



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

Tren como motor de desarrollo urbano

Potencial desde el modelo nodo-lugar y la planificación territorial

El caso de los trenes de cercanías de Santiago

Tesis presentada al Instituto de Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al Título de Planificador Urbano y al grado académico de Magíster en Desarrollo
Urbano

Benjamín José Lecaros Sotomayor

Profesor Guía: Giovanni Vecchio

22 de Diciembre del 2022

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi profunda gratitud a Giovanni, por su valiosa guía y apoyo durante todo el proceso de escribir esta tesis.

También quisiera agradecer a mi familia y amigos por su amor y apoyo durante este tiempo. En particular, quisiera agradecer a Lucas por su paciencia, brío y ánimo. Finalmente, no quiero dejar de agradecer a Eulo por cada paseo por Santiago, y ahora último al Bradford.

Por último, agradecer a todos aquellos que directa o indirectamente participaron durante este periodo.

RESUMEN

En el mundo urbano, el medio construido y los sistemas de transporte se encuentran en una relación e interdependencia estrecha. Esto produce que en la medida que se produzcan transformaciones en el suelo, habrá un impacto en las dinámicas de movilidad y viceversa. El conocimiento de esta correspondencia ha impulsado formas de planificación urbana que ponen el foco en diseñar en base al transporte. La idea del Desarrollo Orientado al Transporte (TOD por sus siglas en inglés) sigue esta línea, para lo cual considera las infraestructuras de movilidad como un elemento detonante del desarrollo urbano. Las estaciones de servicios ferroviarios constituyen un nodo por el cual los usuarios del sistema de transporte acceden a la red, por lo que los entornos a ellas se vuelven lugares estratégicos para la localización de vivienda y usos mixtos. De esta manera, aprovechar el suelo adyacente a las estaciones por medio de la planificación, se condice con el TOD. La siguiente tesis, estudia de qué manera los servicios ferroviarios de cercanía de Santiago han podido generar TOD en los entornos de las estaciones. Se estudian las estaciones de los servicios existentes Metrotren Nos y Metrotren Rancagua, así como aquellos proyectados Metrotren Melipilla y Metrotren Batuco. Mediante un análisis de nodo/lugar se destacan las estaciones con mayor potencial de TOD y se revisa de qué manera los instrumentos de planificación territorial promueven o limitan tal desarrollo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Contextualización y problematización.	10
1.2. Caso de Estudio	12
1.3. Planteamiento de la Investigación	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Del Sistema de Transportes al Nodo	21
2.2. Desarrollo Orientado al Transporte	24
2.3. Modelo Metodológico “Nodo - Lugar”	30
III. MARCO METODOLÓGICO	36
3.1. Abordaje Metodológico	37
3.2. Técnicas de recolección de datos	37
3.2.1. Revisión de documentos:	38
3.2.2. Análisis de datos censales	39
3.2.3. Fotointerpretación a partir de Imágenes Satelitales	39
3.3. Procesamiento	40
3.4. Análisis de Instrumentos de Planificación Territorial	41
3.5. Determinación del Potencial de Desarrollo Orientado al Transporte (TOD)	42
3.6. Limitaciones	42
IV. RESULTADOS	44
4.1. Nodo Lugar	45
4.1.1. Determinación del potencial de TOD	51
4.2. Análisis IPT	54
4.2.1. Estaciones hinterland de Santiago existentes (Buin, Buin Zoo y Hospital)	55
4.2.2. Estaciones hinterland de Santiago proyectadas (Batuco, Colina, Las Industrias, Valle Grande)	56
4.2.3. Estaciones urbanas de Santiago (Ciudad Satélite, Estación Central 2 y Padre Hurtado)	57
4.2.4. Estaciones de combinación (Lo Errázuriz, Lo Valledor, Matucana y Quilicura)	58
4.3. Síntesis análisis territorial y normativo	60
V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	75

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las características principales de los servicios ferroviarios.	14
Tabla 2: Enfoques en el uso de suelo para minimizar el uso individual del automóvil.	25
Tabla 3. Definición de tipo de locación por el plan ABC de los Países Bajos (perfiles de accesibilidad) ...	29
Tabla 4. Resumen de estudios revisados que utilizaron la base del modelo construido por Bertolini (1999).	33
Tabla 5. Aspectos propuestos a recopilar y su relación con la revisión de literatura de la Tabla 2.	38
Tabla 6. Indicadores recopilados en el área de influencia (800 m) de cada estación.	40
Tabla 7. Tabla elaborada para la revisión de los IPT en el área de influencia de cada estación.....	42
Tabla 8. Estaciones ferroviarias y sus respectivas abreviaciones.....	45
Tabla 9. Puntaje de potencial en base al modelo nodo lugar.....	52
Tabla 10. Comunas y sus respectivos PRC junto con las estaciones consideradas en el análisis.....	54
Tabla 11. Resumen análisis territorial - normativo.....	61
Tabla 12. Información levantada para las estaciones del servicio a Nos 76	76
Tabla 13. Información levantada para las estaciones del servicio a Rancagua.....	76
Tabla 14. Información levantada para las estaciones del servicio a Batuco 77	77
Tabla 15. Información levantada para las estaciones del servicio a Melipilla.....	77
Tabla 16. Estaciones ubicadas en la zona IV de nodo desbalanceado 78	78
Tabla 17. Estaciones ferroviarias y sus respectivas abreviaciones 78	78
Tabla 18. Estaciones agrupadas según su resultado del modelo nodo lugar 79	79
Tabla 19. Resumen normativo del entorno de la estación Buin.....	79
Tabla 20. Resumen normativo del entorno de la estación Buin Zoo.....	79
Tabla 21. Resumen normativo del entorno de la estación Hospital.....	80
Tabla 22. Resumen normativo del entorno de la estación Ciudad Satélite.....	83
Tabla 23. Resumen normativo del entorno de la estación Estación Central 2.....	84
Tabla 24. Resumen normativo del entorno de la estación Padre Hurtado.....	87
Tabla 25. Resumen normativo del entorno de la estación Batuco.....	89
Tabla 26. Resumen normativo del entorno de la estación Colina.....	89
Tabla 27. Resumen normativo del entorno de la estación Las Industrias 90	90
Tabla 28. Resumen normativo del entorno de la estación Valle Grande 90	90
Tabla 29. Resumen normativo del entorno de la estación Lo Errázuriz 91	91
Tabla 30. Resumen normativo del entorno de la estación Lo Valledor.....	94
Tabla 31. Resumen normativo del entorno de la estación Matucana.....	96
Tabla 32. Resumen normativo del entorno de la estación Quilicura.....	98

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de relación entre el transporte y el uso de suelo	10
Figura 2. Trazado de los servicios ferroviarios existentes y proyectados	13
Figura 3. Entorno de las estaciones ferroviarias a estudiar.	15
Figura 4. Estaciones Quinta Normal y Matucana del servicio a Batuco. Entorno urbano.....	16
Figura 5. Estación Ciudad Satélite del servicio a Melipilla. Entorno suburbano.....	16
Figura 6. Estación Buin Zoo del servicio a Rancagua. Entorno exurbano	17
Figura 7. Flushing line (tren 7) durante su construcción en Queens, NY.....	22
Figura 8. Flushing line (tren 7) en la actualidad en Queens, NY.....	23
Figura 9. Red del sistema BART y normativa mínima estipulada por la AB 2923.....	27
Figura 10. TOD propuesto en la estación El Cerrito Plaza	28
Figura 11. Ciclo de relación (expandido) entre el transporte y el uso de suelo.....	30
Figura 12. Modelo de nodo-lugar propuesto por Bertolini (1999)	31
Figura 13. Gráfico del modelo nodo lugar.....	46
Figura 14. Gráfico del modelo nodo lugar con los resultados obtenidos.....	47
Figura 15. Esquema de la clasificación de las estaciones.....	48
Figura 16. Vialidad en el entorno de las estaciones en el hinterland de Santiago.....	49
Figura 17. Transporte público en el entorno de las estaciones urbanas y de combinación intermodal.....	50
Figura 18. Gráfico del modelo nodo lugar con los resultados obtenidos.....	51
Figura 19. Cartografía representando los resultados de las estaciones.....	53
Figura 20. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Buin, Buin Zoo y Hospital... 55	
Figura 21. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Batuco, Colina, Las Industrias y Valle Grande.....	56
Figura 22. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Ciudad Satélite, Padre Hurtado y Estación Central 2.	57
Figura 23. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Lo Errázuriz, Lo Valledor, Matucana y Quilicura.....	58
Figura 24. Conexión entre línea 6 y estación Lo Errázuriz	59
Figura 25. Conexión entre línea 7 y estación Matucana.	59
Figura 26. Estación Buin Zoo y su área de influencia.....	62
Figura 27. Estación Valle Grande y su área de influencia.	63
Figura 28. Estación Lo Valledor y su área de influencia.....	64

LISTA DE ABREVIACIONES

BRT: *Bus Rapid Transit*. Bus de Transito Rápido

LRT: *Light Rail Transit*. Tren Ligero

EFE: Empresa de Ferrocarriles del Estado

IPT: Instrumentos de planificación territorial

LGUC: Ley General de Urbanismo y Construcciones

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

PRC: Plan Regulador Comuna

PRMS: Plan Regulador Metropolitano de Santiago

TOD: *Transit Oriented Development*. Desarrollo Orientado al Transporte

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

DTPR: División de Transporte Público Regional

DTPM: Dirección de Transporte Público Metropolitano

GTFS: *General Transit Feed Specification*. Especificación General de Tránsito

SII: Servicio de Impuestos Internos

IDE: Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile

CFT: Centro de Formación Técnica

TS: Transantiago

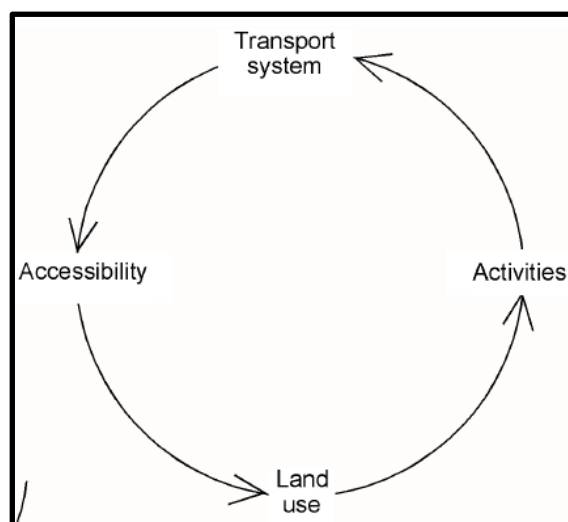
I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización y problematización.

El componente humano sobre el territorio ha hecho de la ciudad un espacio complejo formado por unidades y dinámicas que interactúan entre sí (Bettencourt, 2015). Una de éstas corresponde al transporte y las dinámicas de movilidad que se constituyen como un elemento inmanente de los asentamientos poblados.. En tal sentido, las actividades se distribuyen en el espacio y las personas deben moverse entre ellas para acceder a diferentes lugares y actividades, y de la misma manera, las actividades se localizan en función de los niveles de accesibilidad y su facilidad para llegar a ellas.

El transporte en la ciudad surge como la respuesta de sus habitantes de acceder de forma presencial a otros lugares en busca de algún fin (Wu, 2021). Existe una diversidad de motivaciones y formas en la que estos flujos al interior y fuera de la ciudad se llevan a cabo (Nazar, 2020), lo que a su vez determina una cultura de movilidad para cada territorio. (Klinger, Kenworthy & Lanzendorf, 2013). Ésta cultura de movilidad, entendiéndose como la partición modal, la longitud de los viajes y sus horarios es capaz de configurar la forma urbana, dado que, los sistemas de transporte y el suelo están en estrecha relación y dependencia (Wegener & Fürst, 1999; Meyer & Miller, 2001). La idea de que la movilidad y el uso del suelo están conectados directamente es sostenida de forma categórica (Chorus & Bertolini, 2011; Dimitriou & Gakenheimer, 2011), de hecho, hay quienes como Gutiérrez (2002) que agregan la variable densidad dentro de esta lógica. En la figura 1, propuesta por Wegener se expone esta relación de retroalimentación entre el sistema de transporte y el uso de suelo.

Figura 1. Ciclo de relación entre el transporte y el uso de suelo



Fuente: Wegener, 1995

Se entiende que las distancias entre diferentes puntos en el espacio se acortan en la medida en que pueden ser anexados por infraestructuras que permitan los flujos entre ellas (Chorus & Bertolini, 2011). Como consecuencia, el acceso a la red de transporte sea del tipo que sea, genera una mayor oportunidad para moverse al resto de la ciudad (Cervero, 1994). Por ejemplo, una nueva línea de metro en la práctica “comprime” la ciudad al reducir los tiempos de viaje; como también permite expandir la ciudad efectiva de los habitantes, ya que en un determinado tiempo de viaje les permite acceder a más lugares, lo que a su vez aumenta el atractivo de las zonas

afectadas. Junto con esto, también es relevante cómo la demanda de viaje puede ser satisfecha en distintos modos de transporte.

De la misma manera, al generar estos sistemas de transporte naturalmente surgirán puntos y/o ejes clave en su funcionamiento. Estos puntos se caracterizan por una fuerte oferta de transporte y gran conectividad con el resto de la ciudad. En este sentido es posible describirlos como “nodos”, en donde su condición radica en el alcance que tienen para conectar con distintos destinos (Vecchio, 2021). Dada esta alta conectividad el entorno inmediato de los nodos suele ser de un fuerte dinamismo e intensidad urbana. Ejemplos clásicos de nodos son estaciones de metro, estaciones intermodales e intersecciones relevantes por donde circula una gran cantidad de transporte público.

Debido a lo anterior, es que resulta clave la conexión entre el uso del suelo y los nodos; en esta línea surgen los desarrollos orientados al transporte (TOD por sus siglas en inglés). Estos desarrollos se caracterizan por potenciar el entorno directo de las estaciones de transporte público. Dado que la relación del uso de suelo y el transporte es interdependiente, si una de estas dos variables sufre un cambio, la otra reacciona de manera natural (Monajem & Ekram Nosratian, 2015). Siguiendo esta idea, las transformaciones sucedidas tras la llegada de un nuevo proyecto, como lo sería el tren modificarán las dinámicas del suelo (Waddell, 2010).

Con la construcción y operación de un nuevo servicio de transporte público, el entorno de cada estación o parada cuenta con una nueva capacidad para albergar usos y funciones urbanas (Banister, 1995), de tal manera que inmediatamente se produce una oportunidad para su desarrollo e intensificación urbana atendiendo a los beneficios sucedidos por la nueva infraestructura (Vale, 2015). Uno de los ejemplos que da cuenta de estas transformaciones es el caso de los trenes urbanos y de cercanías (‘commuter trains’ en inglés) (Chorus & Bertolini, 2011). Tales servicios cuentan con estaciones que pueden ubicarse en zonas urbanas y rurales, y estas contar con un entorno territorial completamente distinto. Por esto, la particularidad de este tipo de transporte es que su trazado genera nodos en entornos diversos, por lo que el potencial también varía de estación a estación.

De esta manera, la planificación urbana tiene un rol central en conectar y relacionar explícitamente el suelo y su transporte adyacente. En este sentido, hay una necesidad de tomar en cuenta la nueva situación base del entorno de cada estación y según sus particularidades los cambios que allí podrían producirse. En este sentido este potencial puede verse reflejado o no en los instrumentos de planificación territorial (IPT), ya que estos pueden ignorar la existencia de la estación de transporte público y no contar con una normativa que permita o incentive el desarrollo entorno a esta (Gray, 2022).

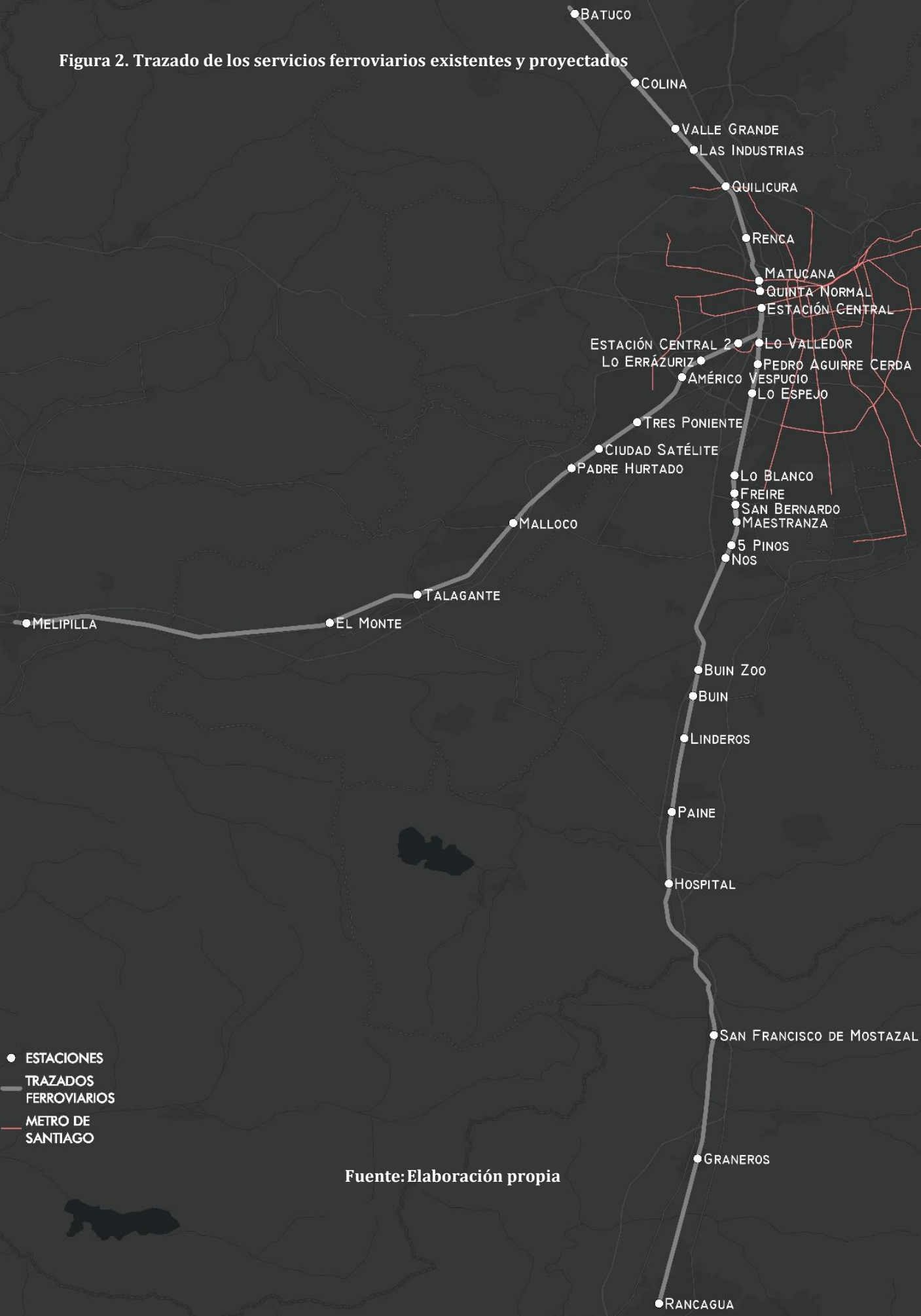
El TOD, permitiría de cierta forma adecuar el entorno de la estación en relación con el cambio de la demanda en el uso de suelo sucedido por el servicio de transporte público. En esta línea, un IPT que no considere la presencia e influencia de las estaciones en su entorno, es incapaz de aprovechar el potencial.

1.2. Caso de Estudio

En el Área Metropolitana de Santiago existen dos servicios ferroviarios operados por la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) hacia el sur de la región. Se trata particularmente de los servicios que circulan desde la Estación Central hasta las estaciones de Nos en la comuna de San Bernardo, y Rancagua en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins a través de la misma línea férrea. Adicionalmente, se encuentran proyectados dos nuevos servicios que serán operados por EFE; se trata de los trenes hacia Melipilla por el poniente, y Batuco por el norte. Tales servicios utilizarán fajas existentes, pero consideran la construcción de nuevas vías y estaciones. Se espera que ambos ya se encuentren operativos durante esta década. Una vez operando, la red de ferrocarriles operada por EFE se constituirá de la siguiente manera:



Figura 2. Trazado de los servicios ferroviarios existentes y proyectados



- ESTACIONES
- TRAZADOS FERROVIARIOS
- METRO DE SANTIAGO

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se resumen los aspectos principales de cada uno de los servicios mencionados anteriormente.

Tabla 1. Resumen de las características principales de los servicios ferroviarios.

SERVICIOS	EN OPERACIÓN		PROYECTADOS	
	NOS	RANCAGUA	BATUCO	MELIPILLA
ENTRADA EN OPERACIÓN	2017	2017	2027	2026
PASAJEROS ANUALES	22.353.252	2.676.773	22.000.000 (proyectados)	50.000.000 (proyectados)
N° DE ESTACIONES	10	10	8	11
FLOTA	22 X'Trapolis Modular	12 (6 UT-440; 6 CRRC SFE)	10	22
KILÓMETROS DE TRAZADO (KM)	20	82	27	61
INTEGRACIÓN TARIFARIA TRANSANTIAGO	SI	NO	PARCIAL HASTA LAS INDUSTRIAS	PARCIAL HASTA CIUDAD SATÉLITE
CONEXIÓN CON METRO DE SANTIAGO	 		  	 
INVERSIÓN (mUSD)	430	254	705	1.580
COMUNAS SERVIDAS	Santiago, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo, El Bosque y San Bernardo	Santiago, San Bernardo, Buin, Paine, Mostazal, Graneros y Rancagua	Santiago, Quinta Normal, Renca, Quilicura y Lampa	Santiago, Estación Central, Cerrillos, Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante, El Monte y Melipilla

Fuente: Gobierno de Chile (2017), EFE (2022) y Memoria Anual EFE (2019)

En el caso de estudio se incluye el análisis de los entornos de las estaciones ferroviarias, en la siguiente imagen se resumen las imágenes satelitales de cada una de las 36 estaciones involucradas.

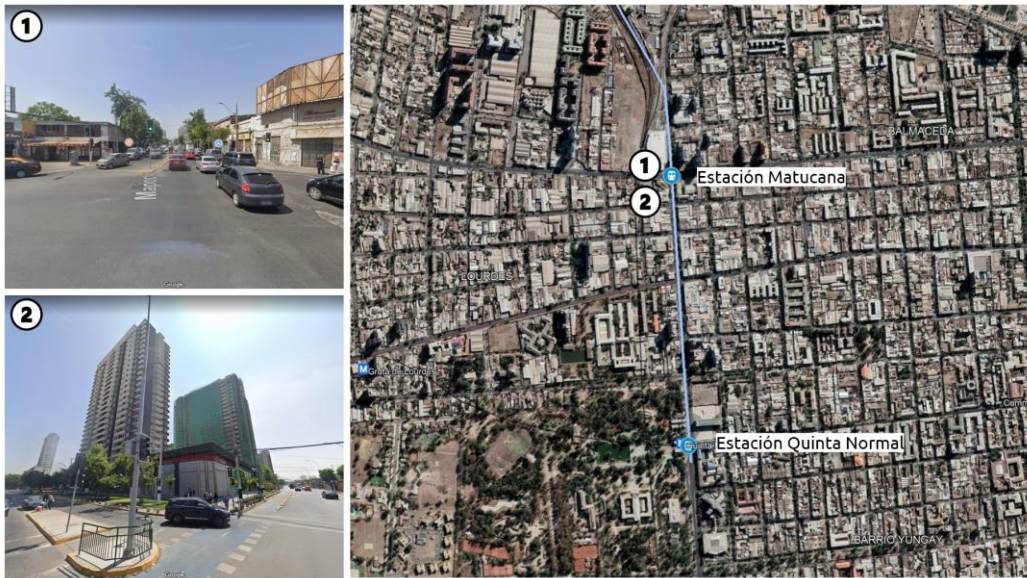
Figura 3. Entorno de las estaciones ferroviarias a estudiar.



Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que los cuatro servicios cuentan con estaciones al interior de la Área Urbana Metropolitana de Santiago, como también con estaciones fuera de ella. En este sentido, la diversidad de características en cada uno de los entornos las hace atractivas para aplicar un análisis comparativo. A continuación, se presenta a modo de resumen e introductorio diversos aspectos que pueden extraerse y analizarse de los entornos de las estaciones.

Figura 4. Estaciones Quinta Normal y Matucana del servicio a Batuco. Entorno urbano



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth y Streetview

En las estaciones Quinta Normal y Matucana del servicio a Batuco (figura 6), el entorno es urbano, donde existe un uso intenso y diverso del suelo (viviendas, comercio, equipamiento, entre otros), una trama vial consolidada y un grano urbano atomizado y compacto.

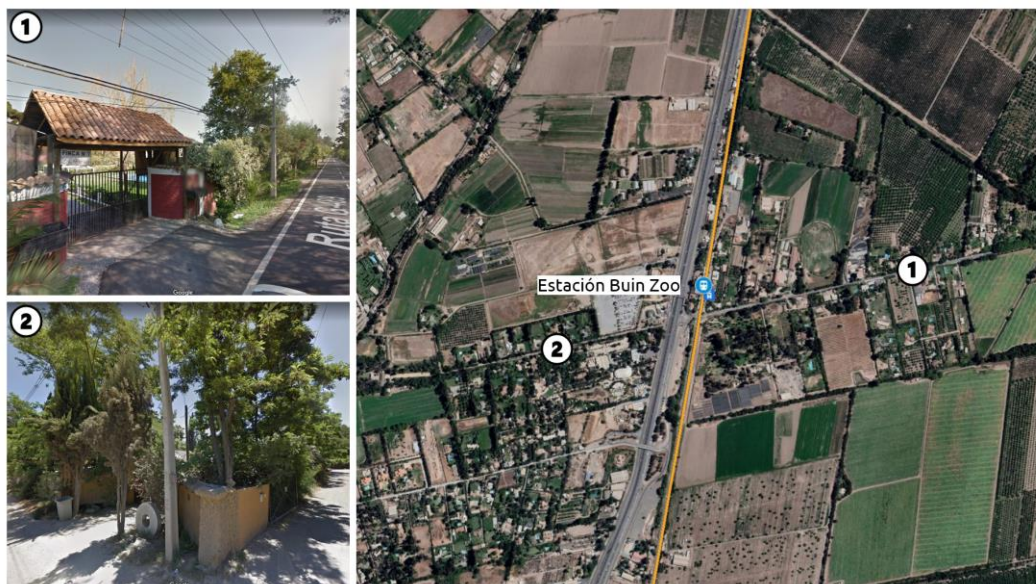
Figura 5. Estación Ciudad Satélite del servicio a Melipilla. Entorno suburbano



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth y Streetview

En la estación Ciudad Satélite del servicio a Melipilla (figura 7), el entorno es suburbano, donde existe un uso de suelo más simple y segregado (viviendas y comercio, separados), una trama vial con zonas consolidadas pero deficiente y con escasas conexiones y con una mayor disponibilidad de terreno con menores densidades.

Figura 6. Estación Buin Zoo del servicio a Rancagua. Entorno exurbano



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth y Streetview

En la estación Buin Zoo del servicio a Rancagua (figura 8), el entorno es rural, donde existe un uso de suelo casi exclusivamente residencial compuesto principalmente por parcelas de agrado, una trama vial discontinua y conectada tan solo por las rutas rurales y con una gran disponibilidad de suelo y un bajo valor de este, lo que a su vez se traduce en muy bajas densidades residenciales.

Los entornos descritos anteriormente no solo responden a una lógica en base a su localización y su transporte asociado (tanto el tren como otros medios de transporte), sino que están condicionados y estructurados en base a los diferentes instrumentos de planificación territorial. En este sentido, además de las disposiciones generales de la OGUC y LGUC; como los artículos 55 y 56 sobre el suelo rural, existen instrumentos más detallados que controlan y diseñan de cierta manera el paisaje urbano. En particular, es clave los efectos que tienen los Planes Reguladores Comunes e Intercomunales que puedan estar presente en el territorio.

En el caso de estudio, será importante considerar estos instrumentos normativos sobre el suelo, en el sentido de su impacto, oportunidades y limitantes que le dan al territorio para su desarrollo. Será necesario relevar el caso para cada PRC de las comunas involucradas, como también el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), instrumento de mayor jerarquía, pero menor detalle que los PRC.

Plan Regulador Comunal: Es un instrumento normativo que regula los usos de suelo, las normas de edificación, límite urbano (en caso de que corresponda), como también la proyección de la vialidad estructurante. Junto a esto, también define las zonas afectas a utilidad pública. Este es elaborado por cada municipalidad y aprobado por su concejo municipal y la SEREMI del MINVU

correspondiente. El instrumento debe ser actualizado en un plazo no mayor a 10 años, pero no caduca una vez superado este periodo.

Actualmente en el proceso de elaboración o actualización cuenta con un proceso obligatorio de participación ciudadana, así como de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).

Plan Regular Metropolitano de Santiago: Este instrumento normativo que regula usos de suelo, edificación, límites urbanos, vialidad estructurante, zonas de protección y áreas de riesgo. Este es mayor jerarquía que los PRC, por lo que estos últimos deben regirse a lo estipulado en el PRMS. Para el caso de Santiago hay comunas que no cuentan con un PRC, por lo que se regulan solo en base a lo estipulado por el PRMS. Su última actualización fue realizada el año 2011. Cabe destacar que, debido a su escala, regula estas materias con menor detalle, por lo que gran parte de la regulación depende de los PRC.

1.3. Planteamiento de la Investigación

En base a los antecedentes planteados en las secciones anteriores es que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida el entorno de las estaciones de los trenes de cercanía de Santiago, existentes y proyectados, presentan un potencial para promover el desarrollo orientado al transporte (TOD)?

Hipótesis:

Existe una estrecha relación entre el medio físico y los sistemas de transporte que operan en ellos. Esta relación implica que, si uno de ellos cambia, tiene un efecto en el otro que responde a la lógica que conecta tal interdependencia. una mayor intensidad de uso del suelo generará atrae y genera una mayor demanda de movilidad; y una mayor oferta de movilidad aumenta la accesibilidad de un lugar y por ende su atraktividad para la localización de nuevas actividades. De esta manera, una nueva oferta de servicios de transporte proporcionada por los servicios ferroviarios incrementa la oportunidad de desarrollo del suelo cercano a las estaciones. Así, las estaciones de tren que se constituyen como un "nodo", a la vez generan la oportunidad de producir "lugar" por medio de procesos de urbanización, reconversión e intensificación urbana. Por esto, es posible concentrar altas densidades en zonas con alta accesibilidad por medio del transporte público, originando formas de desarrollo orientado al transporte.

Sin embargo, esta oportunidad identificada es dispar, por diferentes razones. La intensidad del uso del suelo y de la oferta de transporte público no necesariamente están coordinadas, dando cuenta de posibles situaciones de desequilibrio. Además, las estaciones se emplazan en lugares con diferentes niveles de consolidación y posibilidades para nuevas transformaciones. Finalmente, en el entorno de cada estación aplican normas territoriales que determinan un diferente potencial efectivo de desarrollo de cada lugar.

De esta forma, se aprecia un fuerte potencial en las estaciones con entornos suburbanos y exurbanos, mayormente localizadas fuera del área urbana de Santiago; pero de que todas maneras se encuentren en zonas de expansión urbana. En aquellas estaciones ubicadas en el área urbana de Santiago el potencial identificado es menor, ya que están localizadas en áreas prevalentemente consolidadas, con limitadas oportunidades para promover diferentes formas de transformación urbana.

Objetivo General: Analizar de qué manera, las características territoriales del entorno de cada estación, en relación con usos de suelo y transporte, junto con la planificación territorial determinan un potencial efectivo de desarrollo urbano.

Objetivos Específicos:

1. Examinar el desempeño de cada estación, existente o proyectada, y su entorno en relación a las dimensiones de nodo y lugar
2. Definir tipologías de estaciones y contextos en relación a su potencial de desarrollo urbano (orientado al transporte), a partir del desempeño observado
3. Evaluar las posibilidades de desarrollo urbano (TOD) a partir de las previsiones de diferentes instrumentos de planificación territorial

II. MARCO TEÓRICO



A continuación, se expone un marco de referencia de los conceptos claves para comprender el fenómeno de estudio. En primer lugar, se presentan los conceptos de **“Nodo y Lugar”**, para posteriormente ser integrados en la idea de **“Desarrollo Orientado al Transporte (TOD)”**. Finalmente se introduce la lógica y fundamento del **“Modelo nodo-lugar”** como instrumento para evaluar el TOD, a modo de acercamiento teórico para ser detallado más adelante en el marco metodológico.

2.1. Del Sistema de Transportes al Nodo

Los sistemas de transporte pueden ser entendidos como una de las capas que conforman un sistema urbano territorial. La ciudad supone una aglomeración de construcciones que responden a diferentes necesidades (Almandoz, 2000) -como educacionales, laborales, ocio, entre otras- que se encuentran distribuidas en diferentes puntos y distancias. De aquí nace la necesidad de movilidad, dado que, para optar al acceso de estos bienes y servicios, es necesario que el ser humano se traslade en busca de ellos (Ramírez, 2009). La vida urbana, entendida más allá de los límites físicos que podría tener una ciudad, se basa en una suma de actividades para las cuales el ser urbano se ve en la necesidad de moverse de un lugar a otro. Debido a que las rutinas, opciones y contextos son distintos, se han desarrollado diferentes formas de moverse, siendo la más primitiva y propia la caminata (Gehl, 2013). Sin embargo, las ciudades se han ido complejizando (Machado, de Salles Hue, Berssaneti y Quintanilha, 2018) tanto en escala como en composición que se ha requerido generar infraestructura y servicios suficientes para poder acomodar de mejor manera los flujos y permitir que las diferentes actividades se lleven a cabo. Desde este conflicto nacen los servicios de transporte masivo, posibilitados por el avance tecnológico de la industria vehicular, liberando a los usuarios de las limitaciones que la movilidad activa (caminata, ciclos) supone sobre todo para viajes de escalas mayores en contextos metropolitanos (Fu, Rothfeld & Antoniou, 2019).

Dentro de estas posibilidades se ubica el tren, el cual en sus diversos formatos modifica la ciudad de varias formas, especialmente entiendo los servicios urbanos y suburbanos. Por una parte, facilita la dispersión de la población desde los centros urbanos habitualmente más densos, lo que a su vez posibilita una gran variedad de opciones de vivienda. Por ejemplo, en el caso de Manhattan, este atrae a los CEO de empresas como también a los obreros de la construcción, porque el transporte público masivo (metro y trenes regionales en este caso) les permite a todos contar con un acceso a Manhattan de bajo coste (Paaswell & Saikia-Eapen, 2005).

Junto a lo anterior, el tren cuenta con una historia de transformación urbana, donde, al igual que con otros modos de transporte, la forma urbana se fue adaptando y modificando según las posibilidades y limitaciones de cada tecnología. En este sentido, ejemplos clásicos de cómo el tren modificó las ciudades son los casos de Londres y Nueva York.

En ambos casos, la construcción de líneas de tren y metro estaban planeadas para conectar el centro de la ciudad con zonas periféricas sin desarrollar, de manera de que al mejorar los tiempos de viaje considerablemente, estas zonas se revalorizan y son densificadas junto a las estaciones construidas. En el caso particular de Nueva York, esto tuvo un impacto aún más fuerte en los suelos periféricos con la construcción de sistemas con 3 o 4 vías, permitiendo servicios expresos durante todo el día y en ambas direcciones, además de la flexibilidad operacional que otorgaban, ofreciendo un servicio más confiable y estable.

Figura 7. Flushing line (tren 7) durante su construcción en Queens, NY.



Fuente: Archivo del New York Transit Museum, 1917

Figura 8. Flushing line (tren 7) en la actualidad en Queens, NY.



Fuente: Google Earth, 2022

En el caso de Queens, el director del New York Transit Museum Concetta Bencivenga (2022), afirma que Queens es como lo conocemos gracias al tren (línea) 7. La relación entre la gente que vive allí y el transporte público es clara, ya que todo el desarrollo urbano existente el día de hoy se construyó después de la línea de metro. El modelo de negocio clásico de las redes de transporte correspondía a mejorar la accesibilidad a un territorio por medio de trenes, metros y tranvías y posteriormente vender y/o desarrollar la tierra adyacente.

Además de estos casos, la evolución del desarrollo urbano ha cambiado las lógicas por las cuales se justifican inversiones en proyectos ferroviarios. Expansiones hacia la periferia o extensiones interurbanas han dado las condiciones necesarias para que opte por el tren para realizar los viajes rutinarios hacia los centros laborales (Hall, 2014). En esta línea, surge un problema fundamental que es el de gestionar adecuadamente los puntos de conexión de los pasajeros desde y hacia las estaciones. Entra aquí el concepto de “nodo”. Estos nodos son clave para maximizar la cobertura y eficiencia de los servicios, ya que bien resueltos pueden proveer conexiones entre distintos modos de transporte, ampliando así aún más la eficiencia y utilidad del transporte masivo (Naumov & Smchuk, 2017).

2.2. Desarrollo Orientado al Transporte

En base a los dos conceptos revisados anteriormente, es que se puede desglosar el producto de la interacción entre los fenómenos. El concepto de desarrollo orientado al transporte (en adelante, TOD del inglés ‘Transit Oriented Development’) es acuñado por Peter Calthorpe en 1993 en su libro “The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream”, donde lo define inicialmente como

“mixed-use community within an average 2000-foot (600m) walking distance of a transit stop and core commercial area. TODs mix residential, retail, office, open space, and public uses in a walkable environment, making it convenient for residents and employees to travel by transit, bicycle, foot, or car” (Calthorpe, 1993).

Esta noción de lugar tiene una inclinación a la idea de comunidad, entendiéndola como asentamientos contenidos y limitados a el área de influencia de la estación, convirtiéndolo en un elemento dinámico, con énfasis en la incorporación de usos mixtos y la necesidad de un diseño urbano caminable o amigable con el peatón.

Las ideas respecto al TOD fueron conceptualizadas recién a fines de la década de los 80. Inspirado por conceptos clásicos como la Ciudad Jardín y la Ciudad Lineal, el TOD propone organizar desarrollos urbanos (urbanizaciones) alrededor de estaciones de nodos de transporte público como centro de la vida urbana, e intentando revertir la decadencia vivida luego de la segunda guerra mundial, especialmente en Estados Unidos (Ibraeva, 2020). De aquí el interés por generar núcleos en los que primen los flujos peatonales.

Esta potenciación de los modos de movilidad activa no suprime categóricamente el uso de otros modos. Calthorpe (1993) establece que el objetivo de los TOD no es eliminar el automóvil, sino más bien reducir al mínimo la dependencia de este, generando barrios donde sus habitantes cuenten con la libertad de elegir el modo de transporte que deseen, siendo todos convenientes para los viajes cotidianos. En esta línea, con el TOD el transporte público cobraría mayor relevancia y podría ser utilizado para los viajes diarios, relegando a medios como el automóvil a viajes ocasionales.

El TOD busca introducir aspectos del centro de la ciudad en un suburbio, supuestamente haciendo de esta área menos intensa y congestionada que el centro, pero atractiva y funcional de todas formas (Ibraeva, 2020). Un barrio de estas características está formado en base a una estación de transporte público masivo rodeado de desarrollos de alta intensidad que van disminuyendo en la medida en que se alejan. Esto último explica una de las características de este tipo de desarrollo que radica en su compacidad (Olaru, 2019). A su vez, este concepto también es aplicable en zonas urbanas o en zonas de extensión urbana. Un caso emblemático de aplicación de desarrollo orientado al transporte es el de Curitiba capital del estado de Paraná en Brasil. En tal ciudad se implementó un sistema de BRT radial extensivo, y a su vez se densificó a lo largo de tales ejes.

Como explica el Institute for Transportation and Development Policy las áreas orientadas al transporte (TOD) tienen la tarea de unir a las personas, las actividades y los espacios públicos con la implementación de áreas peatonales integradas y conectadas con el transporte público hacia otras partes de la ciudad (ITDP, 2017). En la misma línea, Holmes & van Hemert (2008) establecen que los barrios concebidos como TOD suelen mantener una escala caminable desde y

hacia la estación. Sin embargo, no basta con esta condición, sino que es estrictamente necesario priorizar la movilidad del peatón y evitar la dependencia del automóvil. El autor también expone que el TOD se materializa en una zona residencial mixta o comercial con la intención de maximizar la accesibilidad al transporte público.

Pezeshknejad (2020) también establece que es justamente la accesibilidad ayuda a reducir los problemas relacionados con el automóvil, además de mejorar la calidad de la vida urbana. Una forma de mejorar la accesibilidad es por medio del TOD, por lo que entre estos dos elementos se genera una reverberación mutua, esto es, el TOD aumenta el grado de accesibilidad y ésta última aumenta la oportunidad de generar TOD (AASHTO, 2006; Vale et al., 2018). En este mismo sentido, Paaswell (1995) establece que hay diversas formas de afrontar el uso del suelo que permiten disminuir la dependencia y uso del automóvil. En la tabla 1 se resumen las tipologías propuestas por Paaswell.

Tabla 2: Enfoques en el uso de suelo para minimizar el uso individual del automóvil.

Infill urbano	Aumentar densidades residenciales, en zonas de baja densidad o en sitios eriazos
Infill suburbano	Aumentar las densidades residenciales y comerciales, fuerte relación con el TOD
Distrito peatonal	Zonas comerciales diseñadas para el peatón, puede estar ubicadas en centros de uso mixto urbanos o suburbanos
Diseño orientado al transporte	Diseños de uso mixto, que cuenta con las densidades y distribución que hace práctico el uso del transporte público. Tal diseño provee acceso en un radio de ¼ de milla, e incentiva que los barrios residenciales adyacentes accedan al transporte caminando o en bicicleta
Proyecto de uso mixto	Integración de usos de suelo con usos residenciales dentro de una misma comunidad. Referido como la “Manhattanización” de las áreas suburbanos

Fuente: Paaswell, 1995

Otra idea importante respecto a los TOD es la relación interdependiente entre el acceso a transporte público masivo y el desarrollo urbano (Jamme, 2014). Dentro de esta categoría de modos de transporte se encuentra el tren, dada su capacidad para transportar flujos importantes de personas. Esta visión también se sustenta en que, por ejemplo, las ciudades durante el siglo XIX con el desarrollo de los trenes y tranvías que permitieron viajes más rápidos y lejanos, desarrollaron pequeños subcentros en el caso de las estaciones de tren y un desarrollo constante

junto a las líneas de tranvías (Newman & Kenworthy, 1996). Es clave aclarar, que, si bien el TOD se puede aplicar con diversos modos de transporte (trenes, tranvías, BRT, metro, etc.) cada uno de estos responde a áreas de influencias distintas y a diversas dinámicas urbanas; esto definido principalmente por su capacidad de transporte y velocidad comercial. En este sentido, una estación de BRT tiene un impacto menor a una estación de metro, debido a su menor velocidad y capacidad.

Si bien las ideas anteriores ilustran al TOD como un resultado, también es posible enfocar el concepto entendiéndolo como un proceso, en tanto su objeto principal es el desarrollo. De aquí que existen referentes que matizan en características que los TOD poseen en su condición de proceso de desarrollo urbano.

En este sentido, la filosofía básica del TOD parece ser igual en todos los contextos: concentrar el desarrollo urbano alrededor de estaciones para apoyar el uso del transporte público, y desarrollando sistemas de transporte público para conectar concentraciones de desarrollo urbano existentes y proyectadas (Curtis, 2009). De aquí que dentro del mismo proceso que engloba el TOD, se encuentra la interdependencia de infraestructuras de transporte con el desarrollo inmobiliario condensado en las cercanías de los nodos (Cervero, 2009; Pucci, 2019).

De aquí que el TOD puede ser planificación regional, revitalización urbana, renovación suburbana y barrios caminables combinados. Es un modelo que puede hacer mucho más que solo diversificar la participación modal, sino que puede ofrecer toda una gama nueva de patrones de desarrollo urbano y densificación urbana. El futuro del concepto se expresa en diferenciar las formas regionales, urbanas, suburbanas y exurbanas (Dittmar, 2004).

A raíz de lo anterior, otra característica del concepto es su multiescala, ya que este podría englobar un proceso urbano amplio como también ser mirado desde el desarrollo particular de un edificio residencial o de uso mixto (Jamme, 2014). En ésta misma línea Pojani & Stead (2018) realizan un trabajo donde analizan diversas escalas de aplicación del TOD, resumiendo tres grandes categorías:

- Un TOD realizado en base a un solo nodo, asociado principalmente a un proyecto de menor escala y con un mayor énfasis en el diseño propio del entorno público y construido.
- TODs multi-nodo, donde el énfasis se resalta en la planificación regional y en la vocación o destino de cada entorno a intervenir
- TODs lineales, enfocados principalmente en zonas urbanas más densas y con medios de transporte con paradas más frecuentes como BRTs o trenes ligeros (*light rail*).

Por otra parte, también existen miradas más críticas desde el TOD, considerando que es útil para revertir una zonificación restrictiva, de áreas en las que no se generó mayor desarrollo por las restricciones. Bertaud (2018) propone que en estos casos la aplicación del TOD permite una evolución del territorio más coherente con las dinámicas presentes en él. Aquí hace alusión particularmente a la implementación del TOD en estaciones existentes, siendo utilizado como una herramienta para permitir acomodar la demanda subyacente en tales zonas, la cual se encontraba

innecesariamente limitada por la regulación preexistente, e incluso el TOD pasa a ser considerado otro tipo de zonificación para incluir en la normativa urbana (AASHTO, 2006).

Para ejemplificar como se han implementado algunas ideas desde el TOD en la planificación territorial se expone un caso de cambios normativos entorno de estaciones en California, y la política ABC de los Países Bajos.

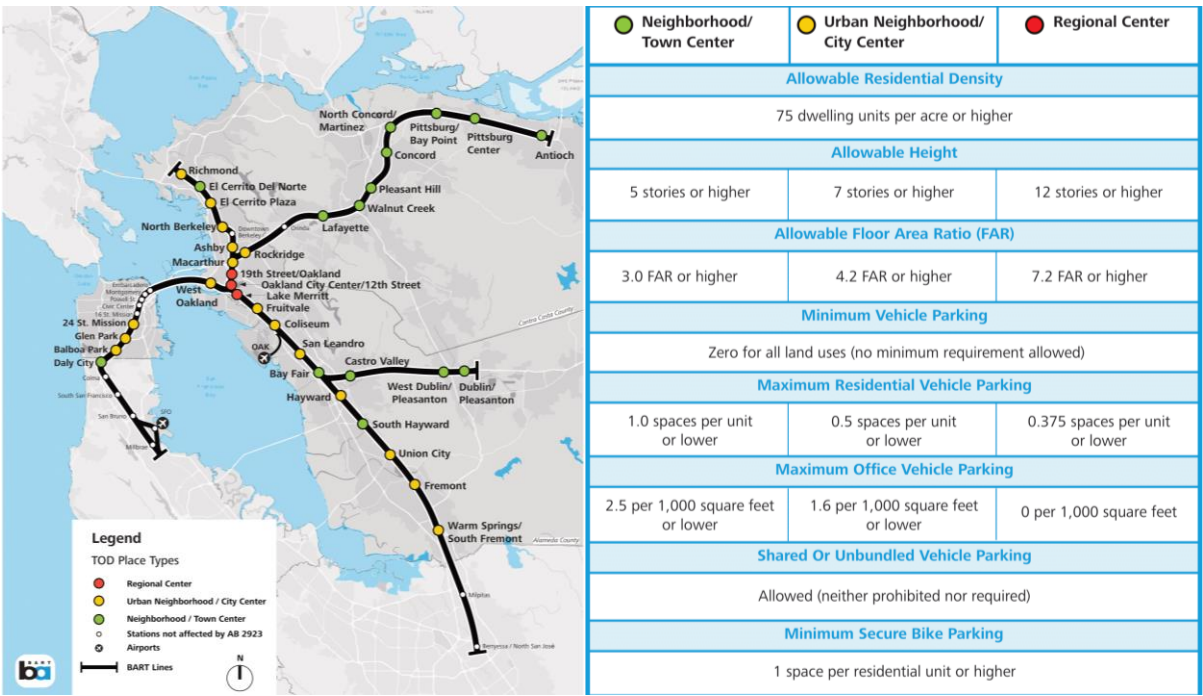
En primer lugar, se expone el caso aplicado en las estaciones del Bay Area Rapid Transit (BART) del área de la bahía de San Francisco, sistema que sirve a los condados de Alameda, Contra Costa, San Francisco, San Mateo, y Santa Clara. Este es un servicio regional que también cuenta con estaciones en el centro de la ciudad, similar a la red que se está conformando con los trenes de cercanías de Santiago.

En tal servicio se implementó la Assembly Bill (AB) 2923 de California, una ley estatal aprobada el año 2018. Lo que propone esta ley es estipular normativa mínima en usos de suelos y edificación (zoning) en el entorno (0.5 millas ~800 metros a la redonda) de cada estación. Las estaciones fueron clasificadas según su tipo, donde se definieron tres categorías:

- Neighborhood / Town Center (Local, Centro local)
- Urban Neighborhood / City Center (Centro Urbano)
- Regional Center (Centro Regional)

En la siguiente figura se resume el cambio estipulado por tal ley.

Figura 9. Red del sistema BART y normativa mínima estipulada por la AB 2923.

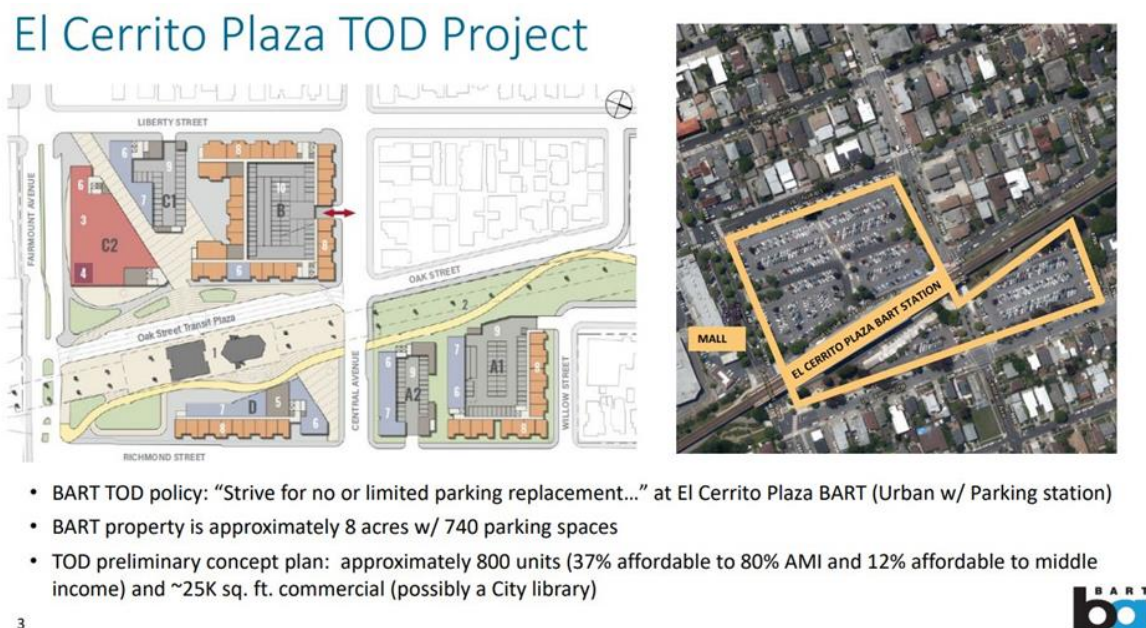


Fuente: BART

La AB2923 entró en efecto en julio de 2022, por lo que solo se han ingresado pocos proyectos, como es el caso del TOD propuesto en la estación El Cerrito Plaza. En estricto rigor, la ley viene a

corregir una normativa estricta que impedía desarrollar el entorno de las estaciones adecuadamente.

Figura 10. TOD propuesto en la estación El Cerrito Plaza



Adicionalmente, esta idea está siendo replicada en un proyecto de ley (SB-827) a nivel estatal de California, con el objetivo de implementar normativa mínima en el entorno de todo transporte público frecuente a lo largo del estado. Si bien California es un estado que se ha caracterizado por sus problemas de vivienda debido a la falta de stock, estas normativas logran aumentar las zonas con potencial de desarrollo y densificación residencial, pudiendo reducir en parte la presión sobre el stock existente.

Junto al ejemplo anterior, también se puede tomar como referencia el plan ABC de los Países Bajos, implementado desde el año 1990. Tal plan establece tipos de locaciones en base a su nivel de accesibilidad en transporte público y automóvil, definiendo cuatro tipos de localizaciones, A, B y C, en el caso de que la accesibilidad sea insuficiente tanto en transporte público como automóvil se define como una locación R. Esto compone el perfil de accesibilidad de un lugar. En la siguiente tabla se resume la definición de accesibilidad para cada tipo de localización mencionada.

Tabla 3. Definición de tipo de locación por el plan ABC de los Países Bajos (perfiles de accesibilidad)

Accesibilidad en transporte público	Accesibilidad en automóvil	
	Mala	Buena
Mala	R	C
Buena	A	B

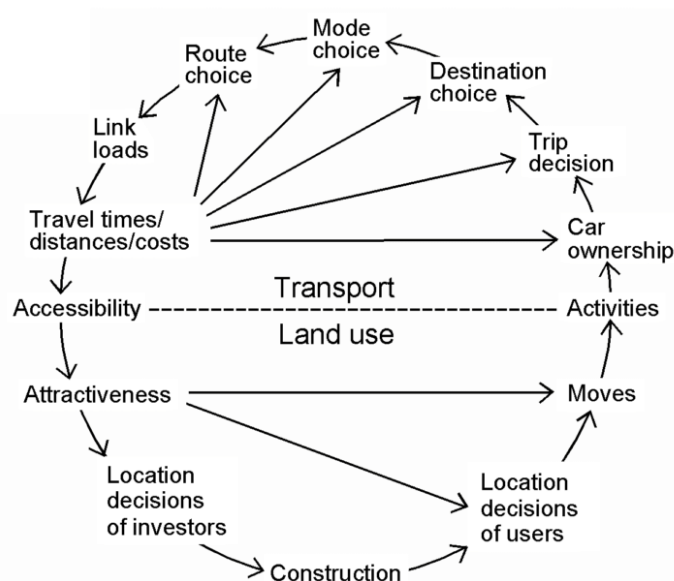
Fuente: The ABC location policy in the Netherlands

Este perfil de accesibilidad es combinado con un perfil de movilidad para las actividades, de esta forma combina la planificación territorial con la planificación del transporte de una manera que sea mutuamente beneficiosa. Si bien el plan está orientado como uno de movilidad, con el objetivo de incentivar el transporte público y disminuir la dependencia del automóvil, cuenta con un enfoque territorial importante, clasificando los lugares y optimizando el transporte y usos según tal clasificación. Este referente es clave al momento de definir una clasificación de las estaciones para implementar normativa territorial, como también el cómo potenciar a futuro el transporte público de la zona; de esta manera se puede contar con un plan más adecuado y específico para cada tipo de entorno, incrementando las posibilidades de generar un plan eficiente de TOD.

2.3. Modelo Metodológico “Nodo - Lugar”

Pucci (2019) afirma que el ciclo de retroalimentación entre transporte y uso de suelo, abordando políticas integradas de uso de suelo y transporte, enfatiza las potencialidades de los nodos de transporte, en base a sus niveles de accesibilidad que crean oportunidades para la interacción espacial. Esta retroalimentación es ilustrada con mayor detalle en la siguiente figura elaborada por Wegener, 1995. En la cual se ilustra la constatación de la relación entre el transporte y el uso de suelo. Considerando un sujeto S, que debe ir a una ubicación T, se puede afirmar que T se localiza en tal punto debido a la accesibilidad provista. De la misma manera, S puede acceder a T por esta razón. Considerando una subida súbita de sujetos visitando T, es que se vuelve una localización demandada para generar o mejorar el servicio de transporte. Tal mejora en el transporte (disminución de su coste) hará más atractivo la zona para otras funciones como también ampliará el público de personas que pueden acceder a T.

Figura 11. Ciclo de relación (expandido) entre el transporte y el uso de suelo.



Fuente: Wegener, 1995

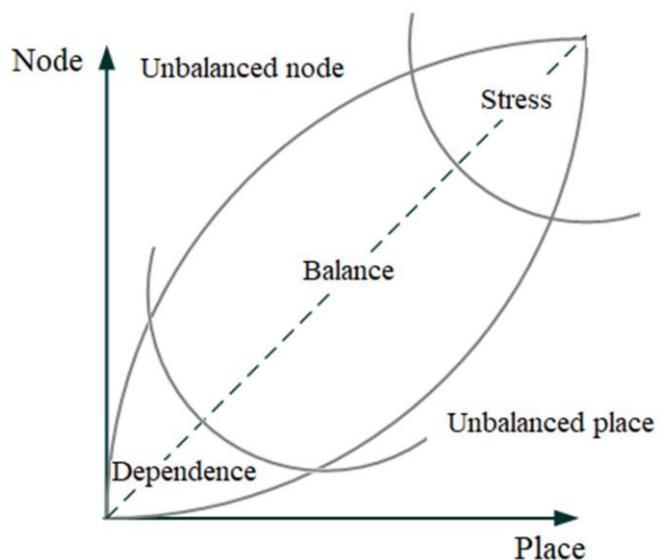
El modelo de nodo-lugar es propuesto inicialmente por Bertolini (1999) quien afirma que éste ofrece un marco conceptual para explorar el desarrollo potencial en el entorno de las estaciones, mejorando las posibilidades de un desarrollo orientado al transporte. En este modelo, el autor analiza el entorno de las estaciones en dos dimensiones: el nodo, enfocado principalmente en la oferta de transporte; y el lugar que es entendido en base al sistema de actividades y usos de suelo.

Las dimensiones de nodo y lugar establecen una relación directa en la que se condicionan mutuamente en la medida en que una o las dos cambian. En esta misma línea, Vale (2015) y Caset (2018) establecen que el modelo conceptualiza la función ambivalente, que concibe que los entornos de las estaciones son simultáneamente “nodos” (nodes) de la red de transporte y “lugares” (places) de la ciudad. De aquí, que es posible identificar diferentes escenarios dentro de los cuales destacan algunas situaciones principales. En primer lugar, existe una situación intermedia de equilibrio entre ambas variables; esto que significa que las actividades y usos de suelo se encuentran con una oferta adecuada de transporte.

Sin embargo, también existen situaciones en las que las dos variables se encuentran en desbalance, esto es, en casos en los cuales el sistema de actividades no se condice con la oferta de transporte. Una primera posibilidad se da, por ejemplo, cuando existe una sobreoferta de transporte respecto al lugar de su entorno, generando un nodo desbalanceado. De la misma forma, un lugar desbalanceado es aquel donde la oferta de transporte no logra cubrir al sistema de actividades y usos de suelo que ocurren en el entorno de un nodo.

Esta relación establecida por Bertolini se grafica de la siguiente forma en la figura 11:

Figura 12. Modelo de nodo-lugar propuesto por Bertolini (1999)



Fuente: Bertolini, 1999

A pesar de lo que pudiese pensarse, no es necesariamente “malo” que un lugar se encuentre en un punto fuera del balance. Al respecto Vale (2015) y Caset (2018), asumen que al mejorar la oferta de transporte (el nodo) creará condiciones favorables para mejorar la intensidad y diversidad de usos de suelo en el entorno. De manera inversa, al aumentar la intensidad y diversidad de usos de suelo en el entorno de una estación, se creará una situación favorable para mejorar el transporte del nodo.

Si bien la relación entre las variables nodo y lugar es directa, éstas difieren en la forma en la que responden ante las variaciones en una u otra. Por un lado, aspectos como las actividades y los usos reaccionan rápidamente a cambios en el transporte (accesibilidad), acomodándose a un nuevo equilibrio. A pesar de esto, cabe mencionar que este proceso de adaptación puede verse limitado o bloqueado por los IPT. Por otra parte, el sistema de transporte no es capaz de adaptarse tan rápidamente ante transformaciones en el lugar, debido a que generar cambios en el sistema, implica un proceso inherente de diseño y planificación. Debido a lo anterior, la oferta de transporte suele ajustarse con mayor tiempo lo que genera situaciones no balanceadas en el intertanto (Bertaud, 2018). Para ejemplificar lo anterior, se entiende que, al implementarse una nueva línea de metro, los entornos ya se ajustaron (o se encuentran en proceso de hacerlo) a la nueva oferta de transporte. Desde el otro lado, la línea de metro se instala para satisfacer una demanda por transporte existente previamente en ese entorno.

Respecto al modelo de Bertolini (1999), Caset (2018) y Bertolini (2000) destacan que una de las mayores ventajas del modelo es su capacidad para medir ventajas de accesibilidad comparada relativa entre las estaciones de un servicio o red. La medición de la accesibilidad de las estaciones ferroviarias de acuerdo con modelo es definida en términos de usos de suelo y características de transporte. El modelo nodo-lugar se clasifica como “place-based” (Dijst 1995), dado su enfoque en los factores propios de cada contexto en los que se insertan los sistemas de transporte y los usos de suelo.

Vale (2015) incorpora en el análisis la accesibilidad peatonal, considerando la importancia de ésta en el desarrollo orientado al transporte. De esta manera, el modelo también se ha ido conociendo como “nodo-lugar-diseño” al incorporar esta tercera dimensión. Este enfoque se relaciona fuertemente con el diseño urbano y, específicamente, la incorporación de la caminabilidad en el entorno de las estaciones bajo los proyectos de TOD.

En base a la incorporación del diseño (y su importancia en el TOD) en el análisis Babb (2015) incorpora aspectos del entorno construido inmediato, enfatizando en estaciones ubicadas en medianas de autopistas, y su consiguiente impacto en la relación funcional del nodo-lugar, junto con los efectos para el desarrollo orientado al transporte. También afirma que uno de los impactos más importantes a superar es la contaminación acústica y el efecto barrera producido por la autopista, que limita fuertemente el desarrollo de actividades en el entorno inmediato de una estación. De aquí que es posible distinguir que existen variables que no solo remiten a elementos físicos-espaciales, sino que también a acciones que emiten externalidades que son percibidas como factores críticos para el desarrollo.

Sin embargo, tan solo unos pocos análisis han considerado explícitamente la accesibilidad como un elemento del nodo-lugar (Farber and Marino, 2017; Nigro et al., 2019; Olaru et al., 2019). En términos metodológicos ignorar la accesibilidad puede constituir un resultado incompleto, al respecto Cummings & Mahmassani (2022) determinaron que la accesibilidad a la estación puede ser incluso un mejor indicador de flujo de pasajeros que el estudio de la densidad habitacional del entorno. En este sentido, para el análisis de nodo-lugar y su relación con el TOD, resulta clave incorporar esta variable en cada una de las estaciones.

Las estaciones de trenes generan un impacto dispar dependiendo del contexto, así lo afirma Pflieger, Kaufmann, Pattaroni, & Jemelin. (2009) al expresar que

“Demostró que la misma infraestructura puede producir diferentes efectos, o incluso ninguno dependiendo del contexto y de cómo estas infraestructuras se insertan en un territorio dado. El impacto de la infraestructura no produce una causalidad lineal, sino que más bien un sistema de causalidades o correlaciones entre los diferentes factores asociados con las políticas inmobiliarias, políticas sectoriales, tendencias preexistentes y condiciones socioeconómicas” (p.1426)

Dada la complejidad de lo expresado por Pflieger et al., es que el modelo de nodo-lugar no pretende predecir el desarrollo urbano futuro. A pesar de esto, el modelo sí es útil para entender de mejor manera las dinámicas del desarrollo urbano (Chorus & Bertolini, 2011). Bajo esta mirada, los resultados del modelo no indican hacia dónde o cómo se desarrollará la ciudad, ya que funciona principalmente en base a una revisión de lo existente sin pretender buscar una tendencia para proyectar tal relación de nodo y lugar. De todas formas, es posible incorporar en el análisis, información existente sobre lo que podría ocurrirle al nodo y/o al lugar, en base a

tendencias (demográficas, económicas, entre otras) y proyectos (de transporte, urbanos, etc.). El caso de estudio considera la existencia de proyectos de transporte que transformarán los nodos, y en estas proyecciones ya se cuenta con la información suficiente para incluir dentro del análisis de nodo-lugar.

Una revisión de la literatura permite encontrar que el modelo nodo-lugar ha sido aplicado en diferentes estudios, con contextos diversos. Esto es un buen indicador de que este análisis es generalizable y aplicable al caso de estudio. De igual forma, se presupone que las variables que determinan el uso de este modelo responden a las dinámicas locales de cada territorio. Dentro de los estudios que destacan y sirven como guía para esta investigación se presenta una síntesis con ellos en la siguiente tabla en la que se presentan el modo en que se aplicó el modelo, su año y algunas de sus particularidades:

Tabla 4. Resumen de estudios revisados que utilizaron la base del modelo construido por Bertolini (1999).

Modo	País (ciudad)	Autor	Observaciones
Trenes de cercanías y regionales	Países Bajos	L. Bertolini Bertolini, 1999	Primera propuesta del modelo nodo-lugar
Estaciones de tren	Suiza	Reusser et al., 2008	
Trenes	Japón (Tokio)	Chorus & Bertolini, 2011	
Trenes de cercanías	Portugal (Lisboa)	Vale, 2015	Combinación con análisis de accesibilidad peatonal (pedshed ratio)
Trenes de cercanías y urbanos	Australia (Perth)	Babb et al., 2015	Incorporación de aspectos del entorno construido, en este caso estaciones construidas en medianas de autopistas y su impacto en la funcionalidad del nodo-lugar
Metro	Irán (Teherán)	Monajem & Nosratian, 2015	
Estación Hongqiao	China (Shanghái)	Chen & Lin, 2015	Aplicación del método en un caso de hub aéreo y ferroviario en Shanghái

Trenes urbanos, cercanías y regionales	Bélgica	Caset et al., 2019	Incorporación de diversas dimensiones al modelo
Trenes regionales	Italia	Pucci & Vecchio, 2019	
Metro	Inglaterra (Londres)	Zhang et al., 2019	Incorporación de un análisis compuesto entre el entorno local y el contexto metropolitano de Londres
BRT	Irán (Teherán)	Pezeshknejad et al., 2020	
Tren urbano	Chile (Santiago)	Vecchio, 2021	Aplicación del modelo en el área metropolitana de Santiago
Metro	China (Shanghái)	Dou et al., 2021	
Tren de alta velocidad	China	Gui et al., 2021	Análisis en un servicio de alta velocidad (Beijing - Shanghái)
Tren interurbano	Estados Unidos	Cummings & Mahmassani, 2022	Análisis de la efectividad del método nodo-lugar en servicios de larga distancia de Amtrak. Diferenciando también en casos de estaciones con altas frecuencias (corridors) y con baja frecuencia (non-corridor)
Metro	China (Beijing)	Liao & Scheuer, 2022	Incorporación de factores relacionados con la demanda derivados de big data georreferenciado las dimensiones de 'Transit', 'Development' and 'Interaction' de TOD a el modelo de nodo-lugar

Fuente: Elaboración propia en base a revisión de literatura.

Además del modelo de nodo-lugar también existen otras formas de analizar el potencial, o “nivel” de TOD de una estación y su entorno. De todas maneras, ninguno de estos enfoques es exclusivo, y representan una mirada interesante que puede ser incluida en el mismo modelo de nodo-lugar o bien como un análisis paralelo que nutra de más información y miradas a las estaciones.

En este sentido Kamruzzaman et al. (2014) hace un análisis donde las estaciones se pueden clasificar independientemente de su equilibrio, afirmando de esta manera que tanto una estación desequilibrada como una equilibrada pueden contar con un potencial TOD importante. Además, se le agregó una evaluación de la accesibilidad peatonal mediante "pedshed-ratio". (Monajem y Ekram Nosratian, 2015; Vale, 2015)

Junto a lo anterior Pezeshknejad (2020) apuntala sobre otros métodos para medir "áreas TOD" cómo sería el TOD Index, donde conforme a Singh et al., (2017) este enfoque tiende a medir el área previo a la implementación del proyecto (de TOD), mientras que por lo general los otros métodos se enfocan a proyectos ya realizados, de todas formas, asegura que el TOD index mide las características de TOD de una manera similar a lo propuesto por Bertolini (1999), por lo que ambos enfoques se pueden nutrir mutuamente. En ésta misma línea, se da base a la factibilidad de la utilización del modelo de nodo - lugar en proyectos aún no desarrollados.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Abordaje Metodológico

El modelo nodo lugar facilita la identificación de las estaciones con mayor potencial de desarrollo urbano, se define esta oportunidad como estaciones con un nodo desbalanceado, es decir, aquellas que cuentan con una oferta de transporte ociosa y entornos con baja de demanda de transporte.

Dado que el caso de estudio pone como unidad de análisis estaciones no solo existentes y operativas, sino que también proyectadas, es que trabaja con un escenario presente y futuro. Con esta condición y considerando que no se ha estudiado al respecto del tema en el caso chileno, es que la finalidad de esta investigación es exploratoria (Babbie, 1999).

El enfoque metodológico de esta investigación es cuantitativo, puesto que todas las variables de análisis se llevarán a números (Asún, 2006) para poder ser sistematizadas, normalizadas y comparadas mediante el análisis de nodo-lugar y la evaluación de los IPT. En este sentido lo que se busca es hacer medible diversos aspectos y elementos tanto del nodo como del lugar, y que en su conjunto puedan ser analizados comparativamente entregando una visión integrada del entorno de cada estación.

El objetivo general pone como objeto de análisis a las estaciones y sus entornos, sin embargo, el alcance de estos últimos no constituye una unidad definida o universal. Es por eso, que se recurre a la revisión de estudios realizados previamente para otros casos en el mundo. En éstos, los indicadores del modelo de nodo-lugar son aplicados en un área de influencia de entre un mínimo de 500 y un máximo de 1500 metros, utilizando principalmente 700 y 800 metros a la redonda de cada estación (Bertolini, 1999; Caset et al., 2018; Chorus & Bertolini, 2011; Cummings & Mahmassani, 2022; Dou et al., 2021; Monajem & Ekram Nosratian, 2015; Liao & Scheuer, 2022; Pezeshknejad et al., 2020; Pucci, 2019; Reusser et al., 2008; Vale, 2015; Vecchio, 2021; Zhang et al., 2019). En vista de lo anterior, para efectos de la investigación se utilizará un radio de influencia de 800 metros, que también es equivalente a aproximadamente 10 minutos de caminata lineal desde la estación. Tal radio de influencia será aplicado para las 36 estaciones (18 existentes y 18 proyectadas) ubicadas en la Región Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins.

3.2. Técnicas de recolección de datos

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación se requiere construir una base de datos que contengan los indicadores de cada variable a ser analizada en el modelo de nodo lugar. De aquí que, los primeros objetivos específicos apuntan a la definición de los indicadores relevantes para la caracterización del nodo y del lugar de una manera estandarizada en cada una de las estaciones. Para este propósito cobra relevancia la revisión de la literatura, específicamente a las investigaciones que ya se han desarrollado respecto al tema en otros lugares del mundo. A continuación, se muestra una tabla resumen en la que se exponen los diferentes indicadores mencionados por uno o más autores y que componen la base de un grupo conjunto de indicadores aplicables a este caso de estudio.

Tabla 5. Aspectos propuestos a recopilar y su relación con la revisión de literatura de la Tabla 2.

	Babb et al. (2015)	Bertolini (1999)	Caset et al. (2018)	Chen & Lin (2015)	Chorus & Bertolini (2011)	Cummings & Mahmassani (2022)	Dou et al. (2021)	Monajem & Ekram Nosrati (2015)	Liao & Scheuer (2022)	Pezeshknejad et al. (2020)	Pucci (2019)	Reusser et al. (2008)	Vale (2015)	Vecchio (2021)	Zhang et al. (2019)
Destinos servidos por el tren	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nº de servicios (trenes diarios)	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nº de estacionamientos de bicicleta	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
Nº de estacionamientos de automóvil	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓
Conexión directa con transporte público	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Líneas de buses y colectivos	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Distancia al CBD	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Población	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Población activa	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Densidad residencial	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Usos residenciales (m²)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Usos comerciales (m²)															
Usos industriales (m²)															
Sitios eriazos (m²)															
Equipamiento Educativo	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Equipamiento de Salud	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Puntos de Interés (POI)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Radio de influencia	-	700m	1200m	-	700m	1 mile (1.6km)	600m	800m	700m	500m	1500m	700m	700m	800m	960m

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados los indicadores de nodo e indicadores de lugar, es posible definir las técnicas de recolección de datos que permiten valorar en magnitudes contables cada uno de ellos. A continuación, se detallan las técnicas utilizadas especificando aspectos de aplicación y fuente.

3.2.1. Revisión de documentos:

Tanto para los indicadores que miden nodo como lugar, existen catastros de información pública de la cual se pueden extraer los datos necesarios para la caracterización en cada estación. Para el caso de estudio, los documentos más relevantes son aquellos que se relacionan directamente con los servicios operativos y proyectados. Por ello, es que tanto informes emitidos por EFE como los publicados en el portal del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) contienen antecedentes técnicos precisos que describen los servicios en estudio.

A) Información EFE: Corresponde a información disponible en la página web, comunicados oficiales y difusión audiovisual de los servicios operativos y proyectados.

B) Documentos SEIA: Informes y planimetrías elaboradas por EFE en el marco del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para cada uno de los proyectos. Los cuatro proyectos (dos en operación y dos en construcción) cuentan EIA aprobado. En estos documentos se considera la información operacional proyectada para los servicios en construcción.

C) Información georreferenciada: Mapas con información de destinos de los usos de suelo y equipamientos en el entorno de cada estación. Información recuperada desde el visor de mapas del SII e IDE Chile con sus datos actualizados al año 2022.

D) Documentos del Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM): Información relacionada a los planes operacionales, GTFS (General Transit Feed Specification) y trazados de

los servicios de buses. Se obtiene la información respecto a frecuencias y trazados Transantiago (Red) y frecuencias de trenes de Metro.

E) Documentos de la División de Transporte Público Regional (DTPR): Estudios relacionados con los servicios rurales y periféricos de la región Metropolitana, para obtener sus trazados y frecuencias; como también información respecto al transporte público urbano de la ciudad de Rancagua.

3.2.2. Análisis de datos censales

Para datos relacionados a la caracterización demográfica se utilizarán los datos catastrados en el Censo del año 2017. Tanto la base de datos sistematizada como los resultados georreferenciados son útiles y aplicables a todas las estaciones del estudio.

3.2.3. Fotointerpretación a partir de Imágenes Satelitales

La fotointerpretación consiste en determinar aspectos relevantes en el área de cada estación como también la distancia a dos puntos estratégicos de Santiago, en el cual se consideran la Plaza de Armas y el sector de la estación de metro Tobalaba. Se ocupa como base la plataforma Google Earth sobre la cual se trabaja las distancias, también se complementa con información de viajes de Google Maps y los tiempos de viaje proyectados por EFE.

En base a lo anterior, se expone a modo de síntesis la Tabla 4 que relaciona las técnicas de recolección de datos con los indicadores:

Tabla 6. Indicadores recopilados en el área de influencia (800 m) de cada estación.

	INDICADOR	SUBINDICADOR	FUENTE	AÑO	TÉCNICA
NODO	OFERTA DE TRANSPORTE FERROVIARIO	DESTINOS SERVIDOS POR EL TREN	EFE	2022	Revisión de documentos
		Nº DE SERVICIOS (TRENES DIARIOS)	SEIA	2019	
	INTERMODALIDAD	METROS DE CICLOVÍAS	Visor de ciclovías IDE Chile; Ministerio BBNN	2022	Análisis geográfico
	TRANSPORTE PUBLICO	TRANSITOS DIARIOS BUSES (Transantiago, rural RM, Trans O'Higgins urbano)	DTPM	2022	Revisión de documentos; información georreferenciada
			DTPR	2016 2017	
		TRANSITO DIARIOS METRO	GTFS	2022	Revisión de documentos
	DISTANCIA CBD	PLAZA DE ARMAS	Google Maps	2022	Medición de distancia entre cada estación y Pza. de Armas / Metro Tobalaba respectivamente
		TOBALABA			
LUGAR	HABITANTES	POBLACIÓN	Censo 2017	2017	Análisis de datos censales e información georreferenciada
		POBLACIÓN ACTIVA			
		DENSIDAD RESIDENCIAL (HABITANTES POR HECTAREA) *			
	DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO	USOS RESIDENCIALES (M2)	SII	2022	Análisis geográfico en base a información de mapas SII
		USOS COMERCIALES			
		USOS INDUSTRIALES			
	EQUIPAMIENTO	MATRICULA ESCOLAR	IDE Chile	2022	Revisión de documentos e información georreferenciada
		CANTIDAD UNI + CFT + SALUD			

*se considera densidad bruta

Fuente: Elaboración propia

3.3. Procesamiento

Una vez recolectada la información necesaria para cada estación, para haber cumplido con los objetivos específicos 2 y 3, queda pendiente normalizar los valores obtenidos de cada indicador en una escala de 0 a 1, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

donde:

z_i : El i-ésimo valor normalizado en el conjunto de datos.

x_i : el i-ésimo valor en el conjunto de datos.

Min. (x): el valor mínimo (obtenido o encontrado) en el conjunto de datos.

Máx. (x): el valor máximo (obtenido o encontrado) en el conjunto de datos.

Una vez normalizados los valores recopilados para cada estación se determina un puntaje promediado total para cada dimensión; de esta manera se obtiene un puntaje para la dimensión de nodo y otro para la dimensión de lugar. Con tales puntajes las estaciones son representadas en un gráfico de puntos, donde es posible determinar las características de cada estación en base a este cruce.

Tras la aplicación del modelo de nodo-lugar es posible clasificar estaciones (Cummings & Mahmassani, 2022), de acuerdo con su calidad de nodo y de lugar. Esto permite comprender de manera directa la existencia y grado de equilibrio/desequilibrio de estos espacios.

Finalmente, en base a los resultados observados del modelo se procederá a definir a aquellas estaciones que cuenten con mayor oportunidad para TOD; entiendo esto como aquellas que cuenten con un nodo desbalanceado.

3.4. Análisis de Instrumentos de Planificación Territorial

Finalmente, con el objetivo de evaluar el potencial de desarrollo urbano (TOD) futuro de las estaciones se incluye una revisión de los instrumentos de planificación territorial (IPT) en el área de influencia. Se consideran aspectos de vialidad proyectada (Duo & Dong, 2021) junto con que las limitaciones de usos de suelo y densidades (Gutiérrez, 2002) sean compatibles con el desarrollo orientado al transporte (TOD); y determinar si globalmente se considera la estación ferroviaria en la normativa local. Esta evaluación final se integra con los resultados del modelo de nodo-lugar. Se considerarán en esta evaluación aquellas estaciones determinadas como con mayor oportunidad para TOD, ya que la variable dependiente en estos casos se asocia con la dimensión de lugar.

La revisión de los IPT consiste en analizar, en un primer lugar, lo estipulado por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS); para posteriormente realizar la revisión de los Planes Reguladores Comunes (PRC) de las respectivas comunas correspondientes a cada estación. Con el objetivo de integrar y complementar los aspectos proyectados del servicio con lo estipulado en tales instrumentos.

Para la revisión de los IPT se considera completar la siguiente tabla según sea el caso. En primera instancia, se determina si el área de influencia se encuentra en un límite urbano, o bien si se encuentra parcialmente en uno. Posteriormente se analiza cuales instrumentos aplican en el lugar, en caso de existir un PRC se analizan sus zonas, usos permitidos y prohibidos y las densidades máximas permitidas. Se analizan solo las zonas identificadas en el área de influencia de una estación. En caso de no existir un PRC se procede a revisar lo estipulado por el PRMS, particularmente respecto a los usos de suelo permitidos, prohibidos y la norma específica que allí aplique.

Tabla 7. Tabla elaborada para la revisión de los IPT en el área de influencia de cada estación

ESTACIÓN				
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI / NO / PARCIAL (%)			
PRMS				
Zona	Usos			Norma
	Permitidos		Prohibidos	
Zona	Usos permitidos según ordenanza	Usos prohibidos según ordenanza	Norma de usos de suelo	
PRC COMUNA				
Zona	Usos			Densidad máxima
	Permitidos		Prohibidos	
Zona	Usos permitidos según ordenanza	Usos prohibidos según ordenanza	Densidad máxima en habitantes por hectárea	

Fuente: Elaboración propia

3.5. Determinación del Potencial de Desarrollo Orientado al Transporte (TOD)

El potencial de las estaciones será determinado por el puntaje del modelo de nodo y lugar; pero a este se le agregará un análisis descriptivo de los IPT. Este permitirá determinar si el potencial determinado por el modelo es identificado y aprovechado por los instrumentos. Se detectará como lo aprovecha o bien los problemas relacionados al no identificar o aprovechar el potencial de TOD.

3.6. Limitaciones

Respecto a las limitaciones metodológicas de la investigación se rescatan tres puntos principales. En primer lugar, hay que destacar que todas las categorías recopiladas para el modelo de nodo y lugar cuentan con la misma ponderación, por lo que puede deformar en cierta medida los resultados, considerando la diversidad de dimensiones recopiladas.

En segundo lugar, dentro de la recopilación de la información se destacan las siguientes limitaciones:

- Al momento de medir los metros de ciclovías mediante la información del Ministerio de Bienes Nacionales e IDE Chile, no se considera la calidad de tales vías, por lo rutas de alto estándar (ej. Lyon en Providencia) contienen la misma relevancia que rutas de mala calidad (ej. Club Hípico en Santiago).

- Respecto a la información del transporte público rural tan solo se depende de un estudio realizado por la DTPR en los años 2016 y 2017. No se cuenta con un GTFS como es el caso de Transantiago / Red.
- Los usos de suelo fueron traspasados en base a la información cartográfica del SII, no se cuenta con mayor detalle para lotes con usos mixtos, lo que resulta limitante para las zonas con edificaciones en altura con usos mixtos como en el centro de Santiago.

En tercer lugar, en la revisión de IPT tan solo se consideraron los aspectos principales relacionados a usos de suelos, límites urbanos y densidades residenciales. Esto debido a la gran cantidad de PRC a analizar y su diversidad de composición, complejizando la realización de una revisión estándar para todos. En la misma línea, no se consideraron instrumentos de menor jerarquía como planes seccionales.

IV. RESULTADOS



Este capítulo contiene los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología expuesta en el capítulo anterior. En este sentido, en primer lugar, se exponen los datos recopilados para cada área de influencia de cada estación. En segundo lugar, se expone como estos datos tras ser procesados se integran en el modelo de nodo y lugar, mediante un gráfico de puntos que finalmente permite determinar el potencial de TOD de cada estación. Finalmente se expone el análisis de los instrumentos de planificación territorial (IPT) y cómo éstos se relacionan con el potencial identificado de cada estación.

4.1. Nodo Lugar

A continuación, se presentan las tablas respecto a la información recopilada para cada dimensión. Se separan las estaciones según el servicio a cuál corresponde

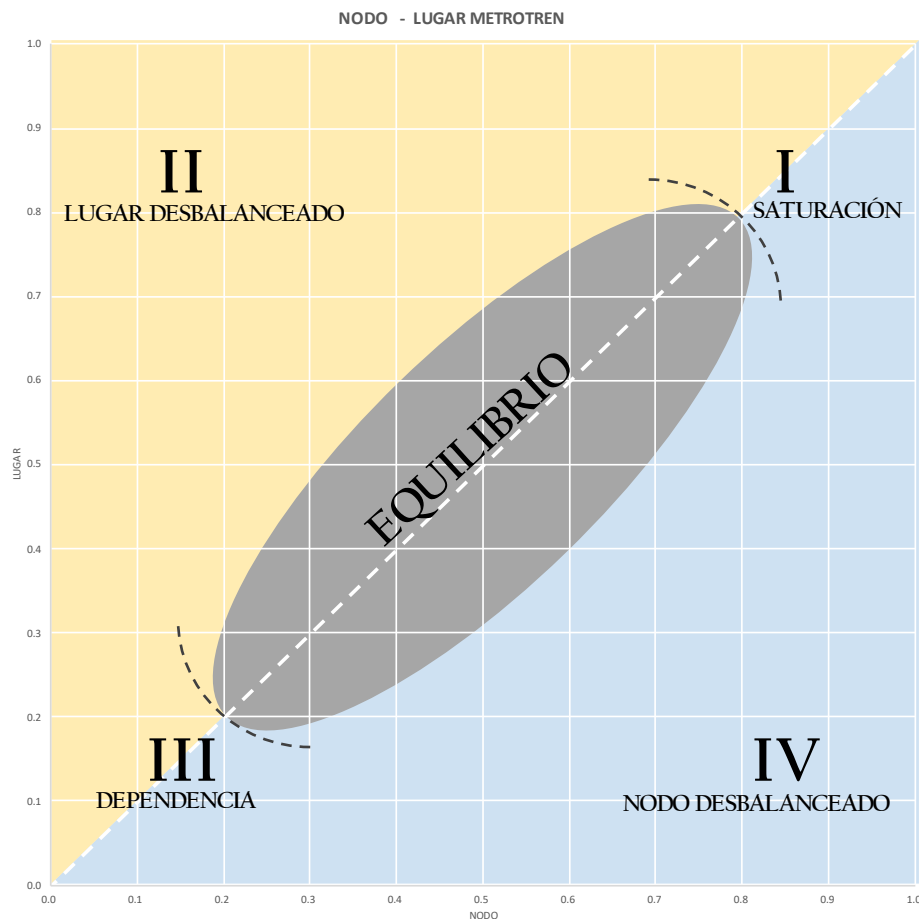
Tabla 8. Estaciones ferroviarias y sus respectivas abreviaciones

ESTACION	ABREVIACION	PUNTAJE DE NODO	PUNTAJE DE LUGAR
5 PINOS	5PI	0.433	0.302
AMÉRICO VESPUCIO	AMV	0.532	0.544
BATUCO	BAT	0.264	0.147
BUIN	BUI	0.330	0.111
BUIN ZOO	BZO	0.294	0.162
CIUDAD SATÉLITE	SAT	0.501	0.287
COLINA	COL	0.408	0.072
EL MONTE	ELM	0.260	0.348
ESTACIÓN CENTRAL 2	EC2	0.630	0.420
FREIRE	FRE	0.537	0.490
GRANEROS	GRA	0.155	0.460
HOSPITAL	HOS	0.219	0.141
LAS INDUSTRIAS	IND	0.451	0.047
LINDEROS	LIN	0.290	0.220
LO BLANCO	LOB	0.490	0.423
LO ERRÁZURIZ	LER	0.660	0.462
LO ESPEJO	LOE	0.522	0.516
LO VALLEDOR	LOV	0.701	0.299
MAESTRANZA	MAE	0.477	0.475
MALLOCO	MLC	0.488	0.385
MATUCANA	MAT	0.887	0.606
MELIPILLA	MEL	0.144	0.349
NOS	NOS	0.323	0.223
PADRE HURTADO	PAD	0.523	0.254
PAINE	PAI	0.269	0.411
PEDRO AGUIRRE CERDA	PAC	0.526	0.629
QUILICURA	QUI	0.707	0.216
RANCAGUA	RAN	0.111	0.379
RENCA	REN	0.488	0.312
SAN BERNARDO	SBE	0.650	0.543
SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL	SFM	0.195	0.267
TALAGANTE	TAL	0.309	0.428
TRES PONIENTE	3PO	0.610	0.530
VALLE GRANDE	VAL	0.426	0.143

Fuente: Elaboración propia

El gráfico donde serán representados los resultados de la aplicación del modelo nodo-lugar, se estructura en base a dos ejes, donde el Eje Y representa la dimensión de lugar, a su vez que el Eje X representa la dimensión de nodo. El gráfico se divide en cinco zonas. En esta línea, la zona más determinante es la de equilibrio, donde se ubican las estaciones en que ambas dimensiones se encuentran en equivalencia. El equilibrio es definido como las estaciones que cuentan con un puntaje similar de ambas dimensiones (± 0.15).

Figura 13. Gráfico del modelo nodo lugar.



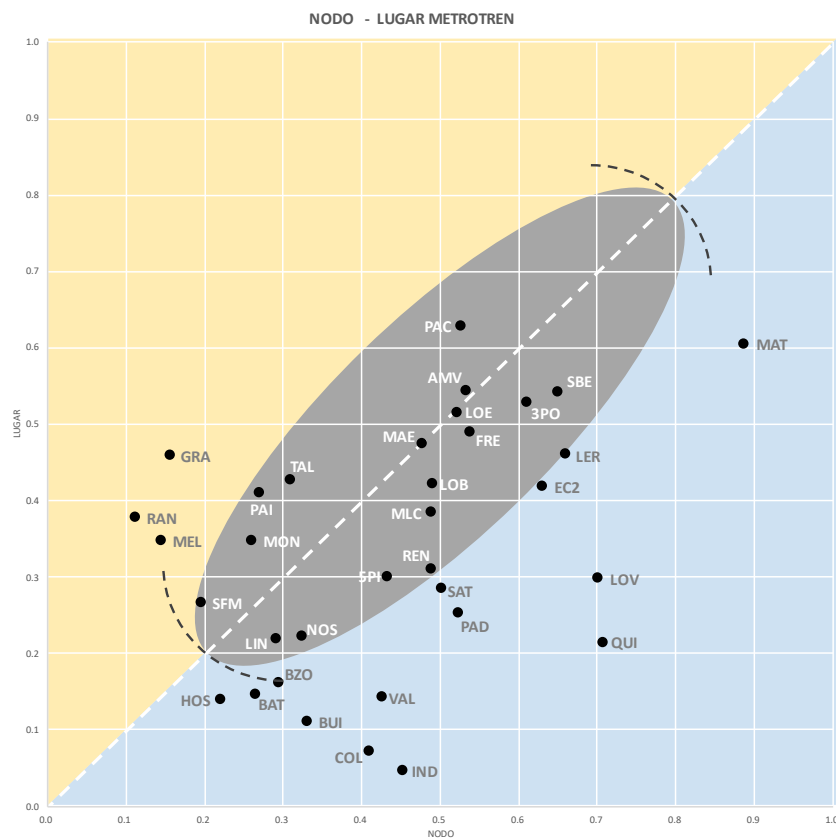
Fuente: elaboración propia

- En primer lugar, la zona I corresponde a una situación de **saturación**, en la cual ambas dimensiones (nodo y lugar) son fuertes respecto al resto de las estaciones que se consideren como casos de estudio.
- En segundo lugar, en la zona II se ubican casos en los que la dimensión de lugar es muy fuerte, pero con un nodo débil, es decir, un **lugar desbalanceado**. Estas estaciones tienen una demanda potencial que no está siendo capturada. En este sentido, son puntos en donde existe una oportunidad de mejorar el sistema de transporte.
- En tercer lugar, en la zona III se ubican casos que responden a una situación de **dependencia**, en la que ambas dimensiones son muy débiles. Entre las estaciones estudiadas ninguna se encuentra en esta situación.

- Finalmente, en la zona IV se ubican casos en los cuales la dimensión de nodo es muy fuerte, pero con un lugar débil, es decir, un **nodo desbalanceado**; en este sentido, son estaciones con un potencial y capacidad para intensificar los usos en su entorno directo. En esta zona se ubican aquellas estaciones que podrían ser óptimas para el desarrollo de diversos programas estilo TOD, promoviendo un desarrollo urbano donde hoy no lo hay, o bien potenciando e intensificando usos existentes y así aprovechar la infraestructura ferroviaria existente o proyectada.

Tras el procesamiento de la información levantada para el área de influencia de cada estación, los datos son normalizados y promediados para cada dimensión. De esta manera, cada estación es representada por un punto, el cual cuenta con su puntaje, el cual resulta de la integración de los valores obtenidos en sus dimensiones de nodo y lugar. En este análisis fueron excluidas las estaciones Quinta Normal y Estación Central. Tales estaciones fueron excluidas debido a las grandes diferencias en la dimensión de nodo respecto a las otras estaciones analizadas, lo que provoca que estas últimas se compriman dentro del gráfico. De esta manera es posible apreciar mejor las características de todas las estaciones.

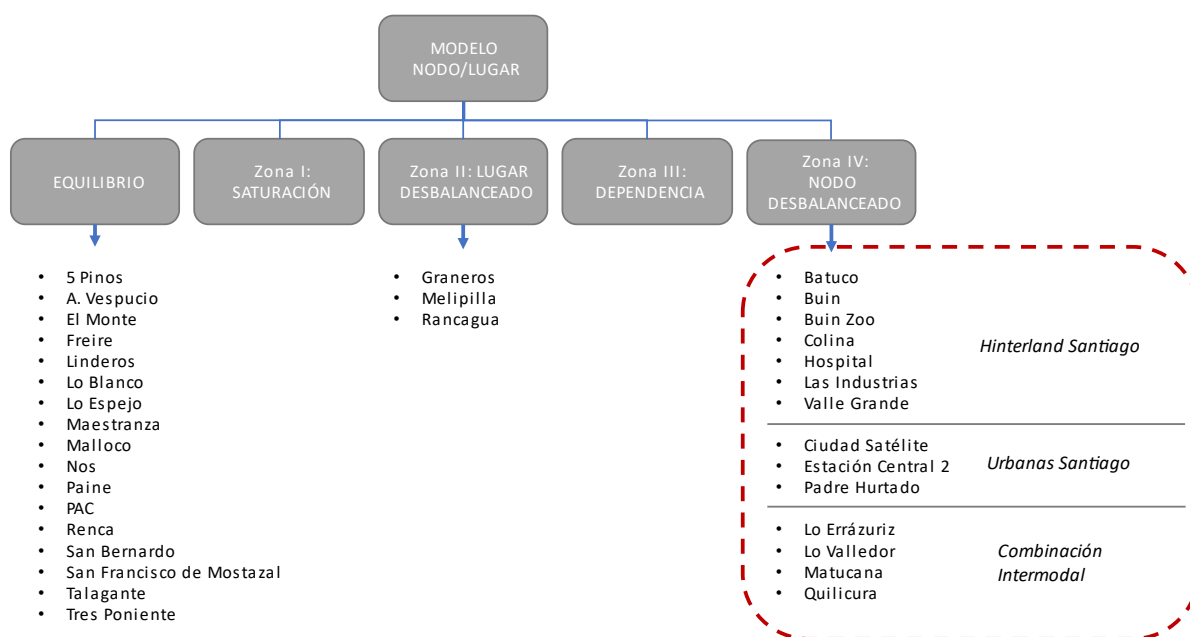
Figura 14. Gráfico del modelo nodo lugar con los resultados obtenidos



Fuente: elaboración propia

Con el fin de clasificar las estaciones expuestas, de manera de poder trabajar con ellas en los análisis posteriores, es que se elabora un esquema que las agrupa de manera sintética según su localización en el gráfico.

Figura 15. Esquema de la clasificación de las estaciones.



Fuente: elaboración propia

A partir de este esquema y categorización, se describe los aspectos generales de cada uno de estos grupos.

Estaciones en equilibrio: En esta zona se ubican 17 (50%) de las 34 estaciones analizadas. A grandes rasgos son estaciones con entornos consolidados y donde también se destacan la presencia de gran parte de las estaciones existentes, especialmente de aquellas pertenecientes del servicio a Nos.

Estaciones en saturación (zona I): Ninguna de las estaciones estudiadas se ubicó en esta zona.

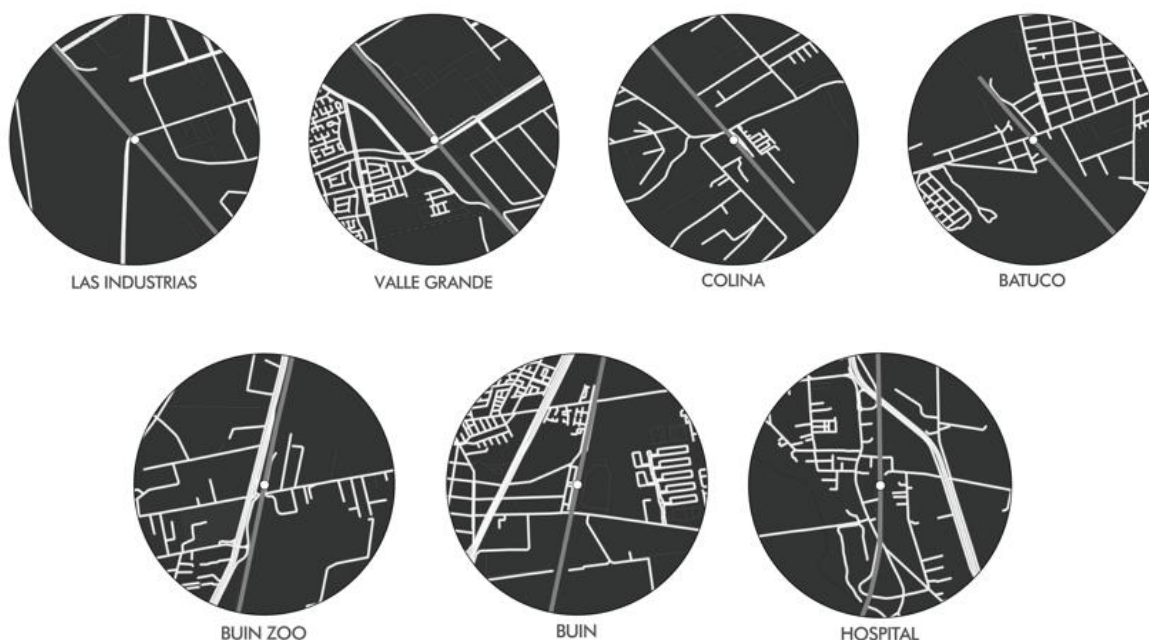
Estaciones con lugar desbalanceado (zona II): Dentro de las estaciones estudiadas tan solo tres se ubican en esta zona, correspondiente a Graneros, Melipilla y Rancagua. A grandes rasgos se observa que son estaciones que cuentan (o contarán) con un limitado servicio ferroviario, sin superar un máximo de 4 trenes por hora sentido. Asimismo, las ciudades en las que se emplazan estas estaciones son de escala intermedias (Rancagua y Melipilla; Graneros está relacionado funcionalmente con Rancagua). En este sentido, el resultado indica que son nodos para potenciar, por lo que preliminarmente se podría aumentar el servicio ferroviario o bien complementar los aspectos de intermodalidad de estas estaciones, como lo es la conexión con buses, colectivos y ciclovías.

Estaciones en dependencia (zona III): Entre las estaciones estudiadas ninguna fue identificada en esta zona.

Estaciones con nodo desbalanceado (zona IV): Entre las 34 estaciones incluidas en el análisis, 13 de ellas (38%) están en esta zona. Para facilitar los resultados se agrupan en estaciones ubicadas en el hinterland de Santiago, estaciones urbanas de Santiago y estaciones urbanas de combinación intermodal.

En el primer grupo de estaciones corresponde a aquellas ubicadas en el hinterland de Santiago. En estas, se advierten entornos no consolidados, contando con grandes paños aún por desarrollar y una estructura vial sin estar completamente desarrollada. En la siguiente figura se ilustra la red vial existente de tales entornos.

Figura 16. Vialidad en el entorno de las estaciones en el hinterland de Santiago

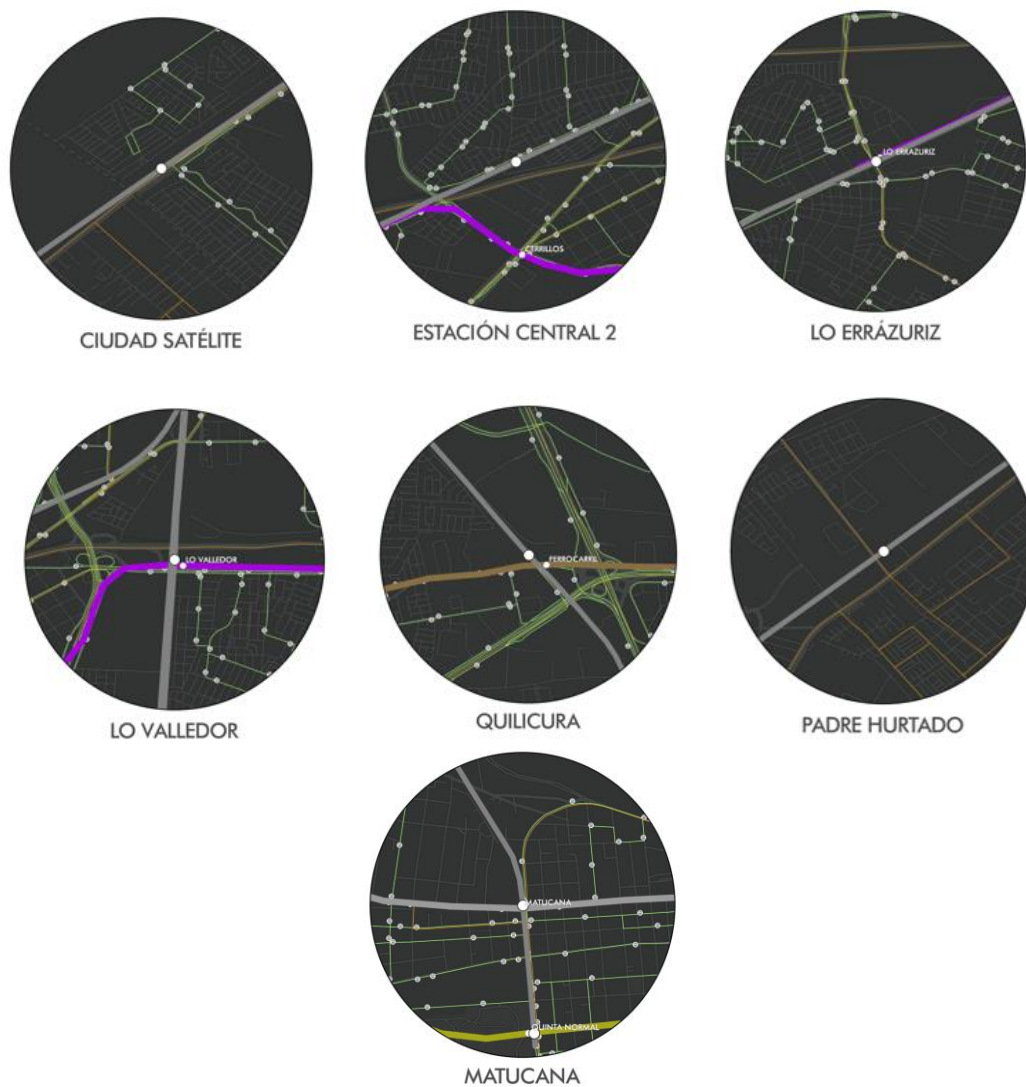


Por otra parte, se encuentra el grupo de las estaciones urbanas de Santiago, siendo estas Ciudad Satélite, Estación Central 2 y Padre Hurtado. Estas estaciones cuentan con un alto puntaje de nodo, que se puede explicar por tratarse de entornos que actualmente no cuentan con un servicio ferroviario frecuente, contrastando con su situación actual.

Finalmente se identifican las estaciones de combinación intermodal urbanas, encontrándose aquellas estaciones que combinan directamente con una estación de metro, tal como lo son Lo Valledor y Lo Errázuriz con línea 6, Matucana con línea 7 y Quilicura con línea 3.

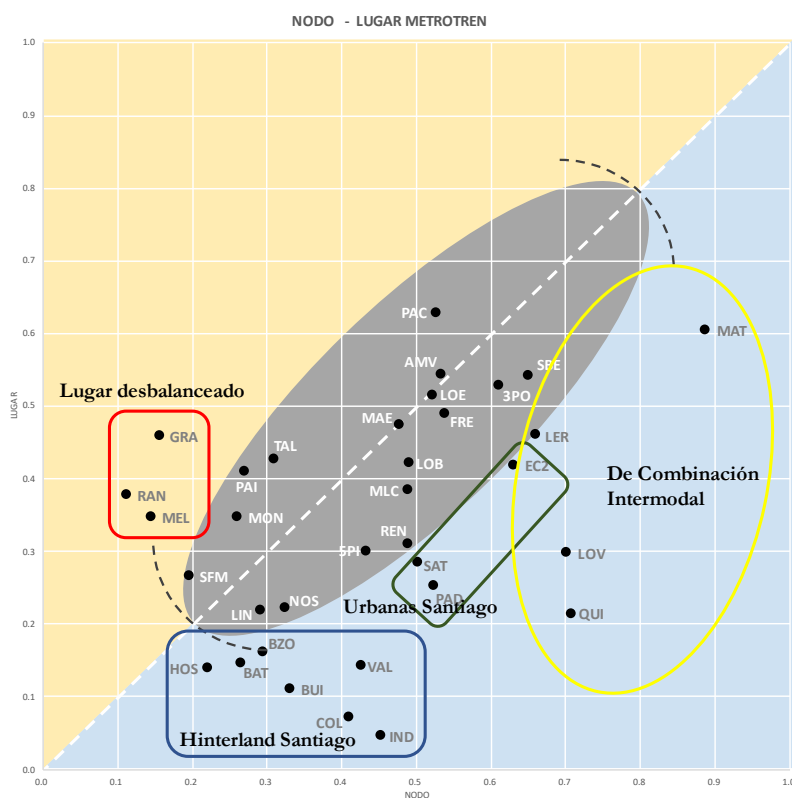
Adicionalmente la parada de Matucana se ubicó en este lugar, pero con una mayor cercanía al resultado de saturación. El resultado indica que es una estación con un nodo muy fuerte y un lugar intermedio, esto se condice directamente con la información levantada, ya que Matucana es una de las paradas con mayor cantidad de transporte público, la mayor cantidad de ciclovías y se encuentra en una localización central, por lo que es la estación con la dimensión de nodo más fuerte. En cambio, si bien es la estación que cuenta con mayor densidad poblacional en su entorno en relación con las otras estaciones, no es la estación que cuenta con la mayor cantidad de centros de educación ni tampoco centros de salud, lo que disminuye su dimensión de lugar. En la siguiente figura se ilustran los entornos de las estaciones urbanas y de combinación intermodal en relación con la red de buses y metro que circulan por el área de influencia.

Figura 17. Transporte público en el entorno de las estaciones urbanas y de combinación intermodal



En la siguiente figura se ilustra cada estación y su lugar en el gráfico. Se superpone adicionalmente los grupos anteriormente mencionados.

Figura 18. Gráfico del modelo nodo lugar con los resultados obtenidos



Fuente: elaboración propia

4.1.1. Determinación del potencial de TOD

El nivel de potencial para cada estación será definido como la diferencia entre el puntaje de la dimensión de lugar y su punto de equilibrio, es decir, con el eje de simetría dado por la función $f(x)=x$. Se puede comprender el puntaje de potencial como la oportunidad para el desarrollo orientado al transporte, en este sentido mientras más alto el puntaje es mayor el potencial. En base a esto, se destacan los altos puntajes obtenidos por las estaciones Quilicura (0.49) y Lo Valledor (0.40) y Las Industrias (0.40). Por el contrario, estaciones como Buin Zoo (0.13), Batuco (0.12) y Hospital (0.08) destacan por su bajo puntaje de potencial. En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos de cada estación.

Tabla 9. Puntaje de potencial en base al modelo nodo lugar

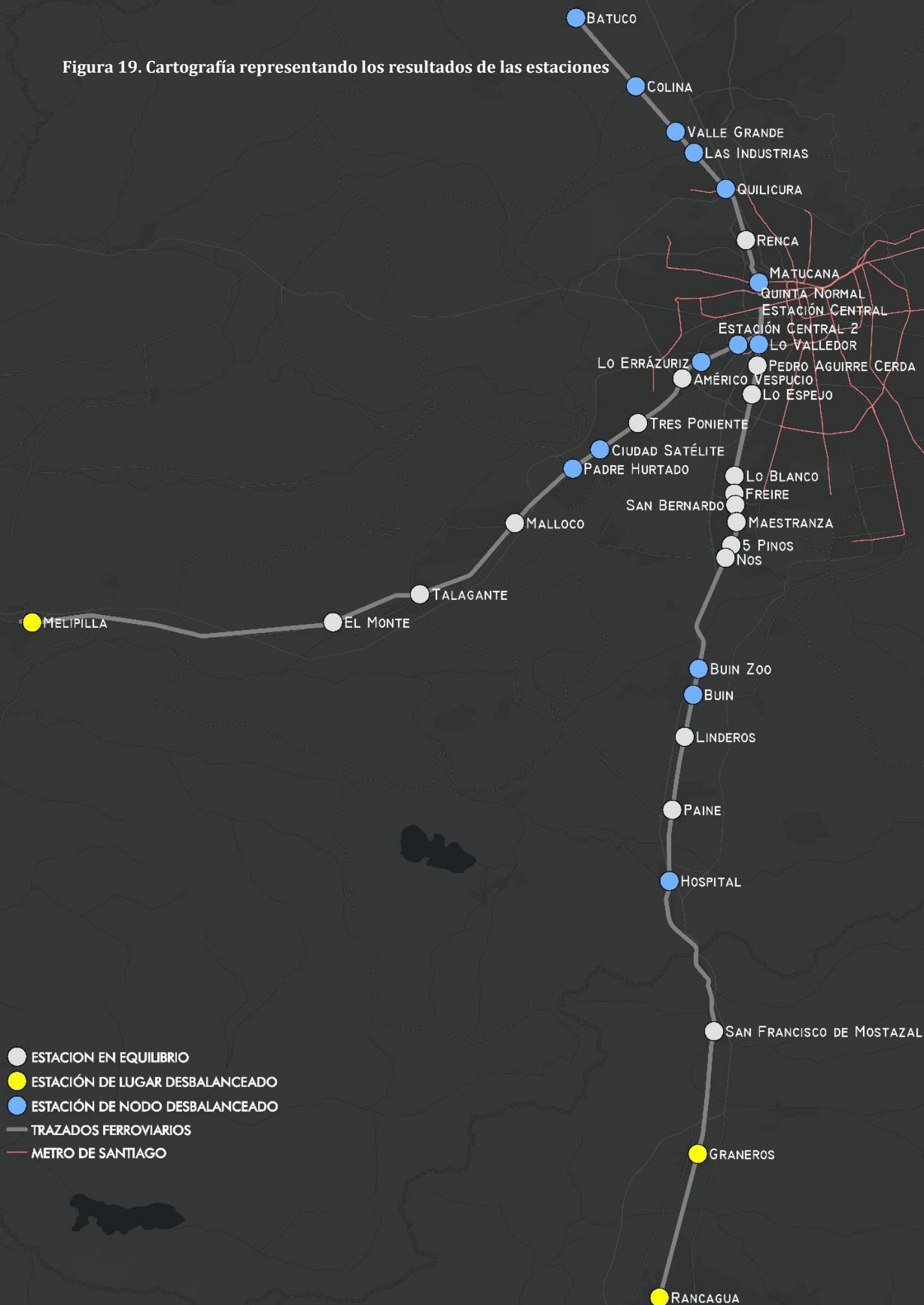
ESTACION	PUNTAJE DE POTENCIAL
BUIN	0.219
BUIN ZOO	0.131
HOSPITAL	0.079
CIUDAD SATÉLITE	0.215
PADRE HURTADO	0.269
ESTACIÓN CENTRAL 2	0.211
BATUCO	0.117
COLINA	0.336
LAS INDUSTRIAS	0.404
VALLE GRANDE	0.283
LO ERRÁZURIZ	0.197
LO VALLEDOR	0.402
MATUCANA	0.281
QUILICURA	0.492

Fuente: Elaboración propia

Dado los resultados del modelo nodo-lugar, y con el objetivo de relacionar el potencial con la planificación territorial es que se considerará un análisis de los instrumentos de planificación territorial (IPT) para las estaciones ubicadas en la zona IV de nodo desbalanceado; siendo tales las paradas de Batuco, Buin, Buin Zoo, Ciudad Satélite, Colina, Estación Central 2, Hospital, Las Industrias, Lo Errázuriz, Lo Valledor, Matucana, Padre Hurtado, Quilicura y Valle Grande.



Figura 19. Cartografía representando los resultados de las estaciones



4.2. Análisis IPT

En una segunda etapa, y tomando en cuenta los resultados obtenidos del procesamiento de las dimensiones de nodo y lugar, se analizaron los principales instrumentos de planificación territorial que inciden en la conformación de los entornos de cada estación. En esta línea el entorno de una estación puede estar normado por más de un PRC, según la cantidad de comunas en el área de influencia.

En la siguiente tabla se resumen los PRC analizados junto con sus años de entrada en vigor, su estado actual y las estaciones en que aplican tales normas. Todas las comunas analizadas se encuentran en la Región Metropolitana, ya que no se identificaron nodos desbalanceados en la Región de O'Higgins.

Tabla 10. Comunas y sus respectivos PRC junto con las estaciones consideradas en el análisis

COMUNA	AÑO DE INSTRUMENTO	ESTACION
BUIN	En proceso de elaboración	BUIN, BUIN ZOO
CERRILLOS	En proceso de elaboración	LO VALLEDOR, LO ERRAZURIZ, ESTACIÓN CENTRAL 2
CONCHALÍ	2013	QUILICURA
ESTACIÓN CENTRAL	En proceso de elaboración	ESTACIÓN CENTRAL 2, LO VALLEDOR
LAMPA	En proceso de elaboración	COLINA, LAS INDUSTRIAS, VALLE GRANDE
MAIPÚ	2004	CIUDAD SATÉLITE
PADRE HURTADO	2005, iniciando proceso de actualización	CIUDAD SATÉLITE, PADRE HURTADO
PAINE	1993	HOSPITAL
PEDRO AGUIRRE CERDA	En proceso de elaboración	LO VALLEDOR
QUILICURA	1985, en proceso de actualización	LAS INDUSTRIAS, QUILICURA
QUINTA NORMAL	2019	MATUCANA
SANTIAGO	1990, última modificación 2015	MATUCANA, LO VALLEDOR

Fuente: Elaboración propia

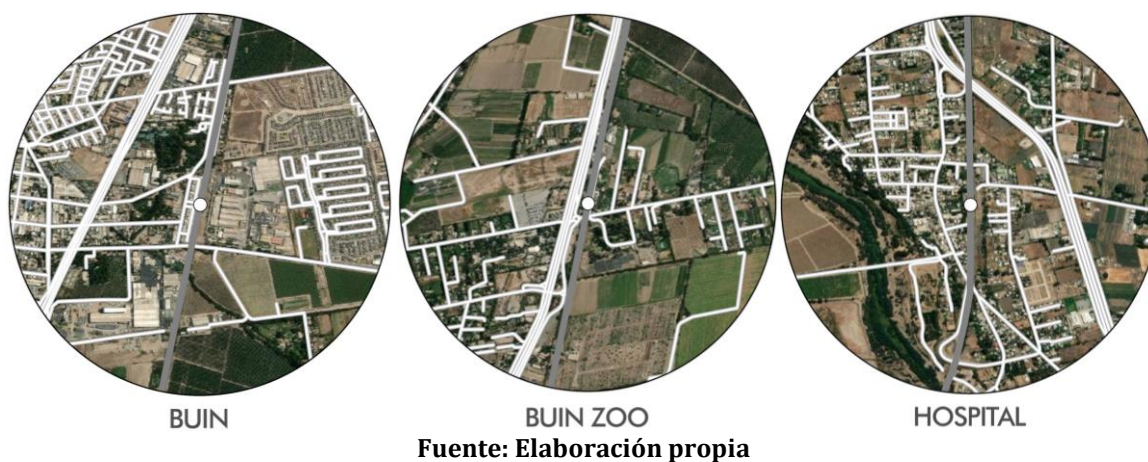
Las estaciones fueron analizadas según los grupos anteriormente dispuestos, con la salvedad de las estaciones ubicadas en el hinterland de Santiago, que fueron separadas entre las existentes y las proyectadas con el servicio a Batuco.

Tras la recopilación de los antecedentes normativos presentes en los instrumentos de planificación y según lo dispuesto en la metodología se presentan los siguientes resultados:

4.2.1. Estaciones hinterland de Santiago existentes (Buin, Buin Zoo y Hospital)

Estas son estaciones pertenecientes al hinterland o área de influencia de Santiago y se encuentran actualmente en operación con el servicio a Rancagua.

Figura 20. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Buin, Buin Zoo y Hospital.



El entorno de estas estaciones es suburbano y rural, con vialidad poco consolidada, contando con sitios eriazos y agrícolas. Todas las estaciones se encuentran adyacentes o vecinas a la Ruta 5, lo que supone una barrera urbana importante; a su vez, las estaciones de Buin y Hospital se encuentran a un costado de las zonas urbanas.

Respecto a la normativa, Buin y Hospital se encuentran dentro de zonas urbanas definidas por el PRMS y PRC de Paine, respectivamente. En el caso de Buin Zoo no se encuentra en una zona urbana, lo que, sumado a la inexistencia de un PRC en la comuna de Buin, limita radicalmente el desarrollo en el entorno de esta estación. En la estación Hospital el PRC no la limita mayoritariamente respecto a usos permitidos o densidades, ya que permite usos mixtos y densidades intermedias que no tendrían mayor conflicto en relación con la localización de la estación. Cabe destacar que esta estación tiene una relación funcional muy estrecha con Paine y Rancagua además de Santiago. Sin embargo, a pesar de ser estaciones que llevan alrededor de cinco años operando con el servicio a Rancagua, los instrumentos de planificación no reconocen la presencia de las estaciones, ni logran definir una norma acorde a aquello.

4.2.2. Estaciones hinterland de Santiago proyectadas (Batuco, Colina, Las Industrias, Valle Grande)

Estas son estaciones pertenecientes al hinterland o área de influencia de Santiago. Tales estaciones se encuentran proyectadas en el servicio a Batuco, y además se encuentran emplazadas sucesivamente.

Figura 21. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Batuco, Colina, Las Industrias y Valle Grande.



Fuente: Elaboración propia

Estas estaciones cuentan con entornos suburbanos y rurales. Además, se observan zonas industriales en estaciones como Las Industrias y Valle Grande. La trama vial no está consolidada en ninguna de las estaciones.

Respecto a la normativa, todas se encuentran en zonas urbanas de expansión definidas por el PRMS, por lo que en ese sentido son áreas urbanizables. Sin embargo, el PRMS también define algunas zonas exclusivas para usos industriales, especialmente en las estaciones Las Industrias y Valle Grande, en donde el anteproyecto de PRC de Quilicura debe coincidir con aquello.

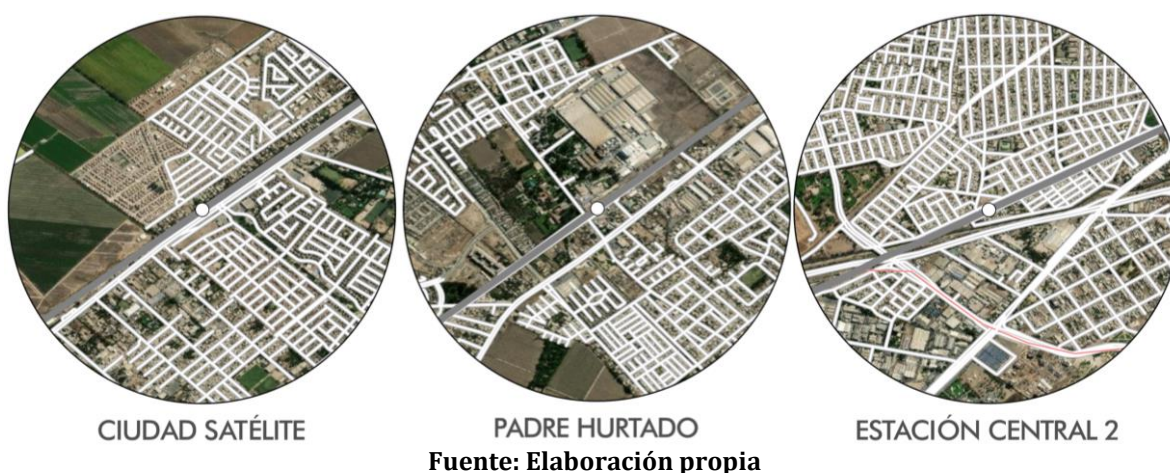
Por otra parte, Lampa no cuenta con un PRC vigente, por lo que solo se reglamenta bajo el PRMS. En el caso de Quilicura cuenta con un anteproyecto aprobado, en el cual se establecen zonas de conservación y productivas, concentradas en la estación Las Industrias.

Cabe destacar algunos cambios que se han producido en los últimos años en algunas estaciones, como la construcción residencial en base a parcelas de agrado en el entorno de las estaciones Colina y Batuco, como también la construcción de nuevos barrios residenciales en Valle Grande. En la actualidad tales desarrollos cuentan con muy poco transporte público, dependiendo de servicios rurales con poca frecuencia, colectivos y en el caso de Valle Grande, tan solo el servicio B13 que puede llegar al límite comunal debido a que es el límite operacional de Transantiago. En este sentido, el tren mejorará el acceso a la red de transporte público de estas zonas, lo que podría significar una intensificación de los cambios que han sucedido.

4.2.3. Estaciones urbanas de Santiago (Ciudad Satélite, Estación Central 2 y Padre Hurtado)

El tercer grupo se compone por estaciones ubicadas al interior de la zona urbana de Santiago, en este sentido, se agruparon las estaciones Ciudad Satélite, Estación Central 2 y Padre Hurtado, todas pertenecientes al servicio proyectado a Melipilla.

Figura 22. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Ciudad Satélite, Padre Hurtado y Estación Central 2.



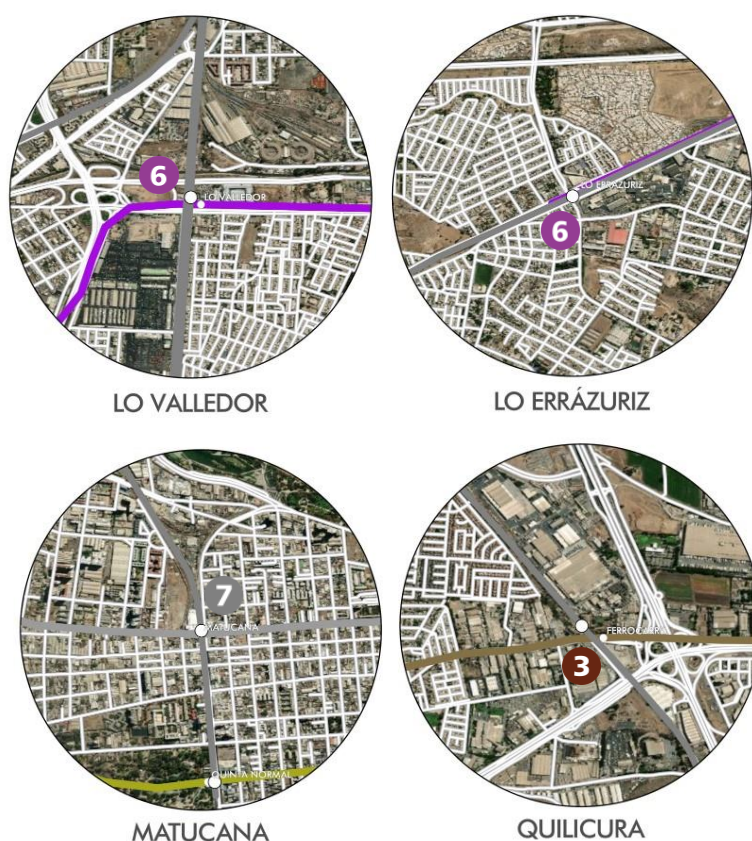
En estas estaciones se observa un entorno urbano y suburbano. Asimismo, se observa una red vial parcialmente consolidada pero discontinua e inconexa, siendo claras las divisiones barriales. En el caso particular de la Estación Central 2, es necesario destacar que se encuentra en una zona con diversas barreras urbanas, tales como el Zanjón de la Aguada y la Autopista del Sol (Ruta 78).

Respecto a la normativa, todas se encuentran circunscritas en el límite urbano dispuesto por el PRMS. Sin embargo, los PRC disponen normas que en cierto sentido congelan, o mantienen un desarrollo idéntico al existente. En el caso de las comunas de Padre Hurtado y Maipú la norma está diseñada en base a los barrios que hoy existen, limitando los usos y con densidades medias, por lo que solo podría esperarse una intensificación de lo que hoy existe. En el caso la Estación Central 2, la comuna de Estación Central no cuenta con PRC vigente, pero en su anteproyecto limita las alturas a tan solo 2 y 4 pisos en el entorno de Estación Central 2. Por el lado de Cerrillos, su anteproyecto de PRC mantiene para la zona usos principalmente industriales y mixtos.

4.2.4. Estaciones de combinación (Lo Errázuriz, Lo Valledor, Matucana y Quilicura)

Estas estaciones son aquellas que cuentan o contarán con una combinación importante, en este caso se agrupan las estaciones Lo Errázuriz, Lo Valledor, Matucana y Quilicura, donde todas ellas combinarán directamente con una estación de Metro. Lo Errázuriz y Lo Valledor con línea 6, Matucana con línea 7 y Quilicura con línea 3.

Figura 23. Imagen satelital y vialidad del área de influencia de las estaciones Lo Errázuriz, Lo Valledor, Matucana y Quilicura.

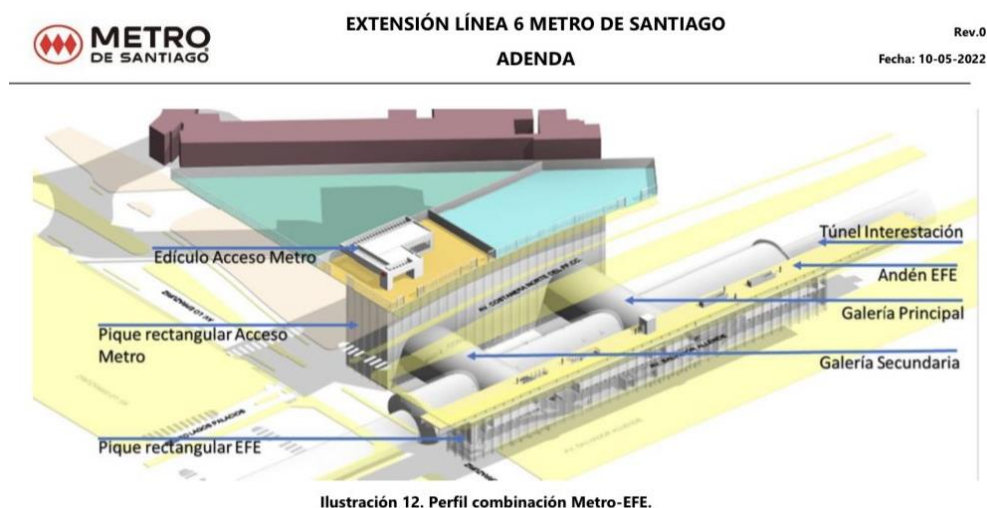


Fuente: Elaboración propia

El entorno de estas estaciones es principalmente urbano, pero se observa una trama vial que varía entre cada una de las estaciones. Por un lado, se destaca la trama ortogonal consolidada de la estación Matucana, y por otro lado las barreras urbanas existentes en las estaciones Quilicura con la autopista Vespucio Norte y la Ruta 5, y Lo Valledor con la autopista del Sol (Ruta 78), el Zanjón de la Aguada y el Mercado Lo Valledor. Adicionalmente, en Lo Errázuriz se observa un asentamiento informal en donde solía estar el vertedero homónimo.

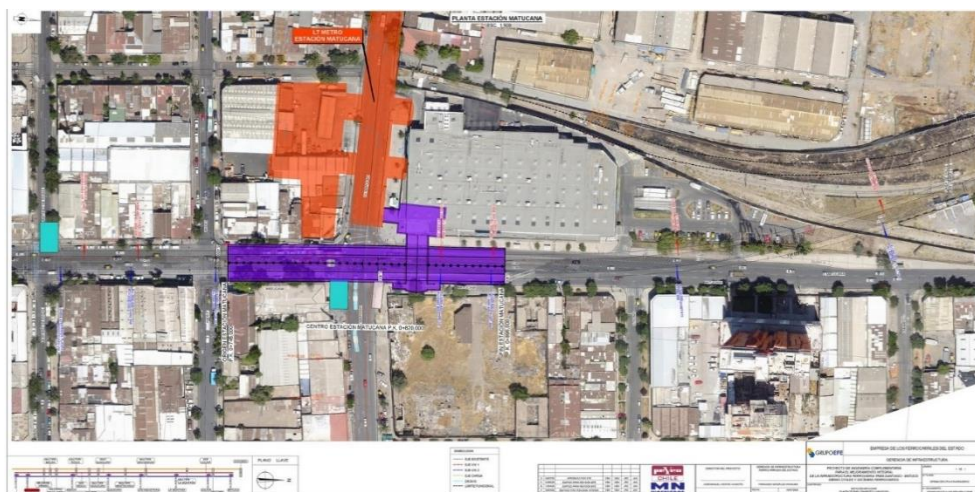
Cabe destacar que todas estas estaciones estarán conectadas con una estación de Metro, generando un punto importante de conexión intermodal.

Figura 24. Conexión entre línea 6 y estación Lo Errázuriz



Fuente: SEIA

Figura 25. Conexión entre línea 7 y estación Matucana.



Fuente: SEIA

Respecto a la normativa, todas las estaciones se encuentran circunscritas en el área urbana del PRMS. En el caso de la estación Matucana los PRC de Santiago y Quinta Normal permiten usos mixtos y densidades altas lo que facilita la transformación del entorno. Junto a lo anterior, es clave destacar que en el sector de Quinta Normal ha ido ocurriendo una fuerte transformación del barrio industrial de Carrascal, por lo que grandes predios industriales se han transformado en conjuntos habitacionales con altas densidades, que con la construcción del servicio a Batuco y línea 7, tendrán una muy buena accesibilidad. Finalmente, el barrio probablemente continúe y profundice su actual proceso de transformación, pasando de ser un barrio conocido por sus industrias y actividades productivas a uno más residencial y comercial de alta densidad y clave para el sector céntrico de la ciudad.

Por otra parte, en las estaciones Las Industrias, Quilicura y Lo Errázuriz, la normativa está dirigida hacia lo existente, contando con zonas exclusivas industriales lo que significa usos de suelo más restringidos, y sumado a densidades máximas menores al caso de Matucana.

4.3. Síntesis análisis territorial y normativo

Luego de la revisión realizada en base a fotointerpretación de imágenes satelitales y análisis de ordenanzas de IPT, se destacan cuatro dimensiones territoriales y normativas, que favorecen o bien limitan el desarrollo orientado al transporte. Estas son:

- **Límite urbano:** Corresponde a si el área de influencia se encuentra circunscrito en un límite urbano. Este elemento significa un facilitador en caso de existir, ya que el suelo urbano permite una diversidad de usos y edificaciones con una mayor densidad. En cambio, el suelo rural se limita a lo estipulado en los artículos 55 y 56 de la LGUC. Estos artículos presentan las disposiciones normativas respecto del uso del suelo rural, para lo cual se especifica como eje central que deben priorizar (casi de forma exclusiva) las actividades agropecuarias y silvícolas, limitando todo otro tipo de desarrollos, con un par de excepciones. Dado lo anterior, es que, si bien pueden existir o construirse estaciones - que significan la presencia de infraestructura y servicios de características urbanas- en entornos rurales, esta última condición termina por ser una primera limitante para el TOD en vista de la normativa vigente.
- **Zonas urbanas edificables:** Esta dimensión apunta directamente a las estaciones insertas en un límite urbano. Este punto busca destacar tanto las facilidades o restricciones que radican en: la existencia de zonas naturales (protegidas o no), las zonas de riesgo de origen natural y antrópico, como también la cantidad de metros cuadrados estipulados como sitios eriazos o usos agrícolas en el SII.
- **Usos normados:** Este punto responde a la normativa respecto a la diversidad de usos permitidos o prohibidos, tomando en cuenta que el TOD promueve usos mixtos. Además, cabe recordar que estas estaciones analizadas presentan un nodo desbalanceado, por lo que potenciar la mixtura se entiende como una situación favorable.
- **Densidad normada:** De la misma manera que los usos, este punto responde a las densidades habitacionales máximas normadas. Se entiende que el TOD promueve densidades más altas en el entorno de las estaciones de transporte público.

La siguiente tabla resume la evaluación realizada de las estaciones en base a estas dimensiones. Se expone si el entorno está circunscrito en un límite urbano, si es que cuenta con alguna zona de restricción o protección, la cantidad de metros cuadrados de usos agrícolas y sitios eriazos, los principales usos permitidos y las densidades máximas normadas.

Tabla 11. Resumen análisis territorial - normativo

CATEGORIA	ESTACION	LIMITE URBANO	ZONAS URBANAS EDIFICABLES			USOS NORMADOS PERMITIDOS	DENSIDAD NORMADA MÁXIMA* (HAB/HÁ)
			ZONAS DE RESTRICCIÓN O PROTEGIDAS	METROS CUADRADOS DE USOS AGRÍCOLAS	METROS CUADRADOS DE SITIOS ERIAZOS		
HINTERLAND EXISTENTE	BUIN	SI	NO	1,217,230	117,330	Sin restricción	Libre
	BUIN ZOO	PARCIAL (~20%)		424,588	68,078	Exclusivo agropecuario PRMS	Libre
	HOSPITAL	PARCIAL (~50%)		1,106,882	63,426	Residencial, Comercial, Equipamiento	300 - Libre
URBANAS DE SANTIAGO	CIUDAD SATÉLITE	SI		519,300	111,325	Residencial, Equipamiento, Comercial, Industrial	150 - 450
	PADRE HURTADO	SI		343,410	236,718	Residencial, Equipamiento menor, Comercial	150 - 600
	ESTACIÓN CENTRAL 2	SI		0	123,090	Residencial, Equipamiento, Comercial, Industrial	110
HINTERLAND PROYECTADAS	BATUCO	SI		904,133	246,057	Exclusivo agropecuario PRMS	Libre
	COLINA	PARCIAL (~85%)		829,194	390,747	Exclusivo agropecuario PRMS	Libre
	LAS INDUSTRIAS	SI	SI, humedal	932,368	227,316	Industrial, Comercial	0
	VALLE GRANDE	SI		154,998	241,197	Comercial, Industrial	Libre

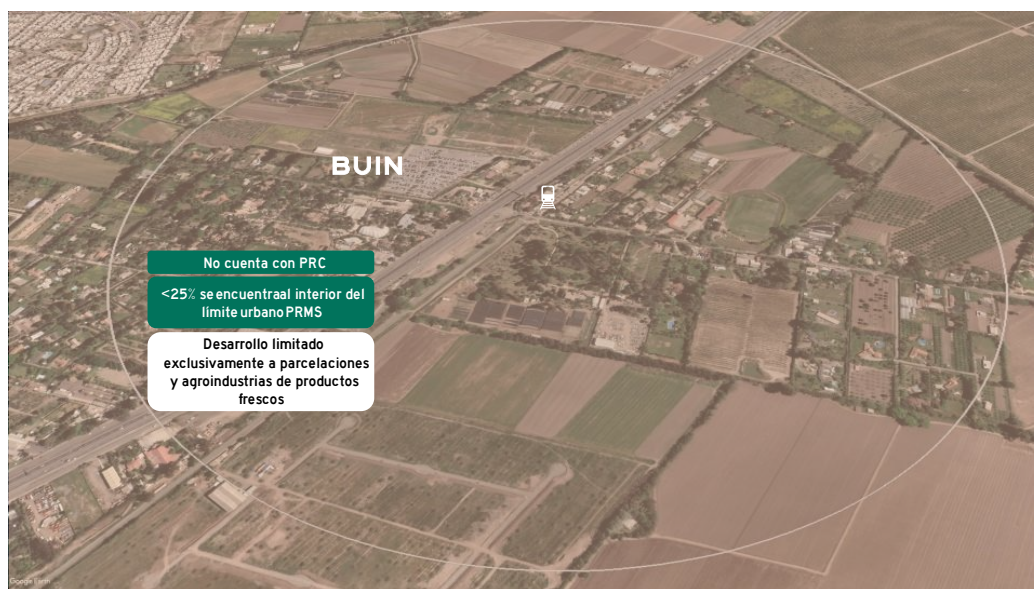
DE COMBINACIÓN INTERMODAL	LO ERRÁZURIZ	SI	SI, ex vertedero	0	407,256	Residencial, Equipamiento, Comercial, Industrial	110 - 450
	LO VALLEDOR	SI		0	132,050	Residencial, Equipamiento, Comercial, Industrial	350 - 1140
	MATUCANA	SI		0	67,494	Residencial, Equipamiento, Comercial	1140 - Libre
	QUILICURA	SI		60,782	53,052	Residencial, Comercial, Industrial	150 - 200

*Se establece un rango considerando las densidades máximas varían según la zonificación de cada entorno.

Fuente: Elaboración propia

A modo de síntesis, se destacan tres casos mencionados anteriormente: Buin Zoo, Valle Grande y Lo Valledor. En el primer caso, de la estación Buin Zoo, ubicada en la comuna de Buin y perteneciente al servicio a Rancagua; se observa que, si bien el área de influencia se encuentra completamente en la comuna de Buin, esta área se encuentra mayoritariamente fuera del límite urbano. Esta particularidad impide que el entorno se desarrolle adecuadamente respecto a la estación, permitiéndose exclusivamente parcelas, usos agrícolas y agroindustria definida por el PRMS. En la siguiente figura se observa un entorno con tales usos, destacándose la presencia del Buin Zoo, que en la práctica justifica la existencia de la estación homónima.

Figura 26. Estación Buin Zoo y su área de influencia.



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en el caso de la estación Valle Grande se observa que el área de influencia se encuentra al interior del límite urbano, en particular, en áreas de expansión urbana definida por el PRMS. Sin embargo, buena parte del área se encuentra definida como una zona exclusivamente industrial, por lo que se generan dos sectores claramente diferenciados entre zonas residenciales e industriales. A su vez, la comuna de Quilicura en su anteproyecto de PRC propone un “greenbelt” en los extremos de la comuna, por lo que el sector de Valle Grande continuaría estando desconectado del resto de la mancha urbana. Esta normativa contradice la idea de aprovechar efectivamente la infraestructura de transporte, ignorando por completo la futura existencia de esta estación.

En la siguiente figura se aprecia el área de influencia de la estación Valle Grande. En azul se ilustra el territorio administrado por Lampa y en verde el administrado por Quilicura. Cabe destacar que la comuna de Lampa no cuenta con PRC.

Figura 27. Estación Valle Grande y su área de influencia.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el caso de Lo Valledor se observa una administración del territorio dividida en cuatro comunas, Cerrillos, Estación Central, Pedro Aguirre Cerda y Santiago. Esta característica dificulta la creación e identificación de un nodo importante como lo es hoy la estación de Lo Valledor. En este caso, tres de las cuatro comunas se encuentran elaborando sus PRC, sin embargo, ninguna de ellas logra aprovechar satisfactoriamente la estación. En términos generales, se definen alturas y densidades máximas que no se condicen con la capacidad del transporte público. A su vez, se regulan estrictamente los usos de suelo existentes, limitando una posible transformación que pueda darse debido al cambio en el tipo de demanda provocada por las mejoras en conectividad.

En la siguiente figura se ilustra el área de influencia de la estación, como también los límites comunales existentes (Cerrillos en naranja, Estación Central en amarillo, Pedro Aguirre Cerda en verde y Santiago en rojo). Cabe destacar la existencia de diversas barreras urbanas del entorno, tales como la ruta 78, el zanjón de la aguada y la maestranza de EFE. Sin embargo, son barreras que pueden disminuir su impacto al momento de sufrir una transformación urbana impulsada por la estación y las oportunidades que tal cambio puede conllevar.

Figura 28. Estación Lo Valledor y su área de influencia.



Fuente: Elaboración propia

Luego de la revisión de la normativa de los instrumentos IPT se pueden identificar algunas tendencias que condicionan el potencial de TOD en el entorno de las estaciones estudiadas. En primer lugar, es posible inferir en base a las características de las zonificaciones, que los PRC en algunos casos no consideran la presencia de las estaciones. Esto puede deberse a la antigüedad de algunos instrumentos, que no proyectaron en su visión una eventual reactivación de los servicios de pasajeros a Batuco y Melipilla. Por otro lado, los PRC más recientes o en procesos de elaboración/actualización si bien están al tanto de los nuevos proyectos, no responden en su norma a generar un desarrollo de la manera que lo haría un TOD, ya que se limita tanto la densidad proyectada como los usos de suelo. Respecto a los servicios existentes, dado que llevan más tiempo en operación, los IPT presentes no ponen un foco en el desarrollo en torno a las estaciones a causa de éstas.

La nula o baja correlación entre los IPT y el emplazamiento de las estaciones existentes y proyectadas, resulta en la mayoría de los casos, en proyectos de ciudad que no buscan equiparar ni balancear las fuerzas de nodo y lugar. Se pueden mencionar como ejemplo, el caso de Estación Central 2, cuyo PRC en elaboración, en sus alternativas de estructuración limita el desarrollo en la mayor parte del área de influencia con una altura máxima de 2 pisos, otorgando en el caso más optimista una altura de 6 pisos en las zonas contiguas a la estación, siendo un número bajo para los estándares del TOD. Otro caso, el de la estación Lo Valledor, muestra cómo la acción de 4 PRC distintos (Santiago, Estación Central, Pedro Aguirre Cerda y Cerrillos) sobre el área de influencia generan una norma que condiciona de manera dispar el desarrollo, obedeciendo al contexto e intereses propios de cada comuna, fracturando un territorio y limitando su posibilidad de TOD. Por otra parte, la estación Matucana, es un ejemplo de un caso favorable para el TOD que, si bien sus PRC presentes no responden específicamente a las dinámicas de la estación y sus servicios, posee una norma flexible que posibilita y da lugar a un desarrollo como el que propondría el TOD.

Dado que cada entorno de estación tiene sus elementos territoriales propios que se combinan con la disposición normativa de los IPT, es que no existen dos estaciones con iguales condiciones en esta evaluación. Aun así, existen algunas similitudes dentro de las categorías establecidas previamente tras la aplicación del modelo nodo/lugar (Hinterland Santiago Proyectadas y Existentes, Urbanas de Santiago y De Combinación Intermodal). En las estaciones de Hinterland de Santiago (proyectadas y existentes) se observa que la mayor limitante se da por contar con un área de influencia, parcial o totalmente fuera del límite urbano, lo que restringe la mayor cantidad de desarrollos. En cuanto a las estaciones Urbanas de Santiago, se trata de entornos predominantemente residenciales, con presencia en algunos casos de industrias junto al eje Camino a Melipilla. Respecto de las estaciones De Combinación Intermodal, destaca el caso de la estación Matucana, por su localización central y estar en pleno proceso de reconversión, al transformar predios de uso industrial en nuevas zonas residenciales de alta densidad. El resto de las estaciones de esta categoría, se encuentran en zonas pericentrales y de menor intensidad urbana.

Finalmente, y como resultado medular del análisis de los IPT sobre el entorno de las estaciones, se aprecia cómo la regulación urbana influye sobre el potencial existente de cada una de las estaciones que fueron identificadas con un nodo desbalanceado. En esta línea no se refleja una relación directa entre un mayor potencial y una regulación afín a éste. Existen estaciones con un alto potencial, tales como Quilicura y Lo Errázuriz pero que sus IPT limitan los usos y densidades urbanas. En cambio, en estaciones con potenciales intermedio como es el caso de Matucana, los IPT facilitan la intensificación y densificación en el entorno.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con los resultados de la revisión de IPT y territorial, se observa que los instrumentos no consideran explícitamente las estaciones existentes o proyectadas. Adicionalmente, en los anteproyectos de PRC analizados (Cerrillos, Estación Central y Quilicura), que sí consideran a las estaciones dentro del análisis, no necesariamente configuran una norma para incentivar, o bien permitir el desarrollo orientado al transporte. Se aprecia en tales anteproyectos una tendencia a normar en base a los usos y densidades existentes, buscando mantener explícitamente las características actuales de los barrios. Resulta clave destacar que el potencial de desarrollo existe en estas estaciones, pero no es recogido ni identificado como tal en los instrumentos de planificación territorial.

Respecto a la hipótesis de esta investigación, se cumple de manera parcial, ya que se identificó un potencial dispar para cada estación, pero éste no se concentró en las estaciones periféricas de Santiago, como se pensó en un principio. En este sentido, se detectó que existen estaciones con potencial tanto en la periferia de Santiago como también en zonas urbanas consolidadas de la ciudad. Es más, las estaciones con el potencial más alto fueron aquellas que cumplen un rol de combinación intermodal en Santiago (Quilicura, Lo Valledor, Lo Errázuriz). En estos casos, se recalca que el potencial también se debe a los proyectos de metro en tales estaciones.

Por otra parte, esta investigación ha cumplido con el objetivo general de analizar y evaluar el potencial de TOD para las estaciones especificadas en el caso de estudio, junto con analizar la relación de los instrumentos de planificación territorial con cada uno de los entornos. En esta línea, se recoge la importancia de la coordinación entre los IPT y los sistemas de transporte, tomando en cuenta la estrecha relación existente entre el transporte y el suelo (Jamme, 2014), tanto rural como urbano.

En esta línea, tal como indica Curtis (2009), al intensificar el desarrollo en el entorno de las estaciones se vuelve más atractivo el uso del transporte público, y de tal manera se puede generar un círculo virtuoso en donde el desarrollo soporta el transporte público y viceversa (Cervero, 2009; Pucci, 2019). En esta línea esta dinámica podría beneficiar a Santiago para continuar su expansión de la red de transporte público de manera rentable, tanto económica como socialmente.

Cabe mencionar que este análisis es comparativo entre las estaciones seleccionadas, por lo que el puntaje de potencial determinado no tiene un valor absoluto, sino más bien en cómo se compara con las otras estaciones, es decir, en su magnitud de diferencia de potencial. En este sentido, la investigación se centró en identificar el potencial de TOD, pero el mismo análisis puede ser utilizado para obtener otro tipo de resultado, como por ejemplo déficit de transporte o bien identificar cómo se estructuran las estaciones en equilibrio, entre otros.

A partir de los resultados es posible destacar algunos puntos, entre ellos la escasa relación entre los servicios ferroviarios y los instrumentos de planificación territorial. Los instrumentos existentes no logran articular, identificar ni explotar el potencial de TOD que existe en el área de influencia de las estaciones ferroviarias, y que también es posible extrapolar a estaciones de Metro u otro servicio de transporte público masivo como podrían ser estaciones de BRT o LRT. Si bien, los PRC y el PRMS pueden normar facilitando TOD en las estaciones, para la mayoría de los casos no es siquiera considerada la presencia de la estación.

Un primer problema resalta en la dependencia de cada municipalidad para llevar a cabo la modificación normativa, por lo que no se logra crear un instrumento homogéneo con una visión integrada de desarrollo urbano; especialmente considerando que estos proyectos de transporte superan la escala comunal, siendo de escala metropolitana y regional. Por otra parte, en base a los instrumentos en actualización analizados (PRC Cerrillos, PRC Estación Central, PRC Quilicura), se observa que existe una tendencia a congelar y mantener lo existente, controlando estrictamente el desarrollo urbano, perdiendo el enfoque de planificación a largo plazo que tales instrumentos deben tener. Esto se pudo observar en el entorno de las estaciones, en las cuales se asimila la norma al entorno construido existente, no aprovechando el potencial que trae el servicio ferroviario. Estas normas locales, además, cuentan con procesos de elaboración extensos generando un instrumento de planificación tardío y reactivo, que puede quedar obsoleto rápidamente ante un cambio de las condiciones urbanas.

Una propuesta para enfrentar estos problemas es estipular normas mínimas para el entorno de las estaciones, las que pueden ser clasificadas según su localización. Esto con el fin de optimizar la norma según el tipo de desarrollo potencial. En esta línea, estaciones urbanas estarían orientadas a la densificación del entorno, en los cuales se puede agregar adicionalmente la mixtura de usos u otro tipo de incentivos; y, por otra parte, para aquellas periféricas o rurales la norma estaría orientada a generar un núcleo urbano local en la estación, buscando mitigar y/o disminuir los impactos que podría tener la expansión urbana en tales zonas.

Así como afirma Bertaud (2018) el TOD es una respuesta de planificación que permite transformar zonas cercanas a las infraestructuras de transporte público, mediante un desarrollo coherente con la oferta de los servicios. Respecto a los resultados del análisis nodo/lugar, lo dicho por Bertaud se ilustraría en una traslación de los puntos en el gráfico desde la zona de nodos desbalanceados hacia el equilibrio. El mismo autor ya advierte que la normativa preexistente puede ser la gran limitante de que se concrete este balance, sin embargo, no desestima que un plan apoyado en el TOD pueda ser aplicado en incluso los entornos consolidados. De aquí, que se vuelve necesario replantear las lógicas y alcances de los IPT, dado que la planificación desde lo local, en virtud de velar por las necesidades territoriales de cada zona particular, cae en el vicio de ignorar el contexto metropolitano o regional de su suelo e infraestructuras (Gray, 2022). Una planificación central, capaz de establecer mínimos comunes para áreas metropolitanas o regionales, es la que puede generar una planificación tipo TOD. Se vuelve relevante, en este sentido, contar con una institucionalidad que permita generar instrumentos de alcance metropolitano (o regional) pero que sea capaz de ir al detalle en zonas como en las que aplicaría el TOD (800 m de radio desde una estación).

Esta normativa se basaría en el establecimiento de criterios que definen una zona apta para TOD. En este sentido, si comienza a operar un nuevo servicio que cumpla con los criterios previamente definidos, el entorno pasaría a contar con esta normativa mínima a la cual los PRC deben subordinarse, ya que se trata de una planificación integral del territorio. Ejemplo de una adaptación relacionada a las estaciones de transporte público se expresa en el artículo 2.4.1 de la OGUC, que establece la posibilidad de reducir hasta un máximo del 50% de los estacionamientos exigidos por la normativa local en un proyecto. Si bien, este incentivo aplica sobre proyectos, existen propuestas y referentes que apuntan hacia el cambio de la zonificación, tales como los expuestos en el marco teórico.

Estos ejemplos dan a entender que un IPT de similares características a lo aplicado en los Países Bajos y California (radio de 800 metros, usos y densidades mínimas, y aplicación inmediata en una estación ferroviaria) sería útil para aprovechar el potencial de las estaciones de tren, tanto las existentes como las proyectadas. Es clave recordar que el tren en la práctica comprime la ciudad al acortar los tiempos de viaje, o bien expresado de otra manera, expande la ciudad a la que se puede acceder en cierto tiempo de viaje. De esta manera, los servicios ferroviarios multiplican las oportunidades para la población, tanto en vivienda, educación, trabajo, y en general, cualquier actividad que requiera realizar un viaje (Bertaud 2018; Gray, 2022).

La planificación urbana en la medida que sea ajena a los proyectos de transporte, y viceversa, no se prepara para el crecimiento de un área metropolitana como es Santiago. La división sectorial que disocia los planes de transporte con los territoriales ha generado una ciudad en la que los dos sistemas se integran con fricciones y conflictos, ignorando el hecho de que las personas que habitan y las que se mueven, son un mismo sujeto. En este sentido, la relación entre ambos es paralela, es decir, no se diseñan en conjunto, sino que más bien deben responder el uno al otro constantemente. Hoy en día, al no existir esta relación paralela, se finaliza con una ciudad casi paralizada por sus IPT en los peores casos, los cuales, buscando limitar los impactos negativos, resultan en no ser capaces de responder al ineludible crecimiento urbano (tanto en expansión como densificación), ni tener un plan de acción ante tal cambio.

Finalmente, la implementación exitosa de planificación TOD permite sostener el transporte público, por lo que se genera un círculo virtuoso en el cual el TOD ayuda a financiar y/o justificar la inversión en transporte público, como a su vez esta justifica la ampliación de políticas de TOD. De esta forma, tal dinámica permite aumentar la conectividad de la ciudad junto con disminuir la dependencia del automóvil, generando una red de transporte cohesionada y conectada, sirviendo a una gran cantidad de personas y a diversos tipos y motivos de viaje.

Esta investigación, luego de la aplicación del modelo de nodo y lugar, pone el foco en aquellas estaciones que se caracterizan por tener un nodo desbalanceado. De aquí, que como el desarrollo urbano es la dinámica en discusión, se realiza un análisis a los IPT para revelar su sincronía con el TOD. Queda abierta la posibilidad de estudiar aquellas estaciones con lugares desbalanceados, en los cuales el énfasis de la investigación radicaría en el sistema de transporte y su planificación. Dado lo anterior, es que para generar un TOD, importa la planificación territorial y del transporte para cada una de las estaciones que respete a cada dimensión.

A su vez, los resultados de esta investigación pueden aportar a la discusión respecto a cómo se están planificando las ciudades en las áreas metropolitanas y núcleos urbanos funcionales de Chile. De aquí, que es posible estudiar los casos de Valparaíso (Merval) y Concepción (Biotren), cuyas dinámicas del suelo son similares a lo que ocurre en Santiago, pero en una menor escala e intensidad, de tal manera que se pueda imitar el análisis de nodo y lugar y su respectiva relación con los IPT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aljoufie, M. (2016). Exploring the determinants of public transport system planning in car-dependent cities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 535-544.
- Almandoz, A. (2000). *Ensayos de cultura urbana*. Fundarte
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2006. *The Role of State DOTs in Support of Transit-Oriented Development (TOD)*.
- Arefi, M. (1999). Non-place and placelessness as narratives of loss: Rethinking the notion of place. *Journal of Urban Design*, 4(2), 179–193. doi:10.1080/13574809908724445
- Asún, R. (2006). Construcción de cuestionarios y escalas: el proceso de la producción de información cuantitativa. *Canales, M. Metodología de Investigación Social*, 63-113.
- Babb, C., Duckworth-Smith, A., Falconer, R., Isted, R., Olaru, D., Biermann, S., ... & Jacobs, P. (2015, September). The performance and potential of rail stations in and outside freeway medians: the application of a node/place model to Perth. In *Australasian Transport Research Forum*. Australia: Australasian Transport Research Forum.
- Babbie, E. (1999). *Fundamentos de la investigación social*. México, DF, México: Ed. International Thomson, SA de CV.
- Banister, D. (Ed.). (1995). *Transport and urban development*. Taylor & Francis.
- Bertaud, A. (2018). *Order without Design: How Markets Shape Cities*. The MIT Press
- Bertolini, L. (1999) Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands, *Planning Practice and Research*, 14:2, 199-210, DOI: 10.1080/02697459915724
- Bettencourt, L. (2015). Cities as complex systems. *Modeling complex systems for public policies*, 217-236.
- Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream*. New York: Princeton Architectural Press.
- Caset, F., Vale, D. S., & Viana, C. M. (2018). Measuring the Accessibility of Railway Stations in the Brussels Regional Express Network: a Node-Place Modeling Approach. *Networks and Spatial Economics*. doi:10.1007/s11067-018-9409-y
- Cervero, R. (2013). Linking urban transport and land use in developing countries. *Journal of transport and land use*, 6(1), 7-24. DOI: <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i1.425>
- Chen, X., & Lin, L. (2015). The node-place analysis on the “hubtropolis” urban form: The case of Shanghai Hongqiao air-rail hub. *Habitat International*, 49, 445–453. doi:10.1016/j.habitatint.2015.06.013
- Chorus, P., & Bertolini, L. (2011). An application of the node place model to explore the spatial development dynamics of station areas in Tokyo. *Journal of Transport and Land Use*, 4(1), 45–58. <http://www.jstor.org/stable/26201661>
- Cummings, C., & Mahmassani, H. (2022). Does intercity rail station placement matter? Expansion of the node-place model to identify station location impacts on Amtrak ridership. *Journal of Transport Geography*, 99, 103278.
- Curtis, C., Renne, J. L., & Bertolini, L. (Eds.). (2009). *Transit oriented development: making it happen*. Ashgate Publishing, Ltd..

- Dijst M (1995) The elliptic life: action space as integral measure for access and mobility model development with two-earner families with children in Houten and Utrecht. Dissertation, TU-Delft, Utrecht/Delft
- Dimitriou, H. T., & Gakenheimer, R. (2011). Conclusions: emergent crucial themes. Urban transport in the developing world.
- Dittmar, H., & Ohland, G. (Eds.). (2012). The new transit town: Best practices in transit-oriented development. Island Press.
- Dou, M., Wang, Y., & Dong, S. (2021). Integrating Network Centrality and Node-Place Model to Evaluate and Classify Station Areas in Shanghai. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(6), 414. doi:10.3390/ijgi10060414
- Fu, M., Rothfeld, R., & Antoniou, C. (2019). Exploring Preferences for Transportation Modes in an Urban Air Mobility Environment: Munich Case Study. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 036119811984385. doi:10.1177/0361198119843858
- Gehl, J. (2013). *Cities for people*. Island press.
- Gray, M. N. (2022). *Arbitrary Lines: How Zoning Broke the American City and How to Fix It*. Island Press.
- Gui, W., Zhang, X., & Wang, A. (2021). Research on spatial planning evaluation of Beijing Shanghai high speed railway station based on node-place model. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(1), 733–743. doi:10.3233/jifs-200712
- Hall, P. (2014). *Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design since 1880*. John Wiley & Sons.
- Holmes, J., & van Hemert, J. (2008). *Transit oriented development*. The Rocky Mountain Land Use Institute.
- Ibraeva, A., de Almeida Correia, G. H., Silva, C., & Antunes, A. P. (2020). Transit-oriented development: A review of research achievements and challenges. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, 110-130.
- ITDP, 2017. Endorsed by : Institute for Transportation and Development Policy. In: *TOD Standard*, 3rd ed. ITDP, New York 2017. *TOD Standard* (Vol. 3rd).
- Jamme, H., Rodriguez, J., Bahl, D. Y Banerjee, T. (2019). A Twenty-Five-Year Biography of the TOD Concept: From Design to Policy, Planning, and Implementation. *Journal of Planning Education and Research*, 39(4), 409-428. DOI: <https://doi.org/10.1177/0739456X19882077>
- Klinger, T., Kenworthy, J., & Lanzendorf, M. (2013). Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. *Journal of Transport Geography*, 31, 18–29. doi:10.1016/j.jtrangeo.2013.05.002
- Liao, C., & Scheuer, B. (2022). Evaluating the performance of transit-oriented development in Beijing metro station areas: Integrating morphology and demand into the node-place model. *Journal of Transport Geography*, 100, 103333.
- Linda, S. T. E. G. (2003). Can public transport compete with the private car?. *IATSS research*, 27(2), 27-35.

- Lyu, G., Bertolini, L., & Pfeffer, K. (2019). How does transit-oriented development contribute to station area accessibility? A study in Beijing. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1–11. doi:10.1080/15568318.2019.1578841
- Machado, C. A. S., de Salles Hue, N. P. M., Berssaneti, F. T., & Quintanilha, J. A. (2018). An overview of shared mobility. *Sustainability*, 10(12), 4342.
- Martens, M., Griethuysen, S. (1999). The ABC location policy in the Netherlands. The right business at the right place. *Transland*.
- Meyer, M., Miller, E. (2001). *Urban transportation planning: a decision-oriented approach*. McGraw-Hill, Boston.
- Monajem, S., & Ekram Nosrati, F. (2015). The evaluation of the spatial integration of station areas via the node place model; an application to subway station areas in Tehran. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 14–27. doi: 10.1016/j.trd.2015.07.009
- Naumov, V., & Samchuk, G. (2017). Class library for simulations of passenger transfer nodes as elements of the public transport system. *Procedia Engineering*, 187, 77–81.
- Newman, P. W., & Kenworthy, J. R. (1996). The land use—transport connection. *Land Use Policy*, 13(1), 1–22. doi:10.1016/0264-8377(95)00027-5
- Olaru, D., Moncrieff, S., McCarney, G., Sun, Y., Reed, T., Pattison, C., Smith, B., et al. (2019). Place vs. Node Transit: Planning Policies Revisited. *Sustainability*, 11(2), 477. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su11020477>
- Paaswell, R.E., Saikia-Eapen, P., (2005). *Mass Transit: The Key to Urban Development, Urban Renewal, and Sustainable Cities*. CTBUH 2005 7th World Congress, New York, New York.
- Pezeshknejad, P., Monajem, S., & Mozafari, H. (2020). Evaluating sustainability and land use integration of BRT stations via extended node place model, an application on BRT stations of Tehran. *Journal of Transport Geography*, 82, 102626. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2019.102626
- Pflieger, G., Kaufmann, V., Pattaroni, L., & Jemelin, C. (2009). How Does Urban Public Transport Change Cities? Correlations between Past and Present Transport and Urban Planning Policies. *Urban Studies*, 46(7), 1421–1437. doi:10.1177/0042098009104572
- Pojani, D., & Stead, D. (2018). Past, Present and Future of Transit-Oriented Development in Three European Capital City-Regions. *Preparing for the New Era of Transport Policies: Learning from Experience*, 93–118. doi: 10.1016/bs.atpp.2018.07.003
- Pucci, P., & Vecchio, G. (2019). *Enabling Mobilities: Planning Tools for People and Their Mobilities*. Springer International Publishing.
- Ramírez Kuri, P. (2009). La ciudad y los nuevos procesos urbanos. *Cultura y representaciones sociales*, 3(6), 163–187.
- Reusser, D. E., Loukopoulos, P., Stauffacher, M., & Scholz, R. W. (2008). Classifying railway stations for sustainable transitions—balancing node and place functions. *Journal of transport geography*, 16(3), 191–202.
- Singh, Y. J., Lukman, A., Flacke, J., Zuidgeest, M., & Van Maarseveen, M. F. A. M. (2017). Measuring TOD around transit nodes-Towards TOD policy. *Transport policy*, 56, 96–111.

- Vale, D. (2015). Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon. *Journal of Transport Geography*, 45, 70-80.
- Vecchio, G. (2021). Estaciones como nodos y lugares: el potencial del tren para el desarrollo urbano orientado al transporte en Santiago, Chile. *Urbano (Concepción)*, 24(43), 84-95
- Waddell, P. (2010). Integrated Land Use and Transportation Planning and Modelling: Addressing Challenges in Research and Practice. *Transport Reviews*, 31(2), 209–229.
- Wegener, M., Fürst, F. (2004). Land-Use Transport Interaction: State of the Art. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1434678> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1434678>
- Wu, H., Avner, P., Boisjoly, G., Braga, C. K., El-Geneidy, A., Huang, J., ... & Levinson, D. (2021). Urban access across the globe: an international comparison of different transport modes. *npj Urban Sustainability*, 1(1), 1-9.
- Zhang, Y., Marshall, S., & Manley, E. (2019). Network criticality and the node-place-design model: Classifying metro station areas in Greater London. *Journal of Transport Geography*, 79, 102485. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2019.102485

ANEXOS



Tabla 12. Información levantada para las estaciones del servicio a Nos

				NOS									
				ESTACIÓN CENTRAL	LO VALLEDOR	PEDRO AGUIRRE CERDA	LO ESPEJO	LO BLANCO	FREIRE	SAN BERNARDO	MAESTRANZA	5 PINOS	NOS
INDICADORES	NODO	DE TRANSPORTE FERROVIARIO	DESTINOS SERVIDOS POR EL TREN	3	2	2	2	2	2	3	2	2	1
		INTERMEDIALIDAD	Nº DE SERVICIOS (TRENES DIARIOS)	289	220	220	220	220	220	275	220	220	110
		TRANSPORTE PÚBLICO	METROS DE CICLOVÍAS	4613	1187	1245	1011	706	1215	1703	1261	0	0
			TRANSITOS DIARIOS (TS + rural)	14960	4240	2367	2680	2559	4270	4538	2149	1606	2502
			TRANSITO DIARIOS METRO	963	402	0	0	0	0	0	0	0	0
		DISTANCIA A CBD	PLAZA DE ARMAS	-3.1	-5.2	-6.8	-9.1	-15.6	-17.1	-18	-19.2	-21.1	-22.2
			TOBALABA	-8.1	-9.9	-11.2	-13.2	-19.4	-20.7	-21.6	-22.7	-24.6	-25.6
	LUGAR	HABITANTES	POBLACIÓN	15758	9968	31225	31424	18927	17019	11359	15303	15682	4989
			POBLACIÓN ACTIVA	12032	6422	20834	21458	12675	17019	7245	10174	11155	3396
			RESIDENCIAL (HABITANTES POR	78.40	49.59	155.35	156.34	94.16	84.67	56.51	76.13	78.02	24.82
		DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO	USOS RESIDENCIALES (M2)	315592.00	398833.38	1078120.24	1113880.76	854930.32	992009.75	795508.25	1073685.23	643242.13	223433.96
			USOS COMERCIALES	539568.00	323418.21	43031.70	36036.16	61991.09	97124.49	216812.73	58412.11	6861.72	252919.28
			USOS INDUSTRIALES	72887.00	156327.55	22564.69	6623.69	67409.89	28073.77	51818.25	250935.72	336276.24	427565.26
		EQUIPAMIENTO	MATRICULA ESCOLAR	4303	1052	1858	2531	2603	5938	11795	7353	1177	281
			CANTIDAD UNI + CFT + SALUD	20	0	2	0	1	1	2	1	0	0
			CANTIDAD UNI	17	0	0	0	0	0	1	0	0	0
			CANTIDAD CFT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			EQUIPAMIENTO DE SALUD	1	0	2	0	1	1	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Información levantada para las estaciones del servicio a Rancagua

				RANCAGUA									
				ESTACIÓN CENTRAL	SAN BERNARDO	BUIN ZOO	BUIN	LINDEROS	PAINE	HOSPITAL	SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL	GRANEROS	RANCAGUA
INDICADORES	NODO	DE TRANSPORTE FERROVIARIO	DESTINOS SERVIDOS POR EL TREN	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1
		INTERMEDIALIDAD	Nº DE SERVICIOS (TRENES DIARIOS)	289	275	55	55	55	52	52	52	52	26
			METROS DE CICLOVÍAS	4613	1703	0	2153	1915	2020	674	1672	1477	2845
		TRANSPORTE PÚBLICO	TRANSITOS DIARIOS (TS + rural)	14960	4538	984	1130	210	210	58			2340
			TRANSITO DIARIOS METRO	963	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DISTANCIA A CBD	PLAZA DE ARMAS	-3.1	-18	-31.4	-33.5	-37	-42.9	-48.6	-60.2	-70.1	-82
	LUGAR		TOBALABA	-8.1	-21.6	-34.7	-36.9	-40.3	-46.1	-51.7	-63	-73	-84.8
		HABITANTES	POBLACIÓN	15758	11359	28	4265	2745	11523	1956	8781	14521	11799
			POBLACIÓN ACTIVA	12032	7245	19	2883	1879	7981	1304	5909	9646	7989
			DENSIDAD RESIDENCIAL (HABITANTES POR HECTAREA)	78.40	56.51	0.14	21.22	13.66	57.33	9.73	43.69	72.24	58.70
		DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO	USOS RESIDENCIALES (M2)	315592.00	795508.25	606223.02	208499.36	765296.22	759730.78	399262.78	621095.55	808243.45	541384.79
			USOS COMERCIALES	539568.00	216812.73	187832.67	116684.85	29319.11	116147.59	15265.01	52386.85	98211.61	348626.22
			USOS INDUSTRIALES	72887.00	51818.25	257176.41	0.00	71502.09	99213.82	28061.62	0.00	43000.78	130119.50
		EQUIPAMIENTO	MATRICULA ESCOLAR	4303	11795	283	0	2759	2149	720	2151	4467	4512
			CANTIDAD UNI + CFT + SALUD	20	2	0	0	1	2	1	1	2	0
			CANTIDAD UNI	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0
			CANTIDAD CFT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			EQUIPAMIENTO DE SALUD	1	1	0	0	1	2	1	1	2	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Información levantada para las estaciones del servicio a Batuco

				BATUCO							
				QUINTA NORMAL	MATUCANA	RENCA	QUILICURA	LAS INDUSTRIAS	VALLE GRANDE	COLINA	BATUCO
INDICADORES	NODO	DE TRANSPORTE FERROVIARIO	DESTINOS SERVIDOS POR EL TREN	1	2	2	2	2	2	2	1
			Nº DE SERVICIOS (TRENES DIARIOS)	110	220	220	220	220	220	220	110
		INTERMO DALIDAD	METROS DE CICLOVÍAS	7074	7564	63	734	831	0	0	599
		TRANSPORTE PUBLICO	TRANSITOS DIARIOS (TS + rural)	5939	5721	1432	4481	421	345	292	214
			TRANSITO DIARIOS METRO	943	466	0	466	0	0	0	0
		DISTANCIA CBD	PLAZA DE ARMAS	-2.8	-2.8	-5.4	-9.5	-13.1	-15.3	-19.8	-26.6
	TOBALABA		-7.7	-7.5	-8.4	-11.3	-14.7	-16.8	-21.2	-27.9	
	LUGAR	HABITANTES	POBLACIÓN	23027	32211	8002	4222	752	3346	1362	4200
			POBLACIÓN ACTIVA	17213	22799	5089	2843	518	2192	914	2849
			DENSIDAD RESIDENCIAL (HABITANTES POR HECTAREA)	114.56	160.25	39.81	21.00	3.74	16.65	6.78	20.90
		DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO	USOS RESIDENCIALES (M2)	442154.00	556599.00	481617.00	265996.00	0.00	325734.00	429440.00	554720.00
			USOS COMERCIALES	191525.00	229330.00	118655.00	17548.00	4929.00	13051.00	22686.00	24781.00
			USOS INDUSTRIALES	110254.00	254838.00	510147.00	1068266.00	328978.00	494207.00	49624.00	68695.00
		EQUIPAMIENTO	MATRICULA ESCOLAR	10753	5848	787	974	0	1051	0	2488
			CANTIDAD UNI + CFT + SALUD	7	0	1	0	0	0	0	0
			CANTIDAD UNI	5	0	0	0	0	0	0	0
			CANTIDAD CFT	0	0	1	0	0	0	0	0
			EQUIPAMIENTO DE SALUD	2	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Información levantada para las estaciones del servicio a Melipilla

				MELIPILLA											
				ESTACIÓN CENTRAL	ESTACIÓN CENTRAL 2	LO ERRÁZURIZ	AMÉRICO VESPUICIO	TRES PONIENTE	CIUDAD SATÉLITE	PADRE HURTADO	MALLOCO	TALAGANTE	EL MONTE	MELIPILLA	
INDICADORES	NODO	DE TRANSPORTE FERROVIARIO	DESTINOS SERVIDOS POR EL TREN	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
		INTERMO DALIDAD	Nº DE SERVICIOS (TRENES DIARIOS)	289	300	300	300	300	300	300	300	226	76	52	26
			METROS DE CICLOVÍAS	4613	1498	994	670	1663	0	845	1137		598	396	1194
		TRANSPORTE PUBLICO	TRANSITOS DIARIOS (TS + rural)	14960	4583	1646	1977	4994	2413	3004	3756	1420	974	1622	
			TRANSITO DIARIOS METRO	963	0	402	0	0	0	0	0	0	0	0	
		DISTANCIA CBD	PLAZA DE ARMAS	-3.1	-6.1	-8.8	-10.7	-15.4	-18.7	-21.1	-27	-35.5	-41.4	-58.4	
	LUGAR		TOBALABA	-8.1	-11	-13.8	-15.6	-20.3	-23.5	-26	-31.8	-40.4	-46.3	-63.4	
		HABITANTES	POBLACIÓN	15758	18386	17432	28517	17784	13731	8645	14587	10135	11067	10103	
				POBLACIÓN ACTIVA	12032	12049	11658	19049	13061	9649	5838	9863	6812	7344	6734
				DENSIDAD RESIDENCIAL (HABITANTES POR HECTAREA)	78.40	91.47	86.73	141.88	88.48	68.31	43.01	72.57	50.42	55.06	50.26
		DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO	USOS RESIDENCIALES (M2)	315592.00	728391.68	807845.01	1207636.65	757535.04	819251.66	674270.87	851393.06	762495.84	1158411.07	804066.64	
				USOS COMERCIALES	539568.00	70204.18	26826.76	20721.05	110037.33	72006.65	50361.24	89708.65	144541.52	60358.29	156694.23
				USOS INDUSTRIALES	72887.00	252885.39	225259.25	2347.92	536638.23	44604.08	259485.01	35162.70	99190.48	4200.76	8120.26
		EQUIPAMIENTO	MATRICULA ESCOLAR	4303	1863	1929	2371	1537	1224	3653	3095	10270	1769	2996	
				CANTIDAD UNI + CFT + SALUD	20	1	2	1	2	0	0	1	1	1	1
				CANTIDAD UNI	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				CANTIDAD CFT	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
				EQUIPAMIENTO DE SALUD	1	1	1	1	2	0	0	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Estaciones ubicadas en la zona IV de nodo desbalanceado

HINTERLAND SANTIAGO	URBANAS SANTIAGO	COMBINACIÓN INTERMODAL
BATUCO	CIUDAD SATELITE	LO ERRÁZURIZ
BUIN	ESTACION CENTRAL 2	LO VALLEDOR
BUIN ZOO	PADRE HURTADO	MATUCANA
COLINA		QUILICURA
HOSPITAL		
LAS INDUSTRIAS		
VALLE GRANDE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Estaciones ferroviarias y sus respectivas abreviaciones

ESTACION	ABREVIACION
5 PINOS	5PI
AMÉRICO VESPUCIO	AMV
BATUCO	BAT
BUIN	BUI
BUIN ZOO	BZO
CIUDAD SATELITE	SAT
COLINA	COL
EL MONTE	ELM
ESTACIÓN CENTRAL	ALA
ESTACIÓN CENTRAL 2	EC2
FREIRE	FRE
GRANEROS	GRA
HOSPITAL	HOS
LAS INDUSTRIAS	IND
LINDEROS	LIN
LO BLANCO	LOB
LO ERRÁZURIZ	LER
LO ESPEJO	LOE
LO VALLEDOR	LOV
MAESTRANZA	MAE
MALLOCO	MLC
MATUCANA	MAT
MELIPILLA	MEL
NOS	NOS
PADRE HURTADO	PAD
PAINE	PAI
PEDRO AGUIRRE CERDA	PAC
QUILICURA	QUI
QUINTA NORMAL	QTN
RANCAGUA	RAN
RENCA	REN
SAN BERNARDO	SBE

SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL	SFM
TALAGANTE	TAL
TRES PONIENTE	3PO
VALLE GRANDE	VAL

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Estaciones agrupadas según su resultado del modelo nodo lugar

GRUPO			
EQUILIBRIO	LUGAR DESBALANCEADO	HINTERLAND SANTIAGO	NODO DESBALANCEADO
5 PINOS	GRANEROS	BATUCO	CIUDAD SATELITE
AMERICO VESPUCIO	MELIPILLA	BUIN	ESTACION CENTRAL 2
EL MONTE	RANCAGUA	BUIN ZOO	LO ERRAZURIZ
FREIRE		COLINA	LO VALLEDOR
LINDEROS		HOSPITAL	MATUCANA
LO BLANCO		LAS INDUSTRIAS	PADRE HURTADO
LO ESPEJO		VALLE GRANDE	QUILICURA
MAESTRANZA			
MALLOCO			
NOS			
PAINE			
PEDRO AGUIRRE CERDA			
RENCA			
SAN BERNARDO			
SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL			
TALAGANTE			
TRES PONIENTE			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Resumen normativo del entorno de la estación Buin

ESTACIÓN BUIN	
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI, área urbana y área de extensión urbana PRMS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Resumen normativo del entorno de la estación Buin Zoo

ESTACIÓN BUIN ZOO			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano		PARCIAL (<25%), área de extensión urbana PRMS	
PRMS			
Zona	Usos		Norma
	Permitidos	Prohibidos	

Áreas de interés Agropecuario Exclusivo	Instalación de agroindustrias que procesen productos frescos.	Todo uso no mencionado como permitido.	Titulo 8: Área restringida o excluida al desarrollo urbano; Capítulo 8.3. Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario; Art. 8.3.2. Áreas de Interés Silvoagropecuario; Art. 8.3.2.1. De Interés Agropecuario Exclusivo
---	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resumen normativo del entorno de la estación Hospital

ESTACIÓN HOSPITAL			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	PARCIAL (<50%), área urbana PRMS		
PRC PAINE			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
Área Verde Existente	Área verde	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	-
ZE-1 Zona Exclusiva Resguardo Ferroviario	Equipamiento de comercio; Infraestructura de transporte, sanitaria y energética.	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	-
ZE-2 Zona Exclusiva Resguardo Infraestructura Sanitaria	Residencial, sólo vivienda del cuidador; Equipamiento de comercio; Infraestructura de transporte, sanitaria y energética	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	-
ZP Zonas de Parques Intercomunales y Áreas Verdes	Área verde	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	-
ZU-1 Zona Centro Cívico	Residencial; Equipamiento científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación,	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las	Libre

	esparcimiento, salud, seguridad, servicios, social; Act. productivas inofensivas; Infraestructura; Espacios públicos; Áreas verdes. Detalles en Ordenanza	actividades prohibidas ver en Ordenanza	
ZU-3 Zona Residencial Densidad Alta	Residencial; Equipamiento científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios, social; Act. productivas inofensivas; Infraestructura; Espacios públicos; Áreas verdes. Detalles en Ordenanza	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	150 min 450 máx.
ZU-4 Zona Residencial Densidad Media	Residencial; Equipamiento científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios, social; Act. productivas inofensivas; Infraestructura; Espacios públicos; Áreas verdes. Detalles en Ordenanza	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	150 min 300 máx.
ZU-7 Zona Deportiva y Recreacional	Residencial, sólo vivienda del cuidador; Equipamiento de culto y cultura, deporte, esparcimiento y comercio	Todo uso no indicado como permitido. Detalles de las actividades prohibidas ver en Ordenanza	-
PRMS			
Zona	Usos		Norma
	Permitidos	Prohibidos	
Áreas de Interés Agropecuario Exclusivo	Instalación de agroindustrias que procesen productos frescos.	Todo uso no mencionado como permitido.	Título 8: Área restringida o excluida al desarrollo urbano; Capítulo 8.3. Áreas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario; Art. 8.3.2. Áreas de Interés Silvoagropecuario; Art. 8.3.2.1. De

			Interés Agropecuario Exclusivo
--	--	--	--------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Resumen normativo del entorno de la estación Ciudad Satélite

ESTACIÓN CIUDAD SATÉLITE			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano		SI, área urbana y área de extensión urbana PRMS	
PRC PADRE HURTADO			
Zona	Usos		Densidad
	Permitidos	Prohibidos	
Áreas Verdes	Áreas Verdes	Todos los no incluidos como permitidos.	-
B1 Zona Corredor Mixto Regional 450 Hab/há	Equipamiento Mayor, mediano, menor y/o básico científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; vivienda; espacio público y áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos, además de cementerios, crematorios, cárceles y centros de detención.	450 máx.
B3 Zona Corredor Mixto Local 350 Hab/há	Equipamiento menor y básico (excepto equipamiento de salud de tipo cementerios y crematorios y equipamiento de seguridad de tipo cárceles y centros de detención); vivienda; espacio público y áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos.	350 máx.
D Zona Mixta	Industria inofensiva; equipamiento menor y básico; vivienda; espacio público y áreas verdes.; terminales de servicios de locomoción colectiva urbana; vivienda; espacio público y áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos, además de cementerios, crematorios, cárceles y centros de detención.	150 máx.
PRC MAIPÚ			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
ZE-5 Zona de Equipamiento Comunitario Con Vivienda	Residencial; equipamiento de comercio, culto, deporte, educación, salud, servicio, social, oficina, turismo y científico.	Equipamiento de esparcimiento y seguridad; actividad productiva.	“la de la zona aledaña” 80 min 150 máx.

ZE-8 Zona de Áreas Verdes Comunales y Vecinales	Equipamiento de comercio y esparcimiento local; espacio público y áreas verdes.	Todo uso no mencionado como permitido.	
ZH-1 Zona de Santa Ana de Chena	Residencial; equipamiento de comercio, culto, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicio, turismo y científico; actividad productiva inofensiva; espacio público y áreas verdes.	Equipamiento social; actividad productiva contaminante; infraestructura sanitaria y energética.	baja
ZH-2 Zona Extensión El Abrazo- Sector Fundo El Bosque	Residencial; equipamiento de comercio, culto, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicio, social, turismo y científico local; infraestructura de transporte; espacio público y áreas verdes.	Actividad productiva; infraestructura sanitaria y energética.	media
ZH-3 Zona El Abrazo- Ciudad Satélite	Residencial; equipamiento de comercio, culto, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicio, social, turismo local y científico intercomunal; infraestructura de transporte y sanitaria; espacio público y áreas verdes.	Actividad productiva; infraestructura energética.	80 min. 150 máx
ZI-2 Zona Industrial 2	Residencial; equip. de comercio, culto, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicio, turismo y científico; act. productiva peligrosa, contaminante y molesta; infr. de transporte y sanitaria; espacio público y áreas verdes.	Infraestructura energética.	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Resumen normativo del entorno de la estación Estación Central 2

ESTACIÓN ESTACIÓN CENTRAL 2			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano		SI, área urbana PRMS	
PRC CERRILLOS			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	

ZR1	Locales comerciales, Templo religioso, Jardines infantiles, sala cuna., Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	110
ZE1 Comercio / Servicios	Centros y locales comerciales, grandes tiendas, supermercados, restaurantes, fuentes de soda Oficinas, centros médicos o dentales, notarías, instituciones de salud previsional, administradoras de fondos de pensiones, compañías de seguros, correos, telégrafos, centros de pago, bancos, financieras; y servicios artesanales Unidades policiales y cuarteles de bomberos	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA
ZE2 Educación / Culto Cultura	Recintos destinados al deporte y actividad física en general. Educación superior, técnica, media, básica, básica especial y prebásica, y a centros de capacitación, de orientación o de rehabilitación conductual Consultorios, posta. Sedes de todo tipo de organización social. Biblioteca, auditorio, templo religioso.	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA
ZE8 Equipamiento ZIEAM	Centros y locales comerciales, grandes tiendas, supermercados, mercados, estaciones o centros de servicio automotor, restaurantes, fuentes de soda, bares, discotecas, y similares	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA

	Oficinas, centros médicos o dentales, notarías, instituciones de salud previsional, compañías de seguros, correos, telégrafos, centros de pago, bancos, financieras; y servicios artesanales, tales como reparación de objetos diversos		
ZI1 Industrial ZIEAM Sector de actividad productiva molesta exclusiva	Industrias, depósitos, talleres o bodegas industriales; calificadas como inofensivas o molestas. Actividades productivas: Industrias e instalaciones de impacto similar al industrial (depósitos, talleres, bodegas industriales, galpones, acopio, calificadas como inofensivas o molestas	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo	NO APLICA
ZI2 Industrial ZIEAM Vivienda Sector de actividad productiva restringida en convivencia con vivienda	Locales comerciales, supermercado, mercado, restaurantes, fuentes de soda Oficinas, bancos, servicios artesanales	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA
PRC ESTACIÓN CENTRAL			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
AV área verde	área verde	Todos los no indicados como permitidos	-
IPD Zona mixta	Vivienda, equipamiento y bodegas inofensivas	Todos los no indicados como permitidos	-
IPF Zona residencial	Vivienda y equipamiento	Todos los no indicados como permitidos	-
IPI Zonas PRMS	Según Plan Regulador Metropolitano de Santiago	Todos los no indicados como permitidos	-

IPX Zonas seccionales	Según seccional comunal	Todos los no indicados como permitidos	-
-----------------------	-------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resumen normativo del entorno de la estación Padre Hurtado

ESTACIÓN PADRE HURTADO			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano		SI, área urbana y área de extensión urbana PRMS	
PRC PADRE HURTADO			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
A Zona Centro Comunal	Equipamiento menor de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, servicios y social; vivienda; estacionamientos edificados, solo sobre 1° piso, interior de la manzana y en subterráneo; espacio público y área verde.	Todos los no incluidos como permitidos.	600 máx.
Áreas Verdes	Áreas Verdes	Todos los no incluidos como permitidos.	-
B1 Zona Corredor Mixto Regional 450 Hab/há	Equipamiento Mayor, mediano, menor y/o básico científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; vivienda; espacio público y áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos, además de cementerios, crematorios, cárceles y centros de detención.	450 máx.
B2 Zona Corredor Mixto Intercomunal 450 Hab/há	Equipamiento mediano, menor y/o básico científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; vivienda; espacio público y áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos, además de cementerios, crematorios, cárceles y centros de detención.	450 máx.
B3 Zona Corredor Mixto Local 350 Hab/há	Equipamiento menor y básico (excepto equipamiento de salud de tipo cementerios y crematorios y equipamiento de seguridad de tipo cárceles y	Todos los no incluidos como permitidos.	350 máx.

	centros de detención); vivienda; espacio público y áreas verdes.		
C1 Zona Habitacional 450 Hab/há	Vivienda; equipamiento básico de culto y cultura, deporte. educación, servicios y social: espacio público, áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos.	450 máx.
C2 Zona Habitacional 350 Hab/há	Vivienda; equipamiento básico de culto y cultura, deporte. educación, servicios y social: espacio público, áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos.	350 máx.
C3 Zona Habitacional 100 Hab/há	Vivienda; equipamiento básico de culto y cultura, deporte. educación, servicios y social: espacio público, áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos.	150 máx.
D Zona Mixta	Industria inofensiva; equipamiento menor y básico; vivienda; espacio público y áreas verdes.; terminales de servicios de locomoción colectiva urbana; vivienda; espacio público y áreas verdes.	Todos los no incluidos como permitidos, además de cementerios, crematorios, cárceles y centros de detención.	150 máx.
E1 Zona de Equipamiento: Centro Cívico	Equipamiento mediano de seguridad (excepto cárceles y centro de detención) y servicios; espacio público y área verde.	Todos los no incluidos como permitidos.	-
E2 Zona de Equipamiento Comunitario	Equipamiento menor y/o básico de: comercio, culto y cultura, educación, esparcimiento, seguridad (excepto cárceles y centros de detención), servicios y social; vivienda, hasta un 50% del predio; espacio público y área verde.	Todos los no incluidos como permitidos.	450 máx.
E3 Zona de Equipamiento Recreacional Deportivo	Equipamiento básico, sólo culto y cultura y social, equipamiento menor y básico de comercio, deporte y esparcimiento; espacio público y área verde.	Todos los no incluidos como permitidos.	-

E4 Zona de Equipamiento Histórico Cultural	Equipamiento mediano de tipo culto y cultura y educación; espacio público y área verde.	Todos los no incluidos como permitidos.	-
F1 Zona Industrial Exclusiva	Industria molesta e inofensiva; equipamiento mediano, menor y básico excepto educación, salud y seguridad de tipo cárceles y centros de detención; terminales de servicios de locomoción colectiva urbana; espacio público y área verde	Todos los no incluidos como permitidos.	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Resumen normativo del entorno de la estación Batuco

ESTACIÓN BATUCO			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano		PARCIAL (>75%), área urbana y área de extensión urbana PRMS	
PRMS			
Zona	Usos		Norma
	Permitidos	Prohibidos	
área de interés Silvoagropecuario Mixto	Act. Silvoagropecuaria y agroindustrias, extracción de minerales no metálicos aplicable a la construcción, plantas de microinfraestructura energética y telecomunicaciones y equipamiento de seguridad, excepto cárceles.	Todo uso no mencionado como permitido.	Titulo 8: Área restringida o excluida al desarrollo urbano; Capítulo 8.3. Áreas de valor natural y/o ie interés silvoagropecuario; Art. 8.3.2. Áreas de Interés
Áreas de interés Agropecuario Exclusivo	Instalación de agroindustrias que procesen productos frescos.	Todo uso no mencionado como permitido.	Silvoagropecuario; Art. 8.3.2.2. De Interés Silvoagropecuario Mixto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Resumen normativo del entorno de la estación Colina

ESTACIÓN COLINA	
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	PARCIAL (>75%), área urbana y área de extensión urbana PRMS

PRMS			
Zona	Usos		Norma
	Permitidos	Prohibidos	
Áreas de Interés Agropecuario Exclusivo	Instalación de agroindustrias que procesen productos frescos.	Todo uso no mencionado como permitido.	Título 8: Área restringida o excluida al desarrollo urbano; Capítulo 8.3. Áreas de valor natural y/o interés silvoagropecuario; Art. 8.3.2. Áreas de Interés Silvoagropecuario; Art. 8.3.2.1. De Interés Agropecuario Exclusivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Resumen normativo del entorno de la estación Las Industrias

ESTACIÓN LAS INDUSTRIAS			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI, área de extensión urbana PRMS		
PRC QUILICURA			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
ZPARQ-C 01	-	-	-
ZPARQ-C 02	-	-	-
ZI	Industria, Comercio	Industria insalubre y contaminante	NO APLICA
ZIS2 Infraestructura Sanitaria	Infraestructura Sanitaria	Todos menos los permitidos	NO APLICA
ZH8	Todos menos los prohibidos	Todos menos los permitidos	120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Resumen normativo del entorno de la estación Valle Grande

ESTACIÓN VALLE GRANDE

Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI, área de extensión Urbana PRMS		
PRC QUILICURA			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
ZPARQ-C 01	-	-	-
ZI	Industria, Comercio	Industria insalubre y contaminante	NO APLICA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Resumen normativo del entorno de la estación Lo Errázuriz

ESTACIÓN LO ERRÁZURIZ			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI, área urbana PRMS		
PRC CERRILLOS			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
AR1	Cementerio Vialidad Áreas verdes públicas, edificaciones con destinos complementarios al área verde	Todas las actividades no señaladas como permitidas	NO APLICA
ZAV1	Vialidad Áreas verdes públicas, edificaciones con destinos complementarios al área verde	Todas las actividades no señaladas como permitidas	NO APLICA
ZAV2	Deportivo Multicanchas Vialidad Áreas verdes públicas, edificaciones con destinos complementarios al área verde	Todas las actividades no señaladas como permitidas	NO APLICA
ZE1	Centros y locales comerciales, grandes tiendas, supermercados, restaurantes, fuentes de soda Oficinas, centros médicos o dentales, notarías, instituciones	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA

	de salud previsional, administradoras de fondos de pensiones, compañías de seguros, correos, telégrafos, centros de pago, bancos, financieras; y servicios artesanales Unidades policiales y cuarteles de bomberos		
ZE2	Recintos destinados al deporte y actividad física en general. Educación superior, técnica, media, básica, básica especial y prebásica, y a centros de capacitación, de orientación o de rehabilitación conductual Consultorios, posta. Sedes de todo tipo de organización social. Biblioteca, auditorio, templo religioso.	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA
ZE5	Salas de concierto o espectáculos, centros de convenciones, exposiciones o difusión de toda especie. Estadios, centros y clubes deportivos, gimnasios, multicanchas, piscinas, recintos destinados al deporte o actividad física en general Clubes sociales	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA
ZI1	Industrias, depósitos, talleres o bodegas industriales; calificadas como inofensivas o molestas.	: Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo	NO APLICA
ZR1	Locales comerciales	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los	110

	Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	
ZR2	Locales comerciales Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	140
ZR6	Locales comerciales Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	250
ZR7	Locales comerciales Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	300
ZR8	Locales comerciales Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	350
ZR10	Locales comerciales, mercados, restaurantes, fuentes de soda Oficinas, notarías, centros de pago, bancos y servicios artesanales Jardines infantiles, sala cuna	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	450

	Sedes de todo tipo de organización social		
--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Resumen normativo del entorno de la estación Lo Valledor

ESTACIÓN LO VALLEDOR			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano		SI, área urbana PRMS	
PRC CERRILLOS			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
ZE1	Centros y locales comerciales, grandes tiendas, supermercados, restaurantes, fuentes de soda Oficinas, centros médicos o dentales, notarías, instituciones de salud previsional, administradoras de fondos de pensiones, compañías de seguros, correos, telégrafos, centros de pago, bancos, financieras; y servicios artesanales Unidades policiales y cuarteles de bomberos	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA
ZE2	Recintos destinados al deporte y actividad física en general. Educación superior, técnica, media, básica, básica especial y prebásica, y a centros de capacitación, de orientación o de rehabilitación conductual Consultorios, posta. Sedes de todo tipo de organización social. Biblioteca, auditorio, templo religioso.	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	NO APLICA

ZR8	Locales comerciales Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	350
ZR9	Locales comerciales Templo religioso Jardines infantiles, sala cuna. Sedes de todo tipo de organización social	Todos los no mencionados como permitidos, excepto los contenidos en el inciso 4 del artículo 2.1.24 y en el inciso 2 del artículo 2.1.33 de la OGUC	400
PRC ESTACIÓN CENTRAL			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
IPA Zona industrial exclusiva	Industria inofensiva e.i.s.i. e inofensiva, equipamiento restringido	Todos los no indicados como permitidos	-
IPB Zona mixta	Vivienda, equipamiento y actividades inofensivas	Todos los no indicados como permitidos	-
IPC Zona mixta	Vivienda, equipamiento e industria inofensiva	Todos los no indicados como permitidos	-
IPI Zonas PRMS	Según Plan Regulador Metropolitano de Santiago	Todos los no indicados como permitidos	-
PRC PEDRO AGUIRRE CERDA			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
Zona C	Residencial; equipamiento; actividad productiva inofensiva; espacio público y áreas verdes.	Todo uso no mencionado como permitido.	-
Zona E	Actividad productiva inofensiva y molesta.	Todo uso no mencionado como permitido.	-
Zona PAC1	Residencial; equipamiento.	Actividad productiva; infraestructura; espacio público y áreas verdes.	-

PRC SANTIAGO			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
Zona E	Zona Típica por lo que se deberá considerar lo señalado en el Art. 27 de la Ordenanza. Para los predios emplazados en la Zona rige el cuadro CUS 1 del Art. 27 y para los predios fuera de ésta, los establecidos en el cuadro CUS 3	Todo uso no mencionado como permitido. Mayor detalle en Ordenanza	1.140 máx.
Zona G	Espacio público y áreas verdes.	Todo uso no mencionado como permitido.	NO APLICA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Resumen normativo del entorno de la estación Matucana

ESTACIÓN MATUCANA			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI, área urbana PRMS		
PRC QUINTA NORMAL			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
E Mixto residencial, equipamiento e actividades productivas	Residencial: vivienda, hospedaje, hogares; Equipamiento: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; Espacio público y Área verde; Actividades productivas: algunas.	Equipamiento:salud (algunas), seguridad (algunas); Actividades productivas: (algunas); Infraestructura.	2000 máx.
F Mixto residencial y equipamiento	Residencial: vivienda, hospedaje, hogares; Equipamiento: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; Espacio público y Área verde; Actividades productivas: algunas.	Equipamiento:salud (algunas), seguridad (algunas); Actividades productivas: (algunas); Infraestructura.	2000 máx.

J Eje preferente de equipamiento, comercio y servicios	Residencial: vivienda, hospedaje, hogares; Equipamiento: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; Espacio público y Área verde.	Equipamiento: salud (algunas), seguridad (algunas); Actividades productivas; Infraestructura.	2200 máx.
M Equipamientos	Equipamiento: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud (algunos), seguridad (algunos), servicios, social; Espacio Público; Área verde.	Residencial; Equipamiento: salud (algunos), seguridad (algunos); Actividades productivas; Infraestructura	NO APLICA
O Mixta industrial y equipamiento	Equipamiento: científico, comercio, culto y cultura, educación, deporte, esparcimiento, salud (algunos), seguridad (algunos), servicios y social; Actividades productivas; Espacio Público, Área verde.	Residencial; Equipamiento: salud (algunos), seguridad (algunos); Actividades productivas: algunas; Infraestructura.	NO APLICA

PRC SANTIAGO

Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
Zona D	Residencial, vivienda y hospedaje; Equipamiento de todo tipo, con excepciones; Actividad productiva, talleres artesanales; Infraestructura de transporte y sanitaria, con excepciones; Espacio público; Área verde. Mayor detalle en Ordenanza	Todo uso no mencionado como permitido. Mayor detalle en Ordenanza	Libre
Zona E	Zona Típica por lo que se deberá considerar lo señalado en el Art. 27 de la Ordenanza. Para los predios emplazados en la Zona rige el cuadro CUS 1 del Art. 27 y para los predios fuera de ésta, los establecidos en el cuadro CUS 3	Todo uso no mencionado como permitido. Mayor detalle en Ordenanza	1.140 máx.

Zona F	Equipamiento de culto y cultura	Todo uso no mencionado como permitido.	NO APLICA
Zona G	Espacio público y áreas verdes.	Todo uso no mencionado como permitido.	NO APLICA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Resumen normativo del entorno de la estación Quilicura

ESTACIÓN QUILICURA			
Estación se encuentra dentro de un límite urbano	SI, área de extensión Urbana PRMS Norponiente		
PRC QUILICURA			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
ZI	Industria, Comercio	Industria insalubre y contaminante	NO APLICA
ZEQ2	Equipamiento	Residencial, Comercio	NO APLICA
ZH4	Todos menos los prohibidos	Grandes tiendas, discoteque, Centro rehabilitación, industria molesta	150
ZM1	Todos menos los prohibidos	Grandes tiendas, discoteque, Centro rehabilitación, industria molesta	200
ZM2	Todos menos los prohibidos	Grandes tiendas, discoteque, Centro rehabilitación, industria molesta	200
PRC CONCHALÍ			
Zona	Usos		Densidad máxima
	Permitidos	Prohibidos	
Z2 Áreas Verdes, Equipamiento Turístico, Recreacional, Deportivo, Cultural y de Esparcimiento y Comercio	Equipamiento de culto y esparcimiento; espacio público y áreas verdes.	Todo uso no mencionado como permitido.	NO APLICA
ZI Zona Industrial Exclusiva con Actividades	Actividad productiva; infraestructura de transporte; espacio público y áreas verdes.	Todo uso no mencionado como permitido.	NO APLICA

Productivas Molestas - Art. 6.1.3.1 PRMS			
---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia