

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Análisis y proyecciones de los indicadores establecidos por la Municipalidad
de Guatemala para los Distritos de Oportunidad 2050

Trabajo de graduación presentado por Juan Carlos Lemus Ortuño para optar al
grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala,

2024

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Análisis y proyecciones de los indicadores establecidos por la Municipalidad
de Guatemala para los Distritos de Oportunidad 2050

Trabajo de graduación presentado por Juan Carlos Lemus Ortuño para optar al
grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil


Guatemala,

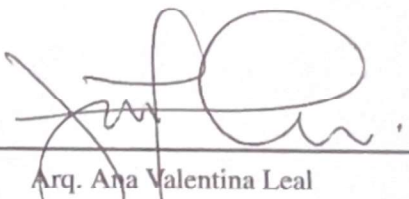
2024

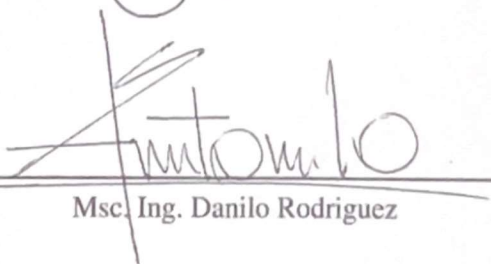
Vo.Bo.:

(f) 
Arq. Ingrid de la Vega

Tribunal Examinador:

(f) 
Arq. Ingrid de la Vega

(f) 
Arq. Ana Valentina Leal

(f) 
Msc. Ing. Danilo Rodriguez

Fecha de aprobación: Guatemala, 9 de enero de 2025.

PREFACIO

Dedico esta tesis a las personas más importantes de mi vida, aquellas que vieron el tiempo y el esfuerzo que tomó su desarrollo.

A mis padres, Juan Carlos Lemus Zelada y Ana Leonora Ortuño Valdivieso, por su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida.

A mi hermana Adriana Montserrat Lemus Ortuño, por ser alguien de mi total confianza que me ha apoyado y empujado a ser cada vez mejor.

A mis abuelos, por su amor y apoyo durante el tiempo que la vida me ha regalado con ellos. Amparo Araceli Santiago Castañeda (†), quien me introdujo desde pequeño al mundo de la Ingeniería Civil y me llevó a conocer a todas las maravillosas personas en mi camino; Darón Lemus Castillo (†), con quien me hubiera encantado poder discutir todo lo que fui aprendiendo; y Mirna Rebeca Valdivieso Castañeda, por ser una luz en mi vida con su alegría y amor que solo una abuela sabe dar.

A mis grandes amigos y compañeros de clase, Sergio Galindo, Anderson Santizo, Jose Revolorio, Andrés Romero, Álvaro Guillermo, Paula Custodio, Héctor Paiz, Vivian Arreaza, Javier Patal, Vinnicio Mendoza, Diego Torón y Alberto Murga, por estos 5 increíbles años de carrera, las risas, experiencias, viajes y anécdotas.

A mi asesora, Ingrid de la Vega, por compartirme su conocimiento, ayudarme a descubrir el mundo de la planificación territorial y ser una excelente guía durante todo el proceso.

A la Municipalidad de Guatemala y sus direcciones: DMU, DPU, DCT, Dirección de Obras y Urbanística, por permitirme trabajar junto a ellos y llevar a cabo mi trabajo de investigación.

Y a todas aquellas personas que no alcancé a mencionar en esta página, pero son parte esencial en mi vida. Ustedes saben quiénes son.

CONTENIDO

PREFACIO	iii
CONTENIDO	i
LISTA DE CUADROS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	7
II. JUSTIFICACIÓN	9
III. OBJETIVOS	11
A. Objetivo general	11
B. Objetivos específicos	11
IV. MARCO TEÓRICO	12
A. Planificación territorial a nivel latinoamericano	12
B. Implementación de la ingeniería civil a la planificación territorial	16
C. Planificación territorial en la ciudad de Guatemala	22
D. Distritos de Oportunidad	28
E. Distrito de estudio	40
V. METODOLOGÍA	47
VI. RESULTADOS	48
VII. CONCLUSIONES	65
VIII. RECOMENDACIONES	67
IX. BIBLIOGRAFÍA	68
X. APÉNDICES	71

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Resumen de las diferencias entre las zonas a las que puede pertenecer un terreno. Fuente. Elaboración propia	25
Cuadro 2. Cálculo de velocidad promedio sobre las calles según conteo. Fuente. Elaboración propia.....	52
Cuadro 3. Cálculo de velocidad promedio sobre las avenidas según conteo. Fuente. Elaboración propia.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de la proyección poblacional para Latinoamérica. Fuente. CEPALSTAT (2023).	12
Figura 2. Gráfica de la proyección poblacional para Guatemala. Fuente. CEPALSTAT (2023)	22
Figura 3. Mapa que indica la separación del Municipio de Guatemala en sus 7 distritos de oportunidad. Fuente. DPU (2024).....	27
Figura 4. Niveles de movilidad de 3 ciudades europeas. Fuente. Medina (2019).....	29
Figura 5. Niveles de movilidad de 3 ciudades americanas. Fuente. Medina (2019).....	29
Figura 6. Mapa del Distrito ViaNorte. Fuente. DPU (2024)	30
Figura 7. Mapa del Distrito Nu Seis. Fuente. DPU (2024)	31
Figura 8. Mapa de las Zonas G del Distrito Central. Fuente. DPU (2024)	32
Figura 9. Mapa de las Zonas G del Distrito Tívoli. Fuente. DPU (2024)	33
Figura 10. Mapa de las Zonas G del Distrito Siete11. Fuente. DPU (2024)	35
Figura 11. Mapa de las Zonas G del Distrito Viadoce. Fuente. DPU (2024)	36
Figura 12. Ejemplo árbol de problemas – Movilidad. Fuente. Municipalidad de Guatemala (2023)	38
Figura 13. Ejemplo árbol de objetivos – Movilidad. Fuente. Municipalidad de Guatemala (2023)	38
Figura 14. Ejemplo matriz de marco lógico - Agua y alcantarillas. Fuente. Municipalidad de Guatemala (2023).....	39
Figura 15. Usos de suelo del Distrito Tívoli. Fuente. DPU (2024)	40
Figura 16. Proyección población residente de zona 9 para el 2050. Fuente. Elaboración propia. ...	57
Figura 17. Proyección sobre paradas de transporte público para el 2050. Fuente. Elaboración propia.....	57
Figura 18. Proyección de km de ciclovías planificados en el municipio para el 2050. Fuente. Elaboración propia.	58
Figura 19. Proyección de km de ciclovías planificados en el distrito para el 2050. Fuente. Elaboración propia.	59
Figura 20. Proyección velocidades promedio en hora pico del distrito para el 2050. Fuente. Elaboración propia.	59
Figura 21. Proyección accidentes por cada 100,000 vehículos para el 2050. Fuente. Elaboración propia.....	60
Figura 22. Captura del programa QGIS - Propiedades de la capa - Imagen Raster. Fuente. Elaboración propia.	61
Figura 23. Captura del programa QGIS - Propiedades de la capa - Etiquetas. Fuente. Elaboración propia.....	62
Figura 24. Captura del programa QGIS - Propiedades de la capa – Calculadora de campos. Fuente. Elaboración propia.	62

Figura 25. Captura del programa QGIS - Herramientas de geoprocreso – Dissolver. Fuente. Elaboración propia.	63
Figura 26. Tabla de parámetros normativos para un terreno en Zona G4. Fuente. POT, (2022).....	71
Figura 27. Descripción detallada de cada campo que compone una ficha de indicador. Fuente. DPU (2023).....	72
Figura 28. Ficha de indicador - Unidades de vivienda nueva. Fuente. DPU (2023).....	73
Figura 29. Ficha de indicador – Velocidad promedio diaria en horas pico. Fuente. DPU (2023).....	74
Figura 30. Ficha de indicador – Modo de desplazamiento de la población. Fuente. DPU (2023)....	75
Figura 31. Ficha de indicador – Proximidad a redes de transporte público y a red de bicicleta. Fuente. DPU (2023)	76
Figura 32. Ficha de indicador – Proporción de territorio cubierto por el transporte público. Fuente. DPU (2023)	77
Figura 33. Ficha de indicador – Kilómetros dedicados para sendas de bicicleta por cada 100,000 habitantes.....	78
Figura 34. Ficha de indicador – Kilómetros de calle peatonal por cada 100,000 habitantes. Fuente. DPU (2023)	79
Figura 35. Informe DCT - Licencias y metros aprobados año 2004 a junio 2024. Fuente. DCT (2024)	80
Figura 36. Ficha de indicador – Número de accidentes por cada 100,000 vehículos en tránsito. Fuente. Elaboración propia.	81
Figura 37. Mapa 01 - Delimitación del distrito Tívoli. Fuente. Elaboración propia.	82
Figura 38. Mapa 02 - Plan maestro de ciclovías alimentadoras. Fuente. Elaboración propia.....	83
Figura 39. Mapa 03 - Paradas de transporte público disponibles en zona 9. Fuente. Elaboración propia.....	84
Figura 40. Mapa 04 - Paradas de transporte público con radio de influencia dentro del distrito. Fuente. Elaboración propia.	85
Figura 41. Mapa 05 - Radio de influencia de las paradas de transporte público o alternativo. Fuente. Elaboración propia.	86
Figura 42. Mapa 06 - Zona de cobertura del distrito tívoli. Fuente. Elaboración propia.	87
Figura 43. Mapa 07 - Comparación de la zona de cobertura con la población del distrito Tívoli. ...	88
Figura 44. Mapa 08 - Conteo vehicular y velocidades en las rutas principales del distrito Tívoli....	89
Figura 45. Mapa 09 - Actividades económicas relevantes dentro del distrito. Fuente. Elaboración propia.....	90
Figura 46. Mapa 10 - Propuesta de ubicación de parada de transporte público. Fuente. Elaboración propia.....	91

RESUMEN

La siguiente investigación analiza los distritos de oportunidad formulados por la Municipalidad de Guatemala como parte del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), que busca una transformación urbana basada en el concepto de ciudad compacta y sostenible. El estudio se centra en proyectar y analizar indicadores de movilidad, infraestructura y urbanismo en distintos sectores del municipio hasta el 2050.

El POT, implementado desde el 2009, se diseñó para regular el crecimiento edificatorio y mejorar la calidad de vida mediante una planificación urbana eficiente. Dentro del marco de este plan, los Distritos de Oportunidad, los cuales son 6 distritos agrupados en regiones, seleccionados por su potencial de desarrollo económico, habitacional y ambiental. Los distritos son seis áreas urbanas estratégicas del municipio y un gran distrito verde complementario que abarca áreas con valor ambiental.

El objetivo del trabajo de tesis es desarrollar proyecciones y crear mapas georreferenciados que evidencien la situación actual de un único distrito seleccionado, a partir de los indicadores seleccionados. Estos indicadores fueron formulados por la Dirección de Planificación Urbana (DPU) en el 2020. Estos indicadores se seleccionaron con un enfoque en la movilidad y la infraestructura; evidenciando también, la vinculación de la planificación urbana con la ingeniería civil y su aporte en el desarrollo urbano de las ciudades. Estas proyecciones permiten estimar el avance que se ha tenido a lo largo del proyecto, en los aspectos mencionados anteriormente.

Los indicadores seleccionados incluyen aspectos como vivienda, sistemas de transporte masivo, movilidad peatonal y ciclista. La metodología utilizada consta de seis fases que incluyen la identificación de los indicadores, el levantamiento y análisis de datos, la interpretación y proyección de los mismos, y la presentación de resultados.

Palabras clave: Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Distritos de Oportunidad, ciudad compacta, sostenibilidad urbana, movilidad, proyecciones urbanas, infraestructura, ciudad.

ABSTRACT

This research analyzes the Opportunity Districts formulated by the Municipality of Guatemala as part of the Land Use Plan (POT), which aims for an urban transformation based on the concept of a compact and sustainable city. The study focuses on projecting and analyzing indicators of mobility, infrastructure, and urban planning across various sectors of the municipality through 2050.

The POT, implemented since 2009, was designed to regulate building growth and improve quality of life through efficient urban planning. Within the framework of this plan, the Opportunity Districts are areas selected for their potential in economic, residential, and environmental development. The districts consist of six main regions of the municipality and a large complementary green district that encompasses environmentally valuable areas.

The objective of this thesis is to develop projections and create georeferenced maps that reflect the city's current situation based on the selected indicators, with a focus on mobility and infrastructure; additionally demonstrating the connection between urban planning and civil engineering and its contribution to urban development.

The selected indicators include aspects such as housing, mass transportation systems, pedestrian and cyclist mobility. The methodology comprises six phases that include identifying indicators, data collection and analysis, data interpretation and projection, and presentation of results.

Keywords: Land Use Plan (POT), Opportunity Districts, compact city, urban sustainability, mobility, urban projections, infrastructure, city.

I. INTRODUCCIÓN

La planificación territorial es una disciplina de la Ing. Civil y la Arquitectura que se dedica identificar necesidades, acciones y establecer los medios necesarios para gestionar dichas acciones, con el objetivo de alcanzar un futuro deseado sobre un territorio específico. El mismo que está compuesto por sociedades humanas y sus necesidades sociales, económicas y ambientales, así como los ecosistemas naturales (USFQ, s. f.). Como bien se menciona, es un equilibrio entre la interacción humana, sus necesidades sociales y económicas; y el ambiente donde vive. Empezando por la necesidad de tener una vivienda para cubrir las necesidades más básicas de un humano, la planificación territorial busca entender qué instalaciones o espacios convierten una zona en una región altamente demandada por sus habitantes. Desde plazas comerciales, industria, espacios recreativos y la cercanía de su vivienda con todos estos factores anteriormente mencionados.

En el municipio de Guatemala residen aproximadamente 1.8 millones de personas (INE, 2019) sin embargo, diariamente 1.7 millones de personas más entran a la ciudad desde otros municipios (Municipalidad de Guatemala, 2023), por temas de trabajo y en búsqueda de servicios. De esta forma, se duplica la cantidad de personas dentro de la ciudad diariamente, pasando a ser poco más de 3.5 millones de personas diariamente. Una vez se presentan estas estadísticas, es más sencillo entender por qué la movilidad a nivel humano, vehicular y comercial en la ciudad de Guatemala se vuelve un verdadero desafío, haciendo imperante el desarrollo de una normativa o una planificación que permita un mejor y más eficiente flujo humano en la ciudad.

Como respuesta a esta necesidad de la ciudad y sus habitantes, la Municipalidad de Guatemala desde el 2000 estuvo analizando que instrumentos normativos podría utilizar para impulsar un desarrollo urbano más ordenado y eficiente, de esta forma propuso el “POT” (Plan de Ordenamiento Territorial). Esta es una estrategia urbana para el desarrollo de la ciudad de Guatemala basada en el modelo de ciudad compacta, con el fin de replicarlo en el municipio de Guatemala. Esto se pretende alcanzar, por medio de un proyecto piloto, que son los Distritos de Oportunidad, los cuales son una escala territorial, para poder aplicarlos al municipio entero. Los Distritos de Oportunidad son un conjunto de áreas estratégicas que poseen las condiciones para la transformación urbana que pretenden descentralizar la ciudad de forma eficiente; aumentar la proximidad de los servicios a la población general; y convertirse en un modelo urbano sostenible, en un plazo de 30 años. Esto, con el objetivo principal de mejorar la calidad de vida y el bienestar del habitante, y en el proceso, que las funciones se vuelvan más ágiles, fluidas y cómodas.

En el siguiente trabajo de investigación se analizó el proyecto de los Distritos de Oportunidad 2050 de la Municipalidad de Guatemala. Se exponen los objetivos generales y específicos de cada distrito, un levantamiento de datos de los indicadores que reflejen la

relación a la ingeniería civil, como la sostenibilidad, la movilidad, innovación y desarrollo inmobiliario, habiendo establecido proyecciones para los mismos, las cuales permiten medir el avance en la implementación de esta iniciativa; y mapas georreferenciados, evidenciando la información recopilada y el gran potencial que tiene este primer piloto del proyecto.

II. JUSTIFICACIÓN

Según un informe del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC, 2021), en 2018 el 55 % de la población mundial vive en zonas urbanas. En ese mismo informe se hizo la estimación que esta estadística aumentará al 60 % para el año 2030. A primera vista, la estadística pareciera ser una excelente noticia. Sin embargo, un aumento en la cantidad de la población que vive en zonas urbanas tan grande, en tan poco tiempo, puede llegar a ser un verdadero reto para aquellos países que no cuenten con un plan de acción basado en la planificación urbana, ante el crecimiento poblacional de sus ciudades, pudiendo llegar a causar una expansión desordenada de estas.

Latinoamérica tiene un desafío latente respecto al ordenamiento y la planificación territorial. Con el fin de hacer evidente que la problemática no es reciente, en octubre del 2000, un informe realizado por la Fundación DEMUCA, sobre Ordenamiento y Planificación Territorial, afirmaba que en ese momento no existía en Guatemala legislación aprobada, ni constaban propuestas en trámite relacionadas con el ordenamiento y planificación territorial (DEMUCA, 2000). Es hasta finales del 2008 que la Municipalidad de Guatemala, consciente de estos desafíos, presentó un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como normativa para la regulación del crecimiento de la ciudad de forma ordenada, a través de la densificación vertical, el cual contribuye a lograr una Ciudad Compacta. Actualmente, en Guatemala son pocos los POT vigentes: Ciudad de Guatemala, Escuintla, Santa Catarina Pinula, Salcajá, por mencionar algunos.

Posteriormente al desarrollo del POT, se presenta una propuesta de proyecto que tuvo su lanzamiento en el 2020, los Distritos de Oportunidad. Los Distritos de Oportunidad son 6 áreas urbanas que se han identificado como territorios piloto, los cuales conforman un 20 % del municipio, más, un Gran Distrito Verde que representa un 40 % del territorio. Estos Distritos, poseen las condiciones y el potencial para ser transformados en una Ciudad Compacta a escala local.

La relevancia de la siguiente tesis es presentar la información general de cada uno de los Distritos de Oportunidad y analizar únicamente la información y los indicadores del Distrito Tívoli. Estos indicadores fueron establecidos por la municipalidad como respuesta a los principales retos que presenta la ciudad con respecto a su planificación territorial presente y futura. Posteriormente, a través de los indicadores, desarrollar proyecciones para marcar objetivos intermedios y tener un estimado o aproximación, de cuál será el resultado final esperado, para el año meta y generar mapas para la presentación gráfica de esta información y brindar una idea de cómo va avanzando la implementación de los Distritos y en qué medida se está logrando una ciudad próxima en el territorio. Así como evidenciar al lector, que la ingeniería civil también se vincula con el Urbanismo y la Planificación Territorial. Ya que se

cree que es exclusiva a la carrera de Arquitectura, cuando estas realmente se complementan y requieren del criterio de otras disciplinas como: economía, sociología, ciencias ambientales, etc. Aunque la Planificación Urbana también necesita del enfoque y perspectiva de un ingeniero.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar las proyecciones de los indicadores establecidos por la Municipalidad de Guatemala para los Distritos de Oportunidad.

B. Objetivos específicos

- Analizar el Distrito Tívoli y los indicadores de interés que se desarrollarán, basándose en criterios de la carrera de Ingeniería Civil.
- Establecer proyecciones para cada uno de los indicadores seleccionados, por periodo municipal, a partir del 2024 hasta el 2050.
- Desarrollar mapas por medio de un programa SIG, para tener acceso a la información de forma gráfica y georreferenciada.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Planificación territorial a nivel latinoamericano

El ser humano ha tenido un crecimiento poblacional muy acelerado las últimas décadas. Según lo declarado por la ONU (2022), la población se ha cuadruplicado entre 1950 y 2022. Se prevé que la población Latinoamericana alcance 752 Millones de habitantes en el 2056. Aunque, según la base de datos y publicaciones estadísticas de la CEPAL (CEPALSTAT 2023), la población actual de América Latina es de 665 millones de habitantes. Con esta información es correcto suponer que se va a superar la marca proyectada por la ONU para el 2056.

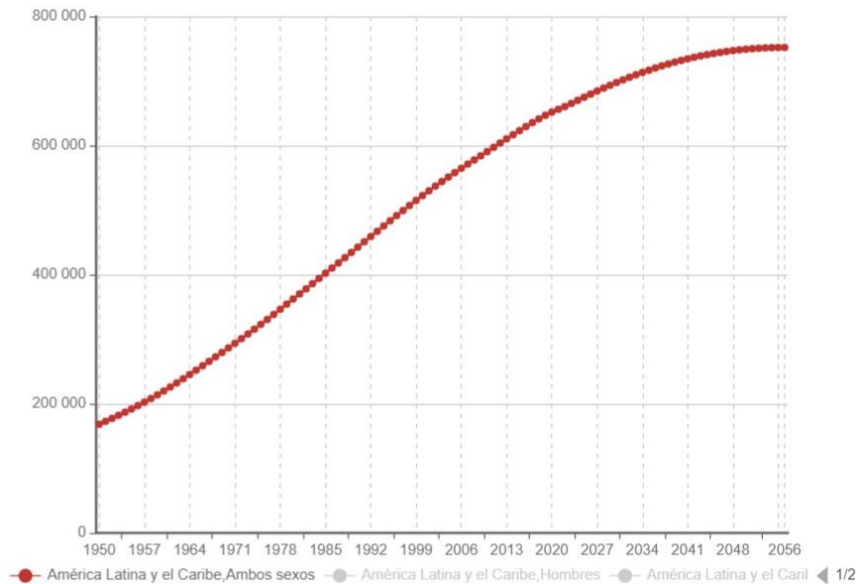


Figura 1. Gráfica de la proyección poblacional para Latinoamérica. Fuente. CEPALSTAT (2023)

Este tipo de crecimiento desmedido es un llamado a la consciencia y exige una rápida respuesta y planificación por parte de los gobiernos de los países latinoamericanos, acerca de cómo y dónde acomodar a tantos habitantes para un mismo territorio. Esta respuesta se encuentra dentro de la disciplina de la planificación territorial.

La planificación territorial se refiere a un conjunto de medidas administrativas que buscan la equitativa distribución de actividades socioeconómicas, la preservación y revitalización del entorno, así como la disposición de instalaciones públicas y áreas naturales, todo con el propósito de asegurar una calidad de vida plena (Ocampo, 2017). Únicamente con una correcta planificación territorial, Latinoamérica y el Caribe, pueden llegar a soportar el rápido incremento poblacional que se está sufriendo. Las decisiones deben tomarse lo antes

posible y volverse prioridad para no sufrir las consecuencias de la desorganización más adelante. Como prueba de esto, tenemos algunos países que con la implementación de un Plan de Ordenamiento Territorial han alcanzado altos niveles de mejora en sus ciudades, mejorando la movilidad al implementar sistemas seguros y confiables de transporte público, así como mejorar de forma general la calidad de vida de sus habitantes. Como referencia de la importancia que la normativa tiene en el tema de ordenamiento territorial se presentan algunos ejemplos de países que han desarrollado e implementado instrumentos normativos.

1. Medellín, Colombia. Este POT trabaja bajo 5 ejes principales: el POT de la ciudad de Medellín, Colombia, fue planificado para el periodo 2014-2027. El POT fue formulado bajo la creencia de que se debe de planear de forma ordenada la construcción de las viviendas, colegios, hospitales, vías, empresas, parques, sitios recreativos y zonas de la ciudad, de modo que los habitantes tengan derecho a disfrutarlas de manera equitativa (Alcaldía de Medellín, 2014).

- Ciudad Escuela
- Ciudad Saludable
- Ciudad Sostenible
- Ciudad Segura
- Ciudad Equitativa

Uno de los logros más destacados de la alcaldía en su informe de gestión 2020-2023 es que, de los 96 compromisos asumidos, 63 ya han sido completados y 23 se encuentran en proceso, lo que representa un avance superior al 85 %. Aunque algunos compromisos aún no han iniciado o no se ha informado sobre su progreso, todavía están dentro de los plazos previstos para su finalización en 2027 (Alcaldía de Medellín, 2020). Por otro lado, los principales proyectos del POT de Medellín para cumplir sus objetivos incluyen ciclorrutas, mejoras en el sistema de transporte, incremento de espacios públicos, protección del río y áreas verdes, y promoción de la equidad territorial, entre otros. Estos objetivos guardan una gran similitud con los del POT de Quito y, como se verá más adelante, con los que la ciudad de Guatemala pretende implementar en los Distritos de Oportunidad. Esto demuestra que los proyectos planteados no son territorio desconocido y han sido probados exitosamente en otros países (Alcaldía de Medellín, 2020).

2. Argentina. El Plan Estratégico Territorial de Argentina, en su actualización de 2018, es una herramienta clave del gobierno para orientar la inversión pública y privada y guiar el ordenamiento del territorio. Este plan tiene como objetivo promover un desarrollo equilibrado, sustentable y socialmente justo en todo el país. Alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, el PET incorpora principios como la gestión del riesgo de desastres, según el Marco de Sendai, y las prioridades de la Nueva Agenda Urbana (Hábitat III). A través de la planificación y articulación con diversas instituciones y niveles de gobierno, el PET busca mejorar áreas como la infraestructura, el acceso a servicios

y la equidad territorial en Argentina, apoyando un crecimiento inclusivo y sostenible (Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública, 2018). El PET se centra en el desarrollo de políticas y proyectos para lograr un territorio nacional equilibrado, sostenible y socialmente inclusivo. El PET es un esfuerzo colaborativo entre el gobierno nacional, provincial y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A través de esta coordinación, se busca una integración entre las políticas nacionales y las necesidades territoriales locales es y abarca diversos sectores estratégicos, como el transporte, la infraestructura, la gestión del riesgo, el turismo sostenible y el desarrollo urbano. Este enfoque multisectorial permite abordar de manera integral los desafíos territoriales. Algunos de los principales proyectos que busca implementar, son:

- **Plan Belgrano**

- El Plan Belgrano, dirigido a las provincias del norte argentino, es uno de los proyectos más emblemáticos del PET. Se han invertido más de US\$16,000 millones en proyectos de infraestructura en esta región. Las mejoras incluyen la ampliación de redes ferroviarias, proyectos de vivienda social y el fortalecimiento de la infraestructura de transporte, lo que ha dinamizado la economía y reducido la brecha de desarrollo entre el norte y otras regiones del país.

- **Proyecto Patagonia**

- En la región patagónica, el PET ha facilitado la ejecución de proyectos orientados a mejorar la infraestructura energética y la conectividad. Esto ha incluido la ampliación de la red de gasoductos y el mejoramiento de rutas estratégicas, lo que ha permitido a la Patagonia integrarse mejor con el resto del país y aprovechar sus recursos naturales para impulsar el desarrollo económico.

- **Plan Nacional de Transporte**

- Uno de los ejes principales ha sido la mejora de la infraestructura de transporte. Esto incluye la modernización de la red ferroviaria, con el objetivo de mejorar la conectividad regional y reducir los costos. También la construcción y rehabilitación de rutas nacionales y provinciales, lo que ha facilitado el acceso a mercados y ha mejorado la movilidad dentro del país. También se ha avanzado en la ampliación de corredores bioceánicos y rutas que conectan los puertos del Atlántico con el Pacífico, mejorando el comercio y la integración regional.

- a. **Resultados y Avances:**

El PET ha mostrado avances significativos en la consolidación de políticas de ordenamiento territorial. Entre los logros más destacados se encuentra el progreso en la mejora de la infraestructura vial, el fortalecimiento de áreas rurales a través de inversiones en transporte, y la implementación de indicadores que permiten monitorear el impacto de las

intervenciones territoriales. Estos avances han permitido alinear las políticas de desarrollo de Argentina con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), enfocándose en la sostenibilidad y la inclusión social.

3. Quito, Ecuador. Todo empieza con un diagnóstico, el cual consta de 3 fases. La primera es un análisis basado en 6 ejes: En su documento "Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito 2024-2033 ", la alcaldía de Quito enseña brevemente la metodología que está utilizando para llevar a cabo su plan de desarrollo (Alcaldía de Quito, 2024).

- Hábitat, seguridad y convivencia.
- Bienestar, derechos y protección.
- Trabajo, economía, producción, emprendimiento e innovación.
- Movilidad sostenible.
- Territorio intercultural y ecológico.
- Gestión institucional.

Cada eje trabaja con ciertos ODS que busca cumplir y concentra una variedad de desafíos a los cuales busca darles una solución por medio de propuestas y proyectos.

Posteriormente al análisis por eje se realiza un análisis estratégico. Este análisis corresponde a la identificación de desafíos y potencialidades frente a la situación actual del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), que se ha expuesto en el análisis por ejes. Este análisis estratégico organiza y sintetiza la información en dos momentos: retos y potencialidades, cada uno de ellos acompañado de los desafíos institucionales para su solución y aprovechamiento, correspondientemente. Para posteriormente darle prioridad a ciertos desafíos sobre cada uno de los ejes que se mencionaron anteriormente.

Finalmente, la alcaldía de Quito pretende realizar un Modelo Territorial Actual (MTA). El MTA es la representación gráfica y descriptiva que corresponde a su proceso de actualización y se expresa desde las clasificaciones actuales y subclasificaciones del suelo como componentes estructurantes con vigencia de 12 años.

4. El Caribe. Con el fin de apoyar a los países en el fortalecimiento de sus sistemas de planificación, se crearon " El observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe" y " El planbarómetro". Estas herramientas se han puesto a disposición de todos los países pro-Agenda 2030 con el fin de profundizar el conocimiento y las estrategias necesarias para alcanzar los Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS). El Planbarómetro es una herramienta sencilla pero valiosa que permite identificar las fortaleza y debilidades en la planificación de los países para poder trabajar en ellas y realizar las mejoras que se consideren pertinentes. Algunos de los ejemplos de países que adoptaron el planbarómetro para sus resultados son: Ecuador, México y Argentina. Una publicación hecha por la Comisión Económica para América Latina CEPAL, 2022 hace referencia a datos

territoriales, específicamente sobre recursos naturales de los países, brindando así una ayuda extra a los países latinoamericanos y caribeños a ser más conscientes con el desarrollo urbano que están preparando en un futuro. Llenando esta guía con buenas prácticas y recomendaciones para alcanzar una sociedad sostenible. La principal preocupación de CEPAL es la desigualdad y disparidad en la distribución del territorio. CEPAL, 2022, expresa que: "el territorio es el espacio donde la desigualdad se expresa, donde la concentración de la población y de la producción genera disparidades entre los países y dentro de ellos, afectando de una forma distinta a la población que reside en territorios urbanos y rurales" (CEPAL, 2022, p. 11).

B. Implementación de la ingeniería civil a la planificación territorial

La planificación territorial y la ingeniería civil son 2 disciplinas que encuentran profundamente vinculadas en la construcción de entornos urbanos y rurales, sostenibles y eficientes. Mientras que la ingeniería civil proporciona las herramientas técnicas necesarias para diseñar y ejecutar infraestructuras clave como carreteras, puentes, sistemas de agua potable y saneamiento, la planificación territorial establece el marco estratégico para su correcta ubicación y desarrollo, considerando factores sociales, económicos, ambientales y espaciales. Esta sinergia permite no solo optimizar el uso del suelo y los recursos, sino también garantizar que el crecimiento urbano y la infraestructura respondan a las necesidades actuales y futuras de las comunidades, promoviendo un desarrollo ordenado y equilibrado.

1. Principales enfoques de vinculación

A continuación, se analizarán cinco enfoques clave que ilustran la estrecha vinculación entre la ingeniería civil y el urbanismo, disciplinas que trabajan en conjunto para crear entornos urbanos más sostenibles y funcionales. Cada uno de estos enfoques aborda una dimensión fundamental en la planificación y desarrollo de las ciudades, desde la infraestructura vial y la gestión del agua hasta la sostenibilidad en la construcción y la planificación de espacios públicos. A través de estos vínculos, se mostrará cómo la ingeniería civil no solo responde a las necesidades técnicas del urbanismo, sino que también se convierte en un pilar importante para la planificación territorial.

a. Infraestructura y movilidad

Según lo redactado por Zunino Singh (2023), la infraestructura de movilidad hace referencia a espacios fijos y concretos a través de los cuales circulan objetos, personas, información, agua, recursos, etc. De modo más inmediato, puede identificarse con puentes, cañerías, aeropuertos, rieles, carreteras, túneles, cables, etc. Artefactos que pertenecen a sistemas y servicios de transporte, comunicación, energía, sanitarios, etc. Pero también hace referencia a los saberes, las normas, el trabajo humano tal como construcción, operación y

mantenimiento, las formas de organización, etc. Con esta definición presente, vemos que la ingeniería civil desempeña un rol esencial en la infraestructura vial. Este campo de la ingeniería no solo se encarga del diseño y construcción de elementos físicos como carreteras, puentes y túneles, sino que también involucra el desarrollo de soluciones técnicas que garanticen la durabilidad, seguridad y eficiencia de las redes viales. Mediante la implementación de materiales innovadores y tecnologías avanzadas, la ingeniería civil busca mejorar la calidad de las infraestructuras existentes, adaptándolas a los crecientes desafíos de las ciudades modernas, como el aumento del tránsito. De este modo, el trabajo de los ingenieros civiles no se limita solamente a la obra física, sino que también integra el análisis y la planificación de sistemas de transporte sostenibles que conecten eficazmente las áreas urbanas y rurales.

b. Sostenibilidad y construcción verde

De acuerdo con lo establecido por Vásquez et al. (2024), la ingeniería civil, como una disciplina que se ocupa del diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras y sistemas que sustentan la vida moderna, juega un papel crucial en la transición hacia un desarrollo más sostenible. Desde la planificación de ciudades y transporte, hasta la gestión de recursos hídricos y la construcción de edificaciones resistentes y eficientes, la ingeniería civil tiene el potencial de influir significativamente en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y en cómo abordamos los desafíos del siglo XXI. Como ya fue mencionado anteriormente en la investigación, la población aumenta a un ritmo acelerado y una mayor población representa una mayor demanda de servicios, por lo que nueva infraestructura será levantada para suplir todas aquellas necesidades, que surgirán en el futuro. Así como mencionan Vásquez et al. (2024), el potencial de influencia de esta nueva estructura es inmenso, por lo que se debe de inclinar la tendencia hacia la construcción verde y la sostenibilidad para que los recursos de las generaciones futuras no se vean comprometidos.

El equilibrio entre el crecimiento urbano, el respeto por los recursos naturales y la innovación tecnológica será fundamental para garantizar que el desarrollo futuro no comprometa el bienestar de las generaciones futuras. La planificación territorial y el diseño de infraestructuras verdes y eficientes son herramientas clave para construir un futuro más equilibrado y sostenible para nuestras ciudades.

c. Planificación de infraestructuras resilientes

La infraestructura resiliente es aquella diseñada para la prevención, absorción, recuperación y adaptación oportuna y eficiente de las funciones esenciales, luego de que ha estado expuesta a peligros (UNDRR, 2022). En pocas palabras, aquella estructura que es capaz de soportar un desastre natural, como lo podría ser un sismo, y seguir operando con total seguridad y de inmediato.

Según el boletín informativo 352-2024 de CONRED (2022), en Guatemala se han reportado más de 2900 sismos a lo largo del año. Por lo que un enfoque de estructuras

resilientes en un país tan sísmico como lo es Guatemala, se vuelve más una necesidad que una opción. La implementación de esta infraestructura en Guatemala no solo es fundamental para mitigar los impactos de los desastres naturales, sino que también es un componente clave para garantizar la seguridad y continuidad de las actividades económicas y sociales del país. La alta frecuencia de sismos reportados anualmente resalta la urgencia de adoptar normativas y estrategias de construcción que prioricen la resiliencia. Con una planificación adecuada y el uso de tecnologías innovadoras, Guatemala puede fortalecer su infraestructura, reduciendo así las pérdidas humanas y materiales, garantizando un futuro más seguro y sostenible para sus habitantes.

d. Gestión del agua y saneamiento

Anteriormente, se comentó acerca de cómo el aumento de población significará un aumento en la demanda de servicios, esto incluye lo que es el abastecimiento de agua potable y el desecho de aguas residuales. El informe de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU según Morán (2024), hace mención que, a pesar de los avances realizados, en 2022, 2200 millones de personas todavía carecían de servicios de agua potable gestionados de forma segura, 3500 millones carecían de servicios de saneamiento gestionados de forma segura y 2000 millones carecían de servicios de higiene básicos, a nivel mundial. Esto significa que, actualmente, hay carencia de instalaciones hidráulicas apropiadas para suplir la demanda existente y que las instalaciones existentes, están mal planificadas y distribuidas. La correcta planificación, diseño e instalación de una red de abastecimiento y drenaje en las ciudades requiere de la intervención de un ingeniero civil sanitarista, ya que su papel es fundamental para asegurar el suministro eficiente de agua potable y el adecuado manejo de las aguas residuales. Este profesional está capacitado para calcular las dotaciones por uso, dimensionar la red de abastecimiento y diseñar sistemas de drenaje que sean capaces de soportar el crecimiento poblacional y las demandas futuras de la ciudad. Además, el ingeniero sanitarista se encarga del diseño y supervisión de plantas de tratamiento de aguas residuales, vitales para preservar la calidad ambiental y prevenir la contaminación de cuerpos de agua. No se limita únicamente a edificios individuales, sino que abarca el diseño de sistemas complejos que integran redes a nivel urbano, considerando aspectos como la topografía, el clima y las condiciones del suelo para garantizar un funcionamiento eficiente y sostenible de toda la infraestructura hidráulica.

e. Innovación tecnológica

La innovación tecnológica ha transformado profundamente la forma en que la ingeniería civil contribuye al urbanismo. SYDLE (2023) nos comparte varias tendencias tecnológicas utilizadas últimamente, entre ellas, uno de los avances más destacados es el Building Information Modeling (BIM), una metodología que permite la creación de modelos digitales de la infraestructura urbana. La metodología también integra datos clave sobre materiales, costos, sostenibilidad y el ciclo de vida de los edificios y sistemas urbanos, permitiendo una planificación más eficiente.

Otra tecnología que ha sido de enorme apoyo para el levantamiento de datos en campo es el uso de drones para topografía y la supervisión de obras. Los drones proporcionan imágenes aéreas de alta resolución y modelos tridimensionales del terreno en tiempo real, lo que agiliza el proceso de planificación y monitoreo de grandes proyectos de infraestructura. Su capacidad para acceder a áreas difíciles de alcanzar mejora la precisión en la recolección de datos y facilita la toma de decisiones informadas en cada etapa del proyecto. Además, los drones se han convertido en una herramienta esencial para inspeccionar estructuras, identificar fallas en la infraestructura y mejorar la seguridad en las obras, lo que reduce significativamente los riesgos y costos asociados a la construcción urbana.

La innovación tecnológica aplicada a la ingeniería civil como BIM, drones y otras herramientas como la impresión 3D y los sistemas de gestión inteligente, pueden ser de excelente ayuda para el urbanismo. Estas innovaciones no solo optimizan los procesos de diseño y construcción, sino que también fomentan un desarrollo urbano sostenible y resiliente. La integración de estas tecnologías por parte de la ingeniería civil se vuelve esencial para construir ciudades que sean más eficientes, seguras y adaptadas a las necesidades del futuro.

2. Entrevista a ingenieros urbanistas

A continuación, se presenta un análisis cualitativo basado en entrevistas realizadas a dos ingenieros urbanistas, con el propósito de explorar su formación académica y obtener sus perspectivas sobre la relación entre la ingeniería civil y el urbanismo. Mediante un cuestionario de 10 preguntas, se investigó su trayectoria profesional, las competencias clave que consideran fundamentales para su labor en la planificación urbana y su opinión acerca del impacto de la ingeniería civil en el desarrollo de ciudades sostenibles y funcionales.

El objetivo de estas entrevistas es demostrar que la planificación urbana es una disciplina multidisciplinaria. Aunque tradicionalmente los planificadores suelen ser arquitectos, también son indispensables los aportes de ingenieros, economistas, sociólogos, entre otros, para brindar soluciones integrales. Estas entrevistas destacan que, en la actualidad, ya existen ingenieros que se dedican tanto a la planificación territorial como a la urbana, desempeñando un papel activo en los gobiernos locales del departamento de Guatemala. Su contribución desde la ingeniería complementa la planificación urbana y evidencia que la perspectiva técnica de un ingeniero es siempre valiosa y bien recibida en los procesos de planificación y urbanismo.

a. Ingeniero Henry Castañeda, entrevistado el 30 de septiembre de 2024

El ingeniero Henry Castañeda es ingeniero civil, graduado en 2008 de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se especializó en urbanismo al trabajar en movilidad urbana, motivado por su tesis sobre sincronización de semáforos en el Centro Histórico. Desde 2008, ha trabajado en movilidad urbana y ha estado involucrado en proyectos como Transmetro. Su motivación principal para haberse dedicado a la planificación y a la movilidad es mejorar

la calidad de vida de las personas, facilitando su movilidad y mejorando la infraestructura de transporte. Cree que los proyectos de movilidad tienen un impacto directo en la vida diaria de las personas, haciéndolas llegar más rápido a sus hogares y aumentar su tiempo en familia. El Ing. Castañeda define la planificación urbana como el qué hacer y qué no, la planificación define el crecimiento y el uso adecuado del suelo en una ciudad. Fundamental para evitar problemas como la congestión y la dispersión urbana, y para asegurar que las zonas estén correctamente distribuidas para usos residenciales, comerciales e industriales.

Se le consultó sobre cuál es la importancia de un Ingeniero dentro de la planificación territorial y cuáles serían los principales retos a los que se enfrenta como Ingeniero Urbanista. Indicó que la ingeniería civil se relaciona con la planificación urbana a través de la infraestructura. Los ingenieros civiles son responsables del diseño de infraestructuras como carreteras, hospitales y escuelas. El Ingeniero también destaca la importancia de complementar esta formación con disciplinas como la antropología y la sociología urbana para entender mejor el entorno y las necesidades de las personas. Indica finalmente que la falta de datos es uno de los principales desafíos. Sin información adecuada es difícil medir la efectividad de los proyectos. Además, que muchas de sus propuestas no se implementan, lo cual resulta frustrante para un planificador.

Dada la especialidad del Ingeniero y el enfoque de este trabajo, se le consultó sobre la importancia de la movilidad, él hace la analogía sobre que la movilidad es “el esqueleto” de una ciudad. Permite la conexión entre las diferentes zonas de una ciudad, facilitando el transporte de personas para actividades esenciales como trabajo y ocio. Sin una buena planificación de movilidad, las ciudades se vuelven ineficientes y congestionadas. Enfatiza que el transporte colectivo es clave para resolver problemas de congestión. Sin un sistema de transporte público eficiente, las personas dependerán de vehículos particulares, lo que agrava la congestión. El transporte alternativo, como bicicletas, es importante, pero debe complementarse con un sistema público digno.

Entre sus trabajos más recientes, el ingeniero trabajó en el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de Mixco, aprobado recientemente, y en intersecciones seguras para reducir la accidentalidad en puntos críticos. También ha trabajado en la reactivación del transporte colectivo con rutas expés y en la elaboración de una guía de zonas escolares seguras.

Finalmente, el ingeniero Castañeda destacó la importancia de dominar habilidades numéricas y programas de software como AutoCAD, Civil 3D, e Infracore, junto con herramientas de georeferenciación, para facilitar el análisis y la planificación urbana. También enfatiza el desarrollo de habilidades de redacción y presentación para explicar y vender proyectos.

Castañeda anima a más ingenieros a involucrarse en temas urbanos, ya que pueden aportar soluciones numéricas y técnicas que complementen el trabajo de los arquitectos.

Destaca la satisfacción personal que le brinda mejorar la calidad de vida de las personas a través de la planificación y la movilidad urbana, y desea transmitir esta visión a sus estudiantes.

b. Ingeniero Keneth Jacobs, entrevistado el 2 de octubre de 2024

El ingeniero Keneth Jacobs es graduado en Ingeniería Civil por la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y tiene una maestría en Desarrollo Urbano y Territorio. Su enfoque inicial fue en sistemas de información geográfica y geomática, lo que lo llevó a interesarse en la planificación urbana. Se interesó más por la planificación urbana al darse cuenta de la importancia de la planificación a gran escala para el desarrollo de proyectos de infraestructura. El Ing. Jacobs define La planificación urbana como la organización y ordenamiento de ciudades para asegurar su funcionamiento adecuado, e indica que la falta de planificación estratégica en ciudades guatemaltecas ha causado problemas como el congestionamiento, segregación socioespacial y deficiencias en servicios públicos.

Se le hizo la pregunta de cuál es la importancia de un ingeniero dentro de la planificación territorial y cuáles serían los principales retos a los que se enfrenta como Ingeniero Urbanista, a lo que respondió que el ingeniero civil tiene un papel importante en la planificación urbana mediante el análisis territorial y la formulación de anteproyectos. Aunque no se centra en el diseño, puede contribuir a temas de planificación y desarrollo. Y que los mayores retos son la falta de presupuesto y la coordinación entre vecinos, técnicos y políticos. Los proyectos de planificación son a largo plazo, lo cual choca con las expectativas de resultados rápidos por parte de los políticos.

Aprovechando la especialidad del Ing. Jacobs en movilidad, se le hicieron preguntas con respecto a la importancia de esto, a lo cual respondió que la movilidad urbana es clave para la eficiencia de una ciudad, ya que facilita el desarrollo económico, social y personal. El mal manejo de la movilidad en Guatemala ha provocado ineficiencia y reducción en la calidad de vida. Es vital mejorar el transporte público para reducir el uso de vehículos particulares. Sin un transporte público digno, la movilidad sigue siendo ineficiente. El transporte alternativo también es importante, pero es un objetivo a mediano plazo.

Él ha trabajado últimamente en un plan integral de movilidad urbana en Mixco, junto al Ing. Castañeda, y en la implementación de rutas de transporte en Villanueva.

Finalmente, el ing. recomendó, para empezar a descubrir la rama de la planificación territorial como ingeniero, es crucial tener conocimientos de movilidad y planificación. Se sugiere estudiar sobre tránsito y planificación urbana, enfocándose en cómo mejorar la movilidad de las personas en las ciudades. Recomienda leer mucho sobre urbanismo y planificación de ciudades, ya que en Guatemala no existen muchas oportunidades formales de formación en este campo a nivel de licenciatura.

C. Planificación territorial en la ciudad de Guatemala

Según Portal de Resultados del Censo 2018, INE (2019), en Guatemala hay una población total de 14 millones de Habitantes. CEPALSTAT (2023), en su base de datos ha hecho una proyección de 24.6 millones para el año 2050 y un pico máximo de 27.3 millones de habitantes para el 2079. Eso significa un aumento del 77 % de la población para el 2050 y un aumento del 95 % para el 2079.

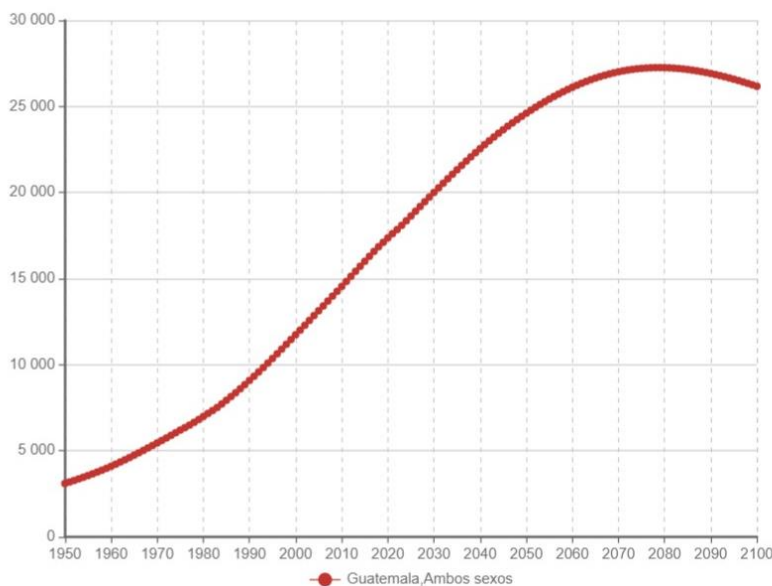


Figura 2. Gráfica de la proyección poblacional para Guatemala. Fuente. CEPALSTAT (2023)

Según los resultados expuestos por el Instituto nacional de Estadística de Guatemala, INE (2019), en el municipio de Guatemala viven aproximadamente 923,392 habitantes. Lo cual representa un 6.2 % de la población total. Esto, dentro de una extensión territorial de tan solo 997 km². Lo cual se traduce en una densidad poblacional de casi 927 habitantes por kilómetro cuadrado. Lo cual según clasifica como una densidad poblacional alta, al estar entre 800 y 1000 hab/km² (Salguero, 2010).

Si a la población que vive en el municipio de Guatemala se le suman las casi los 1.7 millones de personas, fuera del municipio, que ingresan a la ciudad; esta se enfrenta día a día con casi 2.6 millones de personas circulando la ciudad diariamente.

El municipio de Guatemala, según el Censo 2018 (INE, 2019), es el municipio más densamente poblado de todo el país. Si suponemos que el municipio de Guatemala va a sufrir el mismo incremento poblacional que la proyección hecha por CEPALSTAT para el país entero; el municipio de Guatemala espera una población de 1.6 millones para el 2050 y 1.8 millones como pico máximo.

Si a este cálculo le sumamos todas aquellas personas fuera del municipio que entran diariamente por cuestiones laborales y demás, la ciudad de Guatemala debe de estar preparada para soportar más de 4 millones de personas al mismo tiempo.

Afortunadamente, previendo este escenario, las autoridades municipales desde el 2008 han propuesto el Plan de Ordenamiento Territorial para hacer eficiente el territorio y mejorar el desarrollo urbano para darle un espacio digno a sus habitantes el crecimiento de la población y prepararse para darle un espacio digno a sus habitantes.

1. Plan de Ordenamiento Territorial. Desde principios de la década de los 2000, las autoridades Municipales se dieron cuenta del crecimiento poblacional tan extremo que estaban por empezar a ver y decidieron formar el Plan de Desarrollo municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) como herramienta y guía para manejar de mejor forma las funciones de la ciudad de Guatemala, desde las construcciones permitidas, hasta las vías de transporte.

El martes 30 de diciembre de 2008 en el Diario de Centro América, se hizo público el Acuerdo COM 30-2008 del Concejo Municipal de la Ciudad de Guatemala. El cual aprueba el plan de ordenamiento territorial (POT). Considerando,

“Que los patrones actuales de crecimiento de la Ciudad de Guatemala están caracterizados por una fuerte expansión de su superficie urbanizada y la ocupación de superficies no aptas para urbanizar, lo que incide negativamente en la calidad de vida de sus habitantes, amenazando de esa manera su desarrollo sostenible, por lo que se hace necesario establecer normas claras de ordenamiento territorial...” (Diario de Centro América, 2008, p. 7).

El POT tiene como objetivo principal, el alcanzar un Municipio desarrollado y ordenado, por esto mismo se redactó la “Guía de desarrollo municipal y Ordenamiento territorial (GDM-OT)” cuya última versión fue escrita en el año 2021.

La GDM-OT Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Subsecretaría de Planificación y Programación para el Desarrollo (2021), expone un estudio, realizado en el 2018, la capacidad municipal para la implementación del Ordenamiento territorial de los 340 municipios en el país, en 4 categorías. El 53.8 % de los municipios (183) tienen una capacidad menor al 20 % de poder cumplir lo expuesto en el POT. Ningún municipio tiene una capacidad mayor al 80 % y solo 7 tienen una capacidad media alta. Siendo Salamá el municipio con la mayor capacidad (75 %) de seguir lo indicado. Esta capacidad es medida por medio de 7 indicadores:

- Instrumentos de gestión de los servicios públicos
- Elementos de atención al vecino
- Instrumentos de gestión de las oficinas municipales

- Instrumentos para gestión ordenada del territorio
- Acciones para la gestión ordenada del territorio
- Ingresos por servicios ambientales Ingresos por IUSI

Estos resultados nos permiten concluir que los siguientes gobiernos y municipalidades locales deben de hacer un esfuerzo adicional, con las comunidades rurales, para poder desarrollarse correctamente.

2. Clasificación de zonas. El POT ha clasificado los terrenos del municipio en 6 zonas, según Hartleben (2009). El funcionamiento de estas 6 zonas está detallado en el documento “Guía de aplicación – Plan de Ordenamiento Territorial”. Cada zona cuenta con un índice de edificabilidad, el cual indica cuantos metros cuadrados de construcción máximos son permitidos; una cota máxima de altura, la cual está establecida por el documento, pero se ve reducida en caso la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), exija una cota menor; porcentaje de permeabilidad; y separaciones a colindancias.

- Zona G0 (Zona Natural) - Definidas como áreas que por su topografía y orografía se consideran de vocación para la conservación del ambiente y que por sus condiciones se consideran de riesgo de desastres y no aptas para edificaciones y ocupación humana continuada (Hartleben, 2009).
Constituyen áreas, predios o partes de predios con pendientes del nivel natural del terreno mayores a 40° así como franjas de protección de ríos, riachuelos o quebradas (Diario de Centro América, 2008)
En estas zonas no está permitido construir. Estas zonas se mantienen como áreas verdes/naturales.
- Zona G1 (Zona Rural) - Áreas que por su topografía se consideran de vocación para la conservación del ambiente y los recursos naturales, con aptitud para la ocupación humana compatible con el ambiente, correspondiente a una baja intensidad de construcción.
- Zona G2 (Zona Semiurbana) - Son aquellas áreas que por su distancia con las vías de mayor acceso del municipio se consideran aptas para edificaciones de baja intensidad de construcción y en las que predominan la vivienda unifamiliar y las áreas verdes.
- Zona G3 (Zona Urbana) - Son aquellas áreas que por su relativa cercanía con las vías de mayor acceso del municipio se consideran aptas para edificaciones de mediana intensidad de construcción y en las que predomina la vivienda, tanto unifamiliar como multifamiliar.
- Zona G4 (Zona Central) - Son aquellas áreas que por su cercanía con las vías de mayor acceso del municipio se consideran aptas para edificaciones de alta intensidad de construcción y en las que predominan la vivienda multifamiliar y los usos del suelo no residenciales compatibles con la vivienda.

- Zona G5 (Zona Núcleo) - Son aquellas áreas que por su colindancia con las vías de mayor acceso del municipio se consideran aptas para edificaciones de muy alta intensidad de construcción y en las que predominan la vivienda multifamiliar y los usos del suelo no residenciales compatibles con la vivienda.

Tipo Zona	Zona G0	Zona G1	Zona G2	Zona G3	Zona G4	Zona G5
Descripción	Natural	Rural	Semiurbana	Urbana	Central	Núcleo
Edificabilidad	0	1.2	1.8	2.7	4	6
Cota máxima	0 m	16 m	16 m	16 m	32 m	64 m
Permeabilidad	100 %	70 %	40 %	10 %	0 %	0 %
Colindancias	—	3m	3m	3m	4m	5m
Código de color	Verde	Verde Lima	Amarillo Crema	Amarillo	Anaranjado	Rojo

Cuadro 1: Resumen de las diferencias entre las zonas a las que puede pertenecer un terreno. Fuente. Elaboración propia

En el apéndice 1 se puede observar un ejemplo de una tabla de parámetros normativos típica para un terreno con clasificación G4. Esta tabla incluye información como el índice de edificabilidad base y el rango al cual el índice puede ampliarse por medio de incentivos, para alcanzar una mayor cantidad de metros cuadrados edificables o una mayor cota de altura.

3. Incentivos de construcción (Acuerdo COM 16-2009). El POT ha sido la principal herramienta y guía para poder llevar un mejor control de las construcciones permitidas. La Municipalidad de Guatemala ha logrado por medio de “incentivos” lograr que varias edificaciones se adapten a lo que el POT establece. Los incentivos de construcción son disposiciones de la Municipalidad que, al ser cumplidas en las construcciones, pueden aumentar el índice de edificabilidad o la cota máxima de altura permitida en una zona G específica. Estos incentivos, en total 14 distintos, fueron expuestos en el acuerdo gubernativo COM 16-2009 (Diario de Centro América, 2009).

Existen 2 tipos de Incentivos. Los incentivos de edificabilidad: Incentivos que permiten aumentar el índice de edificabilidad y la cota máxima permitida hasta un máximo indicado en la tabla de parámetros normativos. La cota máxima aumentada por medio de incentivos aún depende del dictamen de evaluación del DGAC. Por lo que, aunque un terreno en zona G5 pueda tener una cota máxima de altura de 80 m, si DGAC indica que la cota máxima es de 75 m, el edificio no puede superar los 75m de altura sobre el nivel de banqueta, aunque la municipalidad permita una mayor altura.

Luego, están los incentivos de reducción de costo de licencia. Como su nombre lo indican, estos no tienen un efecto directo en los índices de edificabilidad ni ningún otro parámetro dentro de la tabla de parámetros. Sino que únicamente permiten al usuario tener una reducción considerable en la orden de pago emitida por la municipalidad a la hora de entregar la licencia.

4. Distritos de oportunidad. Como último tema de desarrollo, la Ciudad de Guatemala tiene una estrategia de desarrollo urbano 2020-2050, la cual se va a empezar a implementar en lo que son los Distritos de Oportunidad. Según el acuerdo gubernativo del Diario de Centro América (2023), los distritos de oportunidad es la delimitación de la ciudad capital en sus regiones Norte, Centro y Sur, a la vez que se establecen ciertos lineamientos que incentiven el desarrollo territorial.

Según el Diario de Centro América (2023), el proyecto de los Distritos de Oportunidad responde al modelo de la ciudad compacta y sostenible. El planteamiento surge a partir de un análisis de aquellos territorios con potencial y con oportunidades para su transformación. De todo el municipio de Guatemala el 60 % del territorio del municipio se impulsará como los territorios piloto para mejorar las condiciones urbanísticas y garantizar la calidad de vida de la población actual y futura. Este 60 % se reparte en el 20 % de territorios de los que se identificaron oportunidades para su crecimiento y un 40 % de áreas con valor ambiental.

Los Distritos de Oportunidad se basan en 3 pilares fundamentales:

- Proximidad: acceso a vivienda, trabajo y recreación cercana buscando la menor necesidad de movilización posible o bien utilizando estrategias de movilidad sostenible.
- Innovación: implementación de tecnologías y prácticas sostenibles para el eficiente manejo del territorio y los recursos.
- Capacidad máxima: densificación de los territorios a partir de su capacidad y potencial de crecimiento, respetando los recursos existentes para las siguientes generaciones.

Estas bases están relacionadas por un común denominador: el manejo eficiente de los recursos, que les da la capacidad a los distritos de convertirse en territorios autosuficientes, planificados a partir de su potencial de desarrollo y manejados a una escala local dentro de la ciudad.

Para su correcta planificación y administración cada región tiene 2 motores de transformación que son los Distritos y están divididos de la siguiente forma:

- a) **Región Norte.** Compuesta por las zonas: "6, 17, 18, 24 y 25", esta región se caracteriza por tener una alta población y mucho potencial de expansión urbana. Los 2 distritos que se encuentran en la región Norte son Distrito Nu Seis (área superficial de 3.9 km²) y el Distrito ViaNorte. (área superficial de 28 km²).
- b) **Región Central.** Compuesta por las zonas: "1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 16 y 19", esta región se caracteriza por su alta concentración de edificios y potencial de

densificar la población. Los 2 distritos que se encuentran en la región Central son Distrito Central (área superficial de 1.9 km²) y el Distrito Tívoli (área superficial de 1.2 km²).

- c) **Región Sur.** Compuesta por las zonas: "11, 12, 13, 14 y 21", esta región se caracteriza por su conexión a espacios industriales y su potencial de impulsar la transformación del uso de suelo. Los 2 distritos que se encuentran en la región Sur son Distrito Siete 11 (área superficial de 2.8 km²) y el Distrito Viadoce (área superficial de 6.62 km²).

A estos 6 distritos, se incorpora un último distrito denominado el Gran Distrito Verde. Conformado principalmente por terrenos en Zonas G0 y G1. Este distrito está caracterizado por ser una zona muy amplia de barrancos, parques y áreas verdes, que conforman la red urbana verde buscando resguardar su valor ambiental.

Los 6 distritos de oportunidad anteriormente mencionados serán revisados y se llevará a cabo un análisis con el fin de evaluar la efectividad de su proceso de implementación y la consecución de los objetivos planteados para cada distrito, cada 5 años.

Al finalizar el plazo de 5 años para la primera revisión, el Concejo Municipal podrá delimitar nuevos distritos de oportunidad, según lo considere.

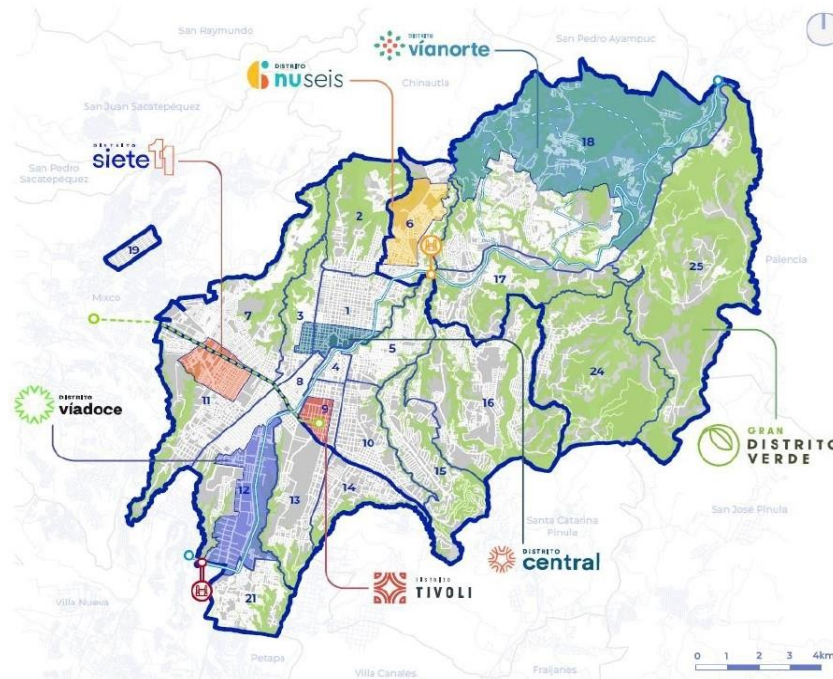


Figura 3. Mapa que indica la separación del Municipio de Guatemala en sus 7 distritos de oportunidad. Fuente. DPU (2024)

D. Distritos de Oportunidad

1. Modelo de Ciudad Compacta. Anteriormente se mencionó acerca de que los Distritos de Oportunidad responden al modelo de una Ciudad Compacta. Uno de los pioneros de este concepto fue el arquitecto urbanista Carlos Moreno quien planteó el tema de ciudad de 15 minutos, a nivel mundial, tomando auge a partir de la pandemia. Y ha sido en Europa donde muchas ciudades han adaptado este modelo, como por ejemplo París. Se define una Ciudad Compacta como aquella que nos permite tener acceso al ocio, trabajo, abastecimiento, vivienda y estudio dentro de un radio de influencia próximo. Según Zambrano y Alfredo (2020), la ciudad compacta es aquella que basa su funcionamiento en el interés comunitario y su proyección enfatiza aspectos tales como: el uso variado del suelo, la accesibilidad física universal, una mayor densidad poblacional, el uso del transporte público, la movilidad alternativa, un mayor espacio para los peatones y menos espacio para los vehículos particulares. Este modelo de planificación tiene impactos en mejoras de la calidad de vida de los habitantes. Durante estos últimos años, el concepto de una Ciudad Compacta se ha hecho más famoso debido a la pandemia de Covid19 en el 2020, debido a que la gente buscaba salir y desplazarse lo menos posible, desde sus casas, para acceder a todos sus servicios básicos o necesidades adicionales.

Algunos de los beneficios adicionales de las Ciudades compactas, según la publicación "Impulsemos El Crecimiento Ordenado de Las Ciudades" de la ONU (2020), son las siguientes:

- Reduce la distancia, la necesidad del uso de automóvil, los tiempos de viaje, así como los costos de viaje
- Reduce los costos de los servicios básicos, como la recolección de los residuos, el saneamiento, la policía, el abastecimiento de agua, el alumbrado público; y esto gracias a que las distancias o rutas que deben hacerse son mucho menores.
- Además de beneficios económicos para el comercio ya que las zonas comerciales y residenciales no están separadas unas de otras y son fácilmente accesibles.

Algunos antecedentes de otras ciudades adoptando un modelo de Ciudad Compacta son París, Barcelona, y Estocolmo. Estas ciudades tienen algo en común, todas tienen un muy buen, seguro y completo sistema de transporte público; además de un único centro con mucho movimiento, mientras las capas exteriores de la ciudad tienen menor movilidad

Se presenta a continuación una comparación de 6 ciudades y su mapa de calor con respecto a los movimientos que se hacen dentro de la ciudad. Los puntos rojos son puntos donde comienzan o terminan, con mayor frecuencia, los desplazamientos de la población.

Nivel de movilidad

El nivel de movilidad representa la cantidad de viajes que empiezan o terminan en esa área de la ciudad

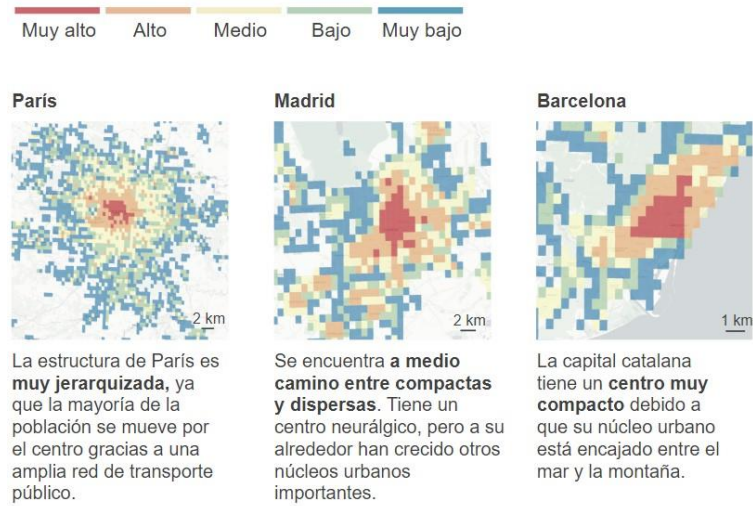


Figura 4. Niveles de movilidad de 3 ciudades europeas. Fuente. Medina (2019)

En las anteriores 3 ciudades europeas podemos ver claramente un centro de movilidad. Con este centro nos referimos a un punto donde se concentran los movimientos de la población general. Mientras más se aleja del centro, menor es la demanda de movilidad hacia esas zonas, volviéndolas más fluidas a lo largo del día. Este centro se logra con una buena red de transporte público y un centro de servicios definidos.

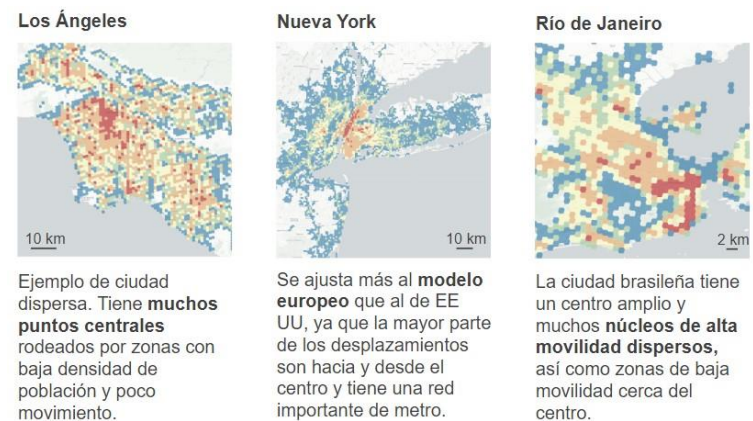


Figura 5. Niveles de movilidad de 3 ciudades americanas. Fuente. Medina (2019)

En estas 3 ciudades americanas se puede notar de mejor manera lo que es una ciudad dispersa, especialmente en el caso de Los Ángeles. Hay una mayor demanda de movilidad a una mayor cantidad de puntos a lo largo del territorio. Además de que no se cuenta con una red de transporte público que cubra las demandas de movilidad de la población y esto causa que haya una mayor necesidad del movimiento individual en automóviles.

2. Los 6 distritos. Los 6 distritos tienen una visión general y compartida, la cual es mejorar la calidad de vida de sus habitantes y todo aquel que haga uso de sus instalaciones.

A pesar de compartir esta visión, cada uno de los distritos cuenta con estrategias distintas y una cartera de proyectos propia que se adapta a la actual "personalidad" de cada distrito. Algunos de estos se centran más en el comercio, la vivienda o la industria; y tienen características propias que los vuelven completamente distintos entre sí. A continuación, se presenta un pequeño resumen del diagnóstico hecho a cada uno de los distritos y una pequeña introducción a los proyectos que tendrá específicamente cada uno.

a. Distrito ViaNorte. ViaNorte es el distrito más grande de todo el proyecto, con un aproximado de 28 km². Se encuentra en la zona 18 y cuenta con 400 mil habitantes. Este distrito está caracterizado por ser una zona con un gran territorio que no ha sido construido o se encuentra desaprovechado. Por esto mismo la municipalidad quiere aprovechar el Distrito ViaNorte para "empezar de cero" en cuanto a la planificación territorial del lugar.

A pesar del gran territorio con el que se cuenta, hay pocos equipamientos urbanos, con un total de 41. Siendo la mayor parte equipamientos educativos (18) y deportivos (12). De la totalidad del territorio, solo el 14 % es utilizado. De este 14 %, el 10 % es de vivienda y el otro 4 % se reparte entre industria, parques, comercio y equipamientos. El otro 86 % del territorio tiene otros usos o está vacío. Y aún entre la parte que sí está construida, solo 0.45 km² tiene una construcción mayor al 50 % de lo permitido por la municipalidad, hay más de 10.61 km² de predios subutilizados. A sabiendas de esto, la municipalidad cuenta con una vasta cantidad de terreno con la cual realizar una planificación urbana desde cero y con la mayor libertad posible, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos.

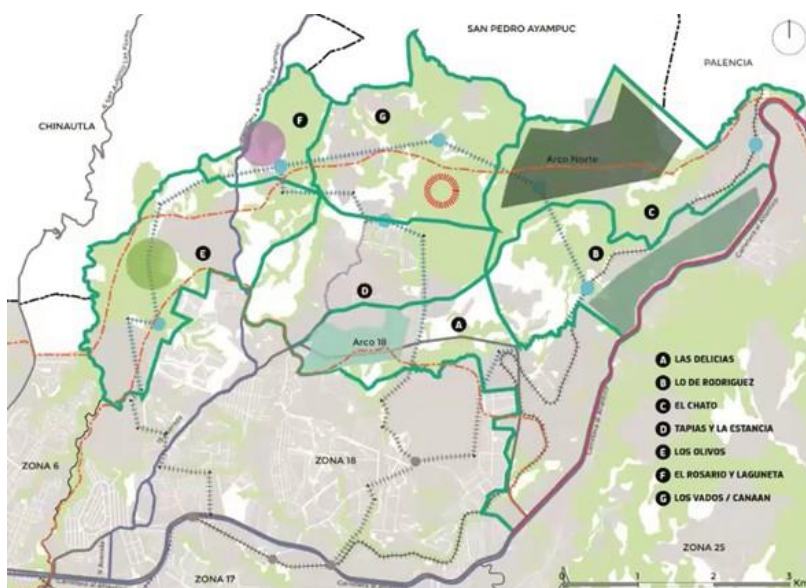


Figura 6. Mapa del Distrito ViaNorte. Fuente. DPU (2024)

Algunos de los proyectos de la cartera para ViaNorte son los siguientes:

- Implementación de un sistema de transporte público masivo, el Metroriel.
- Estaciones para el Metroriel.
- Un nuevo sistema de transporte publico alimentador.
- Nuevas vialidades que interconecten con zona 6 y zona 25.
- Recuperación de espacio público en corredores urbanos
- Consolidación de un corredor industrial
Concentración de funciones económicas urbanas
- Promover de forma masiva la vivienda prioritaria.
- Gestión y manejo del Cinturón Ecológico Municipal -CEM-

b. Distrito Nu Seis. Este distrito ubicado únicamente en la zona 6, con un aproximado de 3.9 km² y 150 mil habitantes. Es una zona principalmente residencial (El 46 % del territorio está dedicado a la vivienda), por esto mismo la zona cuenta con una gran cantidad de equipamientos urbanos (119 en total), de los cuales varios están dedicados a la salud (5), recreación (15), deporte (19) y educación (66). Es una zona con un potencial de construcción media alta, debido a que la mayoría del territorio corresponde a zonas G3 con un 55 %, y cuenta con un área boscosa considerable del 27 % dedicado a zonas G0 y G1.

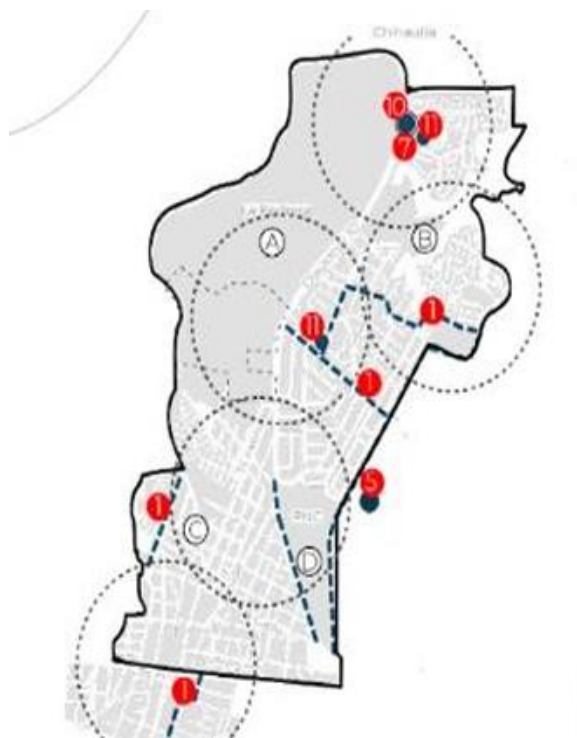


Figura 7. Mapa del Distrito Nu Seis. Fuente. DPU (2024)

Algunos de los proyectos planeados para este distrito, son las siguientes:

- Nuevas conexiones viales y varias rutas de ciclovías
- Una nueva centralidad económica y nuevos equipamientos urbanos.
- Manejo y gestión integral del Cinturón Ecológico Municipal -CEM-
- Promoción de la vivienda prioritaria.
- Centralidades locales y desarrollo de corredores peatonales.
- Recuperación de espacio público para prevención de violencia e inseguridad.
- Mejoras en la infraestructura municipal.

c. Distrito Central. El Distrito Central cuenta con 1.9 km² de extensión. Ubicado entre zona 1 y zona 3, es uno de los distritos con mayor valor cultural de todos. Esto por su cercanía al Palacio Nacional, el Parque Central, varias catedrales, museos, teatros, etc. En la zona 1 viven aproximadamente 130 mil personas y en zona 3 poco menos de 50 mil. En este distrito una tercera parte está dedicada al comercio (34 %) y el 19 % es utilizado de forma residencial. Este es el distrito que tiene la mayor cantidad de espacio dedicado a equipamientos o uso mixto, con un 46 % dedicado a estos usos. Cuenta con 52 equipamientos urbanos de los cuales la mayoría son culturales (14) y le siguen los equipamientos educativos (16). Este distrito está bastante repartido entre sus zonas G. Teniendo un 12% de áreas verdes (G1 y G1), 40 % en zonas G3, 34 % en zonas G4 y un 14 % en zonas G5, teniendo así un buen potencial de construcción.

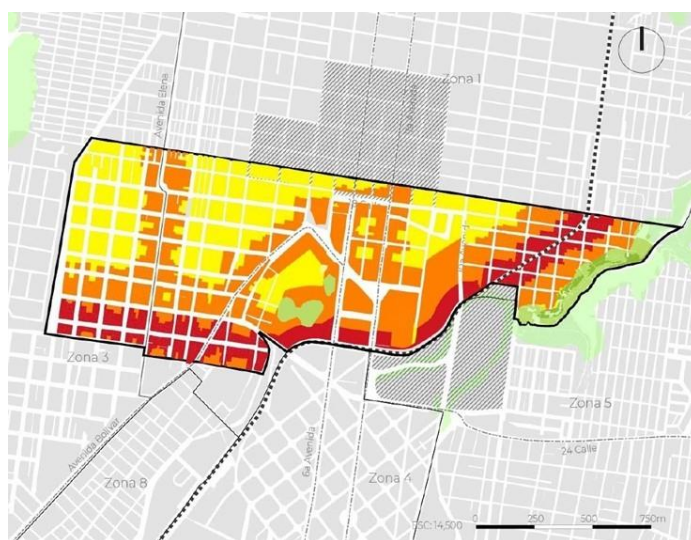


Figura 8. Mapa de las Zonas G del Distrito Central. Fuente. DPU (2024)

Las principales propuestas de proyectos para el Distrito Central son las siguientes:

- Nuevos parques urbanos.
- Corredores Comerciales
- Ampliación y mejora de los mercados existentes
- Consolidación de nodos comerciales
- Implementación de un sistema de transporte público masivo, el Metroriel
- Implementación de ciclovías

d. Distrito Tívoli. El distrito Tívoli es el distrito más pequeño de todos, con apenas 1.2 km² de extensión. Ubicado en zona 9, es uno de los distritos más transitados y céntricos del municipio, por su cercanía con el Bulevar Liberación, el Parque de la Industria y el Aeropuerto la Aurora. En la zona 9 viven únicamente 1700 personas, ya que la mayor parte del territorio está dedicada al Comercio (60 %) y tan solo el 6 % es utilizado de forma residencial. Cuenta con 22 equipamientos urbanos de los cuales la mayoría son educativos (9) y le siguen los equipamientos de salud (7). De todos los distritos, este es el que tienen el mayor potencial de construcción de todos, al contar con el 90 % del territorio en zonas G4 y el otro 10 % son zonas G5. Lastimosamente, por su cercanía al Aeropuerto la Aurora, el cono aéreo impide que esta zona tenga construcciones de gran altura.



Figura 9. Mapa de las Zonas G del Distrito Tívoli. Fuente. DPU (2024)

Las estrategias a aplicar en el distrito son las siguientes:

- Implementación del Aerometro.
- Un programa de promoción intensiva de vivienda prioritaria cercano a las estaciones de transporte público.
- Implementación de un sistema de transporte público masivo de Oriente a Occidente.
- Nuevas conexiones viales.
- Consolidación de corredores urbanos y comerciales.
- Recuperación del espacio público y medioambiental.
- Recualificación de comercios y servicios.
- Nuevo distrito de convenciones.
- Consolidación de usos mixtos.
- Consolidación de un mercado gastronómico.
- Implementación de semáforos y parquímetros inteligentes.

Actualmente este distrito es el de mayor interés para el estudio que se va a realizar. Esto debido a que los enfoques que lleva la cartera de proyectos presentada es una de las que mejor se relaciona a la carrera de Ingeniería Civil. Desde la implementación de nuevos proyectos inmobiliarios sostenibles, el desarrollo de nuevos sistemas de transporte público masivo de bajas emisiones, como el aerometro, innovación en la movilidad con los semáforos y parquímetros inteligentes, la construcción de un nuevo centro de convenciones, la recuperación de espacios verdes, las nuevas conexiones viales y la mejora en la infraestructura.

Los proyectos tienen relación con algunos de los enfoques que tiene la ingeniería civil, de forma integral, así como infraestructura, desarrollo inmobiliario, sostenibilidad, innovación, movilidad, aguas y alcantarillado.

e. Distrito Siete11. Este distrito abarca parte de la zona 7 y de la zona 11, con un aproximado de 2.8 km². Entre las 2 zonas, hay aproximadamente 350 mil habitantes y es una zona mayormente comercial (El 60 % del territorio está dedicado al comercio), ya que cuenta con establecimientos como Miraflores, Pricemart, Majadas y una variedad de franquicias de restaurantes. Es una zona con un potencial de construcción muy alta, debido a que la mayoría del territorio corresponde a zonas G3 con un 37.4 % de los terrenos, seguido de los G4 con un 33.6 % y por último los G5 con un 22.7 %.

La metodología utilizada para el desarrollo de los indicadores es de Marco Lógico, de este modo se desarrollaron los más de 270 indicadores iniciales en 2022. Luego de un proceso de priorización, la cantidad de indicadores a trabajar se redujo hasta 151 en 2023.

Los indicadores corresponden a una o varias de las siguientes 15 dimensiones o sectores que se agrupan en cuatro pilares principales:

- Pilar de proximidad: desarrollo económico, vivienda, espacio público y cobertura de equipamientos
- Pilar de capacidad máxima: escala de equipamientos, viabilidad, movilidad, densidad, administración de vulnerabilidades y emergencias, participación ciudadana y aguas y drenajes.
- Pilar de manejo eficiente de los recursos: manejo eficiente de los recursos y el Gran Distrito Verde
- Y el Pilar de innovación: nuevas prácticas incentivables y sistemas y tecnología.

En estas 15 dimensiones se reparten los 151 indicadores priorizados por la municipalidad, en conjunto con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), haciendo uso del marco de asistencia técnica que facilitó USAID, para el desarrollo de los indicadores para los Distritos de Oportunidad. Cada indicador mide el progreso de un objetivo y cada objetivo responde a un problema que se quiere resolver en una dimensión.

Esto da origen a un análisis en forma de una cascada de causa-efecto conocida en el manual como árboles de problemas y objetivos. Por lógica los problemas se plantean de forma negativa y sus afirmaciones deben considerarse hipótesis, que son suposiciones de las causas de los problemas. Estos problemas tienen un tronco, que es el problema principal que corresponde con un objetivo principal llamado “Propósito del proyecto”. Este " tronco" es una hipótesis general que es la consecuencia de los problemas principales que le siguen. En teoría, al resolver todos los problemas del nivel inferior debe desaparecer el problema troncal. Al tratarse de meras hipótesis, deben ser probadas mediante una medición denominada indicador.

La municipalidad también define el árbol de objetivos. El cual es un “espejo inverso” del árbol de problemas. El objetivo troncal se corresponde con el problema troncal y se desglosan en componentes los cuales agrupan varias actividades que se deben llevar a cabo como parte del componente.

Estos árboles de problemas y objetivos se leen de abajo hacia arriba. Como se puede ver en los siguientes ejemplos.

Desplazamientos largos y movilidad no sostenible			
No existe vivienda asequible en la ciudad	Escasa y no óptima infraestructura para la movilidad peatonal	Escasa infraestructura ciclística	Poca oferta de buses para la demanda existente
Crecimiento Urbano disperso	No existen calles completas	Limitación especial para lograr una calle para todos los medios de transporte	Pocos recursos destinados a la compra de autobuses

Figura 12. Ejemplo árbol de problemas – Movilidad. Fuente. Municipalidad de Guatemala (2023)

Desplazamientos cortos y movilidad sostenible C.2.7		
Desarrollo de infraestructura para movilidad sostenible	Introducción de modos alternativos de transporte público	Aumento de la cobertura de buses
Extensión de las calles peatonales	Redistribución de modos alternativos	Introducción de nuevas líneas de bus

Figura 13. Ejemplo árbol de objetivos – Movilidad. Fuente. Municipalidad de Guatemala (2023)

Existen varios posibles indicadores para cada hipótesis, los indicadores propuestos en el manual se elaboraron considerando la factibilidad, con los datos que se recaban de oficio.

La factibilidad de un indicador depende de que genere el mínimo costo durante la recolección de datos. Es necesario priorizar que las soluciones aborden varios objetivos, apuntando a resolver el problema central y objetivo principal, debido a que los recursos son limitados y el principal problema es la recolección de información para generar una línea base, ya que este proyecto involucra a otras dependencias municipales y en algunos casos se requiere la participación de entidades fuera de la municipalidad. El resultado de la metodología es la matriz de marco lógico, que es la principal herramienta para elegir el conjunto de indicadores que se necesitan para el monitoreo. Para cada una de las 15 dimensiones, se desarrolló una matriz de marco lógico.

Nivel	Código	Resumen narrativo / Objetivo	Indicador	Referente
Fin	Agua y alcantarillas	Mejor gestión del recurso hídrico	Litros por habitante / día	
Fin	Agua y alcantarillas	Mejorar la calidad del servicio de agua	Horas promedio de servicio	
Componente 2	Agua y alcantarillas	C.2.11 El sistema de agua potable y alcantarillado tiene capacidad de atender a su demanda	Índice de satisfacción de la demanda hídrica	
Componente 3	Agua y alcantarillas	Las fuentes de abastecimiento tienen mejor rendimiento	M3 producidos al año	
Componente 3	Agua y alcantarillas	El equipo de bombeo funciona en capacidad óptima	Proporción de equipos en estado óptimo	
Actividades	Agua y alcantarillas	La planificación cuenta con la información e instrumentos necesarios	Presupuesto destinado a la planificación	DIGM
Actividades	Agua y alcantarillas	Presupuesto adecuado para mantenimiento	Presupuesto destinado al mantenimiento	

Figura 14. Ejemplo matriz de marco lógico - Agua y alcantarillas. Fuente. Municipalidad de Guatemala (2023)

Esta matriz se lee de izquierda a derecha, en la columna de Nivel se indica la etapa de monitoreo; el código corresponde a la dimensión que se mide; el resumen narrativo define el objetivo a alcanzar, el indicador, la medida y el referente si existe un documento o institución para la cual haya referencias previas de ese indicador. Los niveles de monitoreo pueden ser "Fines, Componentes o actividades"

Los fines son los impactos que el proyecto logra en la población una vez que se ha concluido todas las etapas. En casos, el fin no puede alcanzarse por medio de una intervención directa sobre las personas, existe un aporte que la persona debe realizar para llegar a este fin. por lo tanto, los fines son en sí efectos indirectos de las intervenciones

Los componentes son los entregables de cada proyecto. Tienen 3 niveles. El nivel 1 corresponde a uno de los 4 pilares, el nivel 2 corresponde a alguna de las 15 dimensiones. Y el nivel 3 corresponde a los componentes que se derivan del árbol de objetivos de cada una de las dimensiones. Por último, cada componente de nivel 3 tiene diversas actividades para llevarlo a cabo.

Por ejemplo, para que se alcance a tener “Desplazamientos cortos y movilidad sostenible” (uno de los 7 componentes que forman el pilar de “Capacidad Máxima”). Existen 3 componentes de Nivel 3:

- Infraestructura peatonal
- Introducción de modos alternativos de transporte público
- Aumento de la cobertura de la red de transporte público convencional

El objetivo de “Desplazamientos cortos y movilidad sostenible” es el nivel 2, mientras “Capacidad Máxima” es el componente de nivel 1. Asimismo, para que los componentes del

nivel 3 lleguen a concretarse se necesita realizar las actividades. Las actividades siempre son de carácter operativo, constructivo o ejecutivo.

Toda esta información se ha resumido en lo que se conoce como "fichas del indicador". Cada indicador de los que se encuentran en la matriz de marco lógico, separada por pilar, dimensión y nivel de monitoreo, tiene una ficha resumen propia con información adicional acerca del su objetivo, método de cálculo, recolección de información, orientación y clasificación.

En el Apéndice 2 se puede apreciar la estructura de cada uno de los campos de los componentes de la ficha de un indicador.

E. Distrito de estudio

1. Distrito Tívoli. Fue seleccionado el Distrito Tívoli como área de estudio, ya que es un distrito céntrico en la ciudad. La zona 9 es una zona de mucho comercio, con pocos residentes, con una población mayormente flotante. En la zona se concentra la mayor cantidad de personas económicamente activas. La zona 9 tiene cercanía con rutas importantes de la ciudad. La avenida Reforma en el Este, el boulevard Liberación al Sur. Cuenta con cercanía hacia el Obelisco que permite el acceso a la avenida "Las Américas" al boulevard Próceres. Colinda con la avenida La Castellana al Oeste y tiene una pequeña conexión con la calzada Atanasio Tzul. Tiene colindancia directa con la zona 8 (Residencia), zona 4 (Comercio) y zona 13 (Aeropuerto) y zona 10 (Zona viva); cercanía con las zonas 14, zona 5, zona 12.

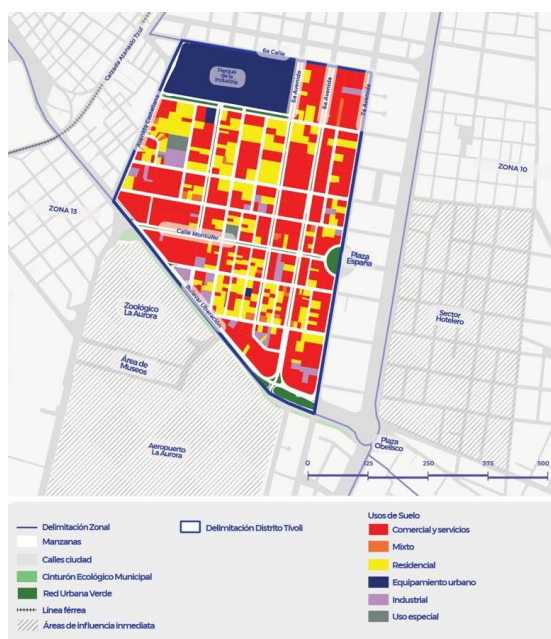


Figura 15. Usos de suelo del Distrito Tívoli. Fuente: DPU (2024)

Como puede observarse en la imagen anterior, el distrito Tívoli cuenta con un 56 % del territorio dedicado al comercio, 21 % al uso residencial, 15 % a los equipamientos urbanos y el restante 8 % entre industria y usos especiales. El distrito tiene una gran cantidad de actividades económicas, como se podrá observar también más adelante que van de la mano con los indicadores seleccionados por su poca población residente y la alta cantidad de negocios en el lugar que causan una gran cantidad de movimiento diariamente por el distrito y requieren de una mejora en su infraestructura vial.

Su distribución principal es de malla y retícula, siguiendo el sentido de calles y avenidas de la ciudad, lo cual causa que tenga gran cantidad de intersecciones. Gran cantidad de sus rutas cuentan con carriles separados por un camellón intermedio con por lo menos 4 carriles por sentido.

La zona 9 está diseñada para mover una gran cantidad de personas que entran y salen diariamente por las actividades económicas que se desarrollan dentro de la zona. Por lo que la movilidad y la conectividad del Distrito se vuelven un punto de principal importancia. Se coordinó una reunión con la DPU para profundizar acerca de los proyectos que se tienen planificados para el distrito.

Durante la reunión con la DPU, se tuvo la oportunidad de hablar directamente con la Arq. Andrea González (Coordinadora de los Distritos de Oportunidad). Se habló acerca del proyecto de los Distritos de Oportunidad de forma integral y la información específica sobre varios de los proyectos que fueron establecidos para el Distrito Tívoli.

En cuanto a movilidad urbana, se discutieron varios proyectos de infraestructura, entre ellos el Metro Línea Blanca, el Metro Línea Azul y el Aerometro, que tienen como objetivo mejorar la conectividad tanto dentro de la ciudad como con municipios vecinos, como Mixco y Santa Catarina Pinula. Además, de importantes proyectos viales como el Puente Belice II y el Puente El frutal.

En cuanto a Tívoli, se destacó el gran potencial de crecimiento que tiene, debido a que todo su territorio se compone de zonas G4 y G5. El único inconveniente es su cercanía con el Aeropuerto Internacional "La Aurora", el cual por el cono aéreo, reduce en gran cantidad las alturas de las edificaciones dentro del territorio. Llegando a limitar hasta a 4.0 m de altura, en un 8 % del territorio que colinda con el Boulevard Liberación, que corresponde a parte de las zonas G5 del Distrito.

Entre algunos de los proyectos más importantes establecidos para el distrito, se encuentra el desarrollo inmobiliario dedicado a vivienda. La idea es aumentar la población residente y reducir la población flotante. La población residente actual de zona 9 es de aproximadamente 1600 personas, según lo expuesto por González (2024), en la reunión que se tuvo. Al ser un distrito tan dedicado al comercio, es de mucho beneficio el que las personas puedan vivir cerca de su trabajo, descongestionando parte de la zona.

Si bien es cierto que, al tener una población residente mayor, la carga vehicular del distrito puede aumentar; al permitir que un residente viva cerca de su lugar de trabajo, puede darle incentivos para optar por usar transporte alternativo o peatonal, como el querer evitar el tráfico de la población flotante, no querer incurrir en gastos de parqueo o tomar rutas directas, que no siempre son permitidas al moverse en un vehículo particular.

Otros proyectos dentro de la cartera del Distrito Tívoli, son:

- Corredores urbanos sobre la 2da y 5ta avenida y sobre la Montúfar
- Una nueva arena deportiva
- Nuevas líneas de TuBus y ciclovías
- Línea Azul del Metro
- Y el Aerómetro

Con base a la información anteriormente expuesta y los objetivos del distrito, se seleccionaron los indicadores presentados a continuación, con el fin de poder establecer las condiciones iniciales del distrito y poder llevar control de su población, mejoras en la movilidad y el impacto que tendrán los proyectos planificados una vez sean ejecutados.

2. Indicadores seleccionados

Los indicadores presentados a continuación tienen como principal enfoque la mejora en la movilidad del distrito, como se habló anteriormente y se sostiene con la opinión de los Ingenieros Castañeda y Jacobs, la movilidad es uno de los aspectos más críticos para garantizar la calidad de vida de los habitantes. A medida que la población crece, resulta fundamental implementar estrategias que optimicen el flujo de personas y vehículos, al tiempo que se reducen los impactos negativos asociados con la congestión vial, la contaminación y el consumo energético. En esta sección, se presentan ocho indicadores orientados a mejorar la movilidad dentro del distrito. Cada uno de estos indicadores ofrece un enfoque específico, ya sea en la planificación de infraestructuras viales, la promoción de medios de transporte sostenibles, o la mejora de la conectividad entre distintos puntos del distrito. Además de una propuesta de indicador adicional que hace referencia a la cantidad de accidentes que ocurren dentro del distrito.

A. Unidades de Vivienda nueva

Este indicador tiene como objetivo medir el número de nuevos proyectos residenciales formales que se desarrollan actualmente en el distrito Tívoli. Se debe reportar anualmente el número de proyectos de vivienda que ingresan por medio de la Dirección de Control Territorial (DCT), principal fuente de información para este levantamiento. Este indicador refleja uno de los objetivos principales del distrito Tívoli, el cual es el aumento de la densidad poblacional. Debido a que el distrito Tívoli es mayormente comercial, parte de lo que se busca con aumentar la densidad poblacional de este distrito, es que la población viva más cerca de donde trabaja, reduciendo la necesidad de desplazarse

largas distancias hacia su lugar de trabajo o por cualquier necesidad que tenga. Dando un incentivo para movilizarse ya sea de forma peatonal, alternativa o si el movimiento es más largo, optar por el transporte público antes que un vehículo particular, beneficiándose también de la ubicación del distrito, por la cercanía y accesibilidad que tiene este distrito hacia varias zonas.

Se busca con este indicador, poder mostrar cuantos proyectos han devuelto su licencia de construcción, cuantos han recibido una licencia de construcción y cuantos han iniciado un proceso de licencias durante este año (2024).

La ficha de este indicador, extraída del Manual de sistematización para la medición de los indicadores de los Distritos de Oportunidad (Municipalidad de Guatemala, 2023), puede encontrarse en el Apéndice 3.

B. Velocidad promedio diaria en horas pico

Este indicador tiene como objetivo medir la velocidad promedio en las vías principales del distrito, a las 7:00 a.m. (hora a la cual, gran parte de la población se desplaza en camino a sus trabajos por el inicio de su jornada laboral o empiezan los horarios de clase matutinos), en una semana laboral. Su objetivo principal es reducir el tiempo que una persona pasa en el tránsito. Los datos se recopilan mediante plataformas como Waze, Google Maps o Mapbox, información cuya principal fuente es el DPU. Este indicador se mide en kilómetros por hora (km/h) y la periodicidad de actualización es anual. La tendencia deseable es mantener velocidades por encima de los 10 km/h. Con el levantamiento de este indicador se busca realizar un análisis detallado de la movilidad y la identificación de posibles intersecciones problemáticas con el fin de mitigar las causas del congestionamiento y mejorar el flujo vehicular y reducir el tiempo en tránsito.

Con este indicador se busca identificar las vías principales del distrito y una tendencia en el movimiento poblacional. Esta ficha puede encontrarse en el Apéndice 4.

C. Modo de desplazamiento de la población

El indicador mide el porcentaje de desplazamientos realizados en vehículo particular (automóvil o motocicleta) durante un día laboral promedio. El objetivo es promover una ciudad orientada al peatón, reduciendo el uso del automóvil para liberar espacio público, lo que permite destinar ese espacio a distintos modos de transporte, más accesibles para todos los ciudadanos como el Transmetro o transportes alternativos. El cálculo se realiza dividiendo el número de viajes en vehículo privado entre el total de viajes. Los datos se obtienen mediante estudios de movilidad que incluyen encuestas y conteos vehiculares, la principal fuente de información para este indicador es la Dirección de Movilidad Urbana (DMU). Y la información debe actualizarse anualmente.

Con este indicador se busca realizar un conteo de la cantidad de vehículos que se desplazan en el distrito y hacer una relación entre los viajes en vehículos particulares y los

viajes en cualquier otro método de transporte, público o alternativo. La ficha de este indicador se puede encontrar en el Apéndice 5.

D. Proximidad a redes de transporte público y a red de bicicleta

El indicador mide la accesibilidad a transporte público y ciclovías en una determinada área. Su objetivo es evaluar la presencia de paradas de autobús, líneas de bus y ciclovías dentro de una malla de 400x400 metros, con el fin de promover el uso de modos de transporte sostenibles y reducir la dependencia del automóvil. La relevancia de este indicador radica en una buena accesibilidad a transporte público y ciclovías. Al facilitar el acceso a estos medios de transporte, se puede reducir la congestión vehicular. Para calcular el indicador, se cuenta el número de paradas de transporte público y ciclovías dentro de la superficie del distrito, en hectáreas. La tendencia deseada establecida es un valor superior a 0.15 unidades por hectárea. La principal fuente de información es la Dirección de Movilidad Urbana.

Con este indicador se busca ubicar las paradas de transporte público disponibles en el distrito y poder evidenciar su radio de influencia por medio de un buffer de 500.0 m para paradas de autobús y un buffer lineal de 300.0 m para las ciclovías. Esta ficha se encuentra en el Apéndice 6.

E. Proporción de territorio cubierto por el transporte público

El siguiente indicador es similar al anterior, la diferencia se encuentra en que este mide la proporción de territorio cubierto por el buffer de las paradas definidas en el indicador anterior, en vez de la cantidad de paradas por hectárea. El objetivo es medir el grado en que el transporte público llega a diferentes áreas de una ciudad, con el fin de promover una mayor accesibilidad y reducir la dependencia del automóvil. Se calcula por medio de la relación entre el área cubierta por el buffer de las paradas y ciclovías y el área de la mancha urbana del Distrito. La tendencia deseable de este indicador es entre el 70 % y el 80 % de cobertura. La principal fuente de datos es la Dirección de Movilidad Urbana.

Con este indicador se busca mostrar aquellas zonas cubiertas por el buffer definido y adicionalmente evidenciar aquellas zonas que no están cubiertas por este buffer y definir qué tan alejadas están de la parada más cercana. Su ficha se encuentra en el apéndice 7.

F. Kilómetros dedicados para sendas de bicicleta por cada 100,000 habitantes.

Este indicador tiene como objetivo la extensión de la infraestructura dedicada a los ciclistas con el fin de promover este método de transporte, por medio de la medición de la longitud de las ciclovías actuales en el distrito, con el fin de hacer que sea más seguro y cómodo desplazarse en bicicleta. Debido a que la cantidad de habitantes en el distrito no supera los 100,000.0 habitantes, se hará el cálculo entre los kilómetros de ciclovía disponible y la población actual del distrito. La tendencia deseable establecida es de por lo menos 1.0 km de ciclovía disponible en el distrito. La fuente principal de datos es la Dirección de Movilidad Urbana.

Con este indicador se espera señalar las ciclovías disponibles en el distrito, su longitud, la proporción de km/habitante y adicionalmente, las propuestas de ciclovías establecidas por la Dirección de Movilidad Urbana. Su ficha se encuentra en el Apéndice 8.

G. Kilómetros de calle peatonal por cada 100,000 habitantes.

Este indicador, muy similar al anterior, tiene como objetivo la extensión de la infraestructura dedicada a los peatones, por medio de la medición de la longitud de las calles peatonales actuales en el distrito, con el fin de hacer que sea más seguro y cómodo desplazarse de este modo. Al igual que el indicador pasado, este indicador hace una relación entre los kilómetros de calle peatonal y 100,000.0 habitantes, por lo que se medirá de igual forma, únicamente entre los habitantes actuales del distrito. La tendencia deseable establecida es de por lo menos 1.0 km de calle peatonal disponible en el distrito. La fuente principal de datos es la Dirección de Movilidad Urbana.

Con este indicador se espera señalar las rutas peatonales disponibles en el distrito, su longitud, la proporción de km/habitante y adicionalmente, las propuestas de nuevas calles peatonales establecidas por la Dirección de Movilidad Urbana. Su ficha se encuentra en el Apéndice 9.

3. Propuesta de nuevo indicador

a. Número de accidentes por cada 100,000 vehículos en tránsito

La propuesta de indicador "Número de accidentes promedio en una semana calendario" tiene como objetivo medir la frecuencia de accidentes ocurridos en el distrito durante una semana. La principal fuente de información provendría de los registros proporcionados por los cuerpos de bomberos municipales y voluntarios, quienes suelen ser los primeros en responder ante este tipo de eventos, adicionalmente se espera obtener información de las empresas dedicadas a los seguros de vehículos para poder ampliar la información obtenida. Este indicador permitiría evaluar la seguridad vial y la efectividad de las medidas de prevención implementadas en el distrito, ya que un menor número de accidentes es reflejo de una infraestructura más segura y de una mayor conciencia entre los conductores y peatones.

El cálculo de este indicador se basa en el promedio de accidentes registrados a lo largo de una semana, con una posible tendencia deseable de un promedio de menos de 2 accidentes por semana, lo que señalaría un entorno con menor riesgo y una mejor gestión de las condiciones de tránsito.

La información recogida por medio de este indicador permitiría a las autoridades tomar decisiones informadas sobre la planificación y mejora de la infraestructura vial, como la instalación de señales de tráfico, obras viales, mejoras en los cruces peatonales y la implementación de medidas de control de velocidad. Este indicador permitiría adicionalmente, identificar puntos críticos de siniestralidad dentro del área evaluada y permite orientar los recursos disponibles hacia la prevención de accidentes.

Este indicador se incorporaría dentro del pilar de Capacidad máxima establecido por el Manual (Municipalidad de Guatemala, 2023) y entraría en un Nivel de Componente 3. La ficha propuesta para este indicador se puede encontrar en el apéndice 11.

V. METODOLOGÍA

A. Fase I Identificación de los indicadores a trabajar

El distrito Tívoli fue elegido como área de estudio por su ubicación céntrica, su actividad comercial, su baja densidad poblacional y su acceso a las principales rutas de la ciudad. Los indicadores de movilidad utilizados en la investigación se definieron en función de la influencia de los urbanistas Henry Castañeda y Keneth Jacobs, así como de los conocimientos adquiridos en los cursos especializados del último año de la carrera. El análisis específico de la selección de los indicadores y el distrito puede encontrarse en el inciso E del capítulo de Marco Teórico

B. Fase II Levantamiento de datos

La información que se recopiló fue obtenida directamente de las Direcciones Municipales con las que se logró comunicación. Las direcciones permitieron una reunión presencial para discutir el acceso y entrega de los datos. Todos los datos e información obtenidos, están descritos en el inciso A del capítulo de resultados.

C. Fase III Interpretación de datos

La información recopilada a través fue sometida a un proceso de depuración y filtrado con el objetivo de utilizar exclusivamente los datos relevantes para el presente trabajo de investigación. El desarrollo y la evaluación de estos datos, se presenta en el Inciso B del capítulo de resultados.

D. Fase IV Desarrollo de proyecciones

Una vez filtrada la información proporcionada por la Municipalidad, se llevó a cabo el desarrollo de proyecciones por periodo municipal en la mayoría de los indicadores. Estos indicadores permiten establecer una línea base que alcanzar al final de cada periodo municipal para medir el progreso de la municipalidad con respecto a ese indicador. El desarrollo detallado de estas proyecciones y su respectivo análisis se presentan en el Inciso C del capítulo de resultados.

E. Fase V Generación de Resultados

Se generaron mapas por medio del programa QGIS para exponer de forma gráfica la información obtenida por la Municipalidad y los datos que se generaron a partir del trabajo de investigación. Todos estos mapas pueden encontrarse en el capítulo de apéndices, a partir del apéndice no. 12 hasta el Apéndice no. 21.

F. Fase VI Presentación de resultados

VI. RESULTADOS

En este siguiente capítulo se exponen los resultados obtenidos a partir del análisis de la información recabada en las reuniones llevadas a cabo con las Direcciones Municipales DMU, DPU, DCT y Urbanística.

A. Levantamiento de datos

1. Dirección de Movilidad Urbana

La reunión que se tuvo con DMU fue para obtener información relevante para el levantamiento de los indicadores sobre la infraestructura y servicios de transporte. A través de esta reunión se logró identificar el estado actual de las ciclovías, calles peatonales y los sistemas de transporte público como Transmetro, TuBus, Aerometro y Metroriel. Se discutió la planificación y expansión de las ciclovías, así como la integración de estos modos de transporte en el marco del plan maestro de movilidad urbana. Esta información aún no permite el desarrollo de Mapas por ser información a escala Municipal o muy general. La información preliminar obtenida, según Barquín (2024) sobre los modos de transporte fue:

- 1) Ciclovías:
 - a) Actualmente existen 30.4 km de ciclovías en funcionamiento.
 - b) Se planea agregar 56 km adicionales, para la fase I de distribuidos en fases.
- 2) Calles peatonales:
 - a) Se está trabajando en identificar los corredores peatonales con mayor afluencia de personas.
 - b) Se busca priorizar el uso peatonal en algunas calles y darles mayor mantenimiento a los corredores ya identificados.
- 3) Transmetro:
 - a) Actualmente hay 7 rutas operativas de Transmetro, 1, 2, 6, 7, 12, 13 y 18.
 - b) La ruta que cruza por el Distrito Tívoli es la Línea 13, que pasa por la Sexta y Séptima Avenida de la zona 9.
 - c) No se planea agregar nuevas rutas en este sistema, pero se trabajará en el mantenimiento y conectividad con los otros sistemas de transporte.
- 4) TuBus:
 - a) Actualmente existen 5 rutas de TuBus: 104, 801, 802, 803 y 805.
 - b) Este sistema está en expansión y sus rutas son más flexibles, permitiendo una cobertura más detallada a nivel de barrios. Las paradas son más cercanas entre sí comparado con Transmetro.
- 5) Aerometro:
 - a) Tendrá 11 estaciones, de las cuales 2 no permitirán el ingreso de personas, serán únicamente para permitir el giro en el recorrido
 - b) De las otras 9 estaciones, una de las principales será justo en la "Plaza España", la cual marca el fin del recorrido y el regreso del Aerometro.

6) Metroriel:

- a) Sistema de transporte masivo que no se considera relevante para el análisis de movimiento del distrito Tívoli, debido a que su ruta establecida se encuentra fuera del distrito.

2. Dirección de Planificación Urbana

La reunión que se tuvo con DPU fue dedicada principalmente a conocer la última versión de la planificación que se tiene para el Distrito Tívoli. La Arq. Andrea González facilitó la obtención de información ya establecida por la Municipalidad sobre el distrito. Según González (2024) entre la información compartida se encuentran los archivos. shape de:

- Delimitación del distrito
- Toponimia del distrito
- Ciclovías
- Corredores urbanos y alimentadores Paradas de transporte público.

3. Unidad de Urbanística

De los indicadores establecidos a lo largo de este trabajo de investigación, solo uno está vinculado directamente con la Dirección de Urbanística como fuente principal de datos: "Kilómetros de calle peatonal por cada 100,000 habitantes". Durante una reunión con el Arq. Herbert Valle (Valle, 2024), de Urbanística, se discutió acerca de las intervenciones en el distrito Tívoli y en toda zona 9. En particular, se mencionó la recuperación de espacios como la quinta avenida y la reconfiguración de áreas utilizadas actualmente como estacionamientos sobre esta misma avenida.

En cuanto a la zona 9, se destacó que esta es una prioridad baja para Urbanística debido a su baja densidad poblacional, por lo que no se han desarrollado propuestas específicas hasta el momento. Sin embargo, por el proyecto de los Distritos de Oportunidad, en un futuro próximo, podría recibir cierto impulso en términos de planificación urbanística. Los criterios de priorización de las intervenciones urbanísticas se basan en factores como la cantidad de población beneficiada, el impacto social y la disponibilidad de financiamiento, priorizando zonas con mayores niveles de pobreza, como las zonas 1, 5, 7, 18 y 21, donde el impacto será más significativo. Este proceso de priorización se hace debido a que el presupuesto, al ser limitado, debe de buscarse que los proyectos tengan el mayor y mejor impacto posible.

Según el Arq. Valle, la forma de conseguir que las intervenciones tengan un impacto positivo, es por medio de algunas iniciativas, como "Vecindario Próspero", centrada en la recuperación y mejora de vecindarios tradicionales a través de corredores de movilidad, ciclovías y transporte público.

Esta iniciativa busca conectar a los residentes con equipamientos urbanos como escuelas, centros deportivos y áreas comerciales, promoviendo la autosostenibilidad económica de los vecindarios. Además, de los "Corredores Locales y Rutas Seguras",

diseñados para garantizar una conexión eficiente y segura hacia los hogares, especialmente para los grupos más vulnerables, con mejoras en iluminación y seguridad. Urbanística también promueve un enfoque participativo en todos sus proyectos, involucrando a los vecinos mediante talleres como el “Vecindario de tus Sueños”, donde los residentes proponen ideas para el desarrollo de sus comunidades. Para evaluar las intervenciones, se utilizan indicadores que miden la calidad física del espacio público, la inclusión social, el desarrollo económico y la calidad medioambiental. La razón principal de esto es escuchar a los vecinos, entender sus necesidades y asegurarse de que las intervenciones sí sean utilizadas.

4. Dirección de Control Territorial

Debido a que no fue posible coordinar una reunión con la Dirección de Control Territorial (DCT), la información requerida se solicitó a través de la Unidad de Información de la Municipalidad, la cual ha estipulado un plazo máximo de 10 días hábiles para su entrega. El indicador gestionado con el DCT es el de **Unidades de vivienda nueva**.

La solicitud realizada a la Unidad de Información fue la siguiente: "(...) se está haciendo el levantamiento de indicadores del distrito y un indicador en específico habla acerca de las unidades de vivienda nueva en el distrito, el cual hace referencia a los proyectos que está llevando a cabo un proceso de licencias con DCT. Para poder hacer el levantamiento de estos datos, solo en la región de zona 9, quería solicitarles ÚNICAMENTE la dirección y el tipo de proyecto, por ejemplo, si es vivienda, comercio o industria; de los proyectos que hayan entregado licencia en el 2024, que hayan recibido una licencia en el 2024 y que hayan empezado un proceso de licencias en el 2024. Solo se necesita información de la zona 9. Y no se necesita información de ningún otro tipo, únicamente la ubicación y si este es de tipo residencial, comercial o industrial."

A esta solicitud, se respondió con la Resolución No. UDI-2299-2024, la cual incluye un informe de Licencias y metros autorizados de 2004 a junio de 2024 Municipalidad de Guatemala, Dirección de Control Territorial, 2024. Este informe incluye la cantidad de licencias que han sido aprobadas y la clasificación de los metros cuadrados en el municipio de Guatemala. Los datos se clasifican en:

- Metros cuadrados de construcción
 - Construcción nueva
 - Ampliaciones
 - Obra exterior
- Excavaciones/ Movimiento de tierras
 - Construcción complementaria
 - Remodelación
 - Estructuras cimentadas
 - Muros perimetrales
 - Cisternas
 - Piscinas
 - Cambios de techo

- Demolición
- Cambio de uso.

Este informe puede encontrarse en el apéndice 11.

B. Desarrollo de los indicadores

1. Unidades de vivienda nueva.

En cuanto a los proyectos de vivienda nueva en el distrito Tívoli, hasta el momento no se tiene un registro concreto de si existen proyectos específicos orientados a este propósito. Sin embargo, al analizar las licencias aprobadas en la primera mitad del año, del informe compartido por Municipalidad de Guatemala, Dirección de Control Territorial, 2024, se ha registrado un aumento significativo en comparación con el mismo período del año anterior. Específicamente, ya se han admitido dos terceras partes de las licencias aprobadas durante todo el año pasado, lo que representa un retorno hacia las cifras observadas en 2019, antes de la marcada reducción ocasionada en 2020 por la pandemia de COVID-19.

Desde 2020, los datos de la columna de Construcción nueva muestran una tendencia al alza en los metros cuadrados aprobados, lo cual sugiere un crecimiento sostenido en el desarrollo de nueva infraestructura. Aunque la cantidad de licencias aprobadas en 2023 fue menor en comparación con 2022, el área total aprobada en metros cuadrados de construcción nueva, superó la del año anterior. Esto indica una orientación hacia proyectos de mayor escala e interés en general por desarrollar infraestructura más amplia y de mayor impacto en el municipio.

En lo que va de 2024, hasta el segundo trimestre, se ha alcanzado el 68 % del área total de metros cuadrados aprobada en 2023 para proyectos de construcción nueva. Y el número de licencias aprobadas representa el 51 % del total de licencias emitidas en 2023, reforzando la observación de que los proyectos actuales son de mayor dimensión. Estas tendencias sugieren un crecimiento continuo y una respuesta favorable a la demanda de construcción en el municipio de Guatemala en general, reafirmando el interés por desarrollar proyectos inmobiliarios más extensos y significativos en la región.

2. Velocidad promedio en horas pico.

Para estimar la velocidad de circulación en la zona 9 del distrito Tívoli, se emplearon datos de conteo vehicular del año 2017, compartidos por la Municipalidad de Guatemala, (DPU, 2017). Este conteo abarca diferentes momentos del día, desde las 5:00 a.m. hasta las 9:00 p.m., incluyendo las horas pico matutina (7:00 a.m. a 8:00 a.m.) y vespertina (5:00 p.m. a 6:00 p.m.). Dado el enfoque de este indicador, el cálculo de velocidad se centró en el período de hora pico matutina. Para este cálculo, fue necesario hacer suposiciones que permitieran una aproximación confiable de la velocidad, según la información disponible.

Primero, se calculó la densidad vehicular promedio en vehículos por kilómetro, considerando la cantidad de vehículos presentes dentro de un kilómetro en condiciones de tráfico típico de hora pico. Esta densidad se estimó tomando en cuenta una longitud media

de 4.5 metros por vehículo, con una separación de 0.5 metros entre vehículos, para un total de 5 metros por unidad en movimiento. Comparado con las longitudes de las calles, valor obtenido por medio del programa QGIS. Con este valor, se obtuvo una referencia de la densidad en la ruta evaluada.

Asimismo, se calculó la tasa de flujo vehicular, es decir, la cantidad de vehículos que circulan en la vía durante una hora, utilizando el conteo específico para la hora pico matutina.

Con estos datos, el cálculo final de la velocidad promedio fue realizado dividiendo la densidad vehicular promedio, dentro de la tasa de flujo vehicular. Este método permitió obtener una velocidad promedio aproximada que describe el flujo vehicular en la zona de estudio durante la hora pico matutina. Los resultados de estos cálculos se presentan detalladamente en la tabla adjunta, mostrando una estimación de la velocidad promedio en el distrito Tívoli a la hora pico matutina.

	10a calle	11a calle	12a calle	13a calle
Conteo (vehículos/hora)	600	413	3300	1360
Longitud tramo (km)	0.83	1.03	0.75	0.75
Longitud Vehículo (m)	5	5	5	5
Densidad vehicular (vehículos/km)	166	207	149	151
Velocidad promedio (km/h)	4	2	22	9

Cuadro 2. Cálculo de velocidad promedio sobre las calles según conteo. Fuente. Elaboración propia.

	4a avenida	6a avenida	7a avenida
Conteo (vehículos/hora)	238	2467	2813
Longitud tramo (km)	0.59	1.15	1.13
Longitud Vehículo (m)	5	5	5
Densidad vehicular (vehículos/km)	119	230	226
Velocidad promedio (km/h)	2	11	12

Cuadro 3. Cálculo de velocidad promedio sobre las avenidas según conteo. Fuente. Elaboración propia.

3. Modo de desplazamiento de la población

Como se mencionó anteriormente, se dispone de un conteo integral de vehículos en la zona 9, el cual proporciona una medida aproximada del flujo vehicular. Sin embargo, es importante mencionar que este conteo no diferencia entre tipos de transporte, no se hace mención sobre la cantidad de vehículos particulares, transporte público, o medios alternativos de desplazamiento como bicicletas o motocicletas.

La falta de esta clasificación limita el análisis, ya que los patrones de desplazamiento varían significativamente entre los distintos tipos de transporte. La falta de datos específicos sobre el transporte público y los modos alternativos no permite realizar el cálculo y dificulta la evaluación de la intermodalidad en el distrito. Esta limitación destaca la necesidad de futuros estudios que contemplen conteos más detallados, que incluyan las distintas categorías diferenciadas para cada tipo de vehículo y medios de transporte. El indicador no establece un dato específico para su tendencia deseable y no es posible establecer un dato inicial debido a la falta de información.

4. Proximidad a redes de transporte público y bicicleta

Para el desarrollo de este indicador, la Dirección de Movilidad Urbana proporcionó información sobre la ubicación y el número de paradas de los distintos modos de transporte disponibles en el área. En la zona 9, específicamente en la sección correspondiente al distrito Tívoli, existen actualmente cuatro paradas de transporte público, de las cuales dos son del sistema de Transmetro y dos corresponden a la red de TuBus. Además, se cuenta con cuatro estaciones de biciparqueos que complementan la red de transporte alternativo. Municipalidad de Guatemala (DMU, 2024).

El indicador de proximidad a redes de transporte público y alternativas se mide en función de la densidad de paradas por hectárea. Con un área total de 123.86 hectáreas en el distrito Tívoli, la proporción actual es de 0.065 paradas por hectárea. Este valor se encuentra por debajo de la tendencia deseable de 0.15 paradas por hectárea.

Actualmente, el sistema de Transmetro no planea expandir sus líneas en el municipio de Guatemala, por lo que las estrategias de ampliación de paradas de transporte se enfocarán en la red de TuBus y en los proyectos como el Aerometro y el Metroriel. Según la Dirección de Movilidad Urbana, el Aerometro comenzará su fase de construcción en febrero de 2025 y su diseño contempla incluir paradas dentro del distrito Tívoli. Estas nuevas estaciones, junto con la incorporación de más biciparqueos en la red de ciclovías alimentadoras, representan una oportunidad para acercarse a la meta establecida de densidad de paradas por hectárea.

Para alcanzar la tendencia deseada de 0.15 unidades por hectárea en el distrito, se requeriría un total de 19 paradas de transporte público y alternativo, de las cuales actualmente ya existen 8. Esto abre la oportunidad de implementar estaciones adicionales, particularmente en las rutas proyectadas para el Aerometro y en las vías alimentadoras, como las ciclovías.

5. Proporción del terreno cubierto por el transporte público

Este indicador hace referencia al alcance que cada una de las paradas de transporte público y alternativo, mencionadas en el indicador anterior tiene. Esto conlleva un análisis de cobertura basado en áreas de influencia, utilizando un sistema de buffers por cada parada. Las especificaciones de la municipalidad establecen un buffer de 500 metros para paradas de Transmetro, 350 metros para paradas de TuBus, y 300 metros alrededor de los biciparqueos, con el fin de medir el área del distrito a la que puede accederse caminando.

De acuerdo con estas zonas de cobertura, se estima que actualmente 116.62 hectáreas del distrito Tívoli están dentro del rango de los buffers de las paradas y biciparqueos. Considerando que el distrito tiene un área total de 123.86 hectáreas, se concluye que aproximadamente el 94.15 % del distrito ya está cubierto por estas redes de transporte público y ciclovías, superando la tendencia deseable de cobertura del 70 % al 80 %. Este alto nivel de cobertura refleja un avance significativo hacia la meta de asegurar un acceso adecuado a la movilidad sostenible en el área.

Además, de acuerdo con el indicador de proximidad a redes de transporte público y bicicleta, el distrito se encuentra bien posicionado para lograr una cobertura total del 100 % en los próximos años, especialmente si se implementan las paradas adicionales proyectadas para el proyecto del Aerometro, y la instalación de más biciparqueos.

6. Kilómetros dedicados a sendas de bicicletas por cada 100,000 habitantes

La Dirección de Movilidad Urbana ha compartido el plan maestro de la red de ciclovías alimentadoras del municipio de Guatemala, diseñado para expandir y consolidar la infraestructura ciclista de la ciudad. Actualmente, el municipio cuenta con aproximadamente 30.4 km de ciclovías, una cifra que se busca incrementar para alcanzar un total de 327 km distribuidos por toda la ciudad. Este proyecto se ha estructurado en fases progresivas, algunas descritas a continuación:

La fase 1 de este proyecto contempla la adición de 56 km de nuevas ciclovías, en tanto que la fase 2 está orientada a dar mantenimiento a 6 km de ciclovías ya existentes en la Avenida Reforma, una de las principales vías de la ciudad.

Dentro del distrito Tívoli, actualmente, el distrito cuenta con un tramo de 600.9 metros de ciclovía sobre la 8ª calle, que se extiende desde La Castellana hasta la 5ta avenida. Durante la fase 1, se añadirán 1315 metros aproximadamente en calles estratégicas que conectan la Avenida Reforma con la 5ª avenida, sobre la 8ª, 10ª, 12ª, 13ª y 14ª calle. Finalmente, se proyecta un total de 2316.01 metros de ciclovía adicional, los cuales extenderán las ciclovías sobre las calles ya mencionadas y se agregará una conexión la 3ª avenida, entre la 8ª y la 10ª calle.

En conjunto, la infraestructura ciclista dentro del distrito Tívoli sumará 4232 metros de ciclovías una vez que todas las fases estén completas. Esta extensión supera ampliamente la tendencia deseable establecida en al menos 1 km de ciclovía por distrito, lo cual evidencia el compromiso de la municipalidad por fomentar alternativas de movilidad sostenible y segura

en esta zona. Este plan, además de dotar al distrito de una red de ciclovías interconectadas, busca promover el uso de la bicicleta como un modo de transporte viable y accesible para la población, contribuyendo así a reducir la dependencia del transporte motorizado y mejorar la calidad de vida en el municipio.

7. Kilómetros de calles peatonales por cada 100,000 habitantes

Durante la reunión con el equipo de Urbanística con respecto a las posibles intervenciones urbanísticas dentro del distrito Tívoli, se sostuvo una reunión con el arquitecto Herbert Valle (Valle, 2024), en la cual se aclaró que actualmente no existen calles peatonales dentro de esta área, ni propuestas futuras para desarrollarlas. La zona 9 no se considera una prioridad en términos de intervenciones urbanísticas debido a su baja densidad residencial y su baja tasa de criminalidad y pobreza en general, factores que la ubican en un nivel secundario frente a otras zonas del municipio que requieren intervenciones más urgentes.

Esto retrasa el cumplimiento de la tendencia deseable de contar con al menos 1 km de calles peatonales. No obstante, esta situación permite que los recursos, tanto en términos de presupuesto como de esfuerzo administrativo, se redirijan hacia otras áreas del municipio con mayor necesidad de intervención. Según el Programa Vecindario Próspero Municipalidad de Guatemala (Unidad de Urbanística, 2022), las zonas de prioridad para intervenciones peatonales incluyen la zona 1, 5, 6, 7, 18 y 21, áreas que abarcan otros cuatro distritos, como NuSeis, SieteOnce, ViaNorte y el Distrito Central, donde las condiciones sociales y urbanas exigen una planificación activa de espacios peatonales y de infraestructura comunitaria.

A pesar de la baja prioridad asignada actualmente a la zona 9, Valle, 2024, mencionó que, al formar parte del proyecto de Distritos de Oportunidad, es probable que en el futuro se desarrollen propuestas de intervención para el distrito Tívoli.

8. Indicador propuesto (número de accidentes por cada 100,000 vehículos en tránsito)

Como propuesta propia de indicador, se decidió realizar un análisis de la seguridad vial en el municipio de Guatemala. Este indicador tiene una cobertura a nivel municipio, sin embargo, el tipo de información a la que se tiene acceso actualmente es a nivel departamental. Para el cálculo de este indicador es necesario tener idea de la cantidad de vehículos que circulan dentro del departamento.

Este dato se obtiene a partir de las estadísticas de la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), considerando aquellos vehículos que pagan impuestos dentro del departamento. En el año 2022, circulaban 2,273,337 vehículos registrados en el departamento, Larios, 2024.

Luego, el número de accidentes de tránsito fue obtenido de un informe conjunto del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y la Policía Nacional Civil (PNC), titulado "Indicadores de Accidentes de Tránsito, 2022" (INE, 2022). Este informe registró un total de 3387 accidentes de tránsito en el departamento durante el mismo año. Con estos valores, se

calculó una tasa de 149 accidentes por cada 100,000 vehículos, una cifra que ofrece una visión general de la incidencia de accidentes de tránsito en el área urbana.

La meta para este indicador se ha establecido en alcanzar una reducción de la tasa de accidentes a menos de 100 por cada 100,000 vehículos, una propuesta que refleja el compromiso de la administración municipal con la seguridad vial y la protección de los ciudadanos.

Se propuso este indicador con el fin de tener una medida que sea un efecto directo de todas las iniciativas de movilidad que la municipalidad está desarrollando y proponiendo. Al mejorar los sistemas de transporte público, desarrollar infraestructura, reducir el parque vehicular particular, etc, debería de verse una reducción en la tasa de accidentes automovilísticos que ocurren en la ciudad. Está claro que no es posible evitar en su totalidad este tipo de eventos, sin embargo, reducir lo máximo posible la probabilidad de que estos ocurran, debe de ser un objetivo que aspirar.

C. Proyecciones propuestas

A continuación, se presentan las proyecciones para los indicadores establecidos para el diagnóstico inicial del distrito de Tivoli, con el objetivo de anticipar su evolución en los próximos años. Estas proyecciones, fundamentadas en las condiciones actuales del distrito, las propuestas futuras que se tienen planificadas por dirección y la tendencia deseable establecida en el Manual (2023), permitirán visualizar las posibles tendencias y transformaciones en infraestructura, desplazamiento e innovación. El análisis se realiza en periodos municipales de cuatro años, proyectando hasta el año 2050, tomando en cuenta el periodo municipal actual 2024-2028 y los siguientes 5 periodos y medio, al 2050.

1. Unidades de vivienda nueva

El objetivo principal de este indicador es el de aumentar la población residente del distrito. Tivoli al ser un distrito cuya mayor población es flotante, evidencia la falta de infraestructura dedicada a la residencia o algún tipo de uso mixto (Comercio/Vivienda). Tivoli en específico tiene una limitante muy fuerte con respecto a la altura que estos edificios pueden alcanzar, debido al aeropuerto. Esto frena a la iniciativa privada de desarrollar infraestructura de vivienda, ya que no puede aprovechar del todo el índice de edificabilidad que el POT le permite, al tener una altura limitada. Además de ser una zona cuyos precios de compra son altos, por la enorme plusvalía que suma cada proyecto.

Tomando estas consideraciones en cuenta, además del tiempo que tardan los proyectos en planificarse, ejecutarse y venderse; el aumento de población en Tivoli será lento.

Según los datos proporcionados por la DPU (DPU, 2017) y el INE (INE, 2002), en el año 2002 la zona 9 contaba con una población residente de 758 habitantes y aumentó a 1391 en el año 2017. Esto representa un aumento de la población del 4 % anual. Con esta información se realizó una proyección porcentual, del aumento de la población para el año 2050. Si esta tendencia continúa, se espera una población residente de 5289 personas para el año 2050. Esta información se puede apreciar de mejor forma en la siguiente gráfica:



Figura 16. Proyección población residente de zona 9 para el 2050. Fuente. Elaboración propia.

2. Proximidad a redes de transporte público y a red de bicicleta y Proporción de territorio cubierto por el transporte público

Estos indicadores tienen una relación directa, ya que, al haber un mayor número de paradas por hectárea, mayor será la cobertura que las áreas de influencia tendrán sobre el distrito.

Como se habló anteriormente, para alcanzar la tendencia deseable de 0.15 paradas/ha son necesarias un total de 19 paradas dentro del distrito Tívoli, de las cuales hay ya 8 dentro del distrito. Parte de las paradas que hacen falta para alcanzar la tendencia deseable están especificadas en el plan maestro de movilidad, el cual aún se encuentra en proceso de desarrollo y redacción; no hay una versión oficial, pero en el plan se definen próximas líneas de TuBus, Aerometro, Metrerial y Biciparqueos. Por lo que hay bastantes proyectos que permitirán alcanzar el objetivo establecido.

La proyección matemática, para alcanzar la tendencia deseable es de 1.7 paradas de transporte público por periodo municipal, sin embargo, una proyección más cercana a la realidad indica que deberían de construirse 2 paradas de transporte público por periodo municipal, superando la meta de 19 paradas dentro del distrito, con un total de 20 paradas para el año 2048. A continuación, se presenta una gráfica que permite ver la comparación de ambas proyecciones, la proyección matemática y la proyección real.

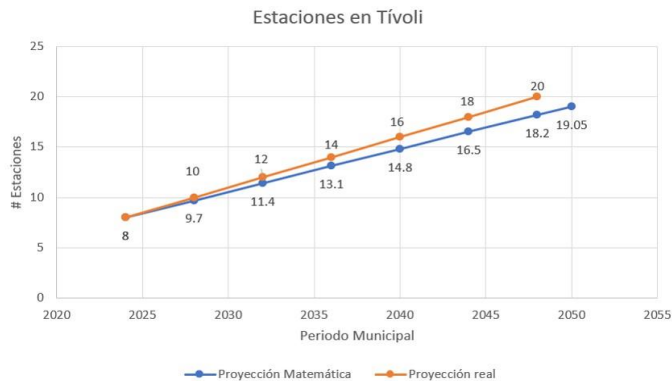


Figura 17. Proyección sobre paradas de transporte público para el 2050. Fuente. Elaboración propia.

Aunque el distrito Tívoli ya cumple con la tendencia deseable especificada para la proporción de territorio cubierto con un 94.15 % del territorio cubierto por los radios de influencia de las paradas de transporte público del distrito, con el fin de cubrir el 5.85 % restante, se propone la ubicación de una estación de biciparqueo entre la 0 avenida y 1er avenida y 12 calle de la zona 9, con el fin de cubrir el 100 % del territorio. Se escoge este punto por ser parte de la ruta de ciclovías propuesta para zona 9 en el plan maestro de ciclovías. Esta propuesta puede verse aplicada, en el Apéndice 21 y los mapas de las paradas de transporte público y radios de influencia se encuentran desde el apéndice 14 al apéndice 18.

3. Kilómetros dedicados para sendas de bicicleta por cada 100,000 habitantes

El plan maestro de ciclovías propone que la red para bicicletas sea casi 11 veces más extensa de lo que es actualmente. La primera fase propone agregar un total de 56 km nuevos de ciclovías a la ciudad. Casi triplicando la red actual en el municipio.

Para alcanzar un total de 327 km de ciclovía, como lo propone el plan maestro de ciclovías de la DMU, para el 2050, deberían de construirse aproximadamente 45.7 km de ciclovías por periodo municipal, a nivel ciudad. Esta información se puede apreciar de mejor manera en la siguiente gráfica:



Figura 18. Proyección de km de ciclovías planificados en el municipio para el 2050. Fuente. Elaboración propia.

Dentro del distrito Tivoli, deben construirse 558.7 m por cada periodo municipal para lograr los 4232 m planificados para el distrito, como puede apreciarse en la siguiente gráfica:

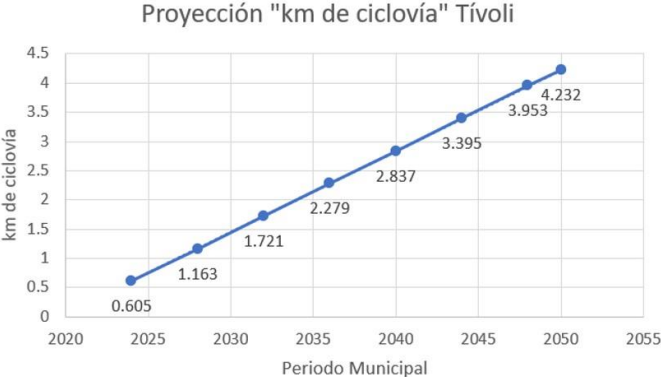


Figura 19. Proyección de km de ciclovías planificados en el distrito para el 2050. Fuente. Elaboración propia.

4. Velocidad promedio diaria en horas pico, Modo de desplazamiento de la población

Al tener tanta actividad económica presente en el distrito, la cantidad de habitantes que se mueven, hacia zona 9 o deben de cruzarla para llegar a distintas zonas, es considerable. Esto puede observarse en el Cuadro 2 y el Cuadro 3 sobre las velocidades promedio sobre las calles y avenidas. Con los datos calculados se obtuvo una velocidad promedio de 9 km/h. Los resultados del conteo vehicular de zona 9 en el 2017 pueden observarse en el apéndice 19.

Sabiendo que la tendencia deseable establecida para este indicador es de 10 km/h, se establece una proyección de un aumento del 0.4 % en las velocidades de promedio diaria en hora pico, con el fin de alcanzar la meta para el 2050. Este aumento puede verse reflejado en la siguiente gráfica:

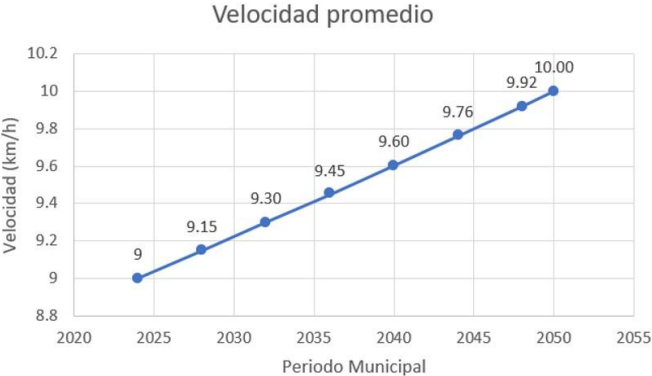


Figura 20. Proyección velocidades promedio en hora pico del distrito para el 2050. Fuente. Elaboración propia.

Con respecto al indicador de Modo de desplazamiento de la población, no fue posible realizar cálculos o establecer una proyección ya que no se tiene este tipo de información en los conteos realizados. Se recomienda generar este conteo con el fin de poder desarrollar el indicador.

5. Kilómetros de calle peatonal por cada 100,000 habitantes

De la misma forma que los indicadores mencionados antes, no se cuenta con información oficial al respecto de posibles intervenciones urbanísticas que busquen la implementación de calles peatonales dentro del distrito. Zona 9 no es una zona de prioridad, según Urbanística. Por esto mismo no es posible desarrollar una proyección justificada sobre este indicador, a pesar de que la tendencia deseable sea de 1 km de calle peatonal.

6. Número de accidentes por cada 100,000 vehículos en tránsito

Por último, con la información recolectada de parte de la INE (INE, 2022) y la SAT (SAT, 2022) acerca de los accidentes ocurridos en el departamento de Guatemala, se realizó una proyección para reducir la cantidad de accidentes ocurridos en ese año (149 accidentes por cada 100,000 vehículos) hasta alcanzar la tendencia deseable propuesta de 100 accidentes por cada 100,000 vehículos. Para alcanzar esta meta, se busca una reducción del 1.52 % por periodo municipal. La gráfica de la proyección se muestra a continuación:

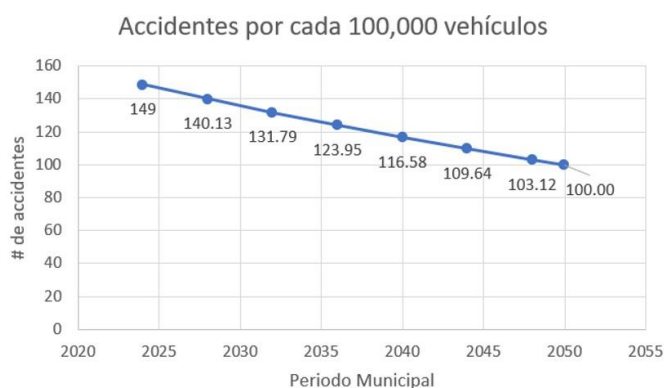


Figura 21. Proyección accidentes por cada 100,000 vehículos para el 2050. Fuente. Elaboración propia.

D. Generación de mapas

La georreferenciación es el proceso mediante el cual se asignan coordenadas geográficas a un conjunto de datos, permitiendo así su representación y análisis en un contexto espacial preciso Grupo de Geodesia Satelital de Rosario, 20. En el ámbito del urbanismo, esta herramienta es fundamental, ya que posibilita la visualización y evaluación de patrones espaciales de desarrollo urbano, infraestructura y movilidad, facilitando la toma de decisiones informadas en la planificación territorial. El software QGIS, por su capacidad de generar y manipular mapas georreferenciados, se ha convertido en una herramienta esencial para los urbanistas al integrar múltiples capas de información geoespacial. De este modo, QGIS permite representar visualmente información compleja y facilita la identificación de áreas de intervención, la optimización de recursos y la proyección de

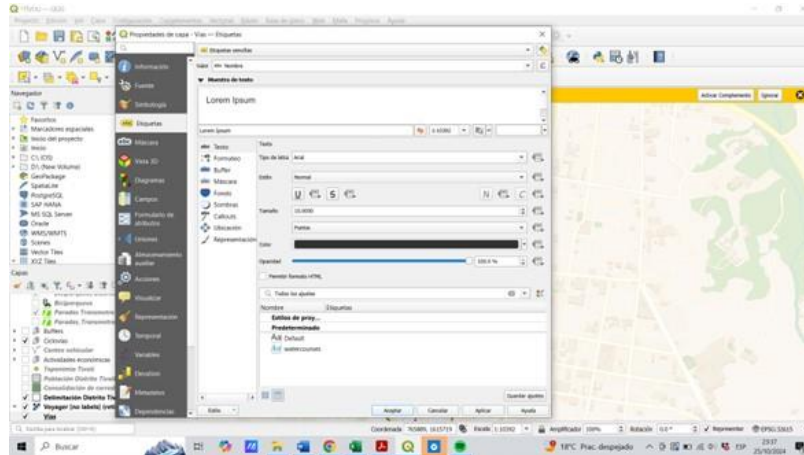


Figura 23. Captura del programa QGIS - Propiedades de la capa - Etiquetas. Fuente. Elaboración propia.

2. Calculadora de campos.

Una de las principales y más importantes herramientas del programa es la calculadora de campos. Esta herramienta permite realizar una gran cantidad de operaciones con el fin de obtener valores de los archivos. shape, así sean polígonos, líneas y puntos, o generar fórmulas haciendo uso de variables y funciones.

El uso principal que se le dio a esta herramienta durante el desarrollo del trabajo fue el cálculo de áreas y longitudes. Esto con el fin de realizar el cálculo de la densidad vehicular para el indicador de "Proporción de territorio cubierto por el transporte público" (en el caso de las ciclovías) y el cálculo del área de cobertura del distrito según los buffers generados por cada parada de transporte público.

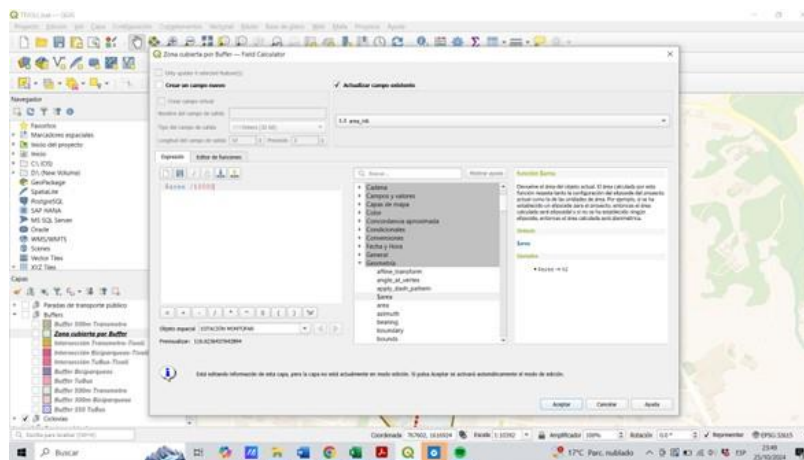


Figura 24. Captura del programa QGIS - Propiedades de la capa – Calculadora de campos. Fuente. Elaboración propia.

3. Herramientas de Geoprocesos.

Las herramientas de geoproceso en QGIS son funciones que permiten manipular y transformar los distintos archivos “. Shape” para obtener información útil de estas. Algunas de las posibles acciones que se pueden realizar por medio de esta ventana son:

- Intersecciones
- Uniones
- Diferencias simétricas
- Recortes
- Buffers
- Disolver capas

Con estas herramientas fue posible tomar los distintos buffers generados por cada una de las paradas de transporte público mostradas, unirlos y disolverlos en una única capa, así como determinar la intersección entre la unión de los buffers y la delimitación del distrito para obtener luego un área específica dentro del distrito que esté cubierta por este buffer.

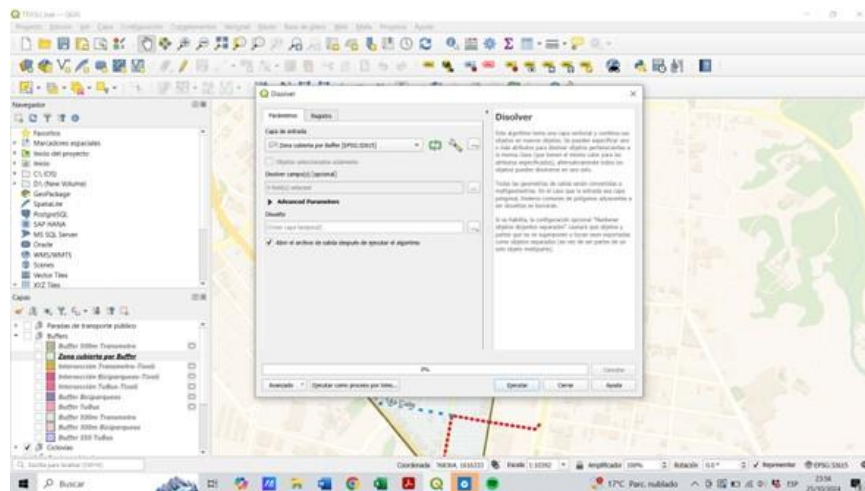


Figura 25. Captura del programa QGIS - Herramientas de geoproceso – Disolver. Fuente. Elaboración propia.

Con estas funciones del programa fue posible el desarrollo de los siguientes mapas:

DPU-DO-DT-01 (Delimitación del distrito Tívoli)

DPU-DO-DT-02 (Plan Maestro de Ciclovías)

DPU-DO-DT-03 (Paradas de transporte público en zona 9)

DPU-DO-DT-04 (Paradas de transporte público con un radio de influencia dentro del distrito)

DPU-DO-DT-05 (Radio de influencia de cada parada de transporte público o alternativo)

DPU-DO-DT-06 (Buffer de cobertura del distrito Tívoli)

DPU-DO-DT-07 (Comparación del buffer con la población del distrito Tívoli)

DPU-DO-DT-08 (Conteo vehicular y velocidades en las rutas principales del distrito Tívoli)

DPU-DO-DT-09 (Actividades económicas más relevantes dentro del Distrito)

DPU-DO-DT-10 (Propuesta de parada de transporte público)

Estos mapas pueden encontrarse dentro del capítulo de anexos en los apéndices 12 a 21, respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

- El Distrito Tívoli fue seleccionado como área de estudio debido a su ubicación estratégica, su alta actividad económica y su cercanía a rutas principales del municipio. Al ser un distrito principalmente comercial con una población mayormente flotante, presenta retos en conectividad y congestión vial, lo que hace importante evaluar su desarrollo y accesibilidad. Estos criterios fueron definidos buscando una relación y aplicación con la ingeniería civil, tomando como referente los cursos impartidos sobre urbanismo y movilidad durante el quinto año de la carrera.
- Los indicadores seleccionados buscan medir el impacto del crecimiento urbano y la movilidad en el distrito, considerando aspectos como el desarrollo de vivienda, el flujo vehicular, el uso de transporte público y alternativo, y la seguridad vial. Estos datos permitirán monitorear las condiciones actuales y evaluar el efecto de los proyectos planificados en el futuro, promoviendo una mejora en la calidad de vida en el área.
- El levantamiento de indicadores en el Distrito Tívoli permite identificar información que la municipalidad y sus diferentes direcciones carece o no se encuentra actualizada, pero que es fundamental para el desarrollo del proyecto de los Distritos de Oportunidad. La recopilación de datos como los conteos vehiculares, la clasificación de modos de desplazamiento y las velocidades promedio diarias en horas pico es esencial, no solo para medir las dinámicas actuales del distrito, sino también para establecer una base sólida que facilite comparaciones futuras. Esta falta de datos recientes limita el análisis y la planificación urbana eficiente, destacando la necesidad de estudios continuos y específicos para optimizar la movilidad y el desarrollo integral de estos distritos.
- La planificación óptima es la red vial de ciclovías alimentadoras, por el hecho de que su plan maestro ya está terminado, el objetivo final de los 327 km de ciclovías está definido y las fases de trabajo ya fueron establecidas; demostrando el compromiso de la Municipalidad por orientar el desplazamiento de la población conforme a lo establecido en la pirámide de la movilidad, mejorando en gran medida la infraestructura ciclista en todo el municipio.
- Las proyecciones establecidas en este trabajo de investigación requieren de un estudio estadístico de antecedentes para poder definir concretamente el avance y la mejora, de forma más realista. Sin embargo, las proyecciones realizadas en este informe, le sirven a la municipalidad para establecer una línea base de cuanto sería lo mínimo que deberían alcanzar por periodo, desde la fecha actual hasta el 2050, para cumplir con lo establecido en la planificación. Entendiendo que, si se ejecuta más de lo proyectado, se tiene una holgura para los periodos posteriores, o, en caso contrario,

si se ejecuta menos que lo planificado, hay que ajustar lo faltante dentro de los siguientes periodos.

- Se realizaron un total de 6 proyecciones para los indicadores de unidades de vivienda nueva; Proximidad a redes de transporte público y a red de bicicleta; 2 proyecciones para los kilómetros dedicados para sendas de bicicleta; velocidad promedio diaria en horas pico y número de accidentes por cada 100,000 vehículos. Se realizó también una propuesta de ubicación de un biciparqueo para alcanzar el 100 % de proporción de territorio cubierto por paradas de transporte público.
- Debido a la falta de información, no fue posible desarrollar ni generar una proyección para los indicadores de Modo de desplazamiento de la población ni los kilómetros de calle peatonal por cada 100,000 habitantes.
- Los mapas y archivos generados, por medio del programa QGIS para este tipo de trabajos, son herramientas clave que le permiten al urbanista entender y analizar el territorio y su desarrollo. Además de complementar la información escrita de forma textual, los mapas permiten ver dónde y qué se está evaluando, identificando áreas donde podría haber mejoras y localizar zonas con falta de servicios. Esto ayuda a visualizar de manera sencilla la distribución y a tomar decisiones para mejorar la planificación del distrito.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda agregar al manual de sistematización para medición de los indicadores de los Distritos de Oportunidad, un indicador referente a los accidentes automovilísticos ocurridos en los distritos, como la propuesta realizada, con el fin de ir demostrando que todas las iniciativas y proyectos realizados tienen un impacto positivo en la mejora de la seguridad del usuario, sabiendo que la reducción en la tasa de accidentes será efecto secundario de todas las iniciativas propuestas, ya que no hay forma de reducir la tasa de accidentalidad de forma exclusiva.
- Se recomienda que el desarrollo del proyecto de los Distritos de Oportunidad se realice de manera integral entre las distintas direcciones municipales, promoviendo un intercambio constante de información. La información generada por una dirección específica puede ser de gran valor para la planificación y desarrollo de iniciativas en otras áreas, facilitando una coordinación más efectiva y propuestas más sólidas y coherentes entre las diferentes direcciones.
- Se recomienda trabajar los indicadores sobre semáforos y parquímetros inteligentes una vez que estos se encuentren instalados y funcionando, con el fin de analizar el efecto que esta nueva tecnología pueda brindar a la seguridad vial y manejo del tránsito, teniendo un antecedente del comportamiento del tránsito previo a la implementación de esta nueva tecnología. Ya que, para el momento del desarrollo de este trabajo de tesis, únicamente se han preparado las bases para la instalación de la infraestructura y aún no entran en funcionamiento.
- A pesar de que se realizó el levantamiento de varios indicadores de movilidad a lo largo de este trabajo, se recomienda concluir el análisis de los demás indicadores referentes a la movilidad, especificados en el Manual (2023), de los cuales no se contaba con información actualizada para trabajarlos. Esto para concluir el diagnóstico inicial completo y definitivo, acerca de la movilidad en el distrito Tívoli.
- Se recomienda, con base en los datos recopilados en este informe, dar un seguimiento continuo a los indicadores analizados, asegurando una evaluación periódica que permita medir su desarrollo a lo largo del tiempo. Esta información servirá como referencia para monitorear el progreso de cada indicador en relación con sus metas establecidas, facilitando la toma de decisiones.
- Buscando un correcto desarrollo de los indicadores, se recomienda que la siguiente información sea generada: conteos vehiculares recientes, conteo vehicular clasificado por modo de transporte, cálculo de velocidades promedio en hora pico matutina, censo reciente de los distritos e identificación de proyectos de vivienda desarrollados dentro del distrito o cercano a ello.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Medellín. (2014). Revista El Nuevo Pot. Una Ciudad Para La Gente, Una Ciudad <https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2017/06/RevistaPOT2014.pdf>
- Alcaldía de Medellín. (2020). INFORME DE GESTIÓN DEL POT 2020-2023. <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/11/informe-de-gestion-pot-2023.pdf>
- Alcaldía de Quito. (2024). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito [https://zonales.quito.gob.ec/wp-content/uploads/Anexo-PMDOT-01.pdf].
- Barquín, A. L. (2024). Comunicación personal.
- CEPAL. (2022). Hacia la transformación del modelo de desarrollo en América Latina y el Caribe: producción, inclusión y sostenibilidad (LC/SES.39/3-P).
- CEPALSTAT. (2023). Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas. <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/index.html?lang=es>
- CONRED. (2022). Boletín informativo 352-2024. [Conred.gob.gt%20website:%20https://conred.gob.gt/departamento-de-chimaltenango-epicentro-de-actividad-sismica/](https://conred.gob.gt/website/%20https://conred.gob.gt/departamento-de-chimaltenango-epicentro-de-actividad-sismica/)
- DCT. (2024). Dirección de Control Territorial – Informe licencias y metros autorizados año 2004 a Junio 2024.
- DEMUCA (2000). Ordenamiento y planificación territorial. [San José, Costa Rica]. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000153972/Similar>
- Diario de Centro América. (2008). Acuerdo COM 30-2008.
- Diario de Centro América. (2009). Acuerdo COM 16-2009.
- Diario de Centro América. (2023). Acuerdo COM 23-2023.
- ECOSOC. (2021). Informe del Secretario General: Cuevas, J. R. L., Zabaloy, M. F., Guzowski, C., Lagunas, E. A. Estudio exploratorio sobre eficiencia energética a empresas del área metropolitana de Monterrey. Secuencia. Revista de Historia y Ciencias sociales. <https://doi.org/10.18234/secuencia.v0i111.1863>
- González, A. A. (2024). Comunicación personal.
- Grupo de Geodesia Satelital de Rosario, I. y. A. U. N. d. R., Facultad de Ciencias Exactas. (20). GEORREFERENCIACIÓN.
- Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Subsecretaría de Planificación y Programación para el Desarrollo. (2021). Guía Para La Implementación Del Plan De Desarrollo Municipal Y Ordenamiento Territorial En Guatemala [il. ; 21 cm. (Anexos, Referencias bibliográficas, Siglas y acrónimos, Índice de ilustraciones, tablas y recuadros)], 58.
- Hartleben, O. (2009). Guía de Aplicación Plan de Ordenamiento Territorial.

- INE. (2019). Principales Resultados Censo 2018 [Guatemala]. https://www.ces.uvg.edu.gt/censo2018/documentos/Principales_resultados_Censo2018.pdf
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2022). Principales resultados 2022, cuadro 1, Guatemala. <https://www.ine.gob.gt/bases-de-datos/accidentes-de-transito/>
- Larios, B. (2024). Parque vehicular supera los 5.3 millones de unidades en 2024 - Agencia Guatemalteca de Noticias. <https://agn.gt/parque-vehicular-supera-los-5-3-millones-deunidades-en-2024/>
- Medina, M. Á. (2019). Las ciudades compactas son más sostenibles que las dispersas [Retrieved June 5, 2024, from El País website: https://elpais.com/sociedad/2019/10/23/actualidad/1571841310_331217.html?event=go&event_log=go&prod=REGCRART&o=cerradoam]
- Morán, M. (2024). Agua y saneamiento - Desarrollo Sostenible. Agua y saneamiento - Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Municipalidad de Guatemala, Dirección de Movilidad Urbana. (2017). Conteos vehiculares zona 9 Ciudad de Guatemala.
- Municipalidad de Guatemala, Dirección de Movilidad Urbana. (2024). Red De Ciclovías Alimentadoras - Plan De Movilidad E Infraestructura Fase I.
- Municipalidad de Guatemala, Dirección de Planificación Urbana. (2024). Comunicación personal.
- Municipalidad de Guatemala, Unidad de Urbanística. (2022). Programa Vecindario Próspero para la Ciudad de Guatemala.
- Municipalidad de Guatemala. (2023). Manual de Sistematización para la medición de los indicadores de los Distritos de Oportunidad.
- Ocampo, A. (2017). Crecimiento Urbano y Planificación Territorial en la Ciudad de Cali. Evolución 1990-2010.
- ONU. (2020). Impulsemos el crecimiento ordenado de las ciudades. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-compactas-story>
- ONU. (2022). La población mundial llegará a 8000 millones en 2022. <https://www.un.org/es/desaes/la-poblaci%C3%B3n-mundial-llegar%C3%A1-8000-millonesen2022#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina,los%2064%20millones%20en%202100.>
- Salguero, M. (2010). Densidad poblacional. <https://www.prensalibre.com/economia/densidadpoblacional/#:~:text=La%20densidad%20baja%20se%20establece,m%C3%A1s%20de%201%20mil%20habitantes>
- Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública. (2018). Plan Estratégico Territorial (PET) - Avance IV [Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Argentina.]. <https://www.argentina.gob.ar>
- SYDLE. (2023). Innovaciones en la Construcción Civil: 7 tendencias tecnológicas. <https://www.sydle.com/es/blog/innovaciones-en-la-construccion-civil-63bd9db1779c3b5e92e6c898>
- Valle, A. H. (2024). Comunicación personal.

- USFQ (s.f.). *Planificación Territorial* / Instituto de Geografía.
<https://www.institutodegeografia.org/planificacion-territorial/>
- Vásquez et al. (2024). El Rol De La Ingeniería Civil En El Desarrollo Sostenible: Tendencias Y Desafíos. 7. <https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.57>
- Zunino et al. (2023) Infraestructuras de movilidad. Nuevos Términos Clave Para los Estudios de Movilidad En América Latina.
<https://www.teseopress.com/terminosclaveparalosestudiosdemovilidadenamericalatina/chapter/infraestructurasdemovilidad/#:~:text=Las%20infraestructuras%20de%20movilidad%20refieren,%2C%20t%C3%BAneles%2C%20cables%2C%20etc>

X. APÉNDICES

A. Apéndice 1

G4		POT PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL				
		PARÁMETROS		PROCEDIMIENTOS		
<i>Central</i>		descripción	unidad	DCT	JOT	JOT + VEC
FRACCIONAMIENTO						
		frente de predios	m	15 ~	6 ~ < 15	□
		superficie efectiva de predios	m ²	450 ~	300 ~ < 450	□
OBRAS						
índice de edificabilidad		base	relación	~ 4.0	□	□
		ampliado	relación	> 4.0 ~ 6.0*	□	□
altura (predominan restricciones de aeronáutica)		base	m	~ 32	□	> 32 ~ 48
		ampliada	m	> 32 ~ 48*	□	> 48 ~
		porcentaje de permeabilidad	%	0% ~	□	□
BLOQUE INFERIOR	h ~ 16m	separaciones a colindancias	m	0 ~	□	□
		lado mínimo de patios y pozos de luz	relación (h=altura)	1/4 h ~ (1)	□	□
BLOQUE SUPERIOR	h > 16m	separaciones a colindancias	m	4 ~	□	< 4
		lado mínimo de patios y pozos de luz	relación (h=altura)	1/8 h ~ (2)	□	□
USO DEL SUELO (ver clasificación de usos del suelo)						
		natural	m ²	0 ~	□	□
		rural	m ²	0 ~	□	□
		residencial	m ²	0 ~	□	□
		míxto (al cumplir este % se obvia el parámetro normativo de usos no residenciales con actividades ordinarias)	% residencial	35% ~	□	□
no residencial	con actividades	ordinarias	m ²	~ 1,500	□	> 1,500 ~
		condicionadas I	m ²	□	~ 1,500	> 1,500 ~
		condicionadas II	m ²	□	□	0 ~
		condicionadas III	m ²	□	□	0 ~
SIMBOLOGIA ~ x : desde "0" hasta "x" x ~ y : desde "x" hasta "y" x ~ : desde "x" hasta infinito > : mayor que < : menor que						
* : Aplica a través de Incentivos o TEC		Modificable a través de PLOT		□ : No permitido		
DCT: Dirección de Control Territorial JOT: Junta Directiva de Ordenamiento Territorial VEC: opinión de vecinos TEC: transferencia de edificabilidad por compensación PLOT: Plan Local de Ordenamiento Territorial						
(1) : No podrá ser menor a 1.50m			(2) : No podrá ser menor al lado mínimo de patios y pozos de luz del bloque inferior			

Figura 26. Tabla de parámetros normativos para un terreno en Zona G4. Fuente. POT (2022)

B. Apéndice 2

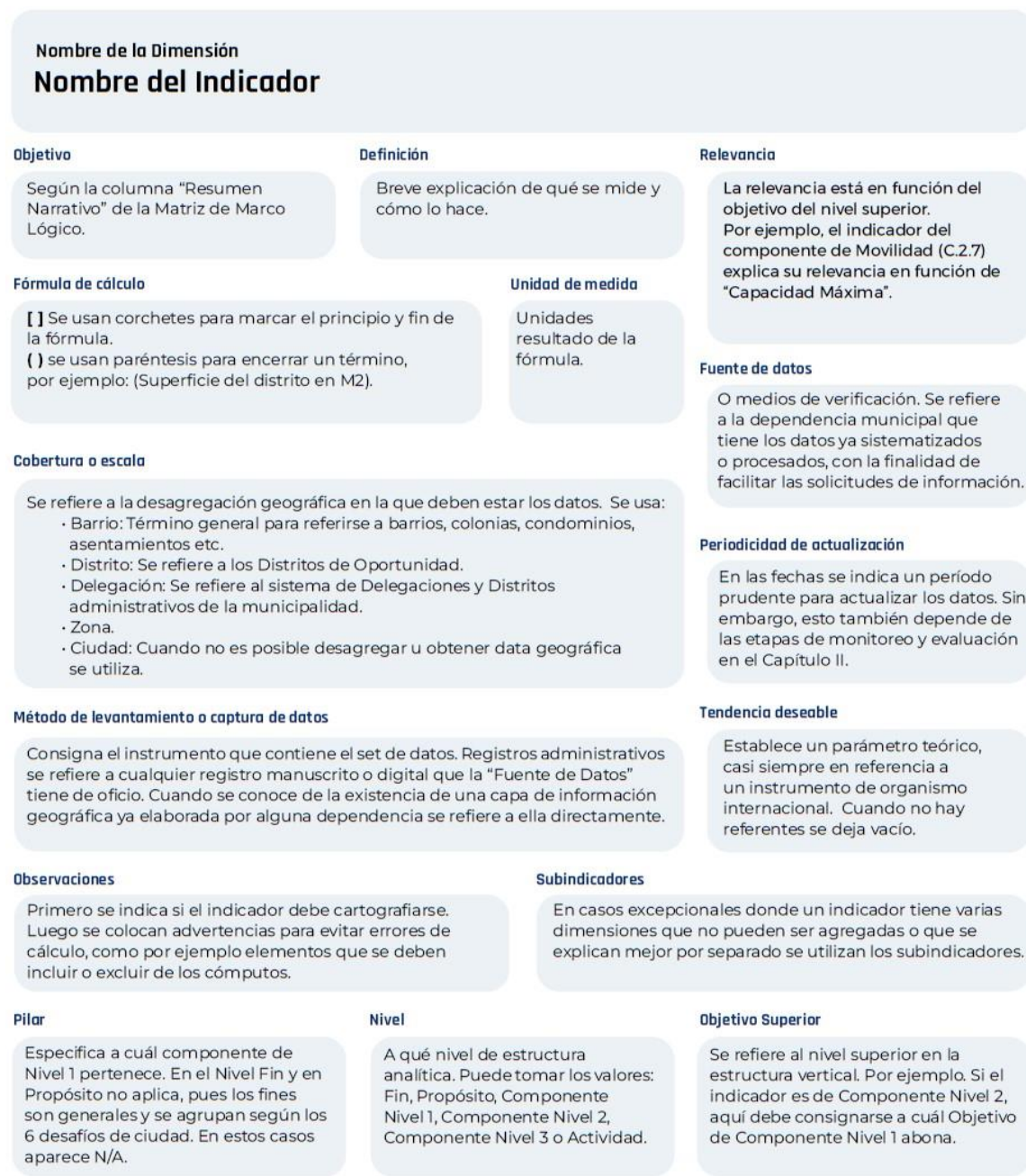


Figura 27. Descripción detallada de cada campo que compone una ficha de indicador. Fuente. DPU (2023)

C. Apéndice 3

Dimensión: Densidad
Unidades de vivienda nueva

Objetivo
Se insertan nuevos proyectos residenciales con la densidad deseada.

Definición
Reporta el número de viviendas nuevas introducidas por el mercado formal de vivienda, es decir a través de proyectos inmobiliarios en un período de tiempo definido: Un año.

Relevancia
Responde al reto de conservar la cualidad residencial de la ciudad. Aumentar la capacidad residencial es un logro tanto inmobiliario como de gestión y planificación de la ciudad.

Fórmula de cálculo:
[(Número de unidades habitacionales construidas en un año)]

Unidad de medida
Número.

Cobertura o escala:
Barrio / Distrito

Fuente de datos:
Dirección de Control Territorial.

Método de levantamiento o captura de datos.
Registros de licencias de construcción.

Periodicidad de actualización
Anual

Tendencia deseable
Sostener los índices de densidad habitacional propuesta para cada distrito.

Observaciones
Cartografiable.

Pilar
Capacidad Máxima.

Nivel
Actividad.

Objetivo Superior
Lograr la densidad habitacional adecuada.

Figura 28. Ficha de indicador - Unidades de vivienda nueva. Fuente. DPU (2023)

D. Apéndice 4

Dimensión: Infraestructura vial

2.6 Velocidad promedio diaria en horas pico

Objetivo

Reducción del tiempo en tránsito.

Definición

Mide la velocidad promedio de las arterias principales del distrito, durante una semana laboral a la hora pico matutina (7:00 am).

Relevancia

Los territorios intervenidos deben lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos de la población, tiempo y dinero. El tiempo invertido en tránsito es un resultado directo del modelo de ciudad elegido.

Fórmula de cálculo:

[Promedio (listado de velocidades en km/h) *]

*Velocidades de cinco días laborales mínimo para cada vía.

Unidad de medida

Km/h

Cobertura o escala:

Distrito / Zona

Fuente de datos:

DPU

Método de levantamiento o captura de datos.

Waze / Google Maps / Mapbox

Periodicidad de actualización

Anual.

Tendencia deseable

Velocidades arriba de 10Km/h. En caso de usar Google Maps o Mapbox las velocidades están estratificadas de 1 a 4 siendo 1 lo más rápido y 4 lo más lento. En este caso la tendencia mínima aceptable es 3 y la deseable 2.

Observaciones

Cartografiable.

Pilar

Capacidad máxima.

Nivel

Componente Nivel 2.

Objetivo Superior

C.1.2. Capacidad máxima.

Figura 29. Ficha de indicador – Velocidad promedio diaria en horas pico. Fuente. DPU (2023)

E. Apéndice 5

Dimensión: Movilidad

Modo de desplazamiento de la población

Objetivo
Ciudad orientada al peatón

Definición
Porcentaje de desplazamientos en vehículo privado (auto, moto) en un día promedio laboral.

Relevancia
La reducción del uso del auto permite liberar espacio público para destinarlo al uso de múltiples modos de transporte y le da el acceso del espacio a todos los ciudadanos. Mejora la habitabilidad del espacio público.

Fórmula de cálculo:
$$\left[\frac{\text{Número de viajes en auto en un día laboral promedio}}{\text{Número total de viajes}} \times 100 \right]$$

Unidad de medida
Porcentaje

Cobertura o escala:
Barrio / Distrito

Fuente de datos:
Dirección de Movilidad Urbana

Método de levantamiento o captura de datos.
Estudios de movilidad que incluyen encuestas o conteos vehiculares.

Periodicidad de actualización
Anual.

Tendencia deseable
Es deseable la reducción de los desplazamientos en vehículo privado.

Observaciones
Cartografiable.

Pilar
Capacidad máxima.

Nivel
Fin.

Objetivo Superior
F.6 Desarrollo integral para un territorio eficiente.

Figura 30. Ficha de indicador – Modo de desplazamiento de la población. Fuente. DPU (2023)

F. Apéndice 6

Dimensión: Movilidad

C.2.7 Proximidad a redes de transporte público y a red de bicicleta

<p>Objetivo</p> <p>C.2.7 Desplazamientos cortos y movilidad sostenible</p>	<p>Definición</p> <p>Presencia de paradas, líneas de bus y ciclovia, en una malla de 400x400. Buffer de paradas 500m; Buffer de líneas 300mm. Se incluyen todos los modos de transporte público autorizados.</p>	
<p>Relevancia</p> <p>Par lograr el predominio de los viajes realizados en modos alternativos al automóvil debe fortalecerse la red de ciclovias y transporte público.</p>		
<p>Fórmula de cálculo:</p> <p>[(Recuento de número de paradas y ciclovias) / (Superficie en hectáreas)]</p>		
<p>Unidad de medida</p> <p>Número.</p>	<p>Cobertura o escala:</p> <p>Barrio / Distrito</p>	<p>Fuente de datos:</p> <p>Dirección de Movilidad Urbana.</p>
<p>Método de levantamiento o captura de datos.</p> <p>Mapa alimentado con los registros de la unidad de planificación de movilidad.</p>		<p>Periodicidad de actualización</p> <p>Anual.</p>
<p>Tendencia deseable</p> <p>> 0.15 unidades / hectárea</p>		
<p>Observaciones</p> <p>Cartografiable.</p>	<p>Pilar</p> <p>Capacidad Máxima.</p>	<p>Nivel</p> <p>Componente Nivel 2.</p>
<p>Objetivo Superior</p> <p>C.1.2 Capacidad Máxima.</p>		

Figura 31. Ficha de indicador – Proximidad a redes de transporte público y a red de bicicleta. Fuente. DPU (2023)

G. Apéndice 7

Dimensión: Movilidad

Proporción de territorio cubierto por el transporte público

Objetivo
Aumento de la cobertura de la red de transporte público.

Definición
Proporción de la superficie cubierta por la red de transporte público sobre la mancha urbana.

Relevancia
El alcance de la red de transporte tiene relación directa con fenómenos sociales como la segregación socio espacial y también implicaciones en el valor del suelo y la habilitación económica productiva de los territorios.

Fórmula de cálculo:

1. Buffer de 500 metros a todas las redes de transporte público = A.
2. Elaboración de la mancha urbana donde se incluyen todas las áreas residenciales, formales e informales del distrito y su área de influencia. = B
3. $[(\text{Área de la intersección de A y B en hectáreas}) / (\text{Área de B})]$

Unidad de medida
Porcentaje.

Cobertura o escala:
Barrio / Distrito

Fuente de datos:
Dirección de Planificación Urbana

Método de levantamiento o captura de datos.
Mapa de líneas de transporte público actuales según la DPU.

Periodicidad de actualización
Anual.

Tendencia deseable
Entre el 70% - 80% de cobertura.

Observaciones
Cartografiable.

Pilar
Capacidad máxima.

Nivel
Componente Nivel 3.

Objetivo Superior
C.2.7 Desplazamientos cortos y movilidad sostenible.

Figura 32. Ficha de indicador – Proporción de territorio cubierto por el transporte público. Fuente. DPU (2023)

H. Apéndice 8

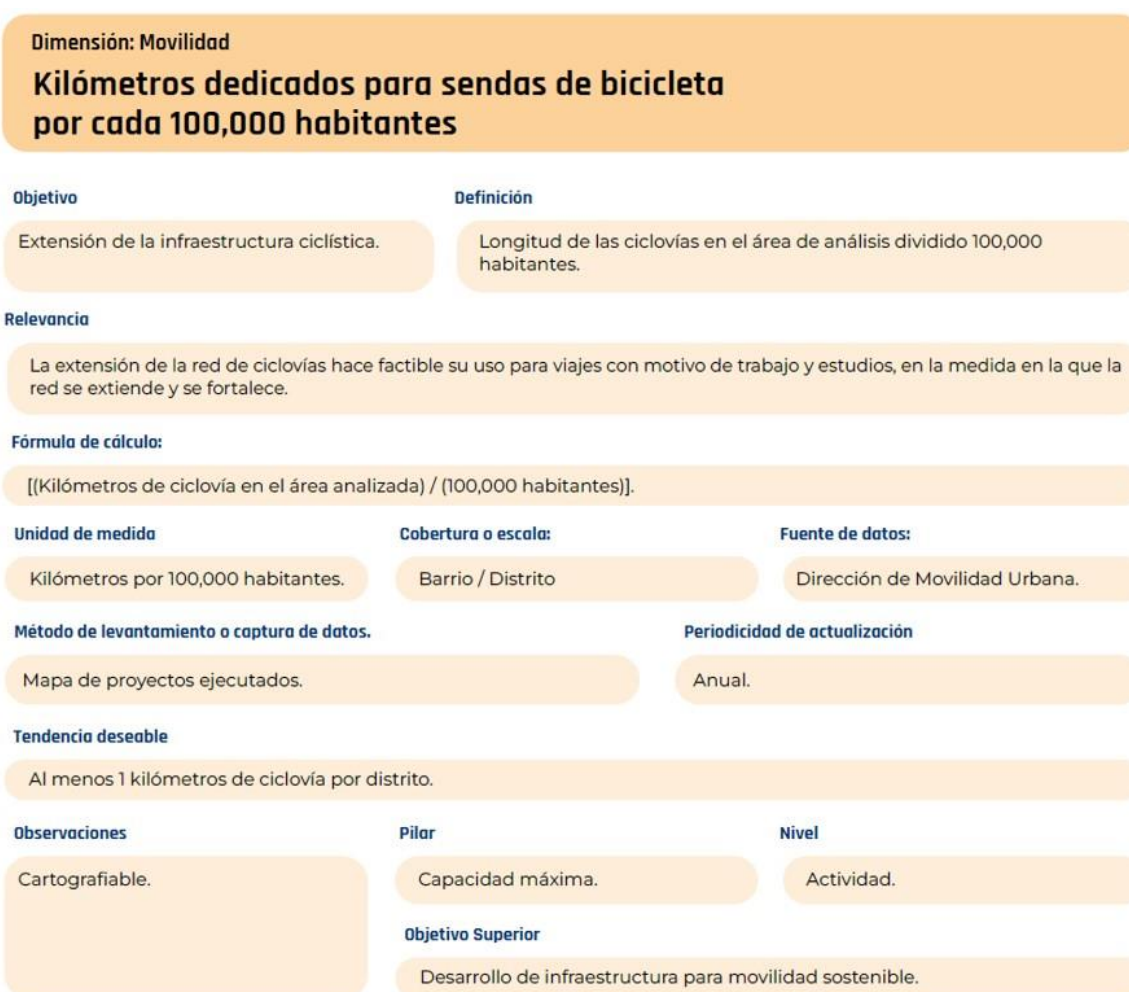


Figura 33. Ficha de indicador – Kilómetros dedicados para sendas de bicicleta por cada 100,000 habitantes.
Fuente. DPU (2023)

I. Apéndice 9

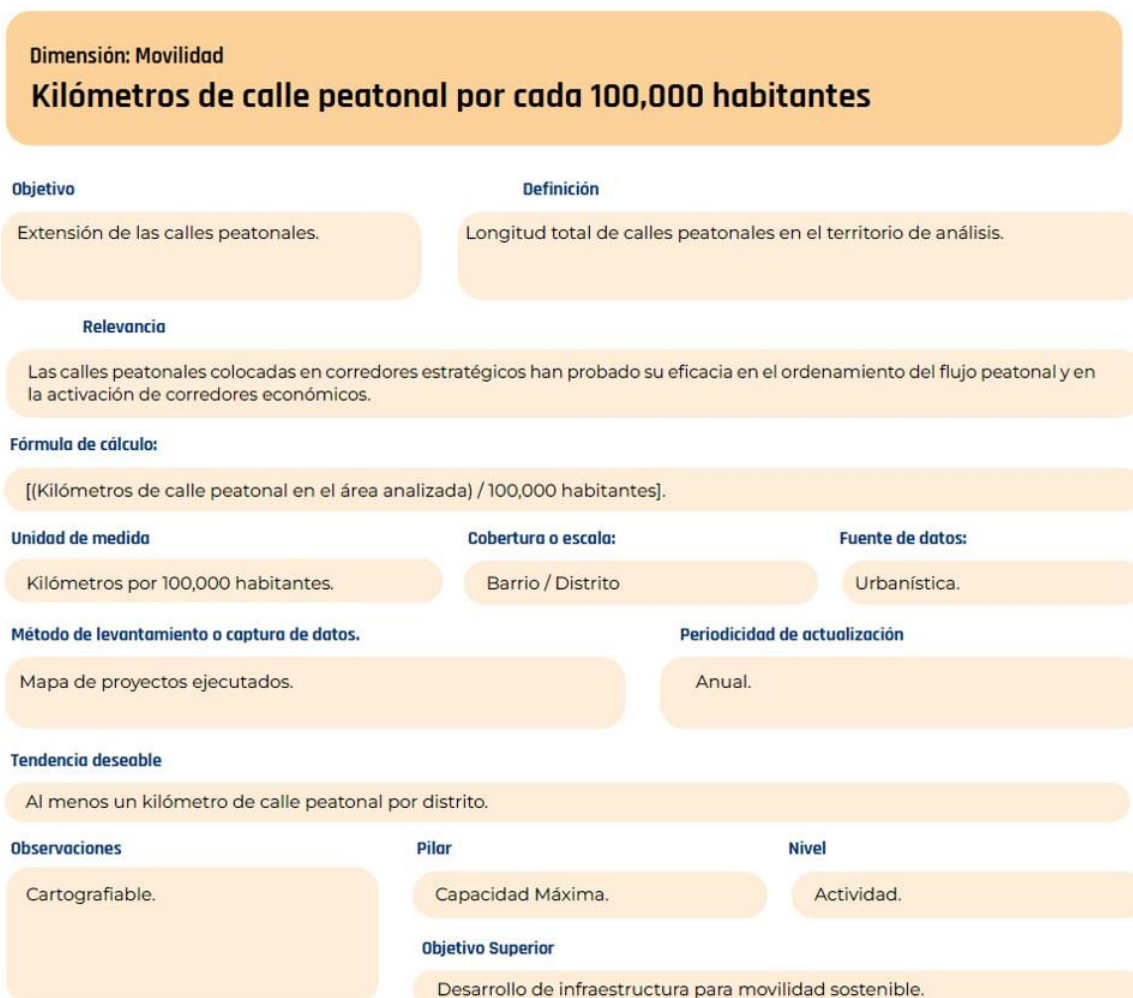


Figura 34. Ficha de indicador – Kilómetros de calle peatonal por cada 100,000 habitantes. Fuente. DPU (2023)

J. Apéndice 10

Año	Construcción (m ²)	Movimiento de tierra (m ³)	Construcción complementaria (m ²)	Demolición (m ²)	Cambio de uso de suelo (m ²)	Total metros autorizados	Total licencias autorizadas
2004	1,472,952.71	334,305.31	258,063.82	-	54,472.59	2,119,794.44	4,466
2005	1,067,778.90	1,113,956.09	154,173.56	-	20,692.56	2,356,601.11	3,680
2006	1,490,401.80	1,017,057.69	230,539.56	-	24,871.97	2,762,871.02	3,689
2007	2,381,783.94	411,889.16	252,583.32	-	20,995.16	3,067,251.59	3,347
2008	1,352,503.80	318,264.33	216,732.85	-	22,783.38	1,910,284.35	3,063
2009	837,678.12	211,634.54	46,779.87	-	5,963.56	1,102,056.09	2,415
2010	1,438,201.25	18,136.47	21,435.62	-	2,332.04	1,480,105.38	2,246
2011	1,109,197.40	94,052.78	19,952.32	-	1,026.78	1,224,229.29	2,092
2012	1,223,434.15	73,646.67	20,056.69	-	-	1,317,137.51	2,123
2013	860,272.70	1,010,218.04	160,134.18	44,432.48	7,092.94	2,082,150.34	1,801
2014	1,056,347.19	1,597,728.95	176,288.02	62,943.15	13,243.82	2,906,551.10	2,132
2015	1,284,195.57	1,480,656.23	141,578.02	79,717.36	9,360.25	2,995,507.43	1,662
2016	1,279,996.34	1,073,677.97	129,161.92	68,563.53	6,809.53	2,558,209.29	1,122
2017	1,233,129.32	1,172,179.18	157,017.14	118,500.00	8,362.79	2,689,188.43	1,431
2018	1,620,097.84	2,367,001.14	156,410.45	80,555.45	14,672.25	4,238,737.13	1,222
2019	1,660,023.34	3,221,863.20	164,291.70	108,087.85	5,881.01	5,160,147.10	1,084
2020	899,711.89	1,170,263.93	89,305.03	47,896.11	12,024.21	2,219,201.17	687
2021	1,275,178.75	1,556,448.40	152,985.47	90,557.96	4,492.19	3,079,662.77	992
2022	1,317,838.90	1,220,976.62	155,666.21	89,210.88	23,723.49	2,807,416.10	1,218
2023	1,435,711.75	1,852,314.30	137,277.41	103,985.83	16,145.94	3,545,435.23	1,047
2024 (2do. Trimestre)	970,324.98	1,195,603.79	86,556.72	46,567.15	7,985.04	2,307,037.68	532
TOTAL	27,266,760.64	22,511,874.79	2,926,989.88	941,017.75	282,931.50	53,929,574.55	42,051

Figura 35. Informe DCT - Licencias y metros aprobados año 2004 a junio 2024. Fuente. DCT (2024)

K. Apéndice 11

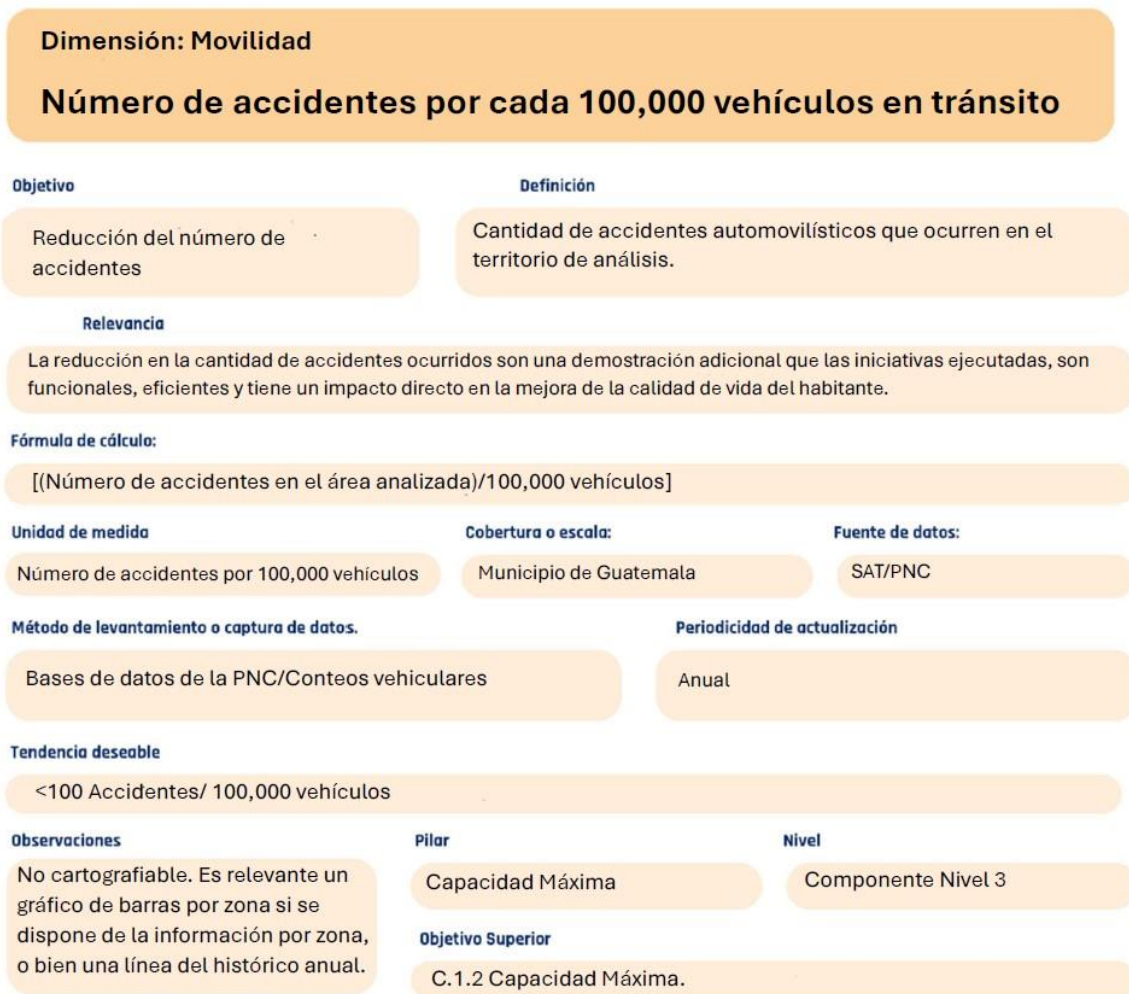


Figura 36. Ficha de indicador – Número de accidentes por cada 100,000 vehículos en tránsito. Fuente. Elaboración propia.

L. Apéndice 12

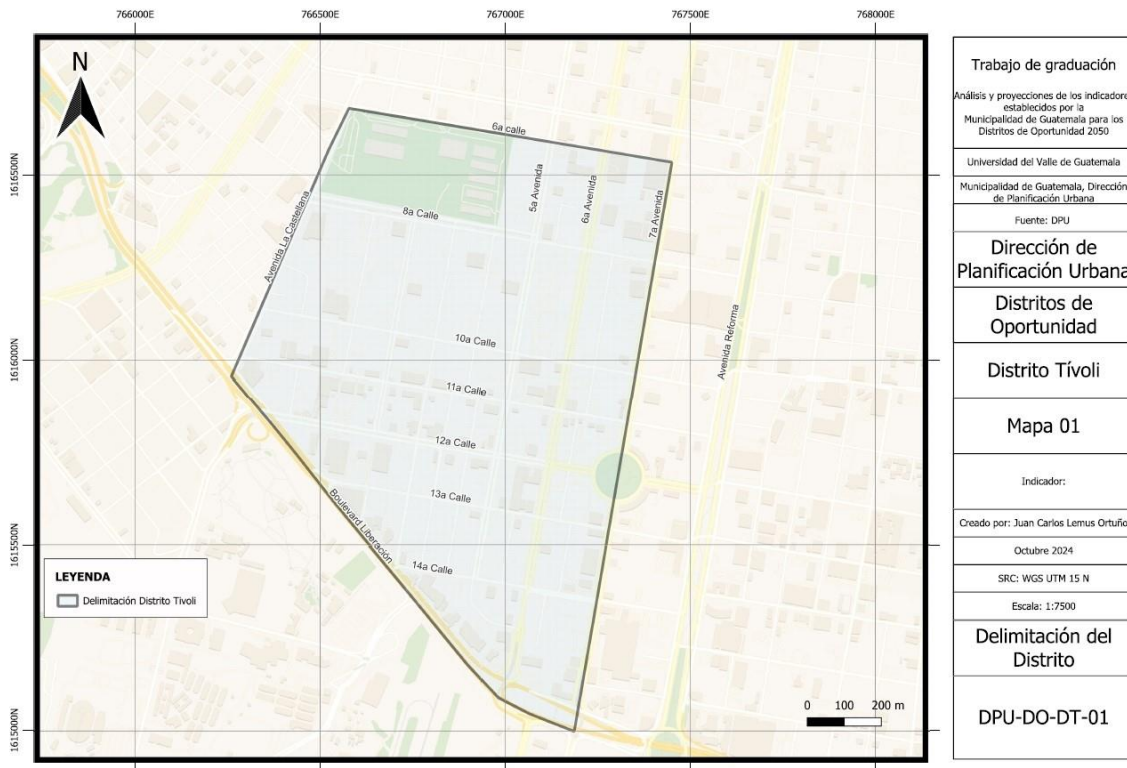


Figura 37. Mapa 01 - Delimitación del distrito Tívoli. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa delimita la zona del distrito haciendo clara referencia de las calles, avenidas o rutas principales que marcan sus límites. Siento en este caso la 6ta calle, la 7a avenida, Boulevard Liberación y la avenida La Castellana en zona 9.

M. Apéndice 13

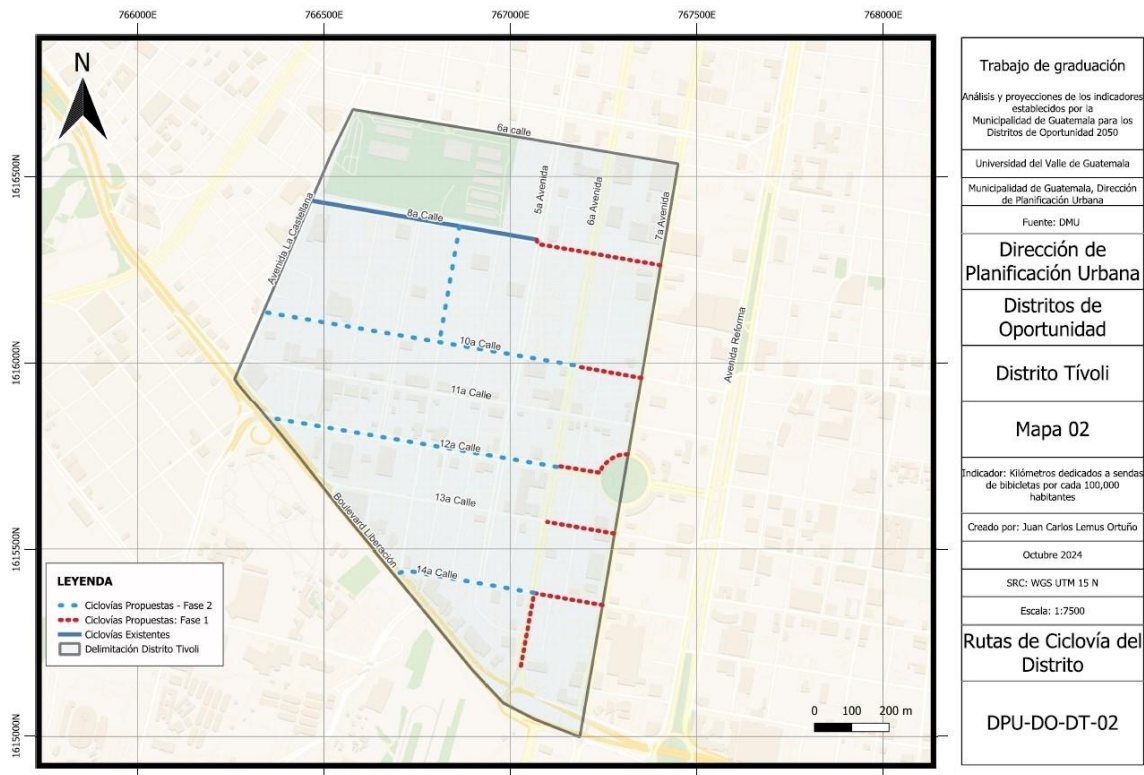


Figura 38. Mapa 02 - Plan maestro de ciclovías alimentadoras. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa busca mostrar la planificación que se tiene definida para el proyecto de ciclovías dentro del distrito Tívoli. Separándola en ciclovías existentes y las siguientes fases por desarrollar. Las gráficas de proyección que corresponden a este indicador se pueden encontrar en las figuras no. 18 y no. 19.

N. Apéndice 14

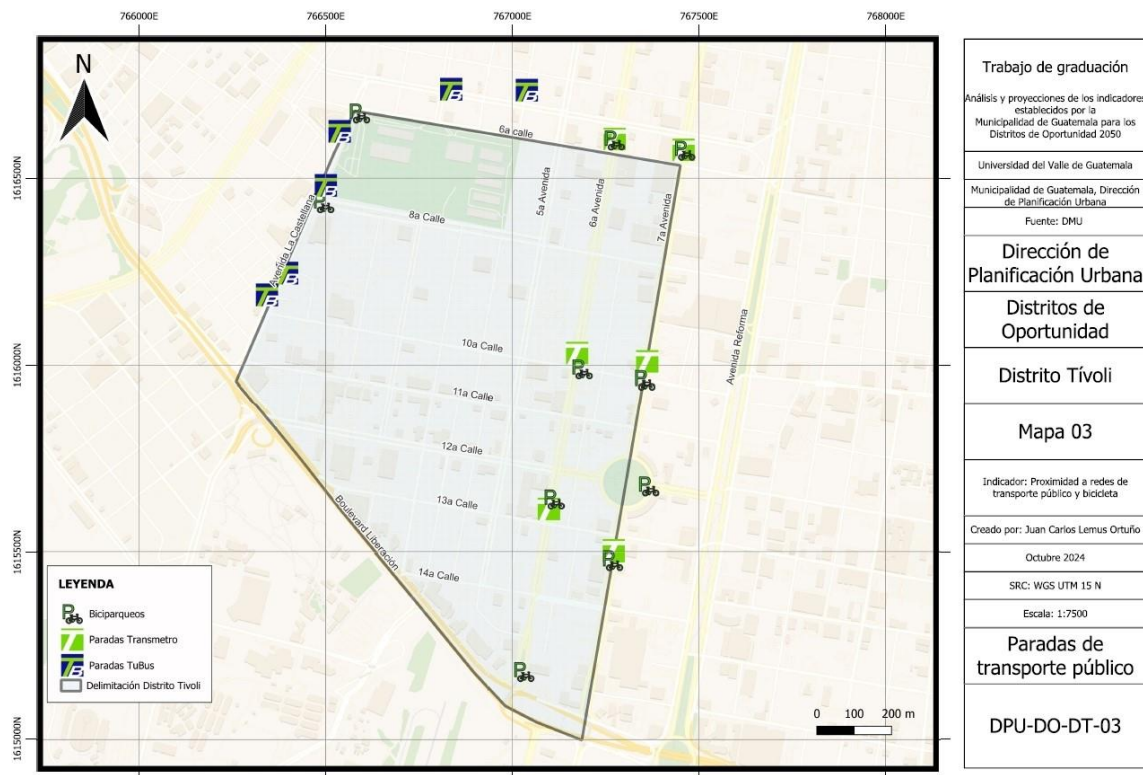
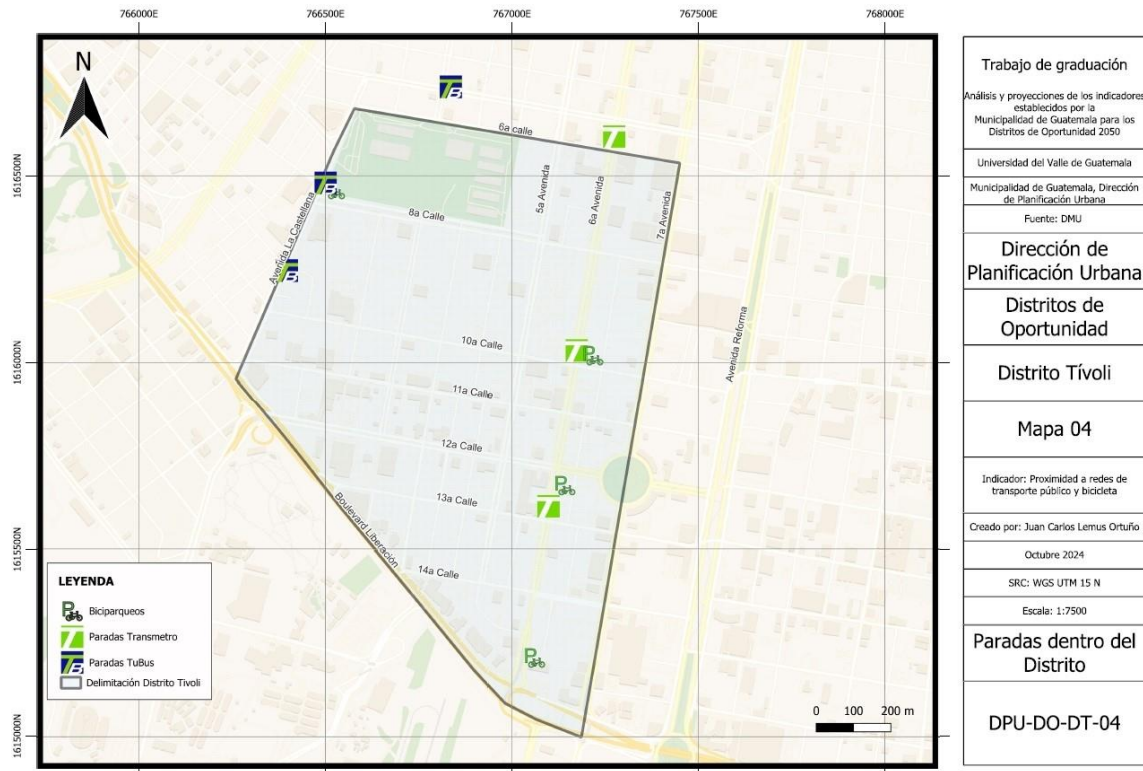


Figura 39. Mapa 03 - Paradas de transporte público disponibles en zona 9. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa presenta las paradas de transporte público dentro de la zona 9, se cuentan paradas de Transmetro (6), TuBus (6) y Biciparquesos (10).

O. Apéndice 15



Trabajo de graduación
Análisis y proyecciones de los indicadores establecidos por la Municipalidad de Guatemala para los Distritos de Oportunidad 2050
Universidad del Valle de Guatemala
Municipalidad de Guatemala, Dirección de Planificación Urbana
Fuente: DMU
Dirección de Planificación Urbana
Distritos de Oportunidad
Distrito Tivoli
Mapa 04
Indicador: Proximidad a redes de transporte público y bicicleta
Creado por: Juan Carlos Lemus Ortuño
Octubre 2024
SRC: WGS UTM 15 N
Escala: 1:7500
Paradas dentro del Distrito
DPU-DO-DT-04

Figura 40. Mapa 04 - Paradas de transporte público con radio de influencia dentro del distrito. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa presenta las paradas de transporte público dentro de la zona 9 que tienen un radio de influencia directa en el distrito. Se cuentan paradas de Transmetro (3), TuBus (3) y Biciparques (4).

P. Apéndice 16

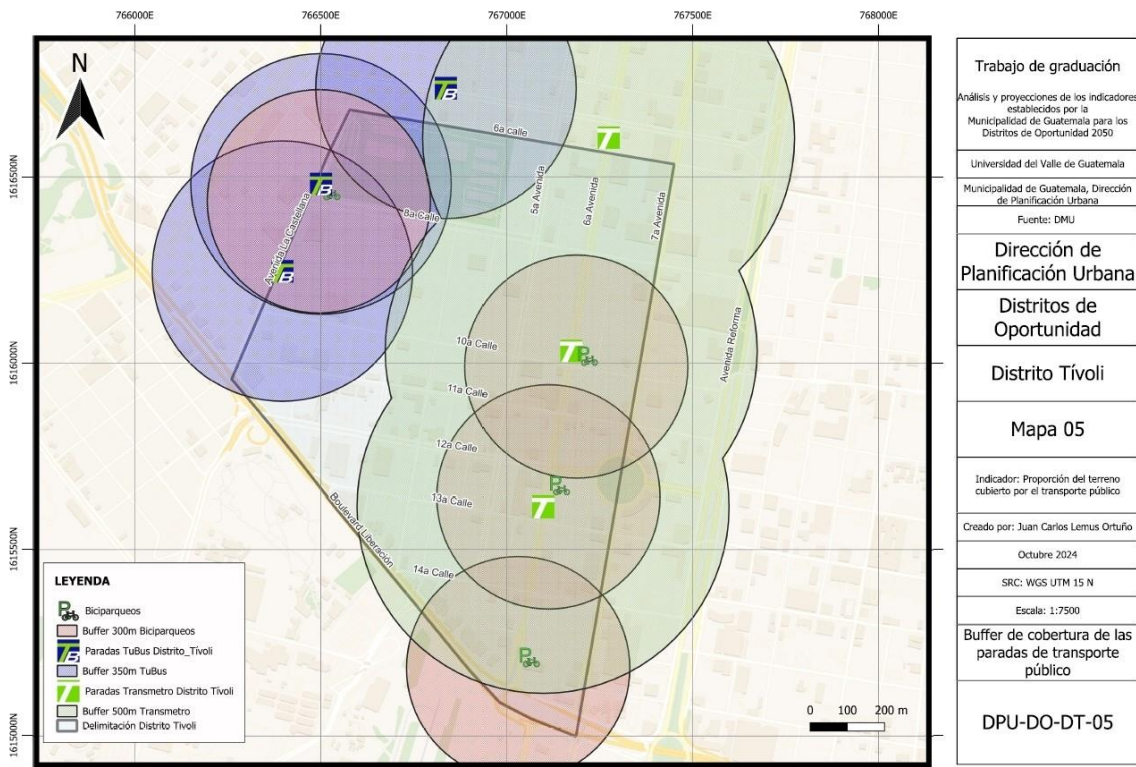


Figura 41. Mapa 05 - Radio de influencia de las paradas de transporte público o alternativo. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa representa los radios de influencia que tienen cada una de las paradas de transporte público mostradas en el anterior mapa. Los radios de influencia son: Transmetro (500.0 m), TuBus (350.0 m) y Biciparqueos (300.0 m). Según lo indicado en la ficha del indicador.

Q. Apéndice 17

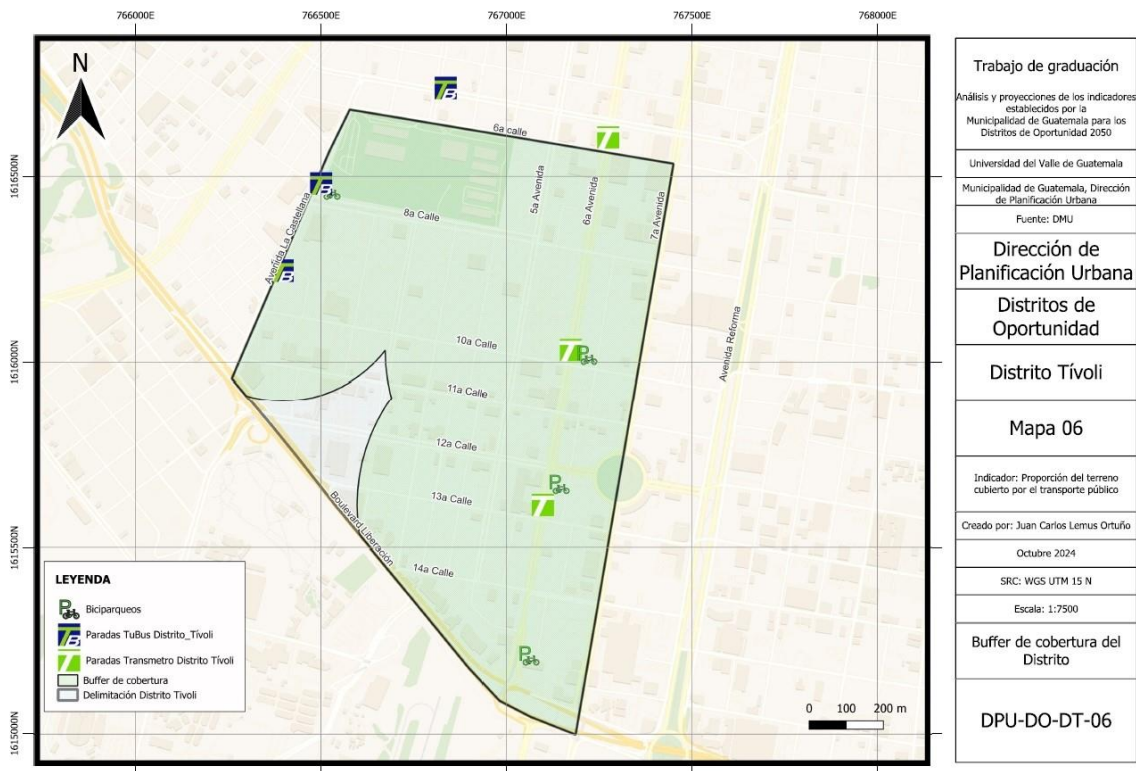


Figura 42. Mapa 06 - Zona de cobertura del distrito Tívoli. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa presenta una región que representa los radios de influencia mostrados en el mapa anterior, de manera conjunta con el fin de mostrar el área cubierta por estos y las zonas que no se encuentran cubiertas aún. En el apéndice 21 se encuentra una propuesta realizada con el fin de cubrir la zona faltante y alcanzar el 100 % del territorio cubierto.

R. Apéndice 18

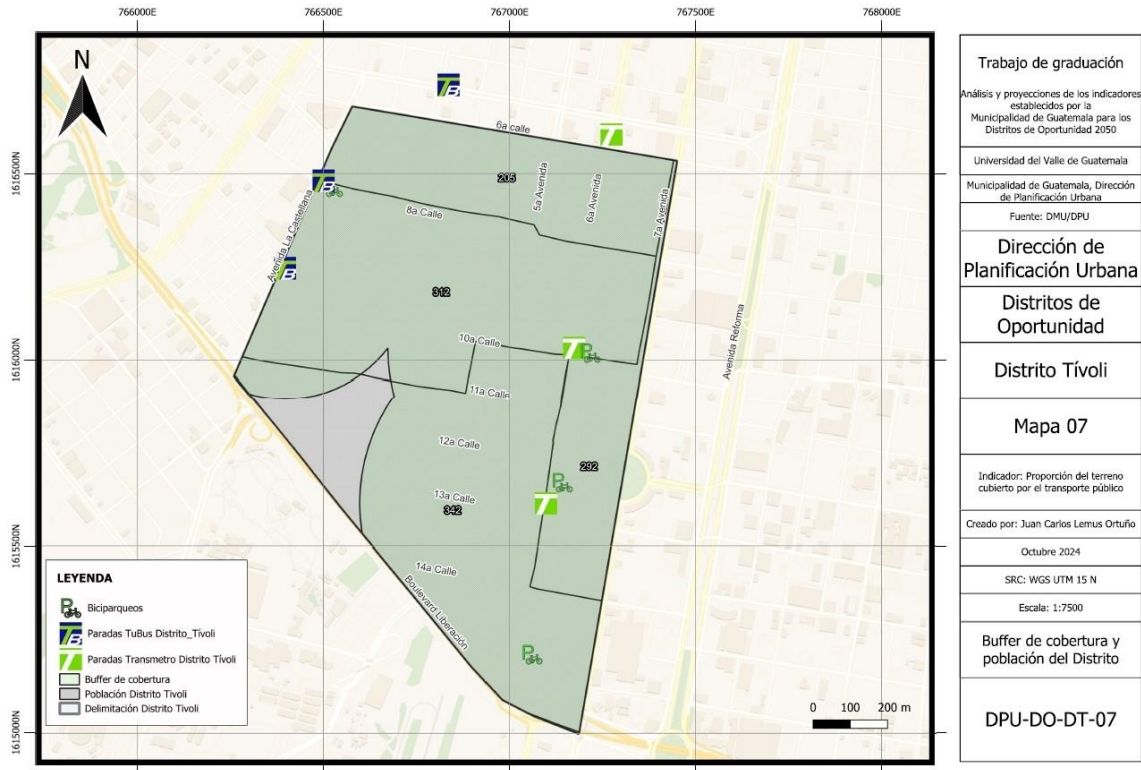


Figura 43. Mapa 07 - Comparación de la zona de cobertura con la población del distrito Tivoli.
Fuente. Elaboración propia.

Este mapa muestra la región presentada anteriormente con una delimitación interna que representa la cantidad de residentes por región delimitada y la región que menor cobertura posee, la cual sería la región Sur con un total de 342 habitantes.

S. Apéndice 19

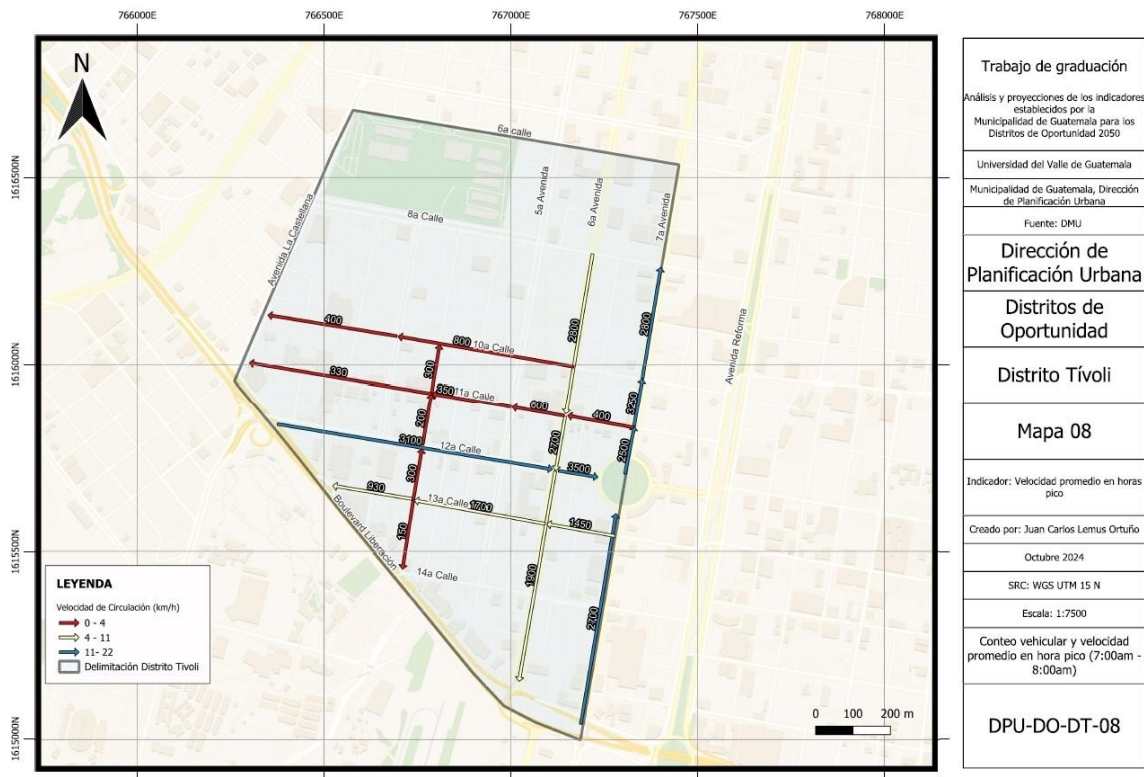


Figura 44. Mapa 08 - Conteo vehicular y velocidades en las rutas principales del distrito Tivoli.

Fuente. Elaboración propia.

Este mapa grafica la información compartida por el último conteo vehicular realizado en zona 9 que data de 2017, por calle y avenida. Adicionalmente se clasifican las flechas en 3 distintos colores que representan la velocidad calculada en los cuadros No. 2 y No. 3 con el fin de identificar las calles y avenidas con menor velocidad de tránsito durante la hora pico matutina (7:00 a.m. a 8:00 a.m.). Debido a la gran cantidad de actividades económicas y la población flotante, en su mayoría trabajadores, que ingresan al distrito diariamente, se congestiona el paso a esta hora, justificando las bajas velocidades mostradas.

T. Apéndice 20

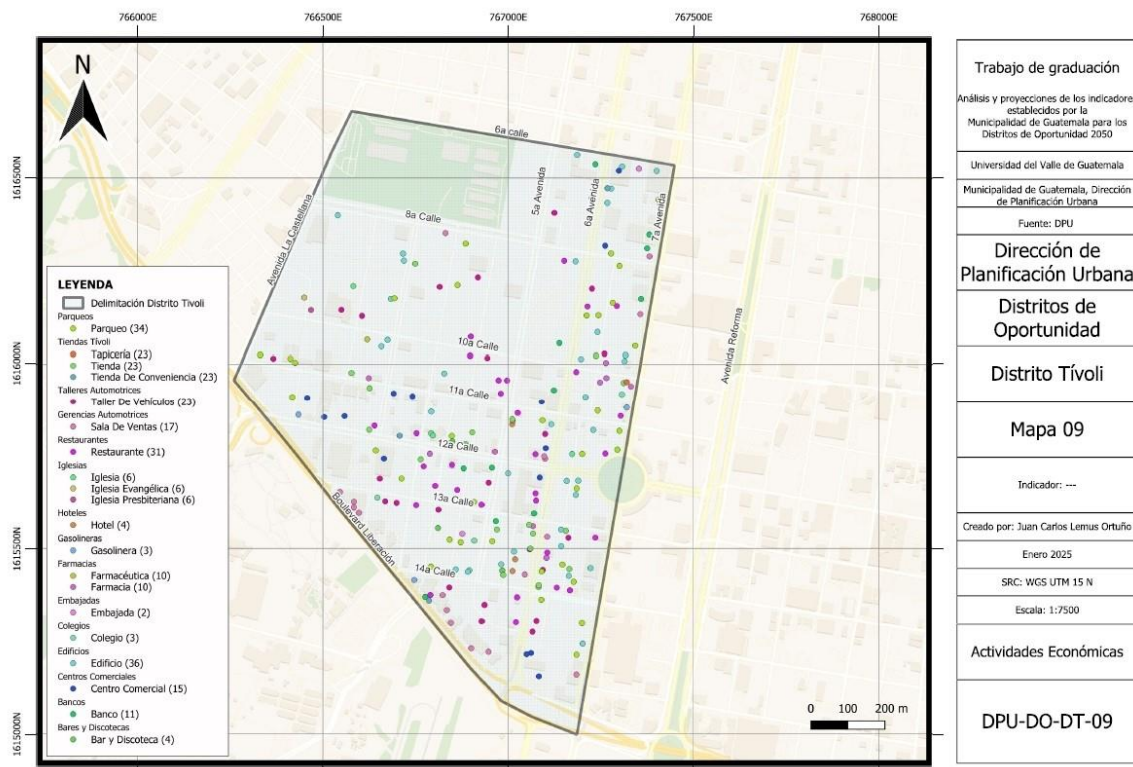


Figura 45. Mapa 09 - Actividades económicas relevantes dentro del distrito. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa muestra las principales actividades económicas dentro del distrito Tivoli. La leyenda presenta negocios como: Comerciales, oficinas, bares, discotecas, bancos, colegios, parques, Embajadas, gasolineras, etc. Justificando la gran cantidad de ingresos a diario al Distrito.

U. Apéndice 21

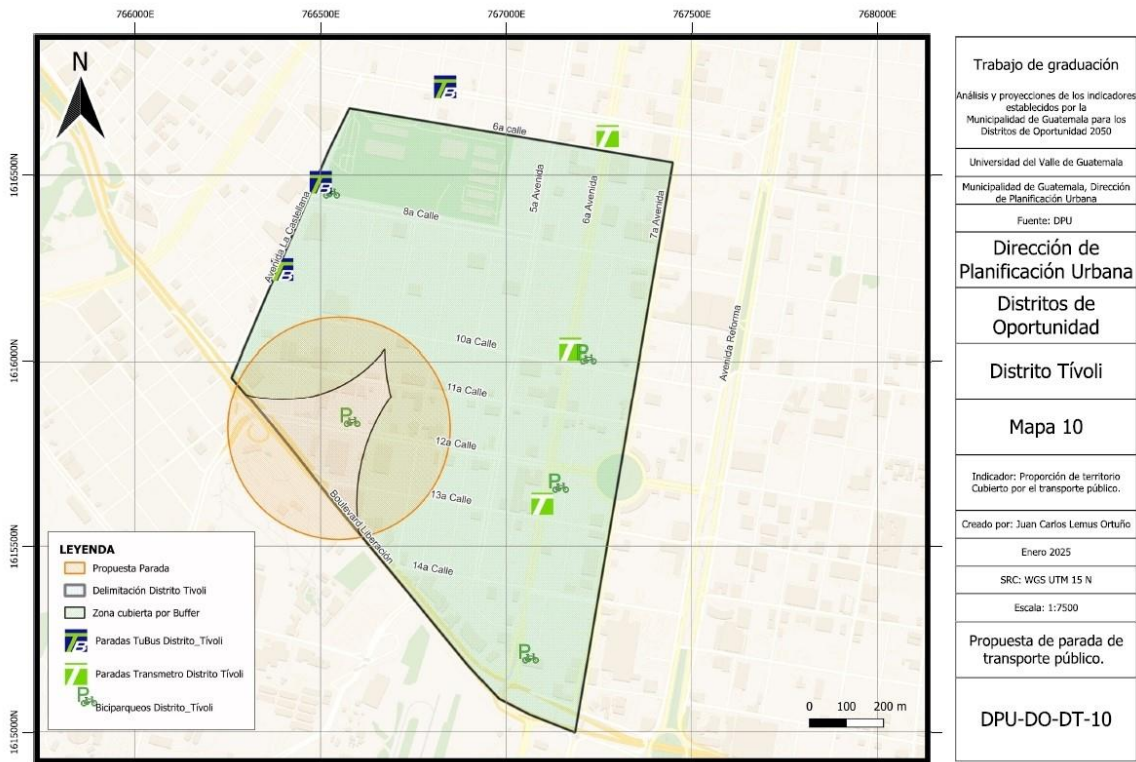


Figura 46. Mapa 10 - Propuesta de ubicación de parada de transporte público. Fuente. Elaboración propia.

Este mapa presenta la propuesta personal de una parada de transporte público con el fin de cubrir el 100 % del territorio del distrito. Un biciparqueo ubicado entre la 0 avenida y la 1ra avenida y 12 calle de la zona 9.