiculares de dichos edificios se configuran como límites entre edificios de densificación residencial intensiva y tejido urbano preexistente (Vicuña, 2017). De esta manera, dejan una clara evidencia de la transformación espacial de barrios que en principio presentaban densidades más acopladas a la escala humana, en donde el vehículo privado pasa a tener un rol importante.

Este fenómeno ocurre con menos intensidad en edificios localizados en comunas peri-centrales donde los anchos viales se acoplan a la carga vehicular arrojada por los edificios. De este modo, edificios categorizados con densidades de estacionamientos altas podrían generar complicaciones de híper-densidades si se emplazaran en comunas centrales donde la oferta de espacio urbano es limitada. Cabe señalar, que esta forma de densificación vehicular es la más adecuada si se localiza en el peri-centro del centro urbano, ya que la trama vial existente es capaz de soportar la carga y densidad de estacionamientos arrojada por los predios.

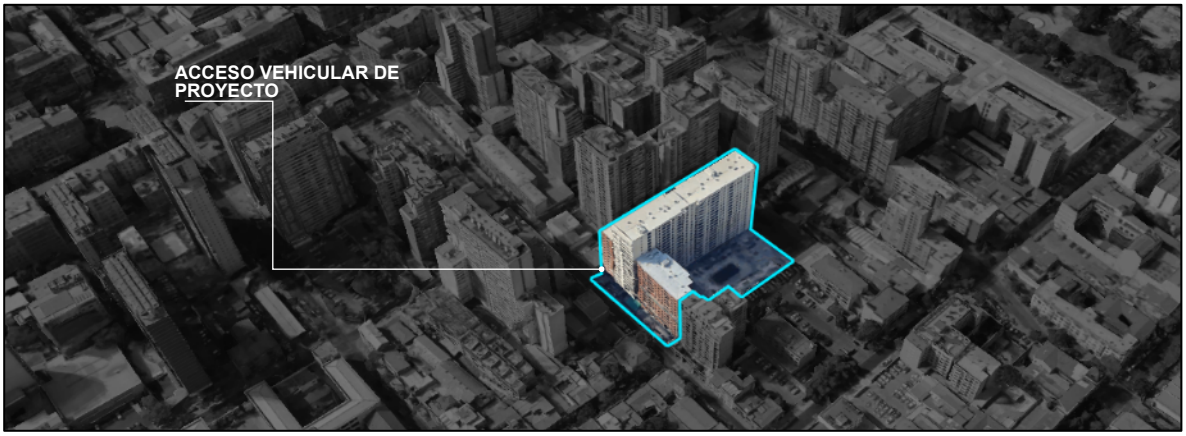
Ficha 2 | Acceso de proyecto de alta densidad de estacionamientos, barrio Bulnes (Miguel de Olivares 1428)



Parámetros	Resultados	
Obstrucción de veredas	Longitud de calle de acceso	9.87m
	Sentidos de calle de acceso	Entrada/Salida
	Capacidad de zona de espera	1 vehículo al exterior del edificio
Adaptabilidad de accesos	pista de aceleración/ deceleración	No cuenta con pista
	pendiente de acceso	A nivel de calle adyacente y adecuada para el flujo peatonal
	proximidad a intersección	50m con relación a Lord Cochrane y 130m con Ignacio de Loyola
	señalización	reducida y visible
Armonía de usos	El acceso vehicular está contiguo a un comercio local de baja escala y flanqueado por muro ciego	
Número de accesos	Un acceso vehicular para el predio sobre Miguel de Olivares	

Fuente | Elaboración propia

Figura 16 | Entorno urbano de proyecto de densidad de estacionamientos alta

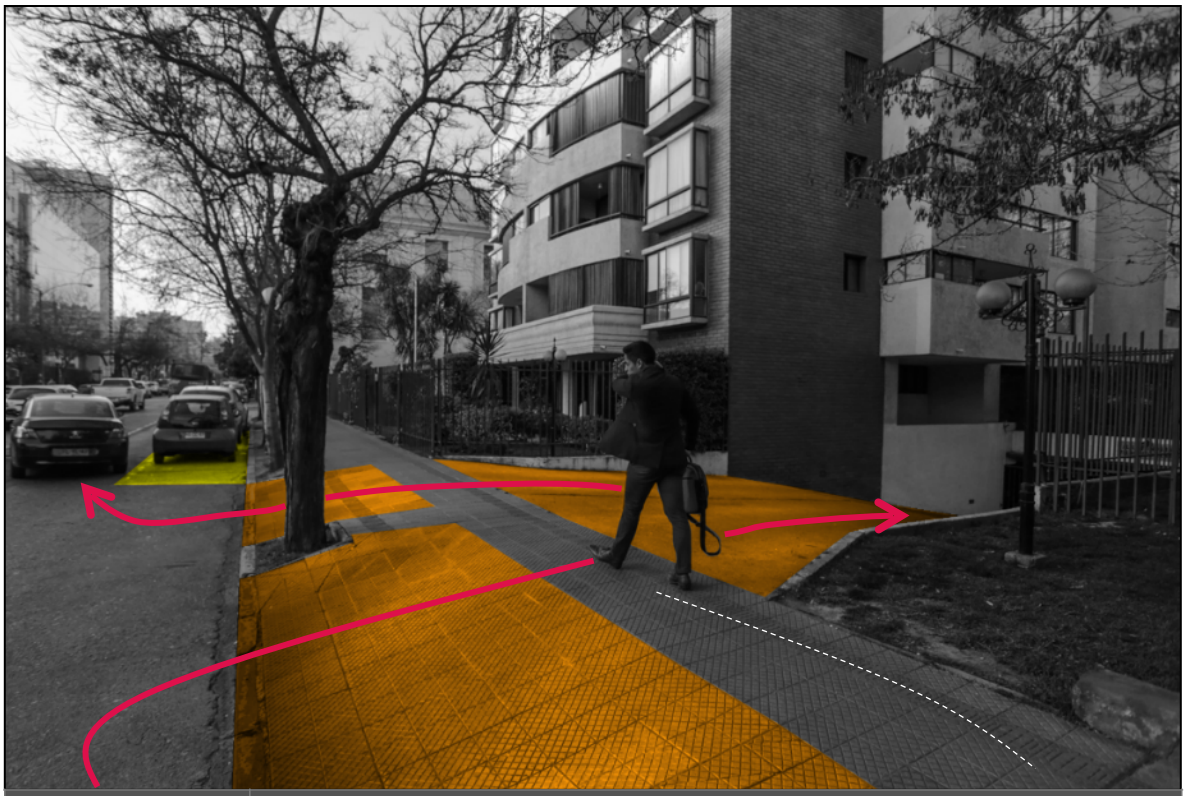


Fuente | Elaboración propia con base en Google Earth

3.3.3 Las densidades de estacionamientos medias en el paisaje urbano.

Esta tipología se caracteriza por encontrarse exclusivamente en comunas peri-centrales. Como determinamos anteriormente, observamos que su grado de interrupción en el flujo es bajo debido a su poca contribución en el aumento de la carga y densidad de estacionamientos. Sin embargo, en el ámbito espacial, los accesos juegan un rol muy diverso. Al ser la forma de densificación más producida, la aglomeración de accesos vehiculares en los predios interrumpe constantemente el trayecto peatonal y el flujo vehicular local de los barrios. Además, a tratarse de comunas que presentan oferta habitacional de mayor poder adquisitivo, en donde la relación estacionamientos/ vivienda se equipara, se cumple lo señalado por Manville et al. (2013) donde el costo de un estacionamiento está distribuido en los costos de la propiedad y en donde la producción de estacionamientos privados fuera de la calle juega un rol importante.

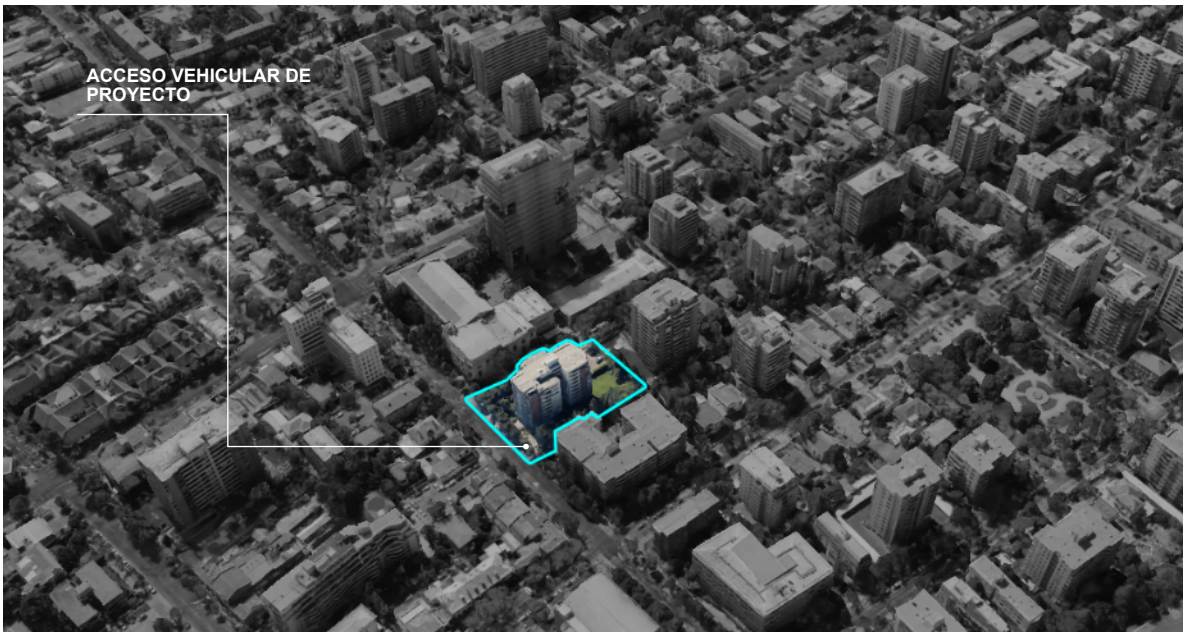
Ficha 3 | Acceso de proyecto de alta densidad de estacionamientos, barrio Los Estanques (Antonio Varas 730)



Parámetros	Resultados	
Obstrucción de veredas	Longitud de calle de acceso	12.30m
	Sentidos de calle de acceso	Entrada/Salida
	Capacidad de zona de espera	2 vehículo al exterior del edificio en pendiente
Adaptabilidad de accesos	pista de aceleración/ deceleración	No cuenta con pista
	pendiente de acceso	Desnivel pronunciado en vereda peatonal y rampa de acceso
	proximidad a intersección	35m con relación a Federico Froebel
	señalización	No cuenta con señalización
Armonía de usos	El acceso vehicular está contiguo a otro acceso vehicular de la torre colindante	
Número de accesos	Un acceso vehicular para el predio sobre Antonio Varas	

Fuente | Elaboración propia

Figura 17 | Entorno urbano de proyecto de densidad de estacionamientos alta



Fuente | Eaboración propia con base en Google Earth

Por lo anterior, observamos que los accesos vehiculares de edificios que representan una densidad de estacionamiento significativa, impactan directamente sobre el entorno urbano construido. Por un lado, el impacto es morfológico a nivel de calle, es decir, alteraciones en el tejido urbano se hacen más evidentes toda vez el reemplazo de los usos preexistentes en fachadas. De esta manera, los vehículos adquieren protagonismo en el espacio público relevando la capacidad de generar un entramado de relaciones, vínculos y contactos que una ciudad genera entre sus habitantes.

Por otro lado, el impacto es más fuertemente sobre la capacidad de "peatonalidad urbana", dedicando más espacio público para circulación vehicular e incluso fragmentando más el tránsito peatonal por dichos accesos. De este modo, en línea con Jacobs (1961), los edificios y los accesos vehiculares, terminan colocando al automóvil por sobre los peatones, esto hace que la calle pierda su actividad primaria de mantener la seguridad de la ciudad. Por lo anterior, observamos que los accesos vehiculares de dichos edificios causan mayor impacto en el entorno más por su morfología expresa en el tejido, que por la densidad que representan. De esta manera, las regulaciones o normativas urbanas relacionadas a controlar las densidades de estacionamientos y cargas vehiculares de edificios con altas densidades, deben estar orientadas a forma por sobre cantidad.

Capítulo 4
Conclusiones y Recomendaciones

Fuente: Elaboración propia

Procesos de densificación residencial intensiva, producción masiva de estacionamientos, crecimiento desmesurado del parque automotriz y políticas laxativas en términos de regulación vial, han contribuido a que Santiago perfile entre una de las ciudades latinoamericanas con mayor grado de congestión vehicular. Frente a estos desafíos surgen problemáticas que agravan el detrimento de la movilidad y el espacio urbano. La tesis se coloca frente a la tarea de comprender las externalidades producidas por los procesos de producción de estacionamientos en los barrios en procedo de densificación del AMS. Conocer tales efectos es relevante para construir normas e instrumentos de planificación territorial que se adecúen a dinámicas exclusivas del territorio. Además permite avanzar en la construcción de ciudades más compactas y menos dependientes del automóvil.

De este modo, fue necesario profundizar en el vínculo entre densidad residencial y densidad de estacionamientos a través de la caracterización espacial y aproximación de los efectos de dichas relaciones sobre el tejido urbano. Dichas externalidades se hacen evidente en diversas dimensiones del tejido urbano, respondiendo explícitamente a edificios edificados en barrios que sufren transformaciones urbanas relacionadas a densificación poblacional. Las externalidades se categorizaron en diferentes dimensiones con el fin de explicitar claramente su área de impacto en el tejido urbano.

Este capítulo de reflexiones comprende los principales hallazgos, a partir de la (1) síntesis de resultados de los casos de estudio para identificar el vínculo entre densidad de estacionamientos, tipologías de densificación residencial intensiva en el AMS e impactos en el espacio público.

Luego, se exponen (2) las limitaciones y debilidades de la investigación. Finalmente, se enuncian (3) las recomendaciones desarrolladas a partir de la **investigación** que abren paso a futuras aproximaciones en dicho campo.

4.1 Discusión y síntesis de objetivos

A través de las mediciones tabulaciones y análisis de la información obtenida mediante el proceso de recopilación empírica, se observaron cuatro hallazgos **(H)** relevantes en torno a la investigación sobre *los impactos de la densidad de estacionamientos sobre la carga vehicular en el AMS*; para abordar el fenómeno en estudio se categorizaron en dimensiones de impactos, las cuales son competentes a las personas, el espacio público y las zonas del estudio.

4.1.1 Dimensión político-espacial

La regulación de estacionamientos dentro de las normativas y ordenanzas de zonificación son materia poco estudiada, principalmente el vínculo entre el automóvil y la forma urbana. Los estacionamientos son ubicuos por sí mismos, ya que gracias a su necesidad, se encuentran esparcidos por todas las ciudades haciéndose más notorios cuando están ausentes. En el marco de un modelo neoliberal evidente en América Latina, la resolución a estos temas se aborda a través de políticas públicas que satisfacen el mercado. De este modo, la regulación de los estacionamientos es muy acotada ya que su producción sigue siendo exigida como un mínimo dentro de instrumentos de planificación territorial.

A través de la caracterización morfológica de la densidad de estacionamientos, observamos que en efecto **(H1) se altera la forma urbana mediante la masificación de estacionamientos relacionada a la densificación residencial intensiva.** Esto ocurre, toda vez se impulsa densidad de estacionamientos producto de requerimientos normativos impuestos por autoridades locales. Así, se satisface lo propuesto por Manville et al. (2013), aumentar la oferta de estacionamientos hace que el estacionamiento sea menos costoso y alienta a los desarrolladores inmobiliarios a incluir su valor en el precio de la vivienda. Las densidades de estacionamientos están correlacionadas a las densidades de vivienda y personas. De este modo, ciudades más densas suponen una mayor congestión y carga vehicular consecuencia de los estacionamientos producidos al margen de normativas locales.

Si la intención de tales requisitos normativos es reducir la carga y congestión vehicular, es posible que lo hagan no disminuyendo la densidad de estacionamientos (estacionamientos/área), sino disminuyendo las densidades residenciales. Esto se observa en todos los casos analizados en esta tesis, principalmente en los barrios que sufren tendencias a procesos de *residencialización* (Vicuña, 2017). En barrios centrales del AMS, las leyes a primera vista parecieran ser más restringentes, no obstante, la permisibilidad en la densificación residencial, sirve como fundamento para abrir el compás a la producción masiva de estacionamientos si las promotoras inmobiliarios se apegan a las normas vigentes. El caso contrario ocurre en comunas peri-centrales donde la relación estacionamientos/vivienda es de 1:1.

4.1.2 Dimensión urbano-espacial

La caracterización de tipologías edificatorias en base a la densidad de estacionamientos y su relación con la carga, permitió comprender que **(H2) el impacto de un proyecto residencial sobre la intensidad de carga y congestión vehicular, está directamente relacionada a su centralidad dentro del tejido urbano.** Observamos que, en centros urbanos consolidados la carga vehicular es mayor que en zonas menos densas. Pudimos corroborar que en efecto, dichas cargas vehiculares provienen en gran manera de predios producto de una densificación residencial intensiva. Al respecto Ewing et al. (2018), sostienen que si bien ciudades compactas suponen viajes cortos, al mismo tiempo concentran viajes y destinos.

Para el AMS, las comunas centrales albergan una mayor mixtura en sus usos de suelo en comparación con las comunas peri-centrales, las cuales poseen una vocación más residencial. Esto coincide con la visión de Mondschein & Taylor (2017), la cual atribuye el aumento de la carga y congestión vehicular a la concentración de actividades vinculadas a los distintos usos de suelo. Tradicionalmente se aborda la construcción de ciudades compactas desde la densidad residencial. Tal y como señala Vicuña (2017), mayores densidades no garantizan la compacidad de un territorio, pueden darse procesos de densificación intensos que promuevan cierta continuidad en el proceso.

Existe una paradoja respecto a la densificación residencial como posible mecanismo de control de carga y congestión vehicular. Regularmente las normativas apuestan por la densificación, como es sabido, al aumentar la densidad poblacional, la adquisición y uso de vehículos privados disminuye (Manville et al., 2013); es decir, la relación *vehículos/persona* decrece, lo que supone menos vehículos transitando en zonas densamente pobladas. Sin embargo, esto no es del todo cierto y es aquí, cuando los estacionamientos localizados en predios densificados juegan un rol crucial en el aumento de la carga vehicular.

En efecto, **(H3) la producción masiva de estacionamientos relacionada a la densificación residencial, genera mayor densidad de estacionamientos (estacionamientos/hectárea), incluso, cuando densificar residencialmente promueve la disminución de autos per cápita.** Este fenómeno se agudiza por lo anteriormente señalado, edificios con mayor grado de centralidad son vulnerables a problemáticas reales: colapso de la infraestructura vial frente a la imposibilidad de ensanches viales, mayor concentración de viajes (orígenes y destinos) producto de la mixtura usos de suelo y (Navarro & Ortuño, 2011; Ewing et al., 2018).

De acuerdo con las evidencias, pudimos observar que también es posible crear ciudades compactas desde la densificación vehicular. **(H4) La producción de estacionamientos y la densificación vehicular que ello conlleva, es tolerable siempre y cuando se condicione exclusivamente a edificios localizados en comunas peri-centrales y periféricas**, convirtiéndose en una posible solución en contra de la expansión urbana. La producción de estacionamientos posee menor impacto en torres residenciales alejada de centros urbanos consolidados.

4.2 Limitantes

A lo largo del desarrollo de la investigación surgieron diversas limitaciones, específicamente en la etapa del desarrollo metodológico. En primera instancia, la falta de equipo técnico y personal de campo acotó las mediciones a métodos manuales de aforo vehicular. Aunque se intentó realizar los catastros a las horas de mayor tráfico vehicular (horas punta), las limitaciones de acceso a métodos más sofisticados de conteo, solo permitieron realizar levantamiento visual y manual de los flujos vehiculares para cada proyecto a lo largo de dos semanas en el mes de agosto.

Segundo, el inicio de la restricción vehicular permanente en Santiago para vehículos sin convertidor catalítico, condicionó en gran manera la muestra original de vehículos en las comunas situadas dentro del anillo Américo Vespucio. La restricción aplicaba a partir del mes de mayo hasta agosto con horarios entre las 07:30 – 21:00 hrs; la medida consiste en restringir la circulación de autos catalíticos a través del último dígito de su patente. Para mitigar esta situación, se procuró realizar las mediciones de cada barrio cuando las restricciones aplicaran dígitos de patente similar. Sin embargo, dicha condición ayudó a homologar las muestras bajo condiciones similares.

Tercero, por la limitación de acceso a los planos as built de los edificios seleccionados, la caracterización morfológica de la densidad de estacionamientos en subsuelo es proyectual y estimada en base a la superficie obtenida de los permisos de edificación. Esto impidió realizar una volumetría exacta del espacio construido en subsuelo, sin embargo, arroja una aproximación fidedigna a los niveles construidos y estacionamientos producidos. Por tanto, la estimación de la volumetría se abordó mediante fórmulas desarrolladas en la metodología de esta tesis.

Finalmente, se habían estipulado entrevistas con los creadores de políticas públicas vinculadas a la regulación de plazas de estacionamientos y congestión vehicular, pero luego de una revisión preliminar, se observó la escasa existencia de tales instrumentos. En consecuencia, se consideró más relevante una aproximación conceptual al rol de las políticas públicas actuales de Santiago, como lente analítico para el abordaje de los objetivos de la investigación.

4.3 Futuras aproximaciones de investigación

Es evidente la demanda de estacionamientos en zonas centrales y pericentrales del AMS, principalmente los producidos en el marco de procesos de densificación residencial intensiva. Lo que no queda tan claro, son los diversos usos que se le otorgan a estas plazas de estacionamientos cuando no están ocupados o cuando el propietario de la plaza no posee vehículo. En ese sentido, una aproximación desde las prácticas de arriendo de estos estacionamientos, supone un uso intensivo del espacio en periodos reducidos de tiempo y en por consiguiente, promueve el aumento de la densidad de estacionamientos de zonas ya colapsadas.

Por lo anterior, podría resultar fundamental realizar una investigación en profundidad sobre estrategias desplegadas por los arrendatarios para satisfacer la demanda de estacionamientos. En efecto, existe “una nueva tendencia: la de propietarios de departamentos que arriendan el aparcadero en su edificio del centro durante el horario laboral, desde las 8 de la mañana a las 6 de la tarde” (Cofré, 2013, p. 60). Por un lado, estas prácticas dinamizan la economía de los propietarios

revalorizando el suelo sobre el cual se emplazan, dada la extrema capitalización del espacio disponible. Por otro, catapultan la saturación de carga vehicular en periodos sumamente específicos, más allá de las horas punta de congestión vehicular.

Imagen 6 | Publicidad de arriendo de estacionamientos

Fuente | Elaboración propia

Teniendo en cuenta las estrategias de arriendo, surgen nuevos modos de comercializar el uso de los estacionamientos entre los propietarios. Esto se logra a través de medios digitales ad hoc a esta necesidad, los cuales entran en competencia directa con el mercado formal de estacionamientos (públicos y privados), que maximizan la disponibilidad de oferta de estacionamientos en torres residenciales no destinadas para tales prácticas. En este contexto, queda pendiente abordar la producción de estacionamientos desde "economías colaborativas" (Hamari, Sjöklint & Ukkonen, 2016), comprendido como un modelo de mercado híbrido, donde se fusionan las prácticas habituales del mercado formal a menor escala y entre individuos (Laurell & Sandström, 2017), todo con el fin del beneficio de ambas partes, pero que expulsan externalidades de escala urbana.

4.4 Reflexiones finales

De este modo, la presente investigación buscó aproximarse al fenómeno de la producción de estacionamientos con el fin de conocer los impactos que éstos ocasionan sobre la carga vehicular de barrios en proceso de densificación dentro del AMS. Una primera mirada podría sugerir que la masificación de estacionamientos en relación a procesos de densificación residencial, promueve mejor accesibilidad, mayor movilidad en zonas urbanas y ciudades más compactas. No obstante, se hace evidente la necesidad de construir elementos normativos que regulen y controlen exclusivamente la dotación de estacionamientos con el fin de aminorar los impactos en términos sociales, espaciales y temporales.

Considerando que todo automóvil debe estacionar, es evidente que mientras se mantenga una alta permisibilidad en la construcción de estacionamientos, deficientes sistemas de transporte públicos masivos e incentivos económicos para la tenencia de vehículo privado, la necesidad por espacio

para el automóvil seguirá en aumento. Paradójicamente los más afectados son los propios dueños de automóviles, quienes tiene que procurar tener acceso a vivienda con disponibilidad de estacionamientos, acceder a créditos para obtener vehículos propios y soportar grandes cantidades de tiempo en el tráfico vehicular. Indirectamente se ven afectados el resto de la ciudad que debe ceder más espacio urbano para construcción de vialidad y combatir problemáticas de contaminación ambiental y sonora.

Desde la esfera gubernamental, existen varias herramientas legales que ayudan a mitigar las problemáticas, pero es evidente la ausencia de instrumentos que velen por la reducción de la congestión vehicular a partir del control en la producción de estacionamientos. En ese sentido, se proponen modificaciones a normativas que se adecúen a la evolución de las ciudades en términos de una movilidad sustentable y equitativa, primero obligando a las inmobiliarias a considerar, incluso la supresión absoluta, de plazas de estacionamiento respecto a la centralidad del proyecto en el AMS y su localización en relación al transporte público. Segundo a incentivar aportaciones al espacio urbano como forma de retribución por la permisibilidad de densificación vehicular y residencial en predios con antecedentes de baja ocupación. Dichas aportaciones deben ser dirigidas a la mejora del tejido urbano en términos de movilidad, conectividad y espacio público, específicamente sobre el entorno inmediato a los edificios, evitando de esta manera utilizar los recursos en obras o sitios que no contribuyen a la mitigación del problema.

Referencias Bibliográficas

Arnott, R. (2006). Spatial competition between parking garages and downtown parking policy. *Transport Policy,* 13(6), 458-469.

Beirão, G., & Cabral, J. S. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport policy*, *14*(6), 478-489.

Calthrop, E. & Proost, S. (2006). Regulating on-street parking. Regional Science and Urban Economics. 36(0), p. 29-48.

Cantillo, V., & Ortúzar, J. (2012). Restricción vehicular según número de patente: requiem para una política errónea. *Revista Ingeniería de Sistemas*, 26, 7-22.

Campoverde Crespo, G. (2016). *Análisis de la política de estacionamiento público aplicado en la ciudad de azogues enfocado a la alternabilidad por tiempo*. (Tesis de Magister). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

Chile. Ilustre Municipalidad de Santiago (2015). *Plan Integral de Movilidad*. Recuperado de: http://www.munistgo.info/movilidad/pim/

Chile. Ministerio de Medio Ambiente. (2016). *Segundo Informe Bienal de Actualización de Chile.* Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/11/2016_2IBA_CL.pdf

Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2009). *Manual de vialidad urbana. Recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana.* Recuperado de http://www.minvu.cl/opensite_20070404110715.aspx

Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2016). *Establece un sistema de aportes al espacio público.* Recuperado de https://www.leychile.cl/N?i=1095541&f=2016-10-15&p=

Chile. Secretaria de Planificación de Transporte. (2017). Encuesta Origen Destino de Viajes 2017 de Santiago. Recuperado de http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3253

Cofré, P. (2013, 23 de junio). La odisea de arrendar estacionamiento en el centro de Santiago. La Tercera. Recuperado de http://www2.latercera.com/noticia/la-odisea-de-arrendar-estacionamiento-en-el-centro-de-santiago-2/

Cortés, A., Figueroa, O., & Moreno, D. (2016). Los costos del uso del automóvil y su elasticidad: El caso de Santiago de Chile. *Estudios Socioterritoriales*, 20 Recuperado en 14 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853439220160002000003&lng=es&tlng=es.

Dalkmann, H. & Branningan, C. (2007). Módulo 5e: Transporte y cambio climático. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

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(81), 193-219.

Diez, F. (1996). Buenos Aires y algunas constantes en las transformaciones urbanas. Buenos Aires: Fundación Editorial Belgrano.

Echavarri, J. P., Sánchez-Fayos, T., & Villacañas, S. (1995). La regulación de la dotación de plazas de estacionamiento en el marco de la congestión. *Cuadernos de investigación urbanística*, (7).

Echenique, M. (2006) El Crecimiento y el Desarrollo de las Ciudades. En: Santiago, ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?, de Alexander Galetovic. Santiago: Centro de Estudios Públicos.

Ewing, R., Tian, G., & Lyons, T. (2018). Does compact development increase or reduce traffic congestion?. *Cities*, *72*, 94-101.

Fernández, R. & Valenzuela, E. (2004). Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano. *Revista EURE*, 30 (89), 97-107

Figueroa, O. (2001). Políticas de desarrollo y políticas de transporte urbano. Coherencias y contradicciones. La ciudad construida. *Urbanismos en América Latina*, 377-390.

Figueroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización: Políticas y efectos en América Latina. *EURE* (Santiago), 31(94), 41-53.

Georesearch (2017). Santiago, Maipú y Las Condes son las comunas con más autos de la Región Metropolitana. Recuperado de https://www.georesearch.cl/2017/06/13/just-a-video-post/

Gerring, J. (2007) Case study research: Principles and Practices. Cambridge University Press.

González, C. (11 de abril de 2017). Siete comunas de la Región Metropolitana concentran oferta de viviendas menor de los 50m². La Terecera. Recuperado de: http://www2.latercera.com/noticia/siete-comunas-la-capital-concentran-la-oferta-viviendas-menos-50-m%C2%B2/

Hamari J., Sjöklint M., & Ukkonen A. (2016). The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. Journal of the Association for information Science and Technology, 67(9), 2047-2059.

Hoogendoorn, S. P., & Bovy, P. H. (2001). State-of-the-art of vehicular traffic flow modelling. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*. 215(4), 283-303.

Hoppe, M., & Castro, A. (2016). Land use and mobility behaviour. En Tovey, M., Woodcock, A., Osmond, J. (Eds.) *Designing Mobility and Transport Services: Developing Traveller Experience Tools.(* 1a ed., pp. 66 – 78). London: Routledge.

INRIX (2018). INRIX Global Traffic Scorecard. Recuperado de http://inrix.com/press-releases/cod-us/

Ilustre Municipalidad de Santiago. (2016). Ordenanza sobre derechos por permisos y servicios municipales año 2016. (Ordenanza No. 94). Santiago, Chile: Autor.

Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of planning education and research*, 26(1), p. 38-52.

Jans B., M. (2017). Movilidad urbana: en camino a sistemas de transporte colectivo integrados. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad],* (6), 6-11. Recuperado de http://revistas.uach.cl/index.php/aus/article/view/616

Navarro Vera, J. R., & Ortuño Padilla, A. (2011). Aproximación a la génesis de la contribución de la densidad en la noción de "ciudad compacta". *Revista EURE (Santiago),* 37(112), 23-41.

Newman, P., & Kenworthy, J. (2009). *Urban design to reduce automobile dependence.* Opolis, 2(1).

Manville, M., & Shoup, D. (2006). Parking, People, and Cities. *UC Berkeley: University of California Transportation Center*. Recuperado de https://escholarship.org/uc/item/485983zw

Manville, M., Beata, A., & Shoup, D. (2013). Turning housing into driving: Parking requirements and density in Los Angeles and New York. *Housing Policy Debate*, 23(2), 350-375.

Marsden, G. (2006). The evidence base for parking policies—a review. *Transport policy*, 13(6), 447-457.

Mei, Z.; Xiang, Y.; Chen, J. & Wang, W. (2010). Optimizing model of curb parking pricing based on parking choice behavior. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. 10(1), p. 99-104.

Meira, R. (2009). *Políticas de Estacionamiento y Movilidad Sostenible. Estudio en España y Brasil. Propuesta de Actuación para Porto Alegre.* (Tesis de Maestría). Universidad de Valencia, España.

Millard-ball, A.; Weinberger, R. & Hampshire, R. (2014). Is the curb 80 % full or 20 % empty? Assessing the impacts of San Francisco's parking pricing experiment. Transportation Research Part A: Policy and Practice.

Molina, T. (2017, 17 de Marzo). Congestión vehicular en Santiago: ¿El taco puede hacernos menos eficientes en el trabajo? Emol. Recuperado de: http://www.emol.com/noticias/Economia/2017/03/17/849869/Congestion-vehicular-en-Santiago-El-taco-puede-hacernos-menos-eficientes-en-el-trabajo.html

Mondschein, A. & Taylor B. (2017). Is traffic congestion overrated? Examining the highly variable effects of congestion on travel and accessibility. *Journal of Transport Geography*, (64), 65–76.

Laurell, C. & Sandström, C. (2017). The sharing economy in social media: Analyzing tensions between market and non-market logics. Technological Forecasting and Social Change,125. 58–65.

Litman, T. (2009). *Transportation cost and benefit analysis*. Victoria Transport Policy Institute, 31.

López, E., Arriagada, C., Gasic, I., & Meza, D. (2015). Efectos de la renovación urbana sobre la calidad de vida y perspectivas de relocalización residencial de habitantes centrales y pericentrales del Área Metropolitana del Gran Santiago. *EURE (Santiago)*, *41*(124), 45-67.

López, E., Gasic, I., & Meza, A. (2012). Urbanismo pro-empresarial en Chile: políticas y planificación de la producción residencial en altura en el pericentro del Gran Santiago. *Revista Invi*, 27(76), 75-114.

Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2008). Modelos de transporte (Vol. 1). Ed. Universidad de Cantabria.

Ottosson, D.; Chen, C.; Wang, T. & Lin, H. (2013). The sensitivity of on-street parking demand in response to price changes: A case study in Seattle, WA. Transport Policy. 25(0), p. 222-232

Reyes, M. (2011). Una arteria norte-sur y el Santiago de Chile" non plus ultra": la historia de un largo trayecto. Revista de Urbanismo, (24), pág-49.

Santa María, M. (2015). Instrumentos de Planificación Territorial: Derechos y conflictos. Santiago, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales

Shoup, D. (2005), The High Cost of Free Parking, American Planning Association, Chicago, Illinois

Shoup, D. C. (2006). Cruising for parking. *Transport Policy*, 13(6), 479-486.

Steg, L. & Gifford, R. (2005). Sustainable transportation and quality of life. Journal of Transport Geography, 13, 1, 59-69.

Stevenson, M., Thompson, J., de Sá, T., Ewing, R., Mohan, D., McClure, R., & Wallace, M. (2016). Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. *The lancet*, 388(10062), 2925-2935.

Thomson, I. & Bull, B. (2002). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. *Revista de la CEPAL*, 76, 109-121.

Turok, I. (2011). Deconstructing density: Strategic dilemmas confronting the post-apartheid city. *Cities*, *28*(5), 470-477. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.cities.2010.10.003

Urban Land Institute (2013). When the Road Price is Right: Land Use, Tolls, and Congestion Pricing. Urban Land Institute, Washington, D.C. Recuperado de http://uli.org/wp-content/uploads/2013/03/When-the-Road-Price-is-Right_web_F.pdf

Vicencio, S. y Reyes, M. (2017). *City Parking: reserva de estacionamientos.* (Tesis de maestría).Universidad de Chile. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146142

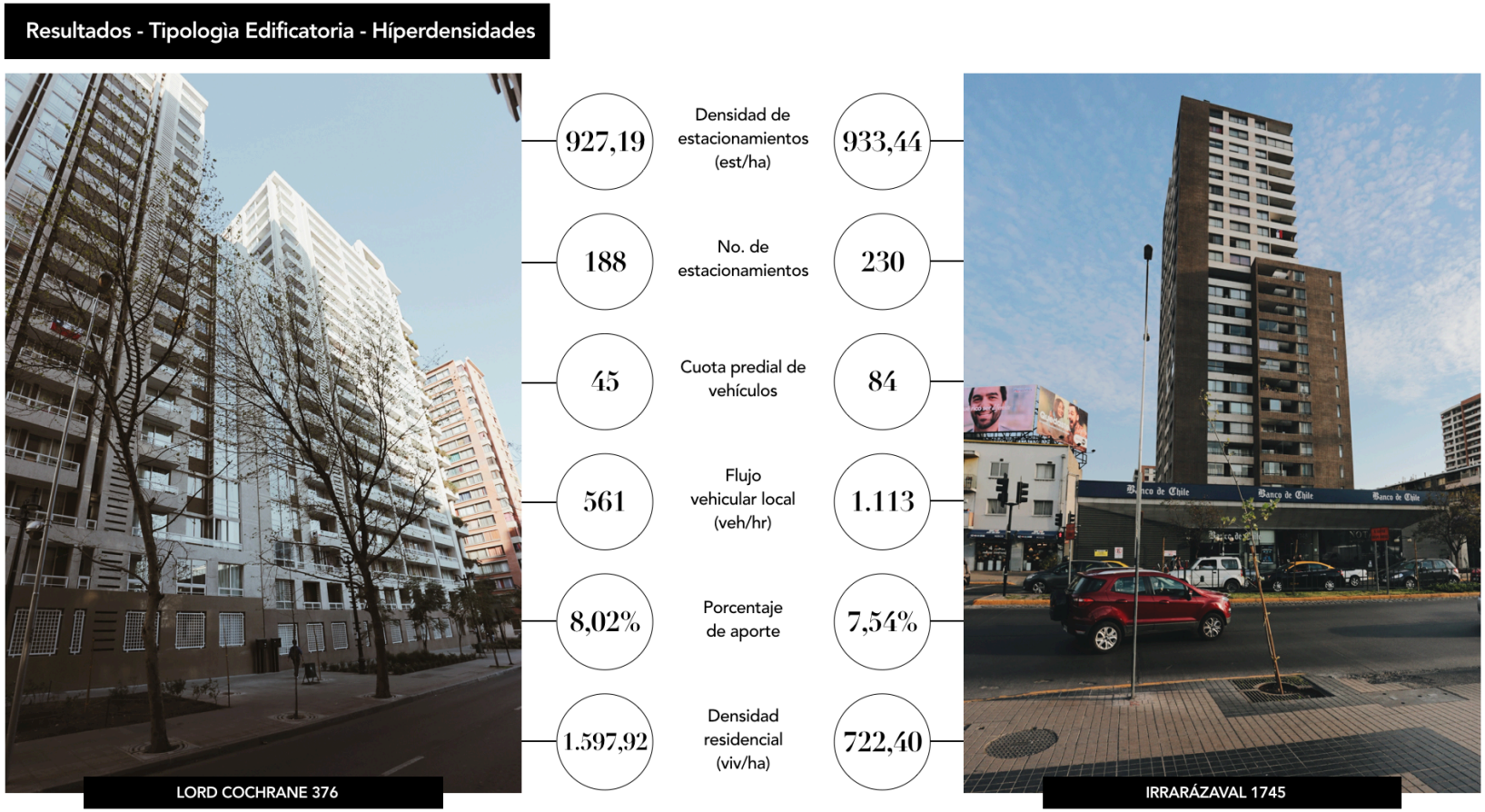
Vicuña, M. (2017). Impacto de la densificación residencial intensiva en la segmentación del tejido urbano de Santiago: un enfoque cuantitativo. *Revista 180*, 40, 78-93.

Vicuña, M. (octubre, 2018). *Impacto de la densificación residencial intensiva en la re-estructuración espacial de la ciudad neoliberal: morfología y normativa urbana en el área metropolitana de Santiago.* Ponencia presentada en la Serie: Jornadas de Investigación en el Instituto, Santiago, Chile.

Zhang, W. & Kockelman, K. (2016). Congestion pricing effects on firm and household location choices in monocentric and polycentric cities. *Regional Science and Urban Economics*, 58, 1-12.

Zheng, P. & Mike, M. (2012). An investigation on the manual traffic count accuracy. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 43, 226-231.

Anexo 01 | Imagen síntesis de tipología edificatoria de hiperdensidad



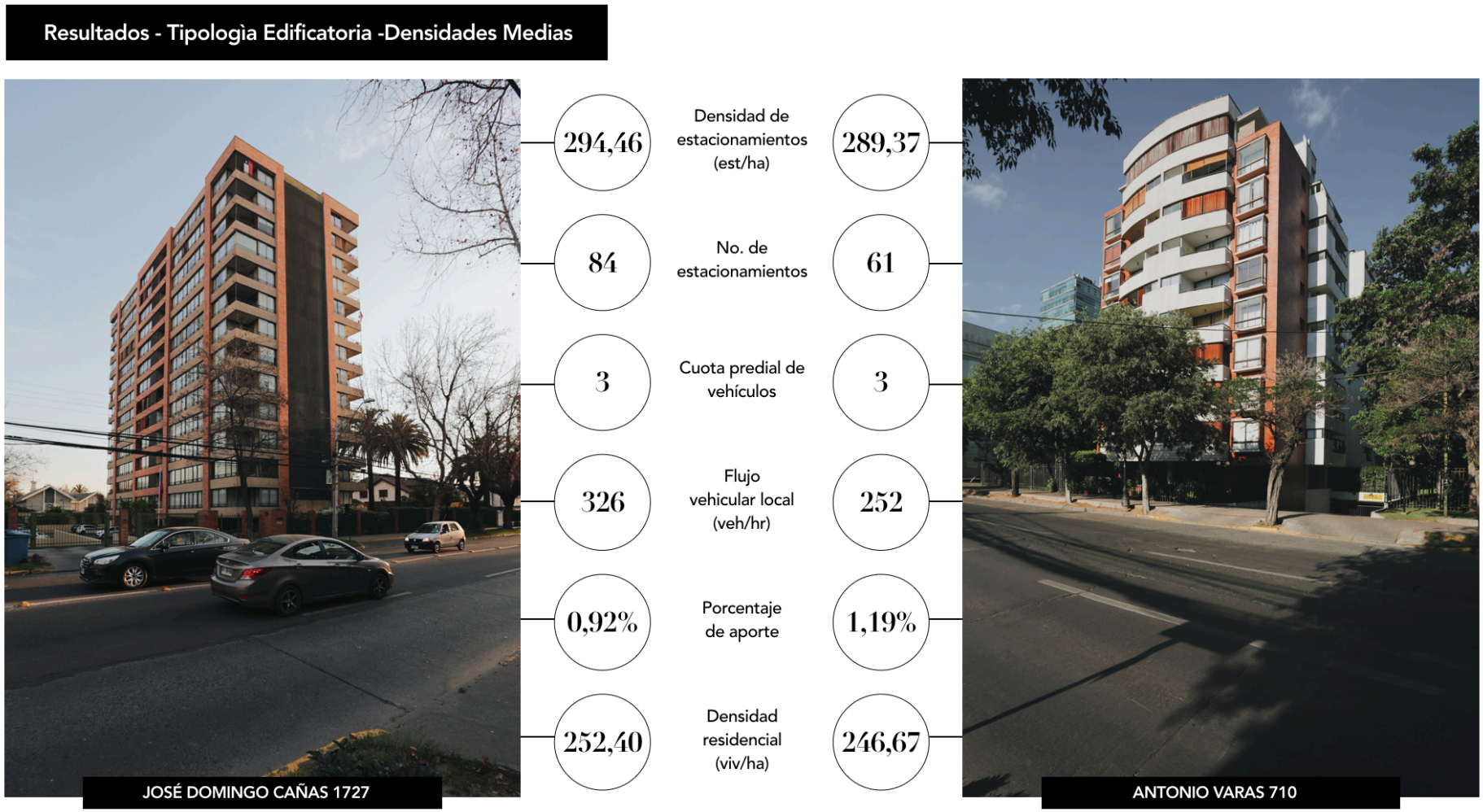
Fuente | Elaboración propia

Anexo 02 | Imagen síntesis de tipología edificatoria de densidades altas

Barrios	Comuna	Dirección del proyecto	Densidad de estacionamientos neta (est/ha)	Estacionamientos por proyecto	Cuota predial de vehículos (veh/hr)	Flujo vehiuclar local (veh/hr)	Porcentaje de aporte	Densidad residencial (viv/ha)
Los Estanques	Providencia	Antonio Varas 403	509.96	113	21	617	0.0352	275.28
Eusebio Lillo	Ñuñoa	José Domingo Cañas 1640	444.89	180	18	423	0.0425	388.04
Barrio Bulnes	Santiago	Miguel de Olivares 1428	406.34	248	20	324	0.0617	837.26

Fuente | Elaboración propia

Anexo 03 | Imagen síntesis de tipología edificatoria de densidades media



Fuente | Elaboración propia