

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

IMPLEMENTACIÓN DEL DESARROLLO ORIENTADO AL TRANSPORTE PÚBLICO
EN LA GRAN AREA METROPOLITANA UTILIZANDO EL TREN URBANO

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de
Posgrado en Ingeniería Civil para optar al grado y título de Maestría
Académica en Ingeniería en Transporte y Vías

ENOC ADOLFO ARAYA PORRAS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2022

DEDICATORIA

A Yansy y Bernardo.

AGRADECIMIENTO

A Yansy, por motivarme y ayudarme a concluir esta etapa.

A mi director de tesis, Jonathan Agüero Valverde Ph.D y mis asesores Rosendo Pujol Mesalles Ph.D y Henry Valverde Vega Ms.C. Gracias por sus recomendaciones y tiempo invertido en este proyecto.

A Esteban, por ayudarme, inclusive en bici, a “medir calles”.

A mis padres, por enseñarme la importancia de la educación en el ser humano.

Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Maestría Académica en Ingeniería en Transporte y Vías

Ph.D. Jose Pablo Aguiar Moya
**Representante de la Decana
Sistema de Estudios de Posgrado**

Ph.D. Jonathan Agüero Valverde
Director de la tesis

Ph.D. Rosendo Pujol Mesalles
Asesor

M.Sc. Henry Hernández Vega
Asesor

M.Sc. Wendy Sequeira Rojas
**Representante del Director del Programa
Programa de Posgrado de Ingeniería Civil**

Enoc Adolfo Araya Porras
Sustentante

TABLA DE CONTENIDOS

PORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
HOJA DE APROBACIÓN	iv
TABLA DE CONTENIDOS	v
RESUMEN	viii
TABLA DE CUADROS	ix
TABLA DE FIGURAS	xi
CAPÍTULO I: Introducción	1
1.1 Justificación	1
1.2 Problema específico	3
1.3 Importancia	3
1.4 Antecedentes teóricos y prácticos del problema.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
1.6 Formulación de hipótesis	5
1.7 Delimitación del problema	5
1.7.1 Alcance y limitaciones	5
CAPÍTULO II: Marco teórico.....	8
2.1 Integración de los sistemas de transporte y el uso del suelo	8
2.2.1 Reducción de la dependencia al vehículo privado	8
2.1.2 Barreras para la integración de los sistemas de transporte y el uso del suelo en países en desarrollo	9
2.2 Desarrollo orientado al transporte público (DOTP)	12
2.2.1 Tipos de DOTP	13
2.2.2 Beneficios del DOTP	15
2.2.3 Influencia de los sistemas de transporte y los usos del suelo.....	16

2.2.4	Diseño de las zonas DOTP	19
	Caminar	19
	Pedalear	20
	Conectar	20
	Transportar.....	20
	Mezclar	20
	Densificar.....	21
	Compactar	21
	Cambiar	21
2.3	Residentes y viajes característicos dentro de las zonas DOTP.....	21
2.3.1	Características de los viajes dentro de las zonas DOTP	21
2.4	Estrategias de los usuarios DOTP	25
2.4.1	Características de los residentes en zonas DOTP.....	27
2.4.2	Desempeño del transporte en las zonas DOTP	29
2.5	Desarrollo Orientado al Transporte Público en América Latina.....	30
CAPITULO III: Metodología.....		36
3.1	Definir instituciones a cargo:.....	36
3.2	Análisis de mercado	36
3.3	Diagnóstico a nivel de ciudad.....	41
3.4	Diagnóstico a nivel de área DOTP	45
3.5	Definir la regulación e incentivos necesarios:.....	53
3.5	Plan de implementación.....	54
CAPÍTULO IV: Análisis de estaciones		58
4.1	Desarrollo Urbano en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica	58
4.1.1	Estado del Desarrollo Urbano en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica	58
4.1.2	Planificación a nivel regional.....	63
4.1.3	Planes Reguladores como herramientas para la planificación urbana	69
4.2	Estudio de prefactibilidad: Sistema Tren Rápido de Pasajeros de la GAM	72
4.2.1	Estaciones intermodales del escenario 2a	74
4.3	I Etapa (Análisis de mercado)	75

4.4	II Etapa (Análisis a nivel de ciudad)	82
4.5	Selección de estaciones nivel de mercado	87
4.6	Ponderación de las variables en el análisis de mercado	93
4.7	Selección de estaciones nivel de ciudad	95
4.8	Ponderación de las variables en el análisis a nivel de ciudad	99
4.9	Características del uso del suelo en las estaciones seleccionadas a nivel de ciudad	101
4.7	Aplicación del estándar DOTP a las estaciones seleccionadas.....	111
	Estación Pacífico-Plaza Víquez	111
	Estación Atlántico.....	114
	Estación Aeropuerto	117
	Estación Sabana.....	119
4.8	Acciones recomendadas por estación para mejorar el porcentaje de cumplimiento del Estándar DOTP	124
	Estación Pacífico-Plaza Víquez	124
	Estación Atlántico.....	135
	Estación Aeropuerto	143
	Estación Sabana.....	148
CAPITULO V: Conclusiones y recomendaciones.....		157
Referencias.....		162
ANEXOS		169

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar las estaciones intermodales del proyecto del Tren Eléctrico de Pasajeros, con el fin de evaluar la aplicabilidad del concepto “Desarrollo Orientado al Transporte Público (DOTP)”.

El análisis de las estaciones se dividió en tres etapas: análisis de mercado, análisis a nivel de ciudad y análisis a nivel de estación. Las estaciones analizadas fueron las propuestas en el estudio de prefactibilidad del sistema Tren Rápido de Pasajeros de la GAM (Castro, Moya, & Picado, 2016) y el Estudio de Ingeniería de Valor del Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana (IDOM, 2018).

El análisis de mercado buscó identificar el potencial del área un kilómetro a la redonda de las estaciones intermodales para ser desarrollados, ya sea por actores privados como por alianzas público-privadas. En el análisis a nivel de ciudad se tomaron las seis estaciones con mejores condiciones del análisis de mercado y se evaluó un área de 800 m a la redonda de dichas estaciones. En esa etapa se analizaron características de la población y del uso del suelo para determinar las cuatro estaciones más aptas para el DOTP. En la etapa final se aplicó el estándar DOTP del Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo (ITDP).

Fue evidente que las áreas alrededor de todas las estaciones que se plantean como intermodales no han sido diseñadas pensando el concepto DOTP y que existe la necesidad de generar políticas de ordenamiento urbano que abarquen toda la región de la GAM.

Las estaciones o áreas con las mejores condiciones para la implementación de un desarrollo DOTP son Aeropuerto, Atlántico, Pacífico-Plaza Viquez y Sabana. Sin embargo, estas zonas presentan grandes falencias en cuanto a su diseño urbano. Es necesario que las municipalidades realicen inversiones en infraestructura peatonal, de manera que existan aceras y cruces en buen estado. Esto se debe complementar con la construcción de infraestructura ciclística segura. Es sumamente importante que los gobiernos locales permitan desarrollo de usos mixtos de alta densidad en todas las cercanías de estas estaciones, lo que requiere en algunos casos modificaciones en los planes reguladores existentes e incentivos que permitan a desarrolladores privados invertir en las zonas. El reglamento de renovación urbana y los proyectos de renovación urbana son herramientas que permiten modificar lo existente, en la búsqueda de soluciones acordes con los principios DOTP.

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de usuarios de vehículos privados según el tamaño del sistema de transporte público en ciudades de los Estados Unidos de América con diseño DOTP.....	17
Cuadro 2. Censo del año 2000, viajes con motivo de trabajo para zonas DOTP seleccionadas	24
Cuadro 3. Tipologías de estaciones en sistemas BRT en Latinoamérica	31
Cuadro 4. Comparación de las variables utilizadas en el análisis a nivel de mercado en este estudio con las recomendadas por ITDP.....	39
Cuadro 5. Variables utilizadas en el análisis a nivel de ciudad y su comparación con las sugeridas por el ITDP	43
Cuadro 6. Método de aplicación del estándar DOTP	45
Cuadro 7. Políticas e instrumentos por implementar según la situación del área DOTP	54
Cuadro 8. Instituciones que forman parte de la Mesa Técnica Multinivel	67
Cuadro 9. Situación de los Planes Reguladores en los cantones del Valle Central.....	71
Cuadro 10. Área dedicada a usos comercial y residencial por estación	87
Cuadro 11. Demanda proyectada por estación al 2020.....	88
Cuadro 12. Área dedicada a educación y cultura, entidades gubernamentales y otros servicios....	88
Cuadro 13. Área clasificada como charral o no cultivable	89
Cuadro 14. Viviendas desocupadas.....	90
Cuadro 15. Demanda de viviendas por cantón	90
Cuadro 16. Cantidad de viviendas dentro de las zonas de influencia.....	91
Cuadro 17. Precio promedio por metro cuadrado de terreno dentro del área de influencia de cada estación	92
Cuadro 18. Valores obtenidos en cada variable considerada para el análisis a nivel de mercado... 93	
Cuadro 19. Ponderación de las variables seleccionadas para el análisis a nivel de mercado	94
Cuadro 20. Resultado de las ponderaciones en el análisis a nivel de mercado.....	95
Cuadro 21. Densidad poblacional por zona de influencia.....	96
Cuadro 22. Población ocupada por zona de influencia.....	97
Cuadro 23. Población con educación superior.....	97
Cuadro 24. Área destinada a centros de educación y salud	98
Cuadro 25. Viviendas sin vehículos	98
Cuadro 26. Población entre 18 y 39 años	99
Cuadro 27. Valores obtenidos en cada variable considerada para el análisis a nivel de ciudad	99
Cuadro 28. Ponderación de las variables seleccionadas para el análisis a nivel de ciudad	100
Cuadro 29. Resultado de las ponderaciones en el análisis a nivel de ciudad	100
Cuadro 30. Índice de Entropía (EI) e índice Herfindahl-Hirschman (HHI) del uso del suelo	102
Cuadro 31. Proporción de usos del suelo en las áreas de influencia y comparación con los porcentajes recomendados.....	103
Cuadro 32. Comparación de siete estaciones de tren y sus usos del suelo en Singapur.....	103
Cuadro 33. Resumen de los valores obtenido del Estándar DOTP en las diferentes estaciones....	122

Cuadro 34. Porcentaje de cumplimiento del Estándar DOTP en las diferentes estaciones.....	123
Cuadro 35. Acciones recomendadas en la estación Pacífico-Plaza Víquez.....	124
Cuadro 36. Acciones recomendadas en la estación Atlántico	135
Cuadro 37. Acciones recomendadas en la estación Aeropuerto	143
Cuadro 38. Acciones recomendadas en la estación Sabana	148
Cuadro 39. Principio Caminar, Estación Pacífico – Plaza Víquez.....	173
Cuadro 40. Principio Usar la bicicleta, Estación Pacífico – Plaza Víquez.....	174
Cuadro 41. Principio Conectar, Estación Pacífico – Plaza Víquez.....	175
Cuadro 42. Principio Mezclar, Estación Pacífico – Plaza Víquez	176
Cuadro 43. Principio Densificar, Estación Pacífico – Plaza Víquez	176
Cuadro 44. Principio Compactar, Estación Pacífico – Plaza Víquez.....	177
Cuadro 45. Principio Cambiar, Estación Pacífico – Plaza Víquez.....	177
Cuadro 46. Principio Caminar, Estación Atlántico.....	178
Cuadro 47. Principio Usar la bicicleta, Estación Atlántico.....	179
Cuadro 48. Principio Conectar, Estación Atlántico.....	180
Cuadro 49. Principio Mezclar, Estación Atlántico	181
Cuadro 50. Principio Densificar, Estación Atlántico	182
Cuadro 51. Principio Compactar, Estación Atlántico	183
Cuadro 52. Principio Cambiar, Estación Atlántico.....	183
Cuadro 53. Principio Caminar, Estación Aeropuerto	184
Cuadro 54. Principio Usar la bicicleta, Estación Aeropuerto	185
Cuadro 55. Principio Conectar, Estación Aeropuerto	186
Cuadro 56. Principio Mezclar, Estación Aeropuerto	187
Cuadro 57. Principio Densificar, Estación Aeropuerto	188
Cuadro 58. Principio Compactar, Estación Aeropuerto	189
Cuadro 59. Principio Cambiar, Estación Aeropuerto	189
Cuadro 60. Principio Caminar, Estación Sabana	190
Cuadro 61. Principio Usar la bicicleta, Estación Sabana	191
Cuadro 62. Principio Conectar, Estación Sabana	192
Cuadro 63. Principio Mezclar, Estación Sabana	193
Cuadro 64. Principio Densificar, Estación Sabana.....	194
Cuadro 65. Principio Compactar, Estación Sabana	194
Cuadro 66. Principio Cambiar, Estación Sabana	195

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del parque vehicular en Costa Rica.....	1
Figura 2. Precondiciones para la exitosa integración entre transporte y uso del suelo	11
Figura 3. (a) Corredor DOTP en Arlington Virginia (b) Esquema de densificación de área alrededor de una estación DOTP	12
Figura 4. Uso del tren según la distancia a los sitios residenciales. Experiencias de ciudades canadienses, Washington DC y California.	25
Figura 5. Sensibilidad del transporte ferroviario a la disponibilidad de estacionamientos y la ayuda del empleador con los costos del transporte en California.	27
Figura 6 Estación Centro satélite orientado al sistema BRT- Portal 80 Bogotá, Colombia	34
Figura 7. Mapeo del empleo en el Distrito Federal, México	41
Figura 8. Crecimiento de la población, 1963-2011	58
Figura 9. Anillo de Contención Urbana, Plan GAM 82	60
Figura 10. Competencia y rol de los entes involucrados con el desarrollo urbano	62
Figura 11. Estaciones del escenario 2A	73
Figura 12. Población por área de influencia.....	74
Figura 13. Porcentaje del área dedicada a usos comerciales y residenciales	76
Figura 14. Demanda promedio en tramos adyacentes a la estación.....	77
Figura 15. Porcentaje del área ocupada por usos relacionados con centros de actividad económica	78
Figura 16. Porcentaje del área que corresponde zonas disponibles para desarrollar	79
Figura 17. Viviendas dentro del área de influencia de la estación.....	80
Figura 18. Demanda de vivienda acumulada entre del 2011 y el 2030 para los cantones de la GAM	81
Figura 19. Valor promedio del metro cuadrado en las áreas de influencia de cada estación	82
Figura 20. Densidad poblacional en las zonas de influencia de cada estación	83
Figura 21. Porcentaje de población ocupada en las áreas de influencia de cada estación	83
Figura 22. Porcentaje de la población con educación superior en las áreas de influencia de cada estación	84
Figura 23. Viviendas sin vehículos.....	85
Figura 24. Porcentaje de la población por grupo etario dentro de la zona de influencia	86
Figura 25. Cantidad de población por UGM en algunas estaciones intermodales	96
Figura 26. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de las estaciones Pacífico y Plaza Viquez.....	106
Figura 27. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Atlántico	107
Figura 28. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Sabana.....	108
Figura 29. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Aeropuerto.....	109
Figura 30. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Ochomogo.....	110
Figura 31. Área a aplicar el estándar DOTP en el conjunto de estaciones Pacífico y Plaza Viquez	111

Figura 32. Área por aplicar el estándar DOTP en la estación Atlántico	114
Figura 33. Área por aplicar el estándar DOTP en la estación Aeropuerto	117
Figura 34. Área por aplicar el estándar DOTP en la estación Sabana	120
Figura 35. Estado de las aceras en las estaciones Pacífico-Plaza Víquez	126
Figura 36. Necesidad de intervención de las aceras en las estaciones Pacífico-Plaza Víquez	127
Figura 37. Estado de las aceras en las estaciones Pacífico-Plaza Víquez luego de la intervención	128
Figura 38. Ubicación de las ciclovías dentro del área de influencia de las estaciones Pacífico-Plaza Víquez.....	129
Figura 39. Segmentos adicionales de ciclovía en las estaciones Pacífico-Plaza Víquez	130
Figura 40. Usos de suelo residencial y comercial en el área de influencia de las estaciones Pacífico- Plaza Víquez	131
Figura 41. Usos de suelo según plan regulador en el distrito Hospital.....	132
Figura 42. Usos de suelo según plan regulador en el distrito Catedral.....	133
Figura 43. Estado de las aceras en la estación Atlántico.....	137
Figura 44. Necesidad de intervención de las aceras en la estación Atlántico.....	138
Figura 45. Estado de las aceras en la estación Atlántico luego de la intervención.....	139
Figura 46. Ubicación de las ciclovías dentro del área de influencia estación Atlántico.....	140
Figura 47. Segmento adicional de ciclovía en la estación Atlántico.....	141
Figura 48. Redensificación de la población en el área de influencia de la estación Atlántico	142
Figura 49. Estado de las aceras estación Aeropuerto	145
Figura 50. Necesidad de intervención de las aceras en la estación Aeropuerto	146
Figura 51. Usos de suelo a modificar en la estación Aeropuertos	147
Figura 52. Usos de suelo a aprobados en la estación Aeropuerto.....	147
Figura 53. Estado de las aceras estación Sabana	150
Figura 54. Necesidad de intervención de las aceras en la estación Sabana	151
Figura 55. Estado de las aceras en la estación Sabana luego de la intervención.....	152
Figura 56. Usos de suelo según plan regulador en el distrito Mata Redonda	153
Figura 57. Usos de suelo en el área de influencia en la estación Sabana	154
Figura 58. Estimación de la población por distritos	155
Figura 59. Levantamiento fotográfico en la estación Atlántico	169
Figura 60. Levantamiento fotográfico en las estaciones Pacífico y Plaza Víquez	170
Figura 61. Levantamiento fotográfico en la estación Sabana	171
Figura 62. Levantamiento fotográfico en la estación Aeropuerto.....	172



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

YO, Enoc Adolfo Araya Porras, con cédula de identidad 603870132, en mi condición de autor del TFG titulado Implementación del desarrollo orientado al transporte público en las zonas aledañas de las estaciones intermodales del proyecto del tren eléctrico interurbano.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

CAPÍTULO I: Introducción

1.1 Justificación

En la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica reside el 52.7% de los habitantes del país, lo que se traducen en una fuerte demanda de empleo, vivienda y transporte (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2013). Aunque en esta zona existe una importante red vial, el rápido crecimiento de la flota vehicular y de la ciudad ha incrementado el congestionamiento. Esto provoca un deterioro en la competitividad del país y la calidad de vida de los ciudadanos, debido a los retrasos, accidentes y la falta de un entorno urbano y vial amigable con los peatones.

La red vial existente en la GAM es similar a la de los años 70 (Martinez Baldares, 2011). Sumado a esto, la flota vehicular ha crecido rápidamente desde finales de la década de los 80. Estos dos factores han provocado que exista un congestionamiento vial severo en nuestras ciudades. En la siguiente figura se puede observar la evolución del parque automotor entre 1970 y 2014.

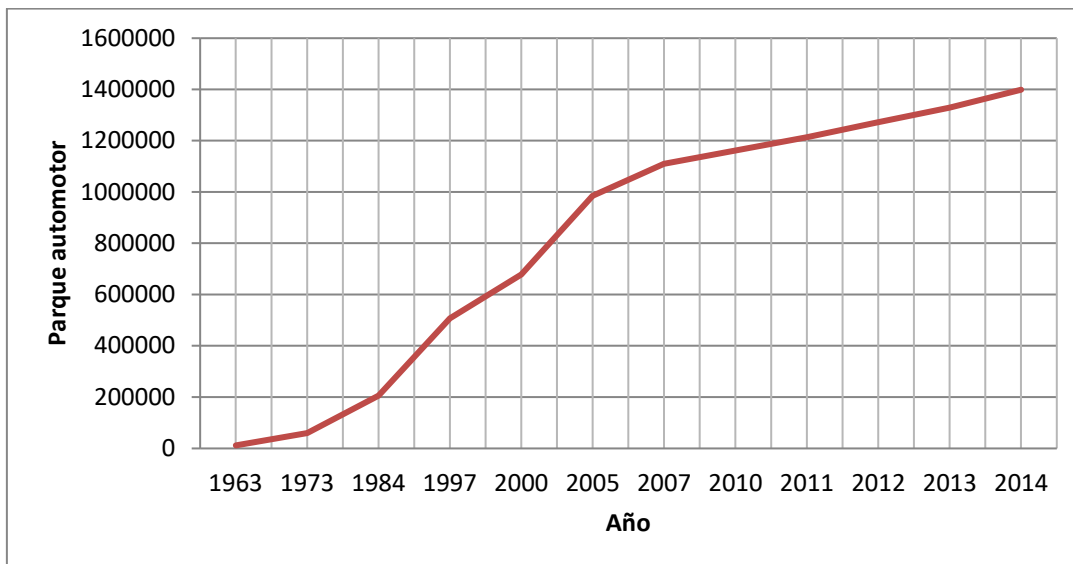


Figura 1. Evolución del parque vehicular en Costa Rica

Fuente: Adaptado de Banco de Desarrollo de América Latina, (2011) y Programa Estado de la Nación, (2016)

El estudio ETUGAM realizado entre febrero de 1989 y enero de 1991 demostró que el 75% de los viajes motorizados en hora pico de la mañana se realizaban utilizando el autobús (Banco de Desarrollo de América Latina, 2011). Según el estudio realizado por LCR Logística en el 2007, este porcentaje cayó hasta el 63% del total de viajes (L.C.R Logística S.A, 2007). Esto demuestra un constante deterioro del transporte público, en una ciudad que es la menos densa de Latinoamérica en términos de población.

Si no se resuelven las necesidades de movilidad, estas características típicas del GAM continuarán generando altos costos económicos, relacionados con el tiempo que se invierte en traslados. El sistema de transporte actual presenta, además, otras externalidades negativas como lo son las emisiones de gases efecto invernadero, en las cuales el sector transporte representa el 66% de las emisiones de GEI en el país (Ministerio de Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional, 2014). Los accidentes que ocurren a diario es otra de las externalidades producto del tránsito, solo durante el año 2016 hubieron 456 fallecidos en sitio, de los cuales solo el 2.6% eran usuarios del transporte público, mientras un 18% fueron peatones (COSEVI, 2016).

Estos males no han aquejado exclusivamente a Costa Rica y como respuesta ha surgido el concepto de Desarrollo Orientado al Transporte Público (DOTP). El DOTP, según PB's PlaceMaking Group (2011) se puede definir como "el desarrollo de un área de la ciudad en la que se integran usos de suelo distintos (residencial y comercial) con una densidad moderada a alta, ubicada a una distancia fácilmente accesible (400 a 800 m o 5 a 10 minutos a pie) a una estación de transporte". Esta manera de desarrollo utiliza la infraestructura existente, optimizando el uso de la red de transporte público y creando opciones de movilidad para los usuarios. Permite un desarrollo deseable y de calidad del uso de tierra, donde convergen facilidades residenciales, de empleo y mercado, diseñado pensando en el peatón, pero sin excluir al automóvil. (PB's PlaceMaking Group, 2011).

Este concepto se apoya en la premisa de que al dotar a las ciudades de infraestructura y transporte público adecuado, en conjunto con la promoción de un desarrollo urbano denso, se favorece la activación económica de la zona cuando recibe un trato dirigido a regular adecuadamente este crecimiento (Sánchez & Wilmsmeier, 2005).

El proyecto del Tren Eléctrico se propone como el eje central del sistema de transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. La importancia de este proyecto hace necesario que se considere de manera integral el desarrollo urbano en los alrededores de la estación como un mecanismo para generar beneficios adicionales. El DOTP es una herramienta para impulsar este desarrollo, maximizando los beneficios que un sistema de transporte masivo puede dar a la sociedad. Sin embargo, la implementación de proyectos DOTP no puede darse de manera indiscriminada y es necesario establecer las zonas con mayor potencial.

1.2 Problema específico

En Costa Rica, se ha venido priorizando el transporte privado sobre el público desde hace varias décadas. Prueba de ello es el aumento en el parque vehicular y el grado de congestión que existe dentro del GAM, esto ha hecho imposible finalizar el proyecto de sectorización del transporte público y el servicio que actualmente brinda el Instituto Nacional de Ferrocarriles. Sin embargo, el proyecto del Tren Eléctrico viene a ser un esfuerzo en la dirección opuesta.

Para el desarrollo de una ciudad eficiente es fundamental que esta responda a las diferentes necesidades de la población, de manera que las personas decidan habitarla. Para lograr una ciudad eficiente, es indispensable que el transporte público y el desarrollo urbano se diseñen de manera integral, de forma que se complementen. Este diseño puede aumentar la viabilidad de proyectos que requieren altas inversiones, como es el caso del Tren Eléctrico, pero lo más importante, mejorar la calidad de vida de las personas.

En esta investigación se analizan las estaciones intermodales que se han planteado en el recorrido del Tren Eléctrico y su entorno, con el objetivo de evaluar la aplicación del DOTP en su área de influencia. Para lograr esto, se realiza un análisis a nivel de mercado y luego un análisis a nivel de ciudad en un área con un radio de 1000 m alrededor de las estaciones intermodales del proyecto. Por último, se evalúa a nivel de estación, mediante la aplicación del Estándar DOTP (2017), haciendo uso de algunas modificaciones que fueron propuestas en un estudio previo por Segura (2019).

1.3 Importancia

La implementación de un proyecto de transporte público masivo debe considerar el desarrollo urbano de las zonas de influencia. Este tipo de implementación permite aumentar la demanda del

servicio, mejorando la viabilidad del proyecto. Además, permite mejorar el entorno, al reducir la congestión vial, mejorar la seguridad en las zonas de influencia y lograr desarrollos residenciales más densos.

Con motivo del proyecto del Tren Eléctrico del Gran Área Metropolitana, en esta investigación se analizan las zonas alrededor de las estaciones que han sido definidas como multimodales, con la intención de verificar las que tienen características que podrían facilitar la implementación del DOTP. Las características que se evalúan consideran condiciones de uso del suelo, distribución demográfica, disponibilidad de servicios y empleos, condiciones de vivienda y disponibilidad de vehículos privados.

Como último paso, se realiza una evaluación más detallada de las zonas, utilizando el Estándar DOTP (Institute for Transportation and Development Policy, 2017). Esta etapa permite conocer en detalle las características de las zonas y plantear sugerencias que permitan un desarrollo urbano de la mano con el transporte público.

1.4 Antecedentes teóricos y prácticos del problema

El Plan GAM 2013 (2013) recomienda la implementación del DOTP para el proceso de regeneración urbana y revitalización económica de la ciudad. Se propone que el transporte público en el GAM sea integral e intermodal, incluyendo el servicio de bus, tren y demás modos de transporte compatibles con el desarrollo urbano.

Segura (2019) en su investigación de tesis evaluó la zona de influencia de la troncal de transporte público San José-Sabanilla-La Campiña, utilizando el estándar DOTP (Institute for Transportation and Development Policy, 2017). Esta evaluación permitió, de manera cuantitativa, describir las condiciones con que cuentan las paradas de bus en esta troncal y que se consideran compatibles con los principios DOTP.

En agosto del 2018 se creó la Mesa Técnica Multinivel para el Desarrollo Urbano Orientado al Transporte (Ministerio de Vivienda y Asentamientos Urbanos, 2021). Dicha organización busca generar las condiciones de planificación urbana y territorial necesarias para generar DOTP. En esta

Mesa participan instituciones de gobierno central, instituciones autónomas, corporaciones municipales, academia, cooperación internacional y sector privado.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar las estaciones intermodales del proyecto del Tren Eléctrico de Pasajeros, con el fin de evaluar la aplicabilidad del concepto “Desarrollo Orientado al Transporte Público”.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Establecer el marco jurídico e institucional que debe regir el Desarrollo Orientado al Transporte Público.
2. Definir los indicadores que permiten identificar las áreas donde es más factible la aplicación del Desarrollo Orientado al Transporte Público.
3. Definir las áreas con mayor potencial de desarrollo Orientado al Transporte Público.
4. Aplicar el estándar de Desarrollo Orientado al Transporte Público del Instituto de Políticas para el Transporte Público en las zonas de mayor potencial cercanas a las estaciones del tren interurbano.

1.6 Formulación de hipótesis

En la presente investigación se analizarán si algunas de las áreas de influencia de las estaciones intermodales del Tren Eléctrico del Gran Área Metropolitana cuentan con características adecuadas para la implementación del DOTP.

1.7 Delimitación del problema

1.7.1 Alcance y limitaciones

El estudio se limita a las zonas comprendidas dentro de un radio de 1000 m de las estaciones de tren, por el tamaño del área por analizar se descarta determinar la demanda latente producto de la implementación de los proyectos DOTP. Además, únicamente se evaluarán estaciones que han sido definidas como multimodales en el estudio de prefactibilidad, según Castro, Moya & Picado (2016)

Las zonas analizadas se limitarán a las estaciones de la actual red ferroviaria y no se considerarán estaciones que se incluyan en proyectos de ampliación del sistema de tren interurbano del GAM. El diagnóstico a nivel de área y la implementación no se realizará en todas las estaciones con potencial. Para esta etapa se seleccionarán únicamente las estaciones con mayor potencial. Se utilizará el Estándar DOTP en su tercera versión (2017), con algunas variaciones realizadas por Segura (2019) que permiten su aplicación. Este estándar se aplicará en una zona definida de 500 m caminables alrededor de las estaciones.

Las modificaciones realizadas por Segura (2019) al estándar DOTP representan una limitación al estudio, debido a una simplificación de objetivos como el “densificar” donde se realiza una comparación con las densidades dentro del total de la GAM y no una entre las áreas cercanas a la estación. Esta comparación no permite notar los cambios en zonas con condiciones similares, debido a la presencia del transporte público.

La calidad de la información que se logre recabar de las instituciones responsables del transporte y el ordenamiento urbano representa, asimismo, una limitación del estudio. Se depende en gran medida de esta información para lograr detallar las zonas con potencial de DOTP.

Gran parte de la información utilizada procede del CENSO 2011 a nivel de Unidad Geoestadística Mínima (UGM). Esto implica que puede estar desactualizada, sin embargo, no se cuenta con información más reciente. Debido a que no hay acceso a propiedades privadas, las mediciones de algunas áreas se hicieron mediante la herramienta *Google Earth*.

Adicional a la información del CENSO 2011, se utilizó información de otras instituciones y esta se encuentra desactualizada, lo cual constituye una enorme limitación al proyecto. De igual manera, no se cuenta con datos de vivienda asequible dentro de las zonas en estudio, lo cual limitó la aplicación del estándar DOTP. Esta es una oportunidad de investigación a futuro, que daría información muy valiosa para una mejor planificación urbana.

Es necesario conocer la ubicación de las fuentes de empleo en las zonas estudiadas, sin embargo, no fue posible conseguir esta información. Conocer los datos de la distribución espacial de los empleos dentro de la GAM, permitiría definir con mayor claridad las zonas más aptas para el DOTP,

al considerar que uno de los objetivos de este tipo de desarrollos es que las personas vivan cerca de su lugar de trabajo.

CAPÍTULO II: Marco teórico

2.1 Integración de los sistemas de transporte y el uso del suelo

Según Suzuki, Cervero y Luchi (2013), las ciudades en los países en desarrollo se encuentran creciendo a tasas muy altas y se proyecta que sus poblaciones pasarán de dos mil millones en el 2000 a cinco mil quinientos millones en el 2050, donde el 95% de este crecimiento se espera en las zonas urbanas. Si el desarrollo de las ciudades que albergarán estas poblaciones mantiene la misma dinámica actual las poblaciones aumentarán sus ingresos, se expandirá la ciudad lo cual aumentará la dependencia del vehículo privado.

Esta tendencia debe revertirse si se desea lograr ciudades económicamente competitivas a través de la eficiencia energética y reducción de tiempos de traslados. De no hacerlo, las externalidades negativas como la contaminación ambiental y emisión de gases efecto invernadero continuarán en ascenso. Si las ciudades continúan su dependencia del vehículo privado y expansión urbana, será imposible lograr la equidad social. La integración de los sistemas de transporte con la planificación en el uso del suelo es una de las maneras más promisorias de reducir la expansión urbana y la dependencia del uso del vehículo privado en las ciudades de los países en desarrollo.

2.2.1 Reducción de la dependencia al vehículo privado

Calthorpe (1993) indica que el desarrollo orientado al transporte público (DOTP) es un mecanismo práctico para reducir la congestión vial, la liberación de gases efecto invernadero y la presión sobre los recursos naturales, producto de la dependencia al vehículo privado. Según Bernick y Cervero (1997) la experiencia muestra que DOTP bien diseñados no solo incrementan el número de usuarios del transporte público, sino que también permiten el desarrollo comunal y revitalización de zonas urbanas deprimidas.

Los usos mixtos del suelo son un elemento particularmente importante en los desarrollos DOTP. La mezcla de viviendas, oficinas, tiendas minoristas y otras facilidades urbanas en las cercanías de las estaciones de transporte público, permite la integración entre los viajes en cortas distancias, caminando y los viajes en largas distancias, utilizando el transporte público. El concepto de DOTP debe ser cuidadosamente adaptado para reflejar el contexto social, urbano, cultural y del mercado inmobiliario. No es posible plantear un modelo genérico de DOTP para la planeación y diseño de las

ciudades en crecimiento, en su lugar, deben desarrollarse tipologías que respondan a la realidad del contexto de cada estación.

Según Guo, Weinstein Agrawal, Dill, Quirk, & Reese (2011), cuando se acompaña con medidas de gestión de la demanda del transporte (TDM por sus siglas en inglés) el DOTP es más efectivo. El TDM permite alterar la demanda de viajes con el objetivo de reducir la congestión vehicular y mejorar las condiciones ambientales. Entre las medidas de TDM se encuentra el cobro de peajes, control de zonas de parqueo y uso compartido de los vehículos privados. Algunas modificaciones del diseño físico de las ciudades, como la construcción de zonas peatonales, ciclovías, medidas de tráfico calmado y usos de suelo mixto que permitan reducir las distancias de los viajes junto con la implementación de medidas TDM, pueden incidir en un aumento en el uso del transporte público y la movilización no motorizada de la población, que permite reducir el uso del vehículo privado.

Según Cervero y Seskin (1995), la inversión en transporte público moldea el crecimiento de las ciudades al cambiar la accesibilidad para los usuarios, facilitando el transporte de un lugar a otro. En ausencia de restricciones regulatorias en ciudades constantemente en crecimiento, la inversión en transporte público de alta calidad y capacidad provoca cambios en los usos del suelo y ajustes en las formas urbanas.

Debido a que existe un número limitado de ubicaciones con alta accesibilidad, al invertir en transporte público y mejorar esta accesibilidad, los desarrolladores se ven incentivados a adquirir tierras, intensificar la construcción e introducir combinaciones en los usos del suelo. A su vez, las mejoras en estos sitios afectan los patrones de movilidad de los usuarios y, por tanto, la demanda de viajes. Los cambios en los patrones de viajes, como se representan en los flujos dentro de la red, afectan el rendimiento del sistema de transporte público.

2.1.2 Barreras para la integración de los sistemas de transporte y el uso del suelo en países en desarrollo

El desarrollo de los sistemas de transporte público en los países en vías de desarrollo ha sido guiado por el casi exclusivo objetivo de permitir la movilidad de los usuarios, permitiendo su fácil y rápido transporte, esto motivado por la necesidad de ver resultados rápidos que permitan a los administradores, en muchas ocasiones políticos de turno, lograr sus objetivos. En estos procesos la

visión a largo plazo se pierde, lo que reduce las posibilidades de promover patrones de crecimiento urbano sostenibles.

Estas estrategias reflejan la ausencia de regulaciones y métodos que permitan la creación de altas densidades a lo largo de los corredores de los sistemas de transporte y espacios urbanos de alta calidad. Ambos son vitales para incrementar la demanda del transporte público y promover los medios no motorizados, al reducir la dependencia del transporte privado. Suzuki, Cervero, & Luchi, (2013) enumeran 8 barreras que impiden la integración entre dos elementos vitales de la planificación urbana como lo son el transporte y el uso del suelo:

- Falta de coordinación regional a nivel metropolitano.
- Poca o nula coordinación entre diferentes sectores: planificación urbana y planificación del transporte.
- Políticas y regulaciones inadecuadas que impiden la creación de densidades articuladas.
- Regulaciones nacionales restrictivas y restricciones administrativas.
- Inconsistencias en los instrumentos de planificación y deficiencias en su implementación.
- Políticas, regulaciones y mecanismos de soporte inadecuados que impiden la reconstrucción de zonas industriales abandonadas o zonas económicamente deprimidas.
- Negligencia en el diseño urbano.
- Restricciones financieras.

En las ciudades que han hecho inversiones agresivas en sistemas de transporte masivos se puede ver la necesidad de la integración. En la Figura 2 se muestran algunas de las consideraciones que deben tenerse a nivel de toma de decisiones estratégicas y planificación para lograr una exitosa integración entre transporte y uso del suelo.

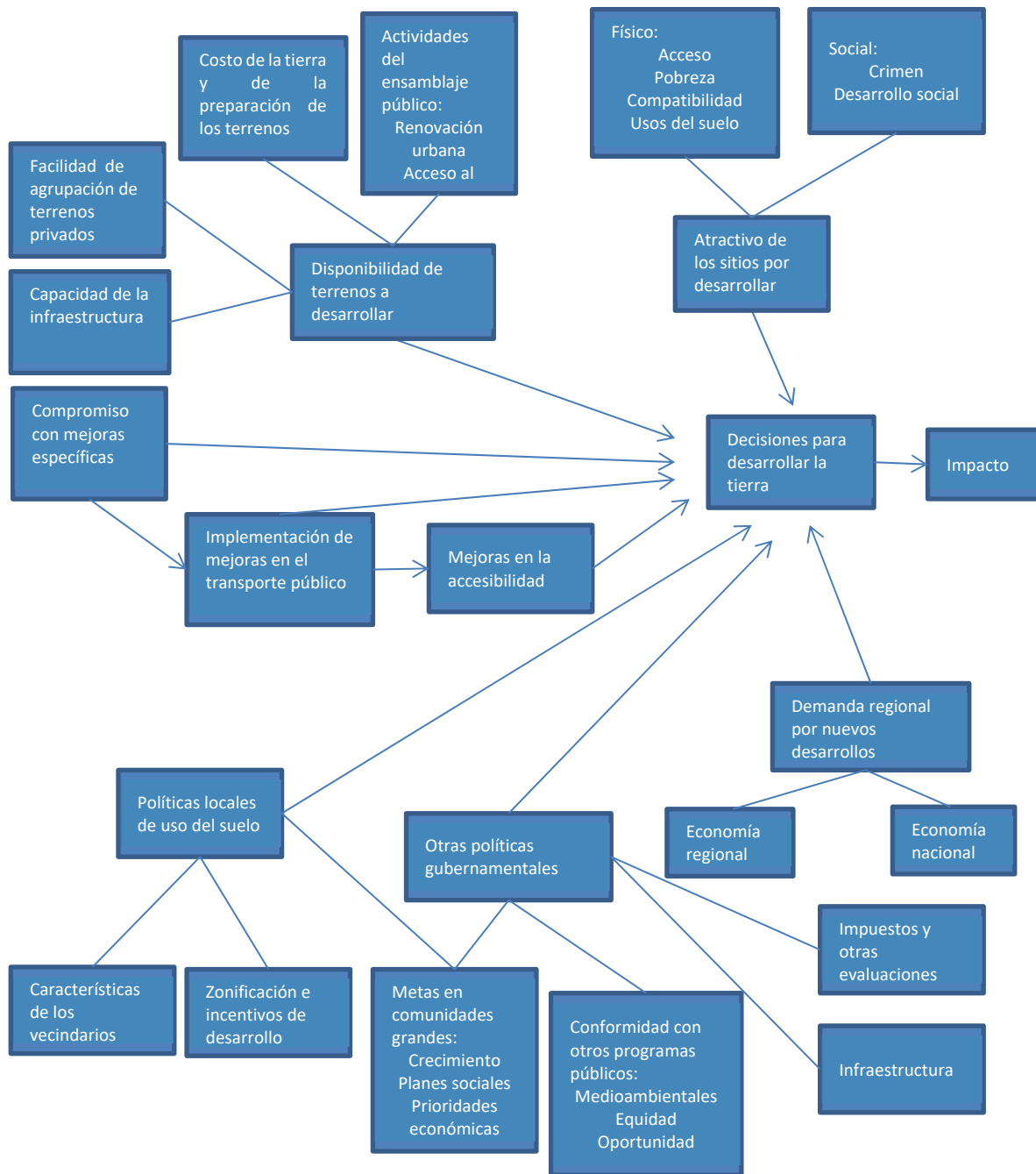


Figura 2. Precondiciones para la exitosa integración entre transporte y uso del suelo

Fuente: Knight & Trygg (1977).

2.2 Desarrollo orientado al transporte público (DOTP)

Según PB's PlaceMaking Group (2011) Se puede definir DOTP como “el desarrollo de un área de la ciudad en la que se integran usos de suelo distintos (residencial y comercial) con una densidad moderada a alta, ubicada a una distancia fácilmente accesible (400 m a 800 m o 5 minutos a 10 minutos a pie) de una estación mayor de transporte” . Esta manera de desarrollo utiliza la infraestructura existente, optimizando el uso de la red de transporte público y creando opciones de movilidad para los usuarios.

Permite, asimismo, un desarrollo deseable y de calidad del uso de tierra, en el cual convergen facilidades residenciales, de empleo y mercado, diseñado pensando en el peatón, pero sin excluir al automóvil. (PB's PlaceMaking Group, 2011). La Figura 3(a) ilustra cómo se ha orientado el desarrollo de la ciudad de Arlington Virginia, en una urbe densa que no ha necesitado expandirse horizontalmente y la Figura 3(b) muestra un esquema de la densificación gradual de las edificaciones alrededor de una estación de transporte.



Figura 3. (a) Corredor DOTP en Arlington Virginia (b) Esquema de densificación de área alrededor de una estación DOTP

Fuente: Winkelman (2014) y PB's PlaceMaking Group, (2011).

En esta filosofía se aprovecha la influencia recíproca que existe entre los sistemas de transporte y el uso de suelos, pero el desarrollo es dirigido y regulado de acuerdo con un propósito definido. De acuerdo con Arrington (2003), es necesario respetar algunos principios vitales para la planeación e implementación de un DOTP exitoso y sostenible, entre estos se encuentran:

- Desarrollo de una densidad media-alta en relación con la comunidad promedio.
- Uso mixto de espacios urbanos.
- Diseño de ambientes y calles de alta calidad orientados al peatón.
- Un centro urbano definido y activo.
- Diseños de espacios abiertos y estrategias innovadoras de estacionamiento.
- Liderazgo del sector público.

Una de las herramientas más importantes para lograr una eficiente integración entre el transporte y el uso del suelo es el DOTP. Suzuki, Cervero, & Luchi (2013) enumeran algunos de los pasos para implementar estrategias DOTP que permitan tal integración:

- Creación de tipologías DOTP: las ciudades de países en desarrollo necesitan construir tipologías de las zonas cercanas a las estaciones de transporte público.
- Creación de prototipos DOTP: en ciudades con poca o nula experiencia en desarrollos DOTP o en la integración que se necesita entre el uso del suelo y el transporte, es necesario construir prototipos que permitan evaluar la respuesta en materia de mercado y comportamiento político.
- Combinación entre DOTP y estrategias de gestión de la demanda en el transporte: al introducir estrategias como tarifas por congestión y control de parqueos, se pueden crear sinergias de manera que se incremente el número de usuarios del transporte público, combinando estrategias para inhibir el uso del transporte privado con herramientas que incentiven el uso del transporte público.
- Desarrollo social general en DOTP: las ciudades deben crearse de manera eficiente en términos económicos y ambientales, pero es aún más importante permitir el desarrollo de zonas pobres y privadas de servicios públicos.

2.2.1 Tipos de DOTP

No todos los DOTP tienen las mismas características y tamaños, incluso para las distintas estaciones de una misma ciudad. Las características de cada DOTP dependen de la función, tipo de uso del suelo y la red de transporte de cada sitio. Además, el tamaño está influenciado por el grado de accesibilidad al sistema de transporte y la densidad e intensidad de actividades de cada estación. Los DOTP se pueden clasificar de acuerdo con muchos criterios y tipos; a continuación, se describen

algunas características sobresalientes de seis tipos de DOTP, de acuerdo con el “Manual de Desarrollo Orientado al Transporte de Winnipeg” (PB’s PlaceMaking Group, 2011).

Centros urbanos

Tienen las densidades más altas (124-371 unidades habitacionales/hectárea) y las más variadas combinaciones de propósitos de los espacios; como centros de oficinas, comerciales y minoristas, sitios de entretenimiento y residencias multi-familiares. Se ubican con la mayor proximidad a las estaciones de tránsito para asegurar las mejores oportunidades de accesibilidad a sus usuarios. Se disponen frecuencias de llegadas de las unidades de transporte cada 5 a 15 minutos.

Vecindarios urbanos

Tienen densidades ligeramente menores (99-247 unidades/hectárea) y usos de suelos similares a los anteriores, pero con un mayor enfoque residencial. Se disponen frecuencias cada 5 a 15 minutos.

Centro de la ciudad

Tienen densidades similares a los anteriores tipos de DOTP (86-247 unidades/hectárea). Sirven como transición entre centros y vecindarios urbanos densos y zonas residenciales menos densas. Se disponen frecuencias cada 5 a 15 minutos.

Vecindarios de densidad media

Tienen densidades medias (49-124 unidades/hectárea). A pesar de que su uso básico es residencial, se ofrecen espacios para oficinas locales. Sirven de transición entre zonas DOTP de densidad media a zonas adyacentes sin características DOTP. Se disponen frecuencias cada 15 a 30 minutos.

Vecindarios de densidad baja

Densidades bajas (25-49 unidades/hectárea). Uso residencial y para tiendas minorista. Sirven de transición entre zonas DOTP de densidad baja a zonas adyacentes sin características DOTP. Se disponen frecuencias cada 20 a 30 minutos.

Corredores de alta frecuencia de tránsito

Tienen densidades altas (62-148 unidades/hectárea), principalmente a lo largo del corredor, que disminuyen en la medida que se alejan. Esta categoría favorece usos de suelo cuya naturaleza es lineal. Se disponen frecuencias cada 5 a 15 minutos.

Es importante señalar que estas clasificaciones no son coherentes con la realidad costarricense debido a la baja densidad de nuestras ciudades. Como se verá más adelante, el análisis de densidades debe realizarse por comparación de zonas dentro de la misma ciudad, de igual manera, la evaluación del efecto de los desarrollos DOTP en las densidades poblacionales o habitacionales debe realizarse comparando con zonas que nos son DOTP, pero con características similares dentro de la misma ciudad.

Para realizar una clasificación de los tipos de desarrollo DOTP se debe analizar la realidad de nuestras ciudades. Un esfuerzo valioso y que puede servir de punto de partida para una futura clasificación, es el realizado por Rodríguez y Vergel (2013) que se muestra en el Cuadro 3.

2.2.2 Beneficios del DOTP

Según el “Manual de Desarrollo Orientado al Transporte de Winnipeg”, en promedio la población de esta ciudad canadiense consume un 19% de su presupuesto en transporte. Este gasto con un acceso adecuado a sistemas de transporte se podría disminuir a un 9%. El 30% de la demanda residencial se enfoca en comunidades densas, con usos del suelo mixtos adaptados para el peatón, sin embargo, menos del 2% de la oferta se encuentra dentro de esta categorización, las zonas residenciales que se desarrollan bajo el concepto DOTP generan un 50% menos de tráfico que las convencionales (PB’s PlaceMaking Group, 2011). Algunos beneficios puntuales que se pueden obtener a partir del DOTP, son:

- Ofrece al usuario varias alternativas para movilizarse, lo cual es necesario en las ciudades muy congestionadas, donde se puede brindar la posibilidad de no depender del vehículo privado (PB’s PlaceMaking Group, 2011).
- Mejora la seguridad pública, mediante la creación de lugares que son activos durante el día y la noche (California Department of Transportation, 2002).

- Promueve estilos de vida más saludables al proveer infraestructura que asiste y protege al peatón y ciclista (California Department of Transportation, 2002).
- Mejora la eficiencia del sistema de transporte, incrementando el uso cerca de la estación entre un 20 y 40%.
- Puede reducir la razón de vehículos por distancia recorrida. En el caso de California, se ha notado una disminución de entre un 20 y 40% (California Department of Transportation, 2002).
- Permite la reducción en las emanaciones de gases contaminantes y el consumo de energía no renovable (Dutta, 2014).
- Debido a la intensa densificación orientada hacia algunas áreas, permite conservar espacios libres y áreas verdes en las ciudades (PB's PlaceMaking Group, 2011).

El DOTP puede jugar un papel importante en el desarrollo económico, debido a la reactivación de las ciudades como centro de las actividades humanas. El primer impulso económico generado por un DOTP surge de la implementación de sistemas de transporte de alta eficiencia, como los trenes, que estimulan la construcción pública en un inicio (4 a 5 años) y posteriormente la operación, mantenimiento y desarrollo adicional del sistema generan más construcción y oportunidades de trabajos (Center for Economic Development University of Wisconsin-Milwaukee, 1992). Las áreas cercanas a las estaciones de transporte incrementan su valor en comparación con áreas más alejadas. Es posible disminuir la inversión en infraestructura (agua potable, drenaje sanitario y calles), lo que significa una inversión más eficiente de los recursos económicos. (California Department of Transportation, 2002).

2.2.3 Influencia de los sistemas de transporte y los usos del suelo

Los sistemas de transporte público extensivos son más utilizados que sistemas con menores coberturas, tal como se muestra en el

Cuadro 1. Estos sistemas usualmente son implementados en ciudades con seria congestión vehicular y altos costos de estacionamiento. Estos tres elementos en conjunto aumentan el uso del transporte público en las zonas DOTP. Existe un consenso general, donde se indica que frecuencias de 10 minutos en los sistemas de transporte público son ideales para promover su uso. Es importante señalar que la comparación entre el tiempo de viaje en un sistema de transporte público versus el tiempo en el mismo viaje, pero utilizando un vehículo privado es un factor que puede

predecir el éxito de un sistema. Por ejemplo, un sistema extensivo, pero con velocidades de tránsito muy bajas no atraerá muchos usuarios si la congestión no es muy severa (Arrington & Cervero, 2008).

Cuadro 1. Porcentaje de usuarios de vehículos privados según el tamaño del sistema de transporte público en ciudades de los Estados Unidos de América con diseño DOTP.

Tamaño del sistema de transporte	Porcentaje de usuarios de vehículos privados
Pequeño	72%
Mediano	77%
Grande	65%
Extensivo	49%

Fuente: CTOD, (2004).

Para los viajes de trabajo, la proximidad a las estaciones de tren tiene mayor influencia que el uso mixto del suelo o un ambiente amigable para el peatón. La existencia de zonas de trabajo en las estaciones finales tiene mayor influencia que altas densidades residenciales en las estaciones de origen. Sin embargo, el tiempo de viaje es aún más importante que cualquier factor de uso del suelo (densidad, diversidad de usos, diseño) para aumentar el número de viajes en el sistema. (Arrington & Cervero, 2008)

La existencia de usos mixtos de suelo en los DOTP permite que el servicio de transporte público sea utilizado para una mayor variedad de propósitos de viaje durante los días laborales y fines de semana como un beneficio para el usuario, sin embargo, esta no es una consideración primaria desde la perspectiva del residente DOTP. Mientras que el acceso a fuentes de empleo sí es una consideración primaria (Arrington & Cervero, 2008).

El tiempo de viaje tiene una fuerte influencia en la accesibilidad relativa (transporte público versus vehículo privado) y la decisión de utilizar el transporte público. Cervero (2003) en una investigación desarrollada para el estado de California, encontró que los usuarios de automóvil tienen en promedio, un tiempo de viaje 42 minutos más rápido que si usaran transporte público, pero para los usuarios del transporte público, el viaje en automóvil era más rápido solo por 23 minutos.

Otro punto importante es que los usuarios de transporte público son más sensibles a demoras imprevistas que a tiempos de espera programados, bajo estas características, sistemas que consideren en su diseño prioridad de paso serán más exitosos. Estos sistemas deben enfocarse en brindar un servicio confiable con buena velocidad de operación (Pratt, 2000).

Asimismo, mejorar el nivel de servicio hace que el sistema sea más conveniente y provoca un aumento en el número de usuarios. Este debe ser frecuente, de manera que los usuarios no requieran de un horario. Para las zonas DOTP es importante considerar que el sistema de transporte debe operar con buenos niveles de servicio durante todo el día, ya que estas áreas tienen diversos usos del suelo.

La probabilidad de aumentar el uso del transporte público en un DOTP se maximiza cuando se localiza cerca de un corredor ferroviario con buena conexión al servicio de buses. Cervero (2005) estimó las elasticidades para zonas con alta densidad o con alta potencial de desarrollo, donde hay estaciones a distancias que permiten acceder a ella caminando no más de 5 minutos y que han mostrado una determinación fuerte a incentivar el uso del transporte público y las caminatas:

- DOTP en Charlotte: 0,192.
- BART, San Francisco: 0,233.
- MetroLink San Luis, en la sección sur: 0,145.

Cervero (1994) encontró que la proximidad a las estaciones de tren es más determinante para el uso del sistema de transporte público en viajes de trabajo que los usos del suelo mixtos o la calidad del ambiente caminable. Aun así, todos los viajes en sistema de transporte público requieren que el usuario camine, de esta manera, es necesario proveer zonas seguras y confortables para que transite entre las estaciones y las comunidades que las rodean si se desea garantizar el éxito de los DOTP.

Por su parte, el estudio llevado a cabo por Lund, Cervero y Wilson (2004) mostró que la única variable relacionada con el diseño de los vecindarios capaz de explicar el uso del transporte público con motivo de trabajo entre los residentes de zonas DOTP es la conectividad de las calles al destino del viaje. En este mismo estudio se encontró que las variables de diseño urbano tienen una mayor influencia entre los trabajadores cercanos a la estación que sobre los residentes del área.

Sin embargo, dentro de cada DOTP, algunos valorarán altamente los tratamientos de peatones, mientras que otros no se disuadirán por su ausencia si el tránsito está cerca. Así, las actitudes de los residentes son importantes a la hora de diseñar. Dicho esto, los buenos tratamientos de diseño urbano probablemente hacen que la vida en densidades más altas sea más atractiva.

Erwing y Cervero, (2001) determinaron que los elementos individuales de diseño urbano raramente son significantes en la selección de viajes, por ejemplo, el pintar algunos pasos de cebra no va a influir en los usuarios. En un estudio anterior Cervero (1994) concluyó que dentro de un radio de 500 m a la redonda de las estaciones (ignorando asuntos de seguridad) las características constructivas del entorno importan poco. Mientras los lugares estén cerca de una estación, las características físicas de la vecindad inmediata son inconsecuentes. Según Erwin y Cervero (2001), el uso del transporte público depende en primer lugar de las densidades habitacionales y segundo lugar del grado de uso mixto del suelo.

Chatman (2005) encontró que, para los viajes con motivos diferentes al trabajo o estudio, el diseño de un ambiente caminable de calidad tiene una alta influencia en la selección del medio de transporte. También encontró que viajes caminando o en bicicleta a actividades diferentes al trabajo o estudio aumentaron en un 7.1% por cada 1000 trabajadores de tiendas minoristas en un radio de 800 m alrededor de las estaciones de transporte público. Este resultado muestra que la densificación de comercios minoristas junto con adecuadas facilidades peatonales cerca de una estación, pueden aumentar considerablemente los viajes con motivos distintos al trabajo o estudio.

2.2.4 Diseño de las zonas DOTP

El Instituto de Transporte y Políticas de Desarrollo (ITDP por sus siglas en inglés) elaboró el estándar DOTP (Intitute for Transportation and Development Policy, 2017), donde se resumen las prioridades para el desarrollo urbano contemporáneo, buscando dejar de lado el enfoque basado en el automóvil y cambiarlo por un nuevo paradigma donde la forma urbana y los usos del suelo se integren con modos de transporte eficientes y orientados a la persona: caminar, usar bicicleta y utilizar transporte público. Este estándar busca satisfacer 8 principios esenciales:

Caminar: La caminata es la manera más productiva de trasladarse si las zonas diseñadas para los peatones son concurridas, hay servicios deseados y estos servicios están localizados

convenientemente. Los tres objetivos de desempeño que se buscan bajo este principio son la seguridad, actividad en el entorno y comodidad.

Pedalear: Las bicicletas y otros modos de transporte no motorizados, como los bicitaxis, activan las calles y aumentan de manera importante el alcance del área de influencia de las estaciones de transporte público. Los objetivos que se buscan satisfacer bajo este principio son la provisión de condiciones seguras para los usuarios y estacionamientos para estos vehículos.

Conectar: Las rutas peatonales y ciclovías cortas requieren ser muy bien conectadas alrededor de pequeñas cuadras permeables. Esto es principalmente necesario para la accesibilidad a las estaciones de transporte público con el fin de evitar desalentar la movilidad no motorizada, producto de desviaciones. La existencia de una variada red de vías que permitan la movilidad para peatones y ciclistas con múltiples opciones de rutas hacia diferentes destinos, hace los viajes más entretenidos. Los objetivos que se buscan satisfacer bajo este principio son: rutas peatonales y para ciclistas cortas, directas y variadas, además, que dichas rutas sean más cortas que los accesos para vehículos motorizados.

Transportar: El transporte público es el responsable de conectar distintas partes de la ciudad para los peatones. El acceso y la proximidad al servicio de transporte público de alta capacidad es un requisito de estos sistemas, bajo el estándar DOTP. La alta capacidad del sistema de transporte público juega un papel importante, ya que permite la movilidad urbana equitativa y eficiente, al apoyar los patrones de desarrollo densos y compactos. El principal objetivo que se busca satisfacer bajo este principio es la accesibilidad a pie al sistema de transporte público de alta calidad.

Mezclar: Una mezcla equilibrada de usos de suelo y de las actividades dentro de un área local provoca que muchos traslados diarios puedan seguir siendo cortos y caminables. La presencia de usos de suelos diversos y establecimientos con horarios que funcionan en distintas jornadas mantienen las calles animadas y seguras, fomentando los viajes a pie y en bicicleta. Otro punto importante es permitir el acceso a vivienda, en estas zonas, a poblaciones de menor ingreso, de manera que se evite la dependencia al vehículo privado por parte de los diferentes estratos sociales. Los objetivos que se buscan satisfacer son: longitudes de viaje reducidas, debido a los usos del suelo diversos y complementarios, así como trayectos cortos para los grupos de menores ingresos.

Densificar: Las ciudades, con el objetivo de ser compactas y eficientes, requieren que los desarrollos inmobiliarios sean verticales y no horizontales de manera que se absorba el crecimiento urbano. La orientación al transporte público de estos desarrollos permite un servicio de mayor calidad, altas frecuencias y mejor conectividad que a su vez generan recursos para la inversión en mejoras y extensiones del sistema.

La densidad orientada al transporte público resulta en calles pobladas, asegurando que las áreas alrededor de las estaciones sean lugares animados, vibrantes y seguros, donde las personas deseen vivir. Como parte de este principio se busca lograr que las densidades residenciales y de trabajo permitan el transporte público de alta calidad.

Compactar: En una ciudad compacta las distintas actividades y usos están situados convenientemente cercanos, reduciendo el tiempo y energía requeridos para viajar entre ellos. Con distancias más cortas, las ciudades compactas requieren infraestructura menos extensa y costosa con mayores niveles de planeación y diseño, logran preservar el terreno rural dando prioridad a la densificación y reconstrucción de las zonas previamente desarrolladas. Mediante la creación de ciudades compactas se busca desarrollar el área urbana existente y promover modos de transporte más eficientes (transporte público, bicicletas, caminatas, etc.).

Cambiar: El desarrollo DOTP permite impulsar modos de transporte más eficiente de manera que sean más beneficiosos que el vehículo privado. Caminar, usar bicicleta o transporte público puede ser más fácil y conveniente que los automóviles. De esta manera, el espacio público puede ser recuperado, al reducir el número de estacionamientos y áreas destinadas a los vehículos.

2.3 Residentes y viajes característicos dentro de las zonas DOTP

2.3.1 Características de los viajes dentro de las zonas DOTP

Usualmente quienes viven dentro de las zonas DOTP utilizan el transporte público entre dos y cinco veces más que los usuarios de otras regiones, ya sea para viajes por trabajo, estudio u otras actividades. La principal razón para la utilización del transporte público en este tipo de usuarios es la autoselección. Los patrones de viaje en los residentes de DOTP dependen en gran medida del acceso al transporte público que hayan tenido antes de mudarse a estas áreas. (Arrington & Cervero, 2008).

El principal motivo para el aumento en el uso del transporte público en las zonas DOTP es que su uso se ve influenciado de manera significativa por la diferencia en el tiempo de viaje entre el automóvil y los medios de transporte colectivos en los sistemas extensivos, los cuales pueden variar en las distintas regiones. De esta manera, en cuanto la red de transporte unifique más centros de trabajo, oportunidades de educación y facilidades culturales, el uso del transporte público se incrementará. (Arrington & Cervero, 2008).

Los sistemas de transporte colectivo son estadísticamente confiables, lo cual quiere decir que para un sistema de trenes existentes se podría inferir la proporción de la población que lo utilizará en un hipotético DOTP, al compararlo con otra zona DOTP similar existente en el mismo sistema (Arrington & Cervero, 2008). Mediante un estudio realizado por Lund, Cervero y Wilson (2004) se analizaron 26 zonas residenciales cercanas a las estaciones del tren, en las cuatro principales zonas metropolitanas de California. A partir de esto, se pudieron enumerar características de los diferentes potenciales usuarios del sistema de transporte público:

Residentes en las zonas cercanas a la estación:

- Cerca de un 25% de los entrevistados, residentes en zonas DOTP, utilizan el transporte público para viajar al trabajo, esto es casi cinco veces mayor que en zonas no DOTP. Sin embargo, cerca de un 50% de todos los entrevistados, residentes en estas zonas, indicaron que nunca utilizan el transporte público para viajar al trabajo.
- El 29% de los inquilinos entrevistados utilizan el transporte público durante los días de trabajo y otro 7% indicó que lo utiliza varias veces a la semana. El 49% de los residentes indicaron que utilizan el *Bay Area Rapid Transit* (BART) todos los días laborales.
- En sistema de transporte público se realizan el 8% de los viajes con motivo distinto al trabajo en las zonas DOTP. Esto demuestra que la población que se mueve en su mayoría mediante transporte público, lo hace por motivos de trabajo.
- Aunque en los últimos años el uso del transporte público disminuyó en las ciudades, las zonas DOTP han resistido a esta tendencia.
- Entre los residentes permanentes con más de 10 años de vivir en zonas DOTP, un 29% utilizan el transporte público para viajes de trabajo y con otros propósitos contra un 17% entre aquellos que tienen menos de 5 años de vivir en estas zonas.

- Los factores que intervienen en la selección del modo de transporte, por parte del usuario, ya sea de manera positiva o negativa son: estacionamiento gratuito en los lugares de trabajo, flexibilidad en los horarios, aportes del patrono a los gastos en transporte y en menor grado variables de usos del suelo como densidad y conectividad de carreteras.

Trabajadores de oficinas en zonas cercanas a las estaciones:

- En promedio, cerca del 12% viajan en tren. Esto representó un aumento de 5 puntos porcentuales respecto a un estudio realizado en 1992 Cervero (1994).
- Entre los factores que intervienen en la selección del modo de transporte, además de la proximidad a las estaciones, están: disponibilidad de estacionamiento gratuito en el lugar de trabajo, aportes del patrono al costo del transporte, calidad de las zonas caminables entre la estación de tren y las zonas de trabajo, así como alimentadores del sistema de autobuses.

Hoteles, empleados y tiendas cercanas a las estaciones:

- De 111 personas entrevistadas, el 41% utilizan el tren para viajar al trabajo.
- El servicio de tren no es utilizado para llegar a los hoteles cercanos a las estaciones. Sin embargo, fueron pocos los usuarios entrevistados.
- Se entrevistaron a 1259 dueños de pequeñas tiendas, de ellos el 13% llegaron a sus puestos de trabajo haciendo uso del servicio de tren.

Dittmar y Ohland (2004) sintetizaron información de las encuestas de viajes al trabajo para zonas DOTP en tres regiones con alta densidad de viajes. Las zonas DOTP fueron definidas considerando un radio de media milla alrededor de las estaciones seleccionadas. En el Cuadro 2 se muestra el resultado:

Cuadro 2. Censo del año 2000, viajes con motivo de trabajo para zonas DOTP seleccionadas

Comunidad	Transporte público (%)	Caminata (%)	Vehículo privado (%)	Tipo DOTP
Arlington County	23	5	55	Condado
Court House	37	8	43	Centro suburbano
Claredon	34	6	47	Centro suburbano
Rosslyn	38	10	42	Centro suburbano
Ballston	38	7	42	Centro suburbano
San Francisco	31	8	41	Condado
Church / 24th	34	6	38	Vecindario urbano
Embarcadero	24	44	19	Vecindario urbano
Cook County	17	4	63	Condado
La Salle	25	37	25	Centro urbano
Chicago / Fullerton	44	8	36	Vecindario urbano
Chicago / Berwyn	38	5	42	Vecindario urbano
Evanston / Davis	19	24	42	Centro suburbano
Evanston/Dempster	22	14	49	Vecindario suburbano
Evanston/Main	55	22	7	Vecindario suburbano

Fuente: Dittmar y Ohland (2004)

Renne (2005) realizó un estudio similar, consideró datos del censo entre 1970 y el 2000, con el objetivo de evaluar las tendencias en el comportamiento del usuario durante este lapso. Aunque en 1970 el concepto DOTP no existía en estas zonas, para el año 2000 eran ampliamente reconocidas como DOTP.

Como resultado se obtuvo que, en los treinta años, el uso del transporte público con motivo de trabajo aumentó de 15.1% a 16.7%, comparado con el promedio regional, donde el uso del

transporte público ha disminuido (16.7% versus 7.1%), estos datos consideran las zonas con desarrollos más recientes que utilizan trenes regionales livianos como medio de transporte.

Renne (2005) encontró disminución en el uso del transporte público en zonas antiguas y que actualmente se encuentran en redesarrollo o sistemas DOTP maduros, donde existe un tren pesado como medio de transporte masivo, sin embargo, esta reducción es mucho menor que la observada en las zonas con un desarrollo distinto al DOTP.

2.4 Estrategias de los usuarios DOTP

Los factores que más influyen el comportamiento de los usuarios son: la proximidad a las estaciones, calidad del servicio y políticas de estacionamiento, en la Figura 4 se muestra el efecto de la proximidad a las estaciones en algunas ciudades norteamericanas. La existencia de estacionamientos gratis o a bajo costo, es el mayor desincentivo para el uso del transporte público. (Arrington & Cervero, 2008)

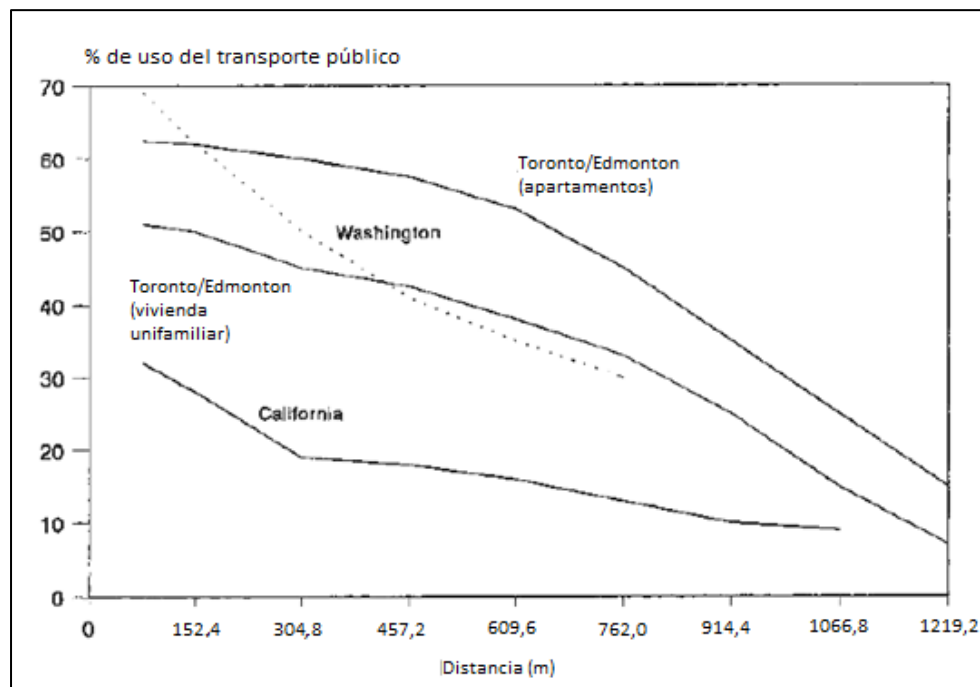


Figura 4. Uso del tren según la distancia a los sitios residenciales. Experiencias de ciudades canadienses, Washington DC y California.

Fuente: Cervero, R (1993) , Bernick & Cervero (1997).

Algunas estrategias efectivas para incentivar el uso del transporte público son: tarifas del servicio de transporte público, reducción de estacionamientos y programas que incentiven el uso de vehículo compartido. Las zonas DOTP deben ser las primeras en donde las agencias de transporte implementen programas especiales para incentivar el uso del transporte público (Arrington & Cervero, 2008).

Entre las variables que pueden ser objeto de cambio de políticas, los niveles y los precios del servicio de tránsito son los predictores más fuertes del número de usuarios en un DOTP. En el estudio realizado por el TCRP (1995) denominado *Transit ridership Initiative*, se identificaron 5 estrategias principales para incrementar el número de usuarios del transporte público: ajustes de servicio; tarifas y adaptaciones de precios; actividades de mercado y de información; planificación (enfoques basados en la comunidad y los clientes) y coordinación de servicios, consolidación y segmentación de mercado. Es razonable esperar que esta familia de estrategias convencionales para el uso del transporte en tránsito también sea efectiva para generar mayor número de usuarios en DOTP.

Dill (2005) demostró que en las zonas DOTP de Merrick, Portland, solo el 17% de las personas que utilizan el vehículo privado deben pagar por el estacionamiento en sus escuelas o trabajos, en contraste, más del 70% de los que actualmente utilizan el vehículo privado tienen estacionamiento gratis. En California se encontró que la probabilidad de viajes en transporte público para trabajo aumentó en casi un 70% si los residentes de la zona tienen privilegios como horarios flexibles y si debían pagar tarifas por el estacionamiento, esto versus un escenario sin horario flexible y con estacionamiento gratis. La siguiente Figura 5 muestra la relación entre políticas restrictivas para estacionamientos y asistencia del empleador con el transporte.

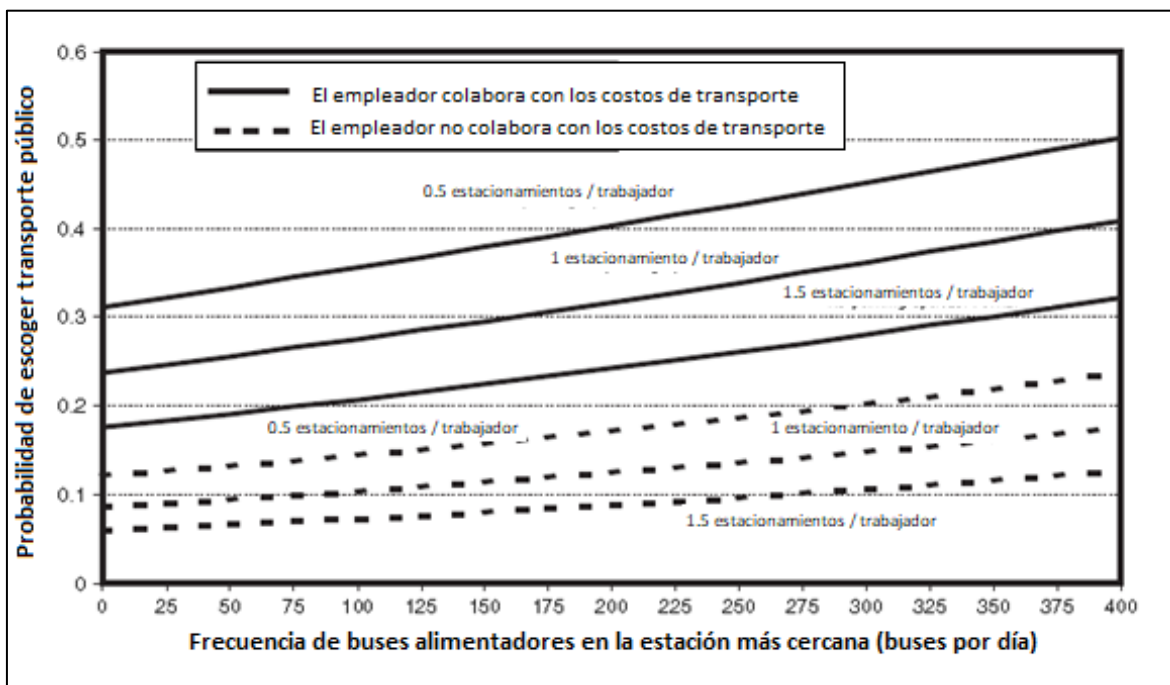


Figura 5. Sensibilidad del transporte ferroviario a la disponibilidad de estacionamientos y la ayuda del empleador con los costos del transporte en California.

Fuente: Lund, Cervero, & Wilson (2004).

2.4.1 Características de los residentes en zonas DOTP

La mayoría de los residentes en estas zonas, a lo largo de un sistema nuevo de transporte público, son personas solteras o parejas sin hijos. Usualmente estas personas son profesionales jóvenes o personas mayores sin hijos que residen con ellos. Estos usuarios tienen casi el doble de probabilidad de no tener automóvil y en promedio, tienen casi la mitad de los vehículos que los usuarios de zonas diferentes al DOTP. Las principales razones por las que las personas escogen vivir en una zona DOTP son: diseño de las zonas residenciales, costo de la vivienda y proximidad al sistema de transporte público (Arrington & Cervero, 2008).

En el análisis de datos del Censo de los Estado Unidos de América, del año 2000, Renne (2005) encontró:

- Los hogares ubicados en zonas DOTP tenían en promedio 0.9 vehículos comparados con 1.6 que poseían quienes vivían en logares diferentes.

- Los hogares ubicados en zonas DOTP tienen casi el doble de probabilidad de no tener un vehículo que quienes viven en zonas diferentes (18.5% versus 10.7%)
- Mientras que el 66% de los hogares de zonas no DOTP tienen 2 o más vehículos, solo el 40% de los hogares DOTP tienen la misma cantidad.
- En los hogares DOTP el 63% tienen menos de 2 vehículos comparado con un 45% de los demás hogares.

El estudio de Lund, Cervero y Wilson (2004) en 5304 residentes de zonas cercanas a estaciones de tren pesado y tren ligero en 26 proyectos habitacionales en el estado de California en los Estados Unidos de América, demostró que:

- Los residentes son más jóvenes que en las áreas vecinas. El 62% tienen entre 18 y 35 años.
- Existe una relativa alta ocupación de minorías étnicas y personas de color.
- El 70% de los residentes trabajan en oficinas y son profesionales, lo cual es de esperarse, ya que el sistema ferroviario de California provee un acceso bueno y con alta frecuencia al centro de la ciudad.
- El 83% de los entrevistados viven en hogares de 1-2 personas.
- Los residentes de zonas DOTP tienen menos tiempo de vivir en estas áreas que el residente típico de la ciudad.

Existen diferentes estudios donde se analizan los aspectos, que según los residentes de zonas DOTP, fueron más importantes para seleccionar su residencia, por ejemplo, el estudio de Lund, Cervero y Wilson (2004) encontró que la proximidad al transporte público fue clasificada como tercero en importancia, detrás del costo y calidad de la vivienda. El estudio de Dill (2005) enumeró los siguientes 10 factores según su importancia:

1. Calidad de la vivienda.
2. Fácil acceso a la ciudad.
3. Buen servicio de transporte público.
4. Unidades residenciales relativamente nuevas.
5. Accesibilidad a las unidades de vivienda.
6. Cercanía al lugar de trabajo.

7. Zonas de compra a distancia caminables.
8. Buen mantenimiento del vecindario.
9. Apariencia atractiva del vecindario.
10. Seguridad para caminar.

2.4.2 Desempeño del transporte en las zonas DOTP

Bajo las condiciones adecuadas, Arrington y Cervero (2008) encontraron que la reducción en las proporciones entre zonas residenciales y estacionamientos en un 50% para las zonas DOTP con un servicio de transporte público de calidad, puede resultar en:

- Incremento entre el 20% y 33% del potencial de densidad residencial DOTP, dependiendo del tipo de edificio que se considere.
- Ahorrar entre el 5% y 36% del costo potencial en estacionamientos, además de un incremento del área y densidad residencial.
- Aumentar los beneficios económicos para los desarrolladores o mejorar la accesibilidad a la vivienda.

En los Estados Unidos de América, entre 1970 y el 2000, el número de viajes realizados con motivo de trabajo en transporte público, aumentaron en las zonas DOTP, mientras que en las áreas alrededor de los DOTP hubo una reducción marcada. Además, el acceso a un sistema de transporte de calidad se ha convertido en una estrategia importante para las empresas que tratan de atraer trabajadores capacitados (Arrington & Cervero, 2008).

La adecuada integración del transporte público con el uso del suelo tiene como objetivo la reducción de la expansión urbana, lo que implica mejoras en la eficiencia de las ciudades como conjunto. Aumentar la densidad de las ciudades a la vez que se gestiona un sistema de transporte de calidad permite incrementar el número de usuarios del transporte público, lo cual reduce el número de viajes que se realizan en vehículos privados.

El aumento de los usuarios del transporte público estará relacionado con características del entorno, como lo es la distancia a las estaciones, el tiempo de viaje comparativamente con el vehículo privado, el respeto hacia el peatón en el diseño urbano y la variedad de usos del suelo que se hayan establecido. El concepto DOTP busca esta integración, promoviendo espacios de usos mixtos, donde

el diseño urbano favorezca a los peatones y permita acceder fácilmente al transporte público. El DOTP ha demostrado ser una filosofía de desarrollo eficaz para incentivar el uso del transporte público. Los residentes de estas zonas utilizan en mayor proporción el transporte colectivo e inclusive, poseen en menor cantidad vehículos privados, si se compara con zonas con desarrollo convencional.

2.5 Desarrollo Orientado al Transporte Público en América Latina

El Desarrollo Orientado al Transporte Público en América Latina ha sido poco implementado, aunque tiene un potencial importante. El caso más emblemático en esta región, donde el desarrollo urbano y la implementación de sistemas de transporte público se han realizado de manera paralela es la ciudad brasileña de Curitiba.

En esta ciudad el desarrollo se ha dado a lo largo de los recorridos de las líneas de sistema *Bus Rapid Transit* (BRT), apoyado en la expectativa del BRT y una norma urbana afín. Esto quiere decir que el sistema BRT no se ha limitado únicamente a las zonas ya desarrolladas, si no que se ha extendido a zonas con poco desarrollo. Este desarrollo ha permitido una descentralización coordinada, mostrada por los datos del Instituto de *Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba* (IPPUC), el cual indica que para 1974 el 92% de viajeros se desplazaban al centro de Curitiba, mientras para el 2004, este porcentaje se había reducido al 30%. Además, entre el 2000 y 2010 los 10 barrios que más absorbieron población en términos absolutos están localizados en áreas servidas por el BRT. (Rodriguez, 2013).

A pesar del aparente éxito de la ciudad de Curitiba, Ghidini (2009) señala que la racionalización del uso de suelo y el transporte público produjo una acumulación inmobiliaria, lo que a la postre terminó desplazando a los ciudadanos del centro de la ciudad y así para el 2003 vivían menos personas en el centro de Curitiba que en 1970. Además, Ghidini apunta que el desarrollo implementado no ha reducido el uso del vehículo privado, e indica que para 1990 se tenían 307 vehículos por cada 1000 habitantes, mientras para el 2009 el número subió a 560 vehículos por cada 1000 habitantes.

La ciudad de Bogotá y su sistema Transmilenio representa una enorme oportunidad para el DOTP. Sin embargo, tal como indica Duitama (2019), el sistema de transporte masivo no fue concebido

como una herramienta de planificación urbana, sino únicamente como un corredor de infraestructura. Esto explica porqué únicamente el 3.6% de los proyectos de vivienda social se encuentran a menos de 5 min a pie de una estación, el 10.3% se encuentra entre 5 y 10 minutos, el 12.3% entre 10 y 15 minutos y el 73,8% se encuentran a más de 15 minutos.

La segregación social, producto del transporte público y la planificación (o la ausencia de ella) no es exclusivo de Curitiba o Bogotá. Según Rodríguez y Vergel

las ciudades de América Latina suelen exhibir un gradiente de precios del suelo bastante pronunciado, donde las áreas con acceso privilegiado a los centros de mayor actividad tienen precios más altos que las áreas periféricas. Estas dos tipologías de estación del sistema tipo BRT (centro barrial y espacio verde) plantean preguntas sobre las posibles consecuencias que pueda tener el sistema tipo BRT en cuanto a incrementar la segregación de viviendas y la carga financiera en términos de movilidad para las personas de bajos recursos (2013).

Lo anterior denota el reto existente en las ciudades de América Latina por reducir la segregación social mediante una adecuada planificación urbana y sistemas de transporte masivo accesibles para toda la población.

Rodríguez y Vergel (2013) analizaron diferentes estaciones de sistemas BRT en Latinoamérica e identificaron las siguientes tipologías:

Cuadro 3. Tipologías de estaciones en sistemas BRT en Latinoamérica

Tipo de estación	Número de estaciones	Descripción
Troncal de uso mixto	17	Estaciones a lo largo de una troncal con un alto nivel de mezcla de los usos del suelo, incluyendo usos institucionales. No son áreas particularmente densas o con buena localización.
Centro de la ciudad (Centro histórico de Quito)	1	Centro histórico de Quito, con un alto nivel de concentración de empleos gubernamentales, gran cantidad de servicios e infraestructura para peatones, varios lugares de concentración de carácter público y privado, tales como iglesias y hoteles, así como una considerable actividad de galerías y locales comerciales.

Tipo de estación	Número de estaciones	Descripción
Centro urbano	7	Desarrollos de vivienda multifamiliar de alta densidad con una incipiente infraestructura para peatones y espacios públicos, así como una débil orientación hacia el sistema tipo BRT.
Troncal de uso institucional	12	Estaciones en troncales con usos institucionales, tales como escuelas, hospitales, iglesias, bibliotecas y centros recreativos no orientados al sistema tipo BRT.
Centro satélite orientado al sistema tipo BRT	2	Densidad de población alta, con presencia de infraestructura para peatones, áreas verdes, espacios públicos e instalaciones orientadas al sistema tipo BRT. Estaciones que se encuentran ubicadas lejos de los centros de mayor actividad, con un bajo nivel de consolidación y una gran disponibilidad de espacios abiertos.
Nexo	11	Conexiones entre líneas del sistema tipo BRT con otros medios de transporte. Se encuentran ubicadas en las intersecciones de avenidas y calles, por consiguiente, en algunos casos se constituyen en barreras entre la estación y el resto del entorno urbano.
Troncal de la Ciudad de Guatemala	5	Espacios verdes de baja calidad y bajo nivel de consolidación, con algunos usos institucionales, ubicados cerca de los centros de mayor actividad de la ciudad.
Centro comunitario	16	Uso del suelo residencial que se caracteriza por la presencia de viviendas unifamiliares adosadas localizadas en áreas no centrales de la ciudad, con algunos usos del suelo de tipo institucional orientados hacia el sistema tipo BRT.
Centro barrial	5	Alta densidad poblacional en desarrollos de uso residencial de relativa baja condición y calidad, con un considerable desarrollo de usos comerciales ubicados lejos de los centros de mayor actividad, pero con una buena orientación hacia el sistema tipo BRT. Varias estaciones en este conjunto tienen presencia de viviendas de origen informal.

Tipo de estación	Número de estaciones	Descripción
Áreas verdes	5	Terrenos sin desarrollar, espacios verdes de alta calidad con algunos usos institucionales y ubicados lejos de los centros de mayor actividad en la ciudad. Una de las estaciones (Base Naval en Guayaquil) corresponde a un uso de suelo institucional adyacente al aeropuerto, lo cual explica la presencia de terrenos sin desarrollar (extensas áreas verdes). Otras estaciones en Bogotá y Quito se encuentran en áreas de expansión urbana, generalmente ocupadas por viviendas de interés social.

Fuente: Rodríguez & Vergel Tovar (2013)

Los autores identificaron que las estaciones tipo centro satélite orientado al sistema BRT presentan características similares al DOTP. Similar ocurre con la estación del centro histórico de la ciudad de Quito. Sin embargo, no existen datos que permitan demostrar que este tipo de estaciones generan un mayor uso del sistema de transporte público.

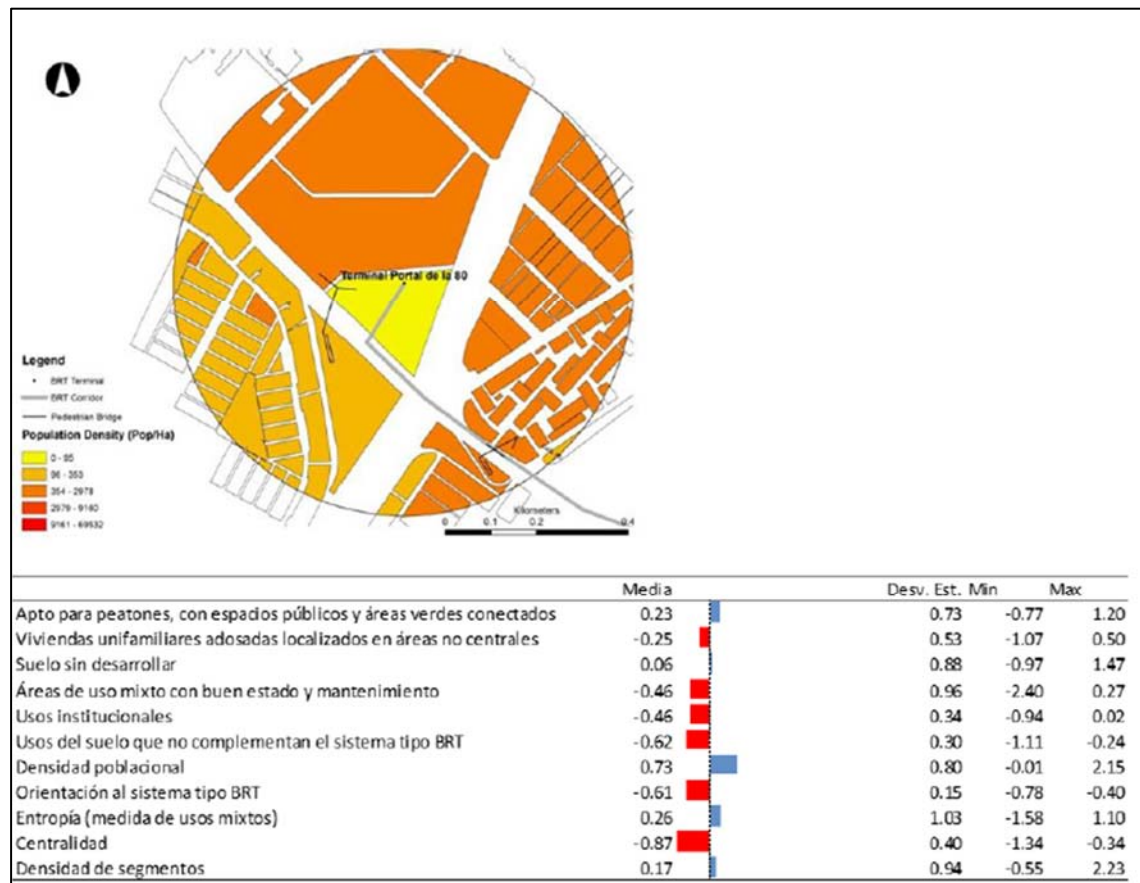


Figura 6 Estación Centro satélite orientado al sistema BRT- Portal 80 Bogotá, Colombia

Fuente: Rodríguez & Vergel Tovar (2013)

En México también encontramos ciudades donde existe un alto potencial para el desarrollo DOTP y en el caso de Monterrey, incluso se ha incluido legislación para promover este tipo de desarrollo en torno al sistema de metro y sus 39 estaciones, así como el servicio BRT llamado Ecovía (Gobierno de Nuevo León, 2021). Esta legislación se ha dado como parte de los Programas de Movilidad Sustentable, el cual busca incentivar los desarrollos DOTP con el objetivo de aumentar la densidad, principalmente en el Municipio de Monterrey.

No obstante, los programas relacionados con el desarrollo urbano no han logrado coherencia con el DOTP. Según menciona Ferniza (2021), aunque en los últimos años se ha observado un crecimiento del desarrollo inmobiliario atribuido a las facilidades que propicia el DOTP, estos desarrollos únicamente aprovechan las ventajas de estar cerca del transporte público, sin cumplir

con los requisitos que se demandan para considerarse como un proyecto DOTP, como lo son la construcción de espacios públicos o el acceso multimodal a las estaciones. De esta manera, aunque el gobierno local los considere proyectos de Desarrollo Orientado al Transporte Público, únicamente se podrían llamar desarrollos adyacentes al transporte. Sobre el caso del Municipio de Monterrey, Ferniza (2021) también apunta que tras la puesta en marcha de la zona DOTP, las viviendas aumentaron en menos de un 1%, la población cayó en un 7.7% y la densidad se mantuvo prácticamente igual.

Como se ha mencionado en los anteriores párrafos, el DOTP tiene un gran potencial en Latinoamérica. Proyectos relacionados con diferentes modos de transporte como BRT, metros o trenes ligeros, brindan condiciones que pueden impulsar este tipo de desarrollo. Existen ciudades cuyos esfuerzos han sido reconocidos a nivel mundial, como es el caso de Curitiba, también existen otras que han implementado planes específicos para un desarrollo urbano más eficiente y asociado a los medios de transporte público, como el municipio de Monterrey. Bogotá, con el Transmilenio, tiene una enorme oportunidad gracias a la altísima demanda de su sistema, pero aún carece de los proyectos de asociados al transporte público. En las ciudades latinoamericanas los retos son importantes, quizás el mayor sea alinear el desarrollo urbano con el transporte público, lo que permitiría generar ciudades más eficientes y agradables para el ciudadano.

CAPITULO III: Metodología

3.1 Definir instituciones a cargo:

Se debe mapear las instituciones encargadas del ordenamiento y la movilidad en el GAM, así como definir sus facultades para planear, dirigir y administrar el desarrollo. Es necesario buscar las instituciones responsables de:

- Establecer una visión para el área a intervenir.
- Conjuntar terrenos necesarios para un desarrollo.
- Habilitar predios para su desarrollo.
- Establecer lineamientos de diseño.
- Participar en el desarrollo inmobiliario y revitalización.
- Financiar los proyectos DOTP.

La duplicidad de responsabilidades o la inexistencia de normativa que permita identificar una estructura institucional capaz de ayudar a la implementación DOTP es una clara limitación del estudio. Al no existir un marco institucional que facilite información necesaria, los datos requeridos pueden encontrarse de manera dispersa, desactualizada o no existir.

3.2 Análisis de mercado

La fortaleza del mercado inmobiliario en una comunidad específica es determinante para establecer el tipo de inversión que debe realizarse. Es difícil lograr inversión privada en zonas con un mercado limitado o inexistente. Por otra parte, áreas con mercados fuertes no necesitan el mismo nivel de intervención para atraer la inversión o promover una tipología constructiva específica.

Áreas con mercados emergentes, que presentan cierta fortaleza de mercado, con poco desarrollo urbano, pero con usos de suelo mixtos son candidatos para la intervención estatal. Los programas de intervención ayudan a impulsar un mercado maduro y promover la densificación del desarrollo y calidad de la infraestructura, ya que los edificios de uso mixtos y alta densidad son significativamente más costosos (Center for Transit Oriented Development, 2011).

El potencial de desarrollo que una zona tiene está relacionado con el precio de los terrenos y este dato puede ser afectado no solo por las características actuales, sino por la expectativa de desarrollo, variable que es difícil de medir debido al desconocimiento del nivel de inversión que estará dispuesto a realizar tanto el sector público como privado.

La guía de implementación de políticas y proyectos de desarrollo orientado al transporte (Veloz, 2015) define las zonas de potencial emergente y potencial fuerte para el desarrollo DOTP de la siguiente manera:

Potencial emergente: existe suelo disponible para el desarrollo. Puede ser un área deteriorada, pero se encuentra cerca de un centro de actividad económica. La intervención gubernamental puede ser un catalizador para su desarrollo y revitalización, ya que por sí misma podría no desarrollarse en un plazo inmediato.

Potencial fuerte: las zonas con potencial fuerte inmobiliario suelen estar cerca del centro de las ciudades, pero donde aún se encuentra suelo disponible para el desarrollo y donde existen elementos atractivos para el público y los desarrolladores. En estas zonas, las intervenciones gubernamentales pueden ayudar a incentivar más el desarrollo (pág. 25).

En una primera etapa, se evaluarán las 11 estaciones intermodales sugeridas en el Proyecto del Tren Eléctrico de Pasajeros del Instituto Costarricense de Ferrocarriles. De estas estaciones, se seleccionarán las 6 con mejores características para la implementación del DOTP, considerando los siguientes criterios, analizando un área de un kilómetro de diámetro alrededor de cada estación:

- Cantidad de unidades habitacionales.
- Presencia de centros de actividad económica.
- Cantidad de viviendas desocupadas.
- Costo promedio por metro cuadrado.
- Demanda de viviendas a nivel cantonal.
- Área disponible para desarrollar.
- Demanda de pasajeros proyectada en el proyecto del tren eléctrico.
- Área dedicada a usos del suelo residenciales o comerciales.

Los detalles de las variables anteriores se indican el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Comparación de las variables utilizadas en el análisis a nivel de mercado en este estudio con las recomendadas por ITDP

ITDP México	Variables analizadas en esta investigación	Objetivo	Motivo para usar esta variable	Modificación respecto a guía ITDP*
Número de viviendas	Cantidad de unidades habitacionales.	Conocer el % de viviendas dentro del área de influencia, como proporción del total de viviendas dentro de todas las estaciones analizadas.	Zonas con alta oferta de viviendas pueden atraer más residentes. Esta es una de las variables recomendadas por el ITDP para conocer el estado del mercado en zonas cercanas a estaciones.	-
Tasa de ocupación de espacios para oficinas y comerciales construidos.	-	-	-	No se cuenta con información sobre tasas de ocupación de edificios, por lo tanto, no fue posible utilizar esta variable.
Localización de viviendas, oficinas y desarrollos comerciales ofertados.	Centros de actividad económica.	Conocer la existencia de centros de trabajo importantes, que permitan atraer habitantes.	El acceso a fuentes de empleo es una consideración primaria para los habitantes de zonas DOTP.	La guía ITDP sugiere considerar la localización de viviendas, oficinas y desarrollos comerciales ofertados, sin embargo, esta fue ajustada a determinar la ubicación de centros de actividad económica, como lo son centros educativos, culturales, entidades gubernamentales, servicios urbanos y zonas industriales.
Viviendas abandonadas.	Viviendas desocupadas.	Conocer la oferta de espacios residenciales en la zona.	Zonas con alta oferta de viviendas pueden atraer más residentes. Esta es una de las variables recomendadas por el ITDP para conocer el estado del mercado en zonas cercanas a estaciones.	La información de censo nacional 2011 permite conocer la cantidad de viviendas deshabitadas por UGM, no necesariamente viviendas en condición de abandono.
Costo promedio por metro cuadrado de las propiedades ofertadas.	Costo promedio por metro cuadrado.	Conocer el costo promedio por m ² en las cercanías de las estaciones.	Espacios disponibles para desarrollar y a un costo accesible hace más atractiva una zona, ya que le da facilidades a los desarrolladores, siempre que resulte atractivo para el público.	-
Demanda de viviendas, oficinas y comercios al año.	Demanda de viviendas.	Conocer la demanda de viviendas en las zonas aledañas a las estaciones.	Mayor demanda de viviendas significa mayor potencial de desarrollo, lo que implica que se requiere menor intervención pública para implementar el DOTP.	La demanda de viviendas se conoce a nivel cantonal, lo cual es inconveniente. Idealmente, esta información debería conocerse al menos a nivel distrital, sin embargo, no fue posible disponer de estos datos.

ITDP México	VARIABLES analizadas en esta investigación	Objetivo	Motivo para usar esta variable	Modificación respecto a guía ITDP*
Proyecciones de población	-	-	-	Esta información es útil para la evaluación a nivel de mercado, sin embargo, no se contó con ella para este estudio.
-	Área disponible para desarrollar.	Conocer la existencia de terrenos por desarrollar	La existencia de espacios por desarrollar son características en zonas con potencial emergente. No obstante, es necesaria la intervención gubernamental, como catalizador del desarrollo.	Aunque la guía ITDP no incluía esta variable dentro de las consideradas en el estudio a nivel de mercado, si menciona que es una característica de las zonas con potencial emergente. Teniendo en cuenta que en el país no existen zonas con desarrollo DOTP y que prácticamente en la totalidad de las estaciones se requiere la densificación urbana, se consideró que la disponibilidad de terrenos en las cercanías de las estaciones es una característica deseable.
-	Demanda de pasajeros proyectada	Conocer la posible afluencia de personas por la estación. Esto puede influir en la viabilidad de pequeños comercios, como tiendas de conveniencia, además indicar un posible mercado inmobiliario.	Usualmente quienes viven dentro de las zonas DOTP utilizan el transporte público entre dos y cinco veces más que los usuarios de otras regiones. Estaciones con alta afluencia pueden ser aptas para desarrollos inmobiliarios o comerciales.	Se consideró necesario priorizar las estaciones con mayor tránsito de pasajeros. Aunque la guía ITDP no sugiera esta variable, un alto flujo de pasajeros estaría relacionado a otras variables que facilitarían la implementación del desarrollo ITDP
-	Usos del suelo.	Determinar la presencia de usos mixtos que potencien la implementación del DOTP	Existe una correlación entre usos mixtos del suelo y un mayor uso del transporte público. La existencia de usos mixtos de suelo en los DOTP permite que el servicio de transporte público sea utilizado para una mayor variedad de propósitos de viaje durante los días laborales y fines de semana	La existencia de usos del suelo residencial y comercial en las zonas cercanas a las estaciones, es un factor importante previo al desarrollo DOTP. Por este motivo se consideró importante evaluarlo en el estudio a nivel de mercado.

Fuente: * ITDP México (2015)

3.3 Diagnóstico a nivel de ciudad

Consiste en determinar cuáles zonas cercanas al transporte son aptas para el redesarrollo o redensificación. Para ello es necesario un diagnóstico del desarrollo urbano y movilidad en estas áreas. Además, se requiere contar con información estadística y georreferenciada que permita visualizar dónde hay potencial de aplicar políticas DOTP.

El primer paso es mapear las rutas de autobús y tren urbano, posteriormente, establecer el área de influencia de cada estación, mediante un búfer de 800 m.

Una vez definida el área de influencia, se recolecta información sobre diversos factores demográficos, económicos, de uso del suelo, equipamiento y servicios.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de este mapeo:

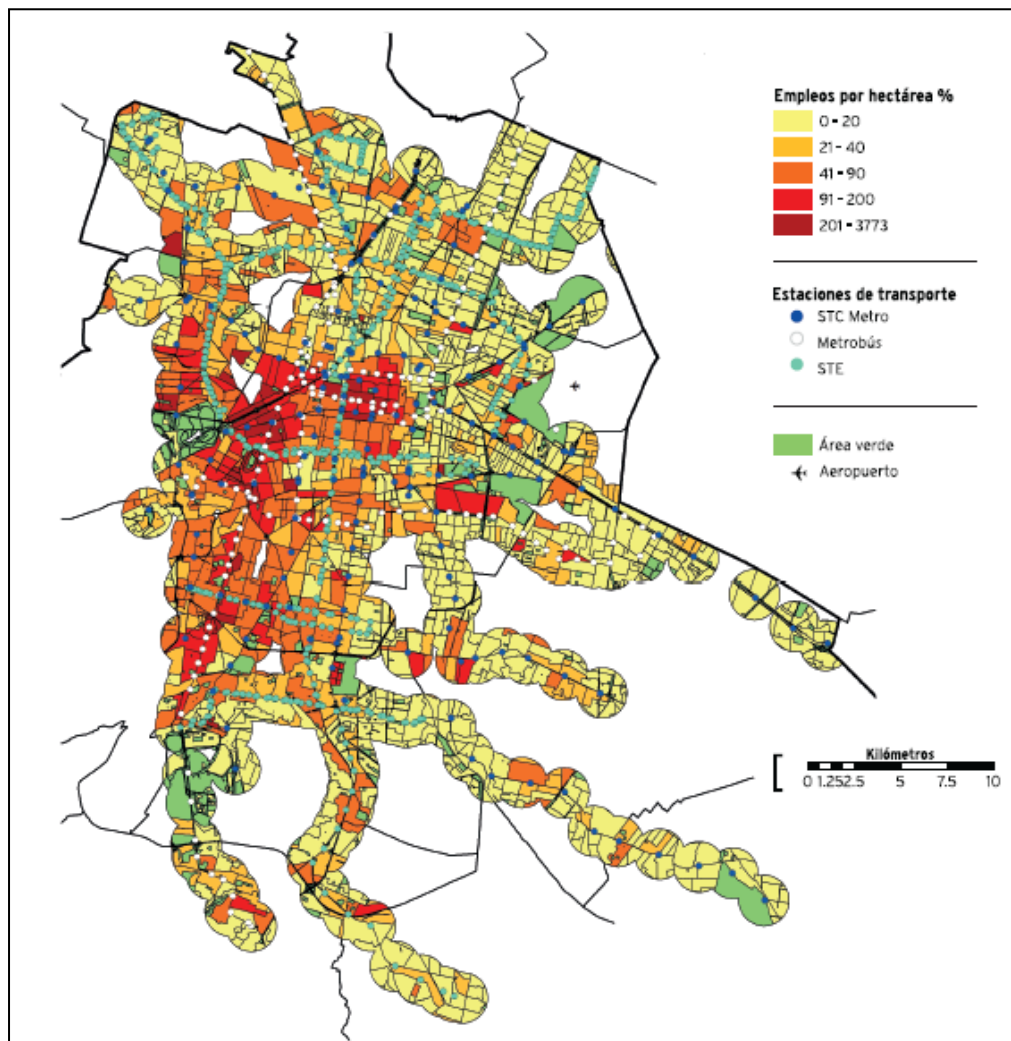


Figura 7. Mapeo del empleo en el Distrito Federal, México

Fuente: ITDP (2015).

En esta etapa la cantidad y calidad de información con la que se cuente será un factor que afectará directamente la calidad de la cartografía se brinde. Esta información será brindada por las instituciones que se logren identificar en el punto 1.

Para el análisis a nivel de ciudad, se evaluarán el grupo de estaciones que surjan de la primera etapa. En cuanto a la selección de las variables consideradas, se utilizó la guía de implementación de políticas y proyectos de desarrollo orientado al transporte, hacia ciudades bajas en emisiones (ITDP México, 2015), sin embargo, fue necesario hacer algunas modificaciones debido a la disponibilidad de información. Las variables utilizadas en este estudio son:

- Densidad poblacional.
- Población entre los 18 y 39 años que habitan dentro del área de influencia.
- Porcentaje de la población que trabaja.
- Cantidad de habitantes con educación superior.
- Disponibilidad de vehículos motorizados.
- Diversidad del uso de suelo.
- Cercanía a centros de salud.
- Cercanía a centros de educación.

En el Cuadro 5 se describen estas variables:

Cuadro 5. Variables utilizadas en el análisis a nivel de ciudad y su comparación con las sugeridas por el ITDP

Clasificación de la variable	ITDP	VARIABLES analizadas en esta investigación	Modificación respecto a guía ITDP*
Demográfica	Densidad poblacional.	Densidad poblacional.	-
	Viviendas y predios desocupados dentro del área de influencia.	Residentes con edades entre 18 y 39 años dentro del área de influencia.	En el análisis a nivel de mercado se consideraron las viviendas desocupadas y los espacios con disponibilidad de desarrollo, por este motivo se sustituyó por "Edad de los residentes", se priorizarán las estaciones con mayor población con edades entre los 18 y 39 años. Esta priorización se hace considerando el estudio de Lund, Cervero y Wilson (2004).
Económica	Empleo.	Porcentaje de la población que trabaja.	-
	Marginación.	Educación.	La variable marginación fue sustituida por educación, donde se cuantificó la cantidad de habitantes con educación superior. Esta variable se utiliza considerando que personas con mayor nivel de educación, dentro de una zona DOTP, son más propensos al uso del transporte público, tal como lo indican Arrington y Cervero (2008)
	Nivel socioeconómico.	Porcentaje de viviendas con vehículos motorizados en el hogar.	No se dispone de información sobre niveles socioeconómicos, por este motivo se sustituyó por disponibilidad de vehículos motorizados por vivienda. En Costa Rica, las familias de menores recursos habitualmente no poseen un vehículo privado y dependen mayoritariamente del transporte público para los viajes con motivo de trabajo o estudio.
Utilización del suelo	Uso del suelo permitido.	Diversidad del uso del suelo.	La guía sugiere el análisis de información que no fue posible conseguir. Por tal motivo, se analiza la diversidad del uso del suelo, mediante los indicadores de entropía y Herfindahl – Hirschman.
	Uso del suelo real.		
	Potencial constructivo.		
	Potencial utilizado.		
	Zonas con potencial de revitalización o reciclamiento.		
Equipamiento y servicios públicos	Suministro de agua y drenaje.	-	En las zonas analizadas, la totalidad de la población cuenta con suministro de agua potable y algún sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que utilizar esta variable no agrega ningún valor. Sin embargo, las zonas que posean alcantarillado sanitario serían más fácilmente densificables que aquellas que no posean este servicio, no obstante, para este estudio no se contó con esta información.

Clasificación de la variable	ITDP	VARIABLES analizadas en esta investigación	Modificación respecto a guía ITDP*
	Servicio de recolección de residuos.	-	Todas las zonas cuentan con recolección de residuos, por lo que utilizar esta variable no agrega ningún valor.
	Centros de educación básica, media superior y superior.	Cercanía a centros de educación.	-
	Centros de salud.	Cercanía a centros de salud.	-
	Suelos de propiedad municipal o estatal.	-	Esta variable se consideró en el análisis de mercado, por tal motivo no fue considerada en esta etapa.

Fuente: * ITDP (2015)

Para la siguiente etapa se seleccionarán las 4 áreas que presenten las mejores condiciones.

3.4 Diagnóstico a nivel de área DOTP

Una vez definidas las estaciones a analizar se recaba información más detallada, mediante la aplicación del estándar DOTP, aplicando las modificaciones planteadas por Segura (2019), dentro de un área definida de 500 m, caminables, alrededor de las estaciones seleccionadas a partir del análisis a nivel de ciudad.

Cuadro 6. Método de aplicación del estándar DOTP

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
Caminar (CN): 15 pts.	Porcentaje de aceras completas y accesibles para todo tipo de usuario	Longitud total (en metros) de todas las fachadas de una cuadra completa.	100%: 3 puntos 99% - 90%: 2 puntos
		Longitud (en metros) de todas las fachadas de una cuadra completa con vías peatonales completas.	89% - 80%: 1 punto < 80%: 0 puntos
	Porcentaje de intersecciones seguras y accesibles para todos los usuarios en todas direcciones	Número de intersecciones que requieren infraestructura para cruces peatonales.	100%: 3 puntos 99% - 90%: 2 puntos
		Número de estas intersecciones con cruces peatonales adecuados.	89% - 80%: 1 punto < 80%: 0 puntos
	Porcentaje de segmentos de acera con conexión visual con la actividad en el interior del edificio	Número total de segmentos de vías peatonales de una cuadra.	>=90 %: 6 puntos 89% - 80%: 5 puntos
		Número de segmentos de vías peatonales públicas que califican como visualmente activas. La fachada visualmente activa se define como la longitud de la fachada del edificio de la planta baja que colinda	79% - 70%: 4 puntos 69% - 60%: 3 puntos 59% - 50%: 2 puntos < 49%: 0 puntos

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
		con las aceras públicas que es visualmente penetrable.	
	Cantidad promedio de tiendas, ingresos a edificios u otros accesos peatonales por cada 100 m de fachada	Longitud total de fachada que cuenta con acera, dividida entre 100	> 5: 2 puntos 4-3: 1 punto
		Número total de entradas a lo largo de vías peatonales públicas.	<3: 0 puntos
	Porcentaje de aceras que incorporan adecuadamente sombras y zonas de refugio	Número de los segmentos de las vías peatonales que incorporan adecuadamente el elemento de sombra o refugio.	>=75%: 1 punto < 75%: 0 puntos
Usar bicicleta (PD): 5 pts	Acceso a ciclovías seguras	Identificar todas las calles y callejones de la red en el área que califican como zonas seguras para ciclistas y que conectan con una estación de transporte público. Identificar el edificio más alejado de la zona segura para ciclistas y medir la distancia desde el edificio hasta la zona segura.	<=100 m: 2 puntos 101-200 m: 1 punto > 200 m: 0 puntos
	Se dan las facilidades para estacionar bicicletas de manera segura y amplia en todas las estaciones de transporte público	Multiespacios de estacionamiento para bicicleta facilitados a 100 metros de todas las estaciones de transporte público. 1=Sí 0=No	Hay espacios: 1 punto No hay: 0 puntos
	Porcentaje de edificios que brindan áreas amplias y seguras para estacionar bicicletas	Se identifican los edificios donde, según su tamaño e importancia en el impacto social y/o económico se debería contar con estacionamiento.	>=25%: 1 punto < 25%: 0 puntos

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
	Los edificios permiten a los inquilinos almacenar bicicletas al interior.	¿Se indica en el plan regulador la necesidad de estacionamientos adecuado para bicicletas?	Si: 1 punto No: 0 puntos
Conectar (CT): 15 pts.	Longitud de la cuadra peatonizada más larga.	Estimar la longitud (en metros) de cada cuadra que se ubica completamente dentro del área de estación. ¿Cuál es la longitud de la cuadra en el percentil 90avo? (en el 10mo las cuadras son las más largas y en el 90avo son las más cortas).	90% de las cuadras: + cortas que 110 m, 10 puntos 111-130 m: 8 punto 131-150 m: 6 puntos 151-170 m: 4 puntos 171-190 m: 2 puntos + del 10% mayores de 190 m: 0 puntos
	Relación entre las intersecciones peatonales/ciclistas con las intersecciones para vehículos motorizados.	Número de intersecciones de automóviles dentro del desarrollo o área de estación y hacia la línea central de calles periféricas. Número de intersecciones peatonales/ciclistas dentro del desarrollo o área de estación y hacia la línea central de calles periféricas.	>=2: 5 puntos 1,99-1.5: 3 puntos 1.49-1: 1 punto <1: 0 puntos
Transporte público (TP): Sí/no	Distancia caminando a la estación más cercana.	1. ¿Cuál es la distancia de caminata (en metros) a la entrada del edificio que se encuentra más alejado de una estación de transporte público de alta capacidad? (si no hay ninguna, conteste la pregunta 2).	Si/No Si la distancia caminable es más de 1000 m para la una estación de transporte público de alta capacidad o 500 m a un servicio de transporte público conectado al sistema

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
		2. Si no hay transporte público de alta capacidad, ¿cuál es la distancia de caminata (en metros) a la entrada de un edificio que se encuentra más alejado de un servicio de transporte público que esté conectado a una estación de transporte público de alta capacidad en menos de 5 kilómetros?	de alta capacidad, la zona no es apta para aplicar el estándar TODP.
Mezclar (MZ): 17 pts	Usos de suelo residenciales y no residenciales combinados dentro de la misma cuadra o en cuadradas adyacentes.	Determine el uso predominante en el área de la estación. ¿A qué área del total construida corresponde?	50%-60% del total de área construida: 8 puntos 61%-70% del total de área construida: 6 puntos 71%-80% del total de área construida: 4 puntos >80% del total de área construida: 0 puntos
	Porcentaje de edificios a distancia caminable de escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos.	¿Qué porcentaje de edificios están a un radio de 500 metros de una fuente de alimentos frescos?	80% o más de los edificios están dentro de la distancia especificada: 100 tipos: 3 puntos 100 tipos: 2 puntos 1 tipo: 1 punto <80% de los edificios están dentro de las distancias especificadas, 0 puntos
		¿Qué porcentaje de edificios están a un radio de 1000 metros de una escuela o colegio?	
¿Qué porcentaje de edificios están a un radio de 1000 metros de servicios de salud o farmacia?			

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
	Porcentaje de edificios ubicados en un radio de 500 m desde un parque o zona de juegos.	¿Qué porcentaje de edificios están a un radio de 500 metros de parques o zonas de juegos?	<p>>=80%: 1 punto</p> <p><80%: 0 puntos</p>
	Porcentaje del total de unidades residenciales consideradas asequibles.	Porcentaje de viviendas en venta o renta con un precio igual o inferior al 30% de la media de la ciudad. Debido a que no se cuenta con esta información, este punto no se evaluará.	No se evalúa debido a que esta información no se encuentra disponible.
	Porcentaje de residentes que viven en el sitio desde antes del proyecto, se mantienen o reubican a poca distancia.	Identifique la cantidad de hogares elegibles en el sitio antes del proyecto. Si no hay hogares preexistentes en el sitio, el proyecto acumula los tres puntos completos y no se necesitan más evaluaciones.	100% de los habitantes se mantienen o se reubican a una distancia no mayor de 250 m de su dirección previa, o son compensados según su elección o no existen habitantes en la zona: 3 puntos.
Identifique la cantidad de hogares elegibles que se mantienen, se vuelven a hospedar en el lugar o que eligen una compensación.		100 % de los habitantes que escogieron ser reubicados lo hicieron a una distancia no mayor de 500 m de su dirección previa: 2 puntos.	
Identifique la cantidad de hogares elegibles que se realojan dentro de una distancia de 250 m a pie de su dirección anterior.		Menos del 100 % de los habitantes se mantuvieron en la zona o fueron reubicados cerca de su dirección previa: 0 puntos.	
Identifique la cantidad de hogares elegibles que se realojan dentro de una distancia de 500 m a pie de su dirección anterior.			

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
	Porcentaje de empresas y servicios que se ofrecen a residentes locales preexistentes en el sitio del proyecto, se mantienen en el sitio o se reubican a poca distancia.	Todos las empresas y servicios elegibles se mantienen en el mismo sitio o han sido reubicados a no más de 500 m de su dirección original o no existe ninguna empresa o servicio previo al inicio de la construcción del proyecto.	Sí: 2 puntos No: 0 puntos
Densificar (DS): 15 pts.	Lograr alta densidad residencial en comparación con las mejores prácticas aplicadas en proyectos similares o zonas de influencia de la estación.	Se compara la densidad del área de influencia (hab/ha) con el percentil 25, percentil 50 y percentil 75 del GAM.	<p>La densidad poblacional es igual o mayor al percentil 75 de la GAM (225 hab/ha): 15 puntos.</p> <p>La densidad poblacional es menor al percentil 75 de la GAM y mayor al percentil 50 de la GAM (122 hab/ha): 10 puntos.</p> <p>La densidad poblacional es menor al percentil 50 de la GAM y mayor al percentil 25 (75 hab/ha) de la GAM: 5 puntos.</p> <p>La densidad poblacional es menor al percentil 25 de la GAM: 0 puntos.</p>

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
Compactar (CP): 10 pts.	Grado de desarrollo dentro del área de influencia.	Área total desarrollable, dentro de la zona de influencia de la estación.	Porcentaje de la zona desarrollable construida: >=90 %: 8 puntos 89%-80%: 6 puntos 79%-70%: 4 puntos 69%-60: 0 puntos <60%: 0 puntos
		Área total desarrollable que está construida.	
	Cantidad de opciones de transporte que son accesibles dentro de una distancia caminable.	Número de líneas de transporte público de alta capacidad en un radio de 1 kilómetro alrededor del área de desarrollo, SIN incluir la estación de transporte principal.	Sistema de alta capacidad adicional: 2 puntos. Sistema de bicicletas públicas: 2 puntos. Sistema de transporte público regular: 1 punto.
		Número de líneas de transporte público regular en la misma área.	
¿Hay un sistema aplicable de bicicleta pública? 1=sí 0=no.			
Cambiar (CB): 15 pts	Total del área fuera de las vías que se dedica a estacionamiento, como porcentaje del área desarrollado.	Cuantificar la superficie total de las áreas de estacionamiento fuera de vía (excepto el estacionamiento esencial como parqueos para discapacitados, vehículos compartidos y servicios esenciales) en el desarrollo, incluyendo todos los accesos relacionados comenzando desde la línea de acceso a la propiedad.	Área de parqueos no esenciales es igual a: 0%-10%: 8 puntos 11%-15%: 7 puntos 16%-20%: 6 puntos 21%-25%: 5 puntos 26%-30%: 4 puntos 31%-40%: 2 puntos

Principio	Elemento por medir	Método de medición	Escala
		Área total del terreno del desarrollo o área de estación.	>40%: 0 puntos
	Promedio de vías (vehículos motorizados) por cada 100 m de fachada de cuadra.	Longitud total de fachada por cuadra, dividida entre 100.	<=2 vías por cada 100 m de fachada de cuadra: 1 punto
		Número total de accesos que interseca una vía peatonal.	>2 vías por cada 100 m de fachada de cuadra: 0 puntos
	Porcentaje del área desarrollada utilizada como estacionamiento sobre carretera o destinada para el uso de vehículos motorizados.	Área total de los carriles de tráfico, incluyendo las áreas de las intersecciones, pero sin duplicar su contabilización.	Área para vehículos motorizados es: <=15% de área: 6 puntos 20%-16% del área: 3 puntos >20% del área: 0 puntos
		Área total de carriles de estacionamiento.	
		Área total del sitio de desarrollo, extendida hasta la línea central de las calles periféricas.	

Fuente: ITDP (2017) y Modificado por Segura (2019).

Las modificaciones realizadas en el estándar DOTP (2017) se muestran a continuación:

- Como no se cuenta con los planos constructivos de los edificios de la zona de estudio para poder determinar las áreas mayores de 500 m² de construcción para el principio Pedalear, se seleccionaron edificios que, por su tamaño y uso, tengan un alto impacto en términos de visitación, Segura (2019).
- Se modificó el indicador que mide el acceso de las bicicletas a los edificios y se sustituye por evaluar si se considera en el plan regulador el estacionamiento de bicicletas, Segura (2019).
- En el principio Mezclar se requiere cuantificar la vivienda asequible dentro del área de influencia, sin embargo, esta información no se encuentra disponible, por lo cual el puntaje asignado en todos los casos es cero, Segura (2019).
- La evaluación del principio Densificar se modificó, de manera que se considera como punto de comparación la densidad poblacional de la GAM: se compara la densidad del área de influencia (hab/ha) con el percentil 75, percentil 50 y percentil 25 de la GAM, tal como se muestra en la tabla anterior.
- El principio Mezclar no incluye la evaluación de unidades residenciales consideradas asequibles en la zona, por este motivo la puntuación máxima obtenible es 92, lo cual representaría un cumplimiento del 100% de estándar.

Estas modificaciones permiten la aplicación del estándar DOTP, a pesar de la ausencia de información, sin embargo, también genera distorsiones en la evaluación. Los valores base considerados, por ejemplo, en el principio Densificar resultan bastante altos y difíciles de cumplir en las zonas analizadas. El estándar propone una evaluación mediante comparación de zonas dentro de la misma ciudad que resulta más adecuado, sin embargo, la información necesaria para realizar este cálculo no se encuentra disponible.

3.5 Definir la regulación e incentivos necesarios:

Definir los instrumentos normativos que permitan:

- Planificación.
- Control del suelo.
- Coercitivos.

- Adquisición pública del suelo.
- Gestión del desarrollo.
- Normativos en leyes distintas al desarrollo urbano.
- Coordinación.

Instrumentos económicos:

- Fiscales.
- Financiamiento.

3.5 Plan de implementación

La caracterización de la zona y el diagnóstico realizado en los pasos anteriores, funcionan como base para definir la estrategia para implantar el DOTP. En la siguiente tabla se muestran algunas políticas e instrumentos a aplicar, recomendados por ITDP México (2015).

Cuadro 7. Políticas e instrumentos por implementar según la situación del área DOTP

Situación	Potencial para DOTP	Políticas e instrumentos para realizar el potencial
Densidad de población menor de 90 hab/Ha.	Albergar una mayor cantidad de habitantes.	<p>Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redensificación según la capacidad de carga del área. • Localizar vivienda social construida en estas zonas <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación <ul style="list-style-type: none"> - Permitir usos habitacionales en zonas de reciclamiento. - Aumentar densidad permitida en vivienda. - Garantizar la existencia de diferentes tipologías de viviendas que alberguen habitantes de diversos ingresos y con diferentes estructuras familiares.

Situación	Potencial para DOTP	Políticas e instrumentos para realizar el potencial
Alto nivel de viviendas y predios desocupados.	Reutilizar predios desocupados para proveer una mayor cantidad de vivienda, empleo, servicios y comercio.	<p>Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Créditos para la remodelación. • Incentivar programas de vivienda en renta. • Resolución de conflictos de propiedad. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobretasa a baldíos o impuesto predial basado en potencial constructivo. • Adquisición de suelo por parte del gobierno. <ul style="list-style-type: none"> - Expropiación. - Derecho de preferencia.
Alta tasa de población desocupada.	Diversificar usos del suelo para acelerar la dinámica económica y la generación de empleo.	<p>Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incentivar el establecimiento de centros de trabajo y PYMES mediante beneficios fiscales. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación <ul style="list-style-type: none"> - Generar mezcla de usos en la zona para permitir la existencia de usos productivos (comercio, servicio, oficinas e industria de baja intensidad) acordes al contexto o las necesidades de la población.
Concentración de empleos y equipamientos.	Producir vivienda para asegurar cercanía a empleos, servicios y transporte.	<p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación <ul style="list-style-type: none"> . Generar mezcla de usos en la zona para permitir vivienda. . Garantizar la existencia de diferentes tipologías de viviendas que alberguen habitantes de diversos ingresos y con diferentes estructuras familiares.

Situación	Potencial para DOTP	Políticas e instrumentos para realizar el potencial
Nivel socioeconómico bajo.	Evitar el encarecimiento del suelo y la expulsión de población hacia la periferia a través de la provisión de vivienda social.	<p>Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otorgar subsidios para la construcción, remodelación y adquisición de vivienda social localizada en la zona. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación <ul style="list-style-type: none"> - Garantizar la existencia de diferentes tipologías de viviendas que alberguen diferentes estructuras familiares. • Evitar especulación <ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de reservas territoriales. • Adquisición de suelo para construcción de vivienda. <ul style="list-style-type: none"> - Expropiación. - Derecho de preferencia.
Zonificación y potencial constructivo otorgado no permiten un mejor aprovechamiento del suelo.	Modificar las regulaciones para atraer una mayor cantidad de habitantes y actividad económica.	<p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación <ul style="list-style-type: none"> - Permitir mayor potencial de construcción, densidad y variedad de usos, de acuerdo con las posibilidades • Transferencia de potencialidades a otras áreas donde pueda aprovecharse dicho potencial, en el caso de áreas patrimoniales. • Venta de derechos de desarrollo en zonas con una fuerte consolidación del mercado para así financiar la implementación de otros proyectos dentro de la zona. • Contribución por incremento de densidad.

Situación	Potencial para DOTP	Políticas e instrumentos para realizar el potencial
Potencial de construcción no aprovechado.	Incentivar la plena utilización del potencial actual otorgado.	<p>Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otorgar incentivos fiscales para los desarrollos que hagan utilización del potencial existente. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobretasa a baldíos o impuesto predial basado en potencial constructivo.

Fuente: ITDP (2015).

CAPÍTULO IV: Análisis de estaciones

4.1 Desarrollo Urbano en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica

4.1.1 Estado del Desarrollo Urbano en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica

En Costa Rica, la Gran Área Metropolitana (GAM) contiene el sistema urbano de mayor importancia, debido a su escala, población y localización estratégica. En ella reside el 52,7% de los habitantes del país, lo que se traduce en una fuerte demanda de empleo, vivienda y transporte (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2013).

El desarrollo urbano de la GAM se ha caracterizado por su crecimiento lineal de baja densidad, poniendo en peligro importantes recursos naturales (Secretaría Técnica del Plan de Desarrollo Urbano, 2001). El crecimiento de la mancha urbana no responde a ningún esquema preestablecido, su desarrollo se ha dado como respuesta a factores poco consistente, como lo son: disponibilidad de infraestructura, anillo de contención, regulaciones locales y características del mercado inmobiliario (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2013).

Según datos del Censo (2011) la GAM albergaba a 2.268.248 habitantes. Para el periodo intercensal entre 1984 y 2000 la tasa de crecimiento fue del 3%, mientras para el periodo entre el 2000 y 2011, esta tasa se redujo a 0,8%. El crecimiento de actividades relacionadas con diferentes actividades económicas, como la industria, el comercio, turismo, construcción, los desarrollos inmobiliarios y la intermediación financiera, han influido la movilización de la población hacia esta región (Observatorio Urbano de la Gran Área Metropolitana, 2018).

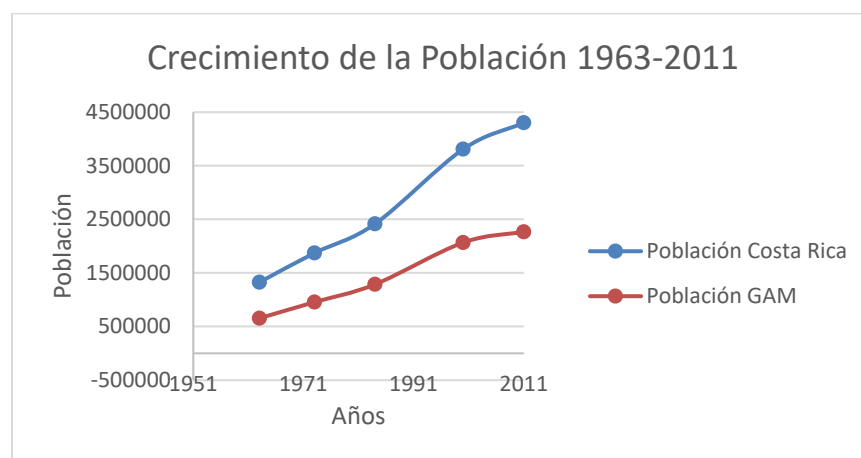


Figura 8. Crecimiento de la población, 1963-2011

Fuente: Observatorio Urbano de la Gran Área Metropolitana (2018).

El concepto de Gran Área Metropolitana fue acuñado por primera vez en la *Ley de Planificación Urbana* N° 4240 el 15 de noviembre de 1968. Dicha ley creó el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y el Plan Regulador, herramientas elementales para llevar a cabo la planificación en Costa Rica. (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018), además se establecen las funciones que tanto el Ministerio de Planificación Nacional y Políticas Económicas (MIDEPLAN) y el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) deben realizar en materia de planificación urbana, dando a este último la potestad de crear reglamentos de carácter nacional que rijan ante la falta de planes reguladores (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1968).

Asimismo, la *Ley Orgánica del INVU*, N° 1788 del 24 de agosto de 1964 le otorga competencias para la planificación urbana, le atribuye la responsabilidad de asesorar y prestar asistencia a las municipalidades en esta materia. Además, es la institución responsable de revisar y aprobar los planes reguladores, previo a que esto sean puestos en marcha por parte de los gobiernos locales (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1964). Para dotar al INVU de herramientas que le permitieran llevar a cabo sus objetivos, en 1982 se creó el Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamientos y Urbanizaciones y en 1987 el Reglamento de Construcciones (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018).

Debido al crecimiento de la GAM, en 1982 se oficializó el Plan Regional Metropolitano, Gran Área Metropolitana, desarrollado por el INVU. Este plan formalizó y delimitó con un anillo de contención urbana la zona de desarrollo, incentivando el crecimiento urbano dentro de esta área (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2013). Este instrumento fue el primer esfuerzo por planificar las características de las ciudades de la GAM, mediante la regulación de su uso del suelo (Martínez, 2014). Su objetivo fue “distribuir la población en las áreas prioritarias de desarrollo con las densidades más factibles por cada área”, además “estructurar las vías de acuerdo con el patrón de crecimiento propuesto (ciudades polinucleares con dirección de este a oeste)” (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 1982). La Figura 9 muestra la zona denominada “Anillo de Contención Urbana” establecida en el Plan GAM 82.



Figura 9. Anillo de Contención Urbana, Plan GAM 82

Fuente: Consejo Nacional de Planificación Urbana (2013).

La GAM cuenta con muy poca regulación urbana, prueba de ello es que pocos cantones cuentan con planes reguladores aprobados, motivo por el cual el crecimiento de las ciudades se ha dado de manera desordenada, en 1986 solo el 9% del uso urbano se encontraba fuera del anillo de contención, sin embargo, para el 2012 fue era 27%. El tamaño de la mancha urbana pasó de representar el 12% del territorio de la GAM en 1986 al 19% en el 2012, entre 1982 y el 2012 se dio un incremento del 50% del área construida. Este tipo de crecimiento, ajeno a toda planificación, ha generado problemas de segregación social, debilidades en la movilidad, vulnerabilidad ante el cambio climático y expansión horizontal urbana (Martínez, 2014).

Como parte de los esfuerzos por orientar el adecuado desarrollo urbano del país, el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH) creó la Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040 (PNOT), el Plan Nacional de Ordenamiento Territorial 2014-2020 (PLANOT), la Política Nacional de Vivienda, Asentamiento Humanos 2014-2020 (PVAH) y la Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030. Adicionalmente a estos esfuerzos, se desarrolló y aprobó el Plan de Desarrollo Urbano de la Gran Área Metropolitana 2013-2030 (Plan GAM 2013), sin embargo, este fue impugnado ante la Sala IV (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018). La PNOT es un instrumento de planificación, cuyo objetivo es definir un marco conceptual para los procesos de ordenamiento territorial. En esta política se fijaron tres metas: calidad del hábitat, protección y

manejo ambiental y competitividad territorial (Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humanos, 2012). El PLANOT es la herramienta que establece las acciones necesarias para lograr las metas establecidas en la PNOT (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018).

La PNVAH impulsa la vivienda adecuada y polifuncional, dando lugar a los asentamientos humanos que permitan la cohesión social, integración y congruencia con el entorno natural. Para alcanzar estos propósitos, la PNVAH consta de cinco ejes temáticos: político administrativo, sociocultural, físico espacial, ambiental y económico financiero (Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2014).

En la Figura 10 se muestran las instituciones involucradas con el desarrollo y la planificación urbana, además de las municipalidades. La función de las municipalidad se detallará más adelante.

MIVAH	<ul style="list-style-type: none"> • Ministro rector del Sector Vivienda y Asentamientos Humanos (incluye al INVU, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM) y la Comisión Nacional de Emergencias (CNE)). • Ministro preside el Consejo Nacional de Planificación Urbana.
MIDEPLAN	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de cumplir las funciones que requieren la planificación urbana o regional, según la Ley de Planificación Urbana (LPU). • Financiar la realización de planes reguladores.
MINAE	<ul style="list-style-type: none"> • Ministro rector del Sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial (incluye al MIVAH, INVU, CNE y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)). • Aprobación de planes reguladores en lo que respecta a la incorporación de la variable ambiental.
MOPT	<ul style="list-style-type: none"> • Ministro rector del Sector Transporte e Infraestructura.
INVU	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de cumplir las funciones que requiere la planificación urbana, según la Ley de Planificación Urbana. • Elaborar planes reguladores cuando se solicite. • Aprobar planes reguladores.
IFAM	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar asistencia técnica a las municipalidades. • Dar capacitación a las municipalidades. • Financiar la realización de planes reguladores.
CNE	<ul style="list-style-type: none"> • Emitir resoluciones vinculantes sobre el riesgo (zonas de riesgo). • Ejercer control sobre la función reguladora realizada por otras instituciones para manejar los procesos generadores de riesgo. • Asesorar a municipalidades en el manejo de información sobre riesgo. • Fortalecer capacidades para el manejo de emergencias en los diversos niveles territoriales.
AyA	<ul style="list-style-type: none"> • Rectoría técnica de la prestación de servicios de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial. • Prestación de los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario.
CNFL	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer de infraestructura y energía eléctrica el área servida de la GAM. • Apoyar y contribuir en el crecimiento urbano al Gobierno Central y Municipalidades, desde la perspectiva del sistema eléctrico de la GAM.

Figura 10. Competencia y rol de los entes involucrados con el desarrollo urbano

Fuente: Consejo Nacional de Planificación Urbana (2018).

4.1.2 Planificación a nivel regional

Es necesaria la integración entre los diferentes niveles territoriales, con el fin de articular esfuerzos que permitan ciudades con adecuadas conexiones y diseños homogéneos, y así evitar la creación de islas. Esto resulta particularmente importante en la GAM, debido a la interacción de muchas municipalidades (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 2017). La planificación regional debe brindar los lineamientos que deben seguir los Planes Reguladores. A nivel regional, el INVU y el MIDEPLAN son los responsables de la planificación urbana, lo que los obliga al desarrollo del Plan Regulador de Ordenamiento Territorial Regional. Esta herramienta considera lo indicado en la Política Nacional de Desarrollo Urbano y orienta la planificación a nivel local en el país (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 2017).

La planificación a nivel regional en Costa Rica ha sido difícil, debido a la falta de integración política entre la planificación regional y la planificación local. A diferencia de la planificación a nivel nacional o local, a nivel regional no existe una autoridad política con atribuciones claramente definidas, que cuente con los recursos necesarios para realizar esta tarea y que promueva la interacción entre los diferentes niveles (Ramírez & Villalobos, 2014).

En la GAM se han dado esfuerzos para lograr implementar herramientas de planificación regional. En 1982 se aprobó el Plan GAM, posteriormente se han creado 3 planes distintos: Plan Regional Urbano de la GAM (PRUGAM), Plan de Ordenamiento Urbano de la GAM (POTGAM) y el Plan Nacional de Desarrollo Urbano de la GAM del 2013 (Alfaro, 2013). El proyecto PRUGAM fue rechazado por el INVU, luego de cinco años de desarrollo y una inversión millonaria por parte del estado.

Debido a la no aprobación de esta iniciativa, el INVU desarrolló el POTGAM, sin embargo, este no recibió la aprobación debido al rechazo de múltiples sectores. Por último, el Plan GAM 2013, utilizó gran cantidad de insumos del PRUGAM y fue aprobado, no obstante, fue sometido a consideración de la Sala Constitucional, por lo que aún no está en vigencia (Vargas M. , 2014). Esto significa que desde 1982 y a pesar de los esfuerzos realizados, el Estado no ha logrado generar los instrumentos necesarios para la planificación regional, lo que nos deja con el Plan GAM 1982 como única herramienta.

La importancia de estos instrumentos radica en la necesidad de una visión sistémica del ordenamiento territorial. Situaciones como la movilidad urbana, la infraestructura y diversas

actividades económicas que se dan en los límites de los cantones, requieren de una gestión coordinada entre los diferentes actores. Este nivel de planificación evita que los Planes Reguladores locales trabajen en función de su territorio, sin considerar la interacción con otros territorios colindantes, generando islas (Ramírez & Villalobos, 2014).

Para llevar a cabo un proyecto de DOTP, las Corporaciones Municipales son las únicas responsables de: establecer una visión para el desarrollo, conjuntar terrenos, habilitar predios, establecer lineamientos de diseño e inclusive pueden participar en el desarrollo inmobiliario y de revitalización y en la financiación de los proyectos. La participación en estas etapas, por parte de las municipalidades, se puede dar de la siguiente manera:

Establecer una visión para el desarrollo: Si se toma en cuenta que estos proyectos se dan típicamente en zonas ya desarrolladas, es necesario hacer uso del Plan Regulador y del Reglamento de Renovación Urbana (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 2017), mediante un Plan Proyecto de Renovación Urbana.

El Plan Proyecto de Renovación Urbana es la Propuesta preliminar de intervención para una determinada área urbana, que contiene todos los elementos requeridos para ejecutar el Proyecto de Renovación Urbana, entre ellos: políticas, pautas y lineamientos. Corresponde al proceso de conceptualización del proyecto. Este plan puede ser iniciativa municipal, pública, privada o mixta, pero debe ser aprobado por el gobierno municipal y contar con el visto bueno de la Dirección de Urbanismo del INVU. Finalmente, requiere aprobación del Concejo Municipal.

Causas de renovación urbana que podrían aplicar:

- Deficiente o inexistente infraestructura.
- Deficientes o inexistentes parques o áreas comunales.
- Inadecuado tejido urbano.
- Revitalización Urbana.

El Reglamento de Renovación Urbana permite la utilización de instrumentos de gestión del suelo, como los son:

- Prácticas incentivables.
- Concesión de potencial edificable por inversión en espacio público.
- Reajuste de terrenos.

- Constitución de Sociedades Públicas de Economía Mixta para la Renovación Urbana.
- Contribuciones especiales.

Según Garrón y Murillo (2016), las contribuciones especiales son el marco legal existente en Costa Rica que permite la recuperación de plusvalías, producto de mejoras realizadas por las municipalidades. Es una herramienta vigente desde la promulgación de la Ley de Planificación Urbana, sin embargo, no ha sido muy utilizada. Estas autoras sugieren una serie de modificaciones a la ley, de manera que se operativice este tipo de solución. Las modificaciones requeridas involucran a la Asamblea Legislativa y a las corporaciones municipales.

Adicionalmente a los instrumentos señalados en el Reglamento de Renovación Urbana, vale la pena evaluar otros instrumentos de gestión del suelo aplicados en Latinoamérica. Barrantes (2014) menciona algunos que podrían ser de valiosos en el país:

- Anuncio de proyecto y avalúo de referencia.
- Operaciones urbanas consorciadas (OU).
- Certificados de potencial adicional de construcción (CEPACS).
- Concesión onerosa del derecho a construir (OODC).
- Cartera de inmueble de vivienda de interés social (CIVIS).

Además, indica una serie de incentivos que permitirían favorecer este tipo de desarrollos:

- Mayor cobertura.
- Mayor aprovechamiento de suelo.
- Mayor altura.
- Mayor densidad.
- Mayor edificabilidad.
- Simplificación de trámites.
- Exoneración parcial o total de impuestos municipales.

Conjuntar terrenos necesarios para un desarrollo: Es posible hacerlo, igualmente, mediante planes de renovación urbana. En el artículo 51, de la *Ley de Planificación Urbana*, se indica que el Reglamento Renovación Urbana contendrá: "... las regulaciones que localmente se adopten para conservar, rehabilitar o remodelar las áreas urbanas defectuosas, deterioradas o en decadencia, tomando en cuenta la inconveniente parcelación o edificación, la carencia de servicios y facilidades

comunales, o cualquier otra condición adversa a la seguridad, salubridad y bienestar generales” (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1968).

En el artículo 53 de la misma ley se indica: “La municipalidad o el instituto (INVU) gestionarán con los propietarios de los inmuebles sujetos a remodelación, lo correspondiente a redistribución de lotes, para arreglar por convenio el modo de reubicarles dentro de la misma zona, trasladarles a otra y efectuar compensaciones en dinero o en especie”.

Habilitar predios para su desarrollo: La corporación municipal es la responsable de establecer los usos de suelo prioritarios en cada zona, mediante su plan regulador. En caso de requerir expandir el área urbana y convertir zonas de uso agrícola a zonas de uso urbano (residencial, comercial o mixto), se hará uso del Reglamento de Fraccionamiento y Urbanizaciones. En caso de requerir intervenir una zona ya desarrollada, se hará uso del Reglamento de Renovación Urbana.

Establecer lineamientos de diseño: Los gobiernos locales son los responsables, mediante su Plan Regulador, de definir límites a la densidad, edificabilidad, alturas, etc. que puedan afectar un desarrollo DOTP.

Participación y financiamiento de los proyectos DOTP: Las Municipalidades participan mediante la implementación de su plan regulador y la zonificación establecida. La financiación, principalmente, debe venir mediante iniciativas privadas, que la municipalidad puede impulsar. Sin embargo, los gobiernos locales pueden ayudar a la financiación mediante herramientas como las contribuciones especiales, tal como lo indica el artículo 70 de la *Ley de Planificación Urbana* (1968): “Se autoriza a las municipalidades para establecer impuestos, para los fines de la presente ley, hasta el 1% sobre el valor de las construcciones y urbanizaciones que se realicen en el futuro, y para recibir contribuciones especiales para determinadas obras o mejoras urbanas...”.

El inconveniente de que la planificación se dé únicamente a nivel municipal, tal como se mencionó anteriormente, es que se vuelve casi imposible generar política pública que permita homogenizar diseños en zonas cercanas a las estaciones del tren. La aprobación de un plan regional como el Plan GAM, es indispensable para dictar las líneas de estas políticas, sin embargo, también se vuelve necesario la creación de la Oficina de Planeamiento del Área Metropolitana, tal como lo indica el artículo 63 de la *Ley de Planificación Urbana* (1968). Esta oficina se encargará de: “preparar y recomendar el Plan Regulador Metropolitano, sus reglamentos y las enmiendas que sean necesarias para mantenerlos al día. Siempre que sus funciones lo permitan, prestará además ayuda a las

municipalidades del área, para formular planes y proyectos específicos relativos a planificación urbana”

Un esfuerzo cercano, en concepto, a la Oficina de Planeamiento del Área Metropolitana ha sido la Mesa Técnica Multinivel (2021), cuyo objetivo principal es “definir y habilitar las condiciones de planificación urbana y territorial necesarias para generar Desarrollo Urbano Orientado al Transporte, tomando como punto de partida el área de influencia del proyecto de Tren Eléctrico y sus estaciones”. Este organismo fue creado en el 2018, como un requisito paralelo a la implementación del Tren Eléctrico.

La Mesa Técnica Multinivel está conformada por instituciones del gobierno central, instituciones autónomas, régimen municipal, academia, cooperación internacional y sector privado. La lista completa se muestra a continuación:

Cuadro 8. Instituciones que forman parte de la Mesa Técnica Multinivel

Gobierno central e instituciones autónomas	Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humanos
	Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo
	Instituto de Fomento y Asesoría Municipal
	Instituto Costarricense de Ferrocarriles
	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
	Ministerio de Hacienda
	Ministerio de Planificación y Política Económica
	Registro Nacional
	Ministerio de Ambiente y Energía
	Consejo Nacional de Personas con Discapacidad
Régimen municipal	Municipalidad de Paraíso
	Municipalidad de Oreamuno
	Municipalidad de Cartago
	Municipalidad de La Unión
	Municipalidad de Curridabat
	Municipalidad de Montes de Oca
	Municipalidad de San José

	Municipalidad de Goicochea
	Municipalidad de Tibás
	Municipalidad de Santo Domingo
	Municipalidad de San Pablo
	Municipalidad de Heredia
	Municipalidad de Flores
	Municipalidad de Belén
	Municipalidad Alajuela
	Asociación Nacional de Alcaldías e Independencias
	Unión Nacional de Gobiernos Locales
Academia, cooperación y sector privado	Universidad Nacional de Costa Rica
	Instituto Tecnológico de Costa Rica
	Universidad de Costa Rica
	Lincoln Institute of Land Policy
	Fundación Costa Rica Estado Unidos para la Cooperación
	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional
	Fundación Promotora de Vivienda
	Banco Interamericano de Desarrollo
	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
	Cámara Costarricense de la Construcción
	Consejo de Desarrollo Inmobiliario
	Cámara de Comercio de Costa Rica
	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Fuente: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Urbanos (2021)

La metodología seguida por la Mesa incluye:

- Sesiones de trabajo mensuales donde participan todas las instituciones mencionadas anteriormente.
- Capacitaciones técnicas especializadas, dadas por el Lincoln Institute of Land Policy.

- Sesiones de trabajo paralelas con municipalidades e instituciones, en las cuales, por ejemplo, se ha trabajado con algunas municipalidades para la revisión en detalle de planes reguladores, proyectos de renovación urbana, etc.
- Sesiones de trabajo del equipo central de la Mesa, donde se planifican y desarrollan sus próximas sesiones, así como los contenidos de estas. Asimismo, planifican reuniones separadas/particulares con las municipalidades.
- Acciones para la articulación política, donde se busca el apoyo político a las iniciativas que surjan de la Mesa.

4.1.3 Planes Reguladores como herramientas para la planificación urbana

La Región Central del país contiene el 66% de la población de Costa Rica, dentro del 16% del territorio nacional. La densidad poblacional es de 315 habitantes por kilómetro cuadrado, pero en materia de regulación urbana, según el INVU en su página web (2021), apenas 22 cantones cuentan con un plan regulador cantonal y 14 carecen de él. En el Cuadro 9 se muestra el detalle de los cantones.

Los planes reguladores son los instrumentos de planificación urbana y rural, por excelencia. El ordenamiento del territorio municipal se debe realizar considerando las relaciones intermunicipales, metropolitanas y regionales, además se debe considerar la diversidad de la población, reconociendo el pluralismo y respeto a las diferencias. Estos instrumentos definen las acciones estratégicas en materia de distribución de la población, usos del suelo, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales, construcción y renovación urbana, además incluyen los Reglamentos de Desarrollo Urbano, que son las reglas que fijan la implementación del Plan Regulador (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 2017).

Los principales reglamentos de desarrollo urbano asociados a un plan regulador son: zonificación, fraccionamiento y urbanización, mapa oficial, renovación urbana y construcciones, sin embargo, cabe destacar que es posible formular otros reglamentos relacionados con movilidad, vialidad, espacio público, paisaje, imagen urbana, entre otros (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1968).

La *Ley de Planificación Urbana* (1968) indica algunas de las normas que debe promover todo plan regulador:

- Relación armoniosa entre usos del suelo.
- Conveniente acceso de lotes a vías públicas.

- Adecuada división de lotes.
- Adecuadas facilidades comunales y servicios públicos.
- Reserva de espacios para usos públicos.
- Rehabilitación de áreas y prevención de su deterioro.
- Seguridad, salubridad, comodidad y ornato de construcciones.

El área de planificación es aquella sujeta a lo establecido dentro del plan regulador y los reglamentos de desarrollo urbano (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1968), es recomendable que esta área abarque la totalidad del cantón con el objetivo de lograr homogeneidad en la planificación dentro del territorio. Los Planes Reguladores pueden abordar las relaciones entre las zonas urbanas y otras unidades territoriales, por lo que se puede considerar como un instrumento para lograr el desarrollo sostenible, debido a que permite la planificación y la gestión de una manera integrada del desarrollo urbano y la conservación ambiental (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 2017).

La responsabilidad de la planificación a nivel local reside en el Gobierno Municipal, es esta institución la encargada de planificar y controlar el desarrollo urbano dentro de los límites de su territorio jurisdiccional (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1968). El INVU es la institución responsable de asesorar a los gobiernos locales en esta materia, además es el responsable de revisar y aprobar los planes reguladores y elaborarlos, a solicitud del gobierno local (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1964).

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) es la responsable de estudiar y avalar la variable ambiental en el Plan Regulador de cada municipalidad, mientras el Servicio Nacional de Aguas, Riego y Avenamiento (SENARA) es el responsable de evaluar el componente hidrogeológico, sin embargo, existen más entidades relacionadas con la aprobación de los planes reguladores (ver Figura 8) y esto no debería ser un problema, ya que es viable que existan distintas entidades trabajando exclusivamente en asuntos puntuales, pero se convierte en un problema cuando no se logra desarrollar una visión integral del sector. En Costa Rica esta ha sido la realidad, pues cada institución realiza sus funciones en el tema de planificación territorial, respondiendo a sus intereses y obligaciones, basadas en su marco jurídico (Ramírez & Villalobos, 2014).

Cuadro 9. Situación de los Planes Reguladores en los cantones del Valle Central

Con Plan Regulador	Sin Plan Regulador
San José	Aserrí
Escazú	Alajuelita
Desamparados	Tibás
Mora	Heredia
Goicoechea	Barva
Santa Ana	San Domingo
Vásquez de Coronado	Santa Bárbara
Moravia	San Rafael
Curridabat	San Pablo
Montes de Oca	Poás
Cartago	Atenas
Paraíso	Naranjo
La Unión	Palmares
Alvarado	San Ramón
El Guarco	
Oreamuno	
San Isidro	
Belén	
Flores	
Alajuela	
Grecia	
Valverde Vega	

Fuente: INVU (2021).

Pese a la importancia de los planes reguladores, su uso ha sido muy limitado. En el caso de la GAM estos instrumentos resultan esenciales, debido a la concentración de 31 cantones dentro de sus límites, pero su diseño e implementación ha sido muy lento (más de cinco décadas), debido en parte a la existencia de un marco jurídico disperso (Alfaro, 2013). Según el Programa Estado de la Nación

(2014), en el 2010 había setenta normas y treinta instituciones públicas relacionadas con ordenamiento territorial.

Asimismo, debido a que todas estas han sido creadas en tiempos distintos, no existe una visión de conjunto, ni una rectoría política clara, lo que provoca traslapes, contradicciones y reiteraciones, convirtiendo en un proceso engorroso la elaboración de un Plan Regulador (Programa Estado de la Nación, 2014). Muchos de los mecanismos jurídicos que regulan el proceso de aprobación de estos instrumentos contienen obligaciones o disposiciones similares entre sí y con aplicación independiente. Esto ha provocado duplicidad y poca claridad en las funciones, haciendo que las municipalidades para evitar el rechazo realicen todo lo que indican las normas, para evitar rechazo, sin importar que las disposiciones se repitan o inclusive se contradigan (Ramírez & Villalobos, 2014).

4.2 Estudio de prefactibilidad: Sistema Tren Rápido de Pasajeros de la GAM

El estudio de prefactibilidad del sistema Tren Rápido de Pasajeros de la GAM (Castro, Moya, & Picado, 2016) analizó 14 distintos escenarios de intervención, donde se mostraban distintas características operativas, itinerario, infraestructura y grado de integración con otros modos de transporte. Por otro lado, mediante el Estudio de Ingeniería de Valor del Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros de la Gran Área Metropolitana (IDOM, 2018) se seleccionó al escenario 2a como el más indicado para ser desarrollado. Este escenario considera un recorrido con 42 estaciones, tal como se muestra en la Figura 11.

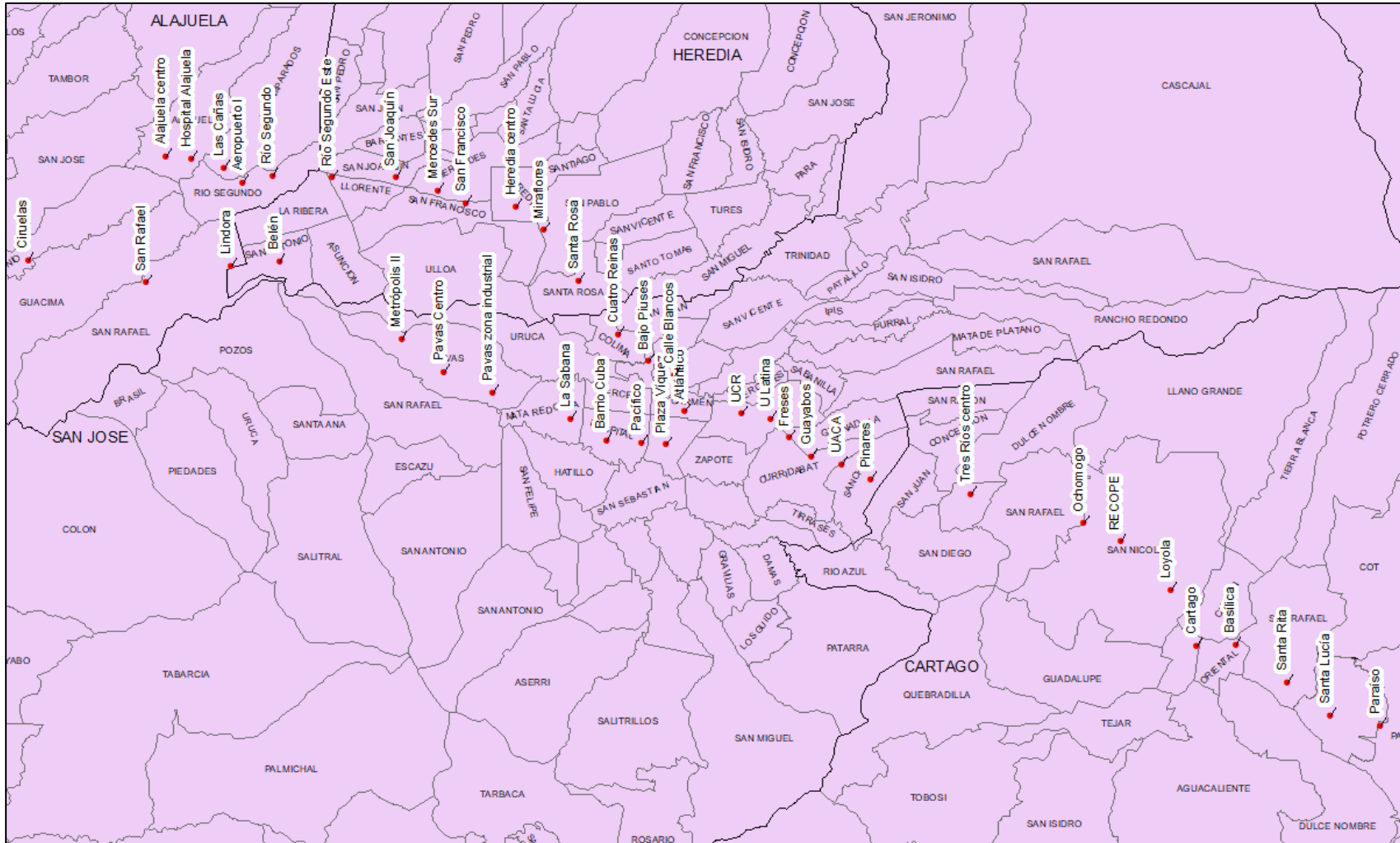


Figura 11. Estaciones del escenario 2A

Fuente: IDOM (2018).

Para el análisis de las estaciones a nivel de mercado, se definió un área de influencia de un kilómetro de radio alrededor de cada estación y a partir de esto se obtuvieron los datos que permitieron identificar las estaciones más aptas para la implementación de DOTP.

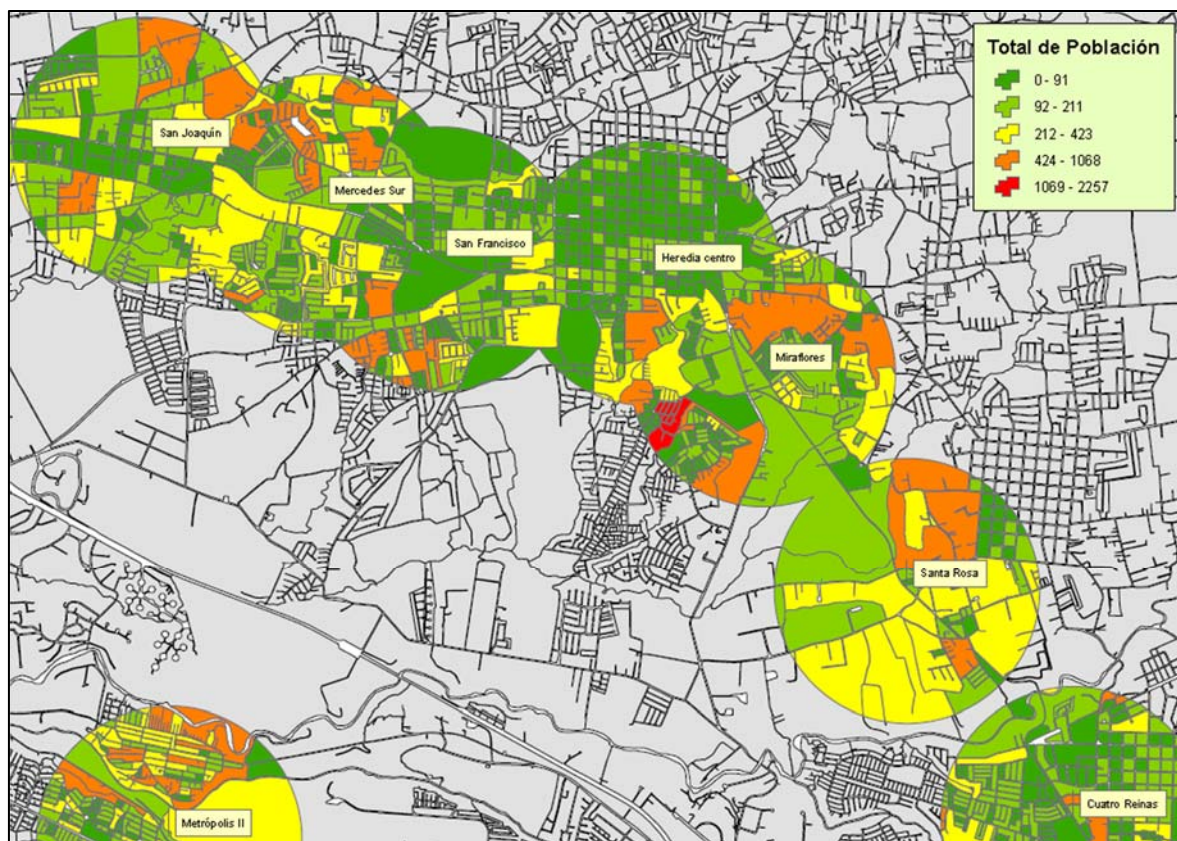


Figura 12. Población por área de influencia

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

4.2.1 Estaciones intermodales del escenario 2a

Según el estándar TOD (2017), este tipo de desarrollo debe ubicarse cerca de estaciones de transporte público de alta calidad. La distancia no debe superar los 1000 m (aproximadamente 20 minutos de caminata). El escenario 2a del estudio de prefactibilidad del sistema TRP de la GAM (Castro, Moya, & Picado, 2016) considera 42 estaciones, de las cuales 11 corresponden a estaciones intermodales, donde además del tren interurbano, operarán rutas troncales del sistema sectorial de buses. Debido a la convergencia de distintos modos de transporte público (bus-taxi y tren) estas estaciones tendrán mayor afluencia de usuarios, cubrirán más cantidad de destinos, con mayores frecuencias, lo cual favorecerá la implementación del DOTP. Por este motivo, el presente estudio utilizará como lista base estas estaciones, que se enumeran a continuación:

1. Estación Ochomogo.
2. Estación Atlántico.
3. Estación Bajo Piuses.
4. Estación Santa Rosa.
5. Estación Heredia Centro.
6. Estación Plaza Víquez.
7. Estación Pacífico.
8. Estación Barrio Cuba.
9. Estación La Sabana.
10. Estación Lindora.
11. Estación Aeropuerto.

4.3 I Etapa (Análisis de mercado)

Usos del suelo: se requiere conocer si hay presencia de usos mixtos que potencien la implementación del DOTP. La presencia de usos mixtos está relacionada con la baja generación de viajes en vehículos privados, debido a que los trabajadores de estas zonas acostumbran utilizar el transporte público, caminar o viajar en bicicleta. (Cervero R. , 1991) Uso mixto se entenderá como la presencia de zonas residenciales y zonas comerciales cercanas a las estaciones, en el caso de las zonas de influencia de las estaciones del sistema ferroviario de la GAM, el porcentaje dedicado a estos usos se muestra en Figura 13.

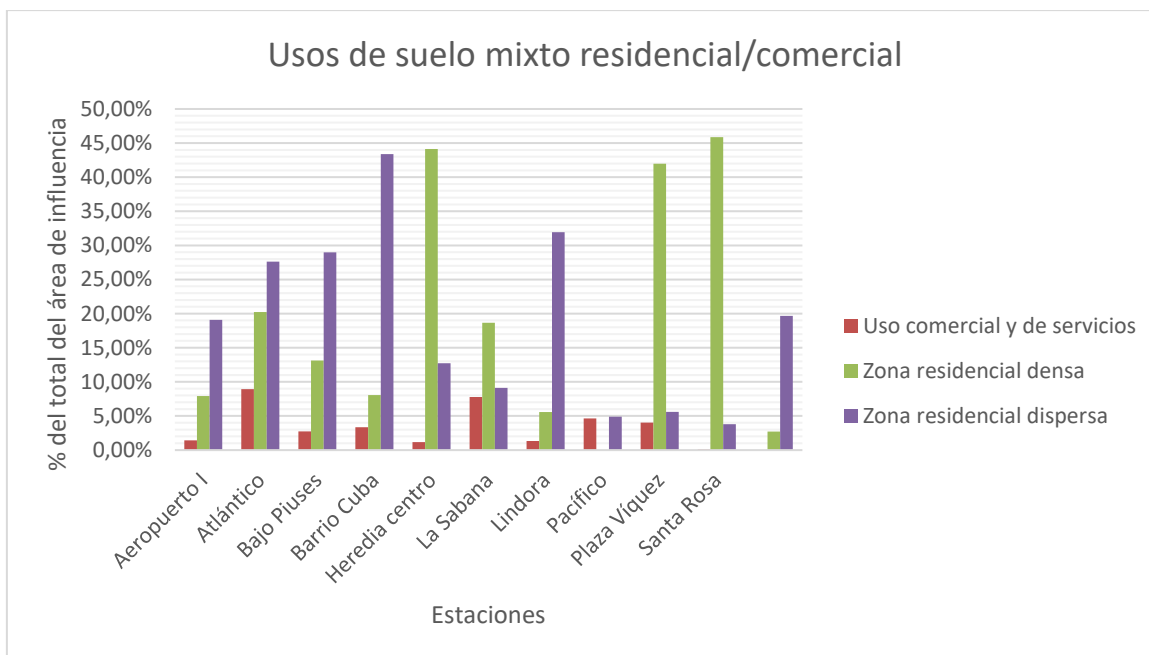


Figura 13. Porcentaje del área dedicada a usos comerciales y residenciales

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018).

En la etapa de análisis a nivel de mercado, tal como se puede ver en la Figura 13, la estación Atlántico es la que presenta un mayor porcentaje de área dedicada a usos comerciales y de servicios, con un 8.83%. La estación Sabana es la segunda con mayor proporción de usos comerciales, con un 7.77%, seguido por la estación Pacífico con un 4.64%, Plaza Víquez con 4.03% y Barrio Cuba con 3.33%. Las restantes 6 estaciones tienen porcentajes de uso comercial y de servicios inferiores al 3%.

La estación Plaza Víquez tiene el mayor porcentaje de uso residencial denso, con un 45.86%, seguido por Heredia centro con un 44.13% y estación Pacífico con un 41.97%. Las restantes estaciones tienen porcentajes de uso residencial denso mucho menor, de esta manera, la estación Atlántico tiene un 20.24%, la Sabana un 18.66%, Bajo Piuses un 13.12% y las restantes tienen un porcentaje de uso menor al 10%.

El área de influencia de la estación Barrio Cuba tiene un 43.38% dedicado a zona residencial dispersa, seguida por la estación de Lindora, donde es el 31.95%, Bajo Piuses con un 28.98%, Atlántico con un 27.61%, Santa Rosa con un 19.66%, Aeropuerto con un 19.09%, Heredia con un 12.72%, Sabana con 9.1%, Pacífico con 5.59%, Ochoyugo con 4.9% y Plaza Víquez con 3.78%.

Como es claro, en todas las estaciones el uso comercial y de servicio es bastante bajo, en todas está por debajo del 10%. Por otra parte, existen algunas estaciones con un porcentaje bastante alto de su área de influencia dedicada a usos residenciales, tal es el caso de Plaza Víquez, Pacífico, Heredia

Centro, Lindora y Atlántico. Los usos de suelo mixtos facilitan la implementación del DOTP. La combinación de usos residenciales con comerciales o de servicios, atractoras o generadoras de viajes, favorecen el desarrollo de las zonas DOTP.

Demanda proyectada por tramo asociado a cada estación: el estudio de prefactibilidad del Sistema Tren Rápido de Pasajeros de la GAM muestra las demandas asociadas a cada tramo en distintos escenarios. Se calculó la ocupación por estación durante la hora pico de la mañana correspondiente al escenario 2ª, que fue el seleccionado por la administración, según datos de Castro, Moya, & Picado (2016).

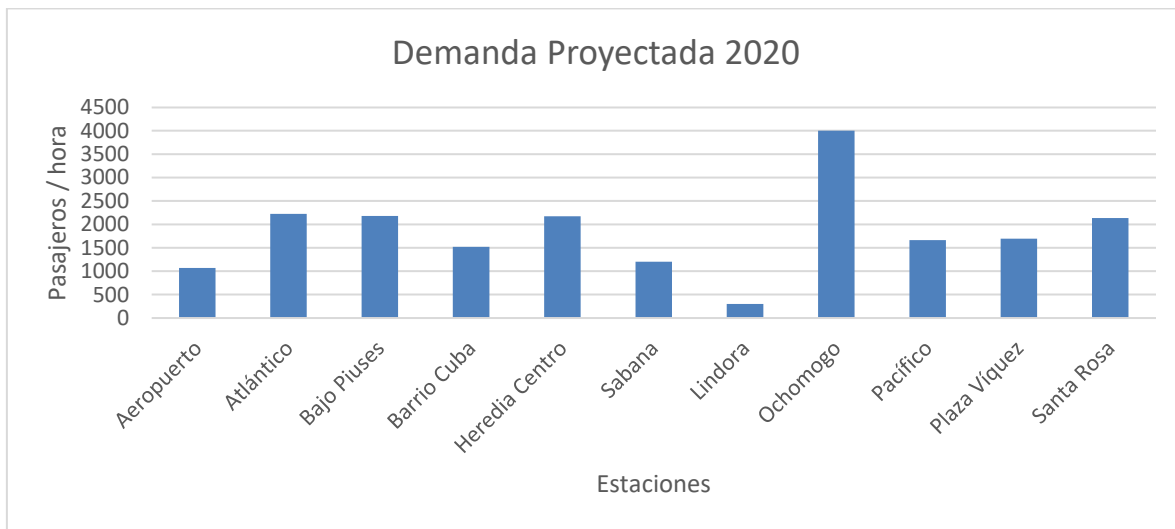


Figura 14. Demanda promedio en tramos adyacentes a la estación

Fuente: Elaboración propia con datos de Castro, Moya, & Picado (2016).

La demanda promedio en los tramos adyacentes a las estaciones analizadas se muestra en la Figura 14. Estos datos representan la demanda promedio en la hora pico de la mañana en día laboral. Los tramos de mayor ocupación son los adyacentes a la estación Ochomogo, con una demanda promedio de 4000 pasajeros/hora.

Dada la baja densidad poblacional en esta estación, esta demanda no se relacionaría con pasajeros entrando o saliendo a la estación Ochomogo, sino, pasajeros que tienen su origen y destino en otras estaciones. Los menores valores se encuentran asociados a la estación Lindora, con únicamente 300 pasajeros/hora. Las restantes estaciones presentan valores inferiores a 2500 pasajeros por hora, con un promedio de 1762 pasajeros/hora. Es importante indicar que este análisis de demanda

realizado por Castro, Moya, & Picado (2016) no considera la implementación de la sectorización del servicio de buses, por lo cual es esperable que, al incluirla, los valores de demanda aumenten.

Centros de actividad económica: Es necesario evaluar si dentro del área de influencia existen centros de trabajo o zonas comerciales importantes (educación y cultura, entidades gubernamentales y públicas, servicios urbanos múltiples y uso industrial) y el porcentaje del área que representa dentro de la zona de influencia. Estos centros son importantes puntos generadores y atractores de viajes. En la Figura 15 se muestra el porcentaje del área dedicada a estos usos.

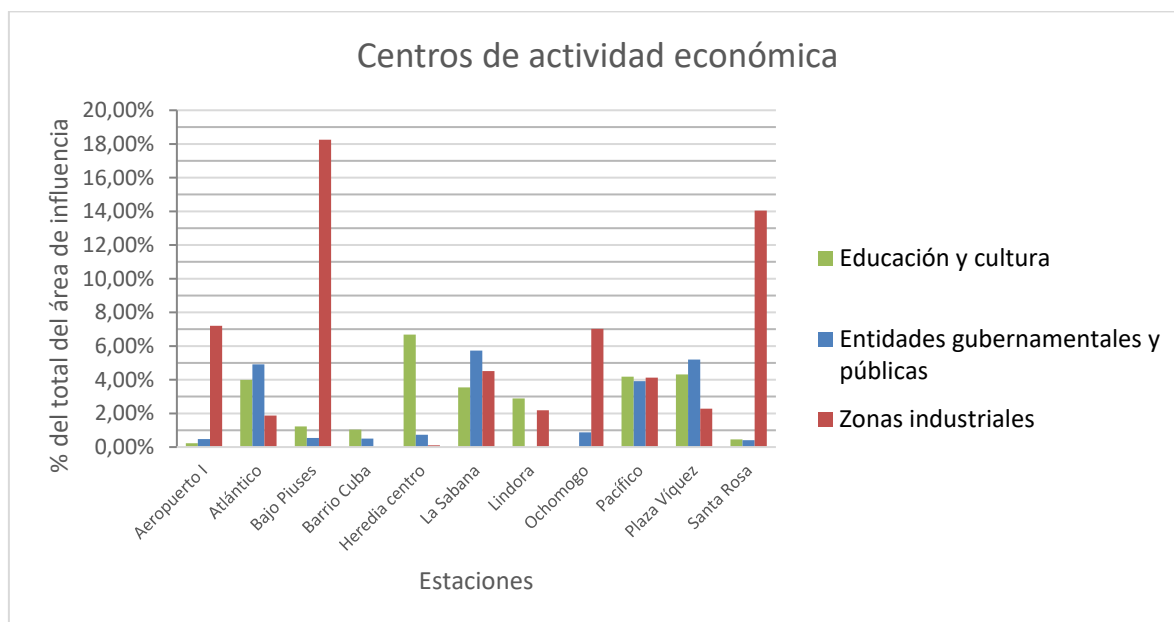


Figura 15. Porcentaje del área ocupada por usos relacionados con centros de actividad económica

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas D (2018).

La evaluación de las áreas dedicadas a centros de actividad económica se muestra en la Figura 15, en la cual se observa que el área alrededor de la estación Heredia Centro es la que mayor proporción dedica para educación y cultura, con un 6.68%, seguido por la Plaza Víquez, con un 4.31%, Pacífico con un 4.18%, Atlántico con 3.99%, Sabana con 3.54% y Lindora con 2.88%. Las restantes estaciones presentan valores cercanos o inferiores a 1%, llegando a 0% en la estación de Ochoмого. La presencia de espacios dedicado a la educación y cultura puede favorecer el asentamiento de familias con hijos, lo que a su vez puede incentivar el desarrollo residencial y comercial.

Se puede ver cómo las estaciones con porcentajes significativos de área dedicada a entidades gubernamentales y públicas son Sabana, con un 5.73%, Plaza Víquez con un 5.2%, Atlántico con un 4.91% y Pacífico con un 3.91%. Las restantes tiene una proporción de uso inferior al 1%. Las zonas

de oficinas gubernamentales son atractoras de viajes o idealmente, de residentes en el área, además, la posesión de terrenos dentro de las zonas de influencia de las estaciones, por parte del estado o de las corporaciones municipales, facilitaría su agrupación y uso en proyectos de revitalización urbana. La intervención estatal o municipal puede ser un catalizador para el desarrollo inmobiliario.

Además, se muestra cómo la estación Bajo Piuses es la que presenta un mayor porcentaje de uso Industrial, con un 18.25%, lo que está relacionado con la existencia de zonas francas. Mientras tanto, la estación Aeropuerto cuenta con un 7.2% con este uso, Ochoмого con 7.02% y Sabana un 4.52%. Las estaciones Pacífico y Santa Rita cuentan con una proporción cercana al promedio del GAM, que es 4% (Vargas D. , 2018) del área destinada a usos industriales. Las restantes estaciones tienen valores apenas superiores o inferiores al 2%. Las zonas con este tipo de uso son fuentes importantes de empleo, sin embargo, podrían no ser compatibles con desarrollos residenciales.

Área disponible para desarrollar: Porcentaje del área de influencia que puede ser desarrollada (charrales, terrenos no cultivables) y que permita implementar políticas por parte del Estado o gobierno local para favorecer el desarrollo de usos mixtos. El porcentaje de usos del suelo que se encuentra desocupado y que podría utilizarse para futuros desarrollos se muestra en la Figura 16.



Figura 16. Porcentaje del área que corresponde zonas disponibles para desarrollar

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas D (2018).

Para la evaluación del área disponible para desarrollar, se consideró el porcentaje de área dedicada a zonas urbana de transición, charral y terrenos no cultivables. Como se puede ver, en el área urbana de transición y los terrenos no cultivables existen porcentajes muy bajos del total del área de influencia, en todos los casos son menores al 2%. Mientras tanto, en el caso de charral, la estación Aeropuerto y Santa Rosa tienen valores de 9.6%, Ochoyomogo 6.32%, Sabana 4.7% y Lindora 2.7%. Las restantes estaciones tienen valores inferiores al 2%. La presencia de zonas en verde y sin desarrollo agrícola, podrían facilitar la existencia de zonas aptas para nuevos desarrollos comerciales y residenciales de alta densidad, sin embargo, para llegar a esta conclusión, el sitio debe ser evaluado en detalle.

Porcentaje de viviendas desocupadas: permite conocer el estado de la zona de influencia respecto a la demanda de viviendas.

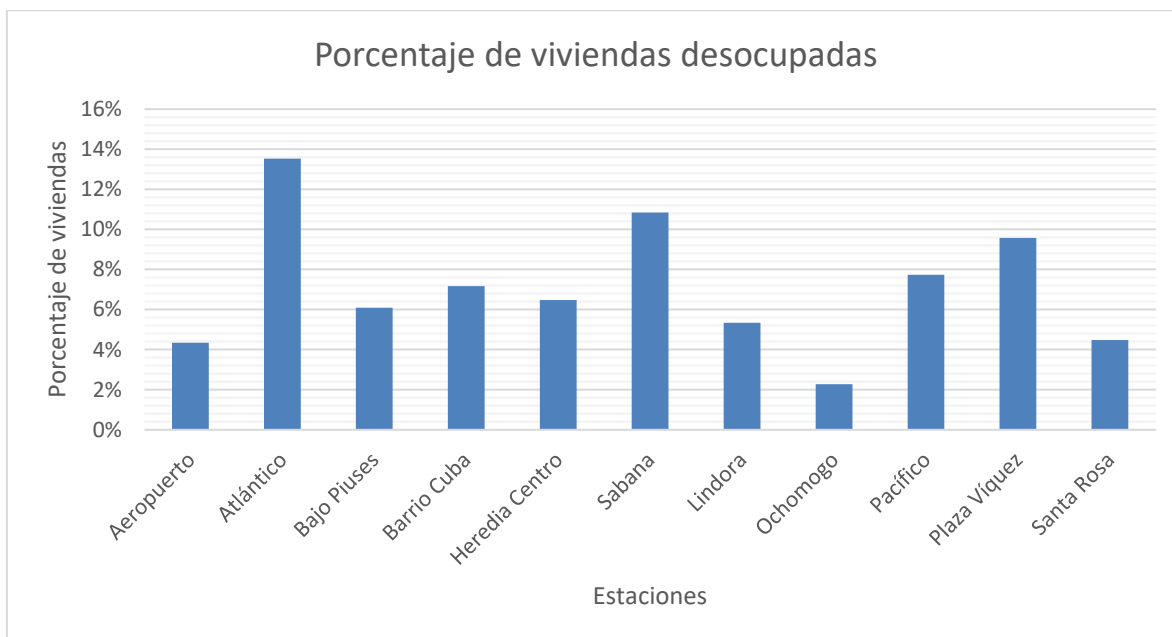


Figura 17. Viviendas dentro del área de influencia de la estación

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011).

La variable porcentaje de viviendas desocupadas se muestra en la Figura 17. Las estaciones con mayor porcentaje de viviendas desocupadas podrían implicar una menor demanda de vivienda por parte de la población o la existencia de viviendas, cuyas características no empatan con las necesidades de las personas en el área. El mayor porcentaje de viviendas desocupadas se encuentra en Atlántico, con un 14%, seguido por Sabana o Plaza Viquez con 11% y 10% respectivamente. Las

restantes estaciones tienen porcentajes de desocupación menores al 8%. Sin embargo, es importante destacar que según el Censo 2011, la tasa de desocupación en los cantones del GAM es relativamente baja si se compara con algunos cantones costeros o de la Zona de Los Santos. Además, según el CFIA, la mayor cantidad de metros cuadrados de construcción se tramitaron en el GAM, por lo que usualmente estas construcciones se ocupan con rapidez (Vindas Quiros, 2012).

Demanda de viviendas por cantón: número de viviendas por construir. Las zonas con mayor demanda de vivienda dispondrán de un mercado inmobiliario más dinámico, lo cual podría favorecer la implementación del DOTP.

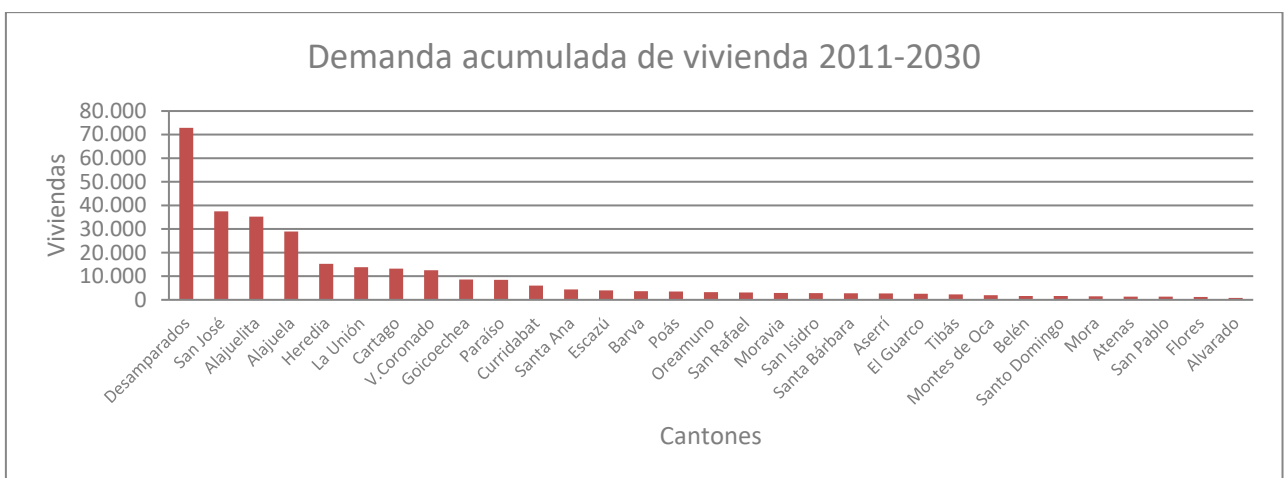


Figura 18. Demanda de vivienda acumulada entre del 2011 y el 2030 para los cantones de la GAM

Fuente: Pujol, Pérez, & Sánchez (2009)

En la Figura 18 se puede ver cómo la demanda de viviendas se concentra principalmente en los cantones de Desamparados, San José, Alajuelita y Alajuela. En el cantón de San José se ubican las estaciones Pacífico, Plaza Viquez, Atlántico, Sabana, Barrio Cuba. En el cantón de Alajuela se ubica la estación Aeropuerto. Las demás estaciones se encuentran en cantones con una demanda de viviendas significativamente menor. La alta demanda de viviendas favorece el desarrollo de proyectos habitacionales que se pueden relacionar con el desarrollo DOTP.

Costo promedio por metro cuadrado de propiedad: Se debe evaluar la factibilidad de agrupar predios e incentivar la adquisición de terrenos por parte de desarrolladores o municipalidades.

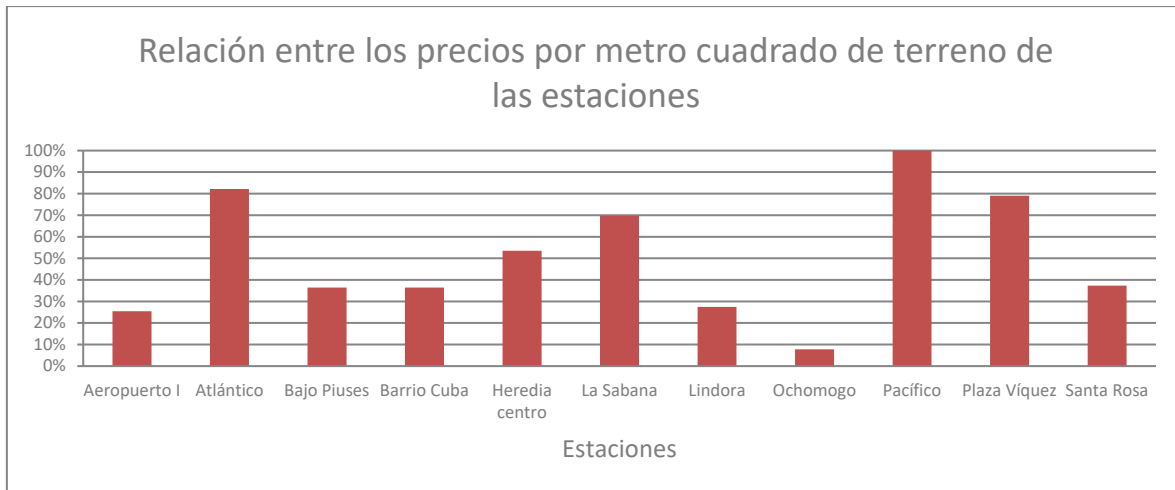


Figura 19. Valor promedio del metro cuadrado en las áreas de influencia de cada estación

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Hacienda de la República de Costa Rica (2014).

En la Figura 19 se muestra el costo por metro cuadrado, como porcentaje del valor más alto observado, que es la estación Pacífico, con un precio de ₡379.000. El costo puede afectar la capacidad que tengan desarrolladores o lo gobiernos locales para agrupar terrenos. Las estaciones con un valor del terreno superior al promedio son Atlántico, Heredia Centro, Sabana, Pacífico y Plaza Viquez.

4.4 II Etapa (Análisis a nivel de ciudad)

Densidad poblacional: el contar con altas densidades poblacionales puede mejorar la eficiencia en la prestación de servicios y del transporte público, debido a un aumento en la demanda dentro de áreas más reducidas, al mismo tiempo que se evita la dispersión de la mancha urbana. Es importante no solo evaluar la densidad poblacional, sino que se debe revisar el tipo de vivienda existente en las zonas de influencia, ya que los desarrollos de vivienda informal pueden aumentar la densidad poblacional debido a las condiciones de hacinamiento. La Figura 20 muestra la densidad poblacional en un perímetro de 1000 m a la redonda de las estaciones multimodales.

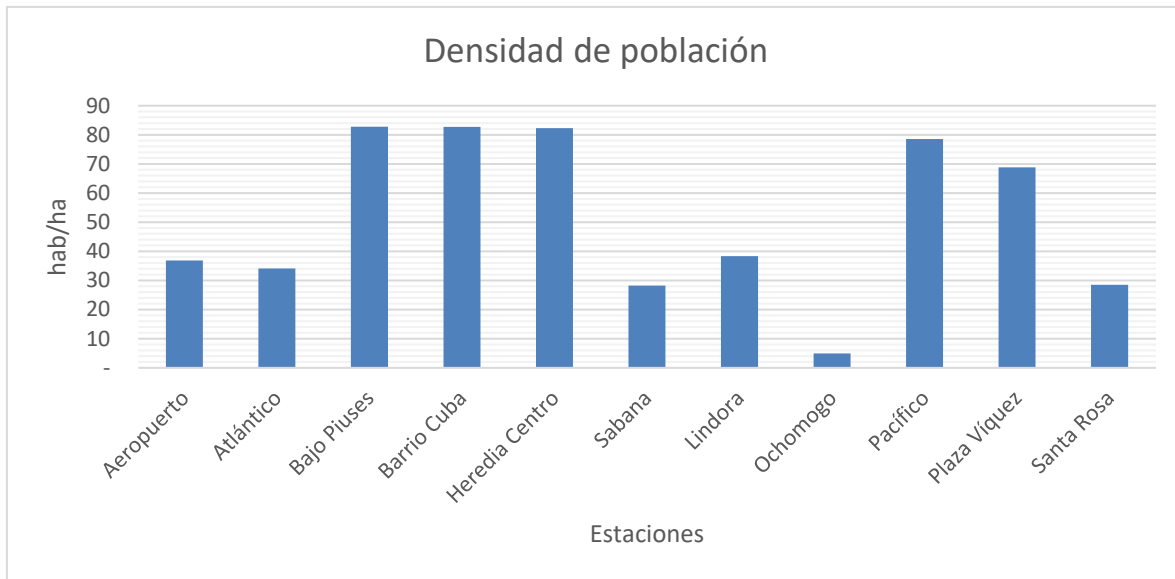


Figura 20. Densidad poblacional en las zonas de influencia de cada estación

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Porcentaje de la población que trabaja: la mayor parte de la población que se mueve en transporte público lo hace con motivos de trabajo, por lo tanto, zonas donde un porcentaje alto de los residentes trabajan activamente tendrán una mayor demanda del transporte público.

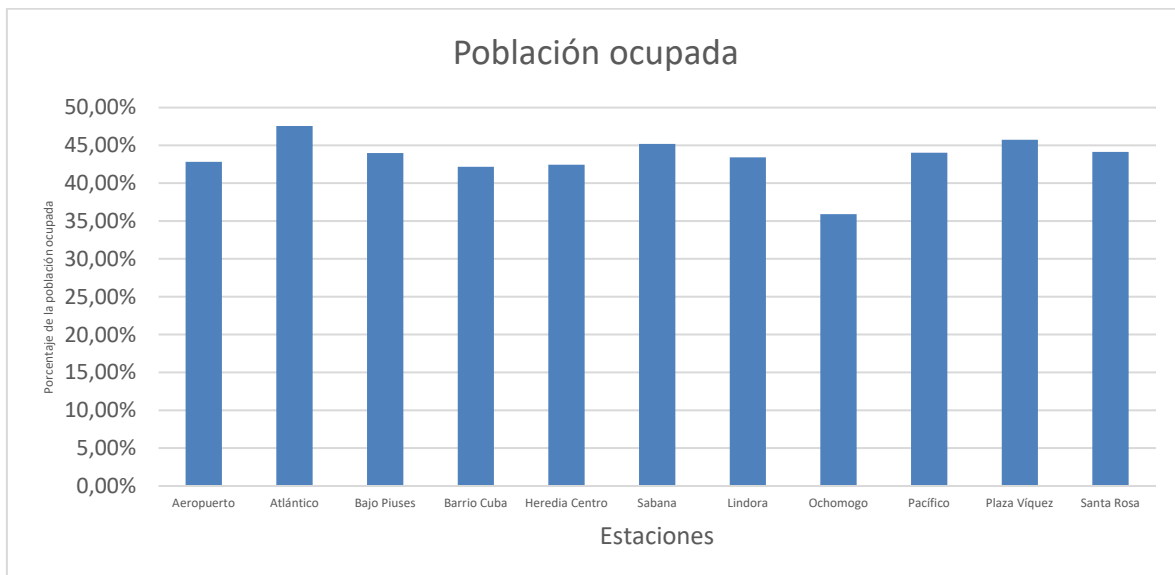


Figura 21. Porcentaje de población ocupada en las áreas de influencia de cada estación

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Educación: dentro de las características de los residentes de zonas DOTP, Arrington y Cervero (2008) encontraron que en su mayoría son personas profesionales y que estos usuarios tienen casi el doble de posibilidad de no tener automóvil, comparados con zonas de desarrollos diferentes.

En el caso de las estaciones analizadas, es clara la marcada diferencia entre las diferentes estaciones en lo que respecta a población con educación superior. Esto puede estar también relacionado con las diferencias socioeconómicas que pueden existir entre estas zonas. En este punto se tomó la referencia de Arrington y Cervero (2008), sin embargo, en la realidad costarricense es probable que las personas con menor recursos económicos sean los principales usuarios del transporte público.

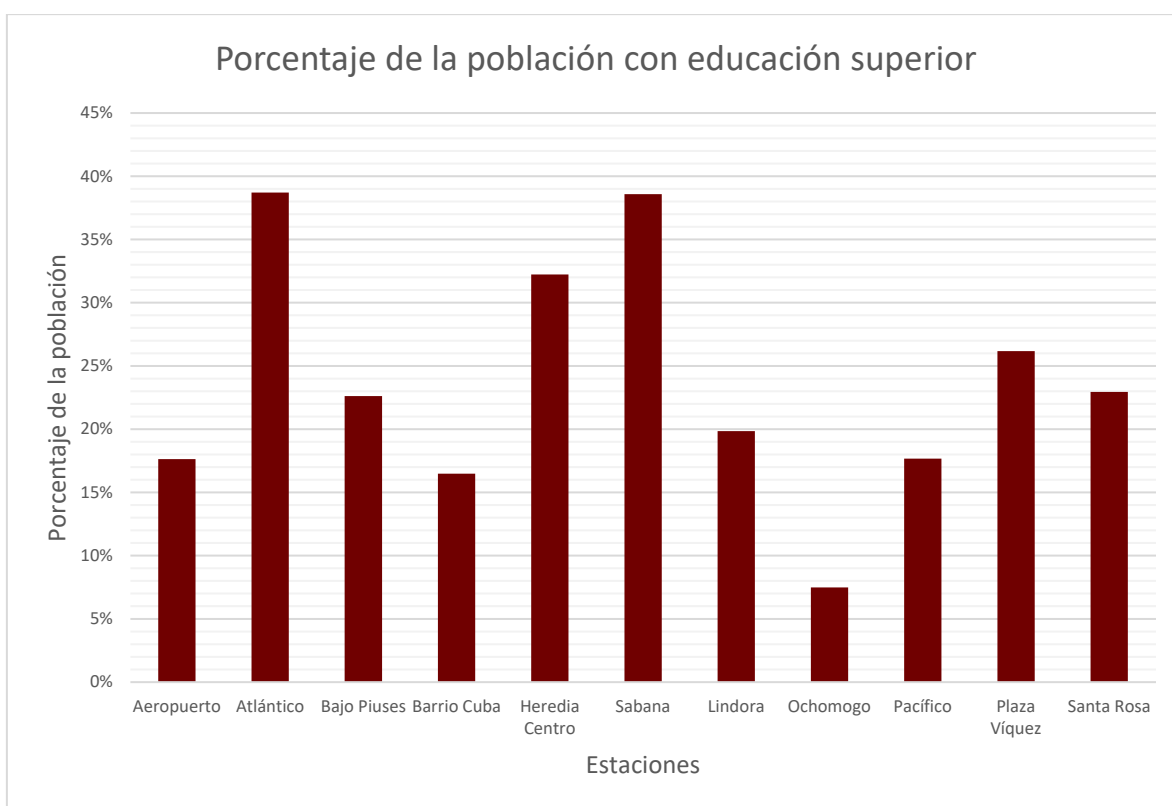


Figura 22. Porcentaje de la población con educación superior en las áreas de influencia de cada estación

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Cercanía a centros de educación y salud: según Arrington & Cervero (2008), si la red de transporte une a más centros de trabajo, oportunidades de educación y facilidades culturales, el uso del transporte público dentro de las zonas DOTP se incrementará. La existencia de estas facilidades dentro del área de influencia de las estaciones puede ser un factor determinante para aumentar la

demanda del transporte público, si los tiempos de viaje en este se reducen comparativamente con el uso del vehículo privado (ver Figura 15).

Cercanía a estaciones-paradas de bus: Pratt (2000), señala que para las zonas DOTP es importante considerar que el sistema opere con buenos niveles de servicio durante todo el día, debido a que se tienen diversos usos del suelo, además, Cervero (2005) señala que el uso del transporte público se maximiza cuando este se localiza cerca de un corredor ferroviario con buena conexión al servicio de buses.

Vehículos en el hogar: en Costa Rica los estratos sociales con menos recursos habitualmente no poseen un vehículo privado y dependen mayoritariamente del transporte público para los viajes con motivo de trabajo o estudio. En la Figura 23 se muestran la cantidad de hogares sin vehículo propio por zona de influencia.

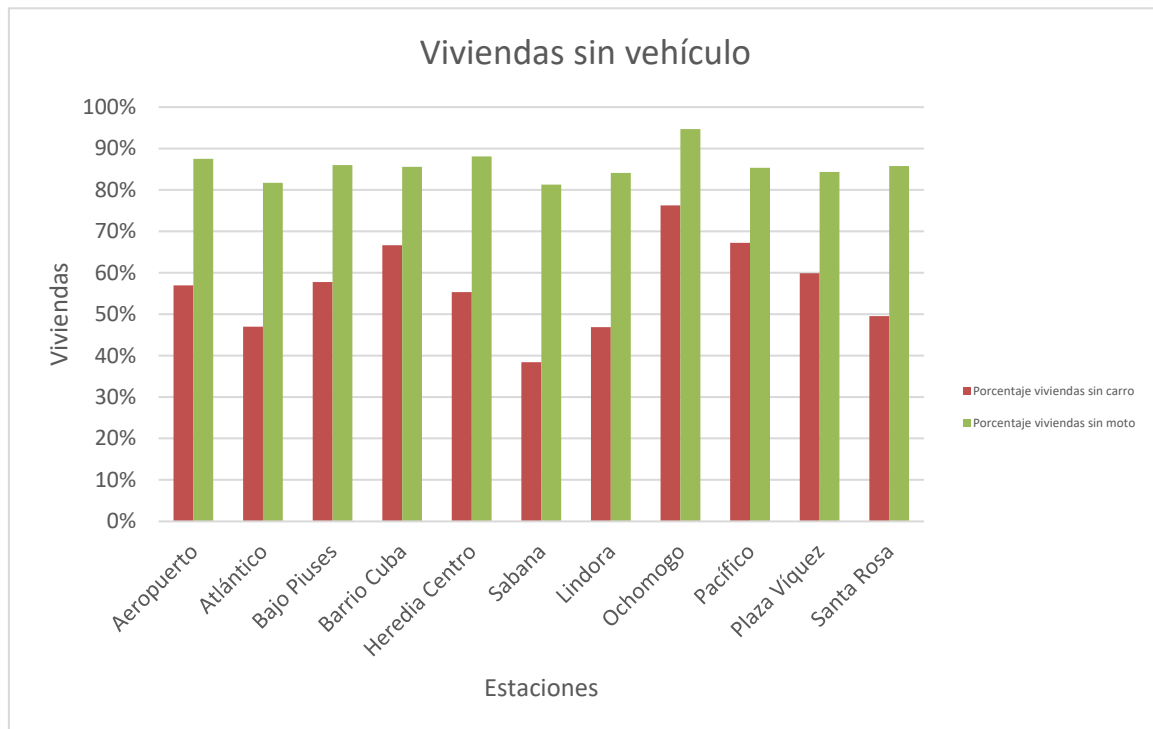


Figura 23. Viviendas sin vehículos

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Edad de los residentes: el estudio de Lund, Cervero y Wilson (2004) en 5304 residentes de zonas cercanas a estaciones de tren pesado y tren ligero en 26 proyectos habitacionales, demostró que los residentes son más jóvenes que en las áreas vecinas a las estaciones. El 62% tienen entre 18 y 35 años. En el caso de Costa Rica, la Figura 24 muestra el comportamiento que, aunque el porcentaje

es menor, comparado con el estudio de Lund, Cervero y Wilson (2004), el grupo entre los 18 y 39 años representa la mayoría en todas las estaciones.

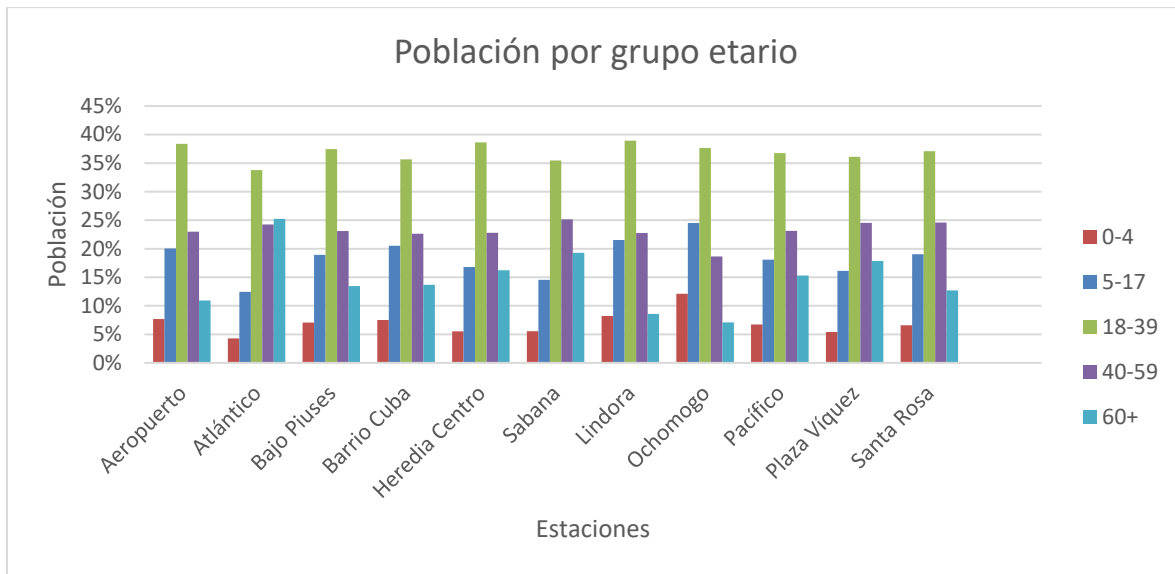


Figura 24. Porcentaje de la población por grupo etario dentro de la zona de influencia

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

4.5 Selección de estaciones nivel de mercado

Para el análisis de las estaciones a nivel de mercado se definieron 8 variables, con el objetivo de ponderar su efecto y determinar las 6 estaciones con mayor potencial para el DOTP. Todas las variables se normalizan entre 0 y 1, de manera que sean comparables. Las variables consideradas son las siguientes:

Usos del suelo: Esta considera las áreas destinadas al uso comercial y servicios, zona residencial densa y zona residencial dispersa. Es el porcentaje que representa cada estación del total del área destinada a estos usos en las 11 estaciones. Las áreas por estación se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Área dedicada a usos comercial y residencial por estación

Estación	Área dedicada al uso comercial y residencial (ha)
Aeropuerto I	89.28
Atlántico	178.40
Bajo Piuses	140.87
Barrio Cuba	172.10
Heredia centro	182.22
La Sabana	111.63
Lindora	122.03
Ochomogo	15.40
Pacífico	164.00
Plaza Víquez	168.63
Santa Rosa	70.51

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas D. (2018).

Demanda proyectada: Es el porcentaje que representa cada estación del total de la demanda de las 11 estaciones intermodales. La información proviene del Estudio de Prefactibilidad del Tren Rápido de Pasajeros de la GAM (Castro, Moya, & Picado, 2016).

Cuadro 11. Demanda proyectada por estación al 2020

Estación	Demanda (pasajeros por hora, pico de la mañana)
Aeropuerto I	1,067
Atlántico	2,223
Bajo Piuses	2,181
Barrio Cuba	1,519
Heredia centro	2,174
La Sabana	1,202
Lindora	300
Ochomogo	4,002
Pacífico	1,665
Plaza Víquez	1,694
Santa Rosa	2,135

Fuente: elaboración propia con datos de Castro, Moya, & Picado (2016).

Centros de actividad económica: es el porcentaje que cada estación representa del total de área dedicada a educación y cultura, entidades gubernamentales, otros servicios, según Vargas (2018).

Cuadro 12. Área dedicada a educación y cultura, entidades gubernamentales y otros servicios

Estación	Área dedicada a educación y cultura, entidades gubernamentales, otros servicios (ha)
Aeropuerto I	2.23
Atlántico	28.32
Bajo Piuses	5.54
Barrio Cuba	4.84
Heredia centro	23.28
La Sabana	29.23
Lindora	9.06
Ochomogo	2.75
Pacífico	25.66
Plaza Víquez	29.99
Santa Rosa	2.78

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas D (2018).

Área disponible para desarrollar: Porcentaje que cada estación representa del total del área clasificada como charral o no cultivable, según Vargas (2018).

Cuadro 13. Área clasificada como charral o no cultivable

Estación	Área clasificada como charral o no cultivable (ha)
Aeropuerto I	31.56
Atlántico	7.70
Bajo Piuses	4.79
Barrio Cuba	3.92
Heredia centro	4.46
La Sabana	17.12
Lindora	9.41
Ochomogo	20.82
Pacífico	4.66
Plaza Víquez	2.28
Santa Rosa	30.96

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas D (2018).

Viviendas desocupadas: Esta variable relaciona el número de viviendas desocupadas, con la demanda que existe en la zona, por lo tanto, a menor número de viviendas desocupadas, mayor la idoneidad de la estación para desarrollarse como DOTP. La variable utilizada se obtiene de la siguiente forma:

$$i: \frac{1}{\%viviendas\ desocupadas} / 100$$

Según el Censo Nacional del 2011 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011), el número de viviendas desocupadas dentro del área de influencia de cada estación es el siguiente:

Cuadro 14. Viviendas desocupadas

Estación	Número de viviendas desocupadas dentro del área de influencia
Aeropuerto I	151
Atlántico	586
Bajo Piuces	485
Barrio Cuba	549
Heredia centro	538
La Sabana	350
Lindora	181
Ochomogo	9
Pacífico	602
Plaza Víquez	731
Santa Rosa	119

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011).

Demanda de viviendas por cantón: Es el porcentaje de demanda de viviendas que representa el cantón en el que se emplaza la estación intermodal, como porción del total de cantones involucrados.

Cuadro 15. Demanda de viviendas por cantón

Estación	Demanda de viviendas según el cantón (unidades)
Aeropuerto I	28,933
Atlántico	37,439
Bajo Piuces	2,271
Barrio Cuba	37,439
Heredia centro	15,205
La Sabana	37,439
Lindora	3,983
Ochomogo	13,215
Pacífico	37,439
Plaza Víquez	37,439
Santa Rosa	15,205

Fuente: Pujol, Pérez, & Sánchez (2009).

Cantidad de viviendas: Es el porcentaje de viviendas que se ubican dentro del área de influencia de la estación, como porción del total de viviendas.

Cuadro 16. Cantidad de viviendas dentro de las zonas de influencia

Estación	Cantidad de viviendas (unidades)
Aeropuerto I	3,479
Atlántico	4,330
Bajo Piques	7,968
Barrio Cuba	7,665
Heredia centro	8,314
La Sabana	3,228
Lindora	3,391
Ochomogo	396
Pacífico	7,789
Plaza Viquez	7,642
Santa Rosa	2,660

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011).

Costo promedio por m²: Esta variable relaciona el precio promedio por metro cuadrado dentro del área de influencia, con la idoneidad de la estación para desarrollarse como DOTP. De esta manera, a menor el precio, mayor probabilidad de lograr un desarrollo DOTP. La variable utilizada se obtiene de la siguiente forma:

$$i = \frac{1}{\text{precio} \times m^2} * 10000$$

Cuadro 17. Precio promedio por metro cuadrado de terreno dentro del área de influencia de cada estación

Estación	Precio por metro cuadrado (€/m²)
Aeropuerto I	5,439
Atlántico	5,757
Bajo Piuses	10,102
Barrio Cuba	5,578
Heredia centro	9,835
La Sabana	3,346
Lindora	4,331
Ochomogo	535
Pacífico	9,213
Plaza Víquez	9,661
Santa Rosa	2,877

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Hacienda de la República de Costa Rica (2014).

4.6 Ponderación de las variables en el análisis de mercado

En el Cuadro 18 se muestran los valores obtenidos para cada variable:

Cuadro 18. Valores obtenidos en cada variable considerada para el análisis a nivel de mercado

Variables Estaciones	Usos del suelo: comercial + residencial	Demanda proyectada	Centros de actividad económica: Educación y cultura+ ent. Gubernamentales + otros servicios	Área disponible para desarrollar: charral + no cultivable	Viviendas desocupadas	Demanda de viviendas por cantón	Cantidad de viviendas	Costo promedio por m ²
	% por área total dedicada	% de la demanda total	% por área total dedicada	% por área total dedicada	(1/%viviendas desocupadas) /100	% del total de demanda	% del total de viviendas	(m ² /φ)*10000
Aeropuerto I	6%	5%	1%	23%	0.230	29%	6%	0.10
Atlántico	13%	11%	17%	6%	0.074	37%	8%	0.03
Bajo Piuses	10%	11%	3%	3%	0.164	2%	14%	0.07
Barrio Cuba	12%	8%	3%	3%	0.140	37%	13%	0.07
Heredia centro	13%	11%	14%	3%	0.155	15%	15%	0.05
La Sabana	8%	6%	18%	12%	0.092	37%	6%	0.04
Lindora	9%	1%	6%	7%	0.187	4%	6%	0.10
Ochomogo	1%	20%	2%	15%	0.440	13%	1%	0.34
Pacífico	12%	8%	16%	3%	0.129	37%	14%	0.03
Plaza Víquez	12%	8%	18%	2%	0.105	37%	13%	0.03
Santa Rosa	5%	11%	2%	22%	0.224	15%	5%	0.07

Las variables anteriores se ponderaron de cuatro maneras distintas, de forma que se eligieran las seis con valores mayores. En los cuatro escenarios se mantuvieron las mismas seis estaciones con alta puntuación, tal como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Ponderación de las variables seleccionadas para el análisis a nivel de mercado

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Variable	Constante	Constante	Constante	Constante
Usos del suelo: comercial + residencial	12.50%	14.00%	11.60%	11.67%
Demanda proyectada	12.50%	11.60%	11.60%	11.67%
Centros de actividad económica	12.50%	14.00%	11.60%	11.67%
Área disponible para desarrollar	12.50%	14.00%	11.60%	15.00%
Viviendas desocupadas	12.50%	11.60%	14.00%	11.67%
Demanda de viviendas por cantón	12.50%	11.60%	14.00%	15.00%
Cantidad de viviendas	12.50%	11.60%	14.00%	11.67%
Costo promedio por m ²	12.50%	11.60%	11.60%	11.67%

El resultado de esta ponderación se ve en el Cuadro 20, donde el valor obtenido se consiguió multiplicando las variables respectivas del Cuadro 18 por las constantes del Cuadro 19. A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo correspondiente al valor de la estación Aeropuerto 1 en el escenario 1.

*Estación Aeropuerto 1*_{Escenario 1}:

$$\begin{aligned}
 & \text{Usos del suelo: residencial, comercial (0.06) * 0.125 + Demanda proyectada (0.05) * 0.125} \\
 & + \text{Centros de actividad económica: Educación y cultura, ent. gubernamentales, otros servicios (0.01)} \\
 & * 0.125 + \text{Área disponible para desarrollar: charral, terrenos no cultivables (0.23) * 0.125} \\
 & + \text{Viviendas desocupadas (0.23) * 0.125 + Demanda de viviendas por cantón (0.29) * 0.125} \\
 & + \text{Cantidad de viviendas (0.06) * 0.125 + Costo promedio por m}^2 \text{(0.1) * 0.125 = } \mathbf{0.13}
 \end{aligned}$$

Cuadro 20. Resultado de las ponderaciones en el análisis a nivel de mercado

Estación	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Aeropuerto I	13,0%	12,8%	13,5%	13,9%
Atlántico	12,7%	12,7%	13,1%	13,3%
Bajo Piuses	8,4%	8,2%	8,6%	8,1%
Barrio Cuba	12,2%	11,7%	12,8%	12,7%
Heredia centro	11,4%	11,3%	11,7%	11,2%
La Sabana	12,5%	12,5%	12,8%	13,3%
Lindora	7,6%	7,5%	7,7%	7,4%
Ochomogo	16,2%	15,4%	16,4%	16,0%
Pacífico	13,2%	12,9%	13,7%	13,6%
Plaza Víquez	13,1%	12,9%	13,6%	13,5%
Santa Rosa	11,1%	11,0%	11,3%	11,6%

Tal como se ve en el Cuadro 20, las estaciones Aeropuerto 1, Atlántico, La Sabana, Ochomogo, Pacífico y Plaza Víquez son las que obtuvieron mayor puntaje y por lo tanto serán objeto del análisis a nivel de ciudad.

4.7 Selección de estaciones nivel de ciudad

Para esta etapa se consideraron las seis estaciones seleccionadas en la etapa de análisis a nivel de mercado:

1. Estación Ochomogo.
2. Estación Atlántico.
3. Estación Plaza Víquez.
4. Estación Pacífico.
5. Estación La Sabana.
6. Estación Aeropuerto.

Para la selección de las estaciones más propicias se utilizaron 6 variables y fueron normalizadas, de manera que se obtuvieran valores entre 0 y 1. A continuación se detallan estas variables:

Densidad poblacional: Esta variable consiste en la densidad poblacional, expresada como habitantes por hectárea, dividido entre 100. En el Cuadro 21 se muestra la densidad promedio en cada zona de influencia:

Cuadro 21. Densidad poblacional por zona de influencia

Estación	Densidad poblacional (hab/ha)
Aeropuerto I	36.84
Atlántico	34.12
La Sabana	28.23
Ochomogo	4.94
Pacífico	78.57
Plaza Víquez	68.85

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011).

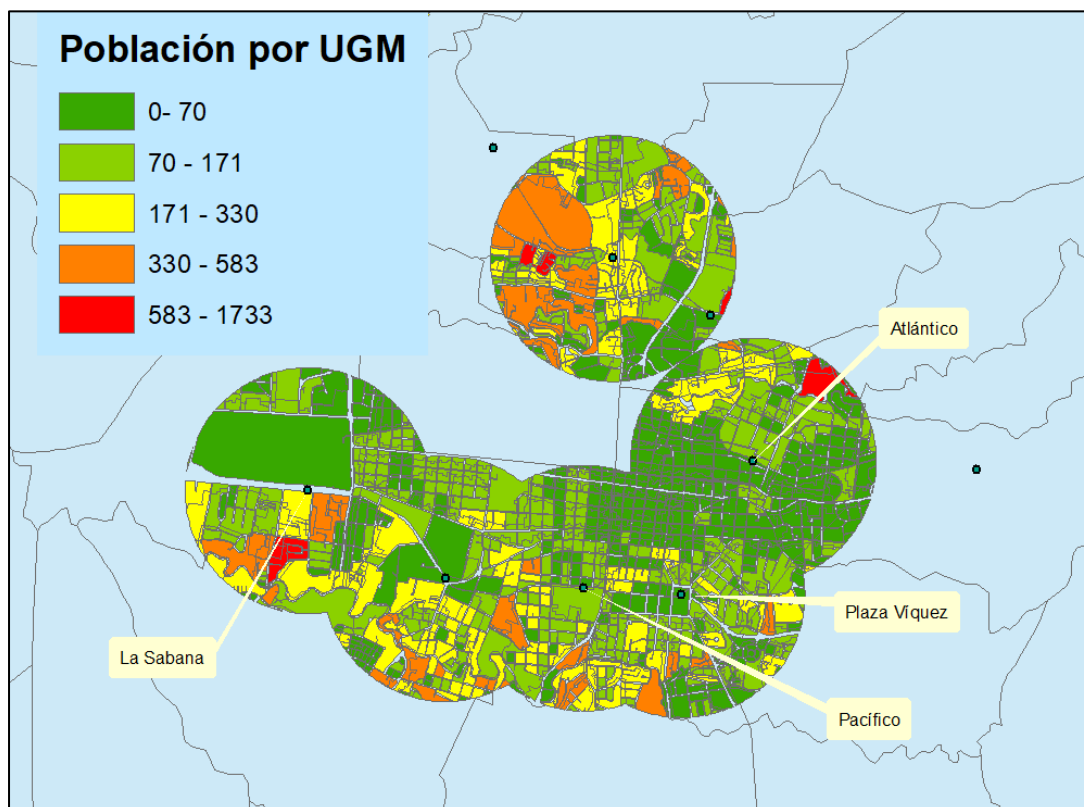


Figura 25. Cantidad de población por UGM en algunas estaciones intermodales

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Población que trabaja: Representa el porcentaje de la población, que habita dentro del área de influencia y se encuentra trabajando. Se obtiene de la siguiente forma:

$$\% \text{ de la población ocupada} = \frac{\text{Población ocupada dentro de una zona de influencia}}{\sum \text{población ocupada dentro de las zonas de influencia}}$$

Cuadro 22. Población ocupada por zona de influencia

Estación	Población ocupada	Porcentaje de la población ocupada
Aeropuerto I	4956	42.82
Atlántico	5097	47.55
La Sabana	4008	45.19
Ochomogo	557	35.91
Pacífico	10864	44.01
Plaza Víquez	3947	45.74

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011)

Población con educación superior: Esta variable representa el porcentaje de la población, que habita dentro del área de influencia y cuenta con educación superior. Se obtiene de la siguiente forma:

$$i = \frac{\text{Población con educación superior dentro de una zona de influencia}}{\sum \text{población con educación superior dentro de las zonas de influencia}}$$

Cuadro 23. Población con educación superior

Estación	Población con educación superior	Porcentaje de la población con ed. superior
Aeropuerto I	2041	17.63
Atlántico	4149	38.71
La Sabana	4422	38.58
Ochomogo	116	7.48
Pacífico	4362	17.67
Plaza Víquez	5660	26.17

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Presencia de centros de educación y salud: Considera las áreas destinadas a centros de educación y salud. Es el porcentaje que representa cada estación del total del área destinada a estos usos en las 6 estaciones. Es importante señalar que no se suman las áreas debidas a edificios de varios niveles. Las áreas por estación se muestran en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Área destinada a centros de educación y salud

Estación	Centros de educación y salud (ha)
Aeropuerto I	0.8
Atlántico	17.3
La Sabana	11.1
Ochomogo	0.0
Pacífico	21.0
Plaza Víquez	17.6

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018).

Tenencia de vehículos: Esta variable se divide en dos categorías, viviendas sin automóvil y viviendas sin motocicleta. El objetivo es determinar las estaciones donde se encuentran la mayor cantidad de viviendas sin vehículos.

$$i = \frac{\text{viviendas sin automóvil por zona de influencia}}{\sum \text{de viviendas sin automóvil dentro de las zonas de influencia}}$$

Cuadro 25. Viviendas sin vehículos

Estación	Viviendas sin automóvil	Viviendas sin motocicletas
Aeropuerto I	3170	4,764
Atlántico	2685	4,753
La Sabana	1300	2,723
Ochomogo	413	508
Pacífico	6125	7,904
Plaza Víquez	5735	8,176

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011).

Residentes entre 18 y 39 años: Esta variable representa el porcentaje de la población de entre 18 y 39 años que habita en cada zona de influencia. Los valores se obtienen de la siguiente manera:

$$i = \frac{\text{población entre 18 – 39 años dentro de la zona de influencia}}{\sum \text{de la población entre 18 y 39 años dentro de las zonas de influencia}}$$

Cuadro 26. Población entre 18 y 39 años

Estación	Población entre 18 y 39 años
Aeropuerto I	7039
Atlántico	4781
La Sabana	3269
Ochomogo	816
Pacífico	10927
Plaza Víquez	9747

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011)

4.8 Ponderación de las variables en el análisis a nivel de ciudad Cuadro 27 Cuadro 27 se muestra el valor de cada variable analizada

Cuadro 27. Valores obtenidos en cada variable considerada para el análisis a nivel de ciudad

Estaciones Variables	Densidad poblacional/100	Población que trabaja	Población con educación superior	Presencia de centros de educación y salud	Tenencia de vehículos		Residentes entre 18 y 39 años
					% hogares sin automóvil	% hogares sin moto	
Aeropuerto	0,37	14,0%	10,3%	1,2%	12,9%	13,4%	15,5%
Atlántico	0,34	14,4%	21,0%	25,5%	13,2%	15,6%	12,6%
La Sabana	0,28	11,3%	17,3%	16,4%	8,1%	11,6%	11,0%
Ochomogo	0,05	1,6%	0,6%	0,0%	2,0%	1,7%	2,0%
Pacífico	0,79	30,7%	22,1%	30,9%	34,1%	29,3%	31,6%
Plaza Víquez	0,69	28,0%	28,7%	25,9%	29,8%	28,4%	27,2%

Las variables anteriores se ponderaron de cuatro maneras distintas, de forma que se eligieran las cuatro con valores mayores. En los cuatro escenarios se mantuvieron las mismas cuatro estaciones con alta puntuación, tal como se muestra en el Cuadro 29.

Cuadro 28. Ponderación de las variables seleccionadas para el análisis a nivel de ciudad

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Variable	Constante	Constante	Constante	Constante
Densidad poblacional	14.30%	16.00%	13.67%	12.80%
Población que trabaja	14.30%	14.00%	18.00%	12.80%
Población con educación superior	14.30%	14.00%	13.67%	12.80%
Presencia de centros de educación y salud	14.30%	14.00%	13.67%	12.80%
Viviendas sin automóvil	14.30%	14.00%	13.67%	18.00%
Viviendas sin motocicleta	14.30%	14.00%	13.67%	18.00%
Residentes entre 18 y 39 años	14.30%	14.00%	13.67%	12.80%

El resultado de esta ponderación se ve en el Cuadro 29, en el cual el valor obtenido se consiguió multiplicando las variables respectivas del Cuadro 27 por las constantes del Cuadro 28. A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo correspondiente al valor de la estación Aeropuerto 1 en el escenario 1.

*Estación Aeropuerto 1*_{Escenario 1}:

$$\begin{aligned}
 & \text{Densidad poblacional (0.37) * 0.143} + \text{Población que trabaja (0.14) * 0.143} \\
 & + \text{Población con educación superior (0.103) * 0.143} \\
 & + \text{Presencia de centros de educación y salud (0.012) * 0.143} \\
 & + \text{Hogares sin } \textit{automóvil} \text{ (0.129) * 0.143} + \text{Hogares sin } \textit{moto} \text{ (0.134) * 0.143} \\
 & + \text{Residentes entre 18 – 39 años (0.15) * 0.143} = \mathbf{0.149}
 \end{aligned}$$

Cuadro 29. Resultado de las ponderaciones en el análisis a nivel de ciudad

Estación	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Aeropuerto I	14,9%	15,3%	14,8%	14,7%
Atlántico	19,5%	19,8%	19,3%	19,0%
La Sabana	14,8%	15,1%	14,7%	14,3%
Ochomogo	1,8%	1,9%	1,8%	1,8%
Pacífico	36,8%	37,6%	36,5%	36,2%
Plaza Viquez	33,8%	34,5%	33,6%	33,3%

4.9 Características del uso del suelo en las estaciones seleccionadas a nivel de ciudad

Para realizar este análisis se redujo el área de influencia alrededor de las estaciones en 400 m y ajustado a las rutas y cuadrantes existentes, excepto en la estación Ochomogo. La comparación entre los usos del suelo se muestra en el Cuadro 30, mediante el indicador de entropía e indicador Herfindahl – Hirschman. Ambos indicadores permiten determinar la variabilidad en los usos del suelo.

El índice de entropía (EI) mide la mezcla de usos del suelo, toma en cuenta el porcentaje relativo de dos o más usos de la tierra, dentro del área de análisis. El índice varía de 0 a 1, donde valores mayores indican un mayor nivel de mezcla.

$$EI = - \left[\sum_{j=1}^k p^j \ln(p^j) \right] / \ln(k)$$

Donde p^j es el porcentaje de cada uso j del suelo y k , que debe ser superior a 2, es la cantidad de usos j del suelo.

El índice de Herfindahl-Hirschman es comúnmente aceptado como una medida de concentración del mercado y puede ser utilizada para evaluar la mezcla en los usos del suelo. Este indicador tiene un valor máximo de 5000 cuando existe un único uso y disminuye conforme aumenten los usos del suelo.

$$HHI = \sum_{j=1}^k (p^j)^2$$

Donde p^j es el porcentaje de cada uso j del suelo.

Cuadro 30. Índice de Entropía (EI) e índice Herfindahl-Hirschman (HHI) del uso del suelo

Estación	EI	HHI
Sabana	0,75	2401,12
Atlántico	0,74	1946,61
Plaza Viquez	0,44	5492,67
Pacífico	0,64	3530,66
Aeropuerto	0,80	1511,33
Ochomogo	0,70	2758,25

En las zonas DOTD el uso del suelo debe ser mixto, esto permite estimular la actividad peatonal, sin embargo, es necesaria una proporción mínima que genere incentivos económicos para el desarrollo con patrones de uso mixto. Al respecto, Calthorpe (2011) definió diferentes proporciones que responden a las necesidades de las ciudades, específicamente, sobre la implementación de DOTP con orientación urbana, énfasis en los usos que generan empleos o DOTP con orientación vecinal, así como con énfasis en los usos residenciales.

En el

Cuadro 31 se muestran los valores obtenidos para las estaciones analizadas y su comparación con los valores recomendados por Calthorpe (2011). Evidentemente, el tipo de desarrollo en el área cercana a las estaciones no ha sido DOTP y es clara la necesidad de modificar los patrones de desarrollo si se desea incentivar este concepto. En todas las estaciones, a excepción de Ochomogo, la mayor proporción de la tierra se dedica a usos residenciales, mientras los usos que permiten la interacción de los habitantes en estas áreas, como lo son los espacios públicos, representan una muy baja proporción.

Cuadro 31. Proporción de usos del suelo en las áreas de influencia y comparación con los porcentajes recomendados

Estación	Espacios Públicos	Zona comercial	Zona residencial	Centros de trabajo
Sabana	11,11%	0,01%	52,62%	20,13%
Atlántico	7.58%	16.29%	42,01%	7,57%
Plaza Viquez	9.58%	3.32%	54,64%	6,24%
Pacífico	7.03%	4.33%	51,27%	5,63%
Aeropuerto	4,82%	4.68%	32,50%	17,11%
Ochomogo	7,84%	0,00%	5,85%	37,18%
DOTP vecinal*	10% min	10-15%	40-80%	0-40%
DOTP Urbano*	10% min	10-30%	20-60%	20-60%

Fuente: Elaboración propia y * Calthorpe (2011)

Niu y otros (2019), analizaron varias estaciones en Singapur, algunas con un desarrollo DOTP y otras sin aplicar este concepto. En el

Cuadro 32 se muestran los datos obtenidos.

Cuadro 32. Comparación de siete estaciones de tren y sus usos del suelo en Singapur

	DOTP URBANO		DOTP VECINAL			NO DOTP	
	Toa Payoh	Tampines	Clementi	Pasir Ris	Punggol	Sixth Avenue	Farrer Road
INDICE DE ENTROPÍA	0,88	0,91	0,63	0,59	0,81	0,39	0,33
PROPORCIÓN DE USO RESIDENCIAL	40,53%	32,93%	56,16%	49,36%	42,39%	70,39%	70,45%
PROPORCIÓN DE ESPACIOS PÚBLICOS	10,63%	11,08%	9,56%	3,11%	8,08%	3,47%	8,20%
PROPORCIÓN DE PARQUES Y ESPACIOS ABIERTOS	7,94%	7,45%	2,13%	3,82%	8,26%	0,57%	0,27%
PROPORCIÓN DE SITIOS DE RESERVA	1,44%	1,88%	0,00%	20,84%	8,98%	0,71%	2,06%

Fuente: Niu, Hu, Shen, Siu Yu Lau, & Gan (2019)

Las zonas cercanas a las estaciones analizadas del tren en la GAM, tal como se muestra en el

Cuadro 31, tienen poca variabilidad, con una importante concentración de zonas residenciales, sin embargo, el Cuadro 30 muestra cómo las estaciones Sabana o Aeropuerto, tienen valores de EI similares a los encontrados por Niu, Hu, Shen, Siu Yu Lau, & Gan (2019) en las estaciones DOTP de Singapur. No obstante, es importante destacar que, aunque en estaciones, como por ejemplo Ochomogo, se tenga valores de EI altos, los usos existentes no son los más aptos para el desarrollo urbano. La información mostrada en el

Cuadro 31 sirve para orientar sobre cuáles usos deben incentivarse en cada estación, con el objetivo de generar mezclas de usos de la tierra que permitan un mejor desarrollo urbano.

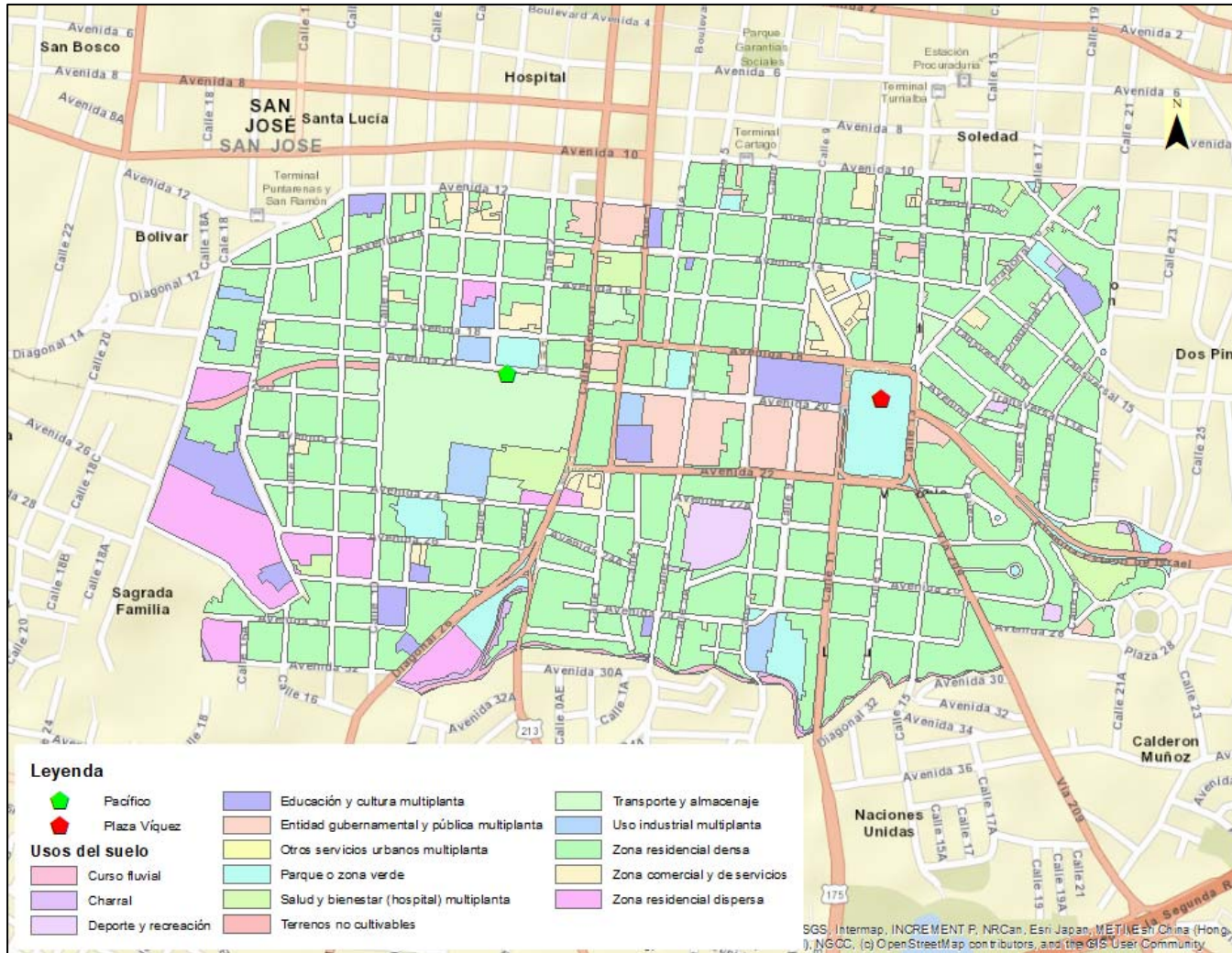


Figura 26. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de las estaciones Pacifico y Plaza Viquez

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018)

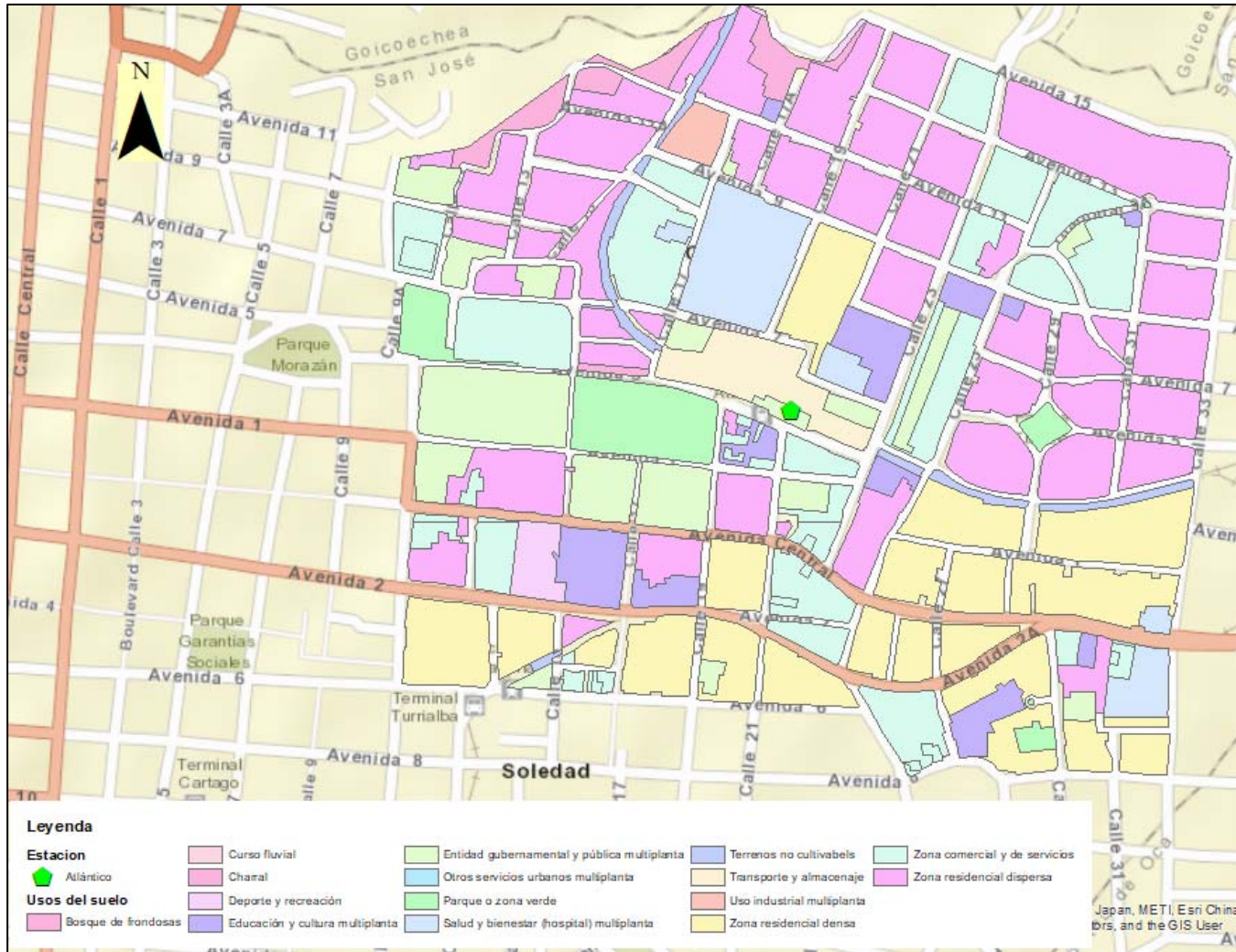


Figura 27. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Atlántico

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018)

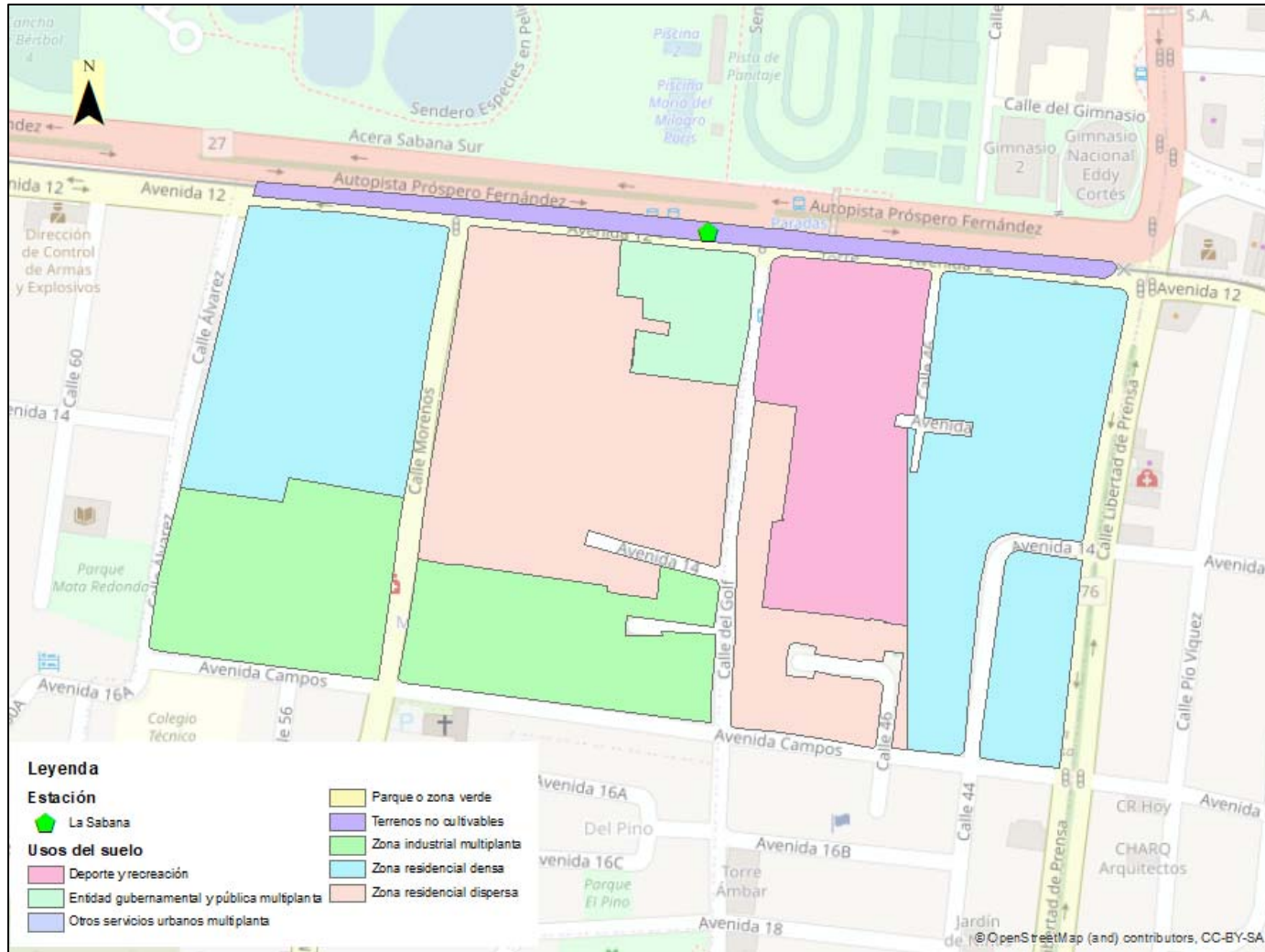


Figura 28. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Sabana

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018).

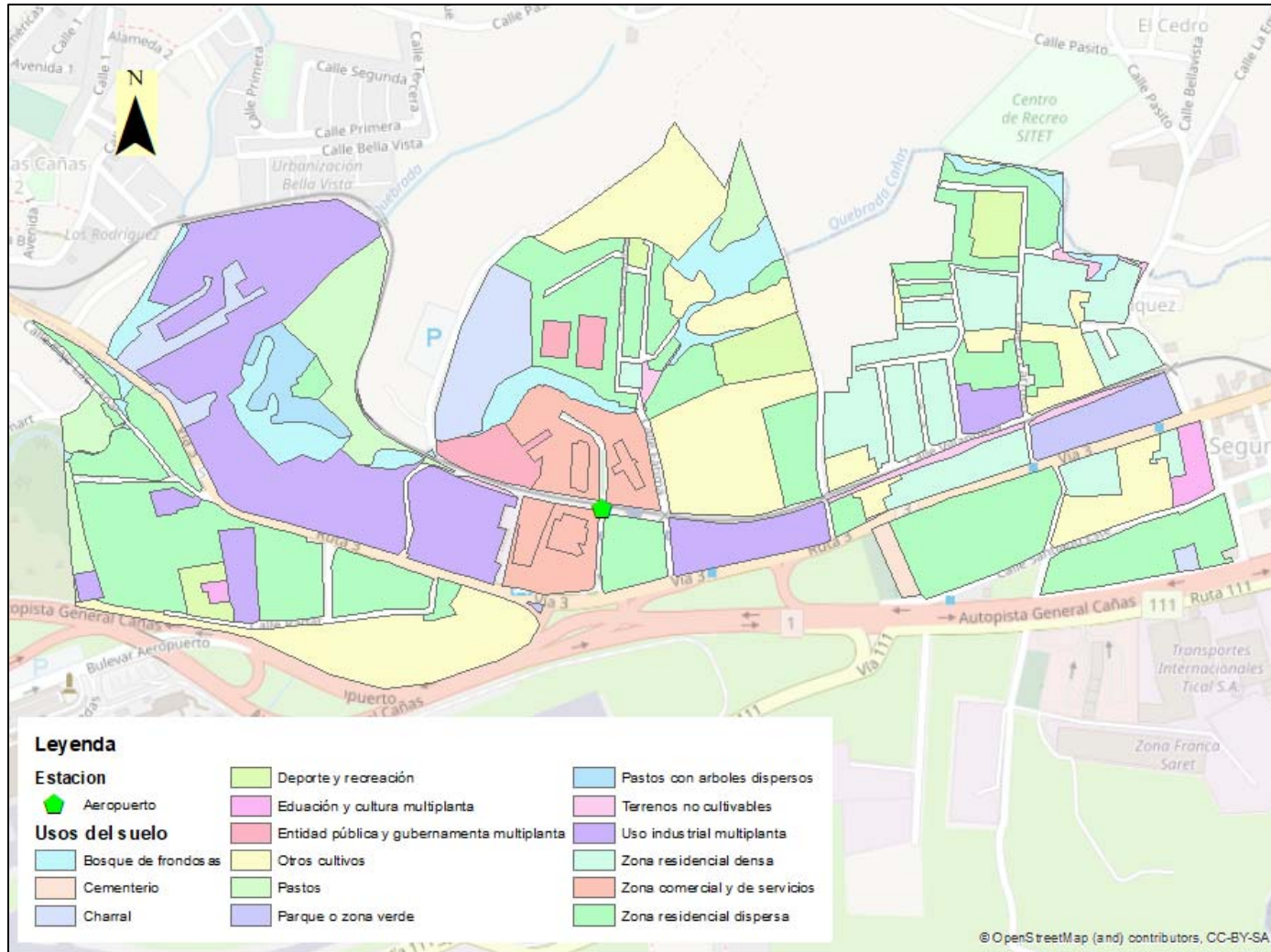


Figura 29. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Aeropuerto

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018).

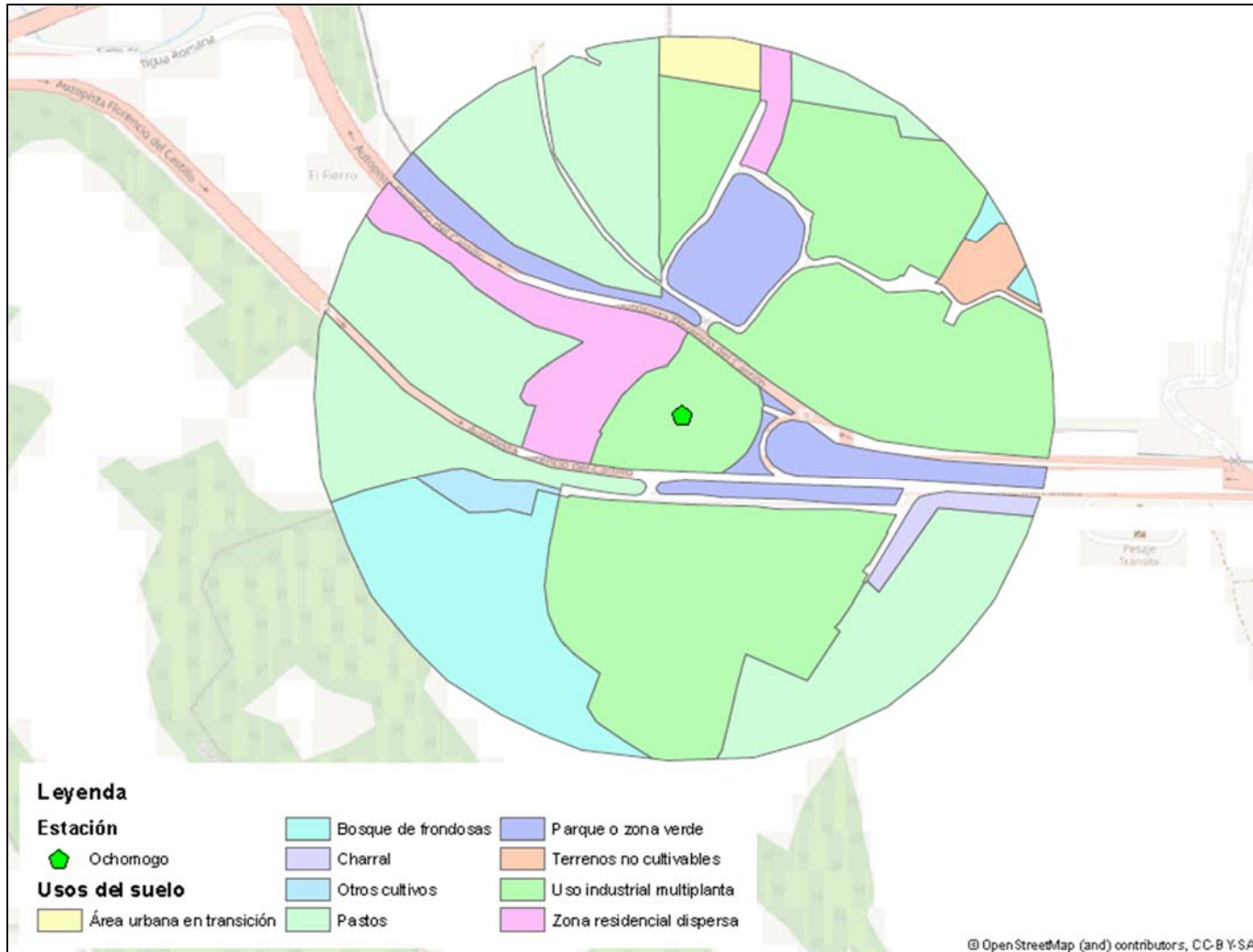


Figura 30. Usos del suelo en la zona de influencia de 400 m de la estación Ochomogo

Fuente: Elaboración propia con datos de Vargas (2018).

Debido a la diversidad de usos de suelo que la estación Sabana posee y su afinidad con la implementación del DOTP, se agregará y analizará mediante la aplicación del estándar DOTP, junto con las estaciones Aeropuerto 1, Atlántico, Pacífico y Plaza Víquez.

4.7 Aplicación del estándar DOTP a las estaciones seleccionadas

Las áreas en las que se aplicó el estándar DOTP se dimensionaron de manera que fuese posible realizar la evaluación. Se definió como límite, los 500 m caminables alrededor de las estaciones. Se aplicará la versión tres de dicho estándar, considerando las modificaciones indicadas en apartados anteriores. A continuación, se muestra la evaluación realizada en cada estación.

Estación Pacífico-Plaza Víquez

En la siguiente figura se muestra el área analizada:

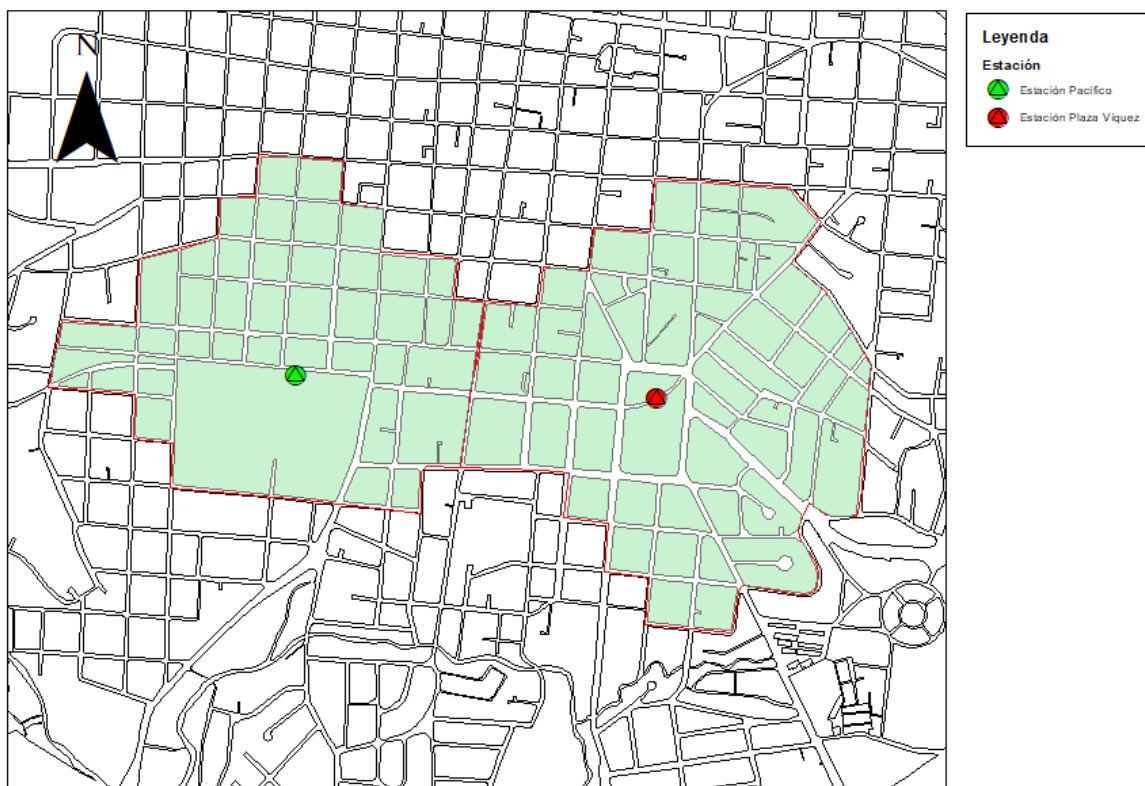


Figura 31. Área a aplicar el estándar DOTP en el conjunto de estaciones Pacífico y Plaza Víquez

Caminar

En el área de influencia alrededor de las estaciones Pacífico-Plaza Víquez, se midieron 33.650 m de aceras, de las cuales 22.067 m se pueden considerar completas, según la definición del estándar DOTP V3, lo cual representa un 65.58%. Los principales inconvenientes encontrados fueron: obstáculos en las aceras, daños estructurales, ancho menor a 1.2 m, gradas, entre otros.

Con respecto a las intersecciones, de las 143 identificadas, únicamente 4 se pueden considerar adecuadas, lo que representa un 2.80%. Las intersecciones identificadas, difícilmente contaban con todos los requisitos necesarios para considerarse accesibles, lo cual demuestra que estas zonas no han sido diseñadas pensando en el peatón.

Se determinó que existen 382 segmentos de vías peatonales, de los cuales 24 se pueden considerar como visualmente activas, esto es apenas un 6.28%. El anterior es un porcentaje realmente bajo, a pesar de que se encuentra en una zona con abundante comercio.

Se contabilizaron 2393 accesos peatonales dentro del área de influencia, lo que significa que existen, aproximadamente 7 accesos cada 100 m. De los 382 segmentos peatonales identificados, 180 incorporan elementos de sombra, lo que representa un 47.12%

Usar la bicicleta

A pesar de que algunos segmentos de la ciclovía UCR-Sabana se ubican dentro del área de influencia, las distancias superan los 200 m entre la mayoría de los edificios y estos segmentos. Asimismo, no hay estacionamientos en las paradas de transporte público. Dentro del área de influencia se identificaron 5 parqueos, con una capacidad total de 42 bicicletas, ubicados en Plaza Víquez, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Dirección General de Policía de Tránsito, Farmacia de la Clínica Bíblica y Consejo Municipal de San José, sin embargo, esta cantidad está por debajo del 25% requerido para obtener puntaje. Por último, en el plan regulador de la municipalidad de San José no se menciona ningún detalle sobre parqueos para bicicletas.

Conectar

Dentro del área de influencia, el percentil 90 de los segmentos peatonales se encuentra por debajo de los 164 m. Con respecto a la relación entre las intersecciones peatonales y vehiculares, se

encontraron 2 intersecciones peatonales de 3 sentidos y 2 de 4 sentidos, mientras que las intersecciones vehiculares, fueron 53 de tres sentidos, 87 de 4 sentidos y 3 de 5 o más sentidos.

Transportar

Si se toma en cuenta que el proyecto evalúa las áreas cercanas al sistema de tren interurbano, se considera que se cumple con este requisito, el cual no asigna ninguna puntuación.

Mezclar

En el área de influencia, el uso predominante es el residencial y corresponde al 61.8% del total construido. El 100% de los edificios tienen acceso, a una distancia caminable a escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos. Además, se logran identificar 6 parques dentro o cerca del área de influencia, lo que hace que el 100% de los edificios se encuentren a menos de 500 m de estos lugares.

No hay desplazamiento de empresas u hogares debido a la existencia de las estaciones del tren interurbano.

Densificar

La densidad media en el área de influencia de las estaciones Pacífico y Plaza Víquez es de 72.65 hab/ha, lo cual se encuentra por debajo del percentil 25 de la GAM (75 hab/ha).

Compactar

Se identificó que el 94.9% del área total de influencia presenta algún desarrollo, sea residencial, comercial, industrial o de cualquier otra índole. Además, dentro del área de influencias operan diversas rutas de autobús y un sistema de bicicletas públicas.

Cambiar

El área de influencia corresponde a 106.36 ha, de las cuales, aproximadamente 3.8 ha se dedican a estacionamientos, lo que representa un 3.57%. En promedio hay 2.38 entradas de vehículos, por cada 100 m de fachada.

El área dedicada para vías y parqueos sobre la carretera es de 25.23 ha, lo que representa un 23.72% del total del área de influencia.

Estación Atlántico

En la siguiente figura se muestra el área analizada:

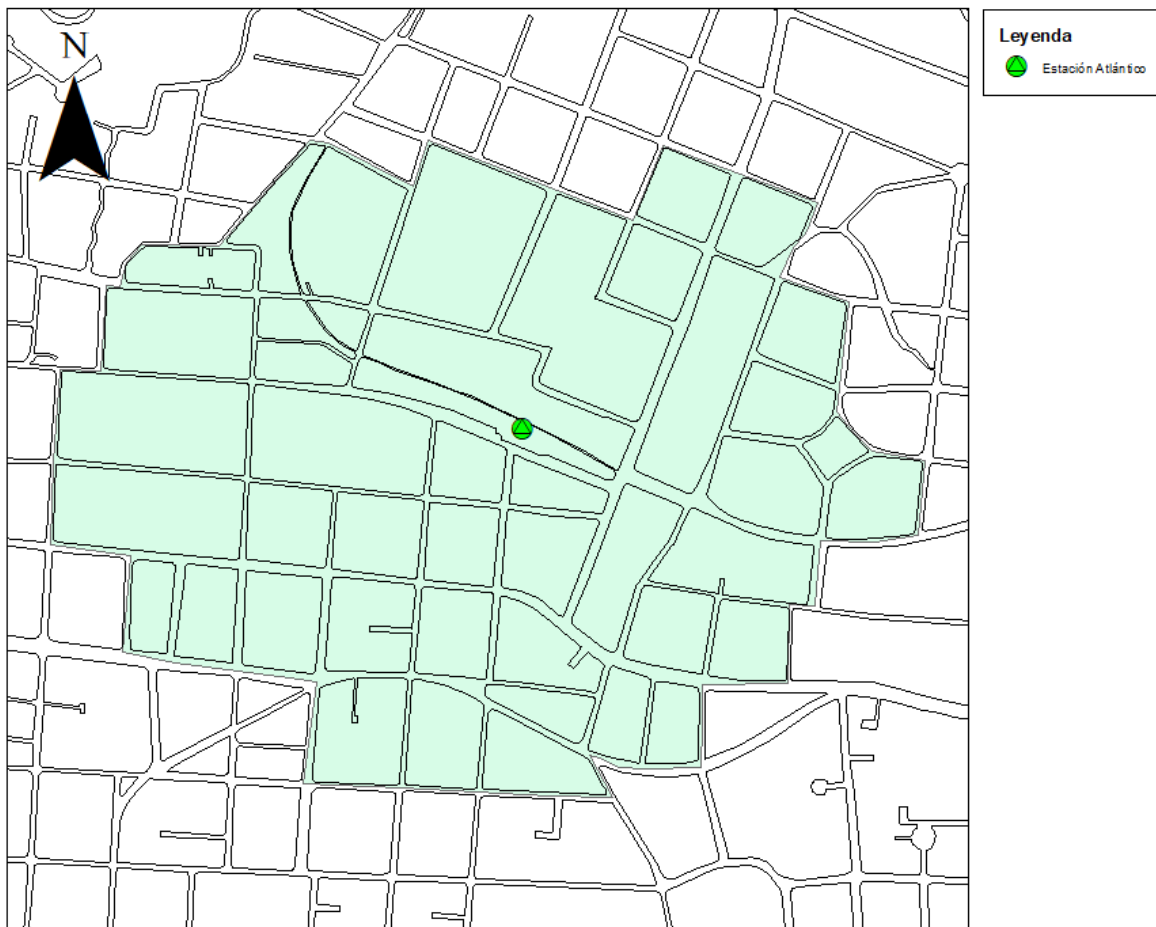


Figura 32. Área por aplicar el estándar DOTP en la estación Atlántico

Caminar

En el área de influencia alrededor de la estación Atlántico se midieron 16.221 m de fachadas, de las cuales 12.067 m se pueden considerar completas, lo cual representa un 74.39%. Al igual que en el área Pacífico-Plaza Viquez, los principales inconvenientes encontrados fueron: obstáculos en las aceras, daños estructurales, ancho menor al permitido, entre otros.

Respecto a las intersecciones, de las 71 identificadas, únicamente 1 se puede considerar adecuada, lo que representa un 1.41%. Se determinó que existen 152 segmentos de vías peatonales, de los cuales 19 se pueden considerar como visualmente activas, esto es un 12.50%, a pesar de lo comercial de la zona.

Se contabilizaron 554 accesos peatonales dentro del área de influencia, lo que significa que existen 4.59 accesos casa 100 m. De los 152 segmentos peatonales identificados, 42 incorporan elementos de sombra, lo que representa un 27.63%

Usar la bicicleta

Existen algunos segmentos de ciclovía dentro del área de influencia, sin embargo, las distancias superan los 200 m entre la mayoría de los edificios y estos segmentos, además, ninguno de estos pasa por la estación. Hay estacionamientos para bicicletas en la estación del Atlántico, sin embargo, se encuentran expuestos. Dentro del área de influencia se identificaron 15 parqueos, con una capacidad total de 183 bicicletas. Sin embargo, esta cantidad está por debajo del 25% de los edificios existentes. Por último, en el plan regulador de la municipalidad de San José no se menciona ningún detalle sobre parqueos para bicicletas.

Conectar

Dentro del área de influencia, el percentil 90 de los segmentos peatonales se encuentra por debajo de los 216 m. Con respecto a la relación entre las intersecciones peatonales y vehiculares, se encontró 1 intersección peatonal de cuatro sentidos, mientras que las intersecciones vehiculares, fueron 39 de tres sentidos, 32 de 4 sentidos.

Transportar

Si se toma en cuenta que el proyecto evalúa las áreas cercanas al sistema de tren interurbano, se considera que se cumple con este requisito, el cual no asigna ninguna puntuación.

Mezclar

En el área de influencia, el uso predominante es no residencial y corresponde al 58.77% del total construido.

El 100% de los edificios tienen acceso, a una distancia caminable a escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos. Además, se logran identificar 9 parques dentro o cerca del área de influencia, lo que hace que el 100% de los edificios se encuentren a menos de 500 m de estos lugares.

No hay desplazamiento de empresas u hogares debido a la existencia de las estaciones del tren interurbano.

Densificar

La densidad media en el área de influencia de la estación Atlántico es de 16.75 hab/ha, lo cual se encuentra por debajo del percentil 25 en el GAM (75 hab/ha).

Compactar

Se identificó que el 98.8% del área total de influencia presenta algún desarrollo, sea residencial, comercial, industrial o de cualquier otra índole. Además, dentro del área de influencias operan diversas rutas de autobús y un sistema de bicicletas públicas.

Cambiar

El área de influencia corresponde a 56.73 ha, de las cuales, aproximadamente 4.9 ha se encuentran ocupadas por estacionamientos fuera de la vía, lo que representa un 8.59%. En promedio hay 1.79 entradas de vehículos, por cada 100 m de fachada. El área dedicada para vías y parqueos sobre la carretera es de 11.26 ha, lo que representa un 19.85% del total del área de influencia.

Estación Aeropuerto

En la siguiente figura se muestra el área analizada:

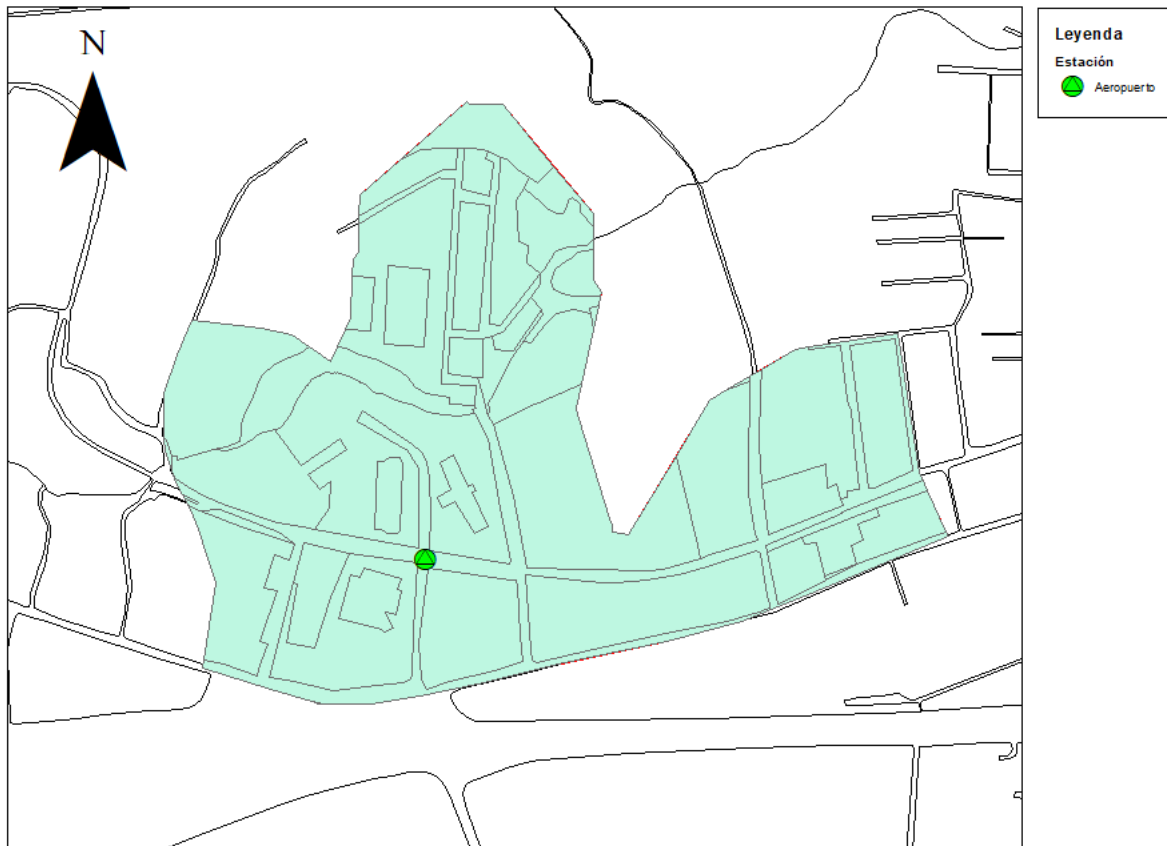


Figura 33. Área por aplicar el estándar DOTP en la estación Aeropuerto

Caminar

En el área de influencia alrededor de la estación Aeropuerto, se midieron 3340 m de fachadas, de las cuales 713 m se pueden considerar completas, lo cual representa un 21.35%. Los principales inconvenientes encontrados fueron: obstáculos en las aceras, daños estructurales, ancho menor al permitido, ausencia de secciones, entre otros.

Respecto a las intersecciones, de las 12 identificadas, ninguna se puede considerar adecuada. Se determinó que existen 27 segmentos de vías peatonales, de las cuales ninguna es visualmente activa.

Se contabilizaron 142 accesos peatonales dentro del área de influencia, lo que significa que existen 4.25 accesos casa 100 m. De los 142 segmentos peatonales identificados, ninguno incorpora elementos de sombra.

Usar la bicicleta

No existen ciclovías cercanas a la estación, tampoco hay estacionamientos para bicicletas en la estación. Dentro del área de influencia no se identificaron parqueos para bicicletas. Además, en el plan regulador de la municipalidad de Alajuela no se menciona ningún detalle sobre parqueos para bicicletas.

Conectar

Dentro del área de influencia, el percentil 90 de los segmentos peatonales se encuentra por debajo de los 189.2 m. Con respecto a la relación entre las intersecciones peatonales y vehiculares, no se encontró ninguna intersección peatonal que se considere adecuada, mientras que las intersecciones vehiculares, fueron 12 de tres sentidos y 2 de cuatro sentidos.

Transportar

El proyecto evalúa las áreas cercanas al sistema de tren interurbano, se considera que se cumple con este requisito, el cual no asigna ninguna puntuación.

Mezclar

En el área de influencia, el uso predominante es no residencial y corresponde al 65.05% del total construido.

El 30% de los edificios tienen acceso, a una distancia caminable, a fuentes de alimentos frescos, el 100% se encuentran a máximo 1000 m de escuelas y colegios, mientras que el 70% se encuentran a máximo 1000 m de hospitales, clínicas y farmacias. Se identificaron 3 parques dentro o cerca del área de influencia, lo que hace que el 80% de los edificios se encuentren a menos de 500 m de estos lugares.

No hay desplazamiento de empresas u hogares debido a la existencia de las estaciones del tren interurbano.

Densificar

La densidad media en el área de influencia de las estaciones Aeropuerto es de 86.85 hab/ha, lo cual se encuentra por encima del percentil 25 en la GAM (75 hab/ha).

Compactar

Se identificó que el 72.01% del área total de influencia presenta algún desarrollo, sea residencial, comercial, industrial o de cualquier otra índole. Además, dentro del área de influencias operan diversas rutas de autobús.

Cambiar

El área de influencia corresponde a 26.62 ha, de las cuales, aproximadamente 5.12 ha se encuentran, lo que representa un 19.23%. En promedio hay 5.2 entradas de vehículos, por cada 100 m de fachada. El área dedicada para vías y parqueos sobre la carretera es de 3.53 ha, lo que representa un 13.26% del total del área de influencia.

Estación Sabana

En la siguiente figura se muestra el área analizada:

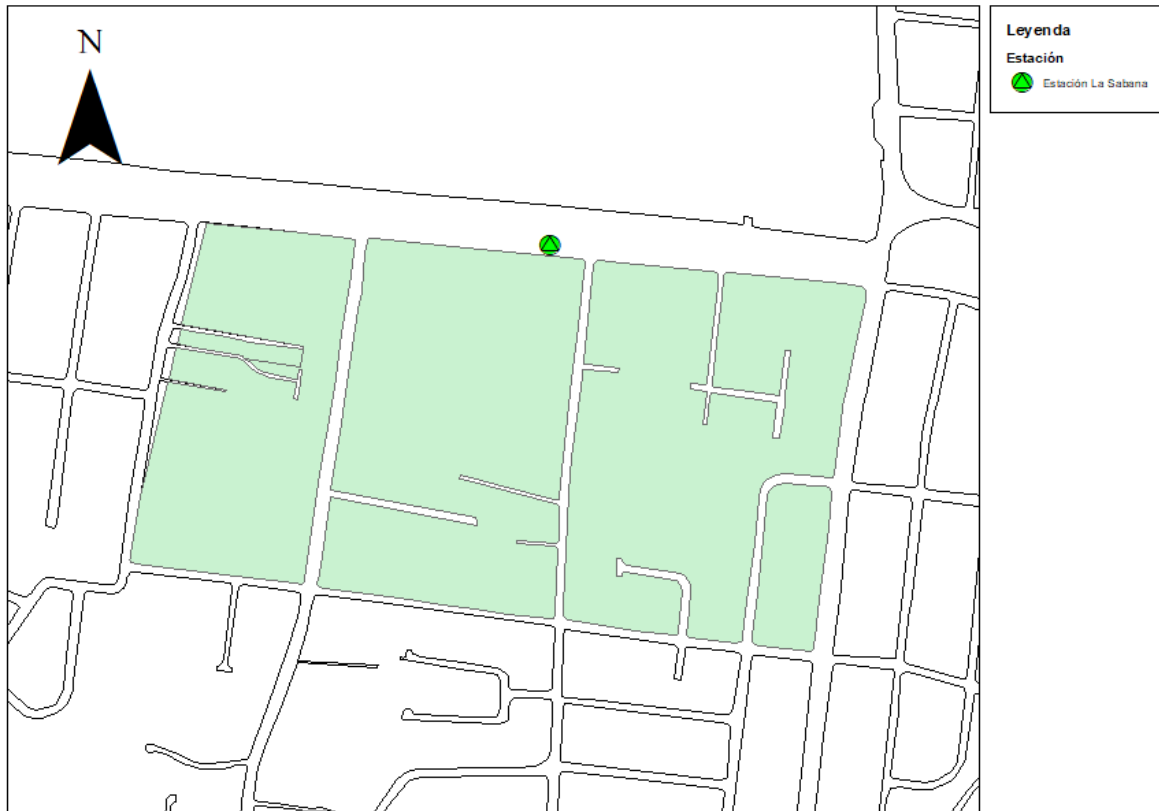


Figura 34. Área por aplicar el estándar DOTP en la estación Sabana

Caminar

En el área de influencia alrededor de la estación Aeropuerto, se midieron 4140 m de fachadas, de las cuales 3195 m se pueden considerar completas, lo cual representa un 77.17%. Los principales inconvenientes encontrados son similares a los identificados en otras estaciones: obstáculos en las aceras, daños estructurales, ancho menor al permitido, ausencia de secciones, entre otros.

Con respecto a las intersecciones, de las 13 identificadas, ninguna se puede considerar segura y accesible. Se determinó que existen 21 segmentos de vías peatonales, de los cuales ninguna es visualmente activa.

Se contabilizaron 148 accesos peatonales dentro del área de influencia, lo que significa que existen 3.57 accesos casa 100 m. De los 148 segmentos peatonales identificados, ninguno incorpora elementos de sombra.

Usar la bicicleta

No existen ciclovías dentro del área de influencia de la estación. Hay estacionamientos para bicicletas en la estación del Atlántico, sin embargo, se encuentran expuestos. Dentro del área de influencia se identificaron 5 parqueos, con una capacidad total de 21 bicicletas. Como se mencionó anteriormente, en el plan regulador de la municipalidad de San José no se menciona ningún detalle sobre parqueos para bicicletas.

Conectar

Dentro del área de influencia, el percentil 90 de los segmentos peatonales se encuentra por debajo de los 365.9 m. En cuanto a la relación entre las intersecciones peatonales y vehiculares, no se encontró ninguna intersección peatonal que se considere adecuada, se ubicaron 13 intersecciones vehiculares, fueron 6 de tres sentidos y 7 de cuatro sentidos.

Transportar

El proyecto evalúa las áreas cercanas al sistema de tren interurbano, se considera que se cumple con este requisito, el cual no asigna ninguna puntuación.

Mezclar

En el área de influencia, el uso predominante es residencial y corresponde al 60.37% del total construido. El 100% de los edificios tienen acceso, a una distancia caminable, a fuentes de alimentos frescos, escuelas y colegios. El 100% se encuentran a máximo 1000 m de hospitales, clínicas y farmacias. El 100% de los edificios se encuentran a menos de 500 m del parque La Sabana.

No hay desplazamiento de empresas u hogares debido a la existencia de las estaciones del tren interurbano.

Densificar

La densidad media en el área de influencia de la estación Sabana es de 35.54 hab/ha, lo cual se encuentra por debajo del percentil 25 en el GAM (75 hab/ha).

Compactar

Se identificó que el 100% del área total de influencia presenta algún desarrollo, sea residencial, comercial, industrial o de cualquier otra índole. Además, en dentro del área de influencias operan diversas rutas de autobús y un sistema de bicicletas públicas.

Cambiar

El área de influencia corresponde a 29.97 ha, de las cuales, aproximadamente 1.96 ha se dedican a estacionamientos, lo que representa un 6.53%. En promedio hay 5.1 entradas de vehículos, por cada 100 m de fachada. El área dedicada para vías y parqueos sobre la carretera es de 3.85 ha, lo que representa un 12.85% del total del área de influencia.

Resumen de valores obtenidos

Cuadro 33. Resumen de los valores obtenido del Estándar DOTP en las diferentes estaciones

Principio Estándar DOTP	CN	PD	CT	TP	MZ	DS	CP	CB	Total
Valor Min-Max	0-15	0-5	0-15	Si/No	0-17	0-15	0-10	0-15	0-92
Estación	Valores por estación								
Pacífico-Plaza Víquez	2	0	4	Si	15	0	10	8	39
Atlántico	1	0	0	Si	17	0	10	12	40
Aeropuerto	1	0	2	Si	7	5	5	12	32
Sabana	1	0	0	Si	17	0	10	14	42

Cuadro 34. Porcentaje de cumplimiento del Estándar DOTP en las diferentes estaciones

Principio	Pacífico-Plaza Víquez	Atlántico	Aeropuerto- Alajuela	Sabana
Caminar	13%	7%	7%	7%
Pedalear	0%	0%	0%	0%
Conectar	27%	0%	13%	0%
Mezclar	88%	100%	41%	100%
Densificar	0%	0%	33%	0%
Compactar	100%	100%	50%	100%
Cambiar	53%	80%	80%	93%
Total	42%	43%	35%	46%

4.8 Acciones recomendadas por estación para mejorar el porcentaje de cumplimiento del Estándar DOTP

Estación Pacífico-Plaza Viquez

Cuadro 35. Acciones recomendadas en la estación Pacífico-Plaza Viquez

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
Caminar	El espacio peatonal es seguro, completo y accesible para todos.	Reparación/reconstrucción de aceras según INTE 03-01-09-02, de manera que se tenga un 90% de vías peatonales completas. Es necesario hacer uso de la ley de movilidad peatonal, número 9976.	15320	m	0	2	3
		Reparación/reconstrucción de intersecciones, de manera que se tengan al menos el 90% de los cruces peatonales adecuados.	125	unidades	0	2	3
	El espacio peatonal es activo y vibrante.	Aumentar fachadas activas de manera que se tengan al menos el 50% de las fachadas activadas. Esta acción requiere modificar el uso de suelo en algunos sectores, de manera que existan mayor comercio minorista en la zona. Para cumplir este objetivo se requiere incentivar los desarrollo de usos mixtos, mediante modificaciones en el plan regulador.	167	unidades	0	2	6
		Accesos peatonales: No requiere acción.	-	-	2	2	2
	El espacio peatonal es fresco y confortable.	Incorporar sombra o refugio, de manera que tenga al menos el 75% de las vías peatonales con sombra. Al incentivar los usos mixtos es necesario incluir en las plantas bajas estructuras que brinden refugio al peatón. Es posible incluir programas de reforestación, sin embargo, es necesario hacer un análisis previo para identificar las aceras donde existe suficiente espacio.	107	unidades	0	1	1
Usar bicicleta	La red ciclística es segura y completa.	Es necesario aumentar la densidad de red ciclística. Es necesario agregar segmentos a la red ciclística existente, de manera que llegue a las estaciones del tren.			0	1	2
	El estacionamiento para bicicletas es amplio y seguro.	Construir estacionamientos para bicicleta en ambas estaciones.			0	1	1
		Mejorar la seguridad en los estacionamientos existentes e incentivar a otros propietarios a construir estacionamientos seguros.	1		0	1	1
		Incluir el requerimiento de estacionamiento para bicicleta en edificios residenciales, mediante la modificación del plan regulador.	global	-	0	0	1
Conectar	Las rutas peatonales y en bicicleta son cortas, directas y variadas.	Disminuir la longitud de las cuadras, de manera que se logre que al menos el percentil 90 de las aceras tengan una longitud menor a 150 m. Para realizar esto se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, incluyendo pasajes peatonales a través de las cuadras.	26	aceras	4	6	10
	Las rutas peatonales y ciclísticas son más cortas que las de los vehículos motorizados.	Acortar las rutas peatonales y ciclísticas. Al reparar las intersecciones peatonales existentes es posible tener al menos la misma longitud de rutas para peatones, ciclistas y vehículos motorizados. Sin embargo, al igual que con el objetivo anterior, se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, para incluir pasajes peatonales a través de las cuadras en los nuevos desarrollos.	125	unidades	0	1	5
Mezclar	Las oportunidades y los servicios se encuentran a poca distancia a pie de donde viven y trabajan las personas, y el espacio público es activo durante un horario extendido.	Aumentar el % de uso comercial y de servicios: Es necesario aumentar la cantidad de uso comercial en al menos 5 puntos porcentuales. Esto se debe realizar mediante la inclusión de proyectos de usos mixtos, que permitan, adicionalmente, aumentar la densidad poblacional.	5pts porcentuales del uso residencial	pts. porcentuales	6	8	8
		Cercanía a fuentes de alimentos, educación y salud: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de fuentes de alimentos, centros educativos o de salud.	-	-	3	3	3
		Cercanía a parques: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de parques o zonas de juegos.	-	-	1	1	1

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
	Entre los residentes locales se incluyen diversos rangos demográficos y de ingresos.	Vivienda asequible: Esta variable no fue medida, sin embargo, es necesario definir la cantidad de viviendas asequibles en la zona de influencia, para definir las necesidades existentes.	-	-	0	0	8
		Reubicación de familias: debido a que no existe ningún proyecto que implique reubicación de habitantes, no se requiere acción.			3	3	3
		Reubicación de comercios: debido a que no existe ningún proyecto que implique reubicación de comercios, no se requiere acción.			2	2	2
Densificar	Alta densidad poblacional	Aumentar densidad al menos a 75 hab/ha: Aumentar población de 6354 a 6560.	87,46	ha	0	8	15
Compactar	El desarrollo se encuentra en, o junto a, un área urbana existente.	Desarrollar zonas dentro del área: No se requiere acción, ya que más del 90% del área se encuentra desarrollado.	-	-	8	8	8
	Viajar por la ciudad es cómodo.	Tener diferentes medios de transporte disponibles: No se requiere acción, ya que existen diferentes medios de transporte en la zona de influencia.	-	-	2	2	2
Cambiar	Minimizar el terreno dedicado a vehículos motorizados.	Minimizar áreas de parqueos no esenciales: No se requiere acción, ya que menos del 10% del área es dedicada a estacionamientos no esenciales.	-	-	8	8	8
		Disminuir accesos vehiculares: Reducir de 802 ingresos vehiculares a 673 (-123). Esta disminución es posible al implementar desarrollos mixtos, que requieran menos ingresos vehiculares.	123	unidades	0	1	1
		Disminuir el área para vehículos motorizados: se debe reducir en al menos un 4% el área disponible para vehículos. Es posible disminuir la cantidad de parqueos sobre la vía y sustituirlos por aceras.	4	pts. porcentuales	0	3	6
Total					39	66	92

En esta zona existen diferentes modificaciones que realizar, sin embargo, a continuación se indican las que deberían tener mayor prioridad para la implementación del DOTP.

Reparación/reconstrucción de aceras:

En la siguiente figura se muestra el estado actual de las aceras en la zona de influencia de las estaciones Pacífico-Plaza Viquez.

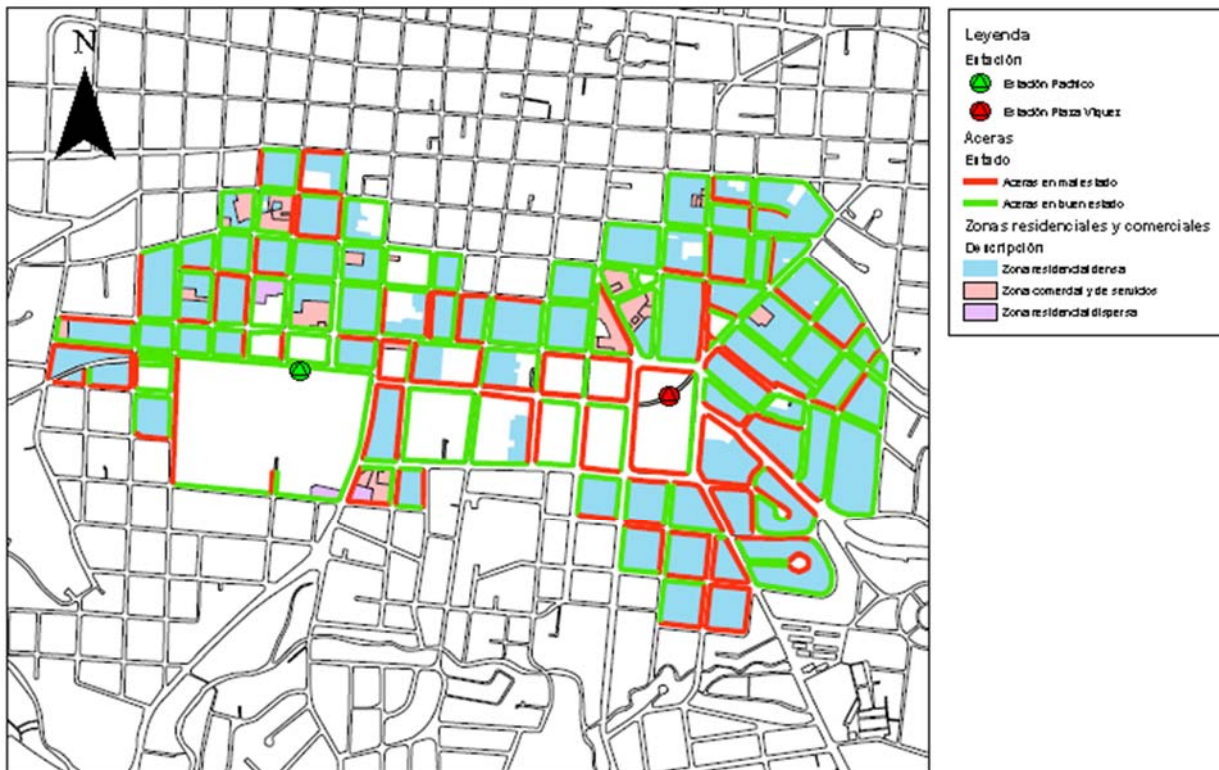


Figura 35. Estado de las aceras en las estaciones Pacífico-Plaza Viquez

El total de segmentos de aceras en esta zona de influencia es de 382, de los cuales, 125 presentan algún tipo de deterioro. En metros, se puede decir que, de los 33.650 m de acera, 11.583 m requieren algún tipo de intervención. El escenario ideal sería lograr que al menos el 90% de las aceras se encontraran en buen estado, acorde con la norma INTE 03-01-09-02, sin embargo, para lograr esto se puede inicialmente priorizar las aceras que llevan a los peatones de las zonas residenciales hasta las estaciones de tren.

En la propuesta mostrada en la Figura 36 y Figura 37, se plantea intervenir 5958 m de acera, lo que equivale a 62 segmentos de acera. Con esto se obtendría un 83.3% de aceras en buenas condiciones.

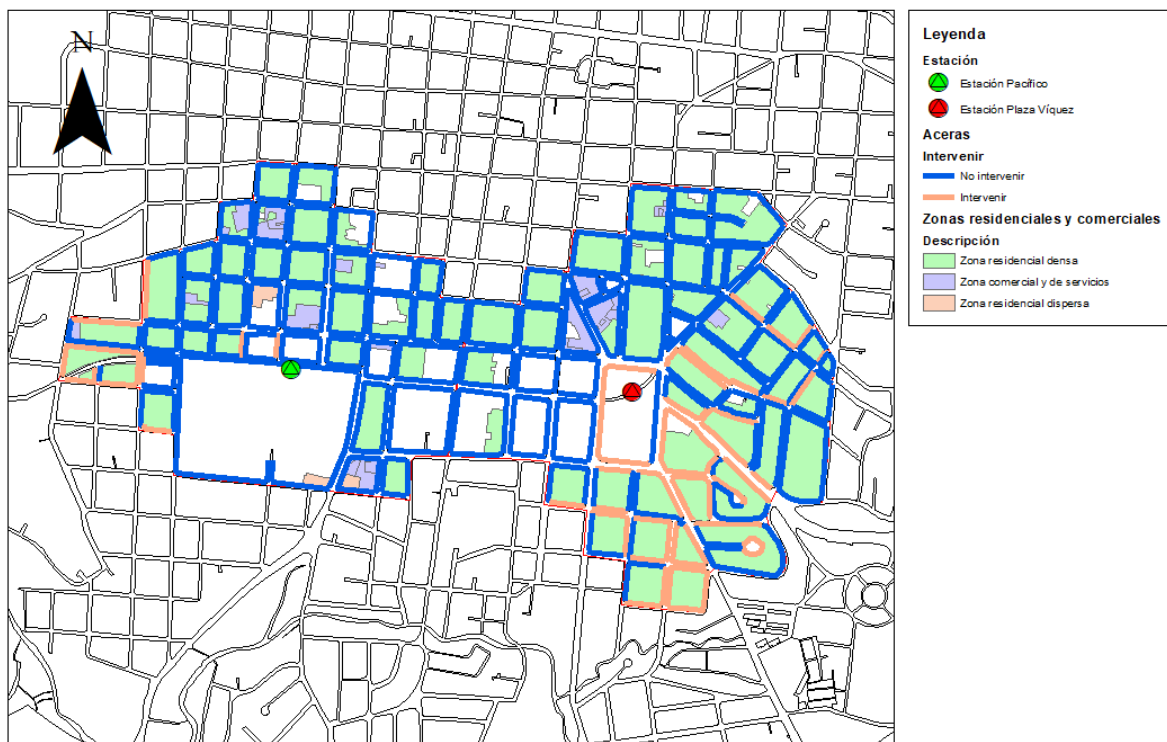


Figura 36. Necesidad de intervención de las aceras en las estaciones Pacífico-Plaza Viquez

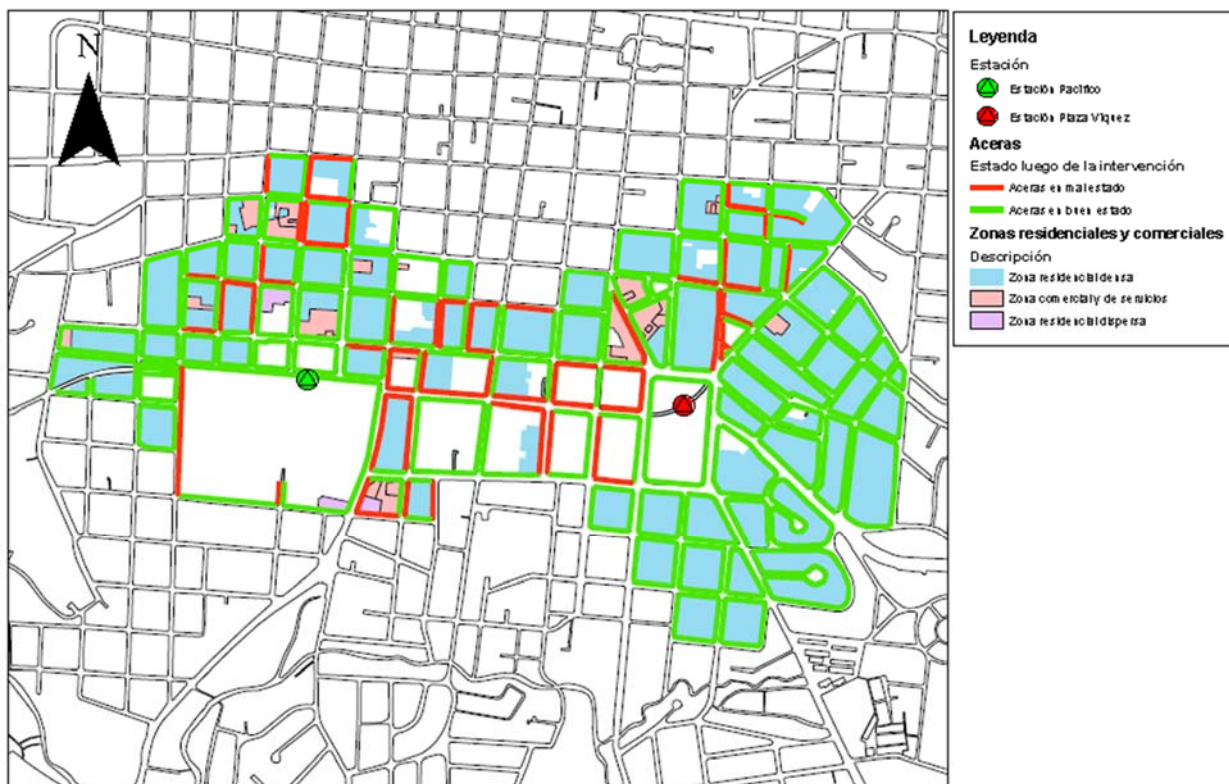


Figura 37. Estado de las aceras en las estaciones Pacífico-Plaza Viquez luego de la intervención

Red ciclística

En la zona de influencia de esta estación, al igual que en la estación Atlántico, existen algunas ciclovías, sin embargo, su influencia es muy limitada, además, ninguna alcanza a las estaciones, tal como lo muestra la Figura 38.

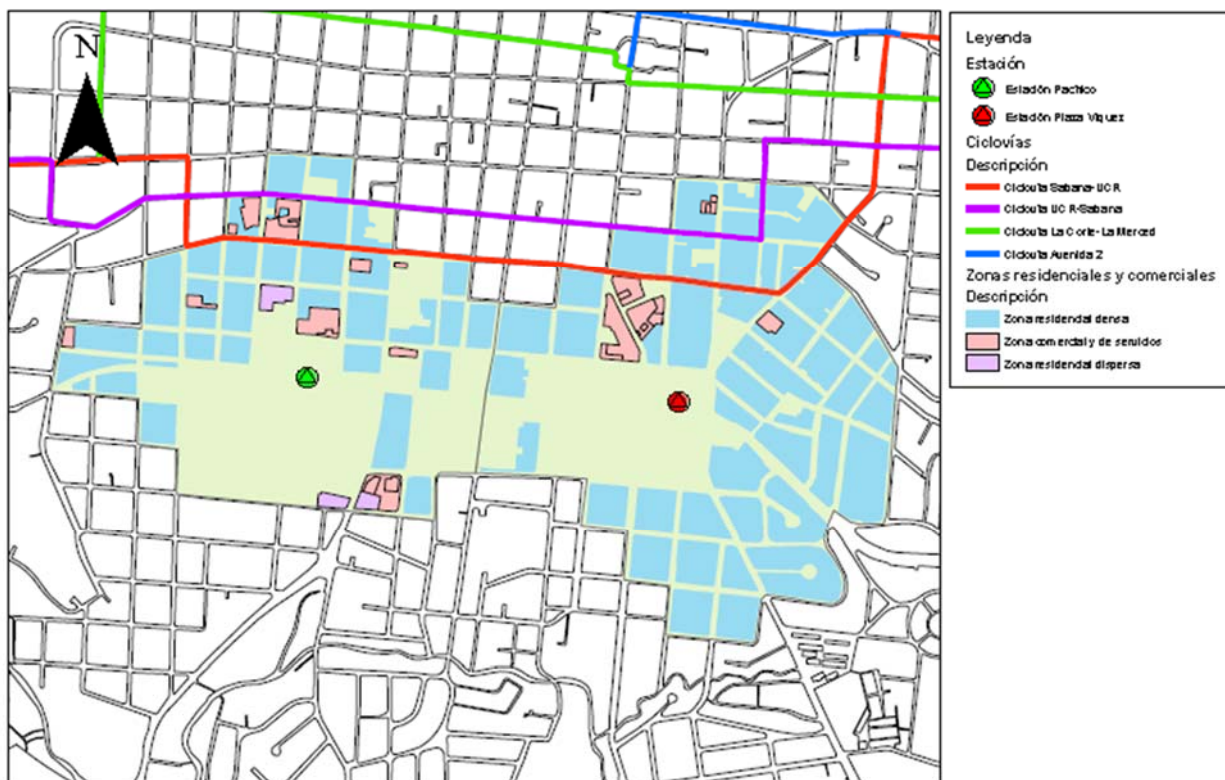


Figura 38. Ubicación de las ciclovías dentro del área de influencia de las estaciones Pacífico-Plaza Viquez

Considerando lo anterior, de manera prioritaria, se debe extender algunos tramos de la ciclovía, de manera que sea posible llegar a las estaciones y permitir los viajes intermodales que incluyan la bicicleta. En la Figura 39 se muestra una propuesta. Realizar esta modificación significaría agregar 836 m de ciclovía en la estación Pacífico y 711 m en la estación Plaza Viquez.

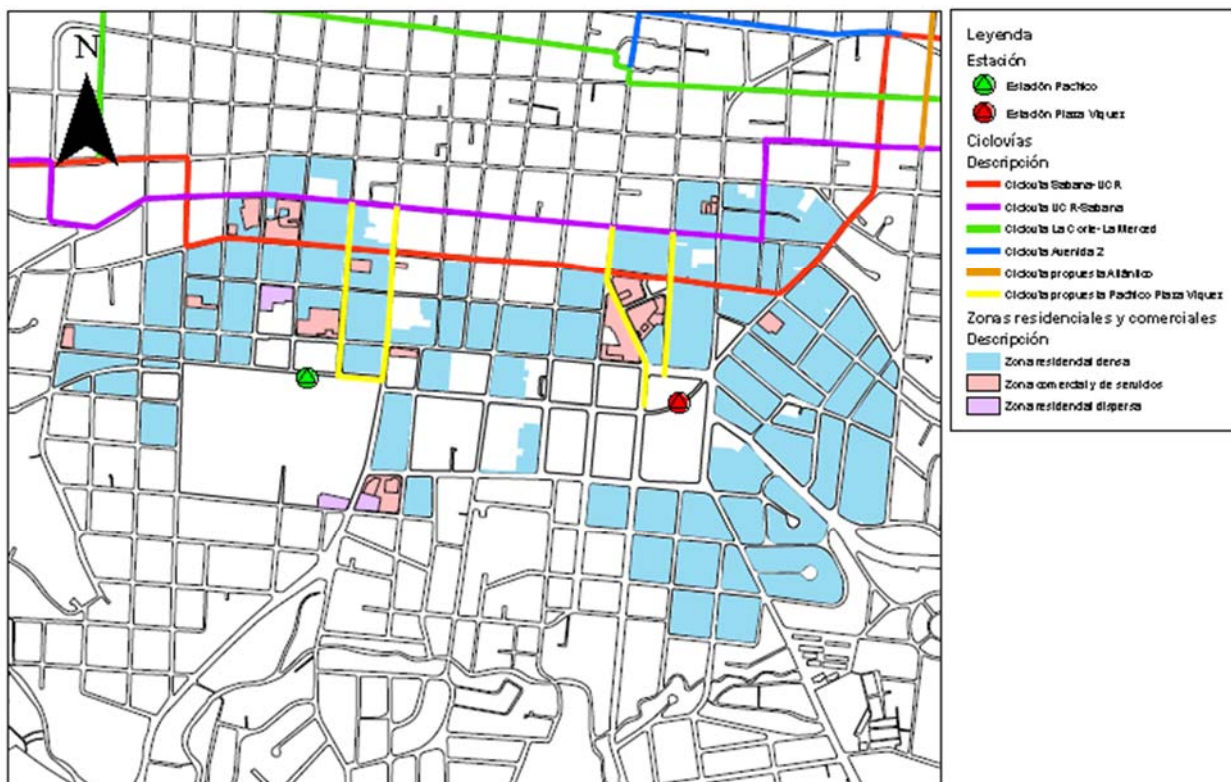


Figura 39. Segmentos adicionales de ciclovía en las estaciones Pacífico-Plaza Viquez

Mezclar usos residenciales y comerciales

En el área de influencia de las estaciones Pacífico y Plaza Viquez existe una importante concentración de usos de suelo residencial, tal como lo muestra la Figura 40. Los usos de suelo residencial denso y disperso representan el 61.8 % del total del área, mientras que el uso comercial representa el 4.67%.

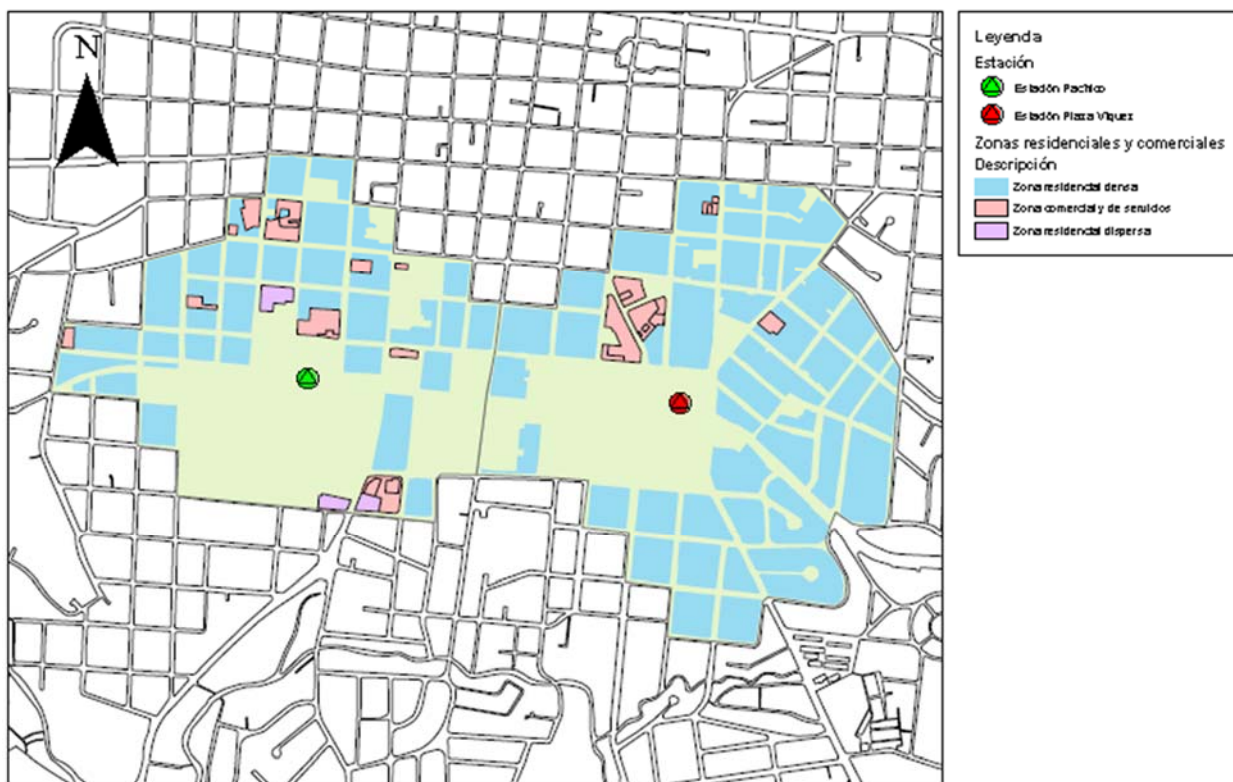


Figura 40. Usos de suelo residencial y comercial en el área de influencia de las estaciones Pacífico-Plaza Viquez

Es recomendable aumentar el porcentaje de suelo utilizado para comercio en las zonas cercanas a las estaciones. Sin embargo, también se requiere aumentar la densidad poblacional en estos sitios, por lo cual, se debe incluir zonas de usos mixtos, donde las primeras plantas sean utilizadas para comercios y las restantes para uso residencial. El Plan Regulador en esta zona tiene la siguiente distribución de usos:

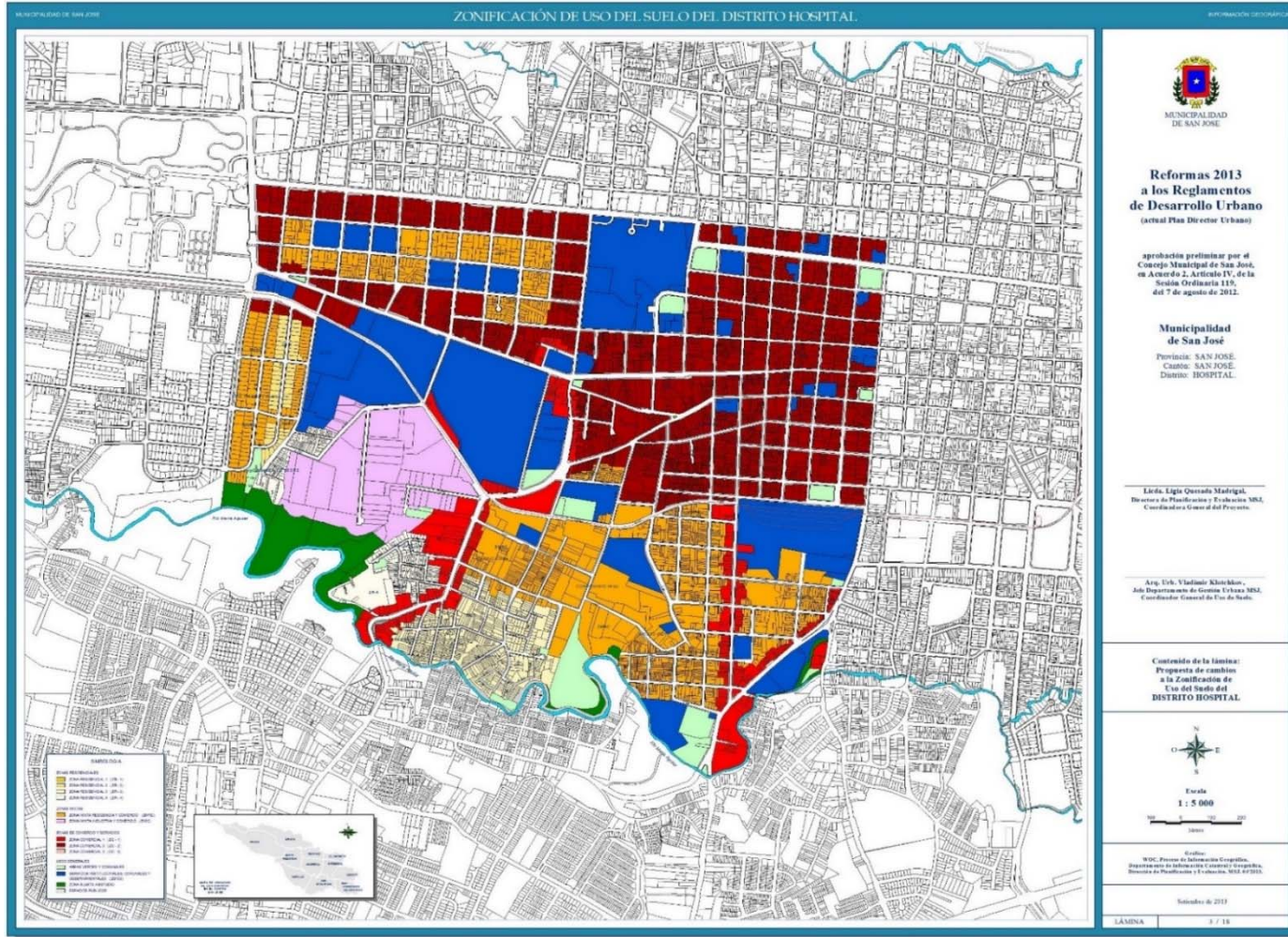


Figura 41. Usos de suelo según plan regulador en el distrito Hospital

Fuente: Municipalidad de San José, (2012)

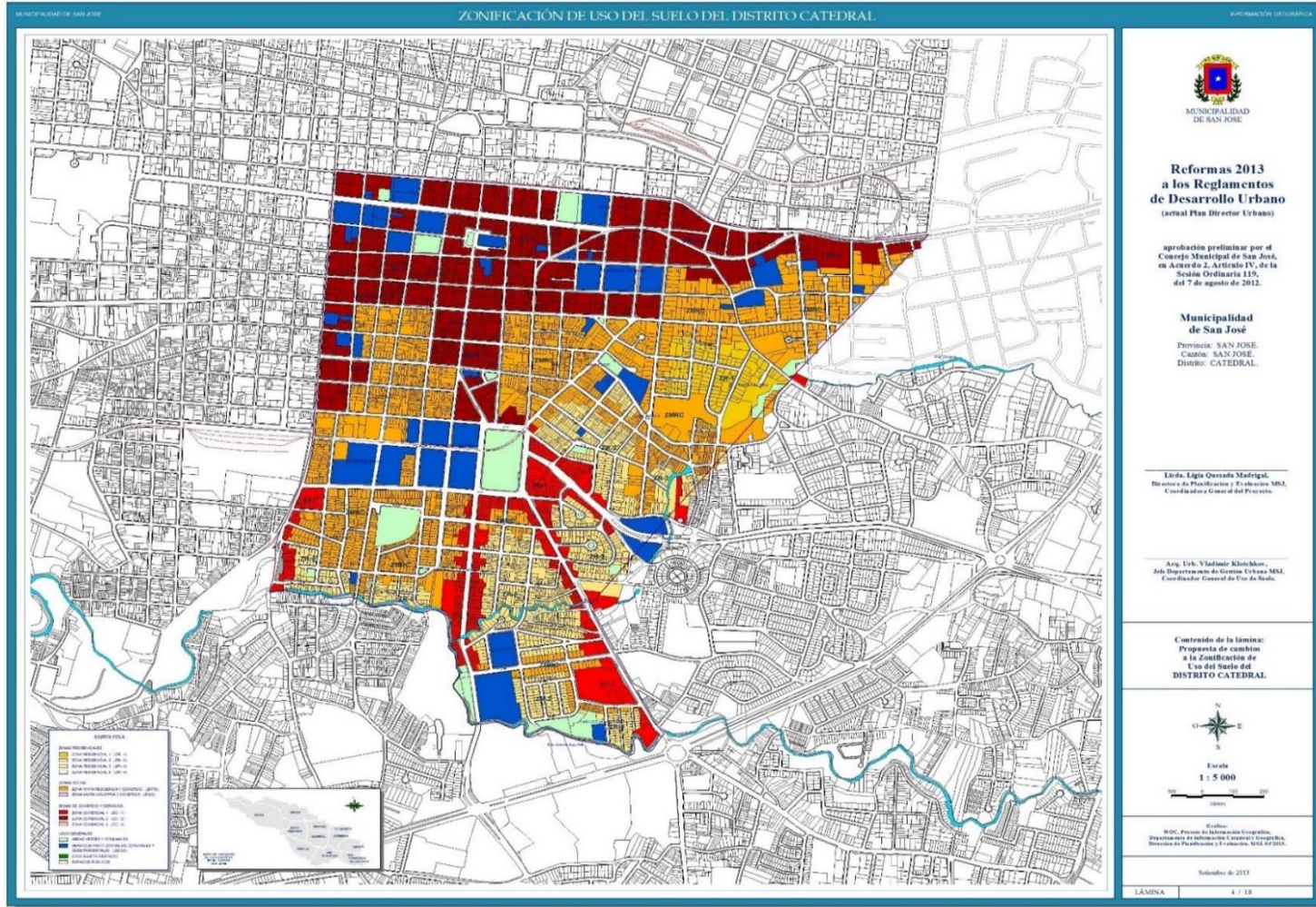


Figura 42. Usos de suelo según plan regulador en el distrito Catedral

Fuente: Municipalidad de San José, (2012).

Según se muestra en la Figura 41 y Figura 42, hacia el oeste, sur y este de la estación Pacífico, en su mayoría, el uso aprobado es mixto comercial residencial, lo cual es acorde con lo requerido por los desarrollos DOTP. Sin embargo, hacia el norte únicamente se aprueba el uso comercial, pero lo que en realidad existe es un uso en transición de residencial a comercial. Considerando esto, lo ideal es permitir también usos mixtos comercial residencial en esta zona, para mantener la población existente y atraer nuevos residentes.

En la zona de influencia alrededor de la estación Plaza Víquez, el uso predominante aprobado es usos mixtos comercial y residencial, hacia el norte, oeste y sur, lo cual es acorde con lo requerido en el desarrollo DOTP. Esta zona, también se encuentra en transición hacia uso mixto, debido a que actualmente en su mayoría es residencial. En esta área es necesario incentivar proyectos de usos mixtos y alta densidad residencial.

Densificar

Según el censo del 2011, dentro del área de influencia del conjunto estación Pacífico y Plaza Víquez residen 6354 personas, lo cual significa una densidad promedio de 87 hab/ha. El área que representa el uso residencial equivale a 50.13 ha, lo que implica que la densidad neta en esta estación sea de 127 hab/ha.

Si se desea lograr una densidad de 75 hab/ha en toda el área donde se aplicó el estándar DOTP (2017), se requiere que en esta zona habiten 6560 personas, lo que significaría, si se incentivan usos mixtos y residenciales donde actualmente existen usos residenciales y comerciales (53.92 ha), una densidad neta de 122 hab/ha. El área donde se recomienda incentivar los usos mixtos se muestra en la Figura 40, corresponde actualmente a usos residenciales densos, residenciales dispersos y comerciales así como otros servicios. Estos difieren de lo autorizado por en el Plan Regulador de la Municipalidad de San José, como se muestra en la Figura 41 y Figura 42.

Estación Atlántico

Cuadro 36. Acciones recomendadas en la estación Atlántico

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
Caminar	El espacio peatonal es seguro, completo y accesible para todos.	Reparación/reconstrucción de aceras según INTE 03-01-09-02, de manera que se tenga un 90% de vías peatonales completas. Es necesario hacer uso de la ley de movilidad peatonal, número 9976.	2532	m	0	2	3
		Reparación/reconstrucción de intersecciones, de manera que se tengan al menos el 90% de los cruces peatonales adecuados.	63	Unidades	0	2	3
	El espacio peatonal es activo y vibrante.	Aumentar fachadas activas de manera que se tengan al menos el 50% de las fachadas activadas. Esta acción requiere modificar el uso de suelo en algunos sectores, de manera que existan mayor comercio minorista en la zona. Para cumplir este objetivo se requiere incentivar los desarrollo de usos mixtos, mediante modificaciones en el plan regulador.	57	Unidades	0	2	6
		Accesos peatonales: No requiere acción	-	-	1	1	2
	El espacio peatonal es fresco y confortable.	Incorporar sombra o refugio, de manera que tenga al menos el 75% de las vías peatonales con sombra. Al incentivar los usos mixtos es necesario incluir en las plantas bajas estructuras que brinden refugio al peatón. Es posible incluir programas de reforestación, sin embargo, es necesario hacer un análisis previo para identificar las aceras donde existe suficiente espacio.	72	Unidades	0	1	1
Usar bicicleta	La red ciclística es segura y completa.	Es necesario aumentar densidad de red ciclística. Es necesario agregar segmentos a la red ciclística existente, de manera que llegue a las estaciones del tren.			0	1	2
	El estacionamiento para bicicletas es amplio y seguro.	Construir estacionamientos para bicicleta en la estación.			0	1	1
		Mejorar la seguridad en los estacionamientos existentes.	11		0	1	1
		Incluir requerimiento de estacionamiento para bicicleta en edificios residenciales, mediante la modificación del plan regulador.	global	-	0	1	1
Conectar	Las rutas peatonales y en bicicleta son cortas, directas y variadas.	Disminuir la longitud de las cuadras, de manera que se logre que al menos el percentil 90 de las aceras tengan una longitud menor a 190 m. Para realizar esto se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, incluyendo pasajes peatonales a través de las cuadras.	26	Aceras	0	2	10
	Las rutas peatonales y ciclísticas son más cortas que las de los vehículos motorizados.	Acortar las rutas peatonales y ciclísticas. Al reparar las intersecciones peatonales existentes es posible tener al menos la misma longitud de rutas para peatones, ciclistas y vehículos motorizados. Sin embargo, al igual que con el objetivo anterior, se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, para incluir pasajes peatonales a través de las cuadras en los nuevos desarrollos.	63	Unidades	0	1	5
Mezclar	Las oportunidades y los servicios se encuentran a poca distancia a pie de donde viven y trabajan las personas y el espacio público es activo durante un horario extendido.	Aumentar el % de uso comercial y de servicios: No requiere acción, ya que el uso predominante representa entre un 50% y 60% del total del área de influencia.	-	-	8	8	8
		Cercanía a fuentes de alimentos, educación y salud: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de fuentes de alimentos, centros educativos o de salud.	-	-	3	3	3
		Cercanía a parques: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de parques o zonas de juegos.	-	-	1	1	1
	Entre los residentes locales se incluyen diversos rangos demográficos y de ingresos.	Vivienda asequible: Esta variable no fue medida, sin embargo, es necesario definir la cantidad de viviendas asequibles en la zona de influencia, para definir las necesidades existentes.	-	-	0	0	0
		Reubicación de familias: Debido a que no existe ningún proyecto de que implique reubicación de habitantes, no se requiere acción.			3	3	3
		Reubicación de comercios: Debido a que no existe ningún proyecto de que implique reubicación de comercios, no se requiere acción.			2	2	2
Densificar	Alta densidad poblacional.	Aumentar densidad al menos a 75 hab/ha: Aumentar población de 787 a 3523.	46,97	ha	0	5	15
Compactar	El desarrollo se encuentra en, o junto a, un área urbana existente.	Desarrollar zonas dentro del área: No se requiere acción, ya que más del 90% del área se encuentra desarrollado.	-	-	8	8	8

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
	Viajar por la ciudad es cómodo.	Tener diferentes medios de transporte disponibles: No se requiere acción, ya que existen diferentes medios de transporte en la zona de influencia.	-	-	2	2	2
Cambiar	Minimizar el terreno dedicado a vehículos motorizados.	Minimizar áreas de parqueos no esenciales: No se requiere acción, ya que menos del 10% del área es dedicada a estacionamientos no esenciales.	-	-	8	8	8
		Disminuir accesos vehiculares: No requiere acción, ya que el promedio de entradas por cada 100 m de fachada es menor a 2.	-	-	1	1	1
		Disminuir el área para vehículos motorizados: Se debe reducir en al menos un 5% el área disponible para vehículos. Es posible disminuir la cantidad de parqueos sobre la vía y sustituirlos por aceras.	5	pts. porcentuales	3	6	6
Total					40	65	92

En el cuadro anterior se muestran acciones que se pueden llevar a cabo para mejorar el puntaje según el estándar DOTP (2017). Sin embargo, existen acciones necesarias que no significarían una mejora en la puntuación, no obstante, representan un primer paso para la implementación del DOTP. A continuación, se proponen una serie de acciones que permitirían mejorar la condición en las zonas de influencia de la estación Atlántico y a su vez, mejorar la puntuación obtenida según estándar ITDP (2017).

Reparación/reconstrucción de aceras:

En la siguiente figura se muestra el estado de las aceras en la estación Atlántico y la ubicación de las zonas residenciales y comerciales dentro del área de influencia.

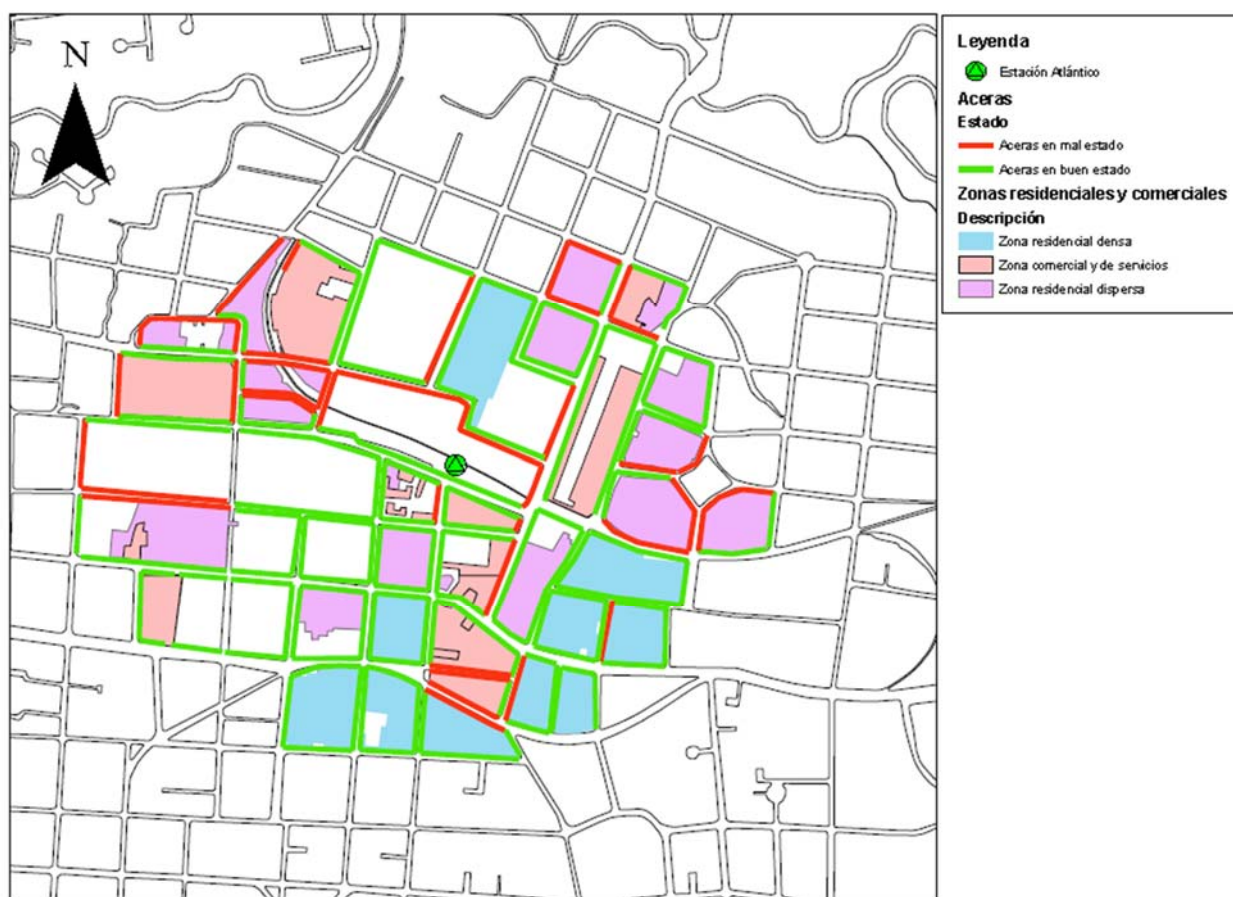


Figura 43. Estado de las aceras en la estación Atlántico

Lo ideal sería lograr que al menos el 90% de las aceras se encuentren en buen estado, en consecuencia con la norma INTE 03-01-09-02, sin embargo, la intervención se puede priorizar,

tratando de garantizar los corredores peatonales desde las zonas residenciales y comerciales hacia la estación:

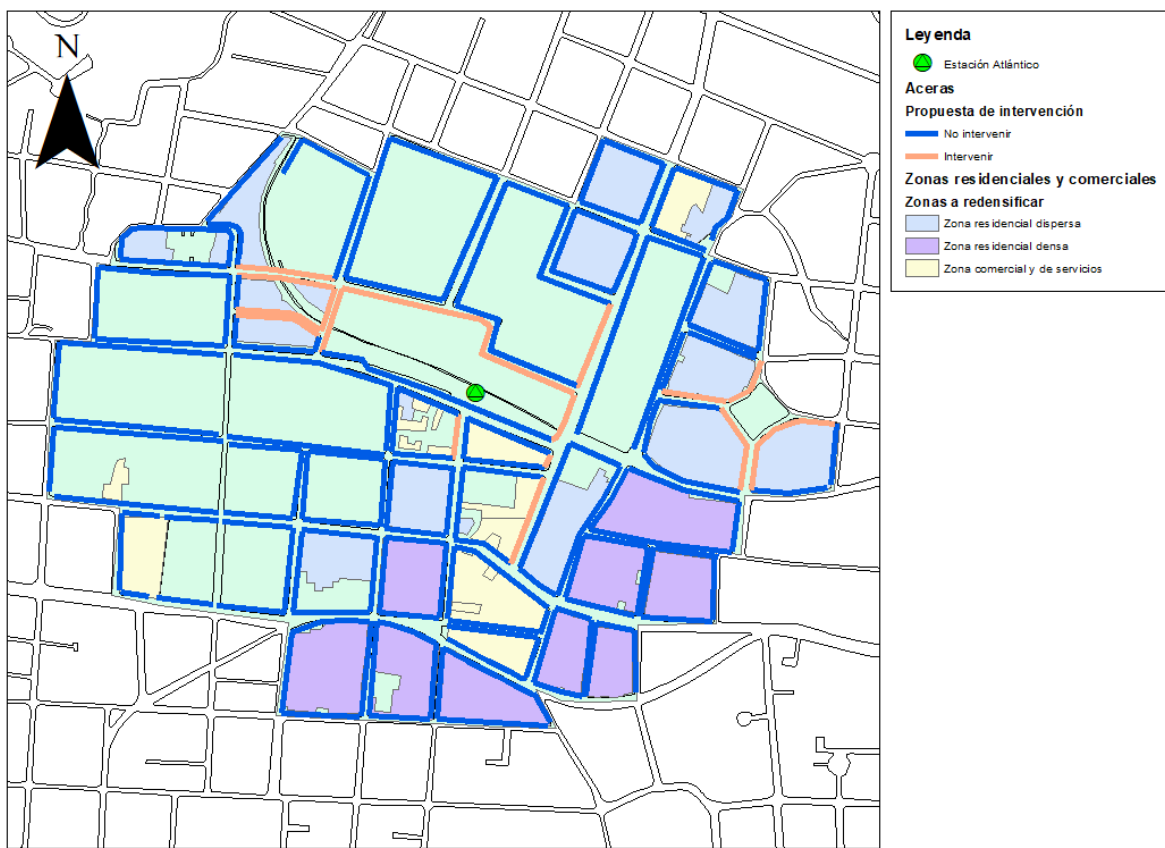


Figura 44. Necesidad de intervención de las aceras en la estación Atlántico

Realizar esta intervención significa atender 16 segmentos que corresponden aproximadamente a 1644 m, de esta manera, la nueva condición global de las aceras sería:

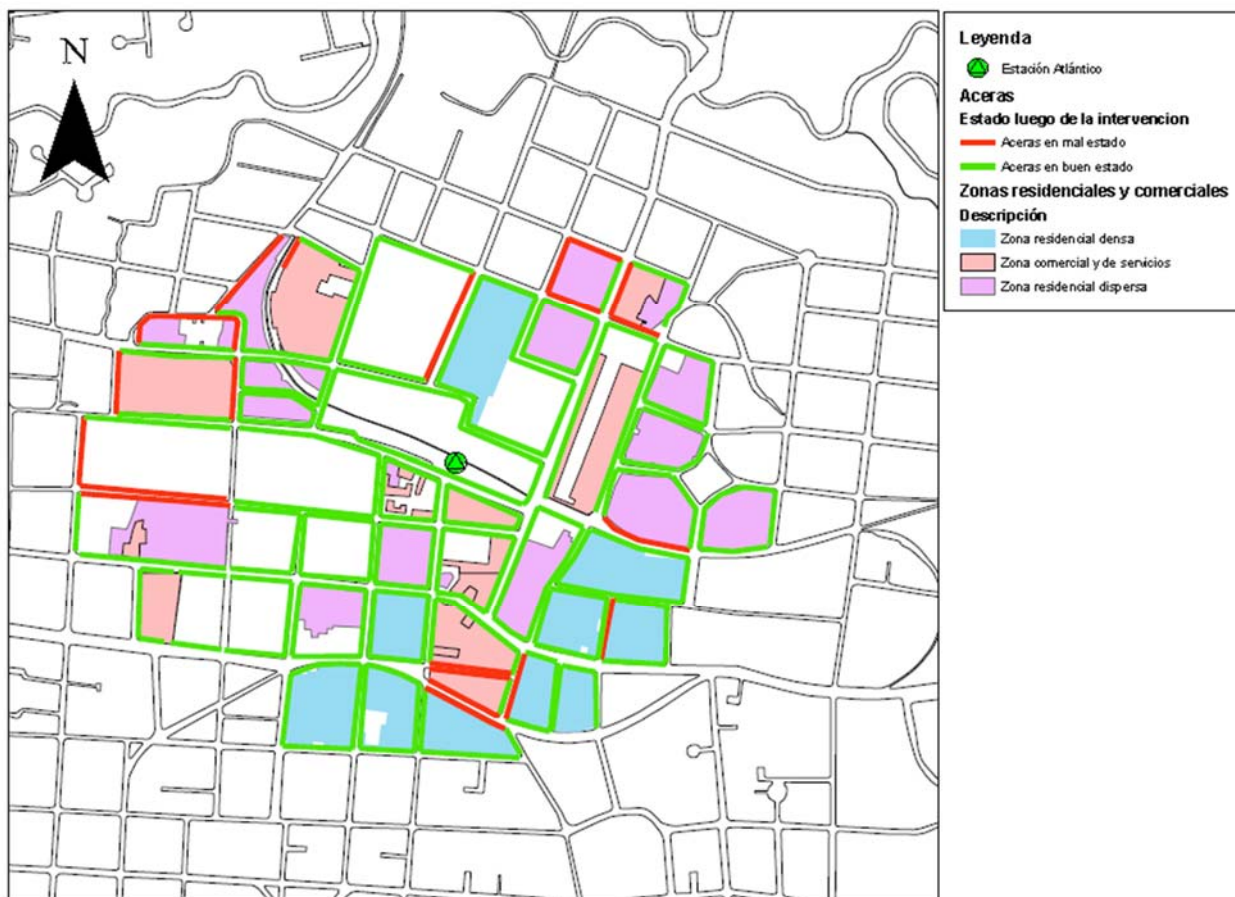


Figura 45. Estado de las aceras en la estación Atlántico luego de la intervención

Red ciclística

Aunque existen ciclovías que atraviesan la zona de influencia, ninguna conecta con la estación Atlántico, tal como se muestra en la siguiente figura:

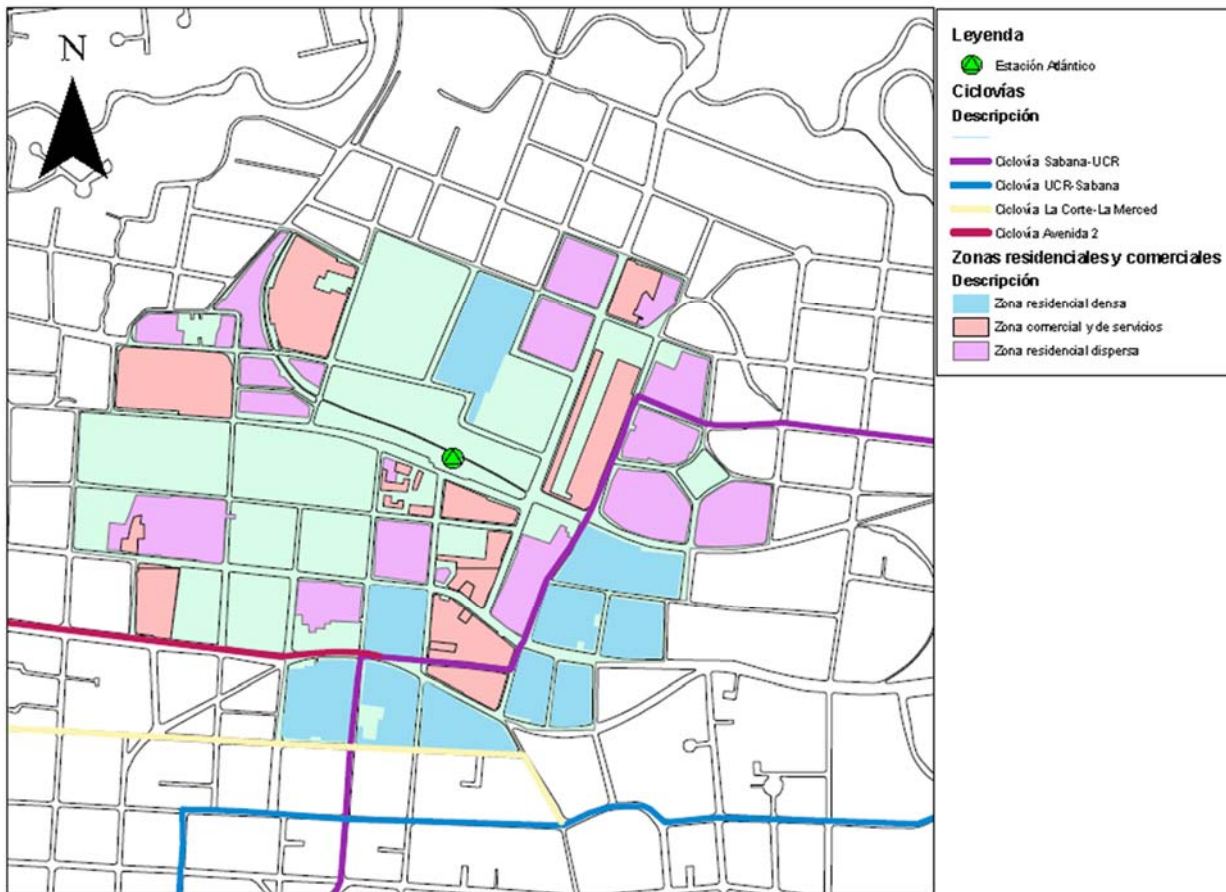


Figura 46. Ubicación de las ciclovías dentro del área de influencia estación Atlántico

Es necesario agregar tramos o modificar los recorridos actuales, de manera que sea posible conectar con la estación. A continuación, se muestra una propuesta de intervención.

Esta propuesta pretende agregar 880 m de ciclovía y permite conectar todos los segmentos cercanos al área de influencia con la estación. Como un servicio complementario, es necesario proveer de un estacionamiento amplio y seguro para bicicletas dentro de la estación, lo que permitiría la intermodalidad de los viajes.

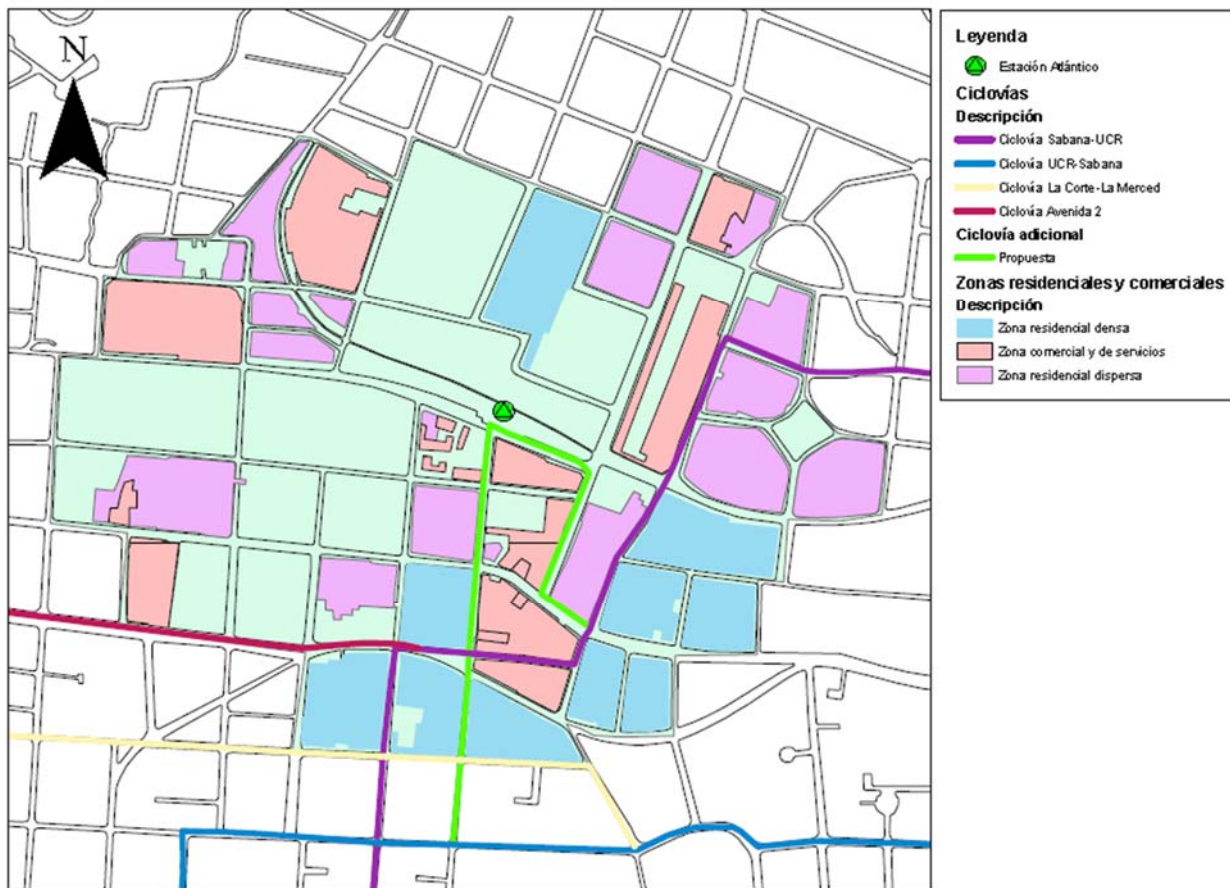


Figura 47. Segmento adicional de ciclo vía en la estación Atlántico

Densificar

Según el censo del 2011, dentro del área de influencia de la estación Atlántico residen 787 personas, lo que significa una densidad de 16.76 hab/ha. El área que representa el uso residencial equivale a 18.75 ha, lo que implica que la densidad neta en esta estación es de 41.97 hab/ha.

Si se desea lograr una densidad promedio de 75 hab/ha, se requiere que en esta zona habiten 3523 personas. Sin embargo, se debe considerar que existe una importante proporción del área destinada a infraestructura hospitalaria, educación, cultura, parques y edificios gubernamentales, por lo cual lograr esta cantidad de habitantes requeriría una densidad neta mucho más alta.

Para ello, se pueden intervenir las áreas mostradas en la siguiente figura, con la intención de lograr en ella una densidad mínima de 75 hab/ha. Al considerar que estas áreas equivalen a 24.91 ha, la población que se albergaría sería de 1869 hab.

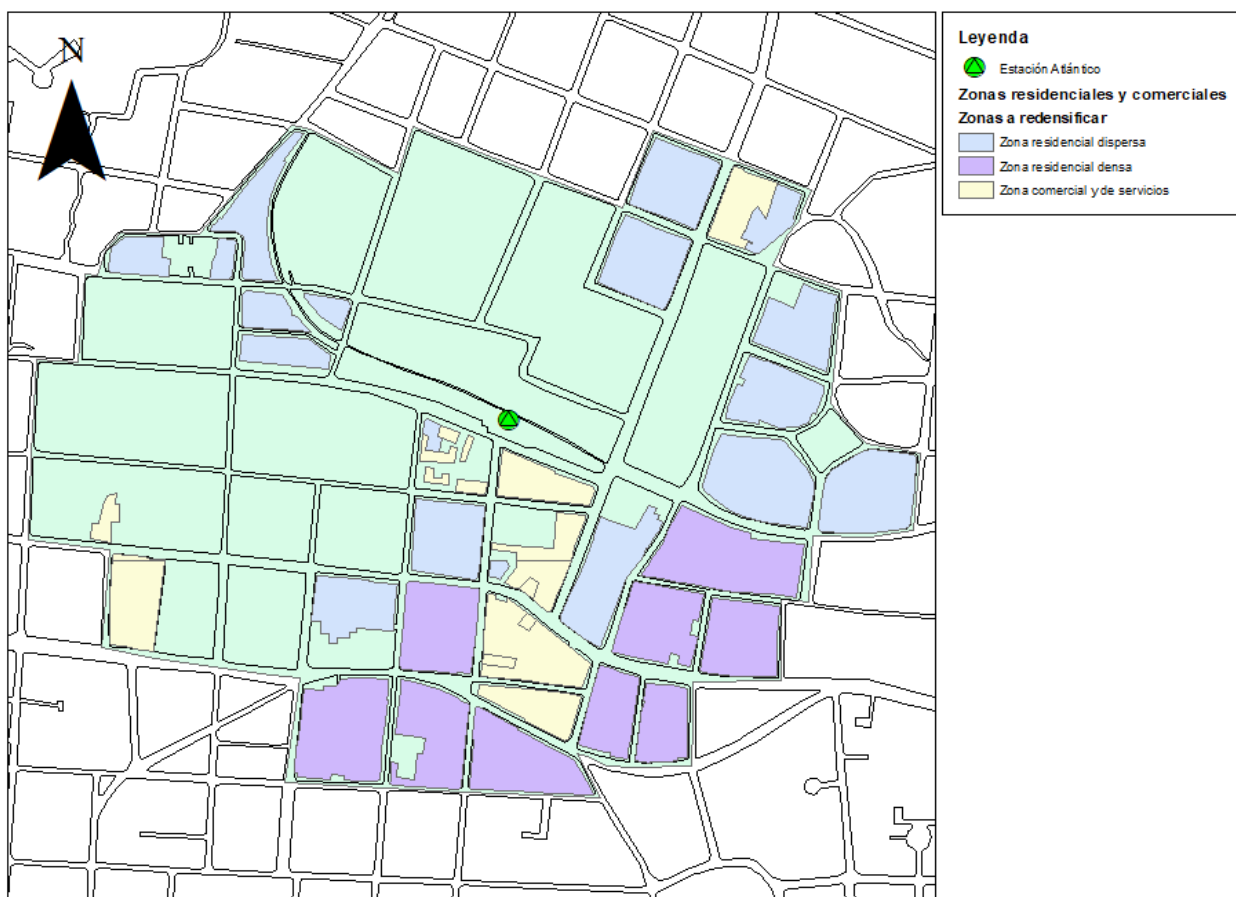


Figura 48. Redensificación de la población en el área de influencia de la estación Atlántico

Estación Aeropuerto

Cuadro 37. Acciones recomendadas en la estación Aeropuerto

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
Caminar	El espacio peatonal es seguro, completo y accesible para todos.	Reparación/reconstrucción de aceras según INTE 03-01-09-02, de manera que se tenga un 90% de vías peatonales completas. Es necesario hacer uso de la ley de movilidad peatonal, número 9976.	2293	m	0	2	3
		Reparación/reconstrucción de intersecciones, de manera que se tengan el 100% de los cruces peatonales adecuados.	12	Unidades	0	3	3
	El espacio peatonal es activo y vibrante.	Aumentar fachadas activas de manera que se tengan al menos el 50% de las fachadas activas. Esta acción requiere modificar el uso de suelo en algunos sectores, de manera que existan mayor comercio minorista en la zona. Para cumplir este objetivo se requiere incentivar este tipo de desarrollo de usos mixtos, mediante modificaciones en el plan regulador.	14	Unidades	0	2	6
		Accesos peatonales: es necesario aumentar el número de ingresos peatonales en la zona para obtener el puntaje máximo del estándar. Se requiere aumentar en 25 la cantidad de ingresos, lo cual se cumple al incentivar proyectos de usos mixtos.	-	-	1	2	2
El espacio peatonal es fresco y confortable.	Incorporar sombra o refugio, de manera que tenga al menos el 75% de las vías peatonales con sombra. Al incentivar los usos mixtos es necesario incluir en las plantas bajas estructuras que brinden refugio al peatón. Es posible incluir programas de reforestación, sin embargo, es necesario hacer un análisis previo para identificar las aceras donde existe suficiente espacio.	21	Unidades	0	1	1	
Usar bicicleta	La red ciclística es segura y completa.	Es necesario crear la red ciclística dentro del área analizada.	-	-	0	1	2
	El estacionamiento para bicicletas es amplio y seguro.	Construir estacionamientos para bicicleta en la estación.	-	-	0	1	1
		Actualmente no existen estacionamientos en las cercanías de la estación, es necesario incluirlos en los nuevos desarrollos e incentivar la construcción en las edificaciones existentes.	7	Unidades	0	1	1
		Incluir requerimiento de estacionamiento para bicicleta en edificios residenciales, mediante la modificación del plan regulador.	global	-	0	1	1
Conectar	Las rutas peatonales y en bicicleta son cortas, directas y variadas.	Disminuir la longitud de las cuadras, de manera que se logre que al menos el percentil 90 de las aceras tengan una longitud menor a 170 m. Para realizar esto se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, incluyendo pasajes peatonales a través de las cuadras.	5	Aceras	2	4	10
	Las rutas peatonales y ciclísticas son más cortas que las de los vehículos motorizados.	Acortar las rutas peatonales y ciclísticas. Al reparar las intersecciones peatonales existentes es posible tener al menos la misma longitud de rutas para peatones, ciclistas y vehículos motorizados. Sin embargo, al igual que con el objetivo anterior, se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, para incluir pasajes peatonales a través de las cuadras en los nuevos desarrollos.	12	Unidades	0	1	5
Mezclar	Las oportunidades y los servicios se encuentran a poca distancia a pie de donde viven y trabajan las personas, y el espacio público es activo durante un horario extendido.	Es necesario aumentar el uso residencial en al menos 15 puntos porcentuales. Se deben incentivar proyectos de uso mixto.	Aumentar uso residencial en 15 pts.	pts. porcentuales	0	8	8
		Cercanía a fuentes de alimentos, educación y salud: Se requiere, como parte del desarrollos mixtos, incluir fuentes de alimentos en la zona.	Área total	-	1	3	3
		Cercanía a parques: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de parques o zonas de juegos.	Área total	-	1	1	1
	Entre los residentes locales se incluyen diversos rangos demográficos y de ingresos.	Vivienda asequible: Esta variable no fue medida, sin embargo, es necesario definir la cantidad de viviendas asequibles en la zona de influencia, para definir las necesidades existentes.	-	-	0	0	0
		Reubicación de familias: Debido a que no existe ningún proyecto que implique reubicación de habitantes, no se requiere acción.	-	-	3	3	3
Reubicación de comercios: Debido a que no existe ningún proyecto que implique reubicación de comercios, no se requiere acción.	-	-	2	2	2		
Densificar	Alta densidad poblacional.	La densidad actual es superior al percentil 25 de la GAM, lo cual es mayor a lo observado en las otras estaciones.	-	-	5	5	15

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
Compactar	El desarrollo se encuentra en, o junto a, un área urbana existente.	Desarrollar zonas dentro del área: es necesario incentivar desarrollos de usos mixtos en al menos 2 ha de las que actualmente son cultivos o charrales. El actual plan regulador indica que en estas áreas se deben desarrollar usos mixtos y comerciales.	2	ha	4	6	8
	Viajar por la ciudad es cómodo.	Tener diferentes medios de transporte disponibles: Es importante valorar la implementación de un servicio de bicicletas público en la ciudad de Alajuela. Se puede acudir a alianzas público privadas, donde desde la municipalidad se favorezca el servicio.	-	-	1	2	2
Cambiar	Minimizar el terreno dedicado a vehículos motorizados.	Minimizar áreas de parqueos no esenciales: es necesario reducir el área de estacionamientos no esenciales en al menos 1,2 ha, sin embargo, esto significaría modificar de manera importante las edificaciones existentes, incluyendo el uso permitido de zona comercial a zona de usos mixtos.	1,2	ha	6	7	8
		Disminuir accesos vehiculares: Es necesario reducir el número de ingresos vehiculares de 176 a 67. Sin embargo, es importante destacar que existe mucha área por desarrollar, lo que disminuiría la relación entre accesos vehiculares y longitudes de acera.	106	Accesos	0	1	1
		Disminuir el área para vehículos motorizados: No requiere acción.	-	-	6	6	6
Total					32	63	92

Al igual que en las demás estaciones, en la tabla anterior se muestran medidas necesarias para mejorar las características del entorno alrededor de la estación, no obstante, se deben comprender las restricciones de recursos; a continuación se indica una posible priorización para atender esta zona.

Reparación/reconstrucción de aceras:

En la siguiente figura se muestra el estado de las aceras en la estación Aeropuerto y la ubicación de las zonas residenciales y comerciales dentro del área de influencia.



Figura 49. Estado de las aceras estación Aeropuerto

En la estación Aeropuerto hay un total de 3340 m de aceras, de los cuales, únicamente 713 m se encuentran en buen estado, lo que representa un 21.35%. En esta estación, al igual que en las anteriores, hay un déficit importante de aceras en buen estado y es recomendable atender al menos las más cercanas a la estación:



Figura 50. Necesidad de intervención de las aceras en la estación Aeropuerto

Esta propuesta significa atender 1993 m de aceras, lo que representa 59.7 % del total. De esta manera se conectaría la zona poblada más cercana a la estación.

Modificar usos del suelo

En el área de influencia de esta estación únicamente el 34.5% se dedica a usos residencial y el 19.6% a uso comercial. Sin embargo, existe un 26.5% dedicado a cultivos, charral y bosques, que deberían modificarse para usos comerciales y residenciales. Esta modificación debería ser incentivada por el gobierno local, haciendo uso de alguna herramienta de gestión de suelo (ver Figura 51).

No obstante, estas modificaciones requieren del desarrollo de herramientas, como lo son planes parciales, que permitan realizar este desarrollo, con una adecuada urbanización en mente. Según el plan regulador de la Municipalidad de Alajuela, los usos aprobados en los alrededores de la estación son usos mixtos y comerciales (ver Figura 52), los cuales deben incentivarse y ampliar hacia las zonas aprobadas como residenciales de baja densidad. Además, estas modificaciones ampliarían el tamaño de la zona de influencia, debido a que se requerirían tramos de aceras adicionales que permitirían acortar los recorridos hacia la estación.



Figura 51. Usos de suelo a modificar en la estación Aeropuertos



Figura 52. Usos de suelo a aprobados en la estación Aeropuerto.

Fuente: Municipalidad de Alajuela (2004).

Estación Sabana

Cuadro 38. Acciones recomendadas en la estación Sabana

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
Caminar	El espacio peatonal es seguro, completo y accesible para todos.	Reparación/reconstrucción de aceras según INTE 03-01-09-02, de manera que se tenga un 90% de vías peatonales completas. Es necesario hacer uso de la ley de movilidad peatonal, número 9976.	718	m	0	2	3
		Reparación/reconstrucción de intersecciones, de manera que se tengan el 100% de los cruces peatonales adecuados.	13	Unidades	0	3	3
	El espacio peatonal es activo y vibrante.	Aumentar fachadas activas de manera que se tengan al menos el 50% de las fachadas activas. Esta acción requiere modificar el uso de suelo en algunos sectores, de manera que existan mayor comercio minorista en la zona. Para cumplir este objetivo se requiere incentivar este tipo de desarrollo de usos mixtos, mediante modificaciones en el plan regulador.	11	Unidades	0	2	6
		Accesos peatonales: No requiere acción	-	-	1	1	2
El espacio peatonal es fresco y comfortable.	Incorporar sombra o refugio, de manera que tenga al menos el 75% de las vías peatonales con sombra. Al incentivar los usos mixtos es necesario incluir en las plantas bajas estructuras que brinden refugio al peatón. Es posible incluir programas de reforestación, sin embargo, es necesario hacer un análisis previo para identificar las aceras donde existe suficiente espacio.	16	Unidades	0	1	1	
Usar bicicleta	La red ciclista es segura y completa.	Es necesario aumentar densidad de red ciclista. En esta estación no existe conexión con las demás redes ciclistas de San José. Es necesario desarrollar este tipo de infraestructura en la zona, considerando la conexión con la estación.			0	1	2
		Construir estacionamientos para bicicletas en ambas estaciones.			0	1	1
	El estacionamiento para bicicletas es amplio y seguro.	Existen al menos 7 edificios importantes que no cuentan con estacionamiento para bicicletas.	6	Unidades	0	1	1
		Incluir requerimiento de estacionamiento para bicicleta en edificios residenciales, mediante la modificación del plan regulador.	global	-	0	1	1
Conectar	Las rutas peatonales y en bicicleta son cortas, directas y variadas.	Disminuir la longitud de las cuadras, de manera que se logre que al menos el percentil 90 de las aceras tengan una longitud menor a 190 m. Para realizar esto se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, incluyendo pasajes peatonales a través de las cuadras.	3	Aceras	0	2	10
	Las rutas peatonales y ciclistas son más cortas que las de los vehículos motorizados.	Acortar las rutas peatonales y ciclistas. Al reparar las intersecciones peatonales existentes es posible tener al menos la misma longitud de rutas para peatones, ciclistas y vehículos motorizados. Sin embargo, al igual que con el objetivo anterior, se puede recurrir al reglamento de renovación urbana, para incluir pasajes peatonales a través de las cuadras en los nuevos desarrollos.	13	Unidades	0	1	5
Mezclar	Las oportunidades y los servicios se encuentran a poca distancia a pie de donde viven y trabajan las personas, y el espacio público es activo durante un horario extendido.	Aumentar el % de uso comercial y de servicios: No requiere acción, ya que el uso predominante representa entre un 50% y 60% del total del área de influencia.	-	-	8	8	8
		Cercanía a fuentes de alimentos, educación y salud: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de fuentes de alimentos, centros educativos o de salud.	-	-	3	3	3
		Cercanía a parques: No requiere acción, ya que al menos el 80% de los edificios se encuentran a una distancia caminable de parques o zonas de juegos.	-	-	1	1	1
	Entre los residentes locales se incluyen diversos rangos demográficos y de ingresos.	Vivienda asequible: Esta variable no fue medida, sin embargo, es necesario definir la cantidad de viviendas asequibles en la zona de influencia, para definir las necesidades existentes.	-	-	0	0	0
		Reubicación de familias: Debido a que no existe ningún proyecto de que implique reubicación de habitantes, no se requiere acción.			3	3	3
		Reubicación de comercios: Debido a que no existe ningún proyecto que implique reubicación de comercios, no se requiere acción.			2	2	2

Principio	Objetivo	Acción necesaria	Cantidad por atender	Unidad	Puntos actuales	Puntos objetivo	Puntos máximos
Densificar	Alta densidad poblacional.	Aumentar densidad al menos a 75 hab/ha: Aumentar población de 889 a 1876.	25,01	ha	0	8	15
Compactar	El desarrollo se encuentra en, o junto a, un área urbana existente.	Desarrollar zonas dentro del área: no se requiere acción, ya que más del 90% del área se encuentra desarrollado.	-	-	8	8	8
	Viajar por la ciudad es cómodo.	Tener diferentes medios de transporte disponibles: No se requiere acción, ya que existen diferentes medios de transporte en la zona de influencia.	-	-	2	2	2
Cambiar	Minimizar el terreno dedicado a vehículos motorizados	Minimizar áreas de parqueos no esenciales: No se requiere acción, ya que menos del 10% del área es dedicada a estacionamientos no esenciales.	-	-	8	8	8
		Disminuir accesos vehiculares: Reducción de 213 ingresos vehiculares a 83 (-130). Esta disminución es posible al implementar desarrollos mixtos, que requieran menos ingresos vehiculares.	130	accesos	0	1	1
		Disminuir el área para vehículos motorizados: No requiere acción.	-	-	6	6	6
Total					42	66	92

Para continuar con el ejercicio planteado en las estaciones anteriores, a pesar de que el Estándar DOTP (2017) requiera una intervención mayor en esta estación, se plantean a continuación medidas prioritarias para iniciar con un proceso de mejoras que lleven a la implementación de un DOTP.

Reparación/reconstrucción de aceras:

En la siguiente figura se muestra el estado de las aceras en la estación Sabana y la ubicación de las zonas residenciales dentro del área de influencia.

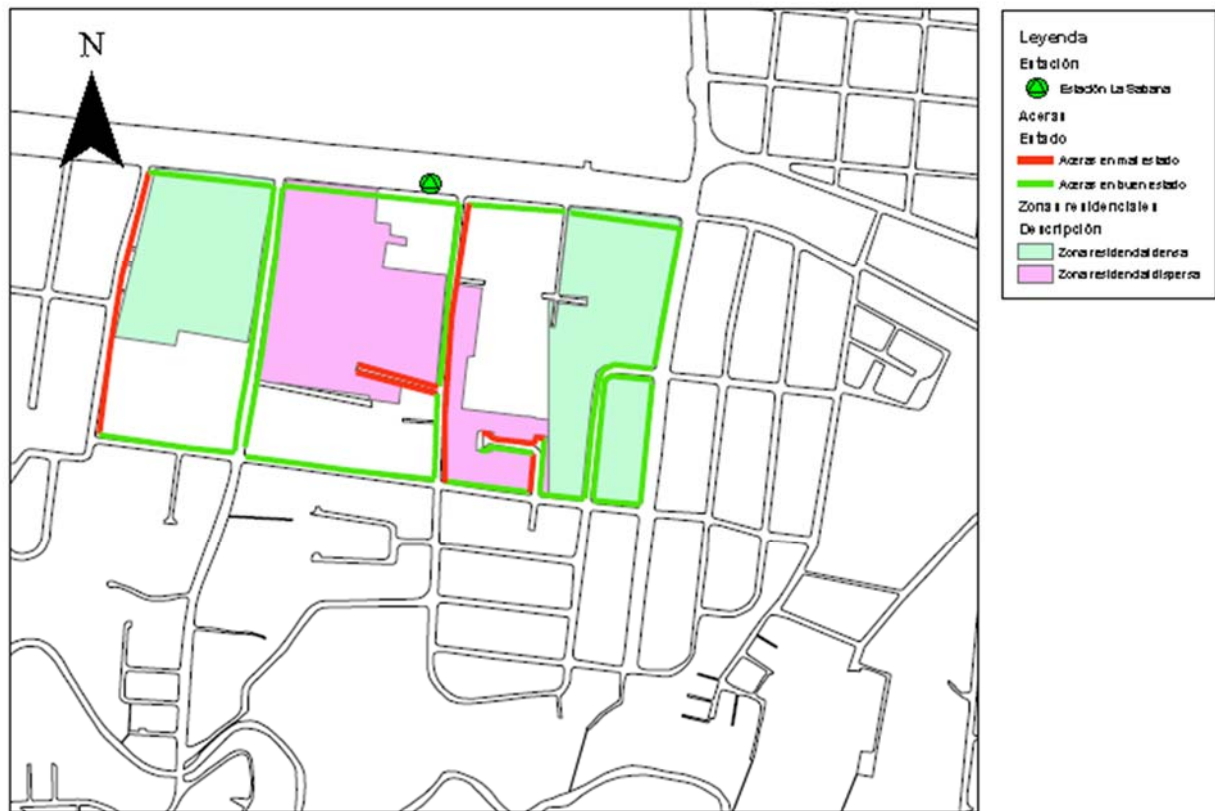


Figura 53. Estado de las aceras estación Sabana

Para lograr una mejora sustancial en la accesibilidad en la zona de influencia, se recomienda intervenir los segmentos mostrados en la Figura 54, los cuales corresponden a 718 m. Una vez atendidas estas aceras se contará con 91.7 % en buen estado.



Figura 54. Necesidad de intervención de las aceras en la estación Sabana



Figura 55. Estado de las aceras en la estación Sabana luego de la intervención

Densificar

Según el censo del 2011, dentro del área de influencia de la estación Sabana residen 889 personas, en un área habitable total de 25.01 ha, lo que significa una densidad promedio de 35.54 hab/ha. El área con uso residencial equivale a 15.77 ha, lo cual implica que la densidad neta en esta estación es de 56.37 hab/ha, lo que sigue estando muy por debajo del promedio del GAM.

Si se desea lograr una densidad promedio de 75 hab/ha, se requiere que en esta zona habiten 1876 personas, es decir, si se incentivan usos mixtos y residenciales donde actualmente existen usos residenciales (15.77 ha), una densidad neta de 119 hab/ha.

Según se muestra en la Figura 56, los usos aprobados en el Plan Regulador de la Municipalidad de San José son zona residencial, zona mixta y zona comercial, los cuales, varían de la realidad según lo observado en las visitas a campo y en la Figura 57. Se recomienda aumentar el área dedicada, según el Plan Regulador, a usos mixtos, de manera que se incluya toda el área residencial actual.

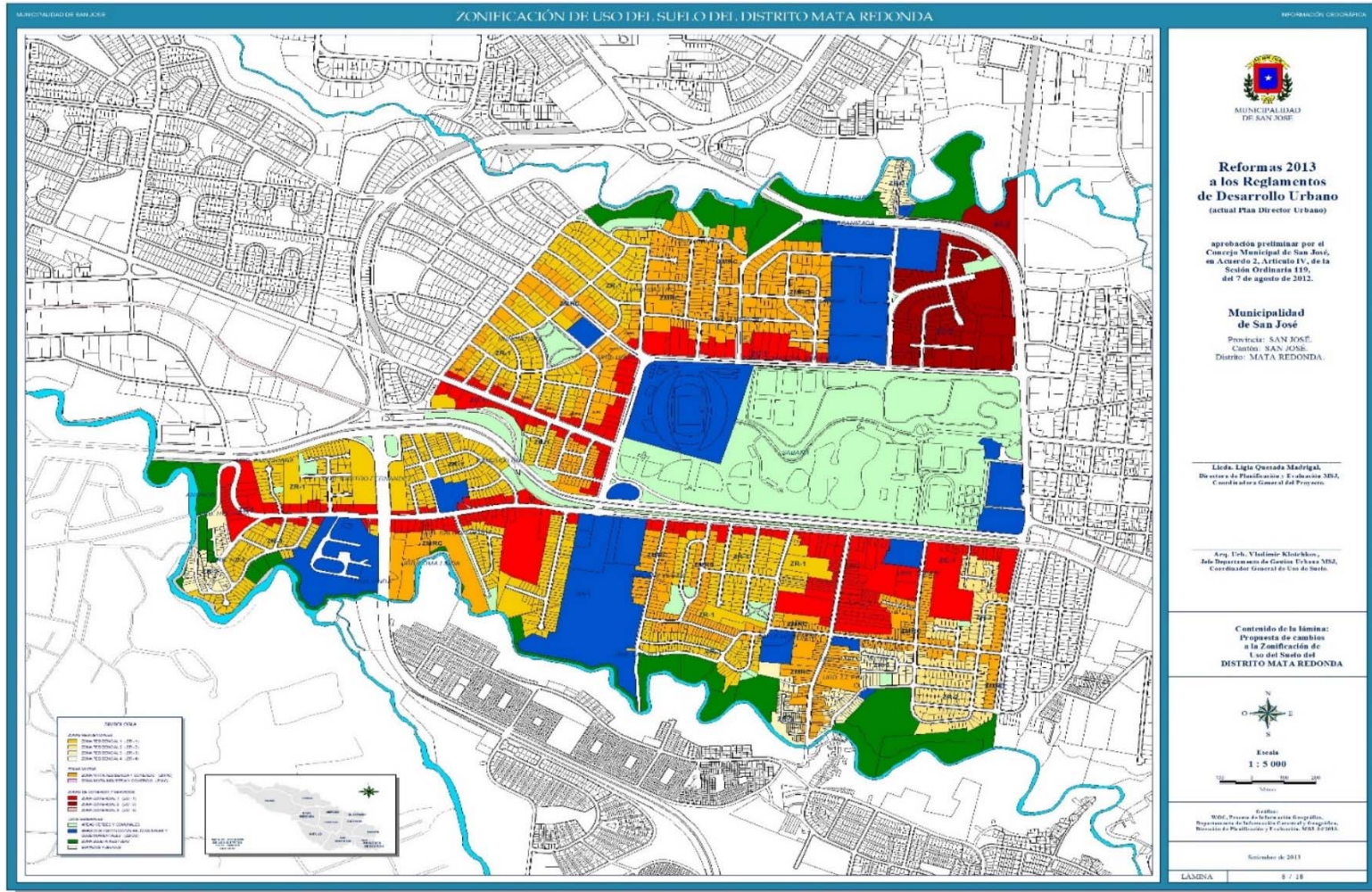


Figura 56. Usos de suelo según plan regulador en el distrito Mata Redonda

Fuente: Municipalidad de San José, 2012.

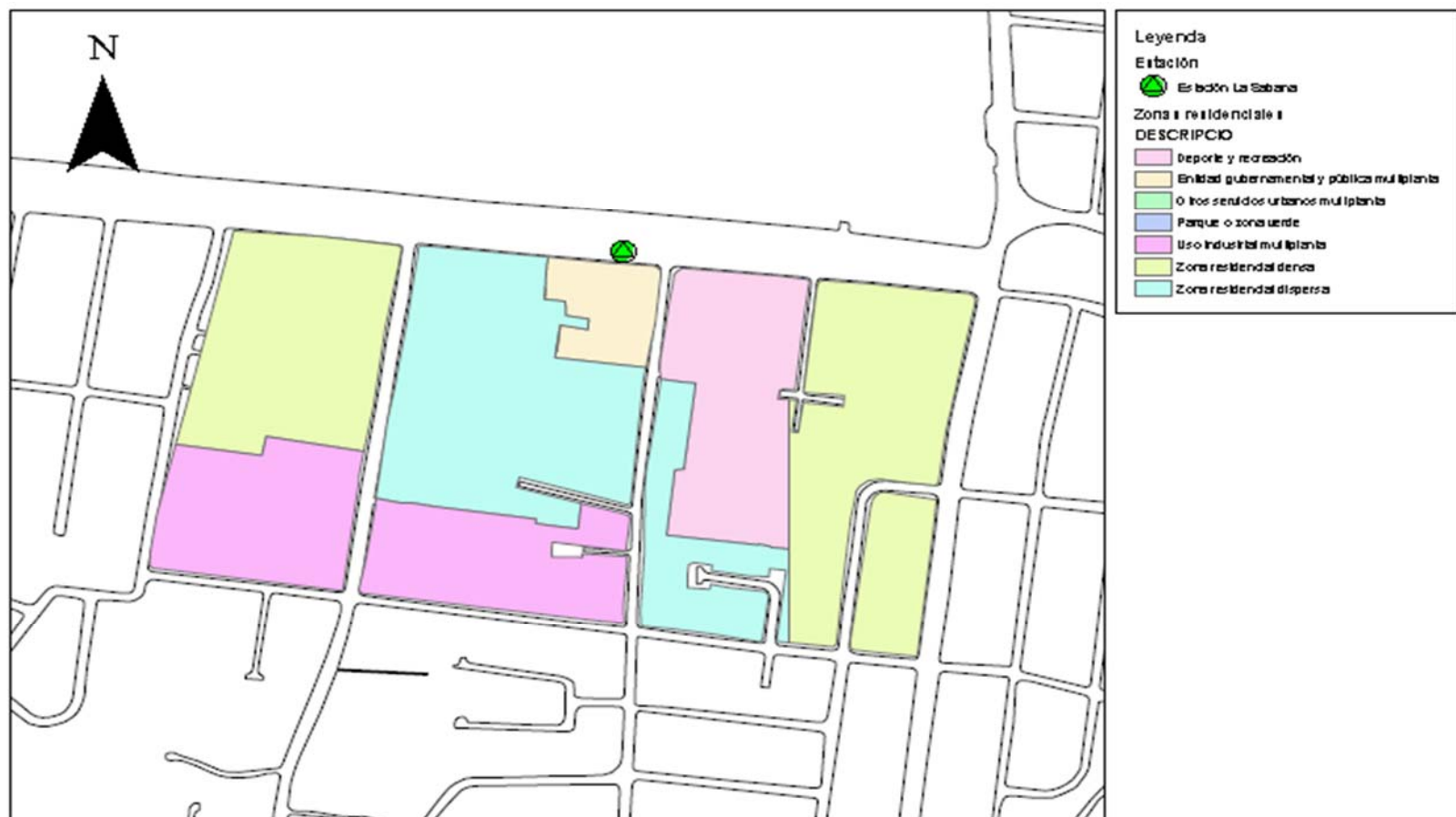


Figura 57. Usos de suelo en el área de influencia en la estación Sabana

Una de las recomendaciones constantes es modificar los usos de suelo que el plan regulador califica como comerciales a usos de suelo mixto. Esta recomendación lo que busca es señalar que los desarrollos alrededor de las estaciones deben contener zonas residenciales y comercios afines. Según indica, por ejemplo, el plan regulador del Cantón de San José, en estas zonas comerciales no se encuentran excluidos proyectos donde se realicen actividades de comercio en la primera planta y residencias u oficinas en los siguientes niveles. Por lo tanto, la principal recomendación es desarrollar proyectos donde convivan actividades residenciales, comerciales o de trabajo, ya sea dentro de zonas comerciales o zonas de usos mixto.

Es importante apuntar cómo en todas las estaciones, a excepción de Aeropuerto, la densidad poblacional es baja y por lo tanto es necesario incentivar la llegada de nuevos residentes. Sin embargo, en los distritos de Hospital, Catedral y El Carmen, en el cantón de San José, la población ha venido disminuyendo y esto se puede ver en la información de los censos de 1973, 1984, 2000 y 2011.

La siguiente figura muestra la estimación de población en Hospital, Catedral, El Carmen, Mata Redonda y Alajuela, distritos donde se encuentran las estaciones analizadas:

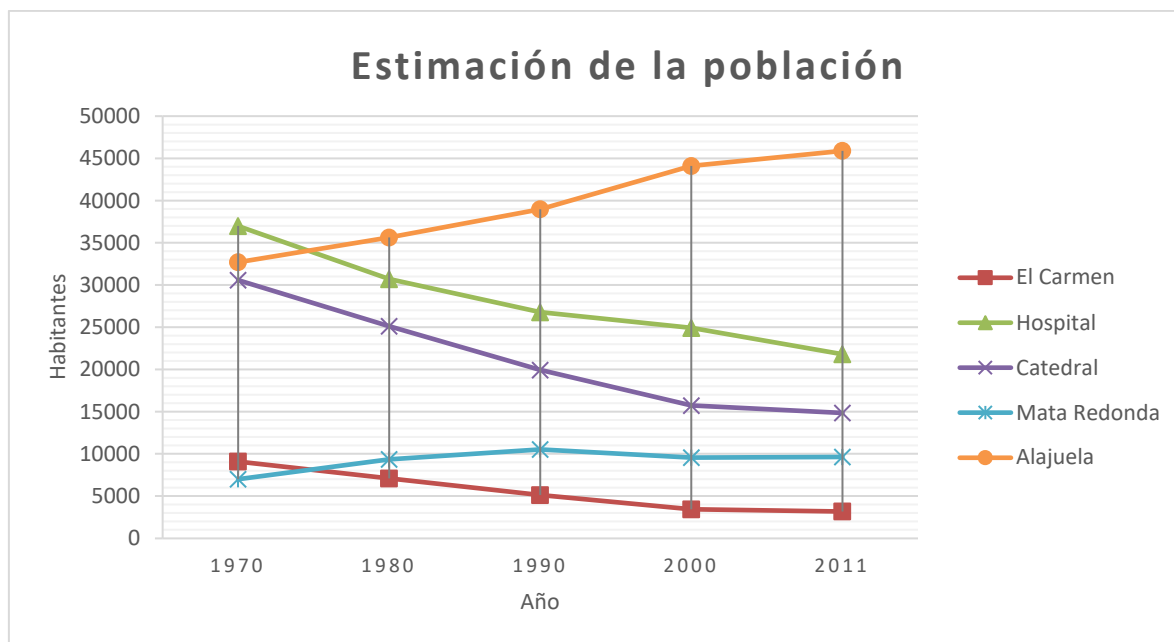


Figura 58. Estimación de la población por distritos

Fuente: Rosero Bixby (2002) e Instituto Nacional de Estadística y Censos (2014).

La disminución de la población en los distritos Hospital, Catedral y El Carmen y el prácticamente nulo crecimiento en Mata Redonda, significan un reto para la redensificación de estas zonas. Es necesario realizar un análisis detallado para determinar los procesos internos que han producido esta realidad.

CAPITULO V: Conclusiones y recomendaciones

- Las áreas alrededor de todas las estaciones que se plantean como intermodales en el proyecto impulsado por el INCOFER no han sido diseñadas pensando el concepto DOTP. En general, el desarrollo urbano en estos lugares fue delineado por el uso del vehículo privado y no así pensando en el peatón o el transporte público. Aunque es posible modificar esta realidad, esto requiere de un gran esfuerzo, principalmente por parte de las municipalidades.

- La *Ley de Planificación Urbana* fue aprobada en 1968 y en esta se definió por primera vez la GAM. Esta ley creó los planes reguladores, los cuales hasta la fecha son las principales herramientas de planificación urbana. Sin embargo, esta planificación carece de una visión global, que permita generar políticas que cubran un área mayor a un cantón.

Como respuesta a esta necesidad, se han generado el Plan GAM que fue aprobado en 1982, posteriormente se ha tratado de actualizar mediante el PRUGAM, POTGAM y por último el Plan Nacional de Desarrollo Urbano de la GAM, este último en 2013 y que fue aprobado mediante el decreto ejecutivo No. 38.334, sin embargo, fue sometido a consulta en la Sala Constitucional y esta lo declaró inconstitucional en la sentencia No. 202002374.

Para una adecuada planificación de la GAM, es imprescindible que se generen políticas de ordenamiento urbano que abarquen toda la región, por este motivo, la Sala Constitucional ordenó al Poder Ejecutivo emitir nueva normativa al respecto en un plazo no mayor a 36 meses, a partir del 9 de diciembre del 2020.

- Los planes reguladores son las herramientas que las corporaciones tienen para generar políticas de ordenamiento urbano. Estos planes reflejan la filosofía de diseño predominante y usualmente está orientada al vehículo privado. Es necesario que los planes reguladores se actualicen y consideren el desarrollo urbano orientado al transporte público, de manera que se priorice al peatón y ciclista, sobre los demás usuarios de las vías.

Las corporaciones municipales son las principales responsables de establecer una visión para el desarrollo, conjuntar terrenos necesarios, habilitar predios, establecer lineamientos de diseño e inclusive, participar en el financiamiento de los proyectos. Esta responsabilidad en muchas ocasiones significa permitir o facilitar los emprendimientos privados que generen desarrollo orientado al transporte público.

- Las estaciones del proyecto del Tren Eléctrico para la GAM donde se debe priorizar la implementación del DOTP son las intermodales. El proyecto identifica once estaciones

intermodales, las cuales fueron analizadas de manera preliminar, con la intención de identificar el potencial de mercado que existe en ellas. Las variables que se revisaron en esta etapa fueron: porcentaje de uso comercial y residencial, demanda de pasajeros en el sistema, existencia de centros de actividad económica, disponibilidad de zonas para llevar a cabo nuevos desarrollos, ocupación de viviendas existentes y demanda futura, por último, costo del terreno.

- La estación que tiene un mayor porcentaje de uso comercial es la estación Atlántico con un 8.83%, mientras que la estación Plaza Víquez tiene el mayor porcentaje de uso residencial, con un 45.86%. Los tramos del sistema del Tren Eléctrico de la GAM con mayor demanda de pasajeros son los adyacentes a la estación Ochomogo, con un promedio de 4000 pasajeros /hora, durante el pico de la mañana. La estación con mayor presencia de entidades gubernamentales es Sabana, con un porcentaje de uso del 5.73%, este uso se relaciona con puestos de trabajo compatibles con un desarrollo residencial o mixto. La estación de Heredia es la que tiene el mayor porcentaje de uso dedicado a educación y cultura, con un 6.68%. Las estaciones que cuentan con mayores áreas disponible para nuevos desarrollos son Aeropuerto y Santa Rosa, con un 9.6%.

Con respecto a la demanda de viviendas, es importante aclarar, que en general la tasa de desocupación de viviendas es baja, la mayor tasa la tiene la estación Atlántico con un 14% de las viviendas, sin embargo, el cantón de San José es también el segundo con mayor demanda de vivienda. En la variable de costo del terreno por metro cuadrado, se encontró que la estación Ochomogo es la que cuenta con valores menores, en el orden de \$535/m².

- Las estaciones que, según el análisis realizado, tienen mejores condiciones de mercado, para implementar el desarrollo DOTP son: Atlántico, Aeropuerto, Ochomogo, Pacífico, Plaza Víquez y Sabana.
- Es importante señalar que la estación Ochomogo presenta características particulares las cuales hacen que la metodología seguida para el análisis de mercado le dé un puntaje muy alto. Esto se debe a que el área de influencia es altamente rural, por lo que la cantidad de vivienda existente es muy baja y, por lo tanto, también el número de viviendas desocupadas sea bajo, esto le da una puntuación muy alta en la variable de viviendas desocupadas. De forma similar ocurre con la variable de costo por metro cuadrado, en este caso, el valor del terreno es mucho menor que el de zonas con mayor grado de urbanización, característica constante en el resto de las estaciones intermodales, por lo que en esta variable también obtiene una puntuación mucho más alta comparada con las demás estaciones.

- Para el análisis a nivel de ciudad de las estaciones intermodales, se consideran las siguientes variables: densidad poblacional, porcentaje de población que trabaja, porcentaje de población con educación superior, cercanía a centros de salud y educación, conexión con otros sistemas de transporte, porcentaje de viviendas sin vehículos y porcentaje de la población con edades entre 18 y 39 años.
- El análisis a nivel de ciudad se realizó en un radio de 1000 m alrededor de las estaciones y se encontró que la estación Pacífico es la que cuenta con la mayor densidad de habitantes, con 79 hab/ha. El porcentaje de ocupación de la población es similar en todas las estaciones, sin embargo, el más alto se encuentra en la estación Atlántico, donde el 47.55% se encuentra laborando. En la estación Atlántico se encuentra la mayor proporción de población con educación superior, con 38.71 %.

En la estación Pacífico se encuentra la mayor proporción de terreno dedicada a salud y educación, con un 21%. La mayor cantidad de viviendas sin vehículo y sin motocicleta es la estación Plaza Víquez, donde hay un importante desarrollo residencial a la redonda, principalmente en dirección sur, lo cual implica que una importante cantidad de personas dependen de los servicios de transporte público. En la estación Pacífico residen la mayoría de las personas con edades entre los 18 y 39 años, quienes son más propensos a utilizar el transporte público.

- Las estaciones que según la ponderación realizada cumplen mejor con las condiciones para la implementación de un desarrollo DOTP son Aeropuerto, Atlántico, Pacífico-Plaza Víquez y Sabana.
- Tras el análisis a nivel de estación, donde se aplicó el estándar DOTP, es claro que ninguna de las cuatro áreas analizadas ha sido diseñada con esta metodología. El diseño de la ciudad es claramente orientado al vehículo privado y no hacia el peatón.
- Para la aplicación del estándar se redujo el área de influencia de cada estación a 400 m caminables desde la estación. De las cuatro estaciones donde se aplicó el estándar DOTP, la Sabana es la que obtiene un mayor puntaje, teniendo una aprobación del 46%, mientras que la estación Aeropuerto es la de menor puntaje, con solo un 35% de aprobación.
- Se identificó que la infraestructura peatonal se encuentra en muy malas condiciones o en muchas ocasiones no existe. El porcentaje de aceras en buenas condiciones es muy bajo, el valor más alto lo obtuvo la estación Sabana, con 77.17% en buenas condiciones. En general, los cruces peatonales se encuentran en malas condiciones o no son aptos para todos los usuarios, las

fachadas existentes no son atractivas para los peatones y los recorridos no son cómodos, debido al bajo porcentaje de aceras con adecuado refugio.

- La infraestructura ciclística existente es insuficiente. Las rutas no se conectan a las estaciones y no existen suficientes estacionamientos adecuados en las cercanías. Los planes reguladores de las municipalidades de San José y Alajuela no exigen incluir estacionamientos en los nuevos proyectos, lo que deja estos a discreción del propietario. Es necesario pensar en la bicicleta como un elemento importante en el sistema de transporte de la GAM, incentivar su uso y su combinación con otros modos de transporte.
- La densidad poblacional en las zonas cercanas a las estaciones es sumamente baja, encontrándose el valor más alto en la estación Aeropuerto, con 87 hab/ha. Sin embargo, es importante señalar que esta estación cuenta con un desarrollo residencial muy bajo y gran cantidad de área disponible para desarrollar, por lo que se debe incentivar desarrollos densos, para garantizar mantener o aumentar la densidad existente, ofreciendo proyectos de vivienda dignos.
- Los valores base para la evaluación de la densidad poblacional resultaron muy altos y no permitieron evaluar de manera adecuada las diferencias entre estaciones. Aunque es claro que las densidades alrededor de las estaciones son bajas, se debió utilizar una escala de evaluación distinta.
- Como paso inicial para la implementación de proyectos DOTP en las zonas cercanas a las estaciones de tren, es importante que las municipalidades realicen inversiones en infraestructura peatonal, de manera que existan aceras y cruces en buen estado. Esto se debe complementar con la construcción de infraestructura ciclística segura. Es sumamente importante que los gobiernos locales permitan el desarrollo de usos mixtos de alta densidad, en todas las cercanías de estas estaciones, lo cual requiere en algunos casos modificaciones en los planes reguladores existentes e incentivos que permitan a desarrolladores privados invertir en las zonas. El reglamento de renovación urbana y los proyectos de renovación urbana son herramientas que permiten modificar lo ya existente, en la búsqueda de soluciones acordes con los principios DOTP.
- Paralelo a la implementación de proyectos DOTP es necesario desarrollar políticas de vivienda asequible. Esto con el objetivo de evitar la segregación social que se ha descrito, por ejemplo, en ciudades como Curitiba o Bogotá. Es necesario que estas zonas sean atractivas no solo para

las personas con mayor poder adquisitivo, sino en general, para las personas que trabajan en las áreas aledañas a los proyectos.

- El estado costarricense ha llevado a cabo esfuerzos importantes para mejorar la planificación urbana. También se han planteado proyectos para atraer usuarios al transporte público, tal es el caso de las propuestas de sectorización de los servicios de buses en la GAM o el tren eléctrico interurbano, con una primera fase como la adquisición de nuevo material rodante. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, es claro que aún falta mejorar en muchos aspectos y uno muy importante es darle al peatón el lugar que merece dentro de la ciudad.

Referencias

- Alfaro, D. (2013). *La Política Nacional de Ordenamiento Territorial y la situación de la Gran Área Metropolitana. Ponencia realizada para el Décimoveno Informe Estado de la Nación*. San José: Programa Estado de la Nación.
- Arrington, G. B. (2003). Light Rail and the American City: State-of-the-Practice for Transit-Oriented Development. *Transportation Research Circular E-C058: 9th National Light Rail Transit Conference* (págs. 189-204). Portland, Oregon: Transportation Research Board.
- Arrington, G., & Cervero, R. (2008). *Effects of TOD on housing, parking and travel*. Transportation Research Board. Washington D.C: Transit Cooperative Research Program.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (1964). *Ley Orgánica del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo INVU*. San José: Asamblea Legislativa de Costa Rica.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (1968). *Ley de Planificación Urbana N° 4240*. San José: Asamblea Legislativa de Costa Rica.
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2011). *Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina*. Panamá: CAF.
- Barrantes, K. (2014). *Vigésimo informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: Lecciones aprendidas de casos latinoamericanos en la gestión del territorio y contexto costarricense*. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación.
- Bernick, M., & Cervero, R. (1997). *Transit Villages for the 21st Century*. New York: McGraw Hill.
- California Department of Transportation. (2002). *Statewide Transit Oriented Development Study: Factors for Success in California*. California: Caltrans.
- Calthorpe Associates. (2011). *Transit Oriented Development Design Guidelines*. Sacramento County: Sacramento County, Planning and Community, Development Department.
- Calthorpe, P. (1993). *The New American Metropolis: Ecology, Community and the American Dream*. . New York: Princeton Architectural Press.
- Castro, L., Moya, I., & Picado, G. (2016). *Estudio de prefactibilidad: Sistema Tren Rápido de Pasajeros de la GAM*. San José, Costa Rica: Banco Centroamericano de Integración Económica.
- Center for Economic Development University of Wisconsin-Milwaukee. (1992). *Light rail in Milwaukee: an analysis of the potential impact on economic development*.

- Center for Transit Oriented Development. (2004). *Hidden in Plain Sight: Capturing the Demand for Housing Near Transit*. Washington: U.S Department of Transportation. Federal Administration.
- Center for Transit Oriented Development. (2011). *Portland Metro's TOD Strategic Plan, Chapter 3*. Portland: Metro TOD Program.
- Cervero, R., & Seskin, S. (1995). *Report N6, Transit and Urban Form*. Washington, D.C: National Academy of Science, Transportation Research Board.
- Cervero, R. (1991). *Land Uses and Travel at Suburban Activity Centers*. Berkeley: The University of California, Transportation Center.
- Cervero, R. (1993). *Ridership Impacts of Transit Focused Development in California*. Berkeley: Institute of Urban and Regional Development, University of California.
- Cervero, R. (1994). *Research Monograph 45: Ridership impacts of transit focused development in California*. Berkeley: Institute of Urban and Regional Development.
- Cervero, R. (1995). *Transit ridership Initiative*. Washington D.C: Transportation Research Board, National Research Council.
- Cervero, R. (2003). *Ridership Impacts of Transit-Focused Development in California*. Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. University of California.
- Cervero, R. (2005). *Off-Line Modeling of Transportation and Land Use Futures*. Berkeley: University of California.
- Cervero, R. (2013). Linking urban transport and land use in developing countries. *The Journal of Transport and Land Use*, 6(1), 7-24.
- Chatman, D. (2005). *How the Built Environment Influences Non-Work Travel: Theoretical and Empirical Essays*. Los Angeles: University of California.
- Consejo Nacional de Planificación Urbana. (2013). *Plan GAM 2013*. San José: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.
- Consejo Nacional de Planificación Urbana. (2013). *Plan GAM 2013*. San José: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.
- Consejo Nacional de Planificación Urbana. (2018). *Divulgación del Borrador: Política Nacional de Desarrollo Urbano*. San José: Consejo Nacional de Planificación Urbana.
- COSEVI. (4 de mayo de 2016). *Consejo Nacional de Seguridad Vial*. Obtenido de <https://www.csv.go.cr/estadisticas>
- Dill, J. (2005). *Survey of Merrick TOD Residents*. Oregon: Portland State University.

- Dittmar, H., & Ohland, G. (2004). *The new transit town: best practice in transit oriented development*. Washington D.C: Island Press.
- Duitama Iguera, Y. D. (2019). *Tesis: Vivienda de interés social y accesibilidad en Bogotá en el periodo 2004-2015: una oportunidad para el Desarrollo Orientado al Transporte*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Arquitectura y Diseño.
- Dutta, U. (2014). *Transit-Oriented Development (TOD) in Metro Detroit*.
- Erwing, R., & Robert, C. (2001). Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Journal of the Transportation Research Board*(1780), 87-114.
- Ferniza Quiroz, S. (2021). *Tesis: Políticas públicas y expansión. Perímetros de contención urbana y desarrollo orientado al transporte en la zona metropolitana de Monterrey*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura.
- Garrón Torres, M., & Murillo Segura, D. (2016). *Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Derecho: Políticas fscales para incentivar la inversión y renovación urbana con recuperación de plusvalías: propuesta de una reforma legal para Costa Rica*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Ghidini, R. (2009). Aprendiendo una lección de Curitiba-Efectos perversos de una política orientada al transporte público y al medio ambiente. *Cuaderno de Investigación Urbanística N67*, 68-85.
- Gobierno de Nuevo León. (14 de 05 de 2021). *Gobierno del Estado de Nuevo León*. Obtenido de retys.nl.gob.mx/servicios/metro
- Guo, Z., Weinstein Agrawal, A., Dill, J., Quirk, M., & Reese, M. (2011). *The Intersection of Urban Form Mileage Fees: Findings From The Oregon Road User Fee, Pilot Program*. San José, California: Mineta Transportation Institute.
- Hook, W., Lotshaw, S., & Weinstock, A. (2013). *More development for your transit dollars. An analysis of 21 North American transit corridor*. New York : ITDP.
- IDOM. (2018). *Estudio de Ingeniería de Valor del Proyecto del Tren Rápido de Pasajeros (TRP) del Gran Área Metropolitana (GAM)*. San José, Costa Rica: MIDEPLAN - INCOFER.
- Institute for Transportation and Development Policy. (2017). *TOD Standar*. New York: ITDP.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2011). *Censo Nacional 2011*. San José, Costa Rica: INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *Características Sociales y Demográficas*. San José: INEC.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2014). *Estimaciones y proyecciones de población distritales por sexo y grupos de edades 2000-2025*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo . (21 de Julio de 2021). *INVU*. Obtenido de www.invu.go.cr
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (2017). *Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial*. San José: Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (2017). *Reglamento de Renovación Urbana*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (1982). *Plan Regional de la Gran Área Metropolitana GAM*. San José: Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.
- Institute for Transportation and Development Policy. (2017). *TOD Standar*. New York: Intitute for Transportation and Development Policy.
- ITDP México. (2015). *Guía de implementación de políticas y proyectos de desarrollo orientado al transporte, hacia ciudades bajas en emisiones* . México DF: ITDP México.
- Knight, R., & Trygg, L. (1977). *Land Use Impacts of Rapid Transit: Implications of Recent Experience*. Washington, D.C: Office of the Secretary of Transportation.
- L.C.R Logística S.A. (2007). *Informe Final. Tomo I. Modelo de Demanda- Oferta de Transporte Urbano en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica*. San José: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, PRUGAM.
- Lund, H., Cervero, R., & Wilson, R. (2004). *Travel characteristics of transit focused development in California* . Oakland: Bay Area Rapid Transit District, California Department of Transportation.
- Martinez Baldares, T. (2011). Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. *Cuaderno de Vivienda y Urbanismo*, 70-87.
- Martínez, T. (2014). *Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: Treinta años de metamofosis urbana territorial en el Valle Central*. San José: Programa Estado de la Nación .
- Ministerio de Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional. (2014). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 2010*. San José: Ministerio de Ambiente y Energía.

- Ministerio de Hacienda de la República de Costa Rica. (2014). *Valores del terreno por zonas homogéneas*. San José, Costa Rica: Ministerio de Hacienda, Costa Rica.
- Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humanos. (2012). *Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040*. San José: Consejo del Sector Ordenamiento Territorial y Vivienda.
- Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humanos. (2018). *Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030*. San José, Costa Rica: MIVAH.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2014). *Política Nacional de Vivienda y Asentamiento Humanos 2013-2030 y su Plan de Acción*. San José: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Urbanos. (07 de 10 de 2021). MIVAH. Obtenido de <http://www.mivah.go.cr/>
- Municipalidad de Alajuela. (2004). *Plan Regulador del Cantón de Alajuela*. Alajuela: Municipalidad de Alajuela.
- Municipalidad de San José. (2012). *Plan Regulador del Cantón de San José*. San José: Municipalidad de San José.
- Niu, S., Hu, A., Shen, Z., Siu Yu Lau, S., & Gan, X. (2019). Study on land use characteristics of rail transit TOD sites in new towns-taking Singapore as an example. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 16-27.
- Observatorio Urbano de la Gran Área Metropolitana. (7 de abril de 2018). OUGAM. Obtenido de <http://ougam.ucr.ac.cr/index.php/informacion/datos/poblacion-total>
- Observatorio Urbano de la Gran Área Metropolitana. (7 de abril de 2018). UGAM. Obtenido de <http://ougam.ucr.ac.cr/index.php/la-gam>
- PB's PlaceMaking Group. (2011). *Winnipeg: Transit Oriented Development Handbook*. Winnipeg: City of Winnipeg.
- Pratt, R. (2000). *Traveler response to transportation system change*. Washington D.C: Transit Cooperative Research Program. Transportation Research Board.
- Programa Estado de la Nación. (2014). *Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José: Programa Estado de la Nación.
- Pujol, R., Pérez, E., & Sánchez, L. (2009). *Hacia un cambio en la oferta de vivienda en la GAM: una exploración desde los grandes desafíos planteados por la demanda potencial de vivienda de la región*. San José, Costa Rica: Estado de la Nación.

- Ramírez, A., & Villalobos, M. L. (2014). *Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: Marco Normativo, Institucional y Conflictividad del Ordenamiento Territorial*. San José: Programa Estado de la Nación.
- Renne, J. (2005). *Transit Oriented Development measuring benefits, analysing trends and evaluating policy*. New Jersey: The State University of New Yersay.
- Rodriguez, D. (2013). *Desarrollo urbano orientado a buses rápidos*. Lincoln Institute of Land Policy.
- Rodriguez, D., & Vergel Tovar, E. (2013). Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y el desarrollo urbano en América Latina. *Land Lines*, 16-24.
- Rosero Bixby, R. (2002). *Estimaciones y proyecciones de población por distrito y otras áreas geográficas Costa Rica 1970-2015*. San José, Costa Rica: Centro Centroamericano de Población, Universidad de Costa Rica e Instituto Nacional de estadística y Censos .
- Sánchez, R., & Wilmsmeier, G. (2005). *Provisión de Infraestructura de Transporte en América Latina: Experiencia Reciente y Problemas Observados*. Santiago de Chile: Serie Recursos Naturales e Infraestructura, N° 94 (LC/L.2360-P), CEPAL.
- Santos, E. (2011). *Pioneer in BRT and urban planning*. Saarbrücken, Alemania: Lambert Academic Press.
- Secretaría Técnica del Plan de Desarrollo Urbano. (2001). *Documento Final Etapa I. Plan Nacional de Desarrollo Urbano*. San José: Consejo Nacional de Planificación Urbana.
- Segura Segura, J. D. (2019). *Proyecto Final de Graduación: Evaluación de la zona de influencia de la troncal de transporte público San José-Sabanilla-La Campiña mediante la metodología del Desarrollo Orientado al Transporte Público*. San Pedro de Montes de Oca: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- Suzuki, H., Cervero, R., & Luchi, K. (2013). *Transforming Cities with Transit. Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development*. Washington, D.C: The World Bank.
- Vargas, D. (2018). *Trabajo final de graduación: Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- Vargas, M. (2014). *Políticas regionales de planificación urbana: relaciones interinstitucionales de coordinación y su incidencia en el rechazo del Plan PRUGAM. (2004-2010). Tesis de licenciatura*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Veloz, J. (2015). *Guía de implementación de políticas y proyectos de desarrollo orientado al transporte*. Ciudad de México: ITDP.

Vindas Quiros, L. (30 de Noviembre de 2012). Aumenta construcción de viviendas para alquiler o vacacionar. *El Financiero*.

Winkelman, S. (2014). Sixth MAIN LAC Dialogue. *Transit Oriented Development: What? Why? and How?* Washington, D.C.: Center for Clean Air Policy.

ANEXOS

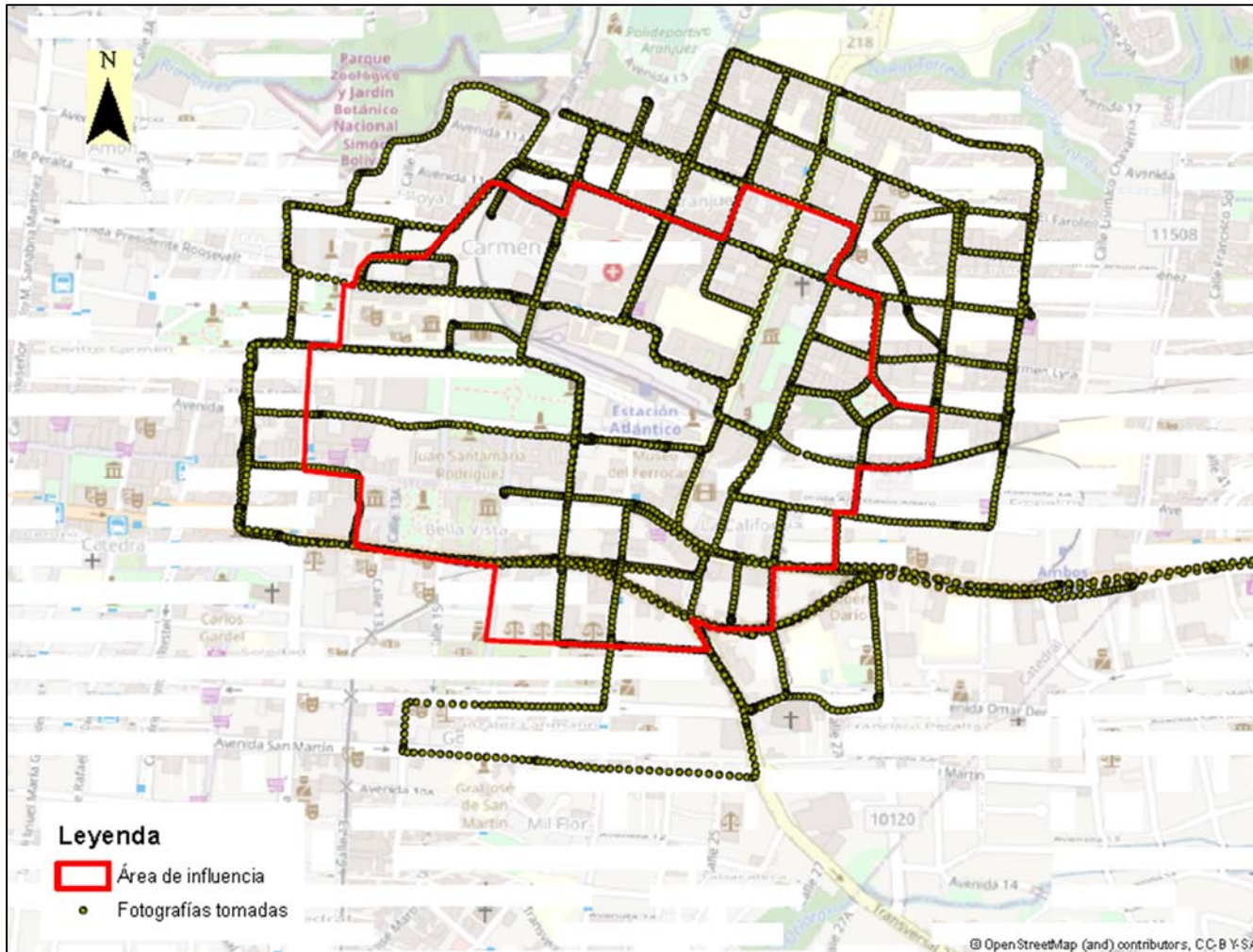


Figura 59. Levantamiento fotográfico en la estación Atlántico

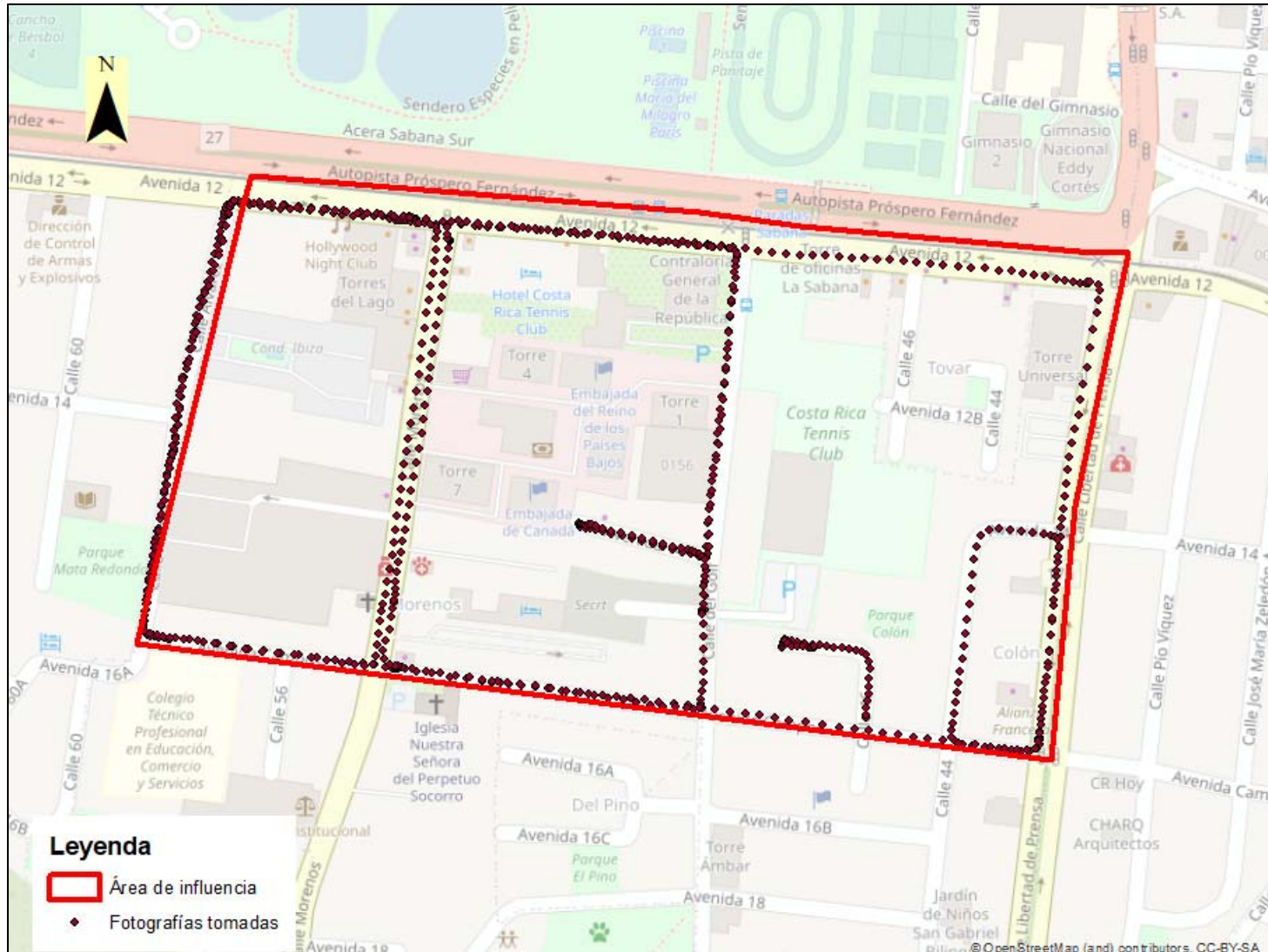


Figura 61. Levantamiento fotográfico en la estación Sabana

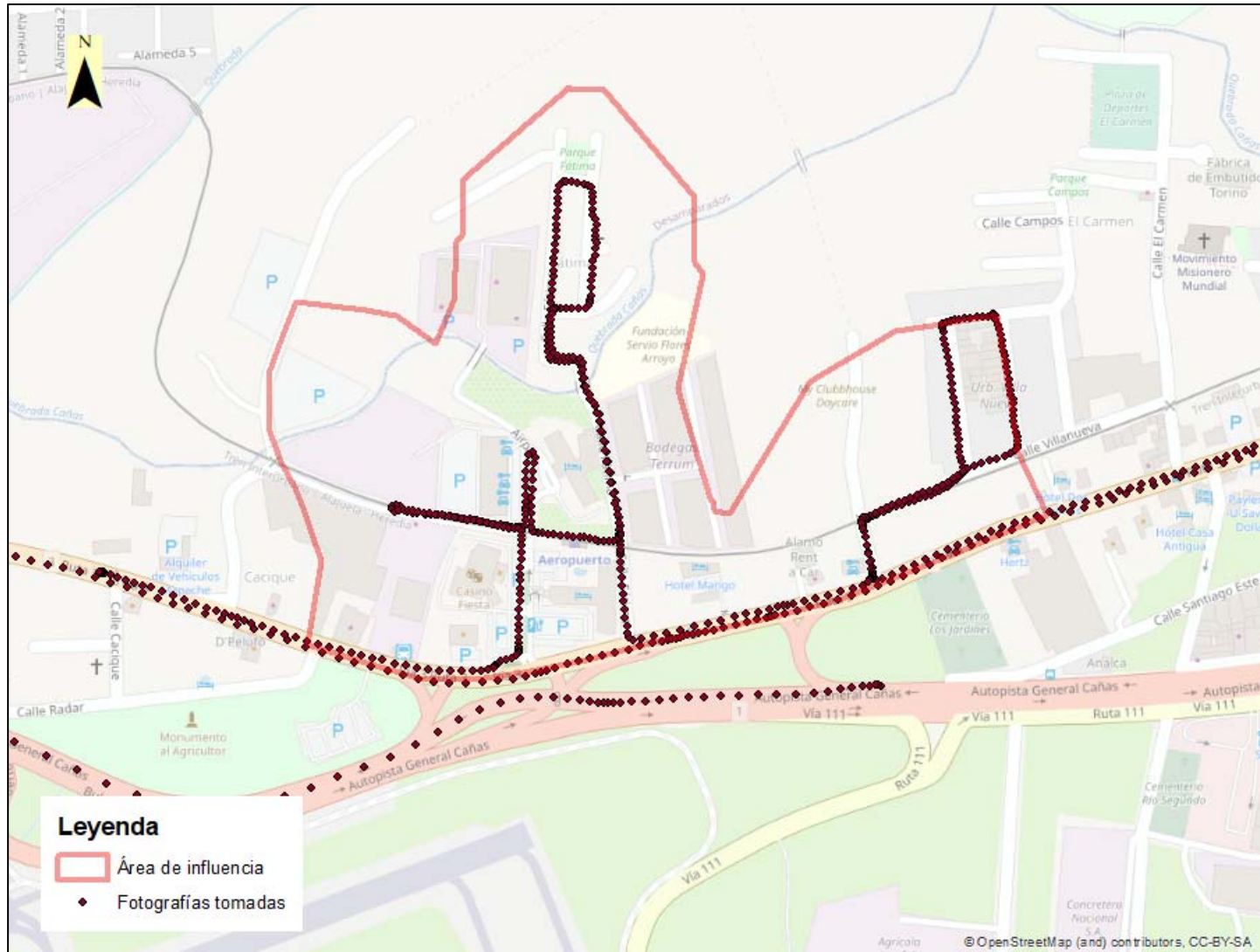


Figura 62. Levantamiento fotográfico en la estación Aeropuerto

Cuadro 39. Principio Caminar, Estación Pacífico – Plaza Viquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
El área peatonal es segura, completa y accesible para todos	Porcentaje de aceras completas y accesibles para todo tipo de usuario.	65.58%	3	0
	Porcentaje de intersecciones seguras y accesibles para todos los usuarios en todas direcciones.	2.82%	3	0
El área peatonal es activa y vibrante	Porcentaje de segmentos de acera con conexión visual con la actividad en el interior del edificio.	6.28%	6	0
	Cantidad promedio de tiendas, ingresos a edificios u otros accesos peatonales por cada 100 m de fachada.	7,11	2	2
El área peatonal es confortable	Porcentaje de aceras que incorporan adecuadamente sombras y zonas de refugio.	47,12%	1	0
Total			15	2

Cuadro 40. Principio Usar la bicicleta, Estación Pacífico – Plaza Víquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
La red de ciclovías es segura y completa	Acceso a ciclovías seguras.	>200	2	0
Zonas de estacionamiento y almacenamiento de bicicletas es amplia y segura	Se dan las facilidades para estacionar bicicletas de manera segura y amplia en todas las estaciones de transporte público.	0	1	0
	Porcentaje de edificios que brindan área amplias y seguras para estacionar bicicletas.	4	1	0
	Los edificios permiten a los inquilinos almacenar bicicletas al interior.	0	1	0
Total			5	0

Cuadro 41. Principio Conectar, Estación Pacífico – Plaza Víquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Las rutas para peatones y ciclistas son cortas, directas y variadas	Longitud de la cuadra peatonizada más larga.	164	10	4
Las rutas para peatones y ciclistas son más cortas que las rutas para vehículos motorizados	Relación entre las intersecciones peatonales/ciclistas con las intersecciones para vehículos motorizados.	0,03	5	0
Total			15	4

Cuadro 42. Principio Mezclar, Estación Pacífico – Plaza Viquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Acceder a oportunidades y servicios desde los hogares y trabajos a una distancia caminable corta y con espacios públicos activos con horarios extendidos	Usos de suelo residenciales y no residenciales combinados dentro de la misma cuadra o en cuadras adyacentes.	61.8%	8	6
	Porcentaje de edificios a distancia caminable de escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos.	100%	3	3
		100%		
		100%		
Porcentaje de edificios ubicados en un radio de 500 m desde un parque o zona de juegos.	100%	1	1	
Incluir entre los residentes locales diferentes grupos demográficos con diversidad de ingresos	Porcentaje del total de unidades residenciales consideradas asequibles.	No se evaluó	-	-
	Porcentaje de residentes que viven en el sitio desde antes del proyecto, se mantienen o reubican a poca distancia.	100%	3	3
	Porcentaje de empresas y servicios que se ofrecen a residentes locales preexistentes en el sitio del proyecto, se mantienen en el sitio o se reubican a poca distancia.	100%	2	2
Total			17	15

Cuadro 43. Principio Densificar, Estación Pacífico – Plaza Viquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Lograr alta densidad en zonas residencial y de trabajo de manera que se mejoren la calidad del transporte público, servicios locales y las zonas cercanas a las estaciones.	Lograr alta densidad residencial en comparación con las mejores prácticas aplicadas en proyectos similares o zonas de influencia de la estación.	72.65	15	0

Cuadro 44. Principio Compactar, Estación Pacífico – Plaza Viquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
El desarrollo estará dentro o cercano a un área urbana existente	El desarrollo estará dentro o cercano a un área urbana existente.	94,9%	8	8
Viajar dentro de la ciudad es conveniente	Cantidad de opciones de transporte que son accesibles dentro de una distancia caminable.	Sistema de buses y bicicleta pública	2	2
Total			10	10

Cuadro 45. Principio Cambiar, Estación Pacífico – Plaza Viquez

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Minimizar el terreno ocupado por los vehículos motorizados	Total del área fuera de las vías que se dedica a estacionamiento, como porcentaje del área desarrollado.	3.57%	8	8
	Promedio de vías (vehículos motorizados) por cada 100 m de fachada de cuadra.	2.38	1	0
	Porcentaje del área desarrollada utilizada como estacionamiento sobre carretera o destinada para el uso de vehículos motorizados.	23.72%	6	0
Total			15	8

Cuadro 46. Principio Caminar, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
El área peatonal es segura, completa y accesible para todos	Porcentaje de aceras completas y accesibles para todo tipo de usuario.	74.39%	3	0
	Porcentaje de intersecciones seguras y accesibles para todos los usuarios en todas direcciones.	1.41%	3	0
El área peatonal es activa y vibrante	Porcentaje de segmentos de acera con conexión visual con la actividad en el interior del edificio.	12.50%	6	0
	Cantidad promedio de tiendas, ingresos a edificios u otros accesos peatonales por cada 100 m de fachada.	4.59	2	1
El área peatonal es comfortable	Porcentaje de aceras que incorporan adecuadamente sombras y zonas de refugio.	27.63%	1	0
Total			15	1

Cuadro 47. Principio Usar la bicicleta, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
La red de ciclovías es segura y completa	Acceso a ciclovías seguras.	>200	2	0
Zonas de estacionamiento y almacenamiento de bicicletas son amplias y seguras	Se dan las facilidades para estacionar bicicletas de manera segura y amplia en todas las estaciones de transporte público.	0	1	0
	Porcentaje de edificios que brindan área amplias y seguras para estacionar bicicletas.	0	1	0
	Los edificios permiten a los inquilinos almacenar bicicletas al interior.	0	1	0
Total			5	0

Cuadro 48. Principio Conectar, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Las rutas para peatones y ciclistas son cortas, directas y variadas	Longitud de la cuadra peatonizada más larga.	216	10	0
Las rutas para peatones y ciclistas son más cortas que las rutas para vehículos motorizados	Relación entre las intersecciones peatonales/ciclistas con las intersecciones para vehículos motorizados.	0,016	5	0
Total			15	0

Cuadro 49. Principio Mezclar, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Acceder a oportunidades y servicios desde los hogares y trabajos a una distancia caminable corta y con espacios públicos activos con horarios extendidos	Usos de suelo residenciales y no residenciales combinados dentro de la misma cuadra o en cuadras adyacentes.	58.77%	8	8
	Porcentaje de edificios a distancia caminable de escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos.	100%	3	3
		100%		
		100%		
Porcentaje de edificios ubicados en un radio de 500 m desde un parque o zona de juegos.	100%	1	1	
Incluir entre los residentes locales diferentes grupos demográficos con diversidad de ingresos	Porcentaje del total de unidades residenciales consideradas asequibles.	No se evaluó	-	-
	Porcentaje de residentes que viven en el sitio desde antes del proyecto, se mantienen o reubican a poca distancia.	100%	3	3
	Porcentaje de empresas y servicios que se ofrecen a residentes locales preexistentes en el sitio del proyecto, se mantienen en el sitio o se reubican a poca distancia.	100%	2	2
Total			17	17

Cuadro 50. Principio Densificar, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
<p>Lograr alta densidad en zonas residencial y de trabajo de manera que se mejoren la calidad del transporte público, servicios locales y las zonas cercanas a las estaciones.</p>	<p>Lograr alta densidad residencial en comparación con las mejores prácticas aplicadas en proyectos similares o zonas de influencia de la estación.</p>	16.75	15	0

Cuadro 51. Principio Compactar, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación	
			Máx.	Puntuación
El desarrollo estará dentro o cercano a un área urbana existente	Número de lados del proyecto que se encuentran junto a sitios desarrollados.	98.8%	8	8
Viajar dentro de la ciudad es conveniente	Cantidad de opciones de transporte que son accesibles dentro de una distancia caminable.	Sistema de buses y bicicletas públicas	2	2
Total			10	10

Cuadro 52. Principio Cambiar, Estación Atlántico

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Minimizar el terreno ocupado por los vehículos motorizados	Total del área fuera de las vías que se dedica a estacionamiento, como porcentaje del área desarrollado.	8.59%	8	8
	Promedio de vías (vehículos motorizados) por cada 100 m de fachada de cuadra.	1.8	1	1
	Porcentaje del área desarrollada utilizada como estacionamiento sobre carretera o destinada para el uso de vehículos motorizados.	19.85%	6	3
Total			15	12

Cuadro 53. Principio Caminar, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
El área peatonal es segura, completa y accesible para todos	Porcentaje de aceras completas y accesibles para todo tipo de usuario.	21.35%	3	0
	Porcentaje de intersecciones seguras y accesibles para todos los usuarios en todas direcciones.	0%	3	0
El área peatonal es activa y vibrante	Porcentaje de segmentos de acera con conexión visual con la actividad en el interior del edificio.	0%	6	0
	Cantidad promedio de tiendas, ingresos a edificios u otros accesos peatonales por cada 100 m de fachada.	4.25	2	1
El área peatonal es confortable	Porcentaje de aceras que incorporan adecuadamente sombras y zonas de refugio.	0.0%	1	0
Total			15	1

Cuadro 54. Principio Usar la bicicleta, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
La red de ciclovías es segura y completa	Acceso a ciclovías seguras.	>200	2	0
Zonas de estacionamiento y almacenamiento de bicicletas son amplias y seguras	Se dan las facilidades para estacionar bicicletas de manera segura y amplia en todas las estaciones de transporte público.	0	1	0
	Porcentaje de edificios que brindan áreas amplias y seguras para estacionar bicicletas.	0	1	0
	Los edificios permiten a los inquilinos almacenar bicicletas al interior.	0	1	0
Total			5	0

Cuadro 55. Principio Conectar, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Las rutas para peatones y ciclistas son cortas, directas y variadas	Longitud de la cuadra peatonizada más larga.	189.2	10	2
Las rutas para peatones y ciclistas son más cortas que las rutas para vehículos motorizados	Relación entre las intersecciones peatonales/ciclistas con las intersecciones para vehículos motorizados.	0,0	5	0
Total			15	2

Cuadro 56. Principio Mezclar, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Acceder a oportunidades y servicios desde los hogares y trabajos a una distancia caminable corta y con espacios públicos activos con horarios extendidos	Usos de suelo residenciales y no residenciales combinados dentro de la misma cuadra o en cuadras adyacentes.	35.50%	8	0
	Porcentaje de edificios a distancia caminable de escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos.	30%	3	1
		100%		
		70%		
Porcentaje de edificios ubicados en un radio de 500 m desde un parque o zona de juegos.	80%	1	1	
Incluir entre los residentes locales diferentes grupos demográficos con diversidad de ingresos	Porcentaje del total de unidades residenciales consideradas asequibles.	No se evaluó	-	-
	Porcentaje de residentes que viven en el sitio desde antes del proyecto, se mantienen o reubican a poca distancia.	100%	3	3
	Porcentaje de empresas y servicios que se ofrecen a residentes locales preexistentes en el sitio del proyecto, se mantienen en el sitio o se reubican a poca distancia.	100%	2	2
Total			17	7

Cuadro 57. Principio Densificar, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Lograr alta densidad en zonas residencial y de trabajo de manera que se mejoren la calidad del transporte público, servicios locales y las zonas cercanas a las estaciones.	Lograr alta densidad residencial en comparación con las mejores prácticas aplicadas en proyectos similares o zonas de influencia de la estación.	86.85	15	5

Cuadro 58. Principio Compactar, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
El desarrollo estará dentro o cercano a un área urbana existente	Número de lados del proyecto que se encuentran junto a sitios desarrollados.	72.01%	8	4
Viajar dentro de la ciudad es conveniente	Cantidad de opciones de transporte que son accesibles dentro de una distancia caminable.	Sistema de buses	2	1
Total			10	5

Cuadro 59. Principio Cambiar, Estación Aeropuerto

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Minimizar el terreno ocupado por los vehículos motorizados	Total del área fuera de las vías que se dedica a estacionamiento, como porcentaje del área desarrollada.	19.23 %	8	6
	Promedio de vías (vehículos motorizados) por cada 100 m de fachada de cuadra.	5.2	1	0
	Porcentaje del área desarrollada utilizada como estacionamiento sobre carretera o destinada para el uso de vehículos motorizados.	13.26%	6	6
Total			15	12

Cuadro 60. Principio Caminar, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
El área peatonal es segura, completa y accesible para todos	Porcentaje de aceras completas y accesibles para todo tipo de usuario.	77.17%	3	0
	Porcentaje de intersecciones seguras y accesibles para todos los usuarios en todas direcciones.	0%	3	0
El área peatonal es activa y vibrante	Porcentaje de segmentos de acera con conexión visual con la actividad en el interior del edificio.	0%	6	0
	Cantidad promedio de tiendas, ingresos a edificios u otros accesos peatonales por cada 100 m de fachada.	3.57	2	1
El área peatonal es comfortable	Porcentaje de aceras que incorporan adecuadamente sombras y zonas de refugio.	0.0%	1	0
Total			15	1

Cuadro 61. Principio Usar la bicicleta, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
La red de ciclovías es segura y completa	Acceso a ciclovías seguras.	>200	2	0
Zonas de estacionamiento y almacenamiento de bicicletas son amplias y seguras	Se dan las facilidades para estacionar bicicletas de manera segura y amplia en todas las estaciones de transporte público.	0	1	0
	Porcentaje de edificios que brindan área amplias y seguras para estacionar bicicletas.	0	1	0
	Los edificios permiten a los inquilinos almacenar bicicletas al interior.	0	1	0
Total			5	0

Cuadro 62. Principio Conectar, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Las rutas para peatones y ciclistas son cortas, directas y variadas.	Longitud de la cuadra peatonizada más larga.	365.9	10	0
Las rutas para peatones y ciclistas son más cortas que las rutas para vehículos motorizados.	Relación entre las intersecciones peatonales/ciclistas con las intersecciones para vehículos motorizados.	0	5	0
Total			15	0

Cuadro 63. Principio Mezclar, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Acceder a oportunidades y servicios desde los hogares y trabajos a una distancia caminable corta y con espacios públicos activos con horarios extendidos	Usos de suelo residenciales y no residenciales combinados dentro de la misma cuadra o en cuadras adyacentes.	60.37	8	8
	Porcentaje de edificios a distancia caminable de escuelas, colegios, hospitales, clínicas, farmacias y fuentes de alimentos frescos.	100%	3	3
		100%		
		100%		
Porcentaje de edificios ubicados en un radio de 500 m desde un parque o zona de juegos.	100%	1	1	
Incluir entre los residentes locales diferentes grupos demográficos con diversidad de ingresos	Porcentaje del total de unidades residenciales consideradas asequibles.	No se evaluó	-	-
	Porcentaje de residentes que viven en el sitio desde antes del proyecto, se mantienen o reubican a poca distancia.	100%	3	3
	Porcentaje de empresas y servicios que se ofrecen a residentes locales preexistentes en el sitio del proyecto, se mantienen en el sitio o se reubican a poca distancia.	100%	2	2
Total			17	17

Cuadro 64. Principio Densificar, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Lograr alta densidad en zonas residencial y de trabajo de manera que se mejore la calidad del transporte público, servicios locales y las zonas cercanas a las estaciones.	Lograr alta densidad residencial en comparación con las mejores prácticas aplicadas en proyectos similares o zonas de influencia de la estación	35.54	15	0

Cuadro 65. Principio Compactar, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Max.	Puntuación
El desarrollo estará dentro o cercano a un área urbana existente	Número de lados del proyecto que se encuentran junto a sitios desarrollados.	100%	8	8
Viajar dentro de la ciudad es conveniente	Cantidad de opciones de transporte que son accesibles dentro de una distancia caminable.	Bicicletas públicas y sistema de buses.	2	2
Total			10	10

Cuadro 66. Principio Cambiar, Estación Sabana

Objetivo	Elemento por medir	Datos	Puntuación Máx.	Puntuación
Minimizar el terreno ocupado por los vehículos motorizados	Total del área fuera de las vías que se dedica a estacionamiento, como porcentaje del área desarrollado.	6.53 %	8	8
	Promedio de vías (vehículos motorizados) por cada 100 m de fachada de cuadra.	5.1	1	0
	Porcentaje del área desarrollada utilizada como estacionamiento sobre carretera o destinada para el uso de vehículos motorizados.	12.85%	6	6
Total			15	14