



Universidad del Azuay

Departamento de Posgrados

Maestría en Tránsito, Transporte y Seguridad Vial

**Tratamiento de Polo Generador de Tráfico
“Redondel Mitad del Mundo”**

**Trabajo de Graduación Previo a la Obtención del Título de
Magister en Tránsito, Transporte y Seguridad Vial**

Autor:

Arq. Jossue Demián Sotomayor Recalde

Director:

Arq. MSc. Alfonso Isch López

Cuenca – Ecuador

2016

RESUMEN

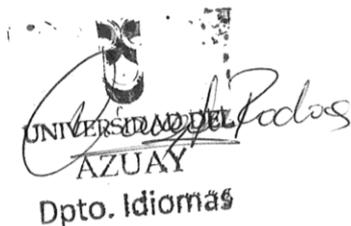
El estudio de polos generadores de tráfico parte de la implantación de proyectos arquitectónicos de alta jerarquía y como estos influyen en la movilidad por medio de la interacción transporte – uso de suelo; esto conlleva impactos positivos y negativos en el contexto artificial, natural y social. Para tratar los posibles efectos indeseables de los polos generadores de tráfico sobre el tránsito se plantea como requerimiento a los proyectos arquitectónicos cumplir con el estudio de impacto vial, el cual tiene como propósito prever el impacto futuro sobre el tránsito y anticipar soluciones por medio de un plan de medidas de mitigación. El objetivo de este trabajo es contextualizar el análisis del Polo Generador de Tráfico “Redondel Mitad del Mundo” por medio del estudio comparativo de normativas y metodologías de impacto vial, con el fin de establecer una propuesta propia, acorde al área de estudio. El proyecto final se centrará en el modelamiento de tránsito para evaluar posibles escenarios, obtener conclusiones y respaldar el diseño con proyecciones de tránsito a un horizonte temporal de 10 años.

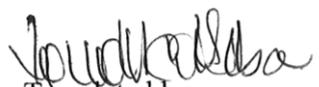
Descriptor: Polo Generador de Tráfico – Contexto Urbano – Proyectos Arquitectónicos – Impacto Vial – Transporte – Uso de Suelo – Movilidad – Accesibilidad – Disgregación Modal – Modelos de Tránsito – Mitigación de Impactos.

ABSTRACT

The study of traffic generation poles starts from the implementation of high-level architectural projects and how these influence mobility through the interaction between transport and land use. This entails positive and negative impacts in the artificial, natural and social context. In order to deal with the possible undesirable effects of traffic generation poles on transit, architectural projects are required to comply with road impact studies in order to prevent future impact on traffic and anticipate solutions by means of a mitigation measures program. The objective of this work is to contextualize the analysis of "Redondel Mitad del Mundo" Traffic Generation Pole by means of a comparative study of road impact standards and methodologies aimed at establishing an independent proposal according to the area of study. The final project will focus on traffic modeling to assess possible scenarios, draw conclusions and support the design with transit projections over a 10-year period.

Descriptors: Traffic Generator Pole - Urban Context - Architectural Projects - Road Impact - Transport - Land Use - Mobility - Accessibility - Modal Disaggregation - Transit Models - Impact Mitigation.




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Índice de Contenidos.

Resumen.....	ii
Índice de Contenidos.....	iii a iv
Índice de Tablas.....	v a vi
Índice de Gráficos.....	vi
Índice de Mapas.....	vi a vii
Índice de Fotografías.....	vii
Índice de Modelos de Tránsito.....	vii a viii
Índice de Renders.....	viii
Índice de Anexos.....	viii
Índice de Planos.....	viii
Introducción.....	1 a 20
1. Antecedentes.....	1
2. Planteamiento del Problema.....	2
3. Objetivo General.....	2
4. Objetivos Específicos.....	3
5. Justificación.....	3
6. Marco Legal.....	3
7. Metodologías.....	4 a 12
8. Alcance y Delimitación.....	13
9. Marco Teórico.....	13 a 16
10. Estudio del Sitio.....	17 a 20
Capítulo I Sistema Urbano.....	21 a 65
1. Medio Físico Natural.....	21 a 32
a. Condiciones Ambientales.....	21 a 26
i. Temperatura.....	21 a 22
ii. Pluviosidad.....	23
iii. Humedad Atmosférica.....	24
iv. Velocidad del Viento.....	25
b. Geología.....	27 a 29
i. Consistencia del suelo.....	27
ii. Topografía.....	28
c. Riesgos.....	30 a 32
i. Volcánicos.....	30
ii. Sísmicos.....	31
iii. Morfo climáticos.....	32
2. Medio Físico Artificial.....	33 a 58
a. Morfología Urbana.....	33 a 36
i. Clasificación del Suelo.....	33
ii. Uso del Suelo.....	34
iii. Tejido Urbano.....	35
b. Funcionalidad Urbana.....	37 a 45
i. Vialidad.....	37 a 42
ii. Incompatibilidades.....	43 a 45
c. Morfología Arquitectónica.....	46 a 49
i. Ciudad Mitad del Mundo.....	46
ii. Sede UNASUR.....	47

iii. Plaza Equinoccial.....	48
d. Funcionalidad de los Objetos Arquitectónicos.....	50 a 55
i. Ciudad Mitad del Mundo.....	50 a 51
ii. Sede UNASUR.....	52 a 53
iii. Plaza Equinoccial.....	54
e. Sistema de Infraestructura.....	56
i. Redes Técnicas de Abastecimiento y Desalojo.....	56
f. Imagen Urbana.....	57 a 58
i. Vistas y Paisaje.....	57 a 58
3. Medio Social.....	59 a 62
a. Demografía.....	59 a 60
b. Manifestaciones Culturales.....	61 a 62
4. Futuros Proyectos.....	63 a 65
a. Urbanos.....	63
b. Arquitectónicos.....	64
Capítulo II Subsistema de Transporte.....	66 a 106
1. Volumen de Tránsito.....	66 a 84
a. Generación.....	66 a 73
b. Distribución y Asignación de Viajes.....	74 a 79
c. Volúmenes de tránsito proyectados.....	80 a 84
2. Análisis Operacional de Tránsito.....	85 a 106
a. Operación de Tránsito Base Año 2016.....	90 a 93
b. Operación del Tránsito Proyectado Año 2021.....	94 a 97
c. Operación del Tránsito Proyectado Año 2026.....	98 a 101
d. Análisis de Niveles de Servicio.....	104 a 105
Capítulo III Propuesta.....	107 a 149
1. Recapitulación del Alcance.....	107 a 108
2. Estudio de Referentes.....	109 a 112
3. Diseño Medidas de Mitigación de Impactos.....	113 a 118
a. Propuesta 1 Turbo Rotonda Pequeña.....	113 a 114
b. Propuesta 2 Turbo Rotonda Grande.....	115 a 116
c. Propuesta 3 Combinación Paso Deprimido y Rotonda....	117 a 118
4. Estudio de Factibilidad.....	119 a 139
a. Factibilidad Técnica.....	119 a 135
b. Análisis de Niveles de Servicio de Propuesta Seleccionada.....	136 a 137
c. Factibilidad Económica.....	138
5. Valoración del Ahorro del Tiempo.....	140
6. Modelamiento 3D.....	141 a 146
7. Memoria Descriptiva.....	147
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	148 a 149
Anexos.....	150 a 165
Bibliografía.....	166 a 167
Netgrafía.....	168
Planos.....	169 a 173

Índice de Tablas:

Tabla 1. Comparación de Metodologías de impacto Vial.....	11
Tabla 2. Temperatura Absoluta y Media del Aire a la Sombra.....	21
Tabla 3. Valores Pluviométricos Mensuales.....	23
Tabla 4. Humedad Relativa, Punto de Rocío y Tensión de Vapor.....	24
Tabla 5. Velocidad Media y Frecuencia del Viento.....	25
Tabla 6. Clasificación del Suelo.....	27
Tabla 7. Áreas parciales y totales urbano, urbanizable y no urbanizable de San Antonio de Pichincha.....	33
Tabla 8. Características Técnicas Vía Expresa.....	37
Tabla 9. Características Técnicas Vía Colectora.....	40
Tabla 10. De Usos de Suelo y sus Relaciones de Compatibilidad.....	43
Tabla 11. Usos Prohibidos.....	43 a 44
Tabla 12. Usos Condicionados.....	44
Tabla 13. Población Total.....	59
Tabla 14. Crecimiento Total.....	59
Tabla 15. Factores de Equivalencia.....	66
Tabla 16. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Norte Sur Días entre semana.....	67
Tabla 17. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Sur Norte Días entre semana.....	68
Tabla 18. Conteo de Tráfico Av. Equinoccial Dirección Este Oeste Días entre semana.....	69
Tabla 19. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Norte Sur Día fin de semana.....	70
Tabla 20. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Sur Norte Día fin de semana.....	70
Tabla 21. Conteo de Tráfico Av. Equinoccial Dirección Este Oeste Día fin de semana.....	71
Tabla 22. Rotación de Parqueaderos.....	71
Tabla 23. Diagrama de Giros Automóviles.....	75
Tabla 24. Diagrama de Giros Motocicletas.....	75
Tabla 25. Diagrama de Giros Autobuses.....	76
Tabla 26. Diagrama de Giros Camiones Ligeros.....	76
Tabla 27. Diagrama de Giros Camiones Medianos.....	77
Tabla 28. Diagrama de Giros Camiones Pesados.....	77
Tabla 29. Diagrama de Giros Remolques.....	78
Tabla 30. Tabla de Proyecciones Años 2016 – 2017 – 2018.....	81
Tabla 31. Tasas de Crecimiento Anuales 2016 – 2017 – 2018.....	81
Tabla 32. Tabla de Proyecciones Años 2019 – 2020 – 2021.....	82
Tabla 33. Tasas de Crecimiento Anuales 2019 – 2020 – 2021.....	82
Tabla 34. Tabla de Proyecciones Años 2022 – 2023 – 2024.....	83
Tabla 35. Tasas de Crecimiento Anuales 2022 – 2023 – 2024.....	83
Tabla 36. Tabla de Proyecciones Años 2025 – 2026 – 2027.....	84
Tabla 37. Tasas de Crecimiento Anuales 2025 – 2026 – 2027.....	84
Tabla 38. Resultados de Operación del Tránsito del Estado Actual.....	102
Tabla 39. Resultados de Operación del Tránsito del Estado Actual.....	103
Tabla 40. Nivel de Servicio Estado Actual Año 2016.....	104
Tabla 41. Nivel de Servicio Proyección Año 2021.....	104

Tabla 42. Nivel de Servicio Proyección Año 2026.....	105
Tabla 43. Recapitulación del Alcance.....	107 a 108
Tabla 44. Resultados Operacionales Propuesta 1 y 2.....	119 a 121
Tabla 45. Resultados Análisis Operacional Propuesta 3.....	122
Tabla 46. Resultados Análisis Operacional Propuesta 3.....	123
Tabla 47. Nivel de Servicio de Propuesta Paso Deprimido y Rotonda Superior Año 2016.....	136
Tabla 48. Nivel de Servicio de Propuesta Paso Deprimido y Rotonda Superior Año 2021.....	136
Tabla 49. Nivel de Servicio de Propuesta Paso Deprimido y Rotonda Superior Año 2026.....	137
Tabla 50. Presupuesto Referencial Propuesta Seleccionada Combinación de Paso Deprimido y Rotonda Superior.....	138
Tabla 51. Conclusiones de Propuestas.....	139
Tabla 52. Costo estimado del salario por hora.....	140
Tabla 53. Resultados de Análisis Operacional.....	140
Tabla 54. Valoración del ahorro del tiempo por hora.....	140

Índice de Gráficos:

Gráfico 1. Diagrama de Metodología Compañía de Ingeniería de Tráfico.....	6
Gráfico 2. Relación Funcional Hombre – Actividades.....	15
Gráfico 3. Tipos de Análisis del Sistema Urbano.....	16
Gráfico 4. Esquema de Prolongación de la Av. Simón Bolívar.....	20
Gráfico 5. Temperatura Absoluta del Aire a la Sombra.....	22
Gráfico 6. Temperatura Media del Aire a la Sombra.....	22
Gráfico 7. Distribución Temporal de Precipitación.....	23
Gráfico 8. Sección típica Autopista Manuel Córdoba Galarza.....	38
Gráfico 9. Sección acceso a parqueadero de Ciudad Mitad del Mundo.....	39
Gráfico 10. Sección típica Av. Equinoccial.....	41
Gráfico 11. Pirámide Poblacional por Edad.....	59
Gráfico 12. Pirámide Poblacional por Sexo.....	60
Gráfico 13. Implantación Propuesta Proyecto Integral UNASUR.....	64
Gráfico 14. Diagrama de volúmenes de tráfico en hora pico a ser distribuidos.....	74
Gráfico 15. Evolución de Parque Automotor en el Distrito Metropolitano de Quito.....	80
Gráfico 16. Modelo Base.....	85
Gráfico 17. Tráfico Plaza Charles de Gaulle.....	109
Gráfico 18. Tráfico Large Dutch Turbo Roundabout.....	110
Gráfico 19. Vista 3D Son Ferriol Son LLàtzer.....	111
Gráfico 20. Comparación de Rotonda Tradicional con Turbo Rotonda.....	113
Gráfico 21. Esquema de Turbo Rotonda Pequeña.....	113
Gráfico 22. Esquema de Turbo Rotonda Grande.....	115
Gráfico 23. Esquema de Paso Deprimido y Rotonda Superior.....	117
Gráfico 24. Esquema de Corte de Paso Deprimido.....	117

Índice de Mapas:

Mapa 1. Clasificación General de Suelos del Ecuador.....	27
--	----

Mapa 2. Topografía e Hidrografía de San Antonio de Pichincha.....	28
Mapa 3. Peligros Volcánicos en las Parroquias Equinocciales.....	30
Mapa 4. Amenazas Sísmicas en las Parroquias Equinocciales.....	31
Mapa 5. Susceptibilidad del suelo a la erosión en las Parroquias Equinocciales.....	31
Mapa 6. Clasificación del Suelo de San Antonio de Pichincha.....	33
Mapa 7. Plano de Uso de Suelo de San Antonio de Pichincha.....	34
Mapa 8. Mancha Urbana de Suelo de San Antonio de Pichincha.....	35
Mapa 9. Propuesta 1 Turbo Rotonda Pequeña.....	114
Mapa 10. Propuesta 2 Turbo Rotonda Grande.....	116
Mapa 11. Propuesta 3 Combinación de Paso Deprimido y Rotonda Superior.....	118

Índice de Fotografías:

Fotografía 1. Monumento Astronómico Mitad del Mundo 1968.....	18
Fotografía 2. Vista Aérea Monumento Astronómico Mitad del Mundo 1968.....	18
Fotografía 3. San Antonio de Pichincha 2016.....	19
Fotografía 4. Comercio informal costado de la Autopista Córdoba Galarza.....	45
Fotografía 5. Espacio Público Ciudad Mitad del Mundo.....	46
Fotografía 6. Espacio Público Sede UNASUR.....	47
Fotografía 7. Espacio Público Plaza Equinoccial.....	48
Fotografía 8. Acceso Peatonal Ciudad Mitad del Mundo.....	50
Fotografía 9. Acceso Vehicular a Parqueadero Ciudad Mitad del Mundo.....	51
Fotografía 10. Salida Vehicular de Parqueadero Ciudad Mitad del Mundo.....	51
Fotografía 11. Acceso Peatonal Sede UNASUR.....	52
Fotografía 12. Acceso Peatonal y Vehicular a Sede UNASUR.....	52
Fotografía 13. Acceso y Salida Vehicular Principal Sede UNASUR.....	53
Fotografía 14. Acceso y Salida Vehicular secundaria Sede UNASUR.....	53
Fotografía 15. Acceso Peatonal Plaza Equinoccial.....	54
Fotografía 16. Acceso Vehicular Plaza Equinoccial.....	54
Fotografía 17. Vista Norte.....	57
Fotografía 18. Vista Oeste.....	57
Fotografía 19. Vista Sur.....	58
Fotografía 20. Vista Este.....	58
Fotografía 21. Eventos Temporales Ciudad Mitad del Mundo.....	61
Fotografía 22. Cumbre CELAC 2016.....	62
Fotografía 23. Evento Temporal Plaza Equinoccial.....	62
Fotografía 24. Plaza Charles de Gaulle.....	109
Fotografía 25. Large Dutch Turbo Roundabout.....	110
Fotografía 26. Son Ferriol Son LLätzer.....	111

Índice de Modelos de Tránsito:

Modelo 1. Tipos de Vías.....	87
Modelo 2. Capacidad de las Secciones.....	88
Modelo 3. Velocidad Máxima.....	89
Modelo 4. Flujo Simulado por Carril Año 2016.....	90
Modelo 5. Velocidad Simulada por Carril Año 2016.....	91
Modelo 6. Densidad por Carril Simulada Año 2016.....	92
Modelo 7. Tiempo de Demora por Carril Simulado Año 2016.....	93

Modelo 8. Flujo Simulado por Carril Año 2021.....	94
Modelo 9. Velocidad Simulada por Carril Año 2021.....	95
Modelo 10. Densidad por Carril Simulada Año 2021.....	96
Modelo 11. Tiempo de Demora por Carril Simulado Año 2021.....	97
Modelo 12. Flujo Simulado por Carril Año 2026.....	98
Modelo 13. Velocidad Simulada por Carril Año 2026.....	99
Modelo 14. Densidad por Carril Simulada Año 2026.....	100
Modelo 15. Tiempo de Demora por Carril Simulado Año 2026.....	101
Modelo 16. Flujo Simulado Año 2016.....	124
Modelo 17. Velocidad Simulada Año 2016.....	125
Modelo 18. Densidad Simulada Año 2016.....	126
Modelo 19. Tiempo de Demora Año 2016.....	127
Modelo 20. Flujo Simulado Año 2021.....	128
Modelo 21. Velocidad Simulada Año 2021.....	129
Modelo 22. Densidad Simulada Año 2021.....	130
Modelo 23. Tiempo de Demora Año 2021.....	131
Modelo 24. Flujo Simulado Año 2026.....	132
Modelo 25. Velocidad Simulada Año 2026.....	133
Modelo 26. Densidad Simulada Año 2026.....	134
Modelo 27. Tiempo de Demora Año 2026.....	135

Índice de Renders:

Render 1 Acceso Norte.....	141
Render 2 Acceso Norte.....	142
Render 3 Redondel.....	143
Render 4 Redondel.....	144
Render 5 Acceso Sur.....	145
Render 6 Acceso Sur.....	146

Índice de Anexos:

Anexo 1. Normativa Ecuatoriana de Estudios de Impacto Vial.....	150 a 154
Anexo 2. Tipos de Vías Propuesta 3.....	155
Anexo 3. Capacidad Vía Propuesta 3.....	156
Anexo 4. Velocidad Máxima Propuesta 3.....	157
Anexo 5. Flujo Simulado Propuesta 1.....	158
Anexo 6. Velocidad Simulada Propuesta 1.....	159
Anexo 7. Densidad Simulada Propuesta 1.....	160
Anexo 8. Tiempo de Demora Propuesta 1.....	161
Anexo 9. Flujo Simulado Propuesta 2.....	162
Anexo 10. Velocidad Simulada Propuesta 2.....	163
Anexo 11. Densidad Simulada Propuesta 2.....	164
Anexo 12. Tiempo de Demora Propuesta 2.....	165

Índice de Planos:

Lámina 1. Prolongación de la Av. Simón Bolívar.....	169
Lámina 2. Estado Actual.....	170
Lámina 3. Propuesta 1 Turbo Rotonda Pequeña.....	171
Lámina 4. Propuesta 2. Turbo Rotonda Grande.....	172
Lámina 5. Propuesta 3 Combinación Paso Deprimido y Rotonda Superior....	173

1. Antecedentes.

En el año 2009 la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad vial aprobó la Normativa de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en Proyectos de Construcción. El documento posee carácter de Ley Nacional, pese a esto su objetivo es que los Gobiernos Cantonales lo incluyan en las ordenanzas de cada una de las ciudades, teniendo en cuenta las características propias del contexto local y así optimizar el tránsito.

Dicha Normativa hace referencia a que los proyectos arquitectónicos de alta jerarquía impactan en el tránsito y se vuelve necesario plantear medidas de descongestión, mejora de circulación y optimización de plazas de parqueo; debido a que dichas edificaciones son propensas a alta confluencia vehicular, peatonal y de sistemas de transporte no motorizados.

El enfoque del estudio se centra en los problemas de movilidad urbana causada por la implantación de proyectos arquitectónicos con la suficiente capacidad de generación y atracción de viajes reflejada en la hora de máxima demanda, resultando en congestión vehicular, los cuales se denominarán Polos Generadores de Tráfico; estos a su vez se dividen de acuerdo a su jerarquía en macro polos y micro polos. La ley Ecuatoriana se centra exclusivamente en los requerimientos hacia proyectos arquitectónicos de alta jerarquía (macropolos). Estos estudios tienen como objetivo la evaluación operacional del tránsito respecto a dos posibles escenarios: proyectos en fase de diseño y proyectos en funcionamiento; en el caso de que el proyecto esté en fase de diseño los escenarios por evaluar serán: con y sin proyecto.

De esta forma se plantea que el Estudio de Impacto a la Circulación de Tráfico en Proyectos de Construcción sea un requerimiento obligatorio para obtener la aprobación del proyecto arquitectónico y el posterior permiso de construcción por parte de la Municipalidad correspondiente.

La Normativa tiene como objetivo proporcionar términos de entrega mínimos, los cuales sirvan para analizar los impactos causados a la circulación del tráfico producto de la implantación del proyecto arquitectónico en vías aledañas o internas, accesibilidad, señalización horizontal y vertical, circulaciones vehiculares, peatonales y de personas con movilidad reducida; dichos requerimientos serán evaluados por personal técnico del Municipio.

Como punto final se establece que el estudio sea realizado por un especialista en tránsito, el mismo que debe considerar la planificación del territorio, transporte y directrices de zonificación, para plantear una propuesta óptima cuyo objetivo sea el bienestar colectivo.

Pese a lo establecido por la Norma en cuanto al desarrollo del estudio, la decisión sobre la implementación del mismo es exclusiva de la Municipalidad de turno, esto quiere decir que así el proyecto haya sido aprobado, puede que el Municipio no considere viable o factible su inclusión y no se desarrolle el proyecto ya sea de forma parcial o total.

2. Planteamiento del Problema.

En las condiciones actuales el área de estudio “Redondel Mitad del Mundo” se compone por la intersección vial de la autopista Manuel Córdoba Galarza, de jerarquía expresa, la cual corresponde a la Red Estatal E 28-D; y la Avenida Equinoccial de jerarquía colectora.

Respecto a los proyectos arquitectónicos que sobresalen por su jerarquía y conforman el Polo Generador de Tráfico se encuentran los siguientes:

- Ciudad Mitad del Mundo es un complejo turístico propiedad de la prefectura provincial de Pichincha; está situado a 2483 m.s.n.m., posee una extensión aproximada de 7,75 ha. Se ubica a 13 km. al norte de la ciudad de Quito. Su principal atractivo es el monumento de la mitad del mundo, conocido universalmente, el cual conmemora la misión geodésica del siglo XVIII la misma que trazó la línea equinoccial. Actualmente es uno de los atractivos turísticos más importantes de Ecuador, con una afluencia anual aproximada de 200 mil turistas.
- El proyecto arquitectónico de Sede de UNASUR se inauguró el 5 de diciembre de 2014 en San Antonio de Pichincha, cuenta con un área de 20 mil m² de construcción y un costo de más de 38 millones de dólares. Además posee 14 mil m² de áreas exteriores y 190 plazas de parqueo.
- Plaza Equinoccial es un comercio agrupado de jerarquía zonal, cuenta con un área de construcción de aproximadamente 2210 m² y 2010 m² de áreas exteriores. Lo conforman varios comercios de comidas (Subway, Stav, Icebeats) y gestión bancaria (Banco del Pichincha); a más de esto sirve como punto de encuentro para la realización de eventos turísticos, artísticos, culturales, etc.

Esta concentración de proyectos arquitectónicos de alta jerarquía, con una gran capacidad de atracción de viajes en un área relativamente estrecha, sumado a las características propias de la red vial y el alto volumen de tráfico vehicular, conforman el Polo Generador de Tráfico “Redondel Mitad del Mundo”. Cada proyecto que interviene cumple con las condiciones expuestas en el marco legal de la Normativa de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en Proyectos de Construcción, denotando la necesidad de realizar el estudio con el fin de diagnosticar el tránsito y proponer soluciones.

3. Objetivo General.

Contextualizar el análisis del polo generador de tráfico “Redondel Mitad del Mundo”, el cual permita evaluar el impacto vial causado por los proyectos arquitectónicos: Sede UNASUR, Ciudad Mitad del Mundo, Plaza Equinoccial sobre el tránsito y proponer soluciones a nivel espacial – temporal por medio del plan de medidas de mitigación de impactos.

4. Objetivos Específicos.

- Conceptualizar la problemática de Polos Generadores de Tráfico basándose en la comparación de metodologías internacionales y locales con el fin de desarrollar una propuesta propia acorde al área de estudio.
- Diagnosticar el contexto urbano de San Antonio de Pichincha enfocado a movilidad, accesibilidad y vialidad de los proyectos arquitectónicos que conforman el Polo Generador de Tráfico.
- Analizar el tráfico actual y proyectarlo con un horizonte temporal de 5 y 10 años con el fin de comprar resultados y obtener conclusiones de posibles escenarios.
- Diseñar un Plan de Medidas de Mitigación de Impactos viales, el cual permita anticipar soluciones al problema del tráfico en el entorno inmediato al Polo Generador.

5. Justificación.

El propósito académico de la investigación es llegar a un planteamiento metodológico propio, acorde al contexto del área de estudio, por medio de la comparación de referentes de normativas de impacto vial a nivel internacional, teniendo en cuenta, como marco legal y términos de entrega mínimos, la Normativa Ecuatoriana de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en Proyectos de Construcción.

La utilidad de la investigación será la propuesta metodológica de cómo abordar el estudio de un Polo Generador de Tráfico en la ciudad de Quito, más la propuesta de diseño urbano la cual tiene como objetivo minimizar los impactos negativos en el tránsito, producto de la implantación de proyectos arquitectónicos de alta jerarquía.

Las implicaciones prácticas parten del proceso de levantamiento y procesamiento de datos de tráfico, por medio de conteos manuales apoyados en filmaciones digitales, los cuales posteriormente serán utilizados para la realización de simulaciones microscópicas de los distintos escenarios con el propósito de evaluar - comparar resultados y así llegar a la obtención de conclusiones.

6. Marco Legal.

Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV.

Comisión Nacional de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.

Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en los Proyectos de Construcción.

Comprende los requerimientos mínimos para realizar el estudio de impacto vial como obligación a los proyectos arquitectónicos de alta jerarquía o implantados en zonas de alta afluencia vehicular con el fin de mejorar el tráfico, descongestionar, optimizar la circulación y el parqueo de vehículos.

Los lineamientos generales, objetivos, consideraciones básicas y procedimiento se encuentran detalladas en el Anexo 1. Pág. 150 a 154.

7. Metodologías.

Los impactos asociados a la implantación de un polo generador de tráfico necesitan ser estudiados y tratados en consideración a los actores que intervienen, en particular la sociedad. Dichos impactos pueden ser de distinta naturaleza e involucrar a varios sectores, entre ellos los relacionados con la infraestructura vial, transporte, uso de suelo, aspectos medioambientales, culturales y el desarrollo socioeconómico.

El estudio de tráfico se ejecuta con el objetivo de proponer soluciones a los impactos negativos que el proyecto o actividad ejercen en la calidad de vida de la población residente en la zona y sus alrededores.

A continuación se muestran varios enfoques metodológicos de trabajos elaborados para la evaluación de impactos de polos generadores de tráfico en los sistemas vial y de transporte a nivel internacional:

A. Departamento de Transporte de EE.UU. (1985).

Se compone de las siguientes fases:

Fase I - Análisis del proyecto en base a requerimientos de los organismos locales:

- a. Estudio del entorno inmediato: uso de suelo, circulaciones, parqueaderos, etc.
- b. Definir parámetros de estudio para la zona.
- c. Establecer los horizontes del estudio: para los años 0, 5, 10 y 20 después de que el proyecto entre en funcionamiento; delimitar el área de estudio, el sistema vial principal y secundario, el volumen de tráfico en las intersecciones, los accesos, etc.
- d. Calcular y evaluar los niveles de servicio.
- e. Identificar accesos, restricciones de movimientos y oportunidades.
- f. Desarrollar un resumen escrito y gráfico de la problemática general del tránsito.

Fase II - Proyección futura de la demanda:

- a. Determinar tasas de crecimiento del parque automotor basadas en datos históricos.
- b. Identificar los cambios en la red vial, densidad y uso de suelo.
- c. Definir la hora pico de estudio de fase I para el año futuro.
- d. Calcular niveles de servicio.
- e. Comparar los cambios entre el estado actual y el escenario futuro.

Fase III - Análisis de la propuesta, el tráfico asociado a generación y atracción más la combinación de datos con la fase II:

- a. Utilizar tasas de generación de viajes apropiadas.
- b. Propuesta de distribución y asignación de viajes a la red vial.

Fase IV – Hora pico con el proyecto en funcionamiento:

- a. Combinación del tráfico de la fase II con la asignación de la fase III para establecer la hora pico de la mañana, medio día y tarde, (sin proyecto) + horas pico por la mañana, media día y la tarde (con proyecto) componen el volumen total de la red vial en hora pico .
- b. Calcular el nivel de servicio del escenario final y comparar los niveles de servicio de las fases I y II.
- c. Comparación de resultados de las fases I, II y IV.

Fase V - Propuesta de accesos alternativos al proyecto, con posibles soluciones:

- a. Proponer soluciones alternativas que arrojen niveles de servicio aceptables.
- b. Identificar soluciones y plantear propuestas de implementación.

Fase VI - Análisis entre las autoridades locales y los planificadores:

- a. Las negociaciones entre las autoridades locales y planificadores para llegar a un acuerdo sobre el proyecto propuesto.
- b. Análisis técnico adicional.

Fase VII - Implementación de mejoras:

- a. Propuesta de planes de construcción de vías, estacionamientos y medidas operacionales.
- b. Propuesta de señalización horizontal y vertical.
- c. Financiación para implementar mejoras en el funcionamiento del tráfico.

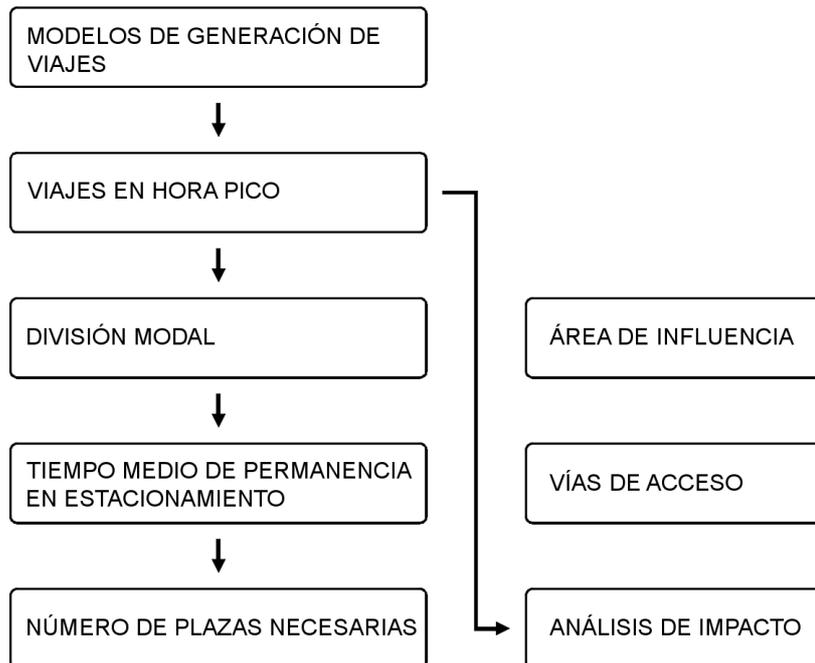
B. Compañía de Ingeniería de Tráfico, São Paulo (1983) y (2000).

Se compone de resultados obtenidos en investigaciones que han desarrollado modelos matemáticos de previsión de la demanda, que se aplica para el análisis de impacto vial y de propuesta de número de estacionamientos; se encuentra en el Boletín Técnico N ° 32. Esta metodología se centra en la estimación del número promedio de viajes generados o atraídos en la hora pico y una evaluación de impacto vial en tres niveles:

- En las vías internas: detalla generalmente características físicas del proyecto, como la ubicación y dimensionamiento de accesos, plazas de parqueo suficientes, zonas de carga y descarga.
- En las vías aledañas: la generación de viajes, disgregación modal, área de influencia y acceso utilizados por los usuarios.
- En entorno inmediato: en el caso donde se agrupe más de un proyecto en la misma área de estudio o donde las intersecciones sean comunes y el o los accesos se vean comprometidos.

La metodología ha sido sistematizada de acuerdo con el siguiente diagrama:

Gráfico 1. Diagrama de Metodología Compañía de Ingeniería de Tráfico.



Fuente: Prefeitura do Municipio de Sao Paulo, Administracao Salim Curiati, Secretaria Municipal dos Transportes. (1983). Polos Generadores de Tráfego. Sao Paulo Brasil. Pág. 36.

C. Metodología Grando (1986) y Gardner (1994).

La metodología Grando consta de 12 pasos básicos:

1. Análisis del problema local: características del polo generador de viajes, ubicación, tamaño, número de plazas de aparcamiento, etc.
2. Delimitación del área de influencia: basado en la carrera isócrono e isócrona asociado con el levantamiento de la competencia del mercado que se obtuvo el estudio de viabilidad económica.
3. Descripción general del sistema vial y transporte: clasificación de la red de carreteras y análisis del sistema de transporte que sirve al polo generador de viajes.
4. Disgregación modal: estudio cualitativo, análisis de los diferentes medios de transporte al servicio del polo generador de viajes.
5. Generación de viajes: se sugieren los modelos econométricos de generación de viajes para el día típico, es decir en el centro comercial del caso, el promedio de los sábados del año.
Definir el volumen de entrada y salida de hora pico, así como el volumen vehicular del proyecto para el viernes y el sábado.
6. Distribución de Viajes: modelo empírico con subdivisión de la zona de captación en cuadrantes y definición de viajes porcentuales de tráfico, con base en datos de población, la flota de vehículos, etc.

7. Delimitación de la zona crítica: área del entorno inmediato al polo generador de viajes donde se producen los movimientos para acceder a este. En los centros comerciales el radio de influencia oscila entre 500 y 2.000 metros a la propiedad.
8. Análisis de puntos críticos: selección de rutas e intersecciones del entorno inmediato más posibles componentes que sufren impacto directo de los viajes al polo generador.
9. Asignación del tráfico a la red circundante: el método de todo o nada, teniendo en cuenta la relación entre el tráfico entrante y saliente del polo generador de viajes.
10. Cálculo de la capacidad actual: estudio del cálculo del volumen de tráfico y la capacidad vial actual de las vías e intersecciones.
11. Análisis operacional del tránsito donde incluye: volúmenes totales, definición de niveles de servicio, resultados de volúmenes existentes, evaluación del volumen / capacidad, el grado de saturación y retraso de vehículos en caso de intersecciones.
12. Plazas de parqueo: establece el número mínimo de plazas como producto del volumen programado del proyecto, más la rotación media de la estancia de los vehículos en el estacionamiento.

La metodología Gardner se desarrolló para evaluar el impacto en el sistema vial mediante la mejora de la metodología de Grandó, junto con la metodología del Departamento de Transporte de Estados Unidos. Con la evolución del proceso, tres aspectos estaban cubiertos, que son:

- Proyección de la situación actual en cero, cinco y diez años.
- Análisis de niveles de servicio en los años cero, cinco y diez.
- Proceso de toma de decisiones.

El análisis operacional en los años cero, cinco y diez, se realiza después de obtener los datos de la situación actual y los datos de la demanda proyectada obteniendo niveles de servicio del sistema actual de las vías para poder comparar los niveles de servicio de la situación previa a la implantación del polo generador de viajes con la situación proyectada, más adelante en la apertura del polo generador de viajes en cinco y diez años de funcionamiento.

Con respecto a la generación, el autor hizo las siguientes sugerencias:

- Nuevos modelos de tránsito utilizados para centros comerciales, con supermercado, dentro de la zona urbana, para el viernes y sábado.
- Nuevos valores para el porcentaje de las horas pico, que buscan establecer distinciones entre los valores del viernes y del sábado.

- Nuevos valores para el estudio de la categoría de los viajes, que tratan de presentar las diferencias entre los centros comerciales dentro y fuera de la zona urbana.

Además de estos pasos, Gardner estudió ampliamente la elección modal, no planteado en otras metodologías. Para ello, se sugiere modelos agregados, teniendo en cuenta el vehículo y el transporte en autobús, así desarrollar modelos desagregados, con la aplicación del modelo logit multinomial, viajar en coche, autobús y caminar. En cuanto a la distribución de los viajes, la metodología propuesta por Gardner recomienda el uso del modelo de gravedad y la adopción de nuevos valores para la distribución de viajes isócronos, buscando diferencias entre centros comerciales dentro y fuera de la zona urbana.

D. Metodologías Cybis et al. (1999) y Mehta (2000).

La metodología desarrollada por estos autores evalúa el impacto en la red de carreteras de un complejo que se caracteriza por varios establecimientos, entre ellos un centro comercial. A través de un análisis de escenarios futuros, el procedimiento tiene como objetivo dimensionar los impactos viales y del uso – ocupación del suelo cerca de las regiones inmediatas.

La metodología incluye las siguientes etapas:

- Caracterización del área de influencia y patrones de viajes.
- Generación y distribución de los viajes ocasionados por el proyecto más el pronóstico de crecimiento del tráfico.
- Asignación viajes y escenarios de evaluación.

Esta metodología propone la evaluación de los impactos en el tráfico para el medio urbano para el proceso de licenciamiento del polo generador de viajes.

El procedimiento de los pasos siguientes:

- Localización y caracterización del polo generador de viajes, delimitación del área de influencia.
- Flujo de tráfico, capacidad, niveles de servicio y los beneficios en la red vial de la situación previa a la implantación del polo generador de viajes
- Establecer tasas de generación, distribución, la asignación y los niveles de servicio en el área de influencia del polo generador de viajes después de su aplicación.

Esta metodología plantea tratamiento al polo generador de viajes si el nivel de servicio es igual o mejor después de la aplicación del plan de medidas de mitigación de impactos. De lo contrario no hay posibilidad de intervención en las

vías o en el diseño del proyecto para mitigar dichos impactos y aprobar la concesión de licencias del polo generador de viajes.

E. Departamento Nacional de Tránsito (Brasil 2001).

Esta metodología se refiere a minimizar el impacto en el sistema vial y circulaciones asociadas a la ejecución del proyecto al predecir la demanda futura del tráfico derivada a la atracción de viajes, recomendar medidas de mitigación o compensación con respecto a los impactos negativos sobre el tráfico. Para ello, el DENATRAN presenta una hoja de ruta básica del diseño de los estudios de polos generadores de viajes dirigidas a los Municipios y las agencias de transporte desde la perspectiva de dos planes de análisis diferentes, pero complementarias entre sí:

- Análisis del impacto en las vías de acceso y en el entorno inmediato, incluyendo posibles focos de congestión, los puntos críticos de la circulación, seguridad, reducción o el agotamiento de la capacidad de tráfico y la escasez de plazas de parqueo.
- Análisis del proyecto arquitectónico, destacando las características de los accesos, elementos de circulación interna y suficiencia de plazas de parqueo para carga descarga.

Los tres pasos sugeridos por la metodología son:

1. Caracterización del proyecto.
2. Evaluación del impacto vial.
3. Medidas de mitigación de impactos, caso contrario medidas compensatorias.

F. Metodología Gardner y Portugal (2003).

Esta metodología incluye no sólo el impacto en el sistema vial vinculada al tráfico y accesos, como también a las necesidades internas para el almacenamiento de los vehículos, el movimiento de vehículos y personas dentro del polo generador de viajes. El análisis de rendimiento debe tener en cuenta, además de la calidad del servicio de tráfico, efectos ambientales, en términos de emisiones y los intereses de ruido y de la comunidad, expresada en términos de calidad de vida y que puede ser representado por indicadores de la circulación del tráfico, como la velocidad y el flujo de vehículos compatibles con cada clase funcional de la carretera.

G. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (México 2005).

El manual SEDESOL es una guía metodológica para realizar estudios de tráfico, donde muestra procesos para levantamiento de información, análisis de datos y obtención de resultados.

Los pasos sugeridos para esta metodología son:

1. Requisitos para los estudios: cuando existe un número determinado de viajes en hora de máxima demanda, cuando el desarrollo posee un número determinado de viviendas, cuando es desarrollo se presenta en una zona sensible, cuando se cambia la zonificación del área y a juicio del organismo que requiere el estudio.
2. Extensión del estudio: el proceso de determinar la extensión del estudio es similar al de hacer el estudio, por lo que se sugiere que sea una decisión compartida entre el organismo que requiere el mismo y los profesionales que lo preparan. A más de esto se deben analizar las necesidades particulares del caso.
3. Área de estudio: ubicación y del tamaño del proyecto arquitectónico, accesos y salidas, más todas las intersecciones y vías del entorno inmediato.
4. Selección de los horizontes del estudio: analizar la operación de la red vial del estado actual alrededor del proyecto. Los conteos deben tener validez de máximo un año. El horizonte temporal depende de la fecha en que el proyecto entre en funcionamiento, fases de construcción, horizontes de planeación, cambios futuros en el sistema vial, etc.
5. Datos base para el estudio: recopilación de toda información de tránsito respecto al proyecto.
6. Proyecciones de tránsito: se compone de dos partes: tráfico de paso, que en su mayoría posee orígenes y destinos fuera del área de estudio; y tráfico local, que posee sus orígenes y destinos dentro del área de estudio.
7. Generación: en el caso de que existan tasas de generación de viajes locales, caso contrario realizar un estudio de generación, justificando los resultados e hipótesis.
8. Distribución y asignación: después de estimar el número de vehículos que entran y salen del proyecto durante el periodo de estudio, el tránsito debe ser asignado y distribuido a la red vial del entorno inmediato. La distribución del tráfico se da a partir del área que englobe la mayor parte de orígenes y destinos, mientras que la asignación de viajes establece rutas específicas y patrones de movilidad.
9. Análisis operacional: plantea los posibles escenarios, donde se compare el estado actual vs el tráfico generado producto de la implantación del proyecto arquitectónico.
10. Medidas de mitigación de impactos viales: es la propuesta final en la que se pretende mejorar las condiciones actuales del tráfico por medio de un diseño urbano enfocado a vías.
11. Informe final: es el resumen del estudio, donde se detalle procedimientos, hipótesis, impactos, conclusiones y recomendaciones.

Tabla 1. Comparación de Metodologías de impacto Vial

Departamento de Transporte de EE.UU.	Compañía de Ingeniería de Tráfico de Sao Paulo	Metodología Grand y Goldner	Metodología Cybis y Mehta	Departamento Nacional de Tránsito de Brasil	Metodología Goldner y Portugal	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación Territorial de México
1. Estudio del proyecto basado en la discusión y acuerdo con autoridades locales	1. Características físicas del proyecto, ubicación dimensionamiento de acceso, aparcamientos, zonas de carga y descarga	1. Conocimiento del problema local	1. Localización y caracterización del Polo Generador de Viajes, determinación de la zona de influencia y patrones de viaje	1. Caracterización del proyecto: debe ser presentado una memoria con todos los datos del proyecto y del entorno	1. Impacto vial en el sistema vinculado al tráfico y accesos	1. Requisitos para realizar los estudios
2. Estimación de la futura situación del tráfico sin el PGV, diseñar hora pico		2. Delimitación del área de influencia				2. Necesidades internas para el almacenamiento de vehículos
3. Análisis exclusivo del PGV, tráfico generado, modelos de generación de viajes	2. En las vías de acceso: generación de viajes, división modal, área de influencia y acceso a las rutas utilizadas por los usuarios	3. Descripción y clasificación del sistema vial	2. Generación y distribución de los viajes generados por el proyecto, pronóstico del crecimiento del tráfico	2. Evaluación de su impacto: debe ser presentada una validación previa técnicamente fundamentada de los posibles impactos	3. Movimiento de personas y vehículos dentro del polo generador de viajes	3. Área de estudio
4. Hora pico identificada con el PGV plenamente desarrollado y ocupado		4. Disgregación modal				5. Datos base para el estudio de impacto vial
5. Identificación y análisis de acceso alternativo a PGV, con posibles soluciones y mejoras	3. Sistemmatización de acuerdo a: a. Modelos de generación de viajes b. Viajes en hora pico c. División modal d. Tiempo de permanencia en estacionamientos e. Número de plazas necesarias	5. Generación de viajes	3. Asignación de viajes y escenarios de evaluación, niveles de servicio y medio ambiente de la zona	3. Recomendación de medidas mitigadoras y compensatorias, internas y externas al proyecto	4. Análisis de rendimiento incluido calidad del servicio de tráfico, efectos ambientales, emisiones, ruido, calidad de vida	4. Selección de horizontes del análisis
6. Negociación entre las autoridades locales y los planificadores		6. Distribución de viajes				6. Proyecciones de tránsito no relacionadas con el desarrollo
7. Implementación de mejoras		7. Delimitación del área crítica				7. Generación de viajes del desarrollo propuesto
		8. Estudio de puntos críticos				8. Distribución y asignación de viajes
		9. Asignación del tráfico generado en los puntos críticos				9. Análisis operacional
		10. Estudio del cálculo y capacidad actual				10. Determinación de medidas mitigantes de impacto vial
		11. Determinación de volúmenes, rendimientos y resultados				11. Informe final
		12. Aparcamiento escala				

Fuente: Autor.

Conclusiones de Metodologías:

- La metodología del Departamento de Transporte de los EE.UU. se utilizará solo como referencia y el trabajo se centrará más en las metodologías Latinoamericanas debido a que se comparte una realidad más acorde al área de estudio.
- Todas las metodologías comparten la secuencia de generación, distribución y asignación, que conlleva a un análisis operacional del tráfico las cuales obligatoriamente serán tratadas en este estudio.
- El análisis de niveles de servicio de las vías del entorno parte de la Normativa de los EE.UU. y es un requerimiento del marco legal que obligatoriamente se realizará en el estudio.
- El estudio de la demanda de tráfico se apegará a la Metodología Grand y Gardner, en la cual se recomienda analizar los años cero, cinco y diez; no se proyectará a veinte años como sigue la metodología de los EE.UU. debido a que los datos tienden a perder validez en un horizonte temporal más lejano.
- Los aspectos medioambientales enfocados al impacto vial, no serán estudiados en este trabajo, debido a que corresponden a lo que en el Ecuador se conoce como Estudio de Impacto Ambiental y es un requerimiento paralelo – complementario al de Impacto Vial.
- El levantamiento de información sobre disgregación modal incluirá los siguientes tipos de vehículos: automóviles, buses, motocicletas, camiones livianos, camiones medianos y camiones pesados.
- Debido a que los proyectos arquitectónicos que conforman el polo generador de tráfico se encuentran en funcionamiento no existirá comparación de escenarios sin proyectos.
- No existirá propuesta de aparcamientos, debido a que no se pretende modificar la arquitectura de los proyectos arquitectónicos que conforman el Polo Generador de Tráfico si no el entorno urbano y proveer de mejor nivel de servicio en las vías del entorno inmediato.
- La propuesta de diseño se centrará en la infraestructura vial más la movilidad y accesibilidad hacia los proyectos arquitectónicos que conforman el polo generador de tráfico como propuesta de tránsito.
- Los escenarios de tránsito mínimos a modelar serán: estado actual y una propuesta, ambos con su respectivo horizonte temporal.
- La propuesta metodológica planteada para el área de estudio será desarrollada en el contenido del trabajo, teniendo en cuenta la organización por sistemas urbanos descrita en el marco teórico.
- Los procedimientos a ser utilizados partirán de las metodologías internacionales ya que el marco legal Ecuatoriano no especifica métodos para levantamiento, procesamiento y evaluación de resultados.
- Los aspectos a desarrollar se basarán en metodologías internacionales y términos de entrega mínimos descritos en el Marco Legal.

8. Alcance y Delimitación.

El alcance del estudio de Polos Generadores de Tráfico se compondrá de dos aspectos, el primero será términos de entrega mínimos descritos en el marco legal de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en los Proyectos de Construcción Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV y el segundo aspecto complementario al marco legal serán los referentes de normativas internacionales descrito en metodologías; de esta forma se compondrán los aspectos a desarrollar señalados en el esquema de contenidos.

La delimitación del estudio será el caso puntual “Redondel Mitad del Mundo” sobre el cual se desarrollará el trabajo de fin de carrera; el mismo concluirá con la propuesta de diseño urbano para mitigar los impactos viales producto de la implantación de los proyectos arquitectónicos que conforman el polo generador más las condicionantes y determinantes propias del entorno.

9. Marco Teórico.

El estudio de Polos Generadores de Tráfico tiene como objetivo identificar el impacto causado por la implantación de proyectos arquitectónicos capaces de ejercer una considerable atracción de viajes, lo cual implica un significativo número de desplazamientos (motorizados y no motorizados), requerir estacionamientos, espacios para carga, descarga, embarque y desembarque, promoviendo como consecuencia posibles impactos los cuales deben ser tratados. Estos no solo impactan en el sistema vial y de circulación (congestionamiento, accidentabilidad, degradación ambiental, etc.), también en la estructura urbana, el desarrollo socioeconómico y la calidad de vida.

Los Polos Generadores de Tráfico pueden ser clasificados en:

Tipo:

- **Micropolos:** hace referencia a proyectos arquitectónicos de menor jerarquía los cuales poseen impactos aislados, pero cuando se agrupan pueden llegar a generar el mismo impacto que un macropolo.
- **Macropolos:** hace referencia a proyectos arquitectónicos de alta jerarquía, que se reflejan como construcciones individuales cuyos impactos son mayores y expresivos.

Magnitud:

- **Bajo:** menos de 500 viajes en hora pico
- **Moderado:** de 500 a 1000 viajes en hora pico
- **Alto:** más de 1000 viajes en hora pico

La clasificación por tipo responde a un aspecto funcional, mientras que la clasificación por magnitud responde a un punto técnico propio de las normas Brasileñas, el cual en el Ecuador no se puede aplicar y es solo un valor referencial; en el marco legal Ecuatoriano, se aplica el número de más de 15 viajes en hora pico para realizar el estudio de impacto vial, lo cual evidencia la frágil infraestructura vial que existe en el país.

El siguiente punto son las especificaciones de Polos Generadores de Tráfico respecto al uso de proyecto arquitectónico reflejado en la actividad para la cual está destinado, esta se relaciona con el área de construcción en metros cuadrados o la capacidad en unidades, el objetivo es denotar la necesidad del estudio de impacto vial para macropolos, estos valores están señalados en el marco legal; mientras que para micropolos el marco legal los nombra pero no establece ningún tratamiento específico.

Teniendo en cuenta que el urbanismo engloba el tránsito y el transporte se optó por la teoría de sistemas urbanos para desarrollar el contenido del estudio de Polos Generadores de Tráfico, complementado por las metodologías de impacto vial a nivel internacional.

La teoría de sistemas urbanos establece que *“La ciudad es una aglomeración de sistemas en la que todos los elementos están interconectados y por lo tanto, para su entendimiento, planeación y desarrollo, se requiere un enfoque holístico y sistémico en donde cada elemento juega un rol, afecta y es afectado por los demás elementos dentro de una ciudad”*¹.

Las ciudades son organismos dinámicos, con notables alteraciones en el tiempo, inclusive en su estructura espacial, siendo el transporte un elemento clave en estas transformaciones. El transporte desempeña un papel en la organización y estructuración del espacio urbano, ya que el crecimiento y desarrollo de las ciudades está fuertemente ligado a los sistemas de transporte. Los sistemas que se desarrollaran en el estudio de Polos Generadores de Tráfico son:

- **Sistema Urbano:** comprende espacio construido y actividades que se desarrollan en la ciudad, cada uno de los componentes cumple una determinada función. La disposición de dichos elementos configura la trama urbana y las relaciones que se establecen forman la estructura, todo esto posee una expresión física que se denomina forma.
- **Subsistema de Transporte:** comprende la infraestructura de transporte, así como los servicios que sobre ella se desarrollan, su función es la de articular físicamente el territorio.

A esto debe sumarse el componente humano o social que es el que define la dinámica de interacción entre dichos sistemas. Las relaciones entre los sistemas de movilidad y uso de suelo se puede representar en ámbitos distintos:

- **Enfoque Material:** se centra en la infraestructura y en los modos de transporte (vehicular y peatonal); comprende autopistas, pasos a desnivel, puentes vehiculares, andenes, ciclo vías, estaciones de transporte público y estacionamientos. Estos elementos son diseñados y

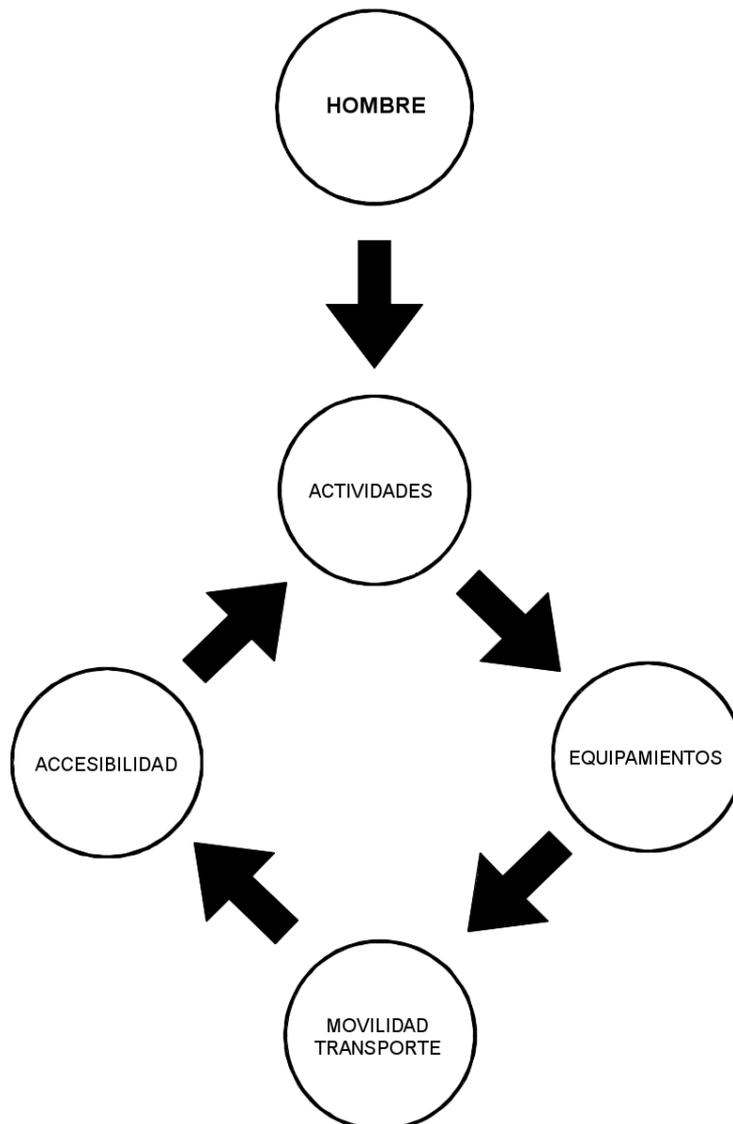
¹ University College London – Universidad de los Andes. (2013). Lineamientos para la integración Transporte – Usos del Suelo. Colombia. Pág. 1

construidos en consideración al usuario por lo que cumplen dimensiones específicas, velocidades, visuales, etc.

- **Enfoque Funcional:** se centra en la relación entre el transporte y el desarrollo urbano, demostrando que las características funcionales y estructurales del sistema de transporte afectan el desarrollo, estructura y forma urbana; mientras que de forma simultánea el desarrollo urbano induce patrones de movilidad.

En el caso del estudio de Polos Generadores de Tráfico el enfoque será completamente material, tanto para el levantamiento, procesamiento y propuesta de diseño; debido a que se pretende medir el impacto vial y proponer una solución de diseño vial, más no demostrar como el transporte a influido en el desarrollo urbano y viceversa.

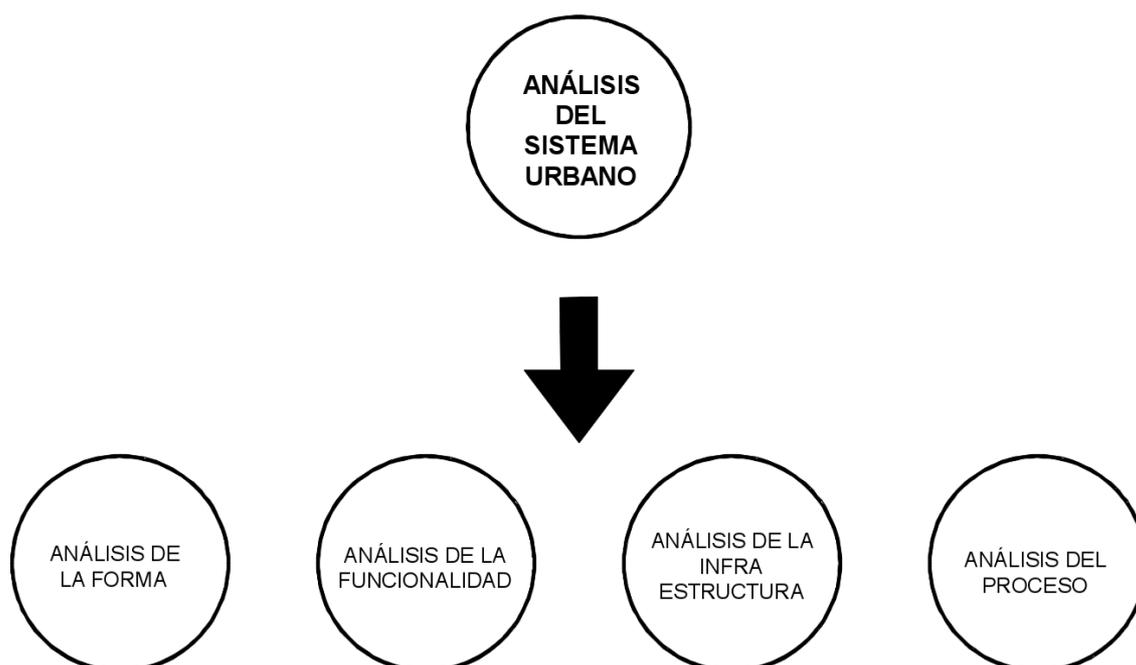
Gráfico 2. Relación Funcional Hombre – Actividades.



Fuente: Arq. Alfonso Isch.

Las dinámicas de interacción entre los dos sistemas tienen un ciclo casual en donde los cambios en el transporte incentivan el desarrollo urbano y viceversa. Si bien los dos enfoques son distintos, comparten aspectos como: la accesibilidad espacial generada por el sistema de transporte de una ciudad, este define la ubicaciones de actividades y a su vez la distribución de equipamientos; por otro lado la localización de actividades en la ciudad determina las necesidades de movilidad.

Gráfico 3. Tipos de Análisis del Sistema Urbano.



Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (2013). Guía Análisis del Sistema Urbano Regional para el Ordenamiento Territorial. Santiago de Chile.

Análisis de la forma: corresponde al estudio de la forma y la disposición de sus elementos en la ciudad, el estudio incluirá uso y ocupación del suelo, tejido urbano y volumetría.

Análisis de funcionalidad: tiene como objeto identificar la contribución de los elementos a la funcionalidad del sistema, serán analizados movilidad, accesibilidad e incompatibilidades de uso de suelo.

Análisis de la infraestructura: este estudio se centra en la infraestructura vial, tránsito, transporte y seguridad vial; complementado con las redes técnicas de abastecimiento y desalojo.

Análisis del proceso: implica el estudio del proceso e urbanización, sobre todo de la población y su crecimiento en un periodo de tiempo. Este aspecto no será estudiado con profundidad debido a que no se pretende demostrar como el transporte ha influido en el proceso de urbanización.

10. Estudio del Sitio.

La historia de la zona de San Antonio de Pichincha data desde el periodo formativo del Ecuador en el año 1500 a.C. en donde se desarrollaba como un lugar clave de conexión entre la sierra y la costa, en el que las culturas Cotacollao y Yumbos ahora conocidos ahora como Caras o Colorados utilizaban el comercio como actividad principal, evidenciando vestigios de obsidiana y cristal gris propio de la sierra encontrado en la costa y así mismo concha espondylus propia de la costa que aparece en la sierra.

Los Yumbos se caracterizaron por ser un pueblo pacífico que se destacaron por desarrollar una red de caminos que empezaron desde el noreste de Quito hasta la costa, pasando por el Pululahua y Tulipe; actualmente estos senderos se conocen como camino de los Yumbos o Culuncos; caracterizados por ser senderos estrechos que atraviesan el bosque hacia la costa, de construcción pre inca que posteriormente fueron apropiados por las tribus conquistadoras inca luego españolas y hasta hace no menos de un siglo los contrabandistas utilizaban esta ruta para transportar licor de caña desde la costa hacia Quito. Estos caminos llegaban a Santo Domingo de los Tsachilas donde aun quedan asentamientos que han mantenido su identidad ancestral que descende de la cultura de los Yumbos.

Hace aproximadamente 2500 años la erupción del volcán Pululahua terminó con el desarrollo de las etnias de la zona, pese a esto se cree que existieron sobrevivientes de las culturas Cotacollao y Yumbos. En los años 800 d.C. se vuelve a desarrollar el área de Tulipe hasta 1400 d.C. con la llegada de los Incas, esto no afecto a los Yumbos los cuales siguieron como un pueblo de comerciantes que transportaba productos como coca, ají, plumas de ave, sal, conchas. Posteriormente los españoles conocerían a los Yumbos y utilizaron sus senderos para llegar hasta lo que actualmente se conoce como Esmeraldas y Manabí.

En el año 1736 llega la primera misión geodésica a Quito para ubicar la línea equinoccial y trazar los perfiles costeros de los ríos Portoviejo y Esmeraldas.

La segunda misión geodésica se produce en el año 1898, el objetivo era cubrir seis grados de un arco meridiano ecuatorial, el doble de lo que midió la primera expedición.

Un siglo después de la llegada de la primera misión geodésica La Condamine plantea construir tres pirámides para recordar los lugares donde se realizaron las primeras mediciones del arco meridional ecuatorial.

En la presidencia de Vicente Rocafuerte con el apoyo del primer Cónsul francés se plantea restaurar las pirámides y en el año 1837 terminan los trabajos conservando las dimensiones originales.

En el año 1918 se celebró el bicentenario de la primera misión geodésica, se funda en Quito el Comité France Amérique y deciden construir el monumento en el sitio por donde cruza la línea ecuatorial, este fue implantado en la población de San Antonio de Pichincha.

Fotografía 1. Monumento Astronómico Mitad del Mundo 1968.



Fuente: Chávez Oleas, Fausto. (2009). Mitad del Mundo Territorio Solar. Quito Ecuador.

Fotografía 2. Vista Aérea Monumento Astronómico Mitad del Mundo 1968.



Fuente: Chávez Oleas, Fausto. (2009). Mitad del Mundo Territorio Solar. Quito Ecuador.

En 1979 se traslada el monumento original al parque de Calacalí en donde también se proyecta la línea equinoccial y en el año 1981 inicia la construcción de la Ciudad Mitad del Mundo como un complejo turístico nacional y extranjero. En la actualidad la parroquia de San Antonio de Pichincha se ubica a 13.5 km.

al norte de la Ciudad de Quito, con una altitud de 2.439 m. sobre el nivel del mar. Cuenta con una población aproximada de 30.000 habitantes de la cual el 77,89% corresponde a población urbana, el 22,10% a población dispersa. La superficie es de 11.652,74 ha. De las cuales 674,79 ha. (5,79%) corresponden a suelo urbano, 855,52 ha. (7,34%) a suelo urbanizable y 10.122,23 (86,87%) a suelo no urbanizable.

Su principal atractivo es el turismo, es el segundo destino más visitado en el Ecuador por debajo de las Islas Galápagos, los sitios turísticos más relevantes son: ciudad mitad del mundo, museo de sitio inti ñan, cráter del pululahua, pucará de rumicucho, cerro de cate quilla, etc.

La segunda fuente de ingresos es la industria y el comercio en donde destacan: POFASA con dos plantas, la fabrica textil La Internacional y la ensambladora de vehículos MARESA.

Los equipamientos de la zona se caracterizan por estar distribuidos indiscriminadamente en el territorio, ubicándose el mayor número en el área urbana central. Como aspecto general se nota que la concentración de equipamientos son de carácter privado, de los cuales los equipamientos educativos los más números, pese a esto siguen siendo deficitarios cuantitativa y cualitativamente. El centro urbano cuenta especialmente con equipamientos religiosos como templos e iglesias. En lo cultural se destacan la biblioteca municipal, el museo BCE actualmente abandonado y en deterioro, el museo Inti ñan. Desde lo social existen casas barriales como la cantarilla, rumicucho, la sede de la Cooperativa Equinoccio y la del sindicato de trabajadores del Consejo Provincial de Pichincha. Con respecto a los equipamientos recreativos son los únicos que cubren los requerimientos actuales, con tres estadios de futbol y varias canchas distribuidas por todo el territorio.

En el año 2014 la zona tuvo una fuerte revalorización producto de la implantación de la sede de la Unión de Naciones Suramericanas UNASUR, el cual incluyó obras complementarias como la ampliación y remodelación de la Av. Manuel Córdoba Galarza que actualmente es la única vía de acceso desde la Ciudad de Quito; el rediseño del ingreso y parqueaderos a la Ciudad Mitad del Mundo y proyectos privados complementarios como la Plaza Equinoccial que es una agrupación de comercios de carácter zonal que se caracteriza por varios sitios de comidas, gestión bancaria, eventos públicos y privados, etc.

Fotografía 3. San Antonio de Pichincha 2016.



Fuente: Autor.

Durante la alcaldía de Augusto Barrera se inició la prolongación norte de la Av. Simón Bolívar, paralela a la Autopista Manuel Córdoba Galarza, vía a la mitad del mundo. La construcción de esta nueva vía incluirá nuevos puentes e intercambiadores lo que beneficiará a los habitantes del noroccidente de la ciudad de Quito. La sección denominada Carapungo – Maresa de 12,09 km. de longitud se extiende desde el intercambiador de Carapungo hasta llegar a Maresa, esta vía contará con tres carriles por sentido y una ciclo vía, además de la construcción del intercambiador Carapungo, distribuidor de tráfico Maresa y el puente Maresa sobre el río Monjas. La sección Tajamar – Escuela de Policía de 2,27 km. de longitud permitirá la conexión de la Autopista Manuel Córdoba Galarza con la nueva vía, que contará con dos carriles de circulación por sentido y una ciclo vía, además de dos distribuidores de tráfico: Escuela de Policía y Tajamar, el puente Tajamar sobre el río Villorita, la construcción de esta sección evitará que los conductores crucen por Pomasqui y así contar con un acceso directo a la urbanización El Tajamar. La sección L.D.U. – La Marca de 6,92 km. de longitud se inicia en la urbanización la Pampa con dirección noreste hasta llegar a La Marca, esta vía contará con dos carriles de circulación por sentido, una ciclo vía y dos distribuidores de tráfico: Distribuidor de tráfico L.D.U. y distribuidor de tráfico La Marca, más el puente Catequilla sobre el río Monjas. Con una inversión de más de 100 millones de dólares esta obra se convertirá en un eje vial para trasladarse desde o hacia el noroccidente de la ciudad de Quito sin necesidad de cruzar por la Av. Manuel Córdoba Galarza, a su vez la prolongación norte de la Av. Simón Bolívar beneficiará a los moradores de las zonas de Calderón y Carapungo convirtiéndose en una alternativa vial para estos sectores.

Gráfico 4. Esquema de Prolongación de la Av. Simón Bolívar.

Ver Plano 1. Pág. 169



Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas. (2015). Prolongación de la Av. Simón Bolívar. Quito Ecuador. Recuperado de: <http://www.epmmop.gov.ec>

Capítulo I Sistema Urbano.

1. Medio Físico Natural.

a. Condiciones Ambientales.

El área de San Antonio de Pichincha corresponde a la región bioclimática Seco Templado, localizada en la Sierra por encima de la cota de los 2.000 metros sobre el nivel del mar, especialmente los valles interiores del Callejón Interandino como: Guayllabamba, Jerusalén, San Antonio de Pichincha, etc.

El área de estudio se encuentra entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m., registra una temperatura media anual de aproximadamente 15°C y una precipitación de alrededor de 600 mm. La distribución de las lluvias esta intercalada por una temporada seca que comprende los meses de julio, agosto y septiembre y la temporada lluviosa que comprende los meses de enero, febrero, marzo y abril.

El medio físico natural de este sector se caracteriza por la sobre explotación de canteras para extracción, procesamiento y transporte de pétreos lo cual ha generado un deterioro del paisaje y degradación de la calidad de vida por contaminación del aire y botaderos a cielo abierto; respecto al tránsito esto genera la circulación excesiva de camiones pesados hacia Quito.

i. Temperatura.

“Es el valor medido en grados Celsius y décimas de grado en un termómetro expuesto al aire y protegido del sol directo; mientras que las temperaturas extremas corresponden a los valores máximos y mínimos de la temperatura del aire”.²

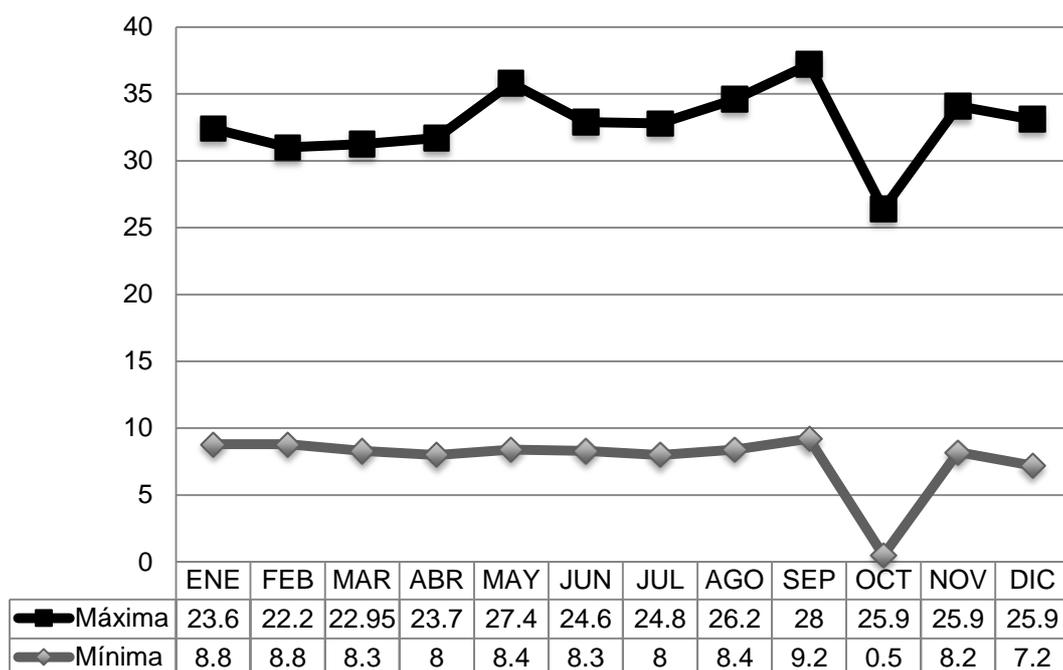
Tabla 2. Temperatura Absoluta y Media del Aire a la Sombra.

MES	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						
	ABSOLUTAS			MEDIAS			
	Máx	Día	Mín	Día	Máx	Mín	Mensual
ENERO	23,6	1	8,8	1	20,2	10,3	14,1
FEBRERO	22,2	14	8,8	12	19,8	10,2	14,1
MARZO			8,3	28	22,6	10,8	15,5
ABRIL	23,7	2	8	25	20,7	10,5	14,2
MAYO	27,4	29	8,4	25	22,1	10,7	15,3
JUNIO	24,6	18	8,3	4	22,9	10,7	15,9
JULIO	24,8	7	8	21	23,6	11,4	16,6
AGOSTO	26,2	7	8,4	12	23,9	10,9	16,2
SEPTIEMBRE	28	19	9,2	19	24,5	11,2	16,6
OCTUBRE	25,9	10	0,5	13	22,9	10	15,2
NOVIEMBRE			8,2	18		10,5	14,8
DICIEMBRE			7,2	15	22,1	10	15,1
VALOR ANUAL			0,5			10,6	15,3

Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

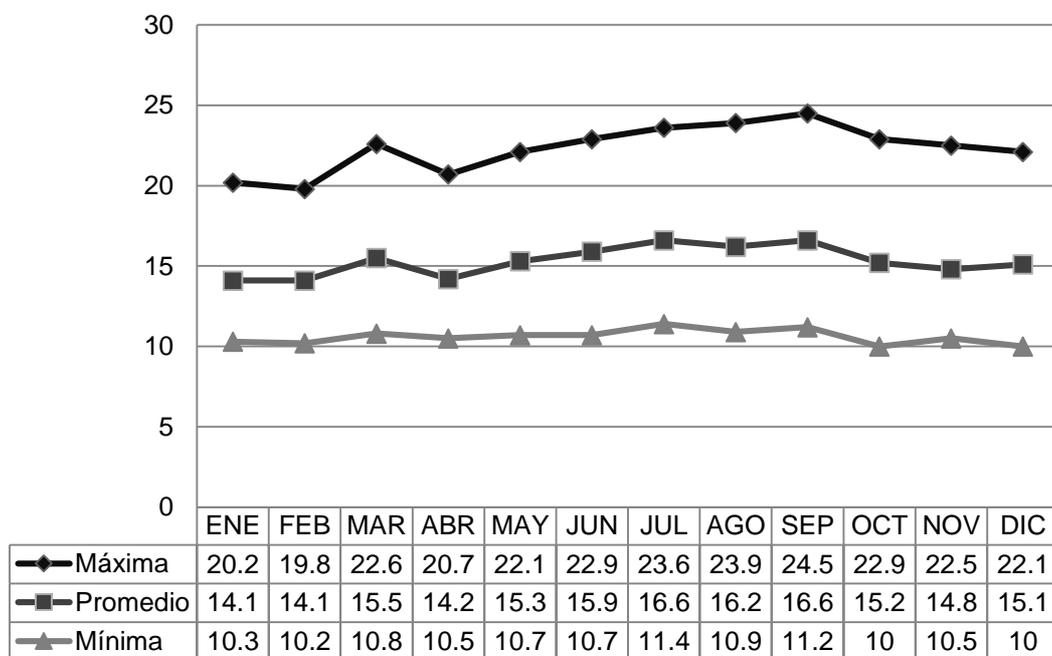
² INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador. Pág. 15

Gráfico 5. Temperatura Absoluta del Aire a la Sombra.



Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

Gráfico 6. Temperatura Media del Aire a la Sombra.



Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

ii. Pluviosidad.

La precipitación anual de San Antonio de Pichincha es de aproximadamente 600 mm anuales. Durante el año se registra una época seca y otra lluviosa.

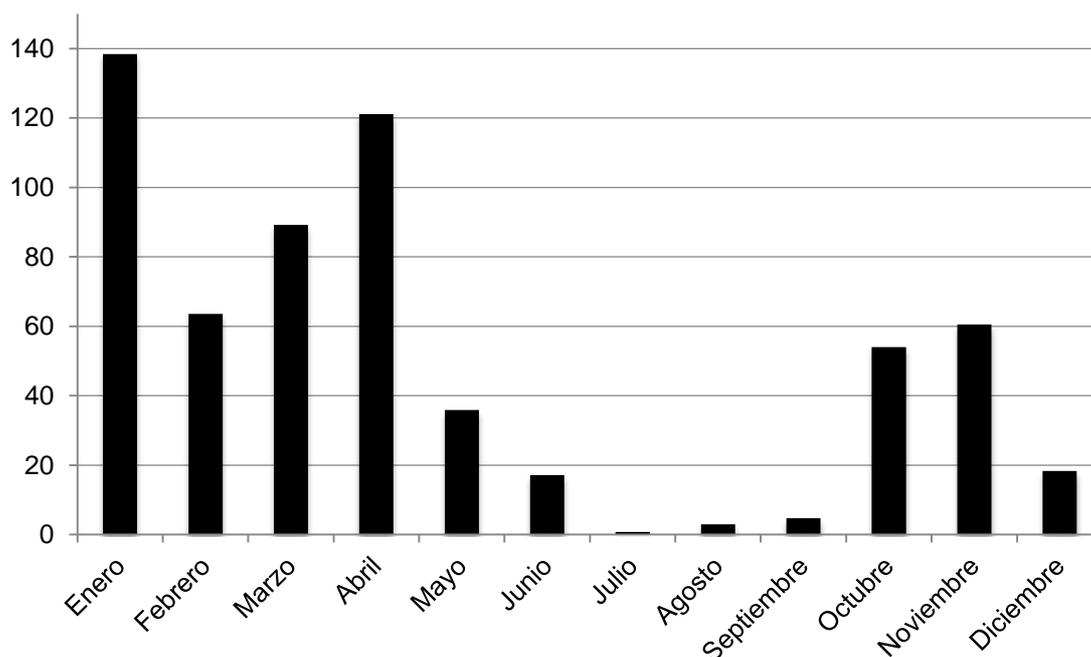
La época seca comprende los meses de julio, agosto y septiembre; la época lluviosa comprende los meses de enero, febrero, marzo y abril; siendo el mes más seco julio con 0,8 mm de precipitación y el mes más lluvioso enero con alrededor de 140 mm de precipitación.

Tabla 3. Valores Pluviométricos Mensuales (mm).

Mes	Precipitación (mm)
Enero	138,4
Febrero	63,6
Marzo	89,2
Abril	121,1
Mayo	35,9
Junio	17,1
Julio	0,8
Agosto	3,0
Septiembre	4,7
Octubre	54,0
Noviembre	60,5
Diciembre	18,3
TOTAL ANUAL	607,6
Máxima en 24 horas	29,6
Número de días	125

Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

Gráfico 7. Distribución Temporal de Precipitación (mm).



Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

iii. Humedad Atmosférica.

Se define como el vapor de agua contenido en el aire, presentando tres parámetros relacionados con el contenido de vapor de agua en el aire:

Humedad Relativa.

Es un parámetro que determina el grado de saturación de la atmósfera. “La humedad relativa del aire húmedo con respecto al agua, es la relación entre la fracción molar del vapor de agua en el aire y la fracción molar correspondiente si el aire estuviese saturado con respecto al agua, a una presión y una temperatura dadas”.³ Su unidad de medida es el porcentaje, mientras más alto sea el porcentaje, mayor es el grado de saturación de vapor agua en la atmósfera.

Temperatura del punto de rocío.

“Es la temperatura a la que hay que enfriar una masa para que se sature, a presión y humedad constantes. Se mide en grados centígrados y décimos de grado por tratarse de una temperatura”.⁴

Tensión de vapor.

“Es la fuerza ejercida por el vapor de agua de la atmósfera sobre la superficie de la tierra, independientemente de la ejercida por el resto de gases que constituyen el aire. Se mide en Hectopascales por tratarse de presión”.⁵

Tabla 4. Humedad Relativa, Punto de Rocío y Tensión de Vapor.

Mes	HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)
	Máxima	Día	Mínima	Día	Media		
ENERO	98	2	47	1	81	10,7	12,9
FEBRERO	97	26	52	14	79	10,3	12,5
MARZO					78	11,3	13,5
ABRIL	98	6	59	23	86	11,8	13,9
MAYO	98	1	46	24	79	11,4	13,6
JUNIO	96	15	44	22	72	10,6	12,9
JULIO					68	10,5	12,8
AGOSTO					63	8,9	11,4
SEPTIEMBRE	100	28	36	2	62	9	11,6
OCTUBRE	100	26	39	28	73	10	12,4
NOVIEMBRE					79	11	13,1
DICIEMBRE	98	13	34	12	76	10,6	12,9
VALOR ANUAL					74	10,5	12,8

Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

³ INHAMI (2015); Anuario Meteorológico, Quito Ecuador. Pág. 16

⁴ INHAMI (2015); Anuario Meteorológico, Quito Ecuador. Pág. 16

⁵ INHAMI (2015); Anuario Meteorológico, Quito Ecuador. Pág. 16

iv. Viento.

“Es el movimiento del aire con respecto a la superficie de la tierra. Las direcciones se toman de donde viene o procede el viento y las velocidades en metros por segundo”.⁶

Tabla 5. Velocidad Media y Frecuencia del Viento.

VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																				
MES	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Vel. Mayor		Vel. Med. (Km/h)	
	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	DIR		
ENE	2,0	1	2,5	36	1,9	13	1,1	8	1	9	0	0	0	0	0	0	0	7	NE	1,9
FEB	0	0	2,4	40	1,8	7	1,3	5	1,5	7	1	1	0	0	1	1	4	NE	2	
MAR	5	2	2,6	29	2,1	8	1,6	9	1,7	13	2,3	4	0	0	1,6	5	6	NE	2,3	
ABR	2,5	2	2,4	26	3	7	1,2	10	2,6	9	1	2	0	0	1	2	7	NE	1,8	
MAY	1,5	2	3,1	38	2,6	8	2,7	3	2,6	12	3,2	7	0	0	0	0	8	NE	2,6	
JUN	1,5	2	2,9	24	2,6	23	2	1	2,5	14	4,2	11	2	1	0	0	7	SW	3,1	
JUL																				4
AGO																				3,6
SEP	2,3	3	3,9	28	3,6	8	3	12	3,5	19	4	13	3	1	1	1	14	NE	4,2	
OCT	2	2	2,5	22	2	15	1,7	3	2,1	13	3,8	5	0	0	0	0	7	SW	2,2	
NOV	2,3	3	2	24	2,2	13	1,6	6	1,4	9	1,5	2	1	1	1,7	3	5	NE	1,9	
DIC	2	2	2,4	34	1,9	14	1,7	3	1,3	3	1	2	0	0	1,3	8	6	NE	2,1	
VALOR ANUAL																				3

Fuente: INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

Se puede apreciar que el 80% del viento predominante durante el año 2015 corresponde a la dirección Noreste y el 20% restante a la dirección Suroeste; mientras que la mayor velocidad del viento se produce en el mes de Septiembre en la dirección Noreste con 4,2 km/h de velocidad.

⁶ INHAMI (2015); Anuario Meteorológico, Quito Ecuador. Pág. 18

Conclusiones de Condiciones Ambientales:

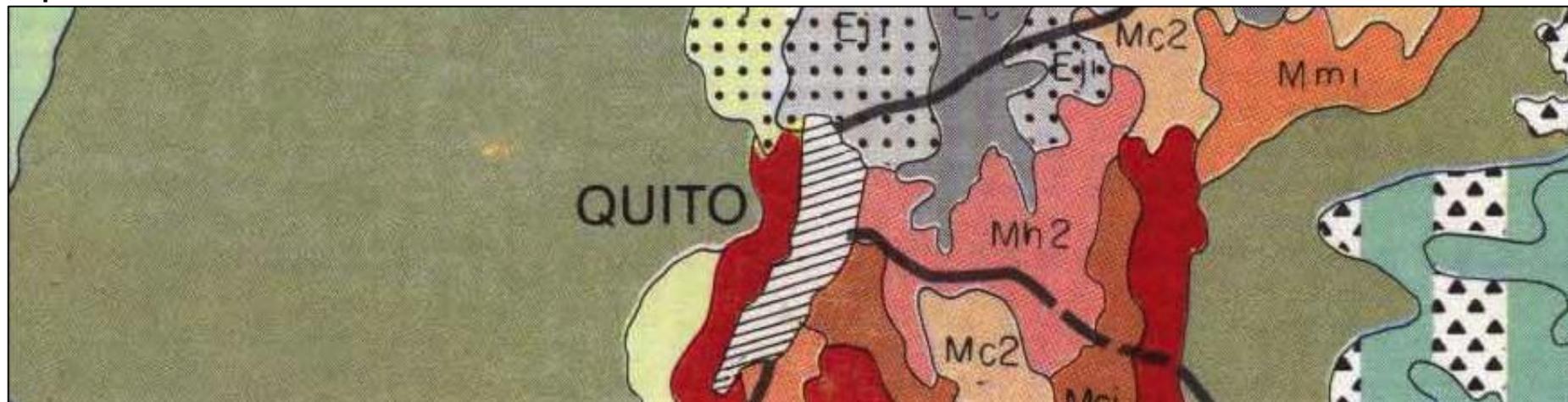
- Las condiciones ambientales definen al área de estudio como una zona cálida, seca; árida debido a la poca presencia de lluvias, a la erosión del viento y a la sobre explotación de canteras, por lo que existe una acumulación partículas en dispersión (polvo); el objetivo es minimizar los impactos negativos ambientales en el diseño de espacio publico, mientras que en la propuesta vial las condiciones ambientales tienen un impacto leve y no condicionan aspectos del diseño.
- La temperatura absoluta marca el valor pico máximo y mínimo en cada mes, por lo que representa solo un punto durante el día en el cual la temperatura llego al extremo; mientras que la temperatura promedio es un valor más real y representa el máximo, promedio y mínimo de temperatura en cada mes; si bien estos valores son tomados de la temperatura del aire a la sombra, esto quiere decir que la temperatura sin protección de la sombra es mayor; estos valores serán utilizados en el diseño de espacio público: materiales antireflectivos, vegetación acorde al entorno para equilibrar la temperatura con sombra, mobiliario urbano para protección del sol, mobiliario urbano para beber agua, etc.
- La pluviosidad define la distribución temporal de precipitación en mm, teniendo en cuenta el valor máximo de precipitación mensual se procederá a emplearlo en dos aspectos:
 - Diseño vial: pendiente de bombeo, ubicación y distribución de desagües, cajas de revisión, tipo de pavimento, señalización horizontal y vertical, etc.
 - Diseño de espacio público: pendientes de evacuación de agua lluvia, ubicación de sumideros, cajas de revisión, mobiliario urbano que incluya protección de la lluvia, materiales antideslizantes en pisos, etc.
- La humedad representa en porcentaje el contenido de vapor de agua en el aire, este factor se relaciona con la sensación térmica, contenido de agua en el suelo, que en este caso corresponde a un suelo árido y principalmente la humedad en materiales de construcción que condiciona su selección más no aspectos de diseño.
- El viento representa el movimiento del aire en km/h y la dirección predominante durante cada mes; el valor de la velocidad máxima del viento no es significativo para afectar a las construcciones existentes, mientras que la dirección del viento se utilizará como criterio de orientación para que la brisa reduzca la sensación térmica y procurar minimizar los vientos fuertes con obstáculos naturales o artificiales.
- Los rangos de confort climático (temperatura y humedad) establecidos por las Naciones Unidas señalan que de acuerdo a humedad relativa de 70% a 100% en el día la temperatura debe variar entre 22 y 27 grados, en la zona varía entre 22 y 26 grados lo cual entra en el rango de confort, mientras que en la noche el rango establece una variación entre 17 y 21 grados y en la zona varía entre 8 y 14 grados lo cual esta fuera del rango de confort climático; pese a esto los valores no llegan a ser extremos ni a afectar la calidad de vida.

b. Geología.

i. Consistencia del suelo.

El tipo de suelo de la zona corresponde a suelos arenosos derivados de materiales piro clásticos poco meteorizados sin evidencia de limo, con una baja retención de humedad. Los entisoles son suelos asociados a sedimentos depositados por los vientos o erosiones del agua; están distribuidos principalmente al norte: Valle de Tumbaco, Calderón, Carapungo y San Antonio.

Mapa 1. Clasificación General de Suelos del Ecuador.



Fuente: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. (1986). Mapa General de Suelos del Ecuador. Quito Ecuador

Tabla 6. Clasificación del Suelo.

Clasificación del Suelo			Material de origen	Clima Zonas de Humedad y Temperatura		Fisiografía y Relieve	Características de los Suelos		Simbología
Orden	Sub Orden	Gran Grupo		Seco	Templado		Arenosos, profundos; M.O.<1% en todo el perfil.	A veces con CO ₃ Ca; ph neutro a ligeramente alcalino; pardo claros	
ENTISOLES	PSAMMENTS Materiales Arenosos	USTIPSAMMENTS	Proyecciones volcánicas: ceniza reciente, gruesa y permeable	Seco	Templado	Relieves Planos a ondulados de vertientes y partes bajas centro y norte	Arenosos, profundos; M.O.<1% en todo el perfil.	A veces con CO ₃ Ca; ph neutro a ligeramente alcalino; pardo claros	

Fuente: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo (1986); Mapa General de Suelos del Ecuador, Quito Ecuador

ii. Topografía.

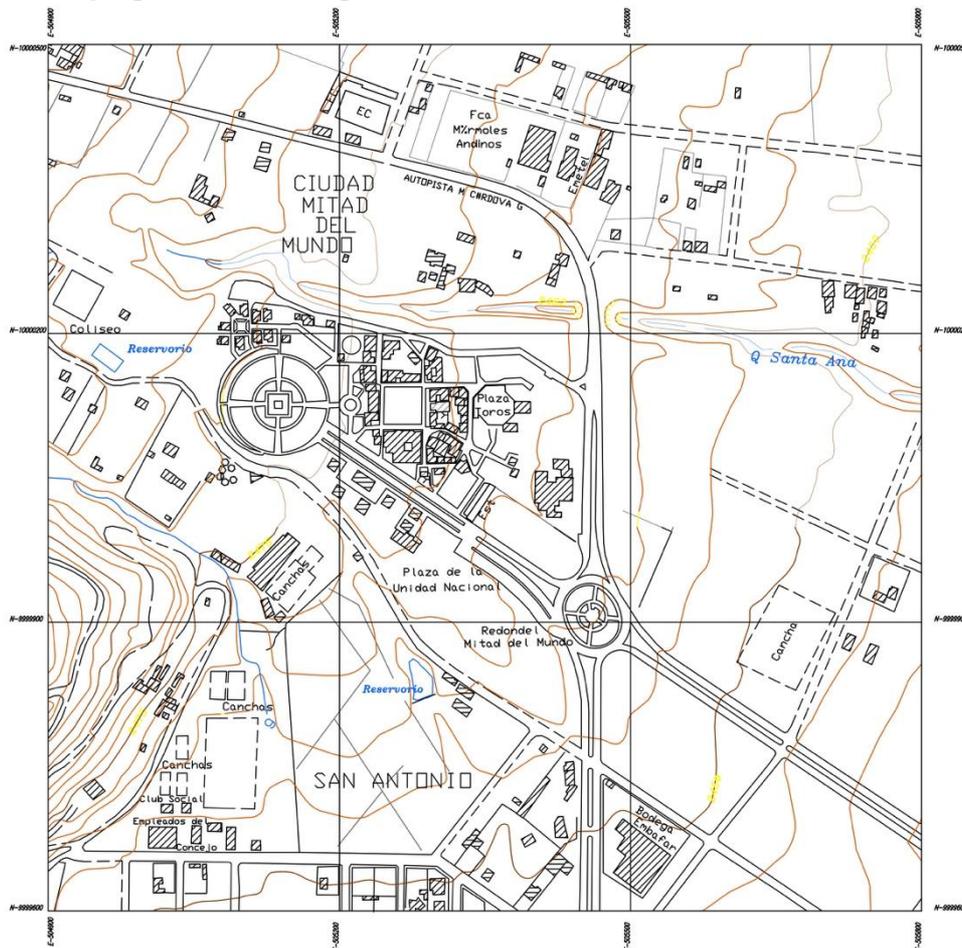
Alineamiento Horizontal:

- Radio de curva mínimo: 123 m.
No se incumple Radio mínimo, actualmente es de 136 m.
- Entre tangencia horizontal mínima: 5 segundos la velocidad específica
No se incumple entre tangencia horizontal mínima de 450 m.
- Entre tangencia horizontal máxima: 15 segundos la velocidad específica
Se excede levemente la entre tangencia horizontal máxima de 1350 m. a 1400 m. a una velocidad máxima de 90 Km/h.
- No se incluye porcentajes de peraltes ya que no se cuenta con el plano de rampas de peraltes.

Alineamiento Vertical:

- Pendiente mínima: 0,3 a 0,5%
No se incumple pendiente mínima, actualmente es de 4%
- Pendiente máxima para terrenos ondulados: 6%
No se incumple pendiente máxima, actualmente es 5%
- Longitud Mínima de la tangente vertical: 54 m.
No se incumple longitud mínima de tangente vertical, actual 250 m.
- Distancia de visibilidad para parada: 160 m.
Se incumple distancia de visibilidad de parada, actualmente es de 65m.

Mapa 2. Topografía e Hidrografía de San Antonio de Pichincha.



Fuente: Plano IGM.

Conclusiones de Geología:

- **Consistencia del suelo:** las características físicas geológicas condicionan la localización y en menor grado la geometría de la vía; los casos más relevantes en la zona son: posibilidades de deslizamientos debido a la poca presencia de vegetación que actúe como contención natural, ubicación de quebradas en gran número las cuales por normativa poseen un retiro de acuerdo a su pendiente; la quebrada Santa Ana se ubica a 300 m. del Polo Generador, posee una pendiente de 90% y por norma un retiro de 15m. a los bordes superiores.
- **Topografía:** es el factor más importante en la viabilidad ya que condiciona el alineamiento horizontal y vertical, pendientes, distancias de visibilidad, secciones transversales, etc. Dependiendo del porcentaje de pendiente se clasifica a los terrenos, en el área de estudio se presentan 2 casos:
 - Terreno plano: con pendientes transversales menores al 3%, no representan dificultades de trazado ni de explanación.
 - Terreno ondulado: con pendientes transversales que varían de 3% a 6%, permite alineamientos rectos y no representa dificultades en trazado y explanación.

Si bien las pendientes transversales no reflejan dificultades generan monotonía debido a las rectas, encandilamiento por las luces de los vehículos que viajan por la noche en sentido opuesto, estas situaciones pueden llegar a ser peligrosas. Otro aspecto que representa un problema en terrenos planos es el drenaje de aguas lluvias, debido a que el área de estudio posee pocos meses lluviosos los problemas de drenaje se limitan a los meses de enero a abril. El factor más relevante es la accidentabilidad producto del exceso de velocidad y la topografía de la zona, sumado a las características físicas de la vía, sección variable, accesos a lotes frentistas, gran cantidad de giros izquierdos, exceso de semaforización, son elementos que definen a la zona como propensa a accidentabilidad.

- **Hidrografía:** representa el comportamiento del agua y la forma en como interactúa con la tierra: precipitaciones, escorrentías, infiltraciones, drenajes, nivel freático, etc. Sirve para determinar el trazado de la vía, diseño de puentes, cunetas, subdrenes, alcantarillas, obras de drenaje y control de erosión. En el área de estudio el principal río es el Monjas, se ubica a 1,6 km. del Polo Generador de Tráfico, es completamente contaminado, representa el 20% de aguas residuales que genera la ciudad de Quito, posee una gran cantidad de quebradas que reciben y conducen las aguas lluvias que se originan en las laderas del pichincha, finalmente conduciendo su cauce al Río Monjas, este al Guayllabamba y posteriormente al Esmeraldas. Actualmente se están construyendo tres puentes sobre el río Monjas, con el objetivo de proporcionar conectividad desde Quito, Pomasqui, San Antonio y Calacalí hacia Calderón y Carapungo, a más de una ruta alterna a la Av. Córdoba Galarza por medio de la prolongación de la vía Oriental; estos futuros proyectos posiblemente impacten el área de estudio de forma positiva con redistribución del flujo vehicular.

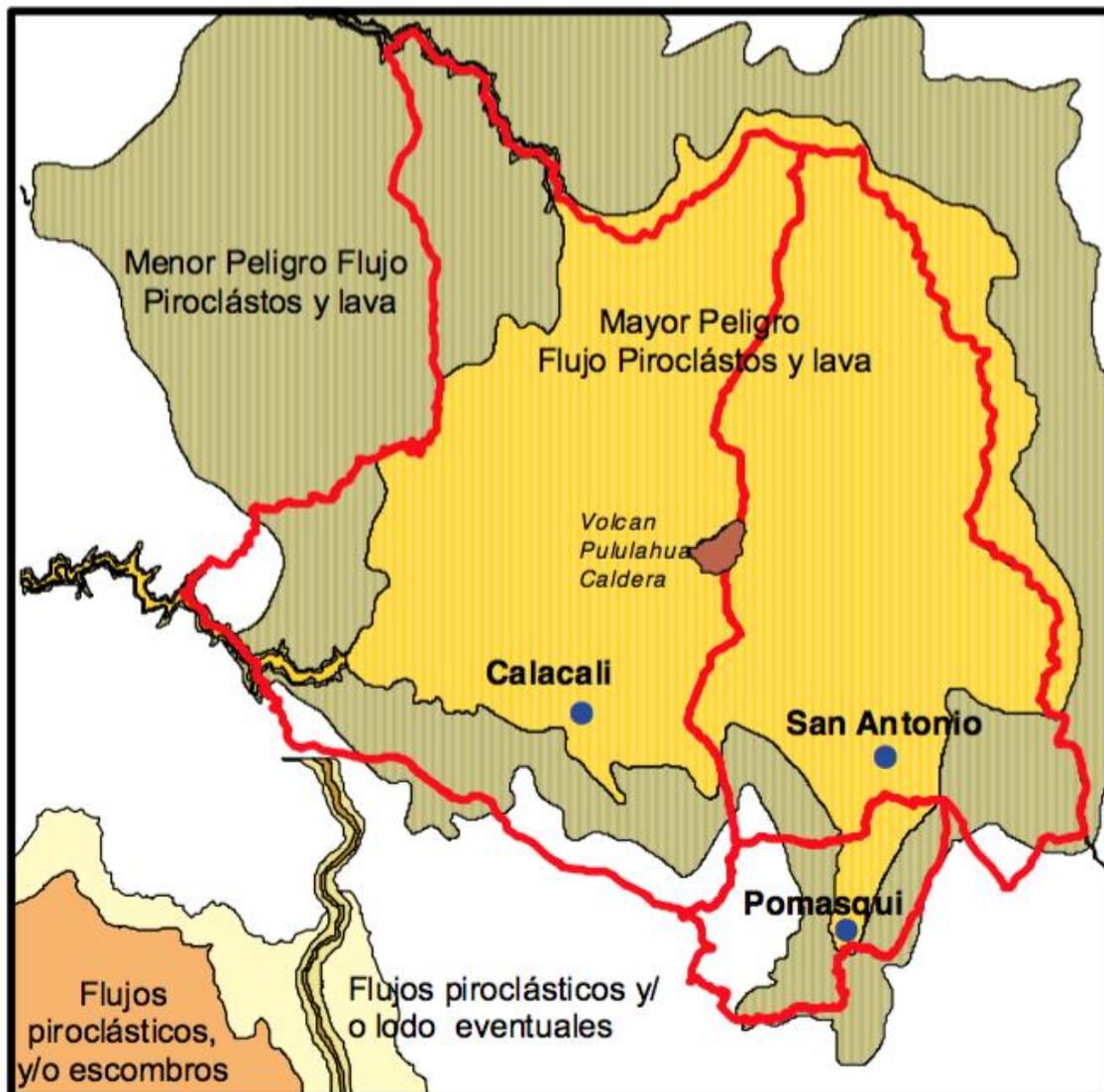
c. Riesgos.

i. Volcánicos.

El área de estudio presenta un claro carácter volcánico el cual ha sido fuente de gran atractivo turístico con el volcán Pululahua, a más de este la zona se puede ver afectada por los siguientes volcanes: Guagua Pichincha, Cotopaxi, Cayambe y Antisana, denotando un claro nivel de riesgo en caso de una erupción. El caso más importante sería una posible erupción del volcán Pululahua el cual afectaría directamente a los poblados de San Antonio, Pomasqui y Calacalí con flujos piroclásticos, caída de piroclastos, lahares, flujos de lava, derrumbes y gases eruptivos.

Pese a que el volcán Pululahua se encuentra activo no ha tenido una erupción aproximadamente desde hace 2200 años y actualmente es una reserva geobotánica que se encuentra en el interior del cráter del volcán, siendo uno de los pocos cráteres habitados en el planeta.

Mapa 3. Peligros Volcánicos en las Parroquias Equinocciales.



Fuente: Granda Páez, Oswaldo. (2007). Plan Parcial de Ordenamiento Territorial de las Parroquias Equinocciales: Pomasqui, San Antonio y Calacalí. Quito Ecuador.

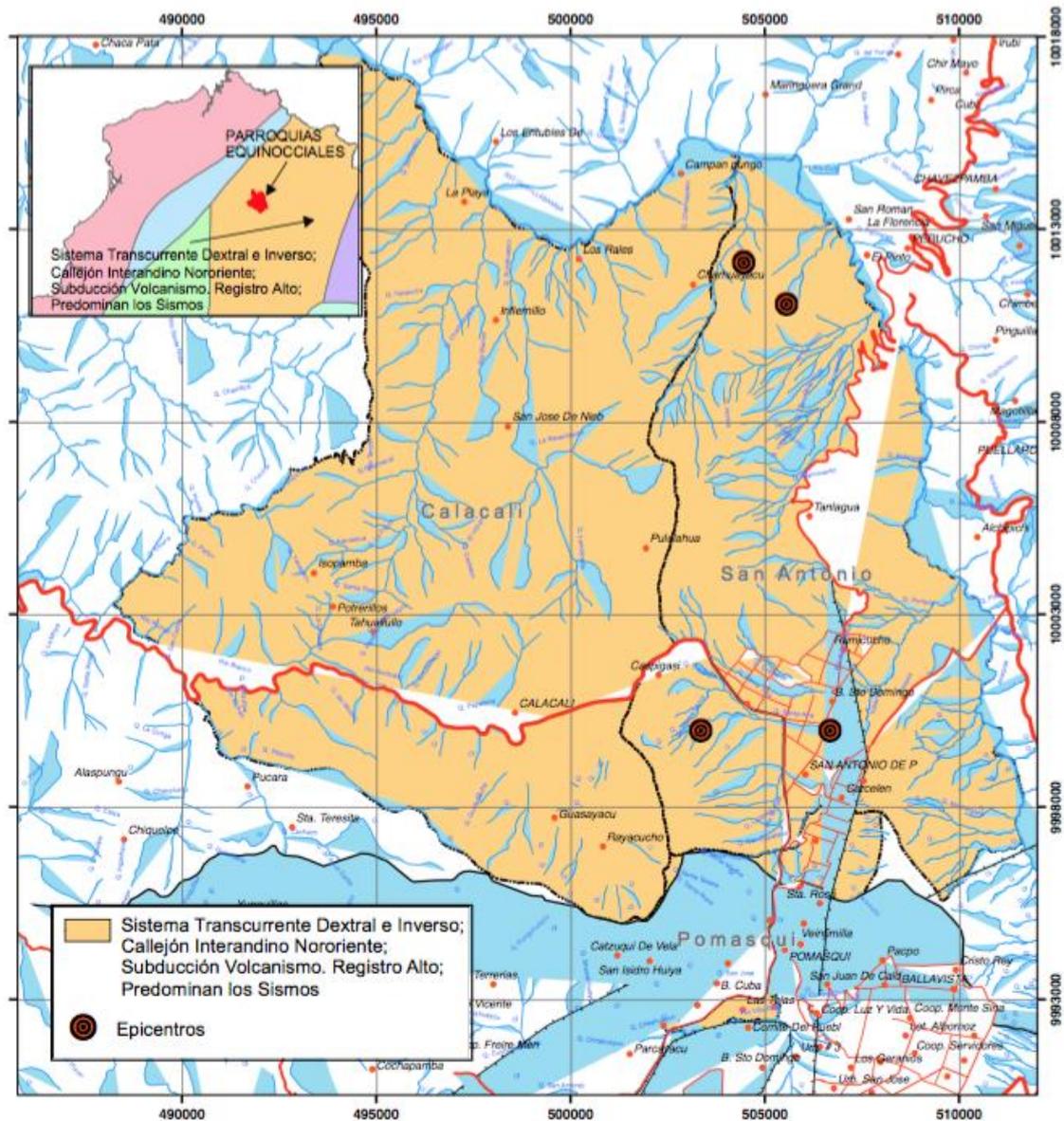
ii. Sísmicos.

Al igual que todo el Ecuador, el área de estudio se encuentra en una zona de susceptibilidad sísmica, en este caso los sismos pueden tener tres fuentes de origen:

- Zona de subducción entre la placa de Nazca y la Sudamericana, con sismos más violentos (Esmeraldas 1906)
- La placa Sudamericana, principalmente bajo las zonas andinas y subandinas (Baeza 1987)
- Las fallas donde se encuentra la zona misma del proyecto como son: Catequilla, Monjas y Tanlahua.

A pesar de que la amenaza sísmica es un factor de riesgo muy concreto, depende de muchos factores como la localización y profundidad del epicentro por lo que su evaluación resulta muy difícil.

Mapa 4. Amenazas Sísmicas en las Parroquias Equinociales.



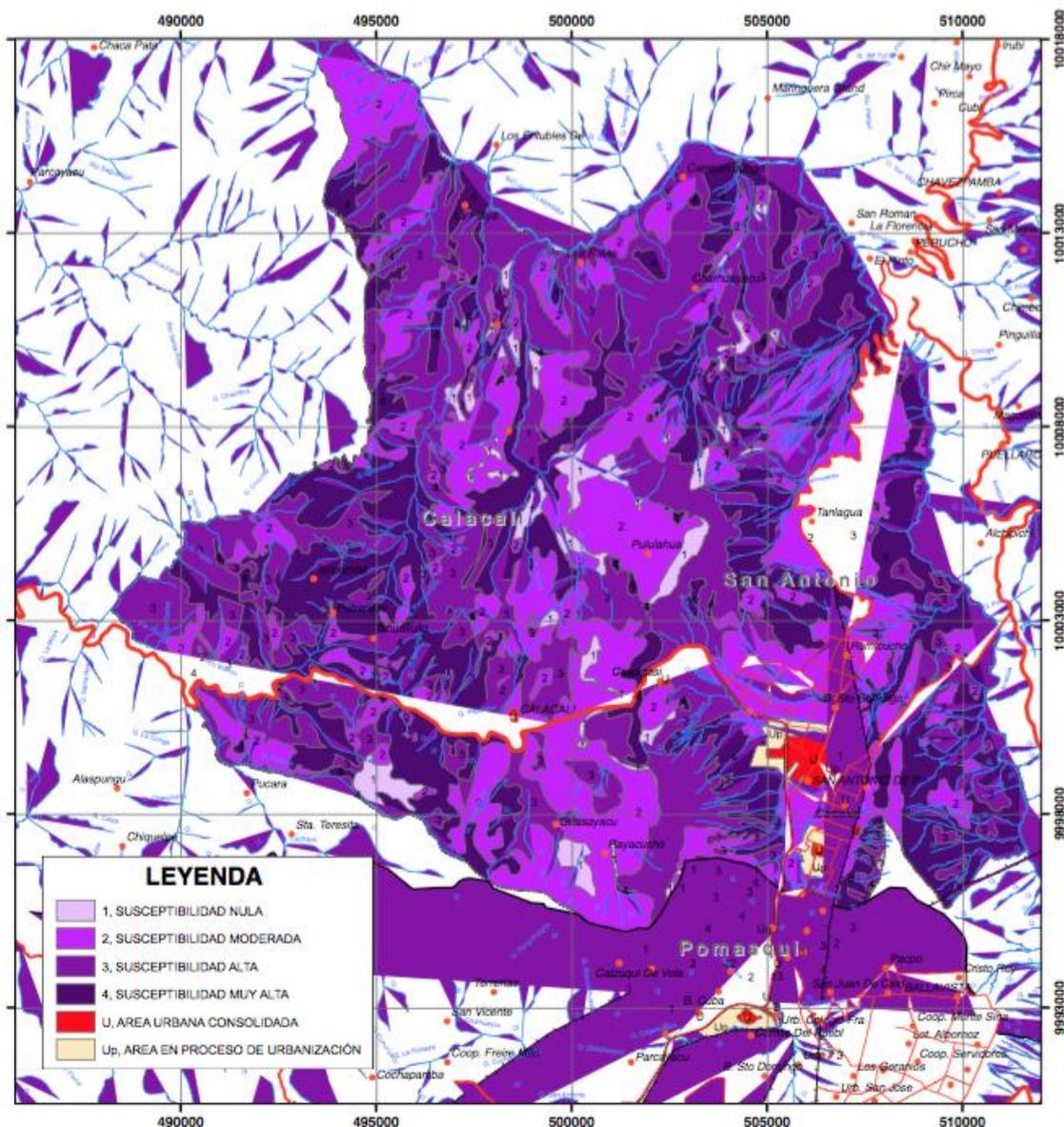
Fuente: Granda Páez, Oswaldo. (2007). Plan Parcial de Ordenamiento Territorial de las Parroquias Equinociales: Pomabquí, San Antonio y Calacalí. Quito Ecuador.

iii. Morfo climáticas.

Son aquellas que son producto de la combinación de amenazas geomorfológicas e hidromorfológicas causantes de procesos de remoción en masa, principalmente zonas inestables, desprovistas de capa vegetal, donde las precipitaciones o la erosión del viento causan deslaves o derrumbes.

Si bien estas amenazas son de origen natural el hombre y sus actividades tienden a acelerar este proceso, en la zona principalmente con la sobre explotación de canteras para obtener materiales pétreos de construcción y su movilización hasta Quito. Toda la parroquia de San Antonio Posee susceptibilidad moderada a alta de erosión del suelo, el área urbana tiene menor grado de vulnerabilidad por el hecho de estar consolidada.

Mapa 5. Susceptibilidad del suelo a la erosión en las Parroquias Equinocciales.



Fuente: Granda Páez, Oswaldo. (2007). Plan Parcial de Ordenamiento Territorial de las Parroquias Equinocciales: Pomasquí, San Antonio y Calacalí. Quito Ecuador.

2. Medio Físico Artificial.

a. Morfología Urbana.

i. Clasificación del Suelo.

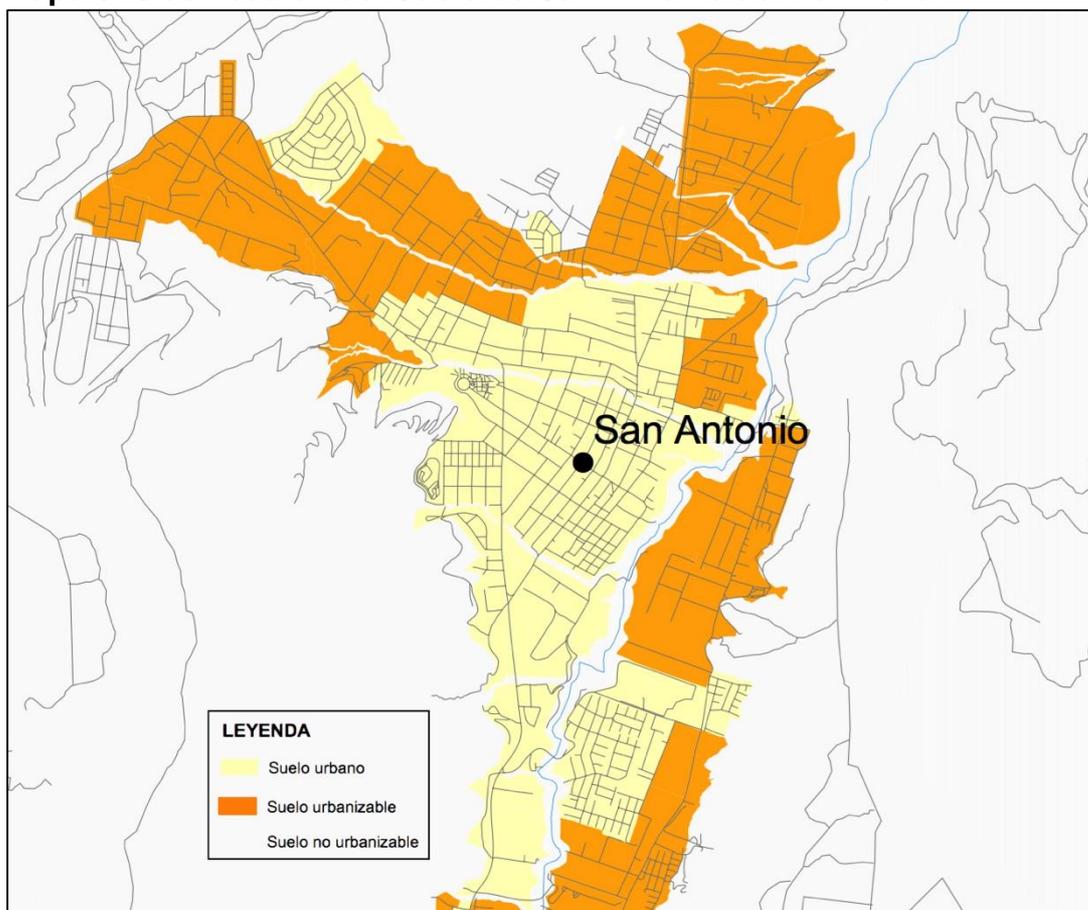
La morfología de San Antonio está condicionada por factores naturales que han delimitado su crecimiento urbano, al norte el volcán Pululahua, al sur la quebrada Oasis, al este el río Monjas y al oeste el volcán Casitagua. De manera general la parroquia se caracteriza por tener apenas 5% de área urbana consolidada por lo que el carácter que predomina es el de rural, en el que las actividades más importantes son la explotación de pétreos, la industria de grandes fabricas como Maresa y La Internacional y el turismo.

Tabla 7. Áreas parciales y totales urbano, urbanizable y no urbanizable de San Antonio de Pichincha.

Cabecera Parroquial	Clasificación	Has.	%
San Antonio	No Urbanizable	10.122,23	86,87 %
	Suelo Urbanizable	855,52	7,34 %
	Suelo Urbano	612,82	5,25 %
Total San Antonio		11.652,72	100 %

Fuente: Oswaldo Granda Páez (2007); Plan Parcial de Ordenamiento Territorial de las Parroquias Equinocciales: Pomasqui, San Antonio y Calacalí, Quito Ecuador.

Mapa 6. Clasificación del Suelo de San Antonio de Pichincha.

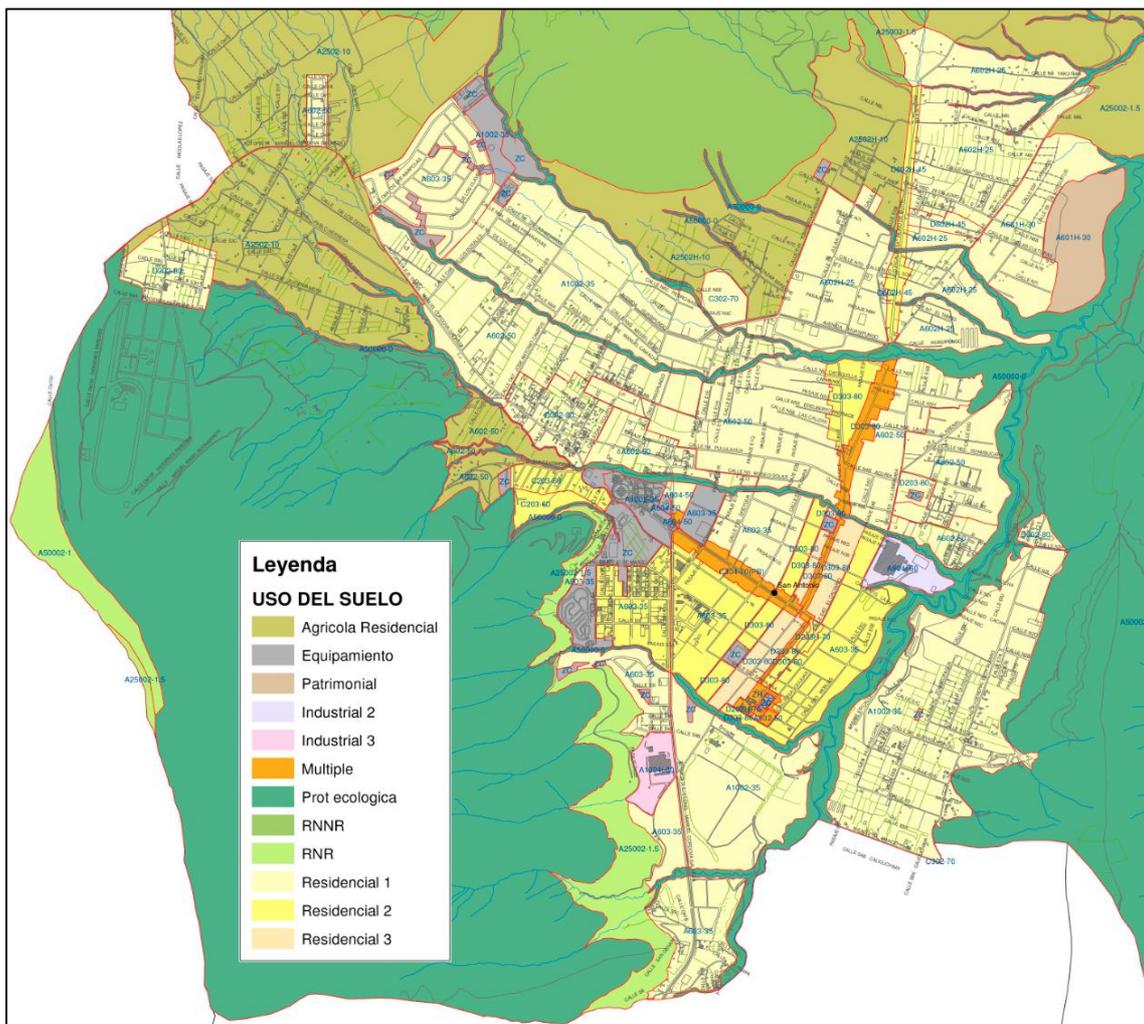


Fuente: Alcaldía de Quito. (2016). Mapas Generados en la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, Quito Ecuador. Recuperado de: <http://sthv.quito.gob.ec>

ii. Uso del Suelo.

El área urbana se compone principalmente de suelo Residencial 1 que corresponde a vivienda de baja densidad, seguido por residencial 2 que corresponde a vivienda de densidad media y en menor grado residencial múltiple. En el área de estudio existe una concentración de equipamientos como: Sede UNASUR que representa gestión a nivel Latinoamericano, Ciudad Mitad del Mundo: turismo, cultura y comercio, Kartodromo y canchas deportivas: recreación y Plaza Equinoccial: comercio agrupado. La densidad en el área urbana consolidada varía entre 25 a 50 habitantes por hectárea. En el área correspondiente a suelo urbanizable el uso predominante es agrícola residencial con una densidad que varía entre de 10 a 25 habitantes por hectárea. Mientras que en suelo no urbanizable que representa el 85% de la parroquia el uso de suelo que destaca es Protección Ecológica por la Reserva Geobotánica Pululahua y recursos naturales no renovables, donde la densidad habitacional es menor a 5 habitantes por hectárea.

Mapa 7. Plano de Uso de Suelo de San Antonio de Pichincha.



Fuente: Alcaldía de Quito. (2016). Mapas Generados en la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda. Quito Ecuador. Recuperado de: <http://sthv.quito.gob.ec>

Conclusiones de Morfología Urbana:

- La clasificación del suelo en la parroquia de San Antonio de Pichincha determina que el suelo predominante es rural con el 86,87 %, seguido por suelo urbanizable con el 7,34 % y en menor grado suelo urbano con el 5,25 %, lo cual genera un 77,89% de población compacta ubicada en el área urbana consolidada, en contraste con un 22,10% de población dispersa ubicada en suelo urbanizable y rural.
- De acuerdo a la clasificación del suelo, la densidad en suelo rural es menor a 5 hab./ha, en suelo urbanizable va de 10 a 25 hab./ha y en suelo urbano de 25 a 50 hab./ha, lo cual en comparación con la ciudad de Quito, que posee densidades que alcanzan hasta 300 habitantes por hectárea, concluye que la parroquia de San Antonio posee de forma general una densidad habitacional baja.
- Es notorio que en la parroquia de San Antonio nunca existió un plan de ordenamiento territorial o zonificación sobre la cual se desarrolle el uso de suelo, y actualmente este solo se ubica para limitar en cierto grado el crecimiento desordenado que ha existido, un ejemplo claro es la ubicación del uso industrial, con 2 polos totalmente opuestos que son las fabricas de Mareasa y La Internacional; de igual forma la distribución de equipamientos y el uso de suelo Múltiple que solo sigue los ejes viales principales.
- Respecto al trazado urbano no se perciben directrices de diseño, esto evidencia la falta de ordenamiento del territorio y que el actual plano de uso de suelo se implantó después de que toda la zona se haya desarrollado, generado lotes irregulares, tanto en forma como en dimensión dentro de un mismo uso de suelo, inclusive dentro de el área urbana consolidada las diferencias son generalizadas.
- La división parcelaria de la zona es completamente anárquica especialmente en suelo urbanizable lo cual lleva a que si el desarrollo del suelo urbano partió sin directrices de ordenamiento territorial, actualmente ya se cuenta con planes, estos debe regular el tamaño de los lotes, forma de implantación, altura de edificación, etc. y no se ha dado evidenciando la falta de herramientas para cumplir los planes de ordenamiento territorial.
- El trazado vial de San Antonio de Pichincha se encuentra marcado por la Autopista Manuel Córdoba Galarza que tiende a ser un elemento de división física debido a su carácter de vía expresa, la cual no se ubica como una perimetral si no que atraviesa Pomasqui, San, Antonio y Calacalí y a definido el desarrollo desordenado de la zona debido a la carencia de normas e ineficiencia de la alcaldía que las haga cumplir.
- El trazado de vías de menor jerarquía no posee mayor lógica, en San Antonio se marcan 2 ejes viales claros, la Av. Equinoccial y la Av. 13 de Julio, el resto de vías se desarrollaron como caminos rurales para acceder a los predios que de la misma forma partieron de una división parcelaria carente de normativas, por lo que en la actualidad se refleja desigualdad entre las construcciones ilegales y las de legales apegadas a normativas, dejando como resultado contrastes que no benefician y marcan no solo desigualdad económica, si no desigualdad de aplicación de leyes y normas.

b. Funcionalidad Urbana.

i. Vialidad.

Autopista Manuel Córdoba Galarza.

De jerarquía vial expresa, conforma la red vial básica urbana y sirve para el tráfico de larga distancia, partiendo desde la Ciudad de Quito, pasando por Pomasqui, San Antonio, Calacalí, a más de articular estas zonas urbanas que conforman el DMQ sirve de enlace entre zonas regionales nacionales convirtiéndose en la red estatal E 28-D que conduce a la Costa, por lo que el área de estudio soporta gran cantidad de tráfico de paso.

Características Funcionales:

- Conformar la red vial de alta jerarquía que soporta el tráfico de los principales polos generadores urbanos y regionales.
- Fácil conexión entre áreas o regiones.
- Se conecta con el sistema vial urbano.
- Admite altas velocidades de operación.
- Soporta grandes flujos vehiculares.
- Disgrega el tráfico de paso del tráfico local.
- No permite accesos a lotes frentistas.
- No admite estacionamientos al costado de la vía; los accesos y salidas se realizarán utilizando carriles de desaceleración y aceleración.
- Admite circulación de buses interurbanas o regionales.

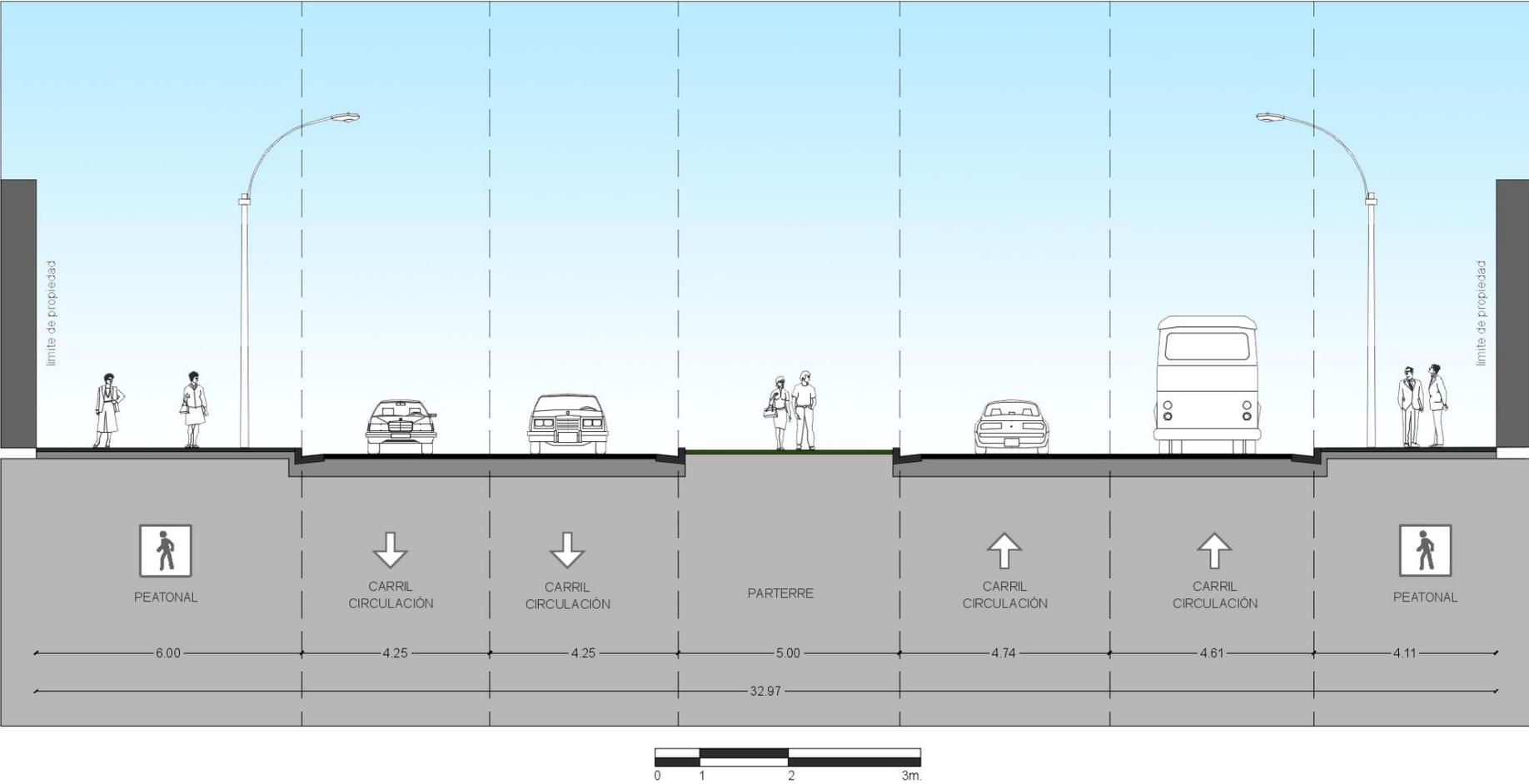
Tabla 8. Características Técnicas Vía Expresa:

Velocidad del proyecto	90 Km/h.
Velocidad de operación	60 – 80 Km/h
Distancia paralela entre vías	3.000 – 8.000 m.
Control de accesos	Total (intersecciones a desnivel)
Número mínimo de carriles	3 por sentido
Ancho de carriles	3,65 m.
Distancia de visibilidad de parada	80 Km/h. = 110 m.
Radio mínimo de curvatura	80 Km/h. = 210 m.
Gálibo vertical mínimo	5,50 m.
Radio mínimo de esquinas	5,00 m.
Separación de calzadas	Parterre mínimo de 6,00 m.
Espaldón	3 carriles por sentido mínimo 2,50 m. 4 carriles por sentido espaldones junto a parterres mínimo 1,80 m.
Longitud de carriles de aceleración	Ancho del carril * 0,6 * Velocidad de la vía en Km/h.
Longitud de carriles de desaceleración	Ancho del carril * Velocidad de la vía en Km/h. / 4,8

Fuente: Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial. (2010). Normas de Arquitectura y Urbanismo. Quito Ecuador.

Autopista Manuel Córdoba Galarza.

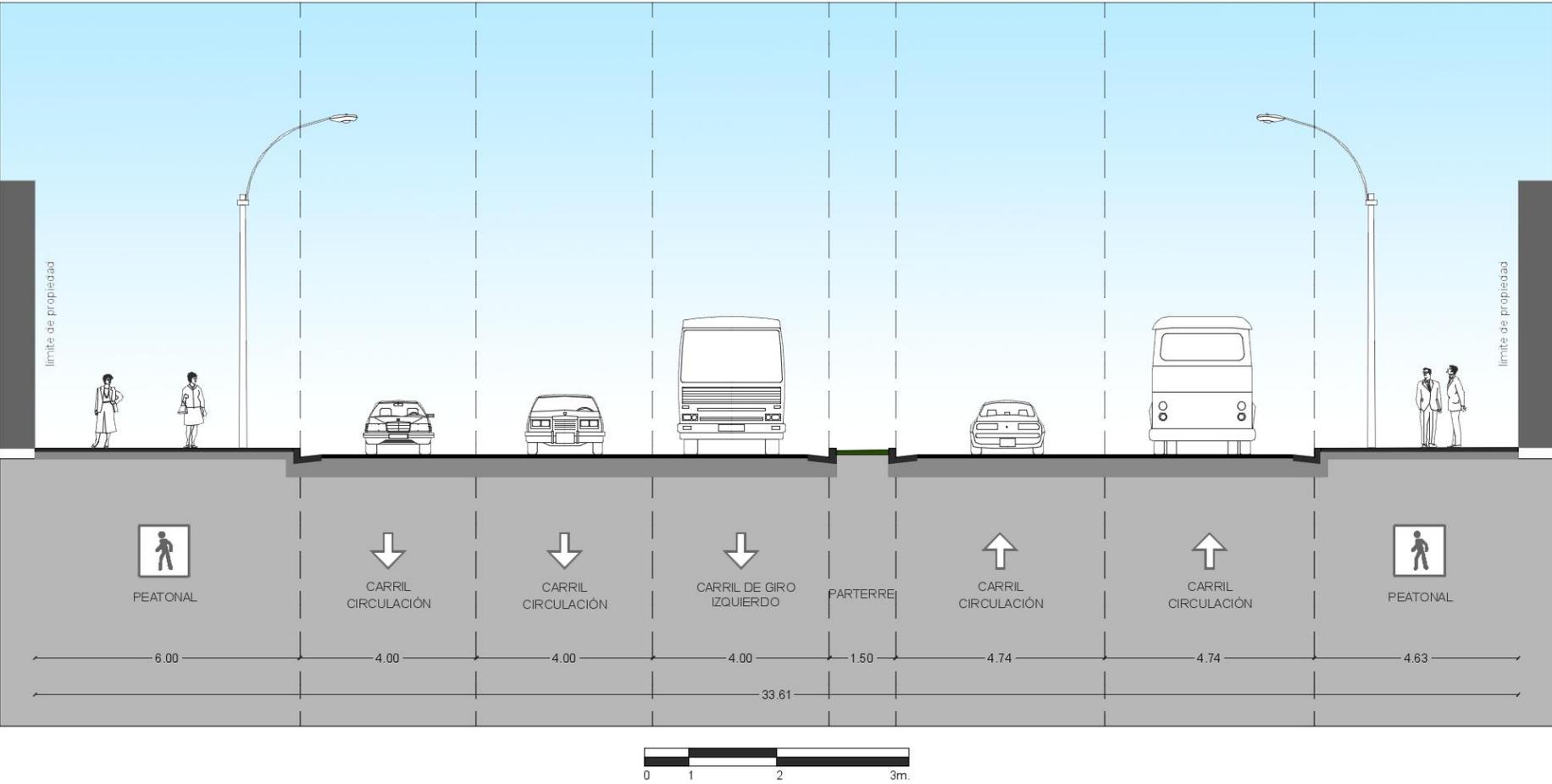
Gráfico 8. Sección típica Autopista Manuel Córdoba Galarza.



Fuente: Autor.

Autopista Manuel Córdoba Galarza.

Gráfico 9. Sección acceso a parqueadero de Ciudad Mitad del Mundo.



Fuente: Autor.

Av. Equinoccial.

De jerarquía colectora, sirve de enlace entre las vías arteriales y locales, pese a esto en el área de estudio la conexión se produce con una vía expresa lo cual refleja una seria inconsistencia. Su función es distribuir el tráfico dentro de las distintas áreas urbanas, en este caso es el eje vial principal de San Antonio de Pichincha, permitiendo el acceso a zonas residenciales, institucionales, de gestión, recreativas comerciales y de menor escala.

Características Funcionales:

- Canaliza el tráfico de vías locales hacia la red arterial y posteriormente hacia las vías expresas.
- Distribuyen el tráfico en áreas urbanas o rurales.
- Favorecen desplazamientos entre barrios cercanos.
- Admite accesos a lotes frentistas.
- Posee una razonable velocidad de operación.
- Pueden admitir estacionamientos laterales.
- Los volúmenes de tráfico son bajos en comparación con las vías arteriales y expresas.
- Se recomienda circulaciones en un solo sentido vehicular.
- Admite circulaciones de líneas buses urbanos.

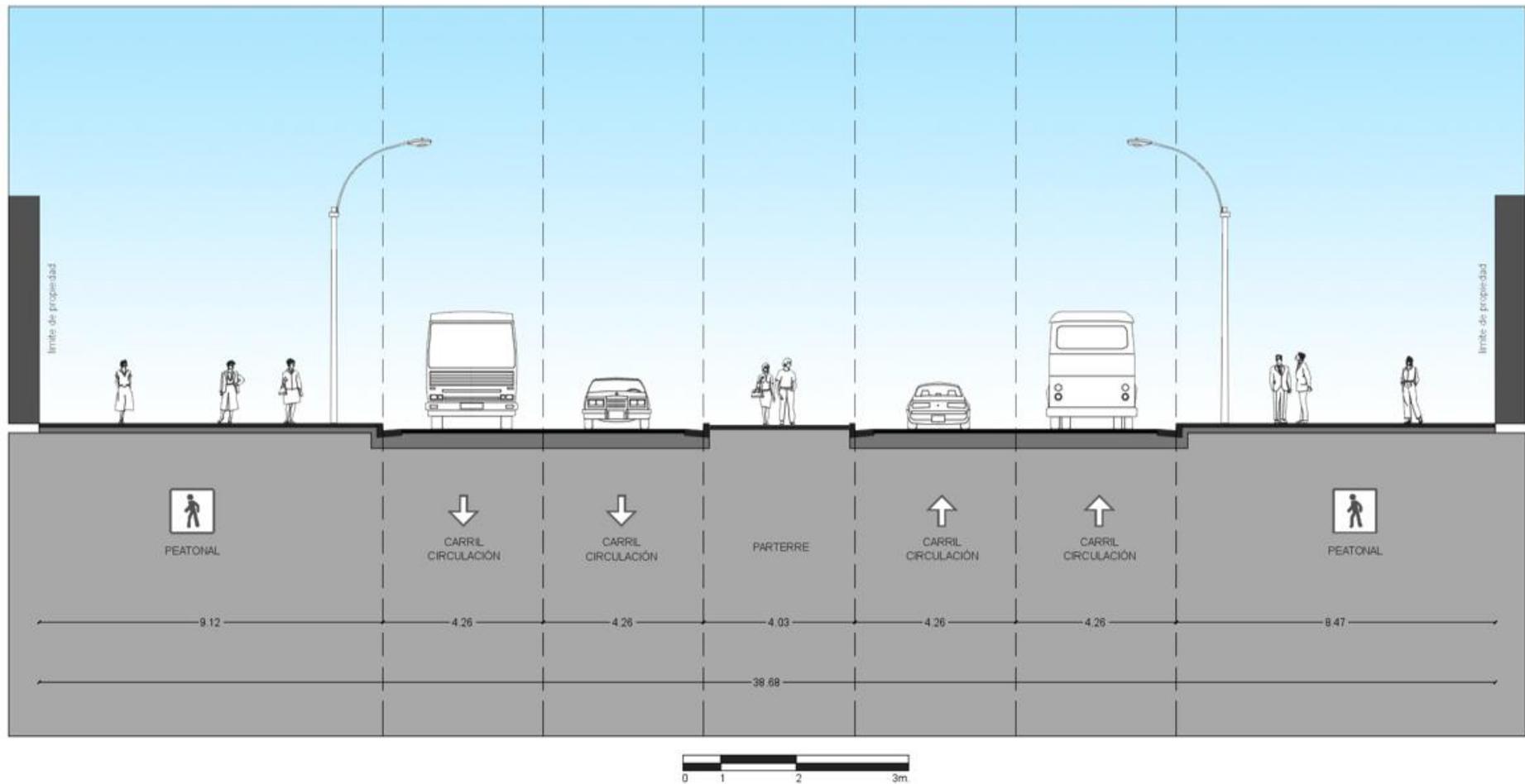
Tabla 9. Características Técnicas Vía Colectora:

Velocidad del proyecto	50 Km/h.
Velocidad de operación	20 – 40 Km/h
Distancia paralela entre vías	500 – 1.000 m.
Control de accesos	Todas las intersecciones son a nivel
Número mínimo de carriles	2 por sentido
Ancho de carriles	3,50 m.
Carril de estacionamiento	Mínimo 2,00 m.
Distancia de visibilidad de parada	40 Km/h. = 45 m.
Radio mínimo de curvatura	40 Km/h. = 50 m.
Gálibo vertical mínimo	5,50 m.
Radio mínimo de esquinas	5,00 m.
Separación de calzadas	Separación con señalización horizontal. Pueden tener parterre mínimo de 3,00 m.
Longitud máxima de vías sin retorno	300 m.
Aceras	Mínimo 2,50 m. como excepción 2,00 m.

Fuente: Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial. (2010). Normas de Arquitectura y Urbanismo. Quito Ecuador.

Avenida Equinoccial.

Gráfico 10. Sección típica Av. Equinoccial.



Fuente: Autor.

Conclusiones de Vialidad:

- La intersección entre la Autopista Córdoba Galarza y la Av. Equinoccial posee una seria inconsistencia debido a la conexión que se produce entre jerarquías expresa y colectora, pese a que solo permiten la conexión entre vías expresa a arterial y arterial a colectora.
- Autopista Manuel Córdoba Galarza:
 - Su sección vial es inconstante, posee gran variedad de cambios físicos a lo largo de su trayecto, por lo que para este estudio la propuesta se limitara exclusivamente al tramo que corresponde al polo generador de tráfico.
 - Las características funcionales en general son acordes a lo que actualmente la vía refleja, excepto por la degradación en su jerarquía vial en grandes tramos por ejemplo al ingresar a Pomasqui y convertirse en una vía colectora; esta inconsistencia se refleja en cambios de accesos a lotes frentistas, degradación de la velocidad de operación y movilidad, imposibilidad de separación del tráfico de paso del local, admitir estacionamientos laterales y líneas de buses locales.
Pese a lo señalado en el tramo del área de estudio las características funcionales de la vía se mantienen correctas excepto en el acceso a lotes frentistas como: parqueadero de Ciudad Mitad del Mundo, UNASUR y Plaza Equinoccial; a más de esto la circulación de buses no es exclusiva de buses interurbanos o regionales, a estos se suman inter parroquiales.
 - Las características técnicas de la vía son inconstantes a lo largo de todo su trayecto, pese a esto en el área de estudio se reflejan los siguientes problemas:
 - Velocidad de operación excedida lo cual convierte a la vía en propensa de accidentabilidad.
 - Distancia paralela entre vías debe ser mínimo 3.000 m. pese a esto la prolongación de la avenida Simón Bolívar se proyecta a 2.000 m. paralela a la Av. Córdoba Galarza.
 - Control de acceso en ningún caso se cumple, la Norma de Gestión Urbana y Territorial de Quito, que exige que sean a desnivel, pese a esto todos son a nivel.
 - Número mínimo de carriles mínimo 3, actualmente posee 2
 - Parterre mínimo de 6,00 m. actualmente varía entre 1,50 y 5,00 m. en los tramos donde existe.
- Avenida Equinoccial:
 - Posee una longitud de 950 m. en los cuales su sección se mantiene constante tanto en sus características técnicas como funcionales.
 - Las características funcionales corresponden en su totalidad a vía colectora y no se reflejan inconsistencias de ningún tipo.
 - Las características técnicas en general se cumplen, excepto:
 - Velocidad de operación que suele ser excedida especialmente por los buses de transporte público.
 - El ancho del carril de estacionamiento no se cumple, este se encuentra marcado con señalización horizontal sobre el carril de circulación derecho en ambos costados de la vía.

ii. Incompatibilidades.

En el área de estudio el uso de suelo principal es Residencial Múltiple que corresponde a áreas de centralidad en las que puede coexistir vivienda, comercio, industria de bajo y medio impacto, artesanía y servicios (usos diversos de carácter zonal y de ciudad); de acuerdo a esto se presentan las siguientes relaciones de compatibilidad:

Tabla 10. De Usos de Suelo y sus Relaciones de Compatibilidad.

Clasificación del Suelo	Uso Principal	Prohibidos	Condicionados
Suelo Urbano y Urbanizable	Residencial Múltiple RM	Comercial y de servicios: CM1 Industrial: I13, I14 Equipamiento: ERM, EGM, EFM, ETM, EIZ, EIM, EPZ, EPM. Recursos Naturales Renovables: NR Recursos Naturales no Renovables: NN	Industrial: I12 Equipamiento: EDM, EEM, EBM, EGZ, EDZ, ETZ, EAM

Fuente: Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial. (2010). Normas de Arquitectura y Urbanismo. Quito Ecuador.

Tabla 11. Usos Prohibidos.

Categoría	Simb.	Tipología	Simb.	Establecimientos
Comercio de ciudad y metropolitano C	CM	Alojamiento Restringido	CM1	Moteles, casas de cita, lenocinios, prostíbulos, centros nocturnos, cabarets
Industrial	I	Alto Impacto I3	I13	Fabricación de productos estructurales
		Peligrosa I4	I14	Incineración de residuos
Religioso E	ER	Ciudad o metropolitano	ERM	Catedral, conventos, monasterio
Seguridad E	EG	Ciudad o metropolitano	EGM	Instalaciones militares, cuarteles, penitenciarias, etc.
Servicios funerarios E	EF	Ciudad o metropolitano	EFM	Cementerios, parques cementerio, crematorios
Transporte E	ET	Ciudad o Metropolitano	ETM	Terminal de buses interprovincial, estación ferrocarril y aeropuerto.
Infraestructura E	EI	Ciudad o Metropolitano	EIZ	Plantas potabilizadoras, subestaciones eléctricas, telecomunicaciones, etc.

			EIM	Plantas de tratamiento, estación de energía eléctrica, plantas termoeléctricas
Especial E	EP	Zonal	EPZ	Depósitos de desechos industriales
		Ciudad o Metropolitano	EPM	Tratamiento de desechos
Recursos naturales renovables N	NR	Agrícola y pecuario	NR1	Producción agrícola controlada
			NR2	Producción agrícola intensiva
			NR3	Producción pecuaria
		Forestal	NR4	Explotación forestal
		Piscícola	NR5	Explotación piscícola
Recursos naturales no renovables N	NN	Minería	NN1	Actividad minera

Fuente: Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial. (2010). Normas de Arquitectura y Urbanismo. Quito Ecuador.

Tabla 12. Usos Condicionados.

Categoría	Simb.	Tipología	Simb.	Establecimientos
Industrial	I	Bajo Impacto II	II2	Procesamiento industrial de alimentos
Recreativo y deportes E	ED	Zonal	EDZ	Parque zonal, polideportivos, gimnasios y piscinas.
		Ciudad o Metropolitano	EDM	Parques de ciudad, estadios, coliseos, jardín botánico, zoológico, plaza de toros
Educación E	EE	Ciudad o Metropolitano	EEM	Campus universitario, centros tecnológicos, institutos de educación superior
Bienestar social E	EB	Ciudad o Metropolitano	EBM	Orfanatos, asilo de ancianos
Seguridad E	EG	Zonal	EGZ	Cuartel de policía
Transporte E	ET	Zonal	ETZ	Terminales locales, de transferencia, de transporte público
Administración pública	EA	Ciudad o Metropolitano	EAM	Alcaldía, sedes principales de entidades públicas.

Fuente: Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial. (2010). Normas de Arquitectura y Urbanismo. Quito Ecuador.

Usos Condicionados.

Son aquellos que no son imprescindibles para el funcionamiento del uso de suelo principal y que no impactan de fuertemente en el, pueden permitirse bajo condiciones normativas; teniendo en cuenta lo señalado, la Sede de UNASUR se construyó siendo un elemento de uso de suelo condicionado; a más de esto la Ciudad Mitad del mundo al poseer concentración de usos, dentro de ellos cuenta con plaza de toros y gallera que son elementos de uso condicionado; ambos proyectos no impactan de forma negativa en la sociedad, pero si en el tráfico, lo cual será diagnosticado en el Capítulo 2 Subsistema de Transporte.

Usos Prohibidos.

Son aquellos innecesarios para el funcionamiento del uso de suelo principal y que por su impacto ocasionarían dificultades de coexistencia.

En el entorno inmediato al área de estudio no se refleja ningún elemento de uso de suelo prohibido; pese esto la normativa no incluye comercio informal, el cual se ubica al costado de la Autopista Córdoba Galarza, reflejando la necesidad de comercio de alimentos, generalmente asociado al tráfico de paso y a la cultura del Ecuador, en donde al costado de las vías de alta jerarquía se ubican de forma temporal establecimientos de este tipo, los cuales son ilegales, pero a su vez responden a la demanda de alimentación de los usuarios que transitan la vía, siendo esto un problema de carácter urbano arquitectónico.

Fotografía 4. Comercio informal al costado de la Autopista Córdoba Galarza.



Fuente: Autor.

c. Morfología Arquitectónica.

El objetivo del estudio morfológico es analizar la relación entre el espacio público y semipúblico de los proyectos arquitectónicos que intervienen el polo generador de tráfico, mas no los aspectos propios de la arquitectura de los proyectos y del espacio privado ya que no existirá propuesta arquitectónica; la misma se limitará a diseño vial, diseño de espacio público y modelamiento de tránsito.

i. Ciudad Mitad del Mundo.

Es un complejo turístico diseñado basándose en arquitectura colonial española, incluye varios elementos urbanos como: calles, plazas, áreas verdes, iglesia, plaza de toros, gallera, etc., como marco del Monumento Principal; es una replica de un pequeño centro poblado basado en cuadrícula de estilo exclusivamente impuesto por la colonia española, aunque con materiales de construcción actuales. En la actualidad se diferencia el espacio publico como preámbulo al ingreso del complejo, con un área de 12.400 m² de plaza la cual contiene: taquillas, torniquetes de ingreso y mobiliario urbano; este espacio a su vez comparte funciones propias de la Sede de UNASUR como: ingreso vehicular y peatonal, helipuerto y plaza posterior.

El objetivo del espacio público es el de canalizar la accesibilidad peatonal tanto a la Ciudad Mitad del Mundo como a la Sede de UNASUR y en menor grado el de accesibilidad vehicular principal a UNASUR, ya que este acceso – salida solo se utiliza solo para altos mandos y comparte el área destinada a peatones.

A más de lo señalado como lugar de aglomeración de personas y acceso vehicular, este espacio no cumple con otra función y no posee restricción ni barreras de ingreso, salvo al punto donde comienza el espacio privado de la Ciudad Mitad del Mundo.

Fotografía 5. Espacio Público Ciudad Mitad del Mundo.



Fuente: Autor.

ii. Sede UNASUR.

La Sede de Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR) representa gestión a nivel suramericano, aunque también es utilizado para reuniones de la Organización de Estados Americanos (OEA), Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC) y demás foros de integración de la región. Cuenta con cinco plantas: tres para niveles operativos, ejecutivos y de directorio; en las últimas dos plantas se ubica sala de convenciones, salón principal, biblioteca, museo, sala de prensa, proyecciones, auditorio, cafetería, restaurante y piscinas, cuenta con un área de 20 mil m² de construcción y áreas exteriores que incluyen espejos de agua y jardines.

El espacio público se divide en dos:

- Espacio compartido entre Sede UNASUR y Ciudad Mitad del mundo: posee aproximadamente 12.400 m² de espacio público, sin restricciones de acceso peatonal y con restricción de acceso vehicular hacia la Sede UNASUR. Este espacio sirve como punto de encuentro y de acceso hacia la Sede UNASUR y la Ciudad Mitad del Mundo, es utilizado generalmente para turismo de la zona y recreación pasiva, aunque no posee una función definida; cuenta con mobiliario urbano: bancas, pileta, luminarias, rampas de acceso para personas con movilidad reducida, pasamanos y helipuerto para el uso exclusivo de la sede.
- Espacio exclusivo UNASUR: cuenta con aproximadamente 14.000 m² de áreas exteriores exclusivas de la sede, en las que la función principal es la accesibilidad peatonal y el turismo que atrae este tipo de proyecto, siendo el que posee la estructura con mayor voladizo de Latinoamérica con 50 m; las áreas exteriores cuentan con áreas verdes, pisos duros, espejos de agua y mobiliario para iluminación mas no recreación.

Fotografía 6. Espacio Público Sede UNASUR.



Fuente: Autor.

iii. Plaza Equinoccial.

Es una zona comercios de aproximadamente 3.400 m² de área, de carácter metropolitano (comercios agrupados en general mayores a 1.000 m² de área útil), cuenta con comercios: Subway, Pollo Stav, Icebeats y Pizzería el hornero y gestión bancaria: Banco del Pichincha; a mas de esto sirve para eventos temporales, culturales, artísticos, etc.

Cuenta con parqueadero público con 50 puestos y una pequeña plaza de espacio semipúblico, el cual posee restricciones de acceso de acuerdo al horario de funcionamiento de 9 am a 11 pm.

El lote posee de 3375 m² de área en planta baja, de los cuales 1190 m² corresponden a área construida en planta baja, 155 m² a áreas verdes, 250 m² a plaza y 1780 m² destinados a parqueadero y circulaciones vehiculares.

Debido a implantación del proyecto se detectan los siguientes problemas:

- Accesibilidad vehicular comprometida debido a que el acceso – salida se encuentra en el mismo espacio del redondel mitad del mundo, siendo propenso a accidentabilidad por la reducción de velocidad para acceder y salir del proyecto.
- Apropiación del espacio publico (acera) para colocar diversos elementos que se convierten en barreras como jardineras, publicidad y postes para canalizar el acceso y salida de vehículos a mas de evitar parqueos en el costado de la vía.
- Accesibilidad comprometida de personas con movilidad reducida, debido a la gran cantidad de barreras, cambios de niveles y pendientes. A esto se suma la alta confluencia de usuarios en un espacio reducido, con barreras y al costado de una vía de alta jerarquía la cual conlleva altas velocidades de operación, tráfico pesado, ruido, contaminación, etc.

Fotografía 7. Espacio Público Plaza Equinoccial.



Fuente: Autor.

Conclusiones de Espacio Público.

Problemas:

- **Ciudad Mitad del Mundo:**
 - Recorrido de largas distancias no facilita el traslado de personas con movilidad reducida, adultos, niños y mujeres embarazadas.
 - Cambio de texturas de pisos como piedra y césped no facilitan la movilidad, especialmente de personas en silla de ruedas.
 - Exceso de graderíos, en comparación con el espacio que se destina para rampas.
 - El espacio público no posee una función definida, como recreación activa o pasiva, tiende a ser un preámbulo de acceso a ambos proyectos y un punto de encuentro.
 - La vereda posee una sección variable lo cual no facilita el traslado, dando prioridad a puestos de parqueo para taxis.
- **Sede UNASUR:**
 - El espacio semipúblico cuenta con rampas de acceso pero la pendiente no facilita el traslado debido al recorrido de largas distancias; no existe apropiación del espacio semipúblico debido a que la función no está claramente definida.
- **Plaza Equinoccial:**
 - Apropiamiento de la acera para ubicar jardineras, barreras de acceso vehicular, mobiliario, señalización vertical, etc.
 - Los accesos y salidas vehiculares interrumpen la continuidad de la acera provocando cambios de niveles y apropiamiento por parte de los vehículos de un espacio destinado a peatones.

Posibles Soluciones:

- **Ciudad Mitad del Mundo:**
 - Traslados directos con rampas de acceso hacia la Ciudad Mitad del Mundo y la Sede UNASUR evitando el recorrido de largas distancias para personas con movilidad reducida.
 - Evitar el cambio de texturas en pisos en recorridos diseñados para personas con movilidad reducida.
 - Procurar que la proporción de graderíos sea consecuente con la de rampas de acceso.
 - Proponer funciones que generen apropiación del espacio público, ya sean eventos temporales o usos preestablecidos.
 - Diseñar una sección constante de acera, sin cambios bruscos de nivel, texturas, ni espacios compartidos para parqueo vehicular.
- **Sede UNASUR:**
 - La propuesta se limitará al rediseño de la sección vial: acera, redondel y pasos peatonales, ya que el espacio semipúblico de la sede es propiedad privada y no es factible su intervención.
- **Plaza Equinoccial:**
 - La propuesta se enfocará en el tratamiento de la acera y vía, reubicación accesos, eliminación de barreras, diseño de una sección vial constante, implementación de mobiliario urbano.

d. Funcionalidad de los Objetos Arquitectónicos.

Los parámetros a analizar en el trabajo sobre funcionalidad de los objetos arquitectónicos son accesibilidad vehicular y peatonal de los proyectos que intervienen en el Polo Generador de Tráfico debido a su capacidad de generación y atracción de viajes, mientras que la movilidad será analizada en el Capítulo 2 Subsistema de Transporte.

i. Ciudad Mitad del Mundo.

La accesibilidad hacia el complejo ciudad mitad del mundo parte de cruces peatonales a nivel en los 3 extremos del redondel, los cuales conducen a una plaza pública de 1850 m² que sirve como punto de aglomeración de personas, compra boletos e ingresar al complejo, turismo y recreación pasiva; este espacio cuenta con mobiliario urbano como: bancas, luminarias, pileta, áreas verdes, rampas de accesibilidad para personas con movilidad reducida y pasamanos. Si bien este espacio se ha diseñado tomando en cuenta a los usuarios, refleja los siguientes problemas:

- Accesibilidad comprometida debido a que todos los cruces peatonales son a nivel, en una vía de la más alta jerarquía (expresa) la cual admite altas velocidades, tráfico pesado y a esto se suma el redondel el cual tiene como objetivo que el tráfico vehicular no se detenga, lo cual es agresivo contra el peatón; en ningún extremo se cuenta con pasos peatonales elevados.
- Los cruces peatonales si bien se encuentran marcados con señalización horizontal no poseen carácter para que se de prioridad al peatón (señalización vertical, reductores de velocidad, cambio de texturas, colores, etc.) y tienden a darse por cualquier punto de la vía, siendo propensa a accidentabilidad.

Fotografía 8. Acceso Peadonal Ciudad Mitad del Mundo.



Fuente: Autor.

Respecto a accesibilidad vehicular, el complejo Ciudad Mitad del Mundo cuenta con un parqueadero público con capacidad para 144 vehículos livianos y 4 buses y 14 bicicletas. Los problemas que se detectan son:

- La vía posee jerarquía expresa, la cual no permite accesos a lotes frentistas pese a esto todos los lotes frentistas cuentan con acceso.
- La jerarquía vial expresa no permite estacionamiento en vía, pese a esto existe espaldón de 1,50 m. que sirve como estacionamiento de taxis.
- Ausencia de carril de desaceleración para ingreso y ausencia de carril de incorporación a la vía en la salida del parqueadero.
- La salida del parqueadero se encuentra a 50 m. de proximidad al redondel sumado a no poseer carril de incorporación a la vía.
- Los cruces peatonales son conflictivos debido a la jerarquía vial la cual admite altas velocidades y vehículos pesados; la sección vial es de aproximadamente 20 m y todos los pasos peatonales son a nivel.

Fotografía 9. Acceso Vehicular a Parqueadero Ciudad Mitad del Mundo.



Fuente: Autor.

Fotografía 10. Salida Vehicular de Parqueadero Ciudad Mitad del Mundo.



Fuente: Autor.

ii. Sede UNASUR.

La Sede de Naciones Suramericanas cuenta con dos accesos peatonales, uno desde la Autopista Córdoba Galarza el mismo que posee cruce peatonal a nivel y señalización horizontal hacia el graderío de la sede; el segundo acceso peatonal se produce desde la plaza que cumple una función de espacio público compartido entre la sede y la ciudad mitad del mundo para accesibilidad peatonal, turismo, recreación pasiva y ocio. Si bien ambos espacios cumplen con la función de accesibilidad siempre se presentan conflictos para personas con movilidad reducida debido a pendientes en rampas (porcentaje máximo de pendiente de rampa 8%) y tramos extensos de circulación.

Fotografía 11. Acceso Peatonal Sede UNASUR.



Fuente: Autor.

Fotografía 12. Acceso Peatonal y Vehicular a Sede UNASUR.



Fuente: Autor.

La accesibilidad vehicular hacia la Sede de UNASUR se divide en:

- **Acceso Principal:** inicia en el ingreso oeste del redondel, atravesando la plaza de espacio público y conduciendo al acceso – salida principal de la Sede UNASUR, el cual es utilizado solo para altos mandos, como un acceso vistoso el cual bordea el proyecto arquitectónico, este posee restricción y barreras de acceso a partir del redondel más no en la plaza; cuenta con 190 plazas de parqueo.
- **Acceso Secundario:** se ubica de forma lateral, en la calle Consejo Provincial, conduce al mismo nivel de estacionamiento que el acceso principal, la diferencia es que este acceso es para empleados y público general. Cumple con normas de accesibilidad ya que en casos donde se posee dos frentes el acceso debe realizarse por la vía de menor jerarquía.

Fotografía 13. Acceso y Salida Vehicular Principal Sede UNASUR.



Fuente: Autor.

Fotografía 14. Acceso y Salida Vehicular secundaria Sede UNASUR.



Fuente: Autor.

iii. Plaza Equinoccial.

- **Accesibilidad peatonal:** se da a partir de la vereda de la Autopista Córdoba Galarza, la misma que posee alrededor de 8m de sección, pese a esto existen gran cantidad de barreras que impiden el tránsito peatonal normal como: jardineras, mobiliario de señalética e iluminación, cambios de niveles por los accesos vehiculares y postes que delimitan los accesos – salidas y parqueos sobre la acera.
- **Accesibilidad vehicular:** cuenta con un acceso y dos salidas, los cuales tienden a ser conflictivos debido a que se incorporan directamente a la vía en el espacio de circulación del redondel, sin contar con carriles de desaceleración para el acceso ni de incorporación para las salidas.

Fotografía 15. Acceso Peatonal Plaza Equinoccial.



Fuente: Autor.

Fotografía 16. Acceso Vehicular Plaza Equinoccial.



Fuente: Autor.

Conclusiones de Accesibilidad:

- **Problemas:**

- La Ciudad Mitad del Mundo si bien divide acceso y salida del parqueadero, no posee carril de desaceleración para el ingreso, ni carril de incorporación a la vía para la salida; el giro izquierdo desde la Autopista Córdoba Galarza para acceder al parqueadero genera dos puntos de conflicto lo cual tiende a ser propenso de accidentabilidad.
- El acceso principal a la Sede UNASUR se incorpora directamente al redondel, no puede contar con carriles de desaceleración para el ingreso ni de incorporación para la salida ya que alteraría la forma del redondel y atraviesa el espacio público de la plaza destinado para peatones.
- La plaza equinoccial posee un acceso y dos salidas vehiculares los cuales se incorporan directamente en el espacio de circulación del redondel, incumpliendo normas de diseño, siendo propenso a accidentabilidad; a mas de esto no cuenta con carriles de desaceleración para el ingreso ni de incorporación a la vía para las salidas.
- La accesibilidad peatonal de la zona se realiza a través de cruces peatonales a nivel, en una vía de jerarquía expresa, la cual admite altas velocidades, vehículos pesados, altos volúmenes de tráfico, etc. esto sumado al redondel el cual tiene como función no detener el tráfico vehicular genera un espacio altamente desfavorable para el peatón.

- **Posibles Soluciones:**

- Plantear la posibilidad de reubicación de accesos y salidas al parqueadero, implementando carriles de desaceleración para el ingreso y carril de incorporación a la vía para la salida; eliminar los puntos de conflicto restringiendo la maniobra de giro izquierdo hacia el parqueadero, proponiendo un acceso alternativo.
- Rediseñar el redondel y el acceso vehicular principal hacia la sede UNASUR, el mismo que debe contar con carril de desaceleración para el acceso y carril de incorporación a la vía para la salida.
- Redistribuir el acceso y las salidas vehiculares, plantear una posible reducción de salidas vehiculares de dos a una, incluir carril de desaceleración para el acceso y de incorporación a la vía para la salida.
- Reestructurar los pasos peatonales, tratando de reducir los puntos de conflicto entre vehículos y peatones en los cruces a nivel.
- Proponer el diseño para implementar el paso deprimido en la Autopista Córdoba Galarza y su intersección con la Av. Equinoccial, conservando el redondel en el nivel superior con el propósito de brindar accesibilidad local a baja velocidad, retirando el 70% del tráfico de paso que circula a alta velocidad en el nivel inferior.

e. Sistema de Infraestructura.

i. Redes Técnicas de Abastecimiento y Desalojo:

Agua Potable.

El suministro proviene de la planta Bellavista, la dotación es escasa debido a la falta de caudal y redes, sobre todo marcando diferencias de dotación en suelo urbano y suelo urbanizable; en el área urbana existen 4.965 medidores instalados mientras que se estima que 283 clientes no poseen medidor, esto significa que el 91,06 % de viviendas del área urbana cuenta con servicio, mientras que en los sectores periféricos solo el 27,5 % de viviendas están cuentan con el servicio.

Alcantarillado pluvial y sanitario.

En la parroquia de San Antonio la red alcantarillado se limita casi en su totalidad al área urbana, con una cobertura de aproximadamente el 90%, mientras que en el área urbanizable solo el 13% de las viviendas tiene cobertura de este servicio. Las viviendas que no cuentan con red de alcantarillado vierten los desechos sobre quebradas o fosas construidas.

Realizando una relación entre los servicios de agua potable y alcantarillado se concluye que en el área urbana el 87,9% de las viviendas están abastecidas.

Es generalizado que las descargas de aguas servidas que son recogidas por la red de alcantarillado del área urbana y urbanizable sean descargadas en quebradas del sector las cuales confluyen al río Monjas el cual posee alto nivel de contaminación. Actualmente se esta desarrollando el proyecto de interceptores sanitarios del río Monjas que eliminará las descargas directas al río y proveerá remediación ambiental.

Desechos sólidos.

El servicio de recolección de basura en el área urbana cubre casi su totalidad, el recorrido incluye Calacalí, generando un volumen diario de 17,4 toneladas. Mientras que en el área urbanizable los barrios periféricos están cubiertos apenas con el 12% del servicio de recolección de basura, esto genera que existan botaderos ilegales en quebradas, vías periféricas y a cielo abierto, generando deterioro de imagen urbana. Esto genera que los desechos cubran el cause de las quebradas y en época lluviosa se produzcan inundaciones.

Energía Eléctrica.

En el año 2014 la Empresa Eléctrica Quito construyó la subestación San Antonio como parte del Plan de Expansión de Redes y así cubrir la carga del sector residencial y comercial de San Antonio, Pomasqui y Calacalí; adicionalmente abastecerá la demanda energética de la Sede UNASUR, el boulevard San Antonio y el parque industria de Calacalí.

Área de estudio.

Debido a la concentración de proyectos arquitectónicos de la zona (gestión, turismo y comercio) y futuros proyectos complementarios a la Sede UNASUR existe abastecimiento casi total de servicios básicos por lo cual la propuesta no modificará lo existente respecto a redes por lo que no se incluirá propuesta de diseño de alcantarillado y energía eléctrica.

f. Imagen Urbana.

i. Vistas y Paisaje.

San Antonio de Pichincha posee las características de valle al encontrarse rodeado por montañas, lo cual genera un microclima cálido seco que lo diferencia del de la Ciudad de Quito; el paisaje posee perfiles montañosos en todos sus vistas, generalmente áridos debido a la poca presencia de lluvias y a la sobre explotación de canteras para la extracción de pétreos.

Fotografía 17. Vista Norte.



Fuente: Autor.

A la izquierda se observa el cerro Pondoña de 2984 m. de altura, junto al cerro Sincholagua de 3356 m. de altura; en el centro el cerro Catequilla el cual posee valor arqueológico, en el cual los Quitus Caras determinaron el paralelo cero; en la actualidad la zona se utiliza para la extracción de pétreos.

Este terreno será utilizado para el proyecto integral UNASUR Primera Fase de Regeneración Urbanística, el cual es una consultoría de estudios arquitectónicos y paisajísticos definitivos como parte integral del proyecto UNASUR, bajo el área de influencia del edificio de la Sede y de la Ciudad Mitad del Mundo.

Fotografía 18. Vista Oeste.



Fuente: Autor.

En el centro se observa el volcán Casitagua de 3499 m. de altura y un diámetro aproximado de 2,5 a 3,0 Km., a la izquierda el cerro Pondoña de 2984 m. de altura, junto al cerro Sincholagua de 3356 m. de altura.

En esta área se percibe la concentración de proyectos arquitectónicos que definen el polo generador de tráfico: Sede UNASUR, Ciudad Mitad del Mundo y Plaza Equinoccial, sumado a las características propias de la red vial y del redondel Mitad del Mundo.

Los elementos urbanos que se perciben son:

- **Sendas:** al ser conductos que sigue la gente para trasladarse, la Autopista Córdoba Galarza que corresponde a la Red Estatal E 28-D que une la Ciudad de Quito con la Costa y la Av. Equinoccial que posee menor jerarquía y se utiliza para el tráfico local de San Antonio conforman la vialidad del área de estudio.
- **Nodo:** el Redondel Mitad del Mundo al ser un punto estratégico en que convergen las Sendas de la Autopista Córdoba Galarza y la Av. Equinoccial; refleja la confluencia vehicular del tráfico local desde Pomasqui hacia San Antonio y Calacalí más el tráfico de paso desde Quito hacia la Costa.

Fotografía 19. Vista Sur.



Fuente: Autor.

A la izquierda se observa el cerro Gualaguincha, al centro la Autopista Córdoba Galarza y a la derecha el volcán Casitagua de 3499 m. de altura. Si bien la Autopista Córdoba Galarza representa una senda al ser un eje vial predominante el cual posee el único acceso – salida desde Quito hacia la Costa, también puede representar un borde, no solo al ser visualmente prominente si no al ser un elemento lineal que limita dos zonas de distintas clases, la zona Este donde se encuentra el área urbana consolidada de San Antonio y la zona Oeste donde se ubican los equipamientos Sede UNASUR y Ciudad Mitad del Mundo y el área de protección ecológica no urbanizable ubicada al Oeste.

Fotografía 20. Vista Este.



Fuente: Autor.

A la izquierda se observa el cerro Catequilla, al centro el cerro Gualaguincha y a la derecha el volcán Casitagua de 3499 m. de altura el cual es una caldera abierta. Esta zona actualmente está destinada al proyecto integral UNASUR Primera Fase de Regeneración Urbanística.

3. Medio Social.

a. Demografía.

Tabla 13. Población Total.

Año	Hombres	Mujeres	Total
2001	9741	10075	19816
2010	15912	16445	32357
2015 (Proy.)	-	-	36873

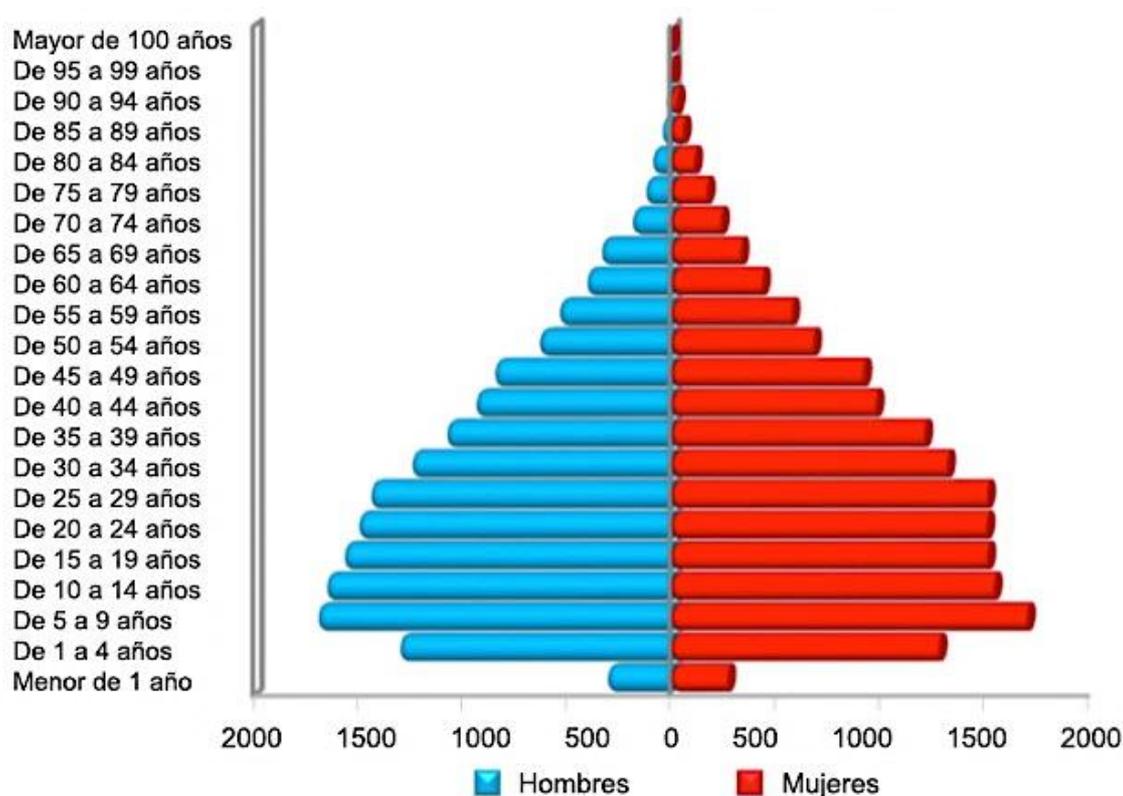
Fuente: INEC. (2001 – 2010). Censo de Población y Vivienda, Proyecciones de Población. Quito Ecuador.

Tabla 14. Crecimiento Total.

Año	Hombres	Mujeres	Total
1990 – 2001	4,19%	4,22%	4,20%
2001 - 2010	545%	5,44%	5,45%

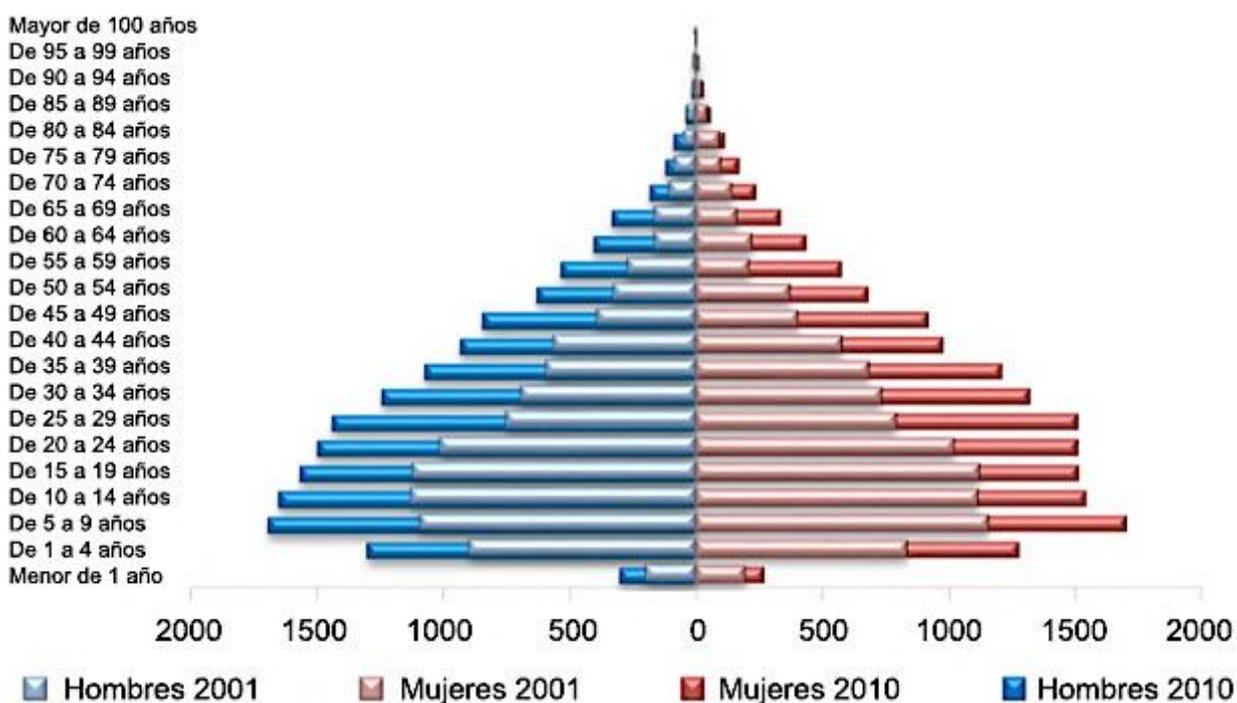
Fuente: INEC. (2001 – 2010). Censo de Población y Vivienda, Proyecciones de Población. Quito Ecuador.

Gráfico 11. Pirámide Poblacional por Edad.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de “San Antonio de Pichincha”. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de “San Antonio de Pichincha”. Quito Ecuador.

Gráfico 12. Pirámide Poblacional por Sexo.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de “San Antonio de Pichincha”. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de “San Antonio de Pichincha”. Quito Ecuador.

Conclusiones de Demografía:

- Los niños y jóvenes en edad escolar representan el mayor número en la pirámide de población con más de 10.000 niños y niñas los cuales se movilizan en transporte escolar, transporte público y a pie, esto se reflejara en la disgregación modal de tráfico.
- Los adultos en edad universitaria representan menos de 15.000 hombres y mujeres los cuales en su mayoría se movilizan en transporte público lo cual se reflejara en disgregación modal del tráfico.
- Los adultos en edad económicamente activa varían desde 10.000 habitantes hasta 500, siendo el grupo predominante, pero a su vez el más difícil de valorar respecto al tráfico ya que no existe datos sobre en que porcentajes y en que modalidades de transporte se moviliza la población.
- Si bien el grupo de tercera edad representa la minoría con menos de 500 habitantes, es el grupo más vulnerable respecto a movilidad, lo cual será diseñado basándose en las normas de arquitectura y urbanismo de Quito.
- No se cuenta con datos sobre la relación entre la población y el parque automotor de San Antonio, pese a esto el parque automotor del D.M.Q. es de alrededor de 450 mil vehículos, de los cuales se dividirá el tráfico de paso desde quito hacia la costa y el tráfico local a San Antonio.

b. Manifestaciones Culturales.

Las manifestaciones culturales que se relacionan con el Polo Generador de Tráfico parten de eventos temporales los mismos que atraen viajes y se desarrollan principalmente en la Ciudad Mitad del Mundo al ser el elemento turístico más relevante del D.M.Q. con un 60% del total de visitantes. Internacionalmente por el atractivo de la Línea Equinoccial y localmente por los eventos que se realizan en el complejo, los cuales son muy variados debido a los múltiples elementos que componen el complejo como: pabellones culturales, insectarium, capilla, plaza de toros, gallera, museo etnográfico, parque infantil, etc. Estos espacios generan a su vez eventos como: conciertos, grupos de danza, bandas de pueblo, grupos folklóricos, talleres, degustación de comida típica, grupos juveniles, festividades, etc.

Fotografía 21. Eventos Temporales Ciudad Mitad del Mundo.



Fuente: Ciudad Mitad del Mundo. (2016). Perfil Facebook. Quito Ecuador. Recuperado de: <https://www.facebook.com/pages/Mitad-Del-Mundo-Pagina-Oficial/>

En la Sede de UNASUR los eventos temporales están relacionados con cumbres de integración de la región como: OEA, CELAC y demás foros, siendo estos de acceso restringido a público general, por lo que la atracción de viajes es condicionada, a más de esto debido a la importancia de reunir a altos mandos de cada país las vías de acceso se cierran por lo que no se puede estimar volúmenes de tráfico. Por otra parte la atracción turística de la Sede independientemente de los eventos, se da por el espacio de uso general que es la biblioteca el resto de espacios son de acceso restringido de la Sede como salas de convención, espacios operativos, ejecutivos, de directorio de cada delegación y para el secretario general.

Fotografía 22. Cumbre CELAC 2016.



Fuente: Ciudad Mitad del Mundo. (2016). Perfil Facebook. Quito Ecuador. Recuperado de: <https://www.facebook.com/pages/Mitad-Del-Mundo-Pagina-Oficial/>

En la Plaza Equinoccial que es un conjunto de comercios con un pequeño espacio semipúblico destinado a usos múltiples donde también se realizan eventos temporales, los mismos que tienen limitado aforo pero a su vez atraen viajes; los eventos principalmente son culturales y de festividades. Fuera de estos la atracción de viajes diaria se da por la agrupación de comercios de comidas y gestión bancaria.

Fotografía 23. Evento Temporal Plaza Equinoccial.



Fuente: Autor.

4. Futuros Proyectos.

a. Urbanos.

La prolongación de la Av. Simón Bolívar desde Carapungo hasta la Mitad del Mundo, es parte del plan vial del Distrito Metropolitano de Quito. Y comenzó a ejecutarse en el año 2013 en la alcaldía de Augusto Barrera, como parte de la restructuración de la vialidad de Quito. El objetivo principal del proyecto es el descongestionamiento de la Av. Manuel Córdoba Galarza que está saturada debido a que es la única vía de conexión entre el norte de Quito y la vía a la Costa; a mas de esto las parroquias de Carapungo, Pomasqui y San Antonio se encuentran en crecimiento y requieren de vías. Se pretende que esta vía sirva de conexión regional desde la vía a la Costa con el Nuevo Aeropuerto y de este hacia el Oriente, propulsando el intercambio de productos entre regiones. El costo global de la obra es de alrededor de 108 millones de dólares, financiados entre Exim Bank de China, Banco del Estado y Municipio de Quito.

Beneficios:

- Descongestionamiento de la Av. Manuel Córdoba Galarza al usar como vía alternativa la prolongación de la Av. Simón Bolívar (Av. Equinoccio).
- Reducir tiempos de desplazamiento y costos de opresión de los vehículos.
- Genera un nuevo ingreso – salida al norte de la ciudad de Quito con una ruta alternativa.
- Proveer de una nueva red vial a los poblados de Carapungo, Pomasqui, San Antonio y Calacalí.

Tramos a construirse:

- **Intercambiador de Carapungo:** parte del rediseño de la intersección semaforizada de la Vía Panamericana con la Av. Simón Bolívar el cual era altamente conflictiva debido al alto volumen vehicular de ambas vías por lo que se optó por un cruce elevado.
- **Sección 1. Carapungo Mareasa:** inicia en el intercambiador de Carapungo hasta Mareas, su longitud es de 12,09 km., tres carriles por sentido, ciclo vía y elementos de infraestructura como puentes, distribuidores e intercambiadores.
- **Puente Mareasa:** ubicado sobre el río monjas, a 36 m. de altura y 195 m. de longitud.
- **Sección 2. Tajamar – Escuela de Policía (Pusuquí):** este tramo conecta la Av. Córdoba Galarza con la nueva vía (Av. Equinoccio), posee 2,27 km. de longitud y cuenta con dos carriles por sentido, ciclo vía, dos distribuidores y un puente.
- **Puente Tajamar:** ubicado sobre el río Villorita, con una altura de 30 m. y 100 m. de longitud.
- **Sección 3. LDU – La Marca:** inicia en la Pampa en la urbanización de LDU, con dirección Noreste hasta llegar a la Marca, con 6,92 km. de longitud, dos carriles por sentido, ciclo vía, dos distribuidores y un puente.
- **Puente Catequilla:** ubicado sobre el río Monjas a una altura de 76 m. y una longitud de 235 m.

b. Arquitectónicos.

Como complemento a la Sede UNASUR se planteó el proyecto integral de diseño urbano arquitectónico, la primera fase se realizó a través de la consultoría: “Estudios arquitectónicos y paisajísticos definitivos de la primera etapa de regeneración urbanística del proyecto integral UNASUR, bajo el área de influencia del edificio sede de la UNASUR, en la Ciudad Mitad del Mundo, parroquia San Antonio de Pichincha, Provincia de Pichincha.” Ejecutada por los arquitectos Ernesto Bilbao Paredes y Carolina Proaño Ledergerber.

Fuente: Gobierno Nacional de la República del Ecuador – Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana. (2015). Proyecto: Apoyo al Proceso de Construcción y Consolidación de la Unión de Naciones Suramericanas – UNASUR – Código Único de Proyecto – CUP –: 71200000.4446. Quito Ecuador.

El proyecto arquitectónico incluye:

- **Zonificación:** está previsto que las zonas descritas se desarrollen hasta nivel de planos constructivos de manera que se puedan ejecutar una vez concluido el diseño de la consultoría. El área se divide en tres lotes, los cuales se zonifican de la siguiente manera:
 - Sector 1. Zona Boulevard.
 - Sector 2. Zona Natural.
 - Sector 3. Zona Unidad Educativa del Milenio.
 - Sector 4. Estación Turística.

Gráfico 13. Implantación Propuesta Proyecto Integral UNASUR.



Fuente: Bilbao Paredes, Ernesto. Proaño Ledergerber, Carolina. (2015). Consultoría Estudios del Proyecto Integral UNASUR. Quito Ecuador.

Se incorporará alrededor de 100 plazas de parqueo como complemento a operadores turísticos (buses y busetas) y vehículos generales (vehículos livianos); a su vez facilitará la llegada de visitantes a la Sede UNASUR, al complejo Ciudad Mitad del Mundo y al futuro proyecto.

Conclusiones de Futuros Proyectos:

- En el proyecto urbano de la prolongación de la Av. Simón Bolívar se sugiere que se cumplan las ordenanzas sobre uso de suelo, retiros para futuro crecimiento, restricciones sobre accesos a lotes frentistas y en los casos que exista accesos incluir carriles de desaceleración para ingresos y carril de incorporación a la vía para salidas.
- En la Av. Equinoccio se plantean como parte del diseño 5 distribuidores de tráfico (Redondeles), estas obras de infraestructura funcionan adecuadamente con bajos volúmenes de tráfico, después al aumentar los volúmenes se tiende a implementar semáforos y finalmente pasos a desnivel, por lo que evidentemente es una solución temporal, la misma que existe en el área de estudio y en corto o mediano plazo colapsa.
- Todo el proyecto de la prolongación de la Av. Simón Bolívar está condicionado a la construcción de 3 puentes, en el caso de que uno se interrumpa o colapse el tramo se vuelve inútil y la única vía de acceso vuelve a ser la Av. Córdoba Galarza.
- Los volúmenes de tráfico que se van a sumar por la construcción de la vía se prevé que no varíen en gran medida de los actuales, debido a que en el escenario actual la Av. Córdoba Galarza es la única vía de acceso – salida desde el Norte de la Ciudad de Quito a la Costa, por lo que este flujo va a distribuirse entre la nueva vía y la actual más la demanda que atraiga esta obra de infraestructura.
- El proyecto Arquitectónico de regeneración urbanística complementario a la Sede UNASUR incluye educación, recreación y turismo, lo cual genera más impacto sobre el Polo Generador de Tráfico; a esto se suma la obra: Paisajismo y Urbanismo, Construcción de Obras Complementarias Viales en la Av. Córdoba Galarza la misma que realiza obras de mantenimiento viales pero no asume el problema del tráfico de la zona. **Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Al incorporar plazas de parqueo producto de la implantación de los nuevos proyectos crece la generación y atracción de viajes de la zona, teniendo el número exacto de plazas por cada parqueadero se optará por estimar la rotación de los mismos por el método de analogía.
- No se estimará la demanda vehicular de los nuevos proyectos tanto en generación como atracción, ya que el objetivo no es modificar la arquitectura de los proyectos, si no tomar los datos del número de plazas de parqueo para el modelamiento de tránsito y proponer una nueva solución vial.
- Mientras los futuros proyectos arquitectónicos a implantarse se alejen más del Polo Generador de Tráfico se vuelven menos influyentes en el modelo de tránsito y en el diseño, por lo que estos pueden llegar a volverse despreciables y no ser tomados en cuenta en el modelo.
- El horizonte temporal para el modelo de tránsito es de 10 años por lo que no existirá futura generación o atracción de los proyectos arquitectónicos que conforman el Polo Generador de Tráfico ya que en el caso de los que se encuentran en funcionamiento han sido ampliados en 2014 considerando futura demanda y los proyectos complementarios a la Sede UNASUR no han sido construidos aún, por lo que solo se proyectará el volumen de tránsito que conforma la red vial del área de estudio.

Capítulo II Subsistema de Transporte.

1. Volumen de Tránsito.

a. Generación.

El propósito de la generación de viajes es establecer la situación del tránsito actual en las vías que intervienen en el entorno inmediato al Polo Generador de Tráfico, tanto en sus características geométricas como en los volúmenes de flujo de tráfico. Los conteos vehiculares se apegarán a las exigencias de la Norma de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en los Proyectos de Construcción, la cual establece un mínimo de tres días, dos normales y un fin de semana, procurando encontrar la hora pico de la mañana, medio día y noche. Mientras que los flujos peatonales están condicionados a los casos en donde se requiera debido a altos volúmenes de peatones durante las mismas horas de conteos vehiculares, pese a lo señalado en el área de estudio no se requiere dichos conteos por el limitado volumen de peatones en las horas establecidas. Los conteos de tráfico vehicular se realizaron en la intersección de la Av. Manuel Córdoba Galarza con la Av. Equinoccial los días miércoles 4 de mayo de 2016 en los periodos: 8:00 a 9:00, 13:00 a 14:00 y 19:00 a 20:00, jueves 5 de mayo de 2016 en los periodos: 07:00 a 8:00, 12:00 a 13:00 y 18:00 a 19:00, y sábado 14 de mayo de 2016 de 12:00 a 14:00.

La disgregación modal de vehículos parte de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN de Clasificación Vehicular, de acuerdo a características generales de diseño y uso; la cual se aplica para vehículos diseñados para circulación terrestre (vehículos automotores y unidades de carga), esta norma no comprende maquinaria como: tractores agrícolas, forestales, maquinaria industrial y equipo caminero. El cálculo de volúmenes equivalentes parte del concepto que los vehículos pesados producen más congestión que los vehículos livianos que circulan en un tramo, por lo que se utiliza un denominador común llamado vehículo equivalente a partir de un factor de equivalencia “f” el cual se multiplica por los distintos volúmenes de tráfico disgregado para así transformar todos los volúmenes a vehículos livianos, debido a que los programas de modelamiento de tránsito no poseen la capacidad de analizar datos específicos por ejemplo: tracto camiones; se utilizará los siguientes factores de equivalencia:

Tabla 15. Factores de Equivalencia.

Factores de Equivalencia	
Vehículos Livianos	1.0
Buses	2.0
Camiones	2.5
Motocicletas	0.5
Bicicletas	0.3

Fuente: Pérez de Paula Amaya, Francisco. (2015). Módulo Planificación del Tráfico, Cuenca Ecuador.

Las tasas de generación de viajes por cada proyecto arquitectónico que interviene en el Polo Generador de Tráfico se obtendrán de acuerdo a conteos manuales de generación y atracción en hora pico, obteniendo así la rotación de los parqueaderos, los mismos que no serán proyectados debido a la limitada capacidad de crecimiento de plazas de parqueo, pero se podrá asumir una mayor rotación de los mismos para los escenarios futuros.

Tabla 16. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Norte Sur – Días entre semana.

HORA INICIO	HORA FIN	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES	HORA PICO (veh/h)
			AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE		
7:00	7:15	196	153	14	7	8	3	11	0	229	
7:15	7:30	154	120	7	7	1	7	12	0	188	
7:30	7:45	182	144	5	8	4	5	16	0	225	
7:45	8:00	185	153	3	5	6	4	14	0	225	
8:00	8:15	203	150	4	8	1	5	35	0	271	
8:15	8:30	155	104	5	6	5	5	29	1	219	
8:30	8:45	121	84	2	6	2	6	20	1	170	
8:45	9:00	184	123	1	5	1	5	46	3	271	
12:00	12:15	167	123	6	7	1	5	24	1	218	930
12:15	12:30	191	139	9	4	4	7	28	0	249	
12:30	12:45	179	140	5	4	2	3	24	1	226	
12:45	13:00	146	116	10	4	0	1	15	0	169	
13:00	13:15	168	117	10	3	2	7	27	2	223	
13:15	13:30	185	143	7	8	1	5	20	1	230	
13:30	13:45	162	118	4	7	2	3	28	0	217	
13:45	14:00	167	91	30	9	0	5	28	4	217	
18:00	18:15	159	105	3	4	2	3	7	0	145	867
18:15	18:30	161	131	9	6	2	7	4	0	180	
18:30	18:45	161	139	4	7	4	1	6	0	183	
18:45	19:00	164	140	5	6	2	3	7	1	187	
19:00	19:15	152	134	7	4	0	3	4	0	163	
19:15	19:30	154	128	5	6	1	6	8	0	180	
19:30	19:45	131	113	3	2	3	4	5	1	151	
19:45	20:00	104	81	3	5	3	5	7	0	130	

Fuente: Autor.

Tabla 17. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Sur Norte – Días entre semana.

HORA INICIO	HORA FIN	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES	HORA PICO (veh/h)
			AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE		
7:00	7:15	196	157	4	6	3	6	19	1	244	843
7:15	7:30	180	133	10	6	4	9	17	1	228	
7:30	7:45	149	118	6	5	2	4	14	0	181	
7:45	8:00	157	127	5	6	0	6	12	1	190	
8:00	8:15	161	129	7	4	1	10	10	0	193	
8:15	8:30	153	128	5	4	1	3	12	0	179	
8:30	8:45	152	123	3	8	2	1	14	1	186	
8:45	9:00	166	126	4	4	0	3	28	1	217	
12:00	12:15	160	106	2	2	2	2	44	2	237	
12:15	12:30	124	81	5	3	4	5	25	1	178	
12:30	12:45	149	114	4	3	2	2	23	1	193	
12:45	13:00	178	144	5	2	0	5	21	1	219	
13:00	13:15	149	100	7	6	2	1	30	3	207	923
13:15	13:30	191	154	4	2	0	5	23	3	239	
13:30	13:45	193	144	3	4	2	3	37	0	259	
13:45	14:00	141	104	1	6	3	2	25	0	192	
18:00	18:15	121	103	1	4	2	5	6	0	144	679
18:15	18:30	119	107	3	3	0	2	3	1	130	
18:30	18:45	160	131	5	6	3	5	10	0	191	
18:45	19:00	157	141	3	4	2	2	4	1	174	
19:00	19:15	141	124	5	3	1	3	5	0	155	
19:15	19:30	144	129	3	2	4	1	5	0	160	
19:30	19:45	132	108	7	1	2	4	8	2	155	
19:45	20:00	91	79	2	0	2	1	6	1	106	

Fuente: Autor.

Tabla 18. Conteo de Tráfico Av. Equinoccial Dirección Este Oeste – Días entre semana.

HORA INICIO	HORA FIN	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES	HORA PICO (veh/h)
			AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE		
7:00	7:15	258	246	0	7	2	2	1	0	273	921
7:15	7:30	220	192	11	11	1	3	2	0	235	
7:30	7:45	184	163	5	8	3	3	2	0	202	
7:45	8:00	203	182	9	9	1	1	1	0	212	
8:00	8:15	189	169	4	10	4	2	0	0	206	
8:15	8:30	209	190	7	7	2	2	1	0	220	
8:30	8:45	154	117	12	7	3	3	11	1	183	
8:45	9:00	177	149	7	7	3	7	4	0	202	
12:00	12:15	171	140	14	8	2	2	5	0	186	837
12:15	12:30	186	160	6	10	2	2	5	1	209	
12:30	12:45	189	154	4	9	6	4	12	0	229	
12:45	13:00	180	149	8	10	4	3	6	0	206	
13:00	13:15	174	150	6	9	2	4	3	0	194	
13:15	13:30	165	134	8	8	5	4	5	1	192	
13:30	13:45	173	142	7	7	2	5	9	1	203	
13:45	14:00	176	160	2	9	0	2	3	0	192	
18:00	18:15	142	118	10	7	1	2	4	0	155	778
18:15	18:30	154	132	8	5	2	4	3	0	169	
18:30	18:45	178	151	5	8	4	3	6	1	205	
18:45	19:00	169	146	4	9	3	4	3	0	191	
19:00	19:15	187	159	6	7	5	3	7	0	214	
19:15	19:30	143	123	3	7	2	3	5	0	164	
19:30	19:45	170	154	6	6	1	1	1	1	180	
19:45	20:00	157	138	6	8	1	0	4	0	170	

Fuente: Autor.

Tabla 19. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Norte Sur – Día fin de semana.

HORA INICIO	HORA FIN	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES	HORA PICO (veh/h)
			AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE		
12:00	12:15	146	121	1	3	0	3	18	0	180	854
12:15	12:30	158	135	3	5	1	0	13	1	185	
12:30	12:45	167	128	8	4	3	5	19	0	208	
12:45	13:00	208	171	9	5	1	3	19	0	243	
13:00	13:15	172	142	14	2	2	1	11	0	188	
13:15	13:30	156	122	6	5	2	2	18	1	193	
13:30	13:45	190	156	4	7	1	2	19	1	230	
13:45	14:00	165	135	6	3	1	3	14	3	198	

Fuente: Autor.

Tabla 20. Conteo de Tráfico Av. Manuel Córdoba Galarza Dirección Sur Norte – Día fin de semana.

HORA INICIO	HORA FIN	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES	HORA PICO (veh/h)
			AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE		
12:00	12:15	194	169	5	4	1	2	13	0	220	879
12:15	12:30	187	146	6	4	1	1	28	1	235	
12:30	12:45	203	175	6	3	2	2	15	0	232	
12:45	13:00	160	142	2	3	1	2	10	0	182	
13:00	13:15	191	158	4	4	2	3	20	0	231	
13:15	13:30	138	114	2	4	1	5	12	0	168	
13:30	13:45	206	173	7	4	2	0	20	0	240	
13:45	14:00	211	186	4	4	1	2	14	0	239	

Fuente: Autor.

Tabla 21. Conteo de Tráfico Av. Equinoccial Dirección Este Oeste – Día fin de semana.

HORA INICIO	HORA FIN	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES	HORA PICO (veh/h)
			AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE		
12:00	12:15	190	162	10	9	4	2	3	0	208	
12:15	12:30	208	179	9	7	2	3	8	0	230	821
12:30	12:45	169	154	2	7	1	4	1	0	184	
12:45	13:00	177	155	9	9	1	2	1	0	188	
13:00	13:15	191	167	2	7	9	3	3	0	220	
13:15	13:30	161	134	14	6	3	1	3	0	171	
13:30	13:45	180	154	10	9	2	1	4	0	195	
13:45	14:00	188	155	10	13	1	3	6	0	211	

Fuente: Autor.

Tabla 22. Rotación de Parquaderos.

Tasas de Generación de Viajes Día Típico												
Parquadero	Horarios											
	07:00 a 08:00		08:00 a 09:00		12:00 a 13:00		13:00 a 14:00		18:00 a 19:00		19:00 a 20:00	
	Entran	Salen										
Principal UNASUR	5	0	5	0	5	5	5	5	0	10	0	0
Secundario UNASUR	40	0	10	0	5	15	10	15	0	35	0	0
Ciudad Mitad del Mundo	0	0	20	0	30	10	30	40	0	30	0	0
Plaza Equinoccial	0	0	15	5	25	10	15	10	10	40	0	0

Fuente: Autor.

Metodología de Generación de Tráfico:

- El procedimiento para realizar los conteos fue manual apoyado en filmaciones digitales, sin embargo los conteos manuales son los que poseen mayor margen de error comparado con conteos automatizados (mangueras, espiras, cámaras de detección, etc.).
- En la clasificación de vehículos livianos no se subdividió de acuerdo a tipo de vehículos livianos como: coupé, convertible, hatchback, station wagon, minivan, utilitario, camioneta, furgoneta, etc. debido a que los programas de modelamiento de tránsito no necesitan datos disgregados por tipo de vehículo liviano.
- En la clasificación de buses no se subdividió de acuerdo al tipo de bus: microbús, minibús, bus, etc.; a más de esto no se clasificó las líneas de transporte interurbanos, interprovinciales y de turismo, ya que no se pretende realizar un análisis operacional del transporte público.
- El transporte escolar no se disgregó debido a los diferentes tipos de transportes como: buses, busetas, microbuses, furgoneta de pasajeros, etc. los mismos que se encuentran clasificados entre vehículos livianos (furgonetas de pasajeros) y buses (buses, busetas y microbuses).
- Los vehículos que no se incluyeron en la disgregación del tráfico son: tricimotos, cuatrimotos, cuatricar, limosinas, ambulancias, buses articulados, vehículos utilitarios especiales, multifunciones, casas rodantes, etc. debido a que la mayoría no existen en la zona y los pocos que existen representan un volumen de tráfico mínimo.

Conclusiones de Generación de Tráfico:

- El comportamiento del tráfico en la Autopista Córdoba Galarza y la Av. Equinoccial durante las horas de conteos manuales no refleja picos de volúmenes de tráfico muy marcados, debido que en su mayoría es tráfico de paso el cual se mantiene constante a lo largo del día, inclusive fines de semana, no funciona como una vía urbana que en su mayoría posee tráfico local, la cual refleja el comportamiento de las personas que en la mañana se dirigen al trabajo y a estudiar, en el medio día regreso de los colegios y en la noche regreso del trabajo y de la universidad.
- Los volúmenes de tráfico predominantes son vehículos livianos y camiones pesados, ya que la Av. Córdoba Galarza posteriormente se convierte en la red estatal Red Estatal E 28-D que conduce a la Costa por lo que el tráfico de vehículos livianos tiende a mantenerse constante durante todo el día, mientras que el de camiones pesados que en su mayoría transportan pétreos a la Ciudad de Quito varían de acuerdo al horario laboral de 08:00 a 17:00, siendo este el volumen que marca la diferencia en horas pico de la mañana, tarde y noche.
- En días típicos el comportamiento del tráfico generalmente es fluido, esto no ocurre en días atípicos como feriados donde la demanda se incrementa, en esos casos el redondeo se vuelve un punto conflictivo, esto ocurrirá con las proyecciones, las mismas que pretenden medir el deterioro con un aumento constante de la demanda vehicular y anticipar soluciones antes de que el problema ocurra.
Esta propuesta es válida ya que en la zona actualmente se construyen 3 distribuidores de tráfico tipo redondeles, en los cuales eventualmente aumentará la demanda y se puede replicar el problema actual.

- **Problemas de tráfico:**

- No existe control de tránsito sobre velocidades, tipos de vehículos, parqueo en vías, prioridad de cruce a peatones, etc.
- No se divide el tráfico de paso del tráfico local, por lo cual el redondel es un punto de congestión vehicular.
- Temporalmente se asientan puestos de comidas informales al costado de la Av. Córdoba Galarza asociados al tráfico de paso, los cuales generalmente son clausurados.
- Existen 9 posibles maniobras en el redondel, sumado a los accesos a parqueaderos de UNASUR, Ciudad Mitad del Mundo y Plaza Equinoccial generan gran cantidad de puntos de conflicto.
- Los espacios públicos como parterres y redondel son casi inaccesibles para peatones debido a las altas velocidades.
- Todos los cruces peatonales son a nivel, lo cual no beneficia al tráfico peatonal, en vías de jerarquía expresa y colector.
- Contaminación visual, acústica y de aire debido a los altos flujos vehiculares, especialmente de vehículos pesados que transportan pétreos hacia la ciudad de Quito.
- Accidentabilidad especialmente de animales que tratan de cruzar la Autopista Córdoba Galarza que es la vía de mayor velocidad de operación.

- **Posibles Soluciones:**

- Si bien no se pueden proponer políticas que incluyan agentes de control de tránsito, se sugiere que exista regulación sobre posibles infracciones como velocidades excedidas, parqueos prohibidos, vehículos pesados con cargas mayores a las permitidas, vehículos prohibidos y prioridad de cruce a peatones.
- Plantear como objetivo principal de la propuesta de diseño dividir el tráfico de paso del local, para proporcionar flujo libre con mayor movilidad al volumen de vehículos de paso, mientras que accesibilidad y menor velocidad de operación al volumen de vehículos locales.
- Limitar la posibilidad de acceder a comercios de comidas en el costado de la Av. Córdoba Galarza.
- Restringir el número de maniobras conflictivas con el objetivo de reducir puntos de conflicto lo cual implica menos probabilidades de accidentabilidad.
- Rediseñar espacios públicos como parterres, redondel, aceras, etc., para que se vuelvan accesibles a peatones, sin riesgo de accidentabilidad al cruzar las vías.
- Modificar los pasos peatonales ya que actualmente es conflictivo cruzar la Av. Córdoba Galarza y la Av. Equinoccial, las cuales poseen de 25 a 30 m. de calzada y parterres de tamaño mínimo que varían entre 1,5 y 2,0 m.
- Plantear la posibilidad de incluir reductores de velocidad elevando la calzada al nivel de las aceras en los cruces peatonales de los tramos de vía de baja velocidad.
- Incluir la posibilidad de barreras que eviten accidentabilidad respecto a animales que tratan de cruzar las vías.

b. Distribución y Asignación de Viajes.

Después de obtener los valores de la hora pico de la mañana, medio día y noche, más la rotación de parqueaderos de los proyectos arquitectónicos que intervienen en el Polo Generador de Tráfico se procede a distribuirlos y asignarlos a la red de tráfico circundante, utilizando solo el valor de la hora de máxima demanda, asumiendo que si el plan de medidas de mitigación de impactos genera mejoras para el valor crítico de volumen de tráfico, en el resto de horas la medida impuesta sería suficiente.

Para la distribución de viajes se considera donde se encuentran la mayor parte de orígenes y destinos de la zona los cuales muestren los posibles puntos de generación y atracción, para esto se utilizará el plano de uso de suelo y se centrará en vivienda, empleo, estudios, comercios, etc.

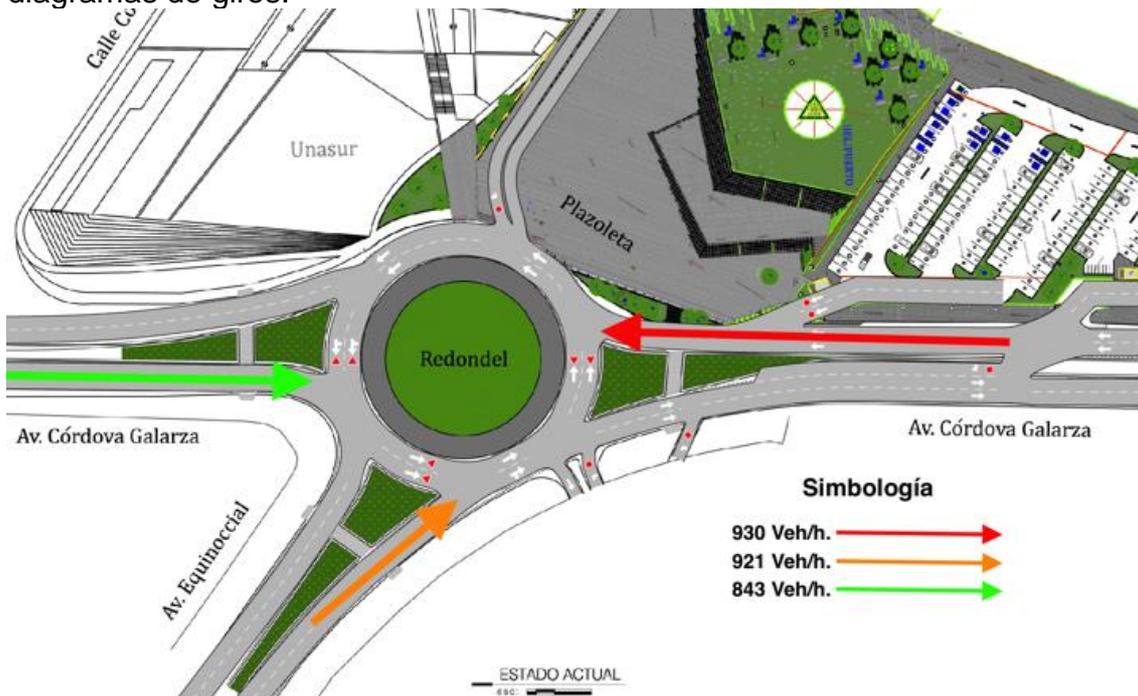
Para la asignación de viajes se toma en cuenta patrones de tránsito que generan rutas específicas de acuerdo a la capacidad de la red vial; en este caso se utilizará los porcentajes de diagramas de giros en la intersección de la Autopista Córdoba Galarza con la Avenida Equinoccial, con todas las posibles maniobras de giros que puedan realizarse en el redondel.

Los valores a utilizarse serán los de la hora pico de la mañana que posee los volúmenes de tráfico más altos comparados con los de la hora pico de la tarde y noche, dichos flujos serán distribuidos de acuerdo a los diagramas de giros y sumado a la rotación de parqueaderos conformará el tránsito para el año base.

El software a ser utilizado será Aimsun, en el cual se incluirán estados de tráfico para cada tipo de vehículo, con flujos de entrada y diagramas de giros, más un plan de control conformado por señalización horizontal y vertical.

Gráfico 14. Diagrama de volúmenes de tráfico en hora pico a ser distribuidos.

El siguiente gráfico muestra la red vial modelada, sobre la cual se agregarán los datos de demanda vehicular (flujo de entrada) a ser distribuidos por medio de diagramas de giros.



Fuente: Autor.

Tabla 23. Diagrama de Giros Automóviles.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	356	461	77
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	105		23
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	423	535	79
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	112		21
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	185	783	24
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	598		76
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Tabla 24. Diagrama de Giros Motocicletas.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	10	12	83
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	2		17
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	21	25	84
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	4		16
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	8	25	32
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	17		68
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Tabla 25. Diagrama de Giros Autobuses.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	15	25	60
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	10		40
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	11	23	48
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	12		52
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	19	35	54
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	16		46
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Tabla 26. Diagrama de Giros Camiones Ligeros.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	6	9	67
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	3		33
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	8	9	89
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	1		11
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	4	7	57
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	3		43
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Tabla 27. Diagrama de Giros Camiones Medianos.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	16	21	76
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	5		24
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	23	25	92
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	2		8
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	4	9	45
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	5		55
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Tabla 28. Diagrama de Giros Camiones Pesados.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	130	130	100
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	62	62	100
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	4	6	67
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	2		33
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Tabla 29. Diagrama de Giros Remolques.

Vía de Origen	Vía de Destino	Dirección de Origen	Dirección de Destino	Movimiento	Flujo	Flujo Total	% Giros
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Sur	Recto	5	5	100
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Norte	Este	Giro Izquierdo	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Norte	Norte	Giro en U	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Norte	Recto	3	3	100
Av. Córdoba Galarza	Av. Equinoccial	Sur	Este	Giro Derecho	0		0
Av. Córdoba Galarza	Av. Córdoba Galarza	Sur	Sur	Giro en U	0		0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Norte	Giro Derecho	0	0	0
Av. Equinoccial	Av. Córdoba Galarza	Este	Sur	Giro Izquierdo	0		0
Av. Equinoccial	Av. Equinoccial	Este	Este	Giro en U	0		0

Fuente: Autor.

Conclusiones de Distribución y Asignación de viajes:

- En el redondel Mitad del Mundo existen 9 posibles maniobras, 3 por cada brazo; cada una de ellas se disgrega por tipo de vehículos en: vehículos livianos, motocicletas, buses, camiones ligeros, medianos y pesados:
 - **Vehículos livianos:** refleja el mayor volumen de vehículos con alrededor de 750 vehículos hora dirección en días típicos, el mismo que se mantiene constante durante todo el día, sin reflejar picos definidos en la mañana, tarde y noche; en el diagrama de giros no se utiliza el giro en U por lo que en el diseño se puede obviar esta maniobra. El tráfico de paso representa alrededor del 75% del volumen total, comparado con el 25% de tráfico local por lo que en el diseño se pretende dar prioridad al tráfico de paso.
 - **Motocicletas:** representa un volumen de tráfico bajo el cual varía entre 12 y 25 vehículos hora dirección, en el diagrama de giros no se utiliza la maniobra de giro en U, por lo que puede restringirse la misma reduciendo puntos de conflicto, mientras que el volumen de tráfico de paso está alrededor del 80% comparado con el 20% de tráfico local.
 - **Autobuses:** cuenta con un volumen que varía entre 20 y 35 vehículos hora dirección, por lo que un bus pasa cada 2 a 3 minutos, lo cual es un valor bastante alto, dentro de las posibles maniobras los buses utilizan todas excepto giros en U, por lo que se puede restringir la maniobra en la propuesta, mientras que la distribución entre tráfico de paso y local se encuentra equilibrada debido a que las rutas de buses proveen servicio a otras parroquias como Pomasqui y Calacalí.
 - **Camiones Ligeros:** refleja un volumen vehicular bajo con aproximadamente 10 vehículos hora dirección, utilizan todas las maniobras excepto giros en U, la distribución de tráfico local y de paso es variable de acuerdo a cada brazo del redondel.
 - **Camiones Medianos:** posee un volumen entre 10 y 25 vehículos hora dirección, utilizan todas las maniobras excepto giros en U y la distribución entre tráfico de paso y local es variable.
 - **Camiones Pesados:** es el segundo flujo vehicular en importancia, varía entre 60 y 130 vehículos hora dirección, el 100% de vehículos que transita la Av. Córdoba Galarza es tráfico de paso que transporta pétreos hacia la Ciudad de Quito, no utilizan giros izquierdos ni derechos; mientras que los camiones pesados que salen de San Antonio se distribuyen 70% hacia Calacalí y 30% hacia Quito.
 - **Remolques:** representa el menor flujo vehicular con un máximo de 5 vehículos hora dirección, pese a esto son los vehículos de mayores dimensiones; en su totalidad es tráfico de paso que solo transita la Av. Córdoba Galarza y no ingresa a San Antonio, no realizan maniobras de giro izquierdo o derecho por lo que se puede restringir dichas maniobras para vehículos de esta jerarquía.

c. Volúmenes de tránsito proyectados.

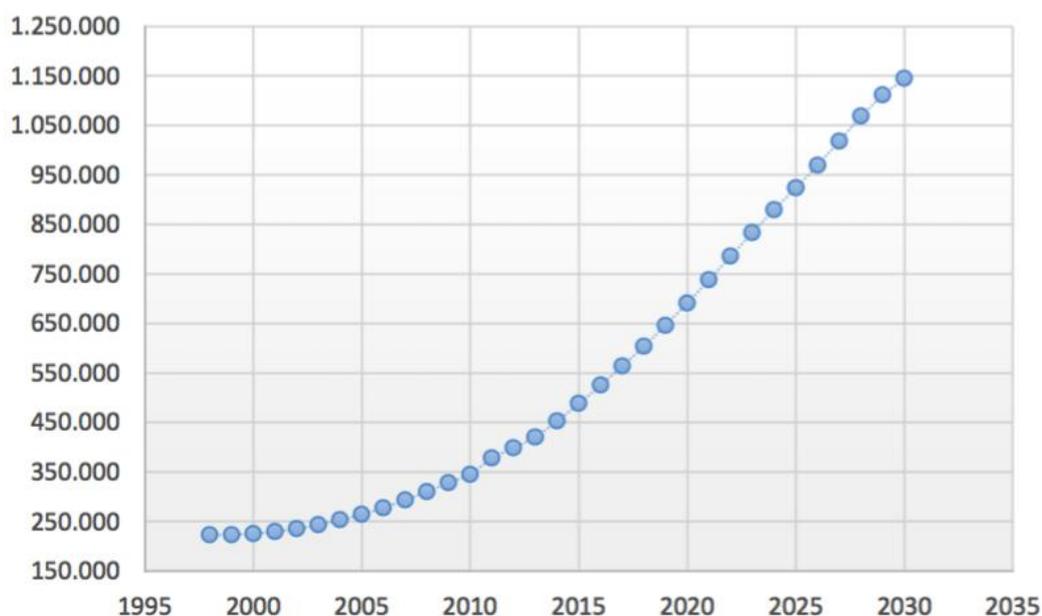
Las proyecciones de tránsito parten de conteos manuales, los mismos que determinan el año base, los resultados se proyectarán a corto plazo con un horizonte temporal de 5 y 10 años, reflejando dos componentes fundamentales:

- **Tránsito Local:** es el que se genera dentro del área de estudio, manteniendo sus orígenes y destinos en la misma zona.
- **Tránsito de Paso:** es aquel que los orígenes y destinos no se encuentran en el área de estudio.

La metodología para estimar las proyecciones de tránsito será con base a tasas de crecimiento obtenidas de datos históricos del crecimiento del tránsito en el Distrito Metropolitano de Quito, con un mínimo de 5 años mostrando un crecimiento estable. La hipótesis de esta proyección afirma que el crecimiento del tránsito seguirá la misma tendencia que en los datos históricos, por este motivo los datos no deben proyectarse más allá de 10 años ya que en ese caso los resultados serían erróneos.

Los conteos de la situación base establecen como funciona el tránsito actualmente, incluidos los proyectos arquitectónicos que conforman el Polo Generador de Tráfico; mientras que el análisis operacional de las proyecciones servirán para comparar los impactos viales sin realizar modificaciones físicas solo aumentando la demanda versus la propuesta de medidas de mitigación de impactos incluyendo el aumento del tránsito.

Gráfico 15. Evolución de Parque Automotor en el Distrito Metropolitano de Quito.



Fuente: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). Diagnóstico de la Movilidad en el D.M.Q. para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial (PMOT). Quito Ecuador.

La metodología para realizar las proyecciones partirá de la tasa de crecimiento anual del parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito aplicando la siguiente fórmula: **Tasa de Crecimiento Anual = (Presente – Pasado) * 100 %**
Pasado

Tabla 30. Tabla de Proyecciones Años 2016 – 2017 – 2018.

AÑO	DIRECCIÓN DE ORIGEN	DIRECCIÓN DE DESTINO	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES
				AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE	
Año Base											
2016	Norte	Sur	663	461	12	25	9	21	130	5	932
	Sur	Norte	682	535	25	23	9	25	62	3	843
	Este	Oeste	865	783	25	35	7	9	6	0	921
Tasa de Crecimiento Anual: 7,54%											
2017	Norte	Sur	713	496	13	27	10	23	140	5	1002
	Sur	Norte	733	575	27	25	10	27	67	3	906
	Este	Oeste	930	842	27	38	8	10	6	0	990
Tasa de Crecimiento Anual: 7,02%											
2018	Norte	Sur	763	531	14	29	10	24	150	6	1073
	Sur	Norte	785	616	29	26	10	29	71	3	970
	Este	Oeste	996	901	29	40	8	10	7	0	1059

Fuente: Autor

Tabla 31. Tasas de Crecimiento Anuales 2016 – 2017 – 2018.

Año	Parque Automotor del D.M.Q.	Tasa de Crecimiento Anual
2016	530000 Vehículos	
		7,54%
2017	570000 Vehículos	
		7,02%
2018	610000 Vehículos	

Fuente: Autor.

Tabla 32. Tabla de Proyecciones Años 2019 – 2020 – 2021.

AÑO	DIRECCIÓN DE ORIGEN	DIRECCIÓN DE DESTINO	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES
				AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE	
Tasa de Crecimiento Anual: 6,56%											
2019	Norte	Sur	813	565	15	31	11	26	159	6	1143
	Sur	Norte	836	656	31	28	11	31	76	4	1033
	Este	Oeste	1061	960	31	43	9	11	7	0	1129
Tasa de Crecimiento Anual: 6,15%											
2020	Norte	Sur	863	600	16	33	12	27	169	7	1213
	Sur	Norte	888	696	33	30	12	33	81	4	1097
	Este	Oeste	1126	1019	33	46	9	12	8	0	1198
Tasa de Crecimiento Anual: 7,24%											
2021	Norte	Sur	926	644	17	35	13	29	181	7	1301
	Sur	Norte	952	747	35	32	13	35	87	4	1176
	Este	Oeste	1208	1093	35	49	10	13	8	0	1285

Fuente: Autor.

Tabla 33. Tasas de Crecimiento Anuales 2019 – 2020 – 2021.

Año	Parque Automotor del D.M.Q.	Tasa de Crecimiento Anual
2018	610000 Vehículos	
		6,56%
2019	650000 Vehículos	
		6,15%
2020	690000 Vehículos	
		7,24%
2021	740000 Vehículos	

Fuente: Autor.

Tabla 34. Tabla de Proyecciones Años 2022 – 2023 – 2024.

AÑO	DIRECCIÓN DE ORIGEN	DIRECCIÓN DE DESTINO	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES
				AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE	
Tasa de Crecimiento Anual: 6,76%											
2022	Norte	Sur	988	687	18	37	13	31	194	7	1389
	Sur	Norte	1016	797	37	34	13	37	92	4	1256
	Este	Oeste	1289	1167	37	52	10	13	9	0	1372
Tasa de Crecimiento Anual: 5,06%											
2023	Norte	Sur	1038	722	19	39	14	33	204	8	1459
	Sur	Norte	1068	838	39	36	14	39	97	5	1319
	Este	Oeste	1354	1226	39	55	11	14	9	0	1441
Tasa de Crecimiento Anual: 6,02%											
2024	Norte	Sur	1101	765	20	42	15	35	216	8	1547
	Sur	Norte	1132	888	42	38	15	42	103	5	1399
	Este	Oeste	1436	1300	42	58	12	15	10	0	1528

Fuente: Autor.

Tabla 35. Tasas de Crecimiento Anuales 2022 – 2023 – 2024.

Año	Parque Automotor del D.M.Q.	Tasa de Crecimiento Anual
2021	740000 Vehículos	
		6,76%
2022	790000 Vehículos	
		5,06%
2023	830000 Vehículos	
		6,02%
2024	880000 Vehículos	

Fuente: Autor.

Tabla 36. Tabla de Proyecciones Años 2025 – 2026 – 2027.

AÑO	DIRECCIÓN DE ORIGEN	DIRECCIÓN DE DESTINO	VOLUMEN TOTAL	DISGREGACIÓN MODAL							TOTAL VEHICULOS EQUIVALENTES
				AUTOMOVIL	MOTOCICLETA	BUS	CAMIÓN LIGERO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	REMOLQUE	
Tasa de Crecimiento Anual: 4,55%											
2025	Norte	Sur	1151	800	21	43	16	36	226	9	1618
	Sur	Norte	1184	929	43	40	16	43	108	5	1462
	Este	Oeste	1501	1359	43	61	12	16	10	0	1598
Tasa de Crecimiento Anual: 5,43%											
2026	Norte	Sur	1213	844	22	46	16	38	238	9	1705
	Sur	Norte	1248	979	46	42	16	46	113	5	1542
	Este	Oeste	1583	1433	46	64	13	16	11	0	1684
Tasa de Crecimiento Anual: 5,15%											
2027	Norte	Sur	1276	887	23	48	17	40	250	10	1793
	Sur	Norte	1312	1029	48	44	17	48	119	6	1621
	Este	Oeste	1664	1507	48	67	13	17	12	0	1771

Fuente: Autor.

Tabla 37. Tasas de Crecimiento Anuales 2025 – 2026 – 2027.

Año	Parque Automotor del D.M.Q.	Tasa de Crecimiento Anual
2024	880000 Vehículos	
		4,55%
2025	920000 Vehículos	
		5,43%
2026	970000 Vehículos	
		5,15%
2027	1020000 Vehículos	

Fuente: Autor.

2. Análisis Operacional de Tránsito.

Comprende el análisis de la demanda de tránsito obtenida en los conteos manuales, más la demanda de las proyecciones obtenidas utilizando la tasa de crecimiento anual del parque automotor de la Ciudad de Quito.

Se pretende obtener el nivel de operación de la red vial del entorno inmediato al Polo Generador de Tráfico con el tránsito actual y de ser necesario extender el área de estudio a intersecciones más lejanas; de la misma forma se evaluará la demanda obtenida en las proyecciones, con el fin de comparar los datos y señalar el deterioro de la operación del tránsito con un crecimiento constante de la demanda en un horizonte temporal de 5 y 10 años para finalmente comprar dichos resultados con la propuesta de medidas de mitigación de impactos.

Parámetros técnicos para la determinación del nivel de servicio:

- Flujo simulado por carril.
- Velocidad simulada por carril.
- Densidad por carril simulada.
- Tiempo de demora por carril simulado.

Parámetros técnicos complementarios:

- Colas: media, virtual máxima, virtual media.
- Distancia total del viaje.
- Giros perdidos.
- Número de cambios de carril.
- Número de paradas.
- Vehículos: dentro, esperando para entrar, fuera, perdidos.

Los resultados se obtendrán ingresando los datos al programa de modelamiento de tráfico Aimsun para ser evaluados, de la misma forma se evaluará la propuesta con el objetivo de obtener una visión de los factores que influyen en el tránsito y así determinar las posibles mejoras operacionales.

Gráfico 16. Modelo Base.



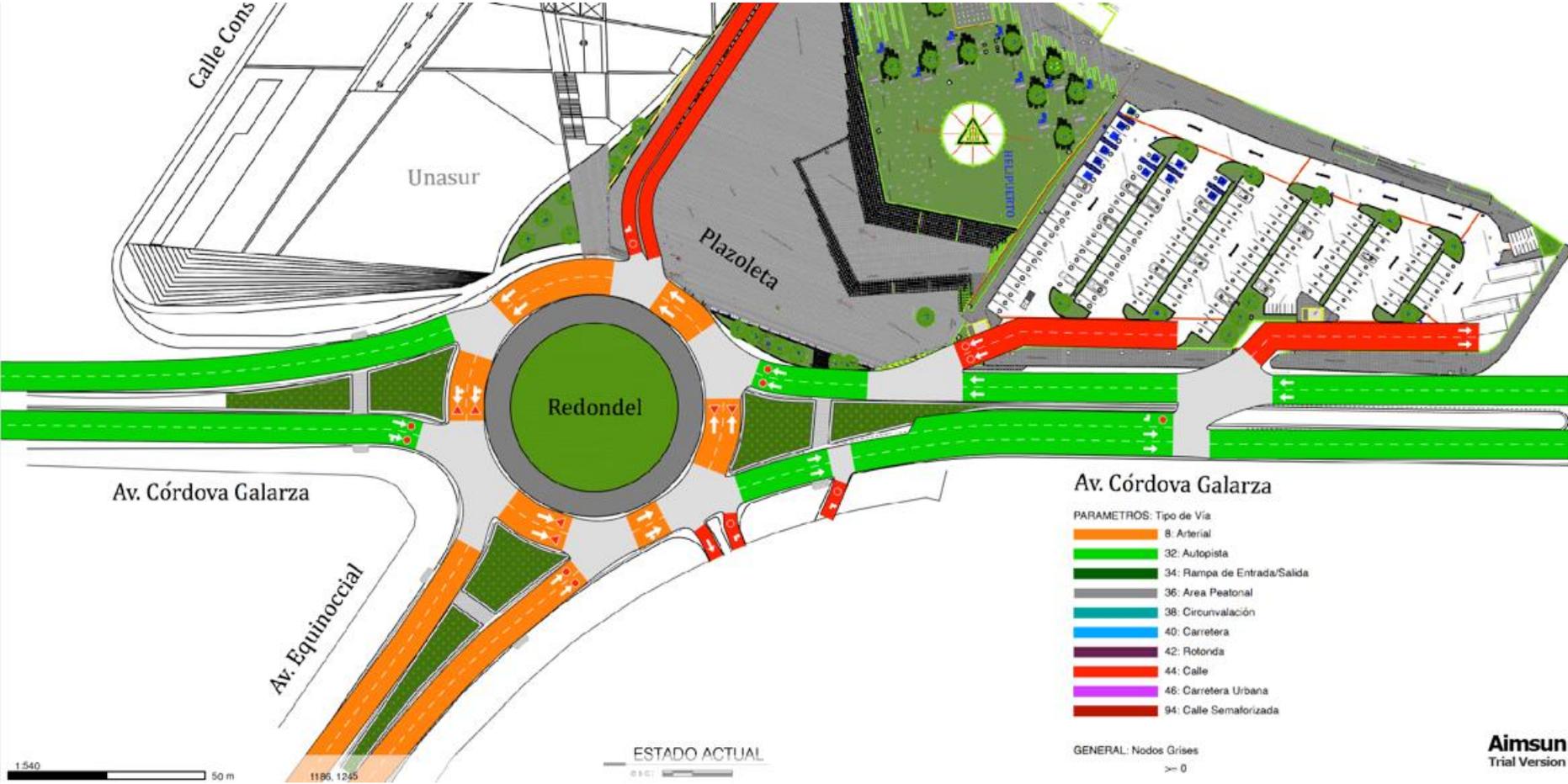
Fuente: Autor.

Definiciones de Modelos del Análisis Operacional:

- **Constantes para todos los escenarios:** son datos producto de las características técnicas y funcionales de las vías que intervienen en el polo generador de tráfico; no son valores calculados, son bases para que el programa de simulación Aimsun replique las condiciones viales del estado actual. Estos valores serán constantes para todos los escenarios debido a que no se pretende alterar el tipo de vías ni velocidad máxima ya que estos parámetros los dicta el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, mientras que la capacidad de las secciones está determinada por el rango de flujo de vehículos equivalentes que circula sobre las vías para lo cual se utilizó la base de datos del programa Aimsun, que establece el valor de la capacidad vial de acuerdo al tipo de vías involucradas.
 - **Tipo de vías:** es un dato obtenido del mapa de la red vial principal del Distrito Metropolitano de Quito.
 - **Capacidad de las secciones:** es el rango de número de vehículos que los distintos tipos de vías pueden soportar, medido en PCUs (Passenger Car Units), lo cual quiere decir que todos los tipos de vehículos son transformados a equivalentes de automóviles livianos, debido a que se requiere una unidad común.
 - **Velocidad máxima:** este parámetro está dictado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas y el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en Km/h de acuerdo al tipo de vía.
- **Operación del tránsito base y proyectado:** son los resultados del análisis operacional del tráfico producto de simulaciones microscópicas realizadas en el programa Aimsun, para los escenarios dinámicos del año base 2016 y las proyecciones para los años 2021 y 2026 (horizonte temporal de 10 años). Todos los parámetros están expuestos de acuerdo a mapas de temperatura (heat maps) y a tablas de resultados.
 - **Flujo simulado por carril:** establece el número de vehículos por hora que circulan en las vías del modelo, producto de la simulación microscópica con elección estocástica de rutas; reflejando la calidad del tránsito.
 - **Velocidad simulada por carril:** es un promedio de la velocidad vehicular de todos los tipos de vehículos que se encuentran en la red vial para cada escenario, teniendo como condicionante la velocidad máxima marcada anteriormente.
 - **Densidad por carril simulada:** refleja la ocupación de la vía en número de vehículos por kilometro por carril.
 - **Tiempo de demora por carril simulado:** es el valor obtenido de los tiempos de paradas de todos los tipos de vehículos en segundos, los cuales sumados representan el tiempo de demora; este parámetro mide la fluidez del tránsito.
- **Nivel de servicio:** es un rango cualitativo da la “A” a la “F” que conjuga los principales factores técnicos del análisis operacional como son: flujo, velocidad, densidad y tiempo de demoras. Dicho concepto solo se utiliza para mejor entendimiento con el público general, al hacer referencia hacia un término que resume la calidad del tránsito, comodidad, conveniencia, libertad de maniobras, fluidez, seguridad, etc.

Constantes para todos los escenarios:

Modelo 1. Tipos de Vías.



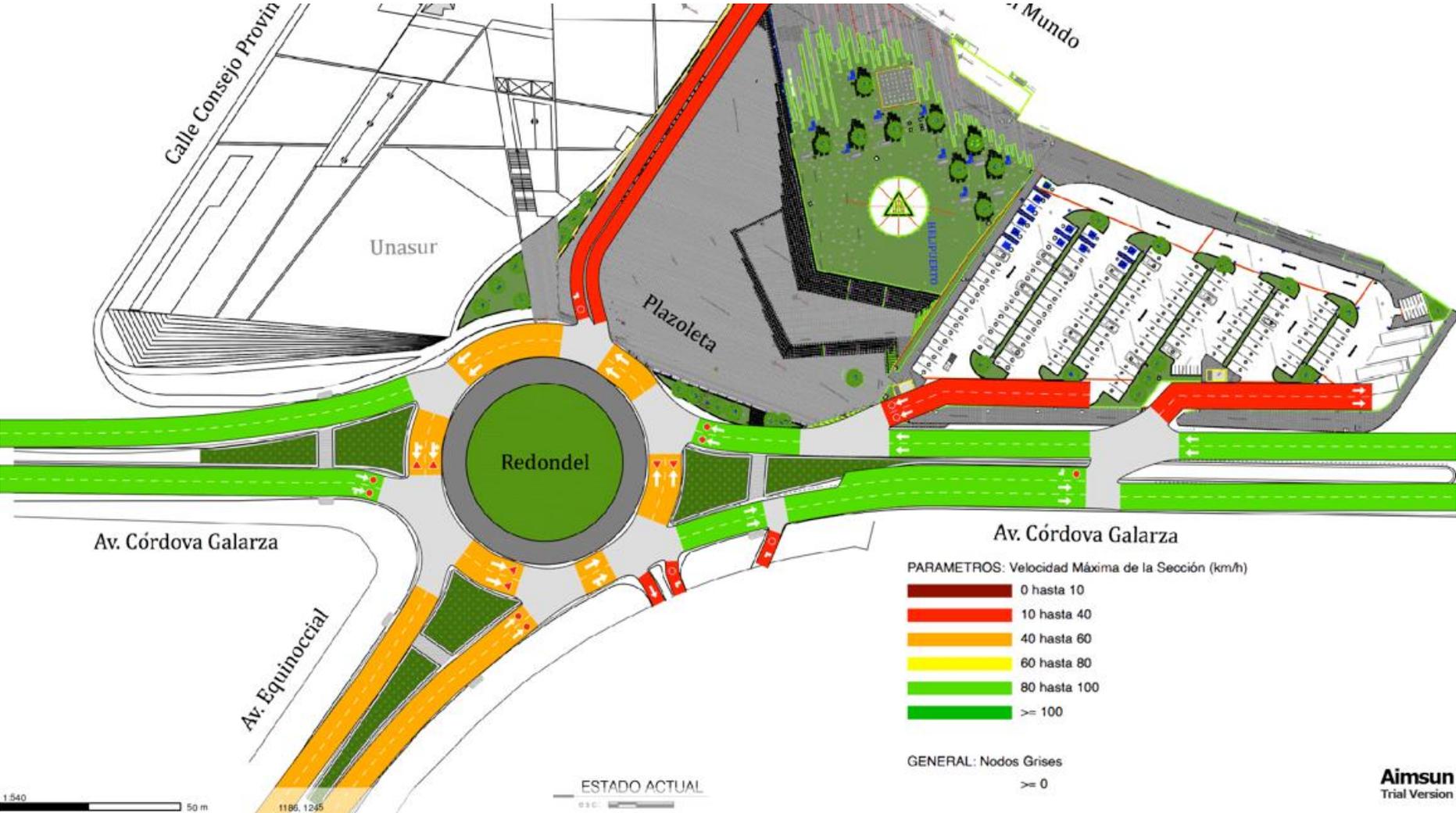
Fuente: Autor.

Modelo 2. Capacidad de las Secciones.



Fuente: Autor.

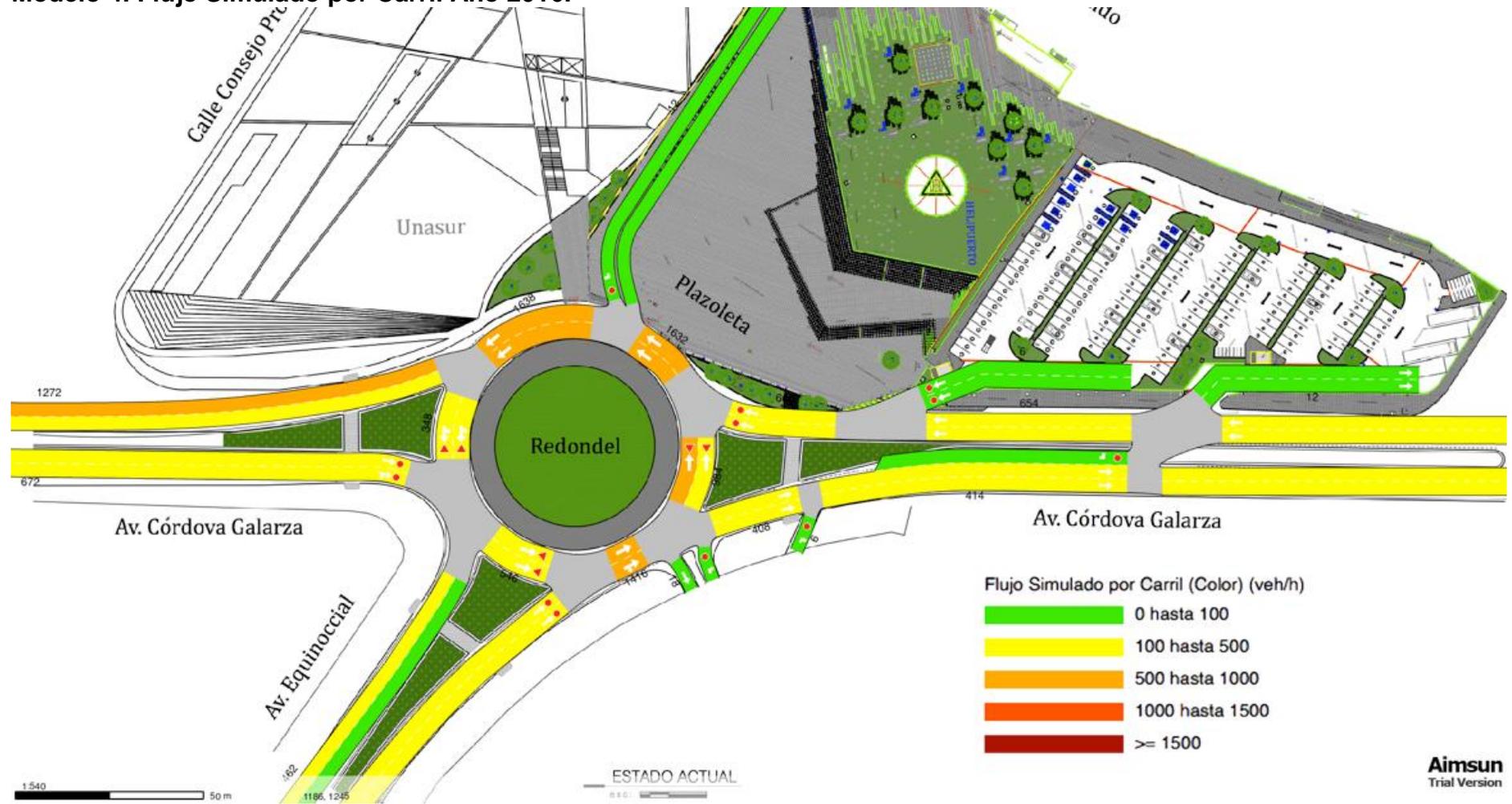
Modelo 3. Velocidad Máxima.



Fuente: Autor.

a. Operación de Tránsito Base Año 2016.

Modelo 4. Flujo Simulado por Carril Año 2016.



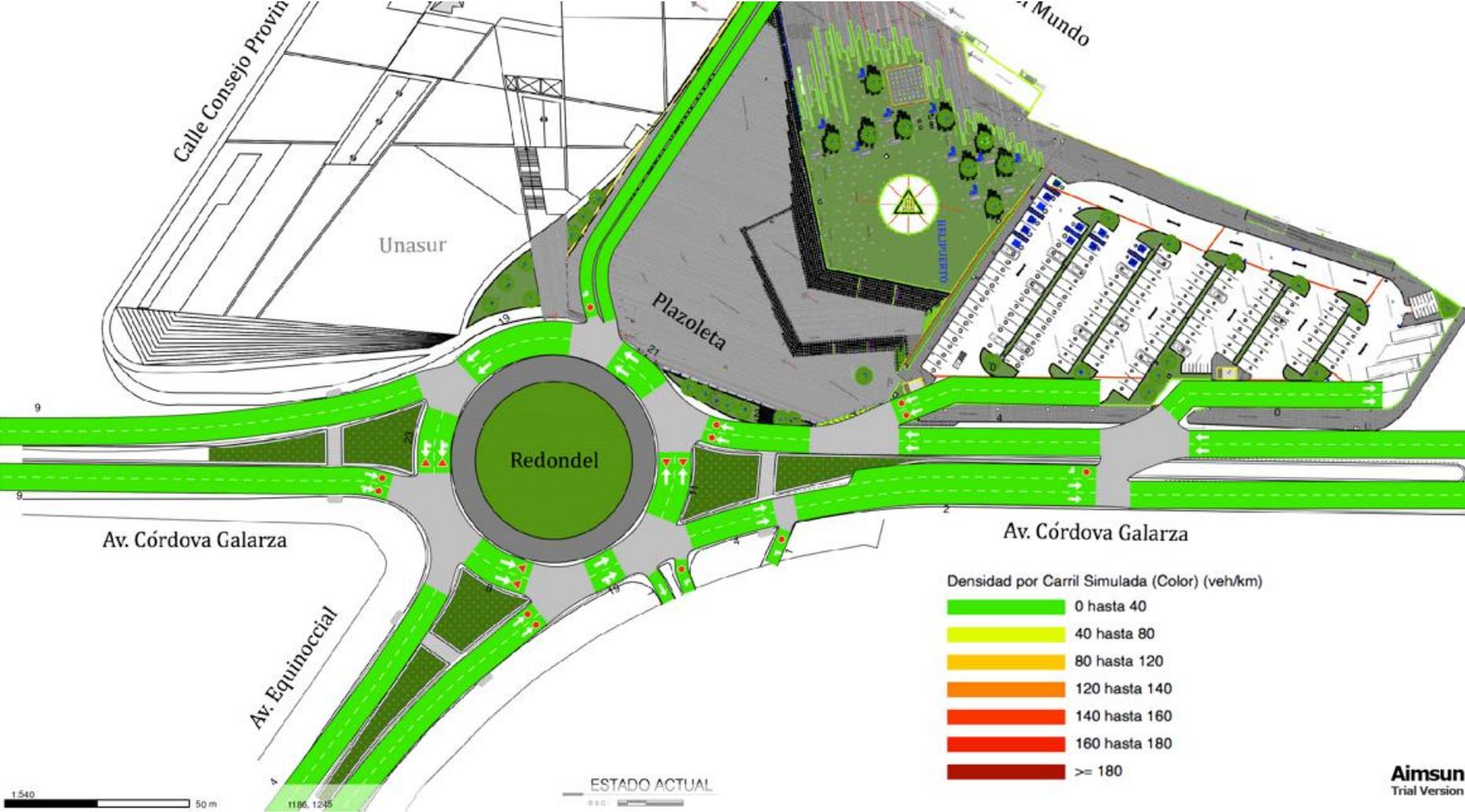
Fuente: Autor.

Modelo 5. Velocidad Simulada por Carril Año 2016.



Fuente: Autor.

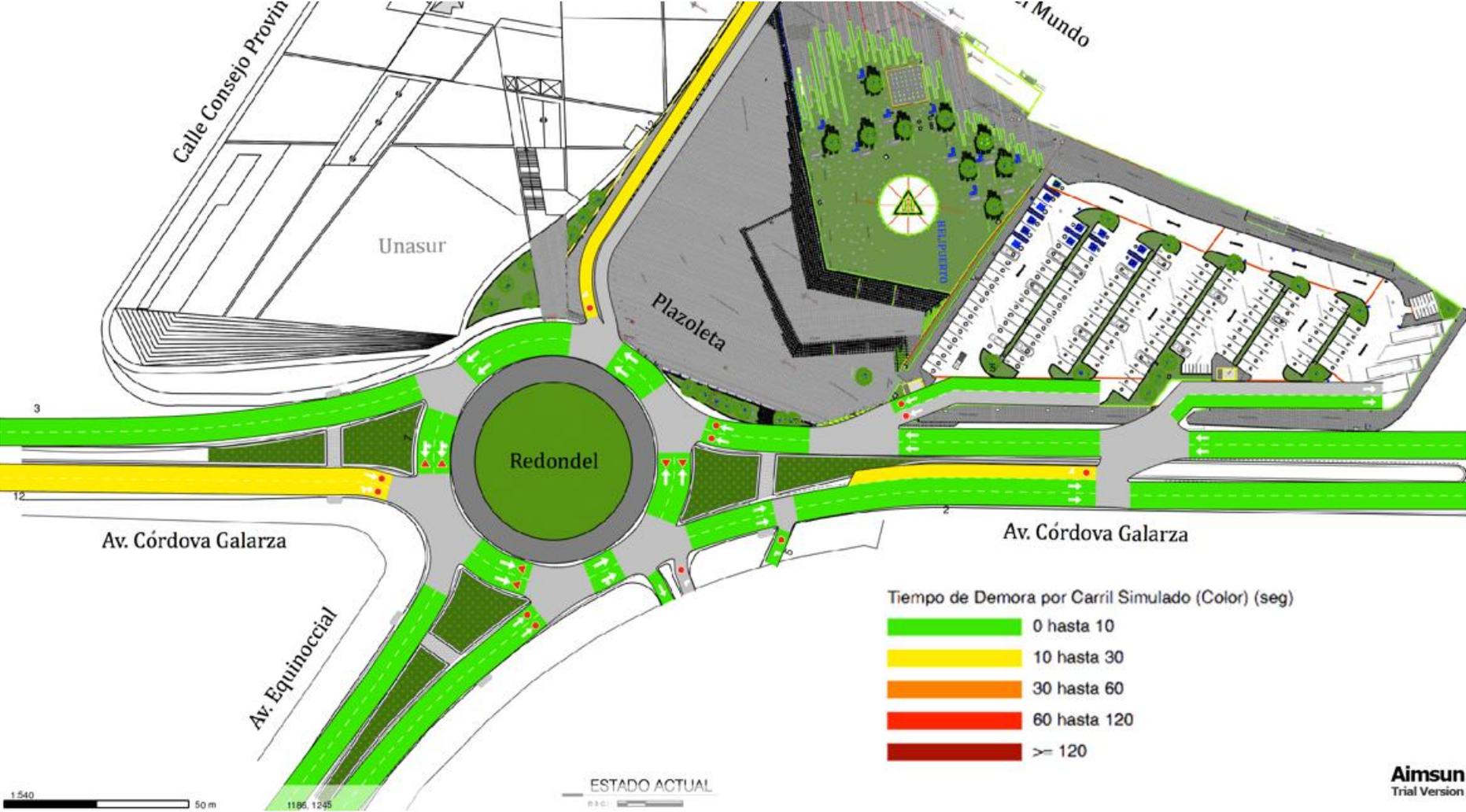
Modelo 6. Densidad por Carril Simulada Año 2016.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

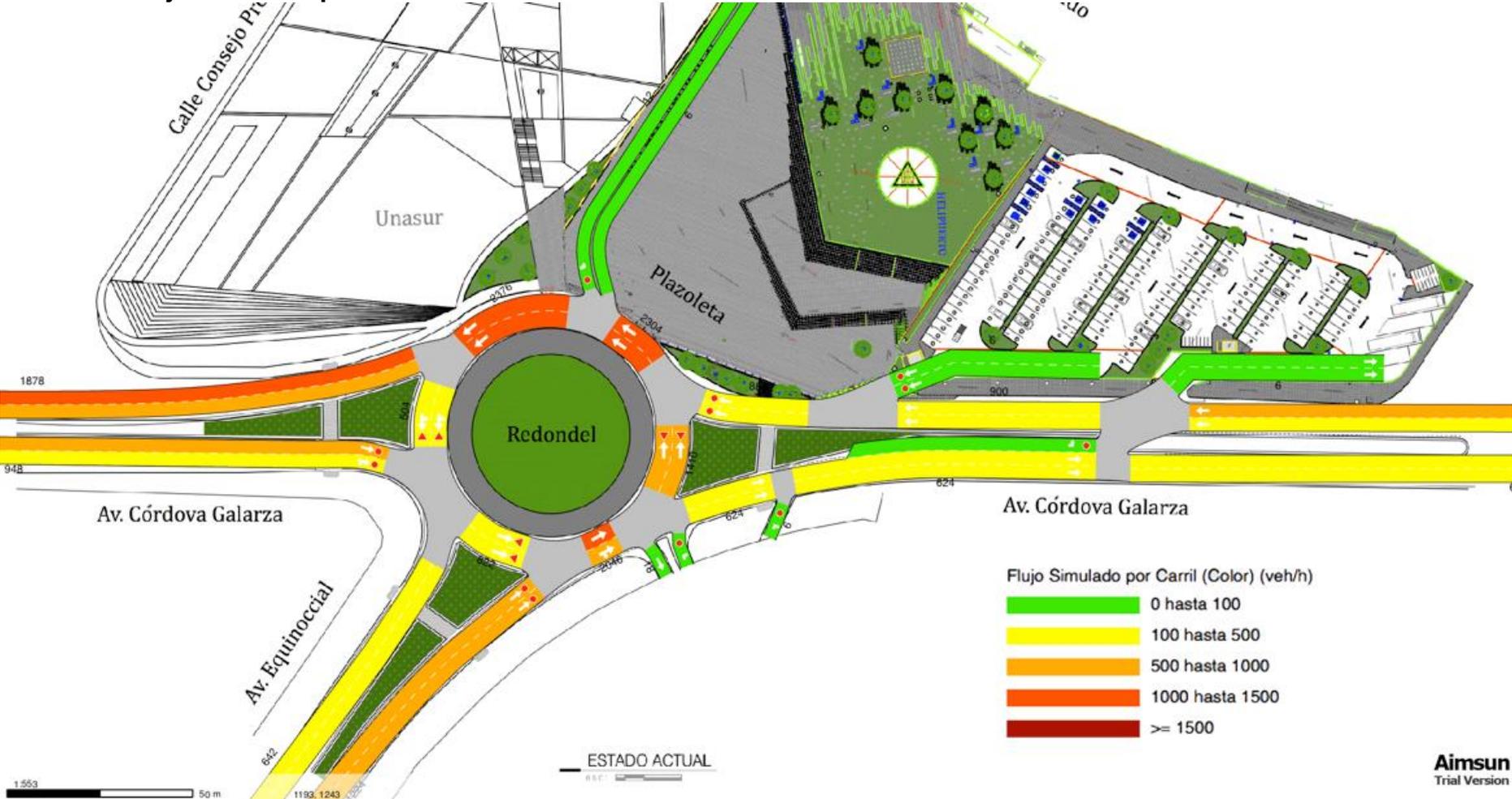
Modelo 7. Tiempo de Demora por Carril Simulado Año 2016.



Fuente: Autor.

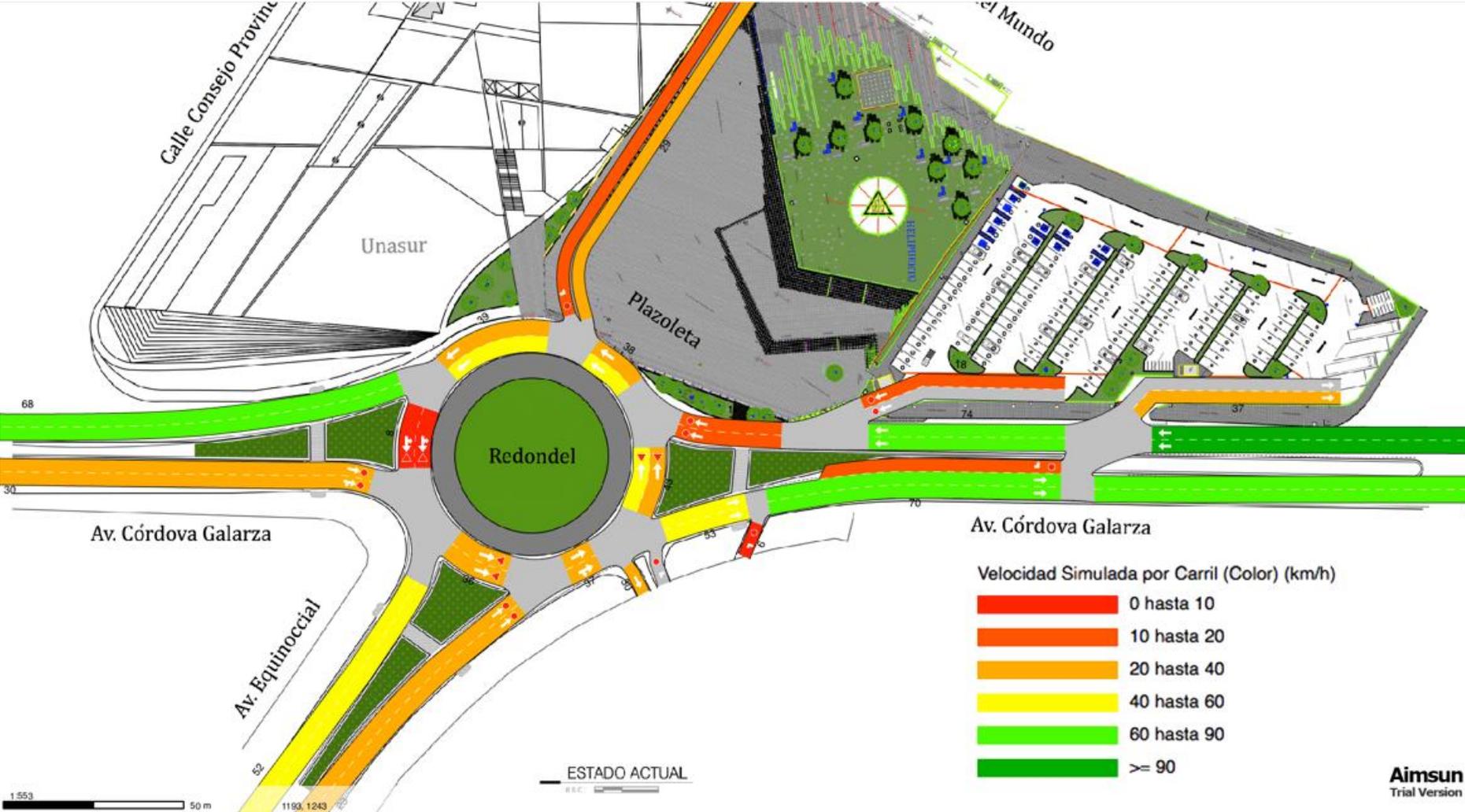
b. Operación del Tránsito Proyectado Año 2021.

Modelo 8. Flujo Simulado por Carril Año 2021.



Fuente: Autor.

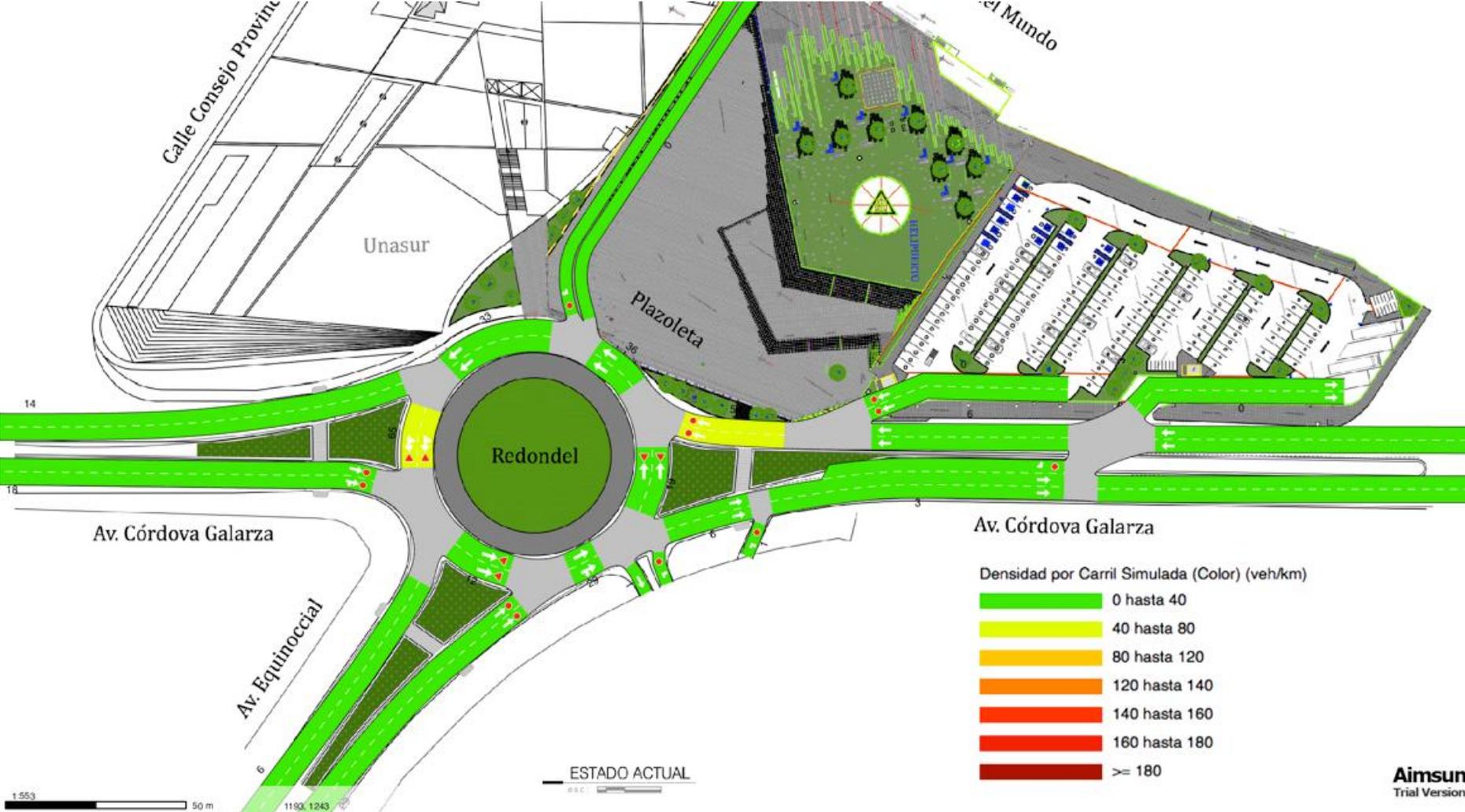
Modelo 9. Velocidad Simulada por Carril Año 2021.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

Modelo 10. Densidad por Carril Simulada Año 2021.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

Modelo 11. Tiempo de Demora por Carril Simulado Año 2021.

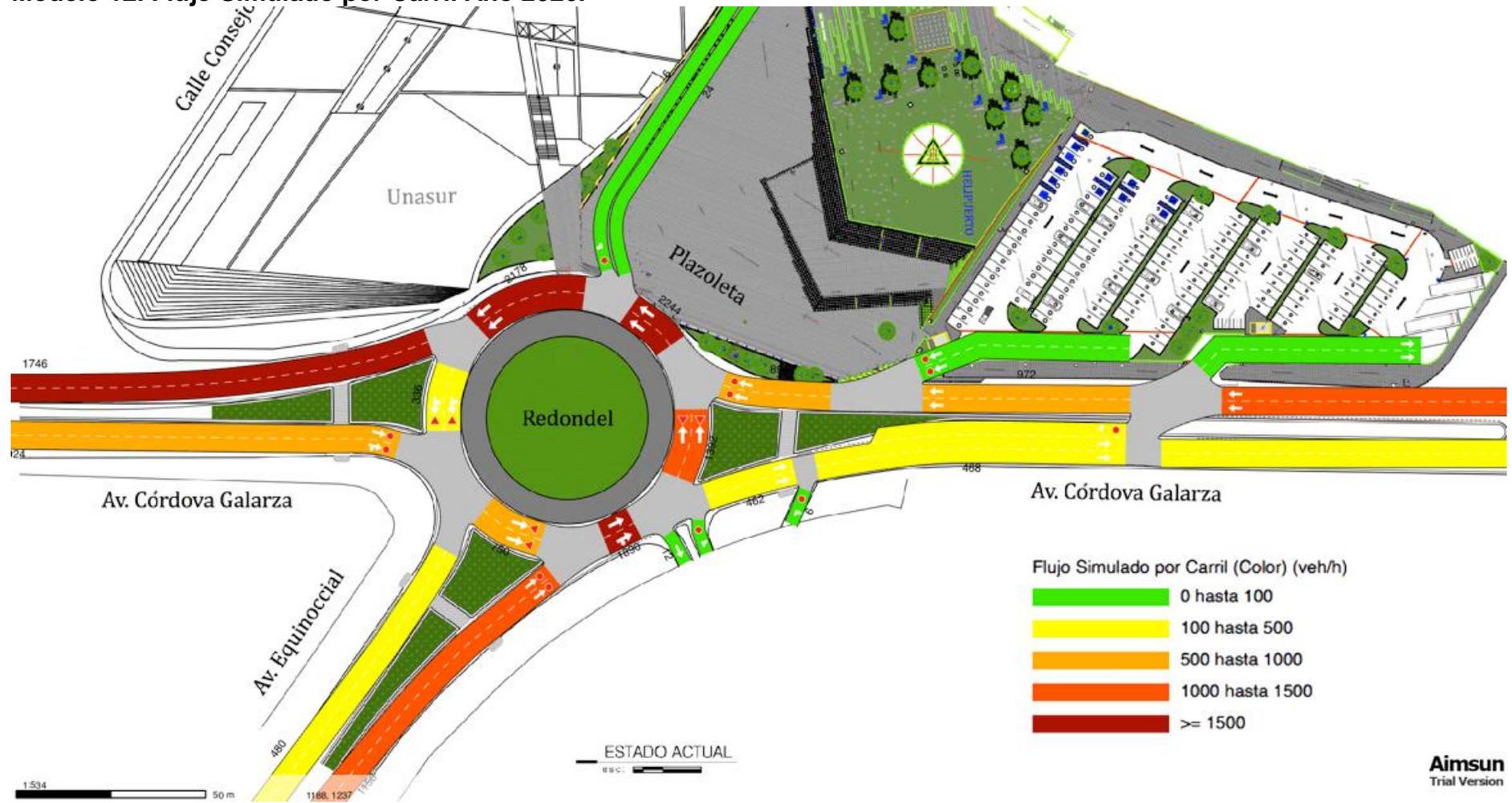


Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

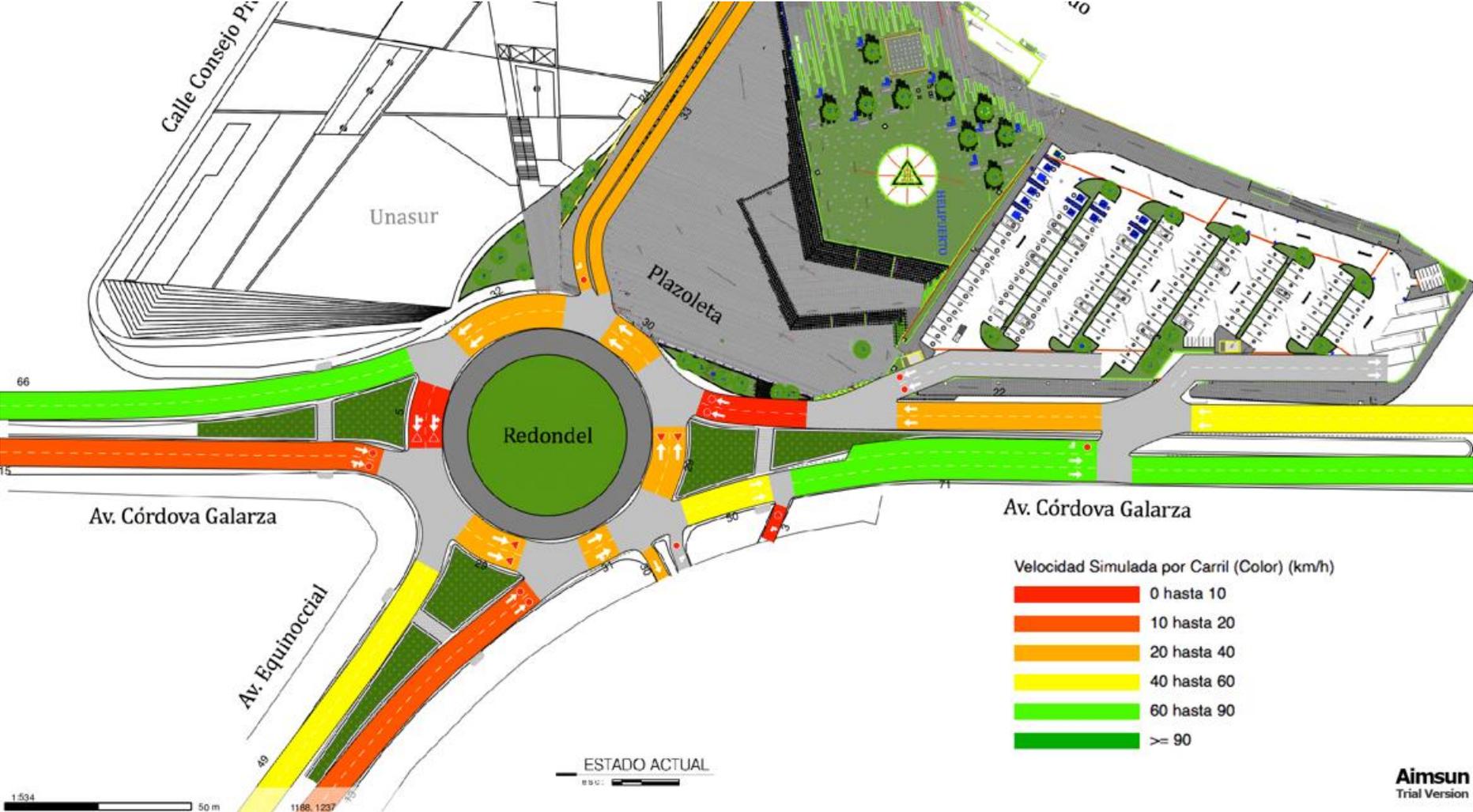
c. Operación del Tránsito Proyectado Año 2026.

Modelo 12. Flujo Simulado por Carril Año 2026.



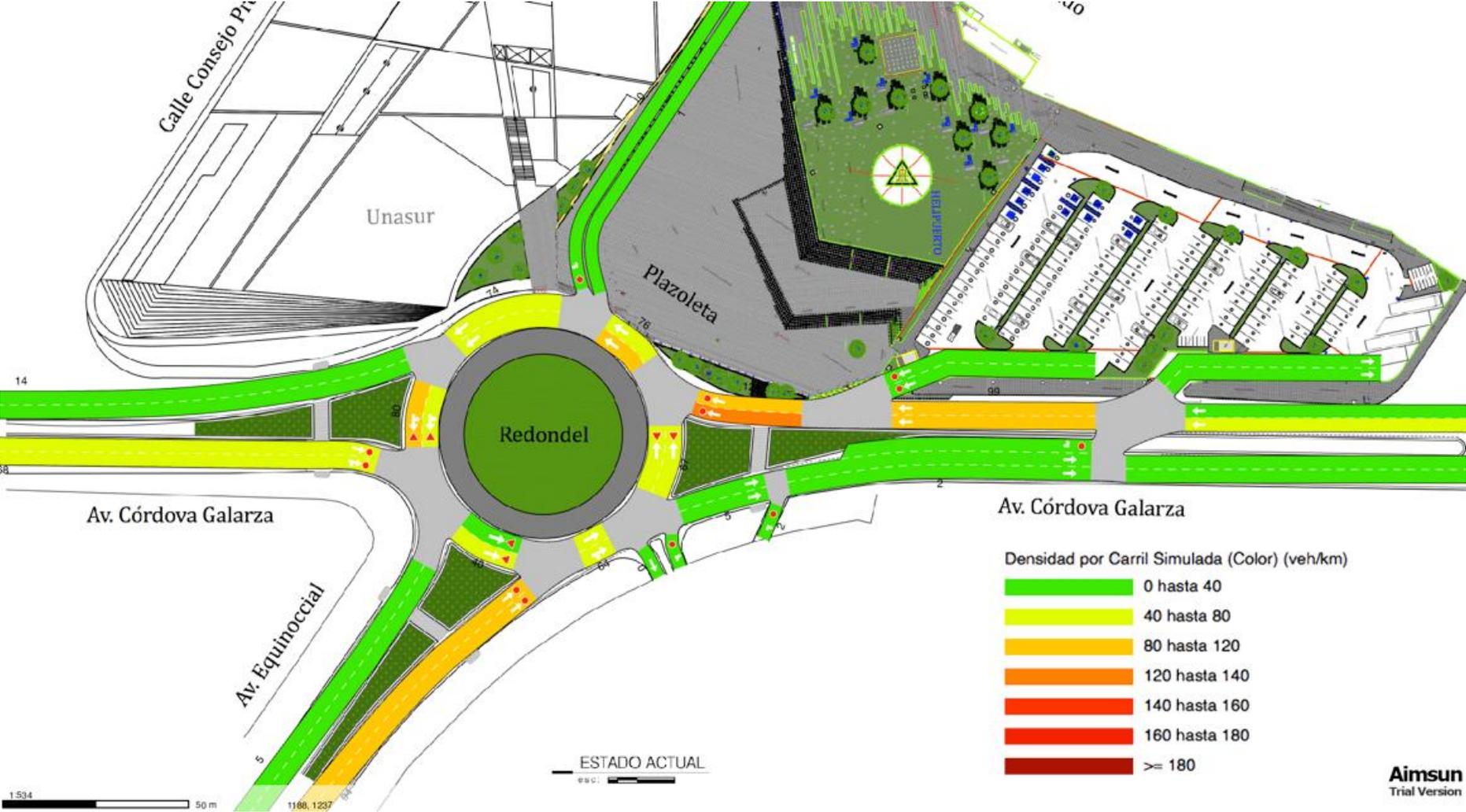
Fuente: Autor.

Modelo 13. Velocidad Simulada por Carril Año 2026.



Fuente: Autor.

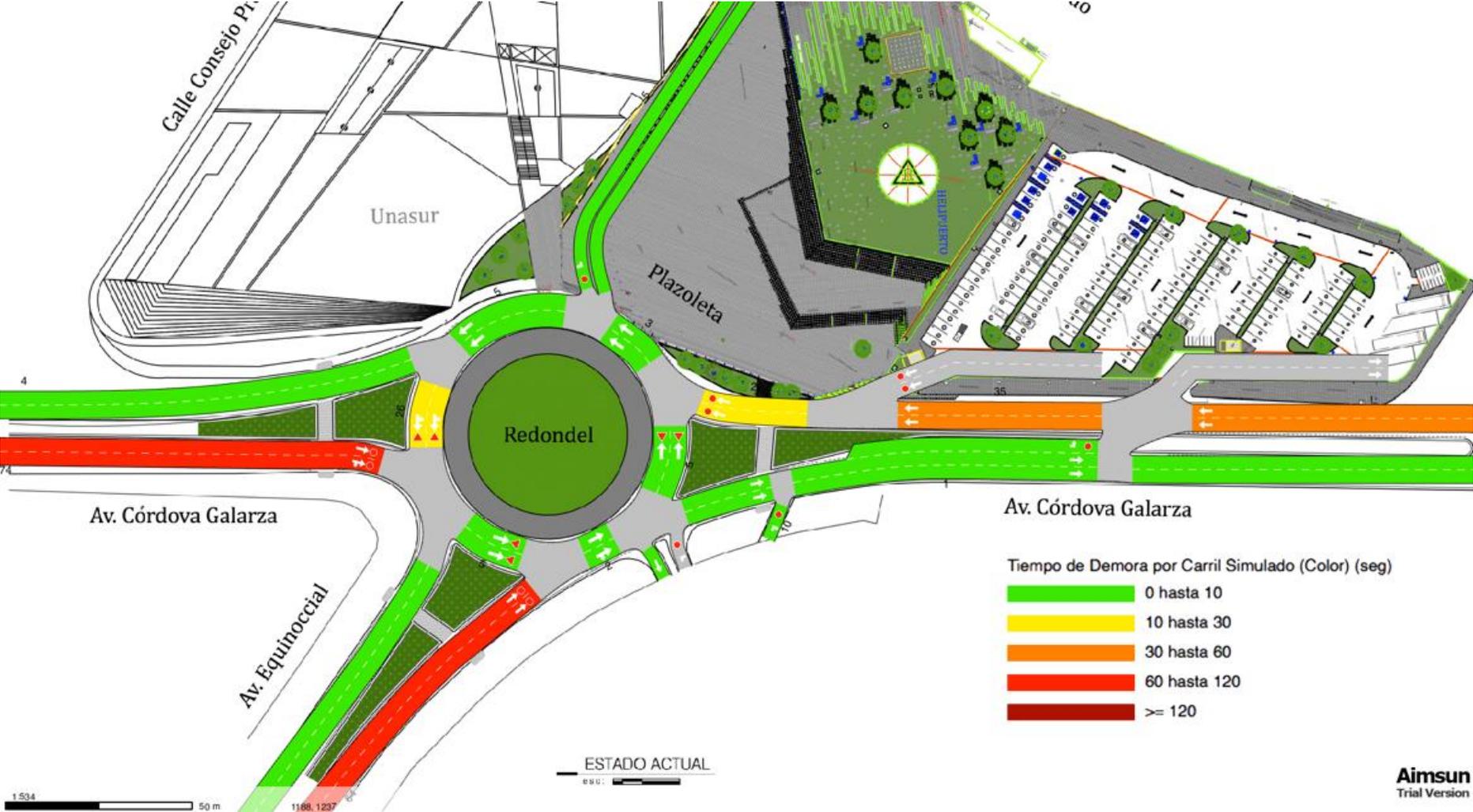
Modelo 14. Densidad por Carril Simulada Año 2026.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

Modelo 15. Tiempo de Demora por Carril Simulado Año 2026.



Fuente: Autor.

Tabla 38. Resultados de Operación del Tránsito del Estado Actual.

Serie Temporal	Valor			Unidades
	Año 2016	Año 2021	Año 2026	
Cola Media - Todos	4,06	17,84	216,49	veh
Cola Media - Coche	3,4	15	182,63	veh
Cola Media - Camión	0,49	1,94	27,6	veh
Cola Media - Bus	0,17	0,89	6,26	veh
Cola Virtual Máxima - Todos	2	2	3008	veh
Cola Virtual Máxima - Coche	1	2	2448	veh
Cola Virtual Máxima - Camión	1	1	425	veh
Cola Virtual Máxima - Bus	1	1	135	veh
Cola Virtual Media - Todos	0,02	0,04	1186,56	veh
Cola Virtual Media - Coche	0,01	0,03	969,6	veh
Cola Virtual Media - Camión	0	0	164,67	veh
Cola Virtual Media - Bus	0	0	52,29	veh
Contaje de Entrada - Todos	2257	3104	982	veh
Contaje de Entrada - Coche	1867	2568	814	veh
Contaje de Entrada - Camión	302	407	132	veh
Contaje de Entrada - Bus	88	129	36	veh
Densidad - Todos	6,84	14,17	68,05	veh/km
Densidad - Coche	5,49	11,52	56,84	veh/km
Densidad - Camión	1,05	1,96	9,46	veh/km
Densidad - Bus	0,31	0,69	1,74	veh/km
Distancia Total de Viaje - Todos	1223,18	1693,06	368,63	km
Distancia Total de Viaje - Coche	998,1	1380,75	298,56	km
Distancia Total de Viaje - Camión	178,9	244,84	54,85	km
Distancia Total de Viaje - Bus	46,17	67,48	15,21	km
Flujo - Todos	2218	3070	665	veh/h
Flujo - Coche	1838	2542	546	veh/h
Flujo - Camión	294	403	90	veh/h
Flujo - Bus	86	125	29	veh/h
Flujo de Entrada - Todos	2257	3104	982	veh/h
Flujo de Entrada - Coche	1867	2568	814	veh/h
Flujo de Entrada - Camión	302	407	132	veh/h
Flujo de Entrada - Bus	88	129	36	veh/h
Número de Cambios de Carril - Todos	688,58	874,61	145,73	#/km
Número de Cambios de Carril - Coche	610,93	780,74	130	#/km
Número de Cambios de Carril - Camión	66,35	80,6	12,53	#/km
Número de Cambios de Carril - Bus	11,3	13,27	3,19	#/km
Número de Paradas - Todos	0,54	0,67	0,85	#/veh/km
Número de Paradas - Coche	0,56	0,69	0,88	#/veh/km
Número de Paradas - Camión	0,45	0,52	0,7	#/veh/km
Número de Paradas - Bus	0,55	0,67	0,83	#/veh/km
Número Total de Cambios de Carril - Todos	2802	3559	593	
Número Total de Cambios de Carril - Coche	2486	3177	529	
Número Total de Cambios de Carril - Camión	270	328	51	
Número Total de Cambios de Carril - Bus	46	54	13	

Fuente: Autor.

Tabla 39. Resultados de Operación del Tránsito del Estado Actual.

Serie Temporal	Valor			Unidades
	Año 2016	Año 2021	Año 2026	
Número Total de Paradas - Todos	4885,58	8372,28	2309,15	
Número Total de Paradas - Coche	4159,44	7171,4	1955,64	
Número Total de Paradas - Camión	535,12	857,89	255,34	
Número Total de Paradas - Bus	191,02	343	98,17	
Tiempo de Demora - Todos	32,25	74,01	302,13	seg/km
Tiempo de Demora - Coche	31,07	73,73	294,08	seg/km
Tiempo de Demora - Camión	35,92	68,6	323,95	seg/km
Tiempo de Demora - Bus	45,04	97,18	385,98	seg/km
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Todos	0,04	0,06	7,04	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Coche	0,03	0,06	7,62	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Camión	0,01	0,03	2,29	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Bus	0,27	0,25	10,98	seg
Tiempo de Parada - Todos	15,76	50,39	269,44	seg/km
Tiempo de Parada - Coche	15,39	50,46	262,3	seg/km
Tiempo de Parada - Camión	16,41	44,29	285,95	seg/km
Tiempo de Parada - Bus	21,44	68,61	352,74	seg/km
Tiempo de Viaje - Todos	82,42	124,34	351,89	seg/km
Tiempo de Viaje - Coche	81,37	124,13	343,72	seg/km
Tiempo de Viaje - Camión	84,3	117,35	372,78	seg/km
Tiempo de Viaje - Bus	98,6	151,27	440,78	seg/km
Tiempo Total de Viaje - Todos	27,49	57,4	36	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	22,08	46,67	28,49	h
Tiempo Total de Viaje - Camión	4,17	7,94	5,67	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	1,24	2,79	1,84	h
Vehículos Dentro - Todos	39	34	317	veh
Vehículos Dentro - Coche	29	26	268	veh
Vehículos Dentro - Camión	8	4	42	veh
Vehículos Dentro - Bus	2	4	7	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Todos	0	0	3008	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Coche	0	0	2448	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Camión	0	0	425	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Bus	0	0	135	veh
Vehículos Fuera - Todos	2218	3070	665	veh
Vehículos Fuera - Coche	1838	2542	546	veh
Vehículos Fuera - Camión	294	403	90	veh
Vehículos Fuera - Bus	86	125	29	veh
Velocidad - Todos	45,88	33,73	17,08	km/h
Velocidad - Coche	46,58	33,99	17,64	km/h
Velocidad - Camión	43,79	34,02	15,23	km/h
Velocidad - Bus	38,06	27,43	12,14	km/h
Velocidad Harmónica - Todos	43,68	28,95	10,23	km/h
Velocidad Harmónica - Coche	44,24	29	10,47	km/h
Velocidad Harmónica - Camión	42,7	30,68	9,66	km/h
Velocidad Harmónica - Bus	36,51	23,8	8,17	km/h

Fuente: Autor.

d. Análisis de Niveles de Servicio.

Valores recopilados de resultados de gráficas del análisis operacional. Pág. 90 a 101.

Tabla 40. Nivel de Servicio Estado Actual Año 2016.

NOMBRE DE VÍA	TIPO DE VÍA	SERIES TEMPORALES SIMULADAS	UNIDAD	NIVELES DE SERVICIO					
				"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
Av. Córdoba Galarza	Expresa	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150
Av. Equinoccial	Colectora	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150

Fuente: Autor.

Tabla 41. Nivel de Servicio Proyección Año 2021.

NOMBRE DE VÍA	TIPO DE VÍA	SERIES TEMPORALES SIMULADAS	UNIDAD	NIVELES DE SERVICIO					
				"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
Av. Córdoba Galarza	Expresa	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150
Av. Equinoccial	Colectora	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150

Fuente: Autor.

Tabla 42. Nivel de Servicio Proyección Año 2026.

NOMBRE DE VÍA	TIPO DE VÍA	SERIES TEMPORALES SIMULADAS	UNIDAD	NIVELES DE SERVICIO					
				"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
Av. Córdoba Galarza	EXPRESA	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150
Av. Equinoccial	COLECTORA	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150

Fuente: Autor.

Conclusiones de Niveles de Servicio:

- Para definir el Nivel de servicio se promediará los resultados de las series temporales analizadas como son: flujo simulado por carril, velocidad simulada por carril, densidad por carril simulada y tiempo de demora por carril simulado; teniendo en cuenta que la calificación es cualitativa, sustentada en un análisis técnico y solo se debe utilizar de manera referencial.
- Las definiciones de los niveles de servicio corresponden a: Nivel "A": Flujo libre, Niveles "B" y "C": Flujos Estables, Nivel "D": próximo a inestable, Niveles "E" y "F": Flujos Inestables.
- El estado actual (año 2016) arroja como resultado para la Av. Córdoba Galarza nivel de servicio "A", mientras que para la Av. Equinoccial es "B"; denotando que la calidad del tránsito es óptima.
- En la proyección del Año 2021 los resultados marcan un deterioro producto del aumento de la demanda de tráfico, arrojando como niveles de servicio para la Av. Córdoba Galarza calificación "B", mientras que para la Av. Equinoccial es "C".
- La proyección para el año 2026 arroja resultados con un deterioro severo, producto del impacto del parque automotor, mostrando como niveles de servicio para la Av. Córdoba Galarza calificación "C", mientras que para la Av. Equinoccial es "D".

Conclusiones de Análisis Operacional del Tránsito

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del estado actual y de las proyecciones se concluye que la operación del tráfico en un horizonte temporal de 10 años será negativo en todos los aspectos (flujo, velocidad, tiempo, densidad, etc.) por lo que la prolongación de la Av. Simón Bolívar trata de redistribuir la demanda vehicular que actualmente solo circula por la Av. Córdoba Galarza, la misma que no tiene opción de ampliación y que actualmente funciona como una vía urbana más que como una vía expresa.
- Las proyecciones no poseen un crecimiento lineal, esto quiere decir que el tráfico proyectado no crece al infinito, las tasas de crecimiento del parque automotor tienden a disminuir hasta un punto de saturación, donde no pueden ingresar más vehículos de los que puede soportar la red vial. Los resultados en todas las series temporales establecen que en las proyecciones en el año 2021 de mantener el mismo crecimiento que en los datos históricos las vías no soportan el flujo simulado acarreado problemas principalmente en colas lo cual implica disminución de velocidad, aumento de tiempos, alta densidad y de forma crítica en el año 2026 el modelo de tránsito colapsa en todas las series temporales.
- Si bien el análisis operacional del estado actual no refleja mayores problemas en flujo y velocidad y posee valores positivos en tiempos de demoras y densidad, esconde el problema real, que con un leve aumento de la demanda el sistema colapsa, debido a la frágil infraestructura vial, poca o nula capacidad de ampliación, tramos inconstantes de número de carriles y velocidad, crecimiento urbano al costado de una vía expresa, accesibilidad a lotes frentistas, etc.
- En el caso de no implementar un plan de medidas de mitigación de impactos viales que trate de anticipar los problemas mostrados en el análisis operacional de las proyecciones se presentará gran deterioro de la calidad del tránsito el mismo que acarrea contaminación del aire, ruido, accidentabilidad, problemas de accesibilidad, movilidad, etc.
- La propuesta de plan de medidas de mitigación de impactos presentará 3 posibles escenarios los cuales serán modelados con la demanda obtenida en las proyecciones para comparar los resultados y establecer cual sería la opción más adecuada. Los lineamientos teóricos para realizar los diseños en la propuesta son:
 - Proveer de movilidad al tránsito de paso, sin interrupciones y con una considerable velocidad de operación.
 - Brindar accesibilidad al tránsito local, disgregándolo del tráfico de paso.
 - Plantear la posibilidad de elevar la calzada al nivel de la acera en para cruces peatones en tramos viales de menor jerarquía.
 - Implementar la restricción de maniobras para reducir puntos de conflicto.
 - Proponer tratamiento del espacio público como aceras, parterres, calzadas.

Capítulo III Propuesta.

1. Recapitulación del Alcance.

Tabla 43. Recapitulación del Alcance.

OBJETIVO GENERAL	FASE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CAPÍTULO	ESQUEMA DE CONTENIDOS		
Contextualizar el análisis del polo generador de tráfico "Redondel Mitad del Mundo", el cual permita evaluar el impacto vial causado por los proyectos arquitectónicos: Sede UNASUR, Ciudad Mitad del Mundo, Plaza Equinoccial sobre el tránsito y proponer soluciones a nivel espacial – temporal por medio del plan de medidas de mitigación de impactos viales.	CONCEPTUALIZACIÓN	Conceptualizar la problemática de Polos Generadores de Tráfico basándose en la comparación de metodologías internacionales y locales con el fin de desarrollar una propuesta propia acorde al área de estudio	INTRODUCCIÓN	1. Antecedentes 2. Planteamiento del Problema 3. Objetivo General 4. Objetivos Específicos 5. Justificación 6. Marco Legal 7. Metodologías (Marcos Legales Internacionales) 8. Alcance y Delimitación 9. Marco Teórico 10. Estudio del Sitio		
	INVESTIGACIÓN	Diagnosticar el contexto urbano de San Antonio de Pichincha enfocado a movilidad, accesibilidad y vialidad de los proyectos arquitectónicos que conforman el Polo Generador de Tráfico	SISTEMA URBANO	1. Medio Físico Natural	a. Condiciones Ambientales b. Geología c. Riesgos	i. Temperatura ii. Pluviosidad iii. Humedad Atmosférica iv. Velocidad del Viento i. Consistencia del suelo ii. Topografía iii. Hidrografía i. Volcánicos ii. Sísmicos iii. Morfo climáticas
				2. Medio Físico Artificial	a. Morfología Urbana b. Funcionalidad Urbana c. Morfología Arquitectónica	i. Clasificación del Suelo ii. Uso del Suelo iii. Tejido Urbano i. Vialidad ii. Incompatibilidades i. Ciudad Mitad del Mundo ii. Sede UNASUR iii. Plaza Equinoccial

Fuente: Autor.

OBJETIVO GENERAL	FASE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CAPÍTULO	ESQUEMA DE CONTENIDOS		
Contextualizar el análisis del polo generador de tráfico "Redondel Mitad del Mundo", el cual permita evaluar el impacto vial causado por los proyectos arquitectónicos: Sede UNASUR, Ciudad Mitad del Mundo, Plaza Equinoccial sobre el tránsito y proponer soluciones a nivel espacial – temporal por medio del plan de medidas de mitigación de impactos viales.	INVESTIGACIÓN	Diagnosticar el contexto urbano de San Antonio de Pichincha enfocado a movilidad, accesibilidad y vialidad de los proyectos arquitectónicos que conforman el Polo Generador de Tráfico	SISTEMA URBANO	2. Medio Físico Artificial	d. Funcionalidad de los Objetos Arquitectónicos	i. Ciudad Mitad del Mundo ii. Sede UNASUR iii. Plaza Equinoccial
					e. Sistema de Infraestructura	i. Redes Técnicas de Abastecimiento y Desalojo
					f. Imagen Urbana	i. Vistas y Paisaje
				3. Medio Social	a. Demografía	i. Población ii. Tasas de Crecimiento iii. Piramide Poblacional
					b. Manifestaciones Culturales	i. Eventos Temporales
				4. Futuros Proyectos	a. Urbanos	
					b. Arquitectónicos	
				PROPUESTA	Diseñar un Plan de Medidas de Mitigación de Impactos viales, el cual permita anticipar soluciones al problema del tráfico dentro en el entorno inmediato al Polo Generador	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
	b. Distribución y Asignación de Viajes					
	2. Análisis Operacional de Tránsito	c. Volúmenes de tránsito proyectados				
		a. Operación de Tránsito Base Año 2016				
		b. Operación del Tránsito Proyectado Año 2021				
	c. Operación del Tránsito Proyectado Año 2026					
	PROPUESTA	Diseñar un Plan de Medidas de Mitigación de Impactos viales, el cual permita anticipar soluciones al problema del tráfico dentro en el entorno inmediato al Polo Generador	PROPUESTA	1. Recapitulación de Alcance	a. Tabla de Alcance	
				2. Estudio de Referentes	a. Plaza Charles de Gaulle – París Francia	
					b. Dutch Turbo Roundabout – Berkel Holanda	
c. Son Ferriol Son LLàtzer – Palma de Mallorca España						
3. Diseño de Medidas de Mitigación de Impactos				a. Propuesta 1 Turbo Rotonda Pequeña		
				b. Propuesta 2 Turbo Rotonda Grande		
				c. Propuesta 3 Combinación Paso Deprimido y Rotonda		
4. Estudio de Factibilidad				a. Técnica		
	b. Económica					
5. Valoración del Tiempo	a. Ahorro por Tiempo de Recorrido					
6. Modelamiento Urbano	a. Renders					
	b. Montajes					
7. Memoria Descriptiva						
8. Conclusiones y Recomendaciones						

Fuente: Autor.

2. Estudio de Referentes.

a. Plaza Charles de Gaulle – París Francia.

Se construyó entre 1806 y 1836 por orden de Napoleón Bonaparte y rediseñada en el segundo imperio por el arquitecto Jacques Hittorff como parte del plan de renovación de la ciudad. En su diseño confluyen 12 avenidas hasta la plaza donde se encuentra el arco del triunfo, con 90 m. de diámetro la plaza esta rodeada por 2 tipos de vías, una vehicular con 8 carriles de circulación y 40 m. de longitud y una exclusiva para peatones.

Fotografía 24. Plaza Charles de Gaulle.

Vista satelital de Plaza Charles Gaulle, redondel en el cual se encuentra el arco del triunfo y la Avenida de los Campos Elíseos al costado izquierdo.



Fuente: App Maps Apple.

Gráfico 17. Tráfico Plaza Charles de Gaulle.

Vista satelital del tráfico en directo en París, zona Plaza Charles Gaulle, se aprecia que el redondel cuenta con alta velocidad.



Tráfico en directo Rápido

Fuente: App Google Earth.

b. Dutch Turbo Roundabout – Berkel Holanda.

Una Turbo Rotonda generalmente posee varios carriles de ancho y una forma espiral muy especial. Su objetivo es transportar el flujo vehicular a una velocidad de operación más alta; por este motivo restringe de manera física los cambios de carril con divisores o con una gran cantidad de espacio. De esta forma se elimina los puntos de conflicto dentro del redondel y hace que el tráfico pueda fluir muy rápido, esto hace que la circulación de ciclistas sea imposible dentro del redondel por lo que la infraestructura para ciclistas se ubica separada a cierta distancia generalmente a desnivel. Claramente separa todas las maniobras de giros de cada ruta para cada dirección, los conductores no pueden cambiar su dirección una vez que ingresan a la rotonda.

Fotografía 25. Large Dutch Turbo Roundabout.

Vista Satelital de Intercambiador tipo Tubo Rotonda Grande con cuatro brazos de entrada y tres carriles por sentido, cada uno conduce a una sola posible maniobra.



Fuente: App Maps Apple.

Gráfico 18. Tráfico Large Dutch Turbo Roundabout.

Vista Satelital del tráfico en directo de intercambiador tipo Turbo Rotonda Grande, se puede apreciar en color verde el la velocidad alta.



Tráfico en directo ▼ Rápido Lento

Fuente: App Google Earth.

c. Son Ferriol Son LLàtzer – Palma de Mallorca España.

Parte de un alcance de diamante con rotonda elevada con el fin de conectar la carretera de Manacor con la vía Ma-15 sobre la vía Ma-30, el objetivo es el control total de accesos y a su vez optimizar el espacio. Mientras que para el tránsito de ciclistas se proyecta una vía paralela separada que pasa por debajo de la vía Ma-30. El aspecto negativo del diseño es la imposibilidad de cruce peatonal, lo cual se justifica por ser una carretera implantada en uso de suelo rural donde la demanda de cruces peatonales es mínima.

Fotografía 26. Son Ferriol Son LLàtzer.

Vista satelital de combinación de paso deprimido y rotonda superior, con control total de accesos, dos brazos de entrada y dos brazos de salida, tanto al redondel como al paso deprimido, ambos con dos carriles por sentido.



Fuente: App Maps Apple.

Gráfico 19. Vista 3D Son Ferriol Son LLàtzer.

Render de combinación de rotonda superior y paso deprimido, con ciclo vía paralela al costado derecho.



Fuente: 4D Construction Phasing. (2016). Son Ferriol Son LLàtzer. Palma de Mallorca España. Recuperado de: <https://4dconstructionphasing.com/2013/10/02/son-ferriol-son-llatzer/>

Conclusiones de Referentes:

- Para el correcto funcionamiento de una rotonda no es solo importante las dimensiones del diámetro interno y externo si no el número de carriles; no es suficiente continuar con la misma sección previa al ingreso, como en el referente Plaza Charles de Gaulle en el que ingresan 12 vías las cuales varían entre 2 y 3 carriles por sentido, pese a esto el redondel implementa 8 carriles de circulación, por lo que el tráfico funciona de forma eficiente, en contraste con el área de estudio donde ingresan 3 vías con 2 carriles por sentido para continuar con los mismos 2 carriles en el interior, los cuales poseen sobre ancho pero no aumento de carriles.
- La implementación de una turbo rotonda implica un aumento entre el 25% y el 35% más de tráfico que una rotonda convencional; parte de identificar todas las posibles maniobras y diseñar una vía exclusiva para cada movimiento; las ventajas son alta velocidad de operación y reducción de puntos de conflicto al limitar las decisiones del conductor a las opciones de maniobras antes de entrar al redondel, mientras que los aspectos negativos son dificultad de cruce para peatones y ciclistas aunque es mejor opción que un redondel convencional; incluir señalización dentro del redondel funciona bien en países donde existe respeto hacia las normas de tránsito, en el caso de que no se respete las señales puede ser propenso a accidentabilidad.
- En el caso de que el funcionamiento de la rotonda no soporte el volumen de tráfico actual o proyectado se puede combinar opciones como en el referente Son Ferriol Son LLàtzer en el que se suma un paso deprimido con una rotonda, esto implica que el flujo predominante no se detenga al circular con flujo libre por la vía deprimida, mientras que el resto del tráfico puede circular a baja velocidad por el redondel y sus diferentes opciones de movimientos. En otros casos se combina una rotonda con semáforo lo cual no es una opción adecuada y por último en el caso de que dichas opciones no respondan se puede optar por eliminar la rotonda y transformarla en una intersección semaforizada o en un intercambiador de acuerdo al volumen de tráfico que vaya a soportar.
- En el área de estudio actualmente funciona una rotonda convencional, sin aumento de carriles solo con sobre anchos, por lo que la propuesta planteará 3 posibles escenarios a ser comparados como modelos de tránsito con los datos de proyecciones de demanda y así obtener como resultado la opción más adecuada respecto a funcionamiento:
 - **Opción 1.** Reformas geométricas tipo turbo rotonda pequeña.
 - **Opción 2.** Incluir un carril para cada posible maniobra tipo turbo rotonda grande.
 - **Opción 3.** Combinación de paso deprimido y rotonda superior.
- En la propuesta no se incluirán las siguientes opciones:
 - Combinación de rotonda y semáforo, ni de intersección semaforizada por motivos de ir en contra de la jerarquía vial expresa en donde el objetivo es movilidad.
 - Intercambiador: debido a que requiere más espacio del necesario y control total de accesos.

3. Diseño de Medidas de Mitigación de Impactos.

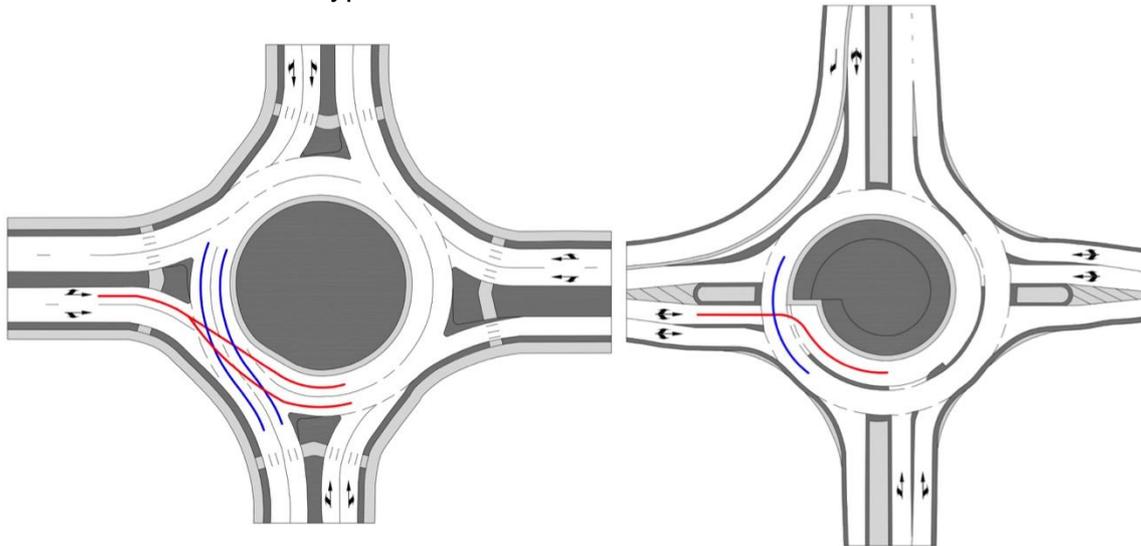
a. Propuesta 1 Turbo Rotonda Pequeña.

Parte del concepto Turbo Rotonda creado por el profesor holandés Lambertus Fortuijn en 1996 con el objetivo de reducir puntos de conflicto en redondeles tradicionales, cambiando el diseño geométrico de círculos concéntricos a espirales; obteniendo como resultados entradas con mayor volumen de tráfico, aumento de la velocidad de operación, ampliación del espacio para maniobrar, etc.

Gráfico 20. Comparación de Rotonda Tradicional con Turbo Rotonda.

Izquierda: Lane Configuration Example.

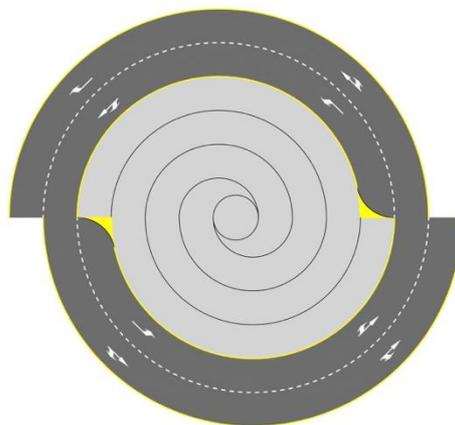
Derecha: Dutch Knee type Turbo-Roundabout.



Fuente: Transoft Solitions. (2016). Turborotonde Ontwerp en Uitleg – Torus CAD Software. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=GjVwzfn_v_c

Este concepto de dos espirales se incorporó al área de estudio con el propósito de modernizar el diseño geométrico de rotonda tradicional a turbo rotonda, dando prioridad a la vía de mayor jerarquía, sin reducir el tamaño actual de la isla central y sin expropiar los frentes de los lotes colindantes al redondel.

Gráfico 21. Esquema de Turbo Rotonda Pequeña.



Fuente: Autor.

Mapa 9. Propuesta 1 Turbo Rotonda Pequeña. (Ver plano de propuesta pág. 171).



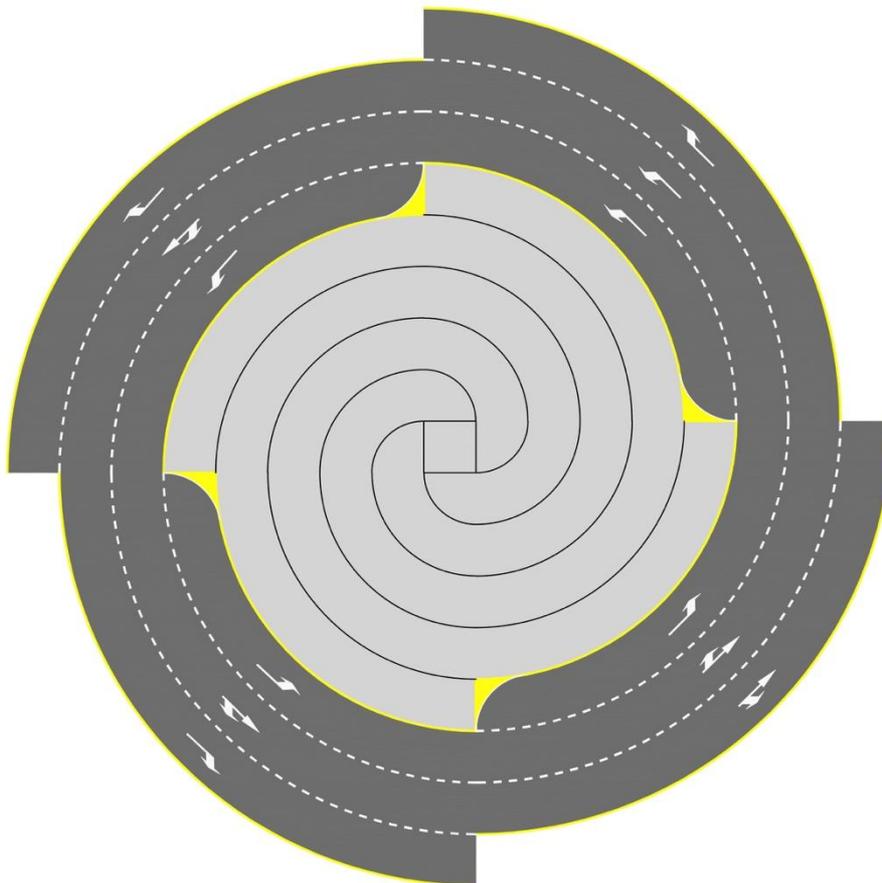
Fuente: Autor.

b. Propuesta 2 Turbo Rotonda Grande.

Es un diseño relativamente moderno, se implementó en el año 2000 en Holanda volviéndose muy popular debido a las mejoras operacionales en comparación con las rotondas tradicionales; actualmente existen 300 turbo rotondas en Holanda y 90 en el resto del mundo, todas siguiendo el modelo holandés aunque de acuerdo al área de estudio se suelen plantear diseños experimentales con variaciones geométricas específicas a la región como en el caso de San Antonio de Pichincha. El diseño de turbo rotonda implica que cada carril conduce a un solo destino por lo que la decisión debe tomarse antes de ingresar a la rotonda, una vez ingresado es imposible cambiar de carril.

En el caso de la turbo rotonda grande se incluye un carril más al ingreso de cada brazo con el fin de que cada uno de los 3 carriles conduce a una de las 3 posibles direcciones, limitando la decisión del conductor a ubicarse en el carril adecuado, una vez ingresado al redondel no se puede realizar cambios de carriles, inclusive se implementan barreras físicas como control.

Gráfico 22. Esquema de Turbo Rotonda Grande.



Fuente: Autor.

La propuesta de turbo rotonda grande parte de 4 espirales que se desarrollan a partir de cada vértice de un cuadrado, sin reducir el tamaño actual de la isla central ni expropiando el frente de los lotes colindantes al redondel, en esta propuesta se maximiza el área de circulación de la rotonda y se implementa 3 carriles de acceso en cada uno de los 3 brazos del redondel.

Mapa 10. Propuesta 2 Turbo Rotonda Grande. (Ver plano de propuesta pág. 172).

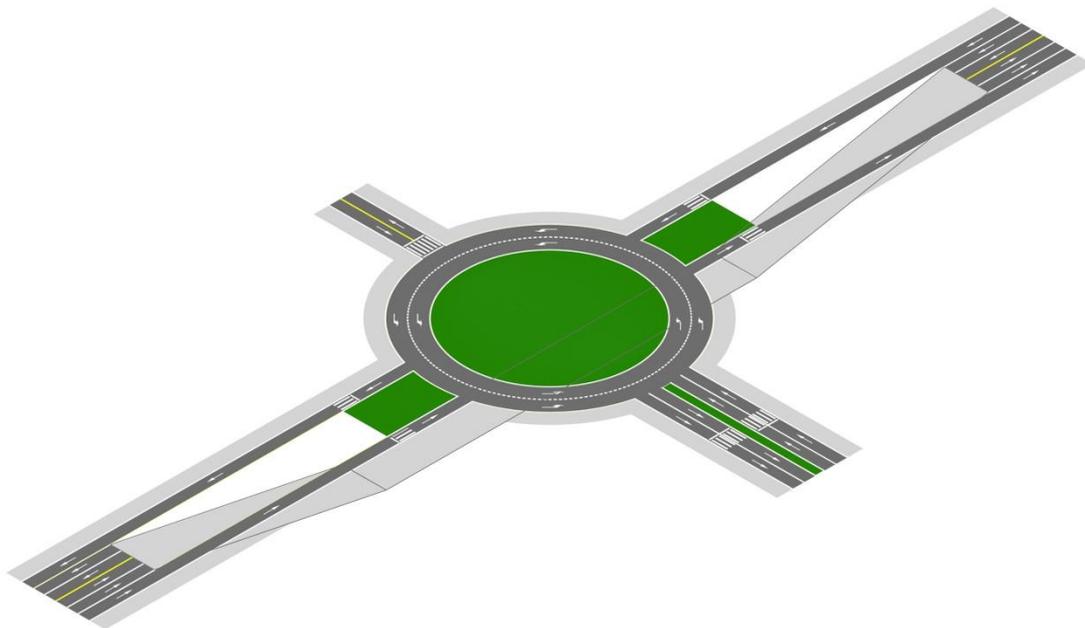


Fuente: Autor.

c. Propuesta 3 Combinación de Paso deprimido con Rotonda Superior.

Es un proceso de adaptación de un cruce donde se manejan 2 o más ejes viales a diferentes alturas con el objetivo de aumentar el flujo de circulación evitando el cruce de las vías; en este caso se pretende aumentar el número de carriles de 4 a 6 en la Av. Córdoba Galarza en el tramo del área de estudio para deprimir 4 carriles, 2 por sentido los cuales movilizarían el tráfico de paso retirando el 70% del volumen de la demanda; mientras que en el nivel superior se conservaría el redondel para proveer de accesibilidad al tráfico local que representa alrededor del 30%.

Gráfico 23. Esquema de Paso Deprimido y Rotonda Superior.



Fuente: Autor.

Gráfico 24. Esquema de Corte de Paso Deprimido.



Fuente: Autor.

El paso deprimido posee una diferencia de nivel de 15 m. con una pendiente del 20% y una longitud total de 270 m. de los cuales 150 se destinan a rampas de acceso y salida y 120 a tramo plano; cuenta con 2 carriles por sentido, con un ancho de 3.65 m. cada uno. En la parte superior se conserva la rotonda con las dimensiones actuales sin modificaciones físicas debido a que el paso deprimido retira el 70% de la demanda de tráfico (tráfico de paso) por lo que la calidad de su funcionamiento esta directamente asociada al volumen de tráfico que soporta, siendo esta la propuesta que conlleva mayor inversión económica y a su vez la mejor respuesta en análisis operacional de tráfico.

Mapa 11. Propuesta 3 Combinación de Paso Deprimido y Rotonda Superior. (Ver plano de propuesta pág. 173).



Fuente: Autor.

4. Estudio de Factibilidad.

a. Factibilidad Técnica.

Se pretende medir el grado de beneficio en la circulación del tránsito que cada propuesta ofrece por medio de simulaciones microscópicas y comparar los resultados con el estado actual en los siguientes aspectos:

- Flujo simulado por carril.
- Velocidad simulada por carril.
- Densidad por carril simulada.
- Tiempo de demora por carril simulado.

Adicionalmente el análisis incluye colas, giros perdidos, cambios de carril, número de paradas, vehículos fuera de la red, etc. En el caso de que los resultados de la simulación de las propuestas sea positivo con la demanda actual del año 2016, se modelará con la demanda de en las proyecciones para los años 2021 y 2026, demostrando que la propuesta puede soportar el volumen de tráfico inicial para un horizonte temporal de 10 años; no se incluyen más proyecciones por que los datos con un horizonte temporal más lejano tienden a perder validez. Finalmente de la propuesta seleccionada se realizará el análisis de Niveles de Servicio para respaldar el diseño propuesto.

Tabla 44. Resultados Operacionales Propuestas 1 y 2.

Serie Temporal	Valor Año 2016			Unidades
	Estado Actual	Propuesta 1	Propuesta 2	
Cola Media - Todos	4,06	147,56	22,75	veh
Cola Media - Coche	3,4	121,66	18,55	veh
Cola Media - Camión	0,49	20,53	3,65	veh
Cola Media - Bus	0,17	5,37	0,55	veh
Cola Virtual Máxima - Todos	2	1085	43	veh
Cola Virtual Máxima - Coche	1	915	39	veh
Cola Virtual Máxima - Camión	1	135	1	veh
Cola Virtual Máxima - Bus	1	35	3	veh
Cola Virtual Media - Todos	0,02	409,91	1,77	veh
Cola Virtual Media - Coche	0,01	334,84	1,6	veh
Cola Virtual Media - Camión	0	59,17	0,08	veh
Cola Virtual Media - Bus	0	15,9	0,09	veh
Contaje de Entrada - Todos	2257	1124	2158	veh
Contaje de Entrada - Coche	1867	876	1787	veh
Contaje de Entrada - Camión	302	186	302	veh
Contaje de Entrada - Bus	88	62	69	veh
Densidad - Todos	6,84	44,26	12,67	veh/km
Densidad - Coche	5,49	36,03	10,25	veh/km
Densidad - Camión	1,05	6,46	1,99	veh/km
Densidad - Bus	0,31	1,77	0,43	veh/km
Distancia Total de Viaje - Todos	1223,18	544,27	992,41	km
Distancia Total de Viaje - Coche	998,1	426,07	801,25	km
Distancia Total de Viaje - Camión	178,9	90,59	156,54	km
Distancia Total de Viaje - Bus	46,17	27,61	34,62	km

Fuente: Autor.

Serie Temporal	Valor Año 2016			Unidades
	Estado Actual	Propuesta 1	Propuesta 2	
Flujo - Todos	2218	900	1959	veh/h
Flujo - Coche	1838	715	1634	veh/h
Flujo - Camión	294	136	260	veh/h
Flujo - Bus	86	49	65	veh/h
Flujo de Entrada - Todos	2257	1124	2158	veh/h
Flujo de Entrada - Coche	1867	876	1787	veh/h
Flujo de Entrada - Camión	302	186	302	veh/h
Flujo de Entrada - Bus	88	62	69	veh/h
Giros Perdidos - Todos	0	66	34	
Giros Perdidos - Coche	0	57	25	
Giros Perdidos - Camión	0	7	8	
Giros Perdidos - Bus	0	2	1	
Número de Cambios de Carril - Todos	688,58	35,74	687,49	#/km
Número de Cambios de Carril - Coche	610,93	28,59	587,02	#/km
Número de Cambios de Carril - Camión	66,35	4,61	80,98	#/km
Número de Cambios de Carril - Bus	11,3	2,54	19,49	#/km
Número de Paradas - Todos	0,54	0,62	0,74	#/veh/km
Número de Paradas - Coche	0,56	0,65	0,77	#/veh/km
Número de Paradas - Camión	0,45	0,51	0,57	#/veh/km
Número de Paradas - Bus	0,55	0,54	0,63	#/veh/km
Número Total de Cambios de Carril - Todos	2802	155	2963	
Número Total de Cambios de Carril - Coche	2486	124	2530	
Número Total de Cambios de Carril - Camión	270	20	349	
Número Total de Cambios de Carril - Bus	46	11	84	
Número Total de Paradas - Todos	4885,58	2418,57	6212,75	
Número Total de Paradas - Coche	4159,44	2000,99	5394,91	
Número Total de Paradas - Camión	535,12	303,35	641,93	
Número Total de Paradas - Bus	191,02	114,23	175,91	
Tiempo de Demora - Todos	32,25	342,69	69,98	seg/km
Tiempo de Demora - Coche	31,07	321,44	67,7	seg/km
Tiempo de Demora - Camión	35,92	510,67	82,37	seg/km
Tiempo de Demora - Bus	45,04	186,47	77,93	seg/km
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Todos	0,04	78,83	0,02	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Coche	0,03	54,68	0,02	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Camión	0,01	212,8	0,01	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Bus	0,27	59,28	0,09	seg
Tiempo de Parada - Todos	15,76	331,5	53,27	seg/km
Tiempo de Parada - Coche	15,39	312,27	51,42	seg/km
Tiempo de Parada - Camión	16,41	492,66	64,25	seg/km
Tiempo de Parada - Bus	21,44	164,8	55,98	seg/km
Tiempo de Viaje - Todos	82,42	389,52	120,03	seg/km
Tiempo de Viaje - Coche	81,37	367,77	117,84	seg/km
Tiempo de Viaje - Camión	84,3	557,94	130,77	seg/km
Tiempo de Viaje - Bus	98,6	239,58	132,38	seg/km

Fuente: Autor.

Serie Temporal	Valor Año 2016			Unidades
	Estado Actual	Propuesta 1	Propuesta 2	
Tiempo Total de Viaje - Todos	27,49	63,56	33,56	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	22,08	47,22	26,61	h
Tiempo Total de Viaje - Camión	4,17	14,38	5,66	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	1,24	1,96	1,29	h
Vehículos Dentro - Todos	39	224	199	veh
Vehículos Dentro - Coche	29	161	153	veh
Vehículos Dentro - Camión	8	50	42	veh
Vehículos Dentro - Bus	2	13	4	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Todos	0	1084	43	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Coche	0	915	39	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Camión	0	134	1	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Bus	0	35	3	veh
Vehículos Fuera - Todos	2218	900	1959	veh
Vehículos Fuera - Coche	1838	715	1634	veh
Vehículos Fuera - Camión	294	136	260	veh
Vehículos Fuera - Bus	86	49	65	veh
Velocidad - Todos	45,88	25,14	38,45	km/h
Velocidad - Coche	46,58	27,23	39,17	km/h
Velocidad - Camión	43,79	12,43	35,41	km/h
Velocidad - Bus	38,06	29,83	32,34	km/h
Velocidad Harmónica - Todos	43,68	9,24	29,99	km/h
Velocidad Harmónica - Coche	44,24	9,79	30,55	km/h
Velocidad Harmónica - Camión	42,7	6,45	27,53	km/h
Velocidad Harmónica - Bus	36,51	15,03	27,2	km/h

Fuente: Autor.

Los resultados en casi todas las series temporales arrojan datos negativos utilizando la demanda del año 2016 en comparación con el modelo de tránsito del estado actual, por lo que quedan descartadas las propuestas 1 Turbo Rotonda Pequeña y 2 Turbo Rotonda Grande al no ofrecer mejoras operacionales en el tránsito, de esta forma es innecesario realizar los modelos para las proyecciones de los años 2021 y 2026.

Ver Anexos Pág. 158 a 165.

Propuesta 3 Combinación de Paso Deprimido y Rotonda Superior

Es la única propuesta que soporta el tráfico actual y proyectado; ofrece mejoras operacionalmente en todas las series temporales, de tal forma que el modelo utiliza el tráfico proyectado para el año 2026 arroja mejores resultados que el estado actual año 2016. Debido a que no se cuenta con proyecciones con un horizonte temporal más allá de 10 años no se puede determinar el punto exacto de saturación del mismo, pero con los resultados actuales se predice que en 20 años comienza el deterioro operacional hasta 30 años donde la propuesta se vuelve obsoleta y se debe proponer una nueva solución. Se concluye que es la opción adecuada para el área de estudio respecto a mejoras en el tránsito.

Ver Anexos Pág. 155 a 157.

Tabla 45. Resultados Análisis Operacional Propuesta 3.

Serie Temporal	Valor						Unidades
	AÑO 2016		AÑO 2021		AÑO 2026		
	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	
Cola Media - Todos	4,06	0,1	17,84	0,22	216,49	0,47	veh
Cola Media - Coche	3,4	0,09	15	0,2	182,63	0,44	veh
Cola Media - Camión	0,49	0	1,94	0,01	27,6	0	veh
Cola Media - Bus	0,17	0	0,89	0	6,26	0,03	veh
Cola Virtual Máxima - Todos	2	2	2	2	3008	3	veh
Cola Virtual Máxima - Coche	1	2	2	2	2448	3	veh
Cola Virtual Máxima - Camión	1	1	1	1	425	2	veh
Cola Virtual Máxima - Bus	1	1	1	1	135	1	veh
Cola Virtual Media - Todos	0,02	0,03	0,04	0,05	1186,56	0,11	veh
Cola Virtual Media - Coche	0,01	0,02	0,03	0,04	969,6	0,07	veh
Cola Virtual Media - Camión	0	0	0	0	164,67	0,01	veh
Cola Virtual Media - Bus	0	0	0	0	52,29	0,02	veh
Contaje de Entrada - Todos	2257	2174	3104	3059	982	3971	veh
Contaje de Entrada - Coche	1867	1817	2568	2592	814	3289	veh
Contaje de Entrada - Camión	302	289	407	364	132	522	veh
Contaje de Entrada - Bus	88	68	129	103	36	160	veh
Densidad - Todos	6,84	3,63	14,17	5,19	68,05	6,88	veh/km
Densidad - Coche	5,49	3,05	11,52	4,4	56,84	5,7	veh/km
Densidad - Camión	1,05	0,45	1,96	0,6	9,46	0,86	veh/km
Densidad - Bus	0,31	0,13	0,69	0,19	1,74	0,32	veh/km
Distancia Total de Viaje - Todos	1223,18	1113,08	1693,06	1573,87	368,63	2060,39	km
Distancia Total de Viaje - Coche	998,1	923,3	1380,75	1320,47	298,56	1684,68	km
Distancia Total de Viaje - Camión	178,9	155,93	244,84	202,68	54,85	295,1	km
Distancia Total de Viaje - Bus	46,17	33,85	67,48	50,72	15,21	80,61	km
Flujo - Todos	2218	2156	3070	3028	665	3949	veh/h
Flujo - Coche	1838	1803	2542	2567	546	3269	veh/h
Flujo - Camión	294	287	403	358	90	520	veh/h
Flujo - Bus	86	66	125	103	29	160	veh/h
Flujo de Entrada - Todos	2257	2174	3104	3059	982	3971	veh/h
Flujo de Entrada - Coche	1867	1817	2568	2592	814	3289	veh/h
Flujo de Entrada - Camión	302	289	407	364	132	522	veh/h
Flujo de Entrada - Bus	88	68	129	103	36	160	veh/h
Número de Cambios de Carril - Todos	688,58	224,92	874,61	326,3	145,73	437,27	#/km
Número de Cambios de Carril - Coche	610,93	198,98	780,74	292,18	130	382,18	#/km
Número de Cambios de Carril - Camión	66,35	22,15	80,6	26,34	12,53	47,3	#/km
Número de Cambios de Carril - Bus	11,3	3,79	13,27	7,78	3,19	7,78	#/km
Número de Paradas - Todos	0,54	0,02	0,67	0,02	0,85	0,02	#/veh/km
Número de Paradas - Coche	0,56	0,02	0,69	0,02	0,88	0,02	#/veh/km
Número de Paradas - Camión	0,45	0	0,52	0	0,7	0	#/veh/km
Número de Paradas - Bus	0,55	0,02	0,67	0	0,83	0,03	#/veh/km
Número Total de Cambios de Carril Todos	2802	1127	3559	1635	593	2191	
Número Total de Cambios de Carril Coche	2486	997	3177	1464	529	1915	
Número Total de Cambios de Carril Camión	270	111	328	132	51	237	

Fuente: Autor.

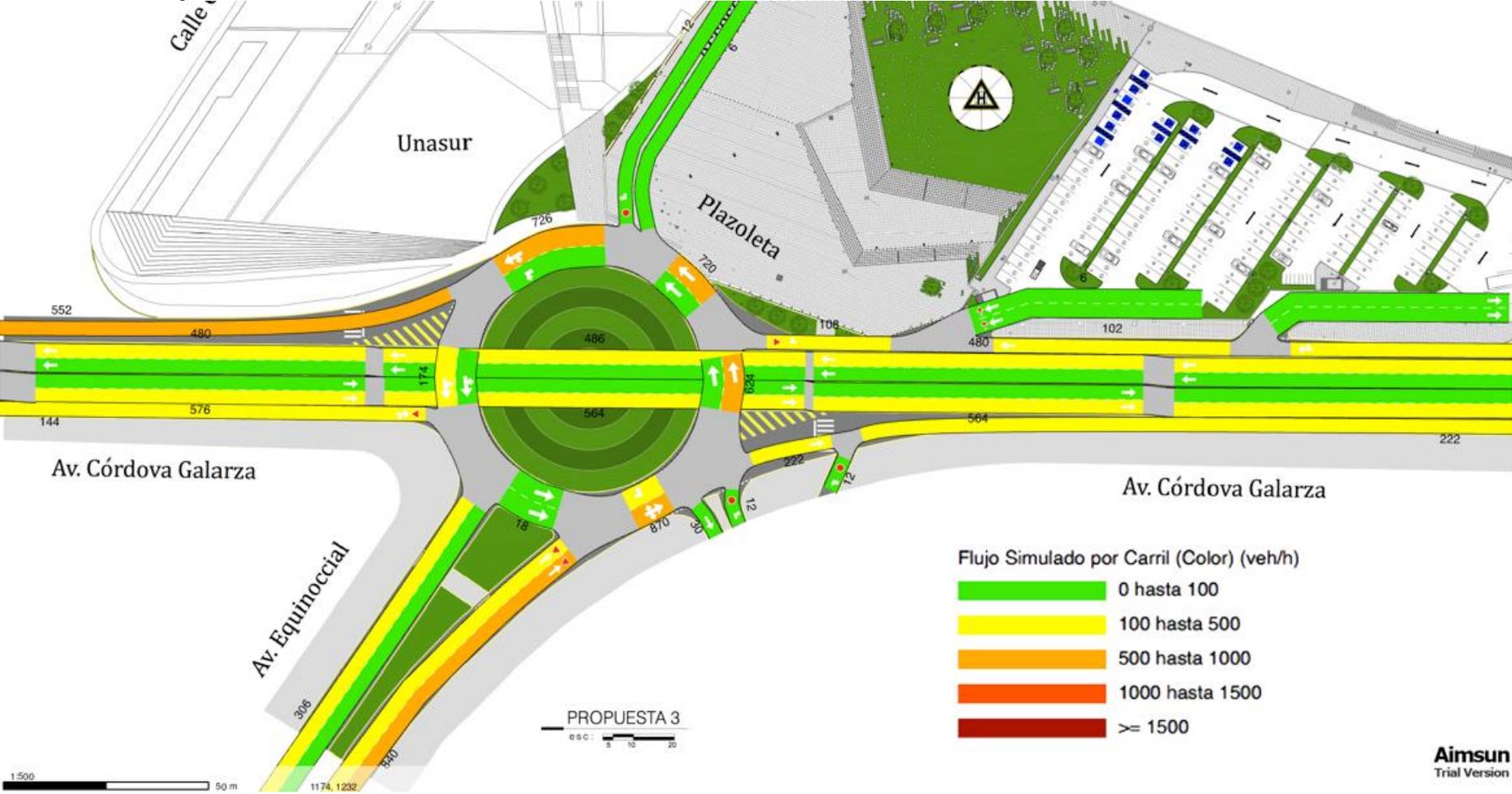
Tabla 46. Resultados Análisis Operacional Propuesta 3.

Serie Temporal	Valor						Unidades
	AÑO 2016		AÑO 2021		AÑO 2026		
	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	
Número Total de Cambios de Carril Bus	46	19	54	39	13	39	
Número Total de Paradas - Todos	4885,58	187,12	8372,28	273,45	2309,15	422,4	
Número Total de Paradas - Coche	4159,44	171,46	7171,4	259,38	1955,64	392,24	
Número Total de Paradas - Camión	535,12	10,46	857,89	10,59	255,34	5,11	
Número Total de Paradas - Bus	191,02	5,2	343	3,48	98,17	25,04	
Tiempo de Demora - Todos	32,25	2,43	74,01	2,98	302,13	3,94	seg/km
Tiempo de Demora - Coche	31,07	2,59	73,73	3,14	294,08	4,22	seg/km
Tiempo de Demora - Camión	35,92	1,25	68,6	1,61	323,95	1,34	seg/km
Tiempo de Demora - Bus	45,04	3,08	97,18	3,91	385,98	6,67	seg/km
Tiempo de Espera en Cola Virtual Todos	0,04	0,05	0,06	0,07	7,04	0,11	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual Coche	0,03	0,04	0,06	0,06	7,62	0,09	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual Camión	0,01	0,06	0,03	0,07	2,29	0,11	seg
Tiempo de Espera en Cola Virtual Bus	0,27	0,33	0,25	0,31	10,98	0,54	seg
Tiempo de Parada - Todos	15,76	0,59	50,39	0,71	269,44	1,04	seg/km
Tiempo de Parada - Coche	15,39	0,65	50,46	0,79	262,3	1,16	seg/km
Tiempo de Parada - Camión	16,41	0,25	44,29	0,33	285,95	0,05	seg/km
Tiempo de Parada - Bus	21,44	0,38	68,61	0,14	352,74	1,86	seg/km
Tiempo de Viaje - Todos	82,42	59,96	124,34	60,48	351,89	61,3	seg/km
Tiempo de Viaje - Coche	81,37	60,77	124,13	61,07	343,72	62,1	seg/km
Tiempo de Viaje - Camión	84,3	53,23	117,35	53,74	372,78	52,7	seg/km
Tiempo de Viaje - Bus	98,6	67,24	151,27	69	440,78	72,97	seg/km
Tiempo Total de Viaje - Todos	27,49	18,1	57,4	25,88	36	34,38	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	22,08	15,24	46,67	21,93	28,49	28,48	h
Tiempo Total de Viaje - Camión	4,17	2,24	7,94	3	5,67	4,29	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	1,24	0,62	2,79	0,95	1,84	1,61	h
Vehículos Dentro - Todos	39	18	34	31	317	22	veh
Vehículos Dentro - Coche	29	14	26	25	268	20	veh
Vehículos Dentro - Camión	8	2	4	6	42	2	veh
Vehículos Dentro - Bus	2	2	4	0	7	0	veh
Vehículos Fuera - Todos	2218	2156	3070	3028	665	3949	veh
Vehículos Fuera - Coche	1838	1803	2542	2567	546	3269	veh
Vehículos Fuera - Camión	294	287	403	358	90	520	veh
Vehículos Fuera - Bus	86	66	125	103	29	160	veh
Velocidad - Todos	45,88	62,85	33,73	62,47	17,08	61,94	km/h
Velocidad - Coche	46,58	62,07	33,99	61,92	17,64	61,19	km/h
Velocidad - Camión	43,79	69,39	34,02	68,8	15,23	69,68	km/h
Velocidad - Bus	38,06	55,69	27,43	54,38	12,14	52,02	km/h
Velocidad Harmónica - Todos	43,68	60,04	28,95	59,53	10,23	58,72	km/h
Velocidad Harmónica - Coche	44,24	59,24	29	58,95	10,47	57,97	km/h
Velocidad Harmónica - Camión	42,7	67,63	30,68	66,98	9,66	68,32	km/h
Velocidad Harmónica - Bus	36,51	53,54	23,8	52,17	8,17	49,34	km/h

Fuente: Autor.

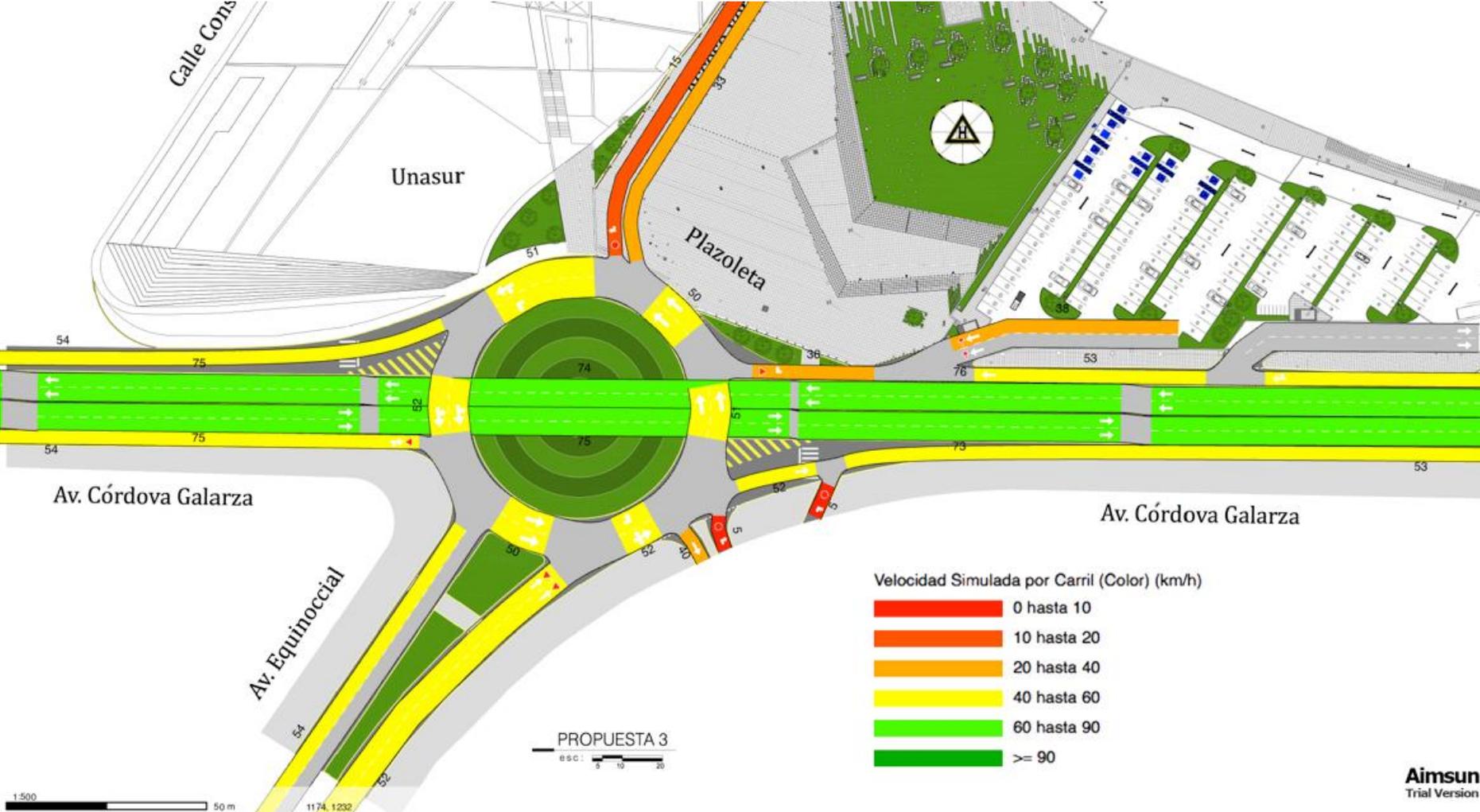
Resultados del Análisis Operacional Propuesta 3 Paso deprimido y Rotonda Superior.

Modelo 16. Flujo Simulado Año 2016.



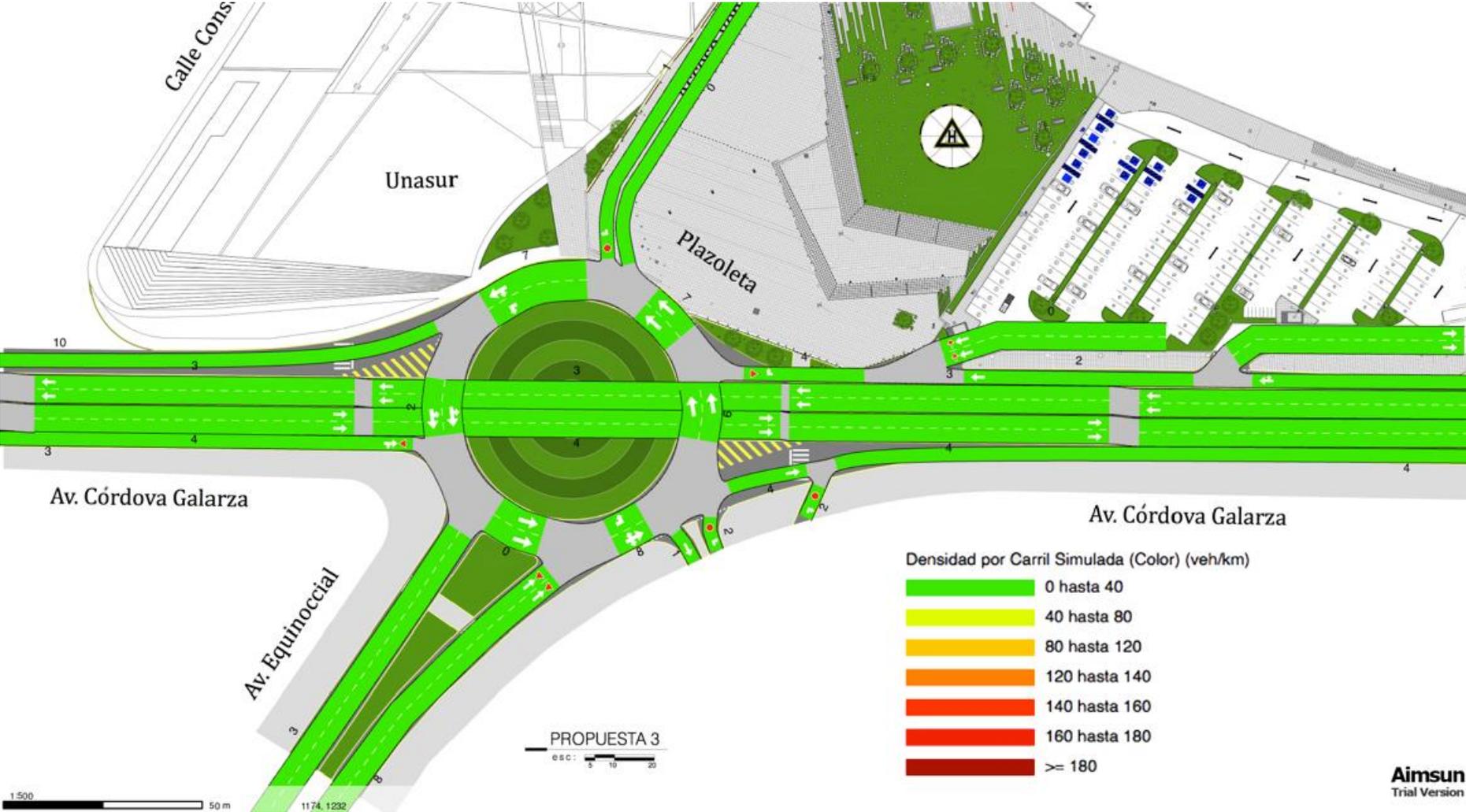
Fuente: Autor.

Modelo 17. Velocidad Simulada Año 2016.



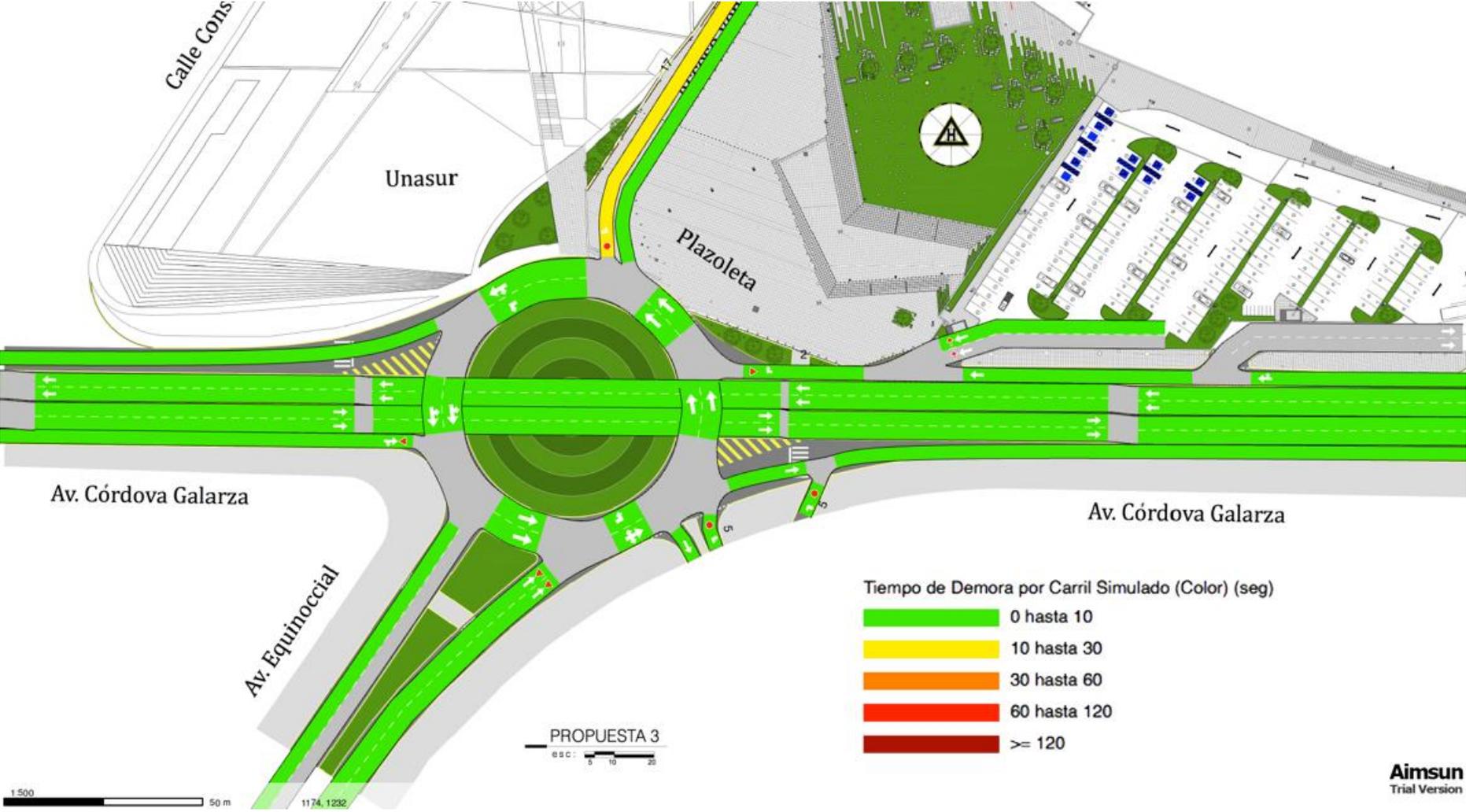
Fuente: Autor.

Modelo 18. Densidad Simulada Año 2016.



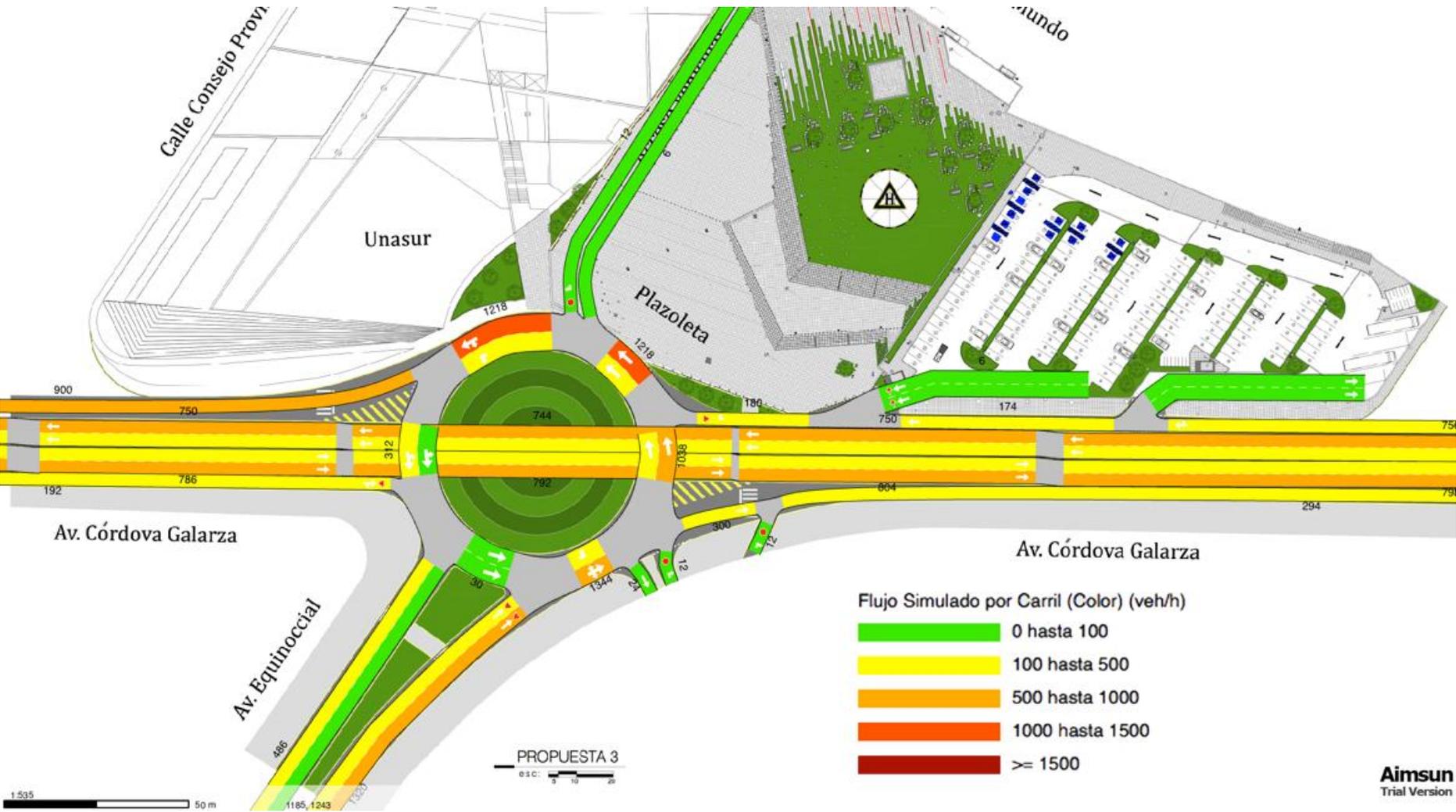
Fuente: Autor.

Modelo 19. Tiempo de Demora Año 2016.



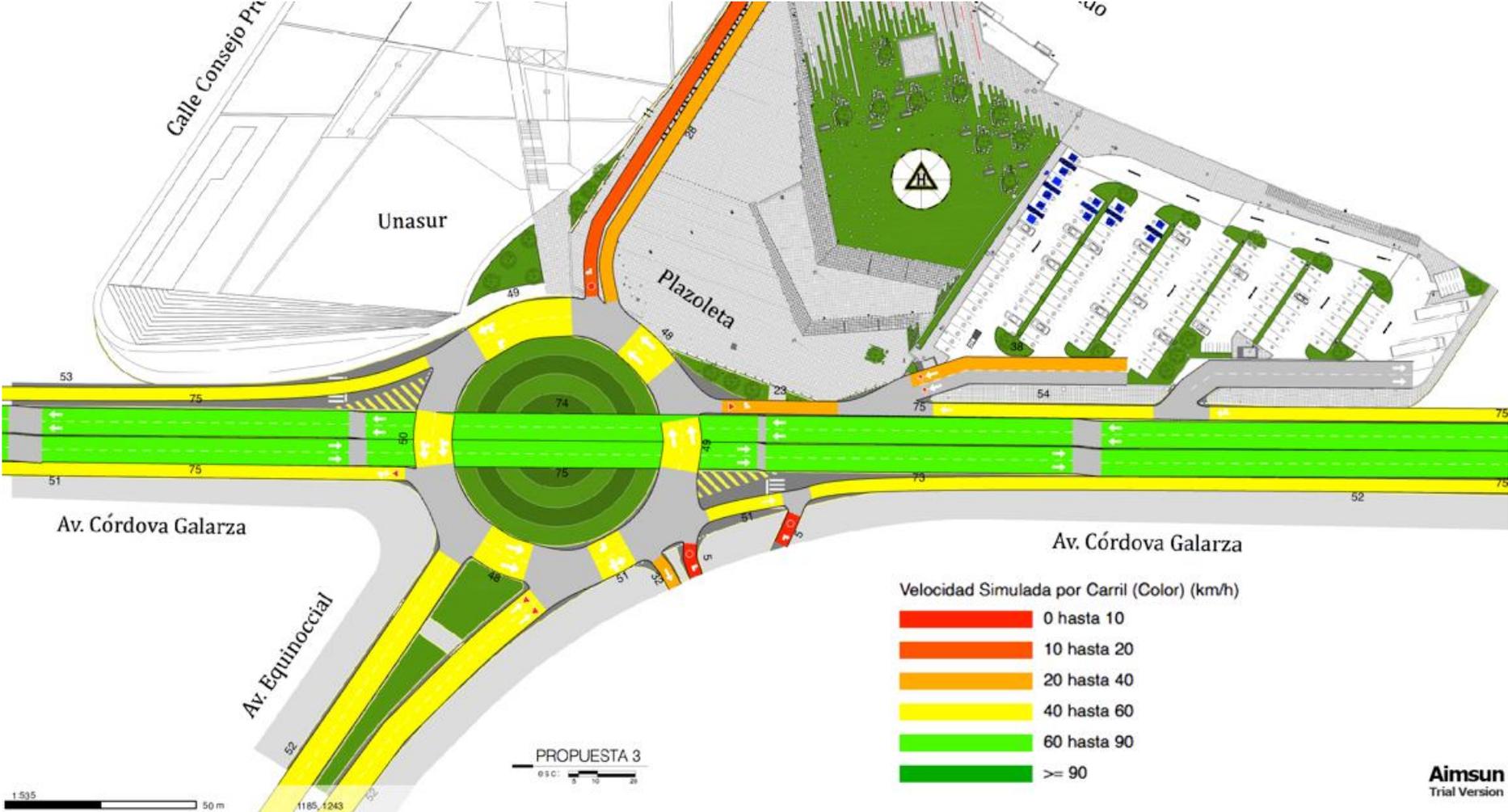
Fuente: Autor.

Modelo 20. Flujo Simulado Año 2021.



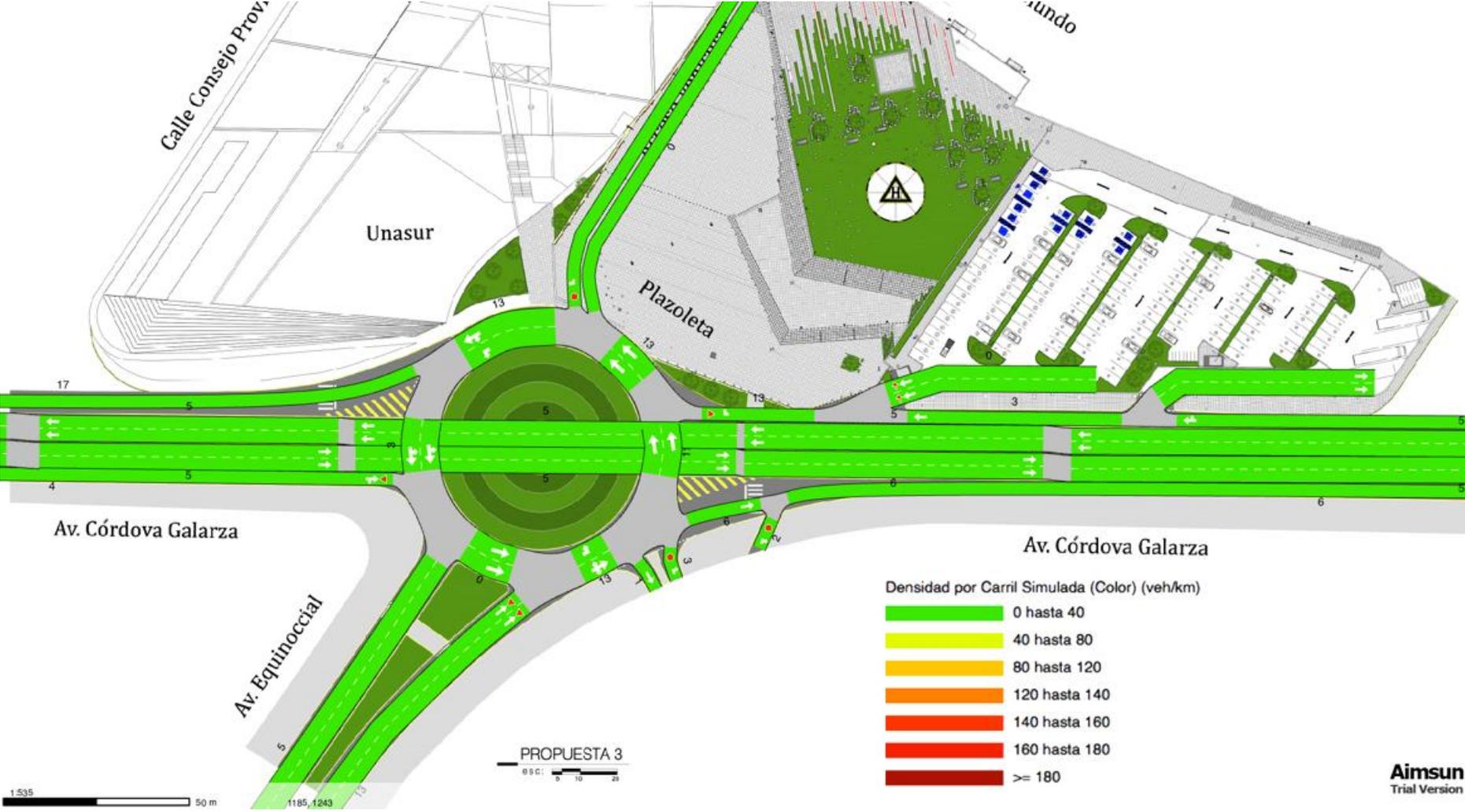
Fuente: Autor.

Modelo 21. Velocidad Simulada Año 2021.



Fuente: Autor.

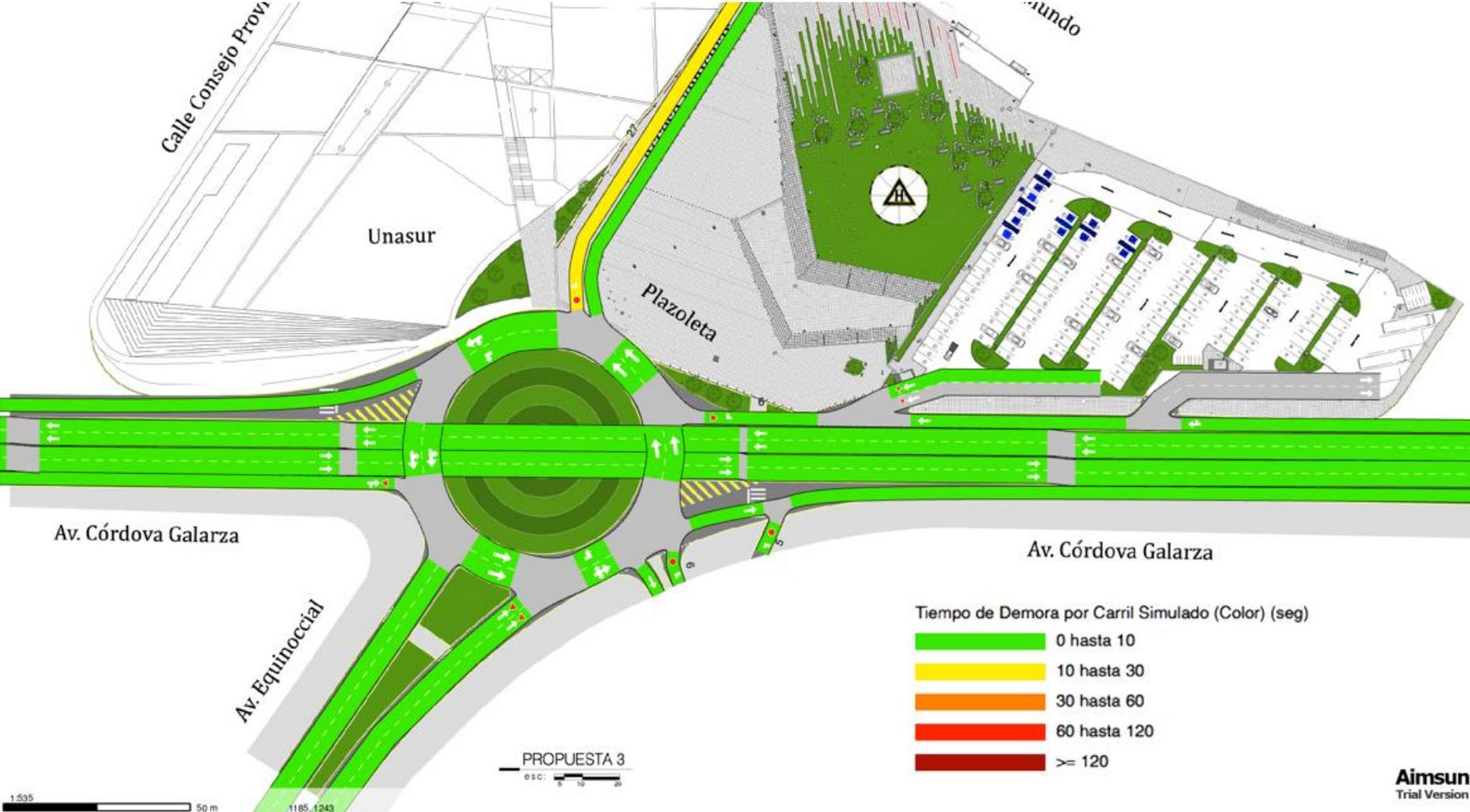
Modelo 22. Densidad Simulada Año 2021.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

Modelo 23. Tiempo de Demora Año 2021.



Fuente: Autor.

Modelo 24. Flujo Simulado Año 2026.



Fuente: Autor.

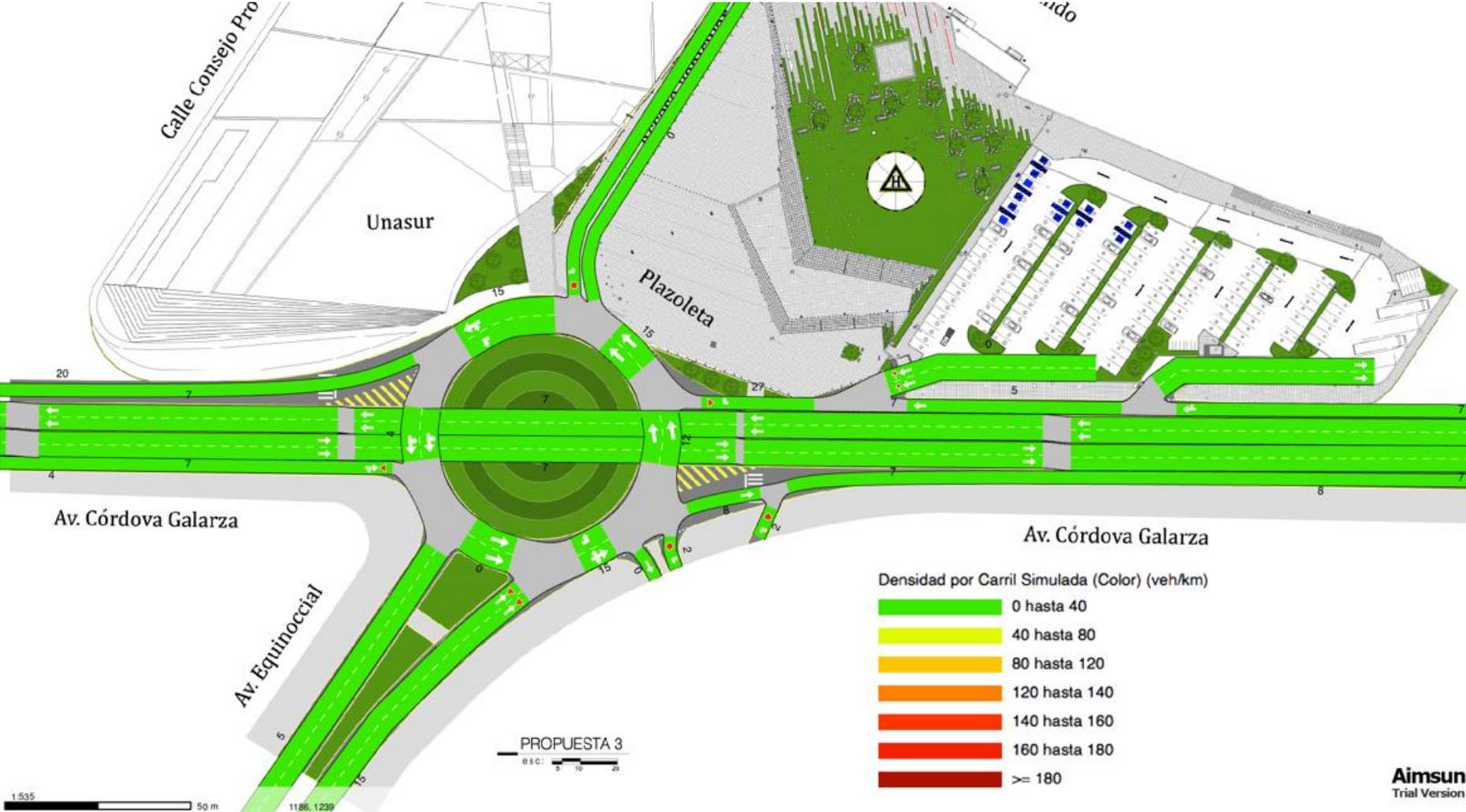
Aimsun
Trial Version

Modelo 25. Velocidad Simulada Año 2026.



Fuente: Autor.

Modelo 26. Densidad Simulada Año 2026.



Fuente: Autor.

Modelo 27. Tiempo de Demora Año 2026.



Fuente: Autor.

b. Análisis de Niveles de Servicio de Propuesta Seleccionada – Paso Deprimido y Rotonda Superior.

Valores recopilados de resultados de gráficas del análisis operacional. Pág. 124 a 135.

Tabla 47. Nivel de Servicio Propuesta Paso Deprimido y Rotonda Superior Año 2016.

NOMBRE DE VÍA	TIPO DE VÍA	SERIES TEMPORALES SIMULADAS	UNIDAD	NIVELES DE SERVICIO					
				"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
Av. Córdoba Galarza	Expresa	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150
Av. Equinoccial	Colectora	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150

Fuente: Autor.

Tabla 48. Nivel de Servicio Propuesta Paso Deprimido y Rotonda Superior Año 2021.

NOMBRE DE VÍA	TIPO DE VÍA	SERIES TEMPORALES SIMULADAS	UNIDAD	NIVELES DE SERVICIO					
				"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
Av. Córdoba Galarza	Expresa	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150
Av. Equinoccial	Colectora	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150

Fuente: Autor.

Tabla 49. Nivel de Servicio Propuesta Paso Deprimido y Rotonda Superior año 2026.

NOMBRE DE VÍA	TIPO DE VÍA	SERIES TEMPORALES SIMULADAS	UNIDAD	NIVELES DE SERVICIO					
				"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
Av. Córdoba Galarza	Expresa	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150
Av. Equinoccial	Colectora	Flujo	Veh/h	0 a 100	100 a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	más de 2000
		Velocidad	Km/h	más de 90	60 a 90	40 a 60	20 a 40	10 a 20	0 a 10
		Densidad	Veh/Km	0 a 40	40 a 80	80 a 120	120 a 140	140 a 160	160 a 180
		Tiempo de demoras	Seg	0 a 10	10 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 150	más de 150

Fuente: Autor.

Conclusiones de Niveles de Servicio, Propuesta Seleccionada Paso Deprimido y Rotonda Superior:

- La propuesta seleccionada, Paso Deprimido y Rotonda Superior arroja niveles de servicio "A" para la Av. Córdoba Galarza durante los próximos 10 años, demostrando que el diseño está sustentado en un análisis operacional de tráfico.
- Para la Av. Equinoccial, el nivel de servicio de la propuesta arroja niveles de servicio "A" durante los próximos 5 años (2021), mientras que para el año 10 (2026) este decae a "B", mostrando que al extender el horizonte temporal los datos tienden a declinar en el análisis operacional y por consiguiente en los niveles de servicio.
- Si bien el estudio resume los datos obtenidos en las series temporales para obtener el nivel de servicio, otros estudios recomiendan utilizar solo los valores de densidad, ya que estos generalmente determinan el nivel de servicio al analizar la ocupación vial respecto al número de vehículos por kilómetro; en tal caso la propuesta reflejaría un mejor pronóstico en la operación del tránsito durante los siguientes 10 años.
- El estudio de niveles de servicio se realiza simplemente con el propósito de unificar los componentes del análisis operacional al hacer referencia a un solo término que resuma las condiciones del tránsito del área de estudio, por este motivo los resultados no deben compararse con otros estudios, ni con otras zonas ya que se induciría a errores.

c. Factibilidad Económica.

El objetivo es presentar un presupuesto referencial para la propuesta seleccionada Paso Deprimido y Rotonda Superior y así manejar un costo estimado del proyecto, incluyendo rubros generales de obras preliminares, estructurales y complementarios, más globales para instalaciones eléctricas y sanitarias.

Tabla 50. Presupuesto Referencial Propuesta Seleccionada: Combinación de Paso Deprimido y Rotonda Superior.

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Preliminares					
1	Replanteo y nivelación	m2	18.875,73	2,19	41.337,85
2	Derrocamiento de aceras, bordillos y parterres	m3	1.820,92	36,48	66.427,16
3	Excavación	m3	52.125,00	10,97	571.811,25
4	Desalojo	m3	53.945,92	9	485.513,28
Estructurales					
5	Sub base clase 3	m3	3.719,89	26,39	98.167,90
6	Base clase 3	m3	2.479,67	32,5	80.589,28
7	Carpeta asfáltica	m2	12.398,51	17,88	221.685,36
8	Aceras	m2	1.590,97	19,03	30.276,16
9	Bodillos	m	1.265,20	18,33	23.191,12
10	Cimentación	m3	1.440,00	101,58	146.275,20
11	Muro de contención	m3	2.745,00	302,92	831.515,40
12	Vigas	m3	690,8	465,67	321.684,84
13	Losa	m3	175,52	305,82	53.677,53
Eléctricos					
14	Suministro y montaje de luminarias	u	200	133,82	26.764,00
pSanitarios					
15	Sistema de evacuación de aguas lluvias	Global	1	71471,04	71.471,04
Complementarios					
16	Encespado	m2	3.583,24	6,16	22.072,76
17	Sistema de riego	m2	3.583,24	30	107.497,20
18	Pintura para señalización horizontal	m	3.603,48	3,84	13.837,36
19	Señalización vertical	u	20	262,07	5.241,40
20	Limpieza final	m2	18.875,73	3,72	70.217,72
				TOTAL	3.289.253,81

Fuente: Autor.

Tabla 51. Conclusiones de Propuestas.

Propuestas	Factibilidad	Pros	Contras
PROPUESTA DESCARTADA 1 Turbo Rotonda Pequeña	Técnica	Es una opción viable con menor demanda	Operacionalmente no soporta el tráfico proyectado
	Económica	Es la propuesta de menor inversión	La inversión no se equipara con los beneficios por lo que no sería una propuesta rentable
	Estética	Esteticamente la composición se percibe equilibrada y con unidad	Los únicos elementos accesibles a peatones son aceras, parterres y isla central son inaccesibles
	Constructiva	Constructivamente implica menores reajustes al estado actual	Durante la construcción se interrumpiría el tránsito por lo que debe redirigirse con vías alternas
PROPUESTA DESCARTADA 2 Turbo Rotonda Grande	Técnica	Es una opción viable con menor demanda	Operacionalmente no soporta el tráfico proyectado
	Económica	Posee un costo casi igual al de la propuesta 1	La inversión no se equipara con los beneficios por lo que no sería una propuesta rentable
	Estética	Esteticamente la composición se percibe equilibrada y con unidad	Los únicos elementos accesibles a peatones son aceras, parterres y isla central son inaccesibles
	Constructiva	Constructivamente implica reajustes medios al estado actual	Durante la construcción se interrumpiría el tránsito por lo que debe redirigirse con vías alternas
PROPUESTA SELECCIONADA 3 Combinación Paso Deprimido y Rotonda Superior	Técnica	Es la única propuesta que operacionalmente soporta más de 10 años de tráfico proyectado	Implica aumentar el número de carriles y deprimir la vía principal, incitando a un mayor tráfico
	Económica	Ofrece la mayor rentabilidad en un horizonte temporal largo	Es la propuesta de mayor costo de inversión, supera ampliamente las propuestas 1 y 2
	Estética	Conserva la rotonda en su estado original sin modificaciones al diámetro interno y externo	El paso deprimido implica una ruptura la cual generalmente se percibe de forma negativa
	Constructiva	La obra civil tecnológicamente no posee impedimentos	Constructivamente implica mayores reajustes al estado actual y un mayor tiempo de ejecución

Fuente: Autor.

5. Valoración del Ahorro del Tiempo.

Se pretende comparar los resultados del costo por hora de la tarifa laboral respecto al tiempo total de viaje que ofrece la propuesta contra el estado actual, para los escenarios año 2016, 2021 y 2026 por hora, utilizando un costo laboral referencial:

Tabla 52. Costo estimado del salario por hora.

Año	Costo laboral estimado por hora			
	Todos	Coche	Camion	Bus
2016	\$12	\$20	\$10	\$5
2021	\$15	\$22,5	\$12,5	\$7,5
2026	\$17	\$25	\$15	\$10

Fuente: Autor.

Tabla 53. Resultados de Análisis Operacional.

Serie Temporal	Valor						Unidades
	AÑO 2016		AÑO 2021		AÑO 2026		
	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	
Tiempo Total de Viaje - Todos	27,49	18,1	57,4	25,88	36	34,38	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	22,08	15,24	46,67	21,93	28,49	28,48	h
Tiempo Total de Viaje -Camión	4,17	2,24	7,94	3	5,67	4,29	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	1,24	0,62	2,79	0,95	1,84	1,61	h

Fuente: Autor.

Tabla 54. Valoración del ahorro del tiempo por hora.

Serie Temporal	Valor						Unidades
	AÑO 2016		AÑO 2021		AÑO 2026		
	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	E. Actual	Propuesta	
Tiempo Total de Viaje - Todos	12,0	7,9	15,0	6,7	17,0	16,2	\$/h
Tiempo Total de Viaje - Coche	20,0	13,8	22,5	10,44	25,0	24,8	\$/h
Tiempo Total de Viaje -Camión	10,0	5,3	12,5	4,6	15,0	11,3	\$/h
Tiempo Total de Viaje - Bus	5,0	2,5	7,5	2,6	10,0	8,7	\$/h

Fuente: Autor.

Conclusiones:

- El ahorro por el tiempo de circulación genera valores positivos en un horizonte temporal corto, mientras más se extienda el horizonte temporal los resultados tienden a ser menores hasta llegar a un punto de saturación donde no exista beneficio por ahorro de tiempo en comparación con el estado actual.
- La disgregación modal arroja resultados positivos en ahorro del tiempo sobre todo en buses, denotando que la propuesta beneficia al transporte público sobre el vehículo privado.
- No se incluye análisis Costo Beneficio debido a que el área de estudio no cuenta con peaje por lo que no puede equipararse los ingresos de flujo de caja con los egresos de costos de operación y mantenimiento. Esto no quiere decir que el proyecto no sea sustentable, si no que todos los costos debe asumirlos la entidad encargada, ya sea el Gobierno local, Municipio de Quito o Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

**6. Modelamiento 3D.
Render 1. Acceso Sur.**



Fuente: Autor, Imagen de Fondo: Google Maps.

Render 2. Acceso Sur.



Fuente: Autor, **Imagen de Fondo:** Google Maps.

Render 3. Redondel.



Fuente: Autor, **Imagen de Fondo:** Google Maps.

Render 4. Redondel.



Fuente: Autor, **Imagen de Fondo:** Google Maps.

Render 5. Acceso Norte.



Fuente: Autor, **Imagen de Fondo:** Google Maps.

Render 6. Acceso Norte.



Fuente: Autor, Imagen de Fondo: Google Maps.

7. Memoria Descriptiva.

La concepción urbana planteada parte de la necesidad de anticipar una solución vial al problema del tráfico asociado al Polo Generador de Tráfico “Redondel Mitad del Mundo”, utilizando proyecciones de tránsito que permitan prever el impacto del tráfico sobre la red vial del entorno inmediato enfocado a los efectos negativos y así plantear un diseño vial que sea capaz de soportar el tráfico y generar resultados positivos en un análisis operacional comparado con el estado actual.

Para esto se realizó un diagnóstico urbano de la parroquia de San Antonio de Pichincha, enfocado a medio físico natural, artificial y social, el cual permitió situarse en el territorio, conocer su realidad, problemas y posibles soluciones. El segundo punto fue el levantamiento de datos de tráfico respecto a flujos y diagramas de giros los cuales componen el año base para el estudio (2016), los mismos que se proyectaron con un horizonte temporal de 10 años utilizando las tasas de crecimiento del parque automotor de la Ciudad de Quito. Concluida la etapa de investigación urbana y levantamiento de información sobre la red vial se plantearon 3 posibles soluciones viales a nivel de anteproyecto: Turbo Rotonda Pequeña, Turbo Rotonda Grande y Combinación de Paso Deprimido y Rotonda Superior, las mismas que se modelaron utilizando el programa análisis de tráfico Aimsun, generando para cada propuesta 3 posibles escenarios de acuerdo a la demanda de tráfico del horizonte temporal planteado para los años 2016, 2021 y 2026. Dichos resultados se compararon con el estado actual concluyendo que solo la propuesta de Paso Deprimido y Rotonda Superior es viable debido a que operacionalmente refleja mejoras en todas las series temporales como son: flujo, velocidad, densidad y tiempos de demora comparado con el estado actual.

La propuesta seleccionada Paso Deprimido y Rotonda Superior se basa en el concepto de disgregar el tráfico local que requiere accesibilidad, del tráfico de paso que requiere movilidad, por medio de deprimir 2 carriles por sentido de la Av. Manuel Córdoba Galarza los cuales conduzcan el tráfico de paso a alta velocidad, dejando 1 carril por sentido para accesibilidad local a baja velocidad. Respecto a peatones si bien la propuesta de deprimir la vía genera una ruptura la cual generalmente se percibe de forma negativa, comparándola con el estado actual los cruces peatonales son menos agresivos, ya que en el estado actual se atravesaban 2 carriles por sentido de alta velocidad, con un parterre de tamaño mínimo, mientras que en la propuesta los cruces peatonales atraviesan 1 carril por sentido de baja velocidad y un parterre de dimensiones holgadas, bajo el cual circulan 2 carriles por sentido del paso deprimido.

Finalmente el trabajo realiza una predicción sobre el comportamiento del tráfico en la zona de San Antonio de Pichincha asociada al Polo Generador de Tráfico mostrando posibles escenarios, los mismos que se apoyan en la tendencia de crecimiento actual del parque automotor que todas las ciudades de nuestro país que están experimentando, con el aumento de vehículos privados y motocicletas, transporte público de baja calidad, limitado control de tránsito, accidentabilidad, etc. pero este escenario puede cambiar con adecuadas políticas que restrinjan el vehículo privado y potencialicen el transporte masivo, para devolver el espacio vial a peatones, ciclistas, reduciendo la contaminación y así cambiar el panorama del tránsito.

8. Conclusiones:

- El análisis de impacto vial como requerimiento para obtener el permiso de construcción para a los proyectos arquitectónicos de alta jerarquía no enfoca correctamente la necesidad de realizar el estudio, debido a que si el Municipio admite la implantación de un proyecto de acuerdo al uso de suelo, se asume que el sistema vial y las redes de abastecimiento técnico y desalojo son aptas para soportar la carga que implica la implantación del mismo, siendo un problema del Municipio mas no del constructor o diseñador del proyecto.
- La Norma Ecuatoriana de estudios de impacto vial posee limitaciones de carácter técnico, se resume en el cumplimiento de requerimientos y no posee una metodología para el levantamiento, procesamiento y evaluación de resultados por lo que no asume la necesidad real del estudio la cual es anticipar soluciones al problema del tránsito.
- Norma Ecuatoriana se limita al análisis situacional del tráfico donde se exige conteos vehiculares y peatonales lo cual establezca capacidad y niveles de servicio antes y después del proyecto sin contar con un procedimiento lógico de análisis operacional de tráfico que concluya en resultados.
- El impacto vial producto de generación y atracción de viajes en altos niveles refleja la saturación vehicular y peatonal traducida en congestión de tráfico, siendo este el problema más visible, pero intrínsecamente implica que el diseño de ordenamiento territorial esta mal planteado e induce a que determinadas zonas colapsen con un exceso de servicios.
- La postura actual sobre reducir vías y devolver el espacio a peatones no esta sustentada en tasas de crecimiento del parque automotor por lo que carece de bases.
- Las propuestas alternativas de turbo rotondas se implementan con el propósito de reducir puntos de conflicto al limitar las decisiones de los usuarios a una sola posible maniobra por carril, lo cual es válido pero a su vez esta condicionado por factores como volúmenes de tránsito, disgregación modal (tipos de vehículos), composición de tráfico (local y de paso), etc.
- La propuesta final de paso deprimido y rotonda superior es un diseño que debe implementarse solo cuando el análisis operacional demuestre que es la opción mas viable y factible, ya que la inversión es alta y genera una ruptura espacial.
- La movilidad motorizada y no motorizada enfocada a accesibilidad (vehicular y peatonal) hacia los proyectos arquitectónicos no se alteró, debido a que esto implicaría realizar uno o varios proyectos arquitectónicos de rediseño, lo cual si bien influye en el estudio de impacto vial, no es la temática del trabajo.
- El estudio de impacto vial en ultima instancia tiene el propósito de obtener el permiso de construcción para los proyectos arquitectónicos que intervienen en el polo generador de tráfico, pese a lo señalado, la implementación del plan de medidas de mitigación de impactos es decisión del Municipio, por lo que no siempre las propuestas se concretan en obras, siendo esto un desperdicio de recursos.

Recomendaciones:

- Es responsabilidad de la Municipalidad estudiar el uso de suelo y las zonas aptas para la implantación de proyectos arquitectónicos de alta jerarquía y su posible impacto sobre el tránsito y el resto de redes de infraestructura; no trasladar la necesidad del estudio hacia el constructor o diseñador del proyecto.
- La Norma Ecuatoriana para estudios de impacto vial enfocada a proyectos arquitectónicos de alta jerarquía debe reestructurarse e incluir metodologías para levantamiento de información, procesamiento y evaluación de resultados de tráfico, bajo un criterio unificado.
- La metodología para el estudio de impacto vial debe incluir la secuencia de generación distribución y asignación la cual conlleva a un análisis operacional del tráfico y así evaluar flujo, velocidad, densidad y tiempos de demoras para el estado actual y la propuesta.
- El Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad debe incluir un proceso de desaturación para zonas asociadas a Polos Generadores de Tráfico donde el plan de medidas de mitigación de impactos sea insuficientes y así redistribuir los servicios, no solo con el fin de aliviar el tráfico si no el colapso del resto de elementos de infraestructura.
- La propuesta de reducir vías para devolver el espacio a peatones solo puede darse a partir de una restricción del vehículo privado y no como un discurso sobre el cambio de modalidad al transporte público.
- Las propuestas alternativas de turbo rotondas solo deben aplicarse en zonas donde el volumen vehicular sea bajo a moderado, ya que al aumentar la demanda no soportan el tráfico y se vuelven puntos altamente conflictivos; a su vez el composición del tráfico local y de paso debe ser equilibrada para que todas las maniobras posibles sean utilizadas, caso contrario no debe implementarse.
- La implementación de pasos deprimidos y demás obras de infraestructura vial en donde se deprima o eleve la calzada deben considerarse como última opción dentro de las obras civiles viales, ya que generalmente se perciben como intentos de solución de tráfico que afectan la estética de las ciudades y generan espacios inaccesibles para peatones, por lo que se sugiere que solo sean implementados en vías de alta jerarquía y sean sustentadas por un análisis operacional.
- Los estudios de accesibilidad vehicular y peatonal se recomienda que se manejen como estudios arquitectónicos paralelos a los de impacto vial, en este caso la prioridad fue proponer soluciones sobre la infraestructura vial y no implementar modificaciones arquitectónicas dentro del espacio privado de los lotes.
- Los estudios de impacto vial no deben estar condicionados a la obtención de permisos de construcción hacia proyectos arquitectónicos de alta jerarquía, ya que la necesidad del estudio es anticipar soluciones al problema del tráfico antes de que ocurran; siendo el Municipio el responsable del Plan de Ordenamiento Territorial, por ende de la propuesta de uso de suelo y de las zonas aptas para implantar dichos proyectos, por lo que se sugiere que el estudio de movilidad de la Ciudad de Quito incluya el tratamiento para posibles polos generadores.

Anexo 1. Normativa Ecuatoriana de Estudios de Impacto Vial (Marco Legal)



**COMISIÓN NACIONAL
DEL TRANSPORTE TERRESTRE,
TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

RESOLUCIÓN No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV

ESTUDIOS DE IMPACTO A LA CIRCULACIÓN DE TRÁFICO EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

**LA COMISIÓN NACIONAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y
SEGURIDAD VIAL**

CONSIDERANDO:

- Que,** en sesión de Directorio de 29 de diciembre del 2009, la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, conoció y aprobó el contenido de la Normativa de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en Proyectos de Construcción, presentada por el Ing. Fernando Amador A., Presidente del Directorio de este Organismo;
- Que,** el documento presentado pretende la realización por parte de los Gobiernos Cantonales de todo el país, de estudios de impacto a la circulación de tráfico y la inclusión de sus resultados en las ordenanzas dictadas en materia de construcción, a fin de optimizar el tráfico en cada una de las ciudades que las emitan;
- Que,** es necesario descongestionar y mejorar la circulación y parqueo de vehículos en las zonas en que se ejecuten proyectos de construcción, así como a las edificaciones terminadas que sean propensas a la alta confluencia vehicular;
- Que,** el Art. 20, de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, entre las funciones y atribuciones del Directorio de Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial contempla:
- 2) "Regular y controlar las actividades del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial"
 - 5) "Aprobar las normas técnicas para la aplicación de la presente Ley y su Reglamento General";
- Que,** el Art. 21 de la antes citada ley preceptúa que, el Directorio de la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, emitirá sus pronunciamientos mediante resoluciones motivadas, las mismas que serán publicadas en el Registro Oficial;

En uso de sus atribuciones legales y reglamentarias;

Resuelve expedir la siguiente:

Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV

Juan León Mara N26-38 y Santa María
Telefonos: (593-2) 25 25 816 / 22 24 999
Quito - Ecuador
www.cnttt.gov.ec



**NORMATIVA DE ESTUDIOS DE IMPACTO A LA CIRCULACIÓN DE TRÁFICO
EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.**

1. Lineamientos Generales y Objetivos	2
2. Consideraciones Básicas.....	3
3. Procedimiento.....	4

1. Lineamientos Generales y Objetivos:

Actualmente las ciudades del país, enfrentan problemas de movilidad urbana generada por las actividades económicas y propias de los habitantes, que dan como resultado la congestión vehicular y peatonal por la atracción de viajes realizados en el día y muchos de ellos concentrados en horas pico, como el caso de los centros comerciales, supermercados, centros de acopio, mercados o estaciones de servicio de combustible, así como también conjuntos habitacionales con densidad poblacional elevada, para lo cual se requieren soluciones donde las condiciones de desplazamiento de vehículos y peatones tengan un mejor desenvolvimiento dentro de la urbe.

En consecuencia se propone que los gobiernos locales puedan regular mediante un análisis y evaluación los proyectos urbanos realizados y a realizarse, las condiciones de movilidad en los dos escenarios: con y sin proyecto de construcción, considerando la planificación y el crecimiento del territorio.

El artículo 6 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial señala que el Estado es propietario de las vías públicas y es el ente que administrará y regulará su uso.

De esta forma se plantea realizar la Normativa de Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en Proyectos de Construcción, el mismo que deberá ser incorporado como requisito para la aprobación y otorgamiento de los permisos de construcción por parte de la Municipalidad correspondiente.

La Normativa consiste en proporcionarle al constructor los lineamientos generales para la definición del proyecto a realizarse, analizando los impactos causados en la circulación del tráfico en vías aledañas o internas al proyecto constructivo planteado, ya sea por accesos, salidas, señalización vehicular, peatonal y de personas con movilidad reducida, los mismos que serán evaluados y corregidos por personal técnico del Municipio en el cual se realiza la construcción y desarrollo del proyecto.

Es imprescindible que este estudio deba ser realizado por un especialista en transporte, el mismo que debe considerar la Planificación del Territorio y de Transporte, como base fundamental para el desarrollo de la ciudad, manteniendo las directrices y zonificación planteadas para un óptimo funcionamiento, cuyo beneficiario final es la colectividad.

De los Estudios.- Para que se pueda ejecutar el propósito de este estudio se requiere que de forma preliminar el gobierno local realice los siguientes estudios que estarán dentro de la planificación:

Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV



**COMISIÓN NACIONAL
DEL TRANSPORTE TERRESTRE,
TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

- Implementar lineamientos de jerarquización vial urbana. El Municipio correspondiente definirá las condiciones y especificaciones de la red vial existente, los datos base, como señalización horizontal y vertical, dispositivos de control de tráfico y su proyección de acuerdo a la planificación. En este análisis deberán constar los conceptos, la clasificación y descripción de funcionamiento de cada tramo vial.
- Definir las directrices del desarrollo y planificación del territorio, relacionando el uso del suelo con la movilidad existente y la que se genere con la construcción del proyecto.
- El Municipio que realice, revise y supervise estos estudios, deberá requerir el Estudio de Impactos a la Circulación de Tráfico en los proyectos, como requisito para la aprobación y otorgamiento del permiso de construcción. Para elaborar este estudio, el constructor deberá seguir con el procedimiento a continuación descrito. Su evaluación, revisión y seguimiento estará a cargo de un equipo técnico designado por el Municipio, el cual se encargará también de verificar su cumplimiento.
- Los Municipios coordinarán con las Comisiones Provinciales de Tránsito la aprobación de los planos de tránsito y señalética, acorde con la normativa INEN y ASTM 4956, tipos IV y XI vigentes para los materiales retroreflectivos, y su posterior verificación de la obra previa a su apertura.

El Estudio de Impactos a la Circulación de Tráfico en los Proyectos de Construcción que el constructor debe presentar, se sujetará a los siguientes lineamientos:

Consideraciones básicas:

Se realizará el estudio correspondiente de Impactos a la Circulación de Tráfico en los siguientes casos:

- Cuando los proyectos arquitectónicos como conjuntos habitacionales, edificios de departamentos o condominios superen las 10 unidades familiares.
- En edificaciones para el comercio que superen el área de 500 m² de acuerdo a la normativa de usos de suelo y estacionamientos por equipamiento urbano.
- En edificaciones industriales que superen un área de 1000 m².
- En espacios públicos como restaurantes, bares, cafeterías, discotecas y centros de diversión que generen más de 15 viajes vehiculares en el periodo de dos horas.
- En hoteles, hosterías y lugares de alojamiento que tengan más de 15 habitaciones.

Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV

Juan León Mera N26-38 y Santa María
Teléfonos: (593-2) 25 25 816 / 22 24 999
Quito - Ecuador
www.cnttt.gov.ec

3



Procedimiento:

El siguiente procedimiento lo realizará el planificador y constructor del proyecto arquitectónico, como requisito previo a la aprobación del proyecto constructivo, y lo evaluará el técnico de la institución que deba otorgar el permiso de construcción.

1. Descripción del proyecto arquitectónico:

- Descripción del tipo de proyecto (Residencial, Comercial, Mixto, Bodegas, etc.).
- Número de plazas de estacionamiento disponibles por planta o niveles, especificando su uso (visitas, propietarios, zonas de carga/descarga, mantenimiento, etc.).

2. Análisis de la accesibilidad y movilidad vehicular y peatonal en el sector donde se construye el proyecto, para lo cual se analizará:

- IRM actualizado. Informe de Regulación Municipal.
- Descripción del tipo de vehículo de carga, frecuencia y horarios de circulación de la operación en el proyecto.
- Esquemas de circulación interna y descripción del sistema de control de acceso y capacidad de ingreso de vehículos.
- Esquemas de circulación y accesibilidad peatonal.
- Esquema de circulación de acceso / salida de vías y / o intersecciones aledañas al proyecto; análisis de la zona de influencia a 500 m. a la redonda.
- Equipamientos urbanos (usos de suelo) de la zona. Verificar estacionamientos públicos en los alrededores y la frecuencia de utilización.

3. Análisis de circulación de tráfico

- Situación actual del tránsito en las vías aledañas al proyecto, características geométricas y flujos de tráfico.
 - Conteos vehiculares, al menos en horas pico mañana, medio día y noche, por lo menos dos días normales de la semana y uno en fin de semana.
 - Flujos peatonales (solo si el caso lo amerita) en puntos con muy alto tráfico peatonal durante las mismas horas del conteo vehicular.
- Identificación de impactos y/o conflictos a generarse en vías de ingreso y aledañas así como en intersecciones contiguas, de ser el caso, y su respectiva medida de mitigación.

Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV

4



**COMISIÓN NACIONAL
DEL TRANSPORTE TERRESTRE,
TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

4. Requisitos adicionales especiales (Proyectos de alto impacto – Equipamientos con oferta de estacionamientos mayor a 300 plazas en mediana y alta rotación):

- Estudio de tráfico:
 - Capacidad y niveles de servicio actuales de las vías y/o intersecciones afectadas por el proyecto.
 - Capacidad y niveles de servicio actuales y proyectados con la implantación del proyecto de las vías e intersecciones.
 - Propuesta de medidas de mitigación de impactos referidas a facilidades de tráfico diseñadas en el propio predio y facilidades de tráfico a desnivel, reformas geométricas viales, semaforización y señalización en vías y/o intersecciones internas y aledañas al proyecto que se vean afectadas por su implantación.

Dado y firmado en la ciudad de Quito Distrito Metropolitano, a los veintinueve días del mes de diciembre del 2009, en la Sala de Sesiones del Directorio de la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.


Ing. Fernando Amador Arosemena
**PRESIDENTE DEL DIRECTORIO
COMISIÓN NACIONAL DEL TRANSPORTE
TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.**

LO CERTIFICO:


Sr. Carlos Drouet-Chiriboga
**DIRECTOR EJECUTIVO (ENC)
SECRETARIO DEL DIRECTORIO
COMISIÓN NACIONAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE,
TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.**

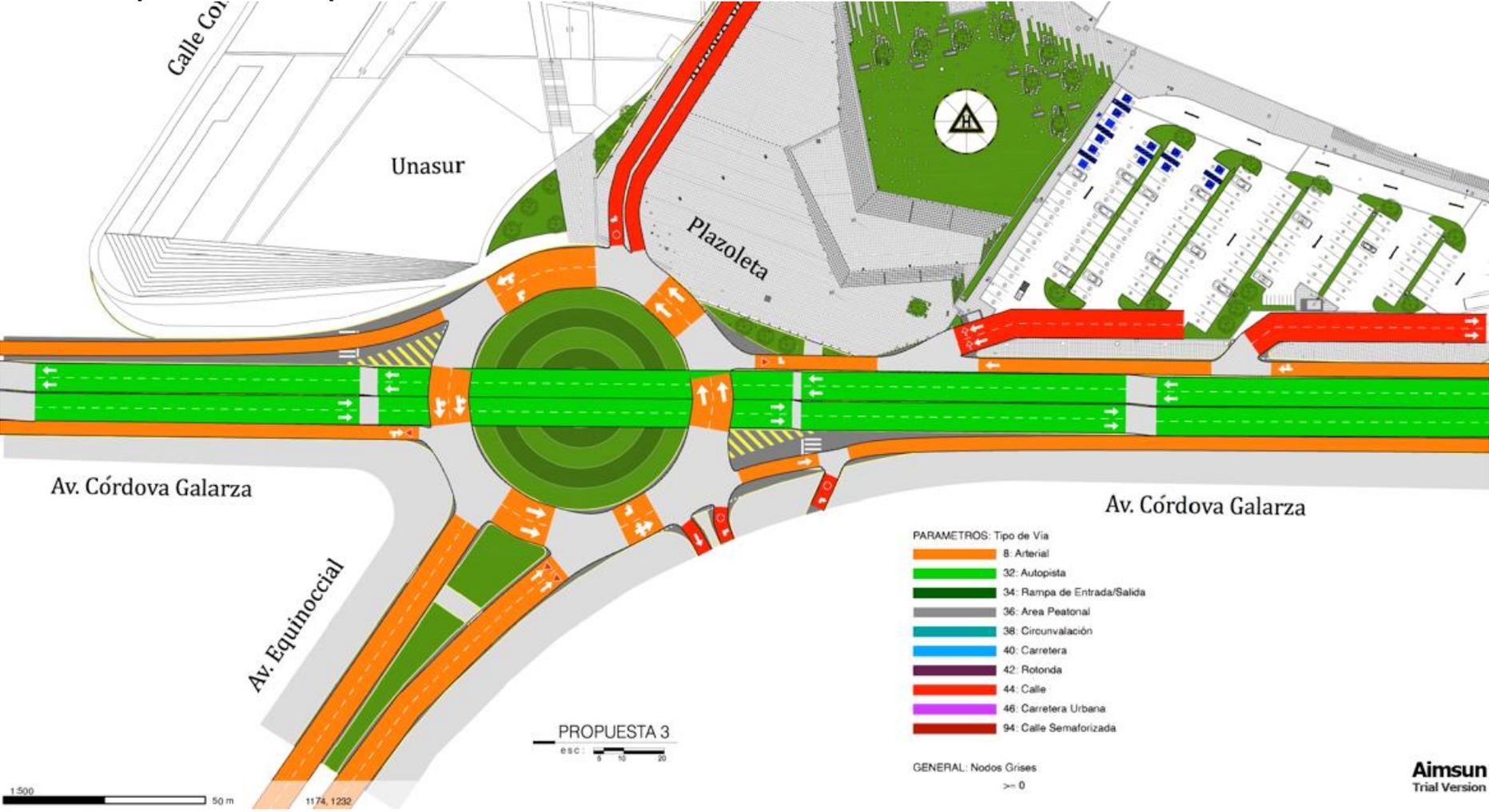
Resolución No. 114-B-DIR-2009-CNTTTSV

Juan León Mera N26-38 y Santa María
Teléfonos: (593-2) 25 25 816 / 22 24 999
Quito - Ecuador
www.cnttt.gov.ec

5

Fuente: Comisión Nacional de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. (2009). Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en los Proyectos de Construcción. Quito Ecuador.

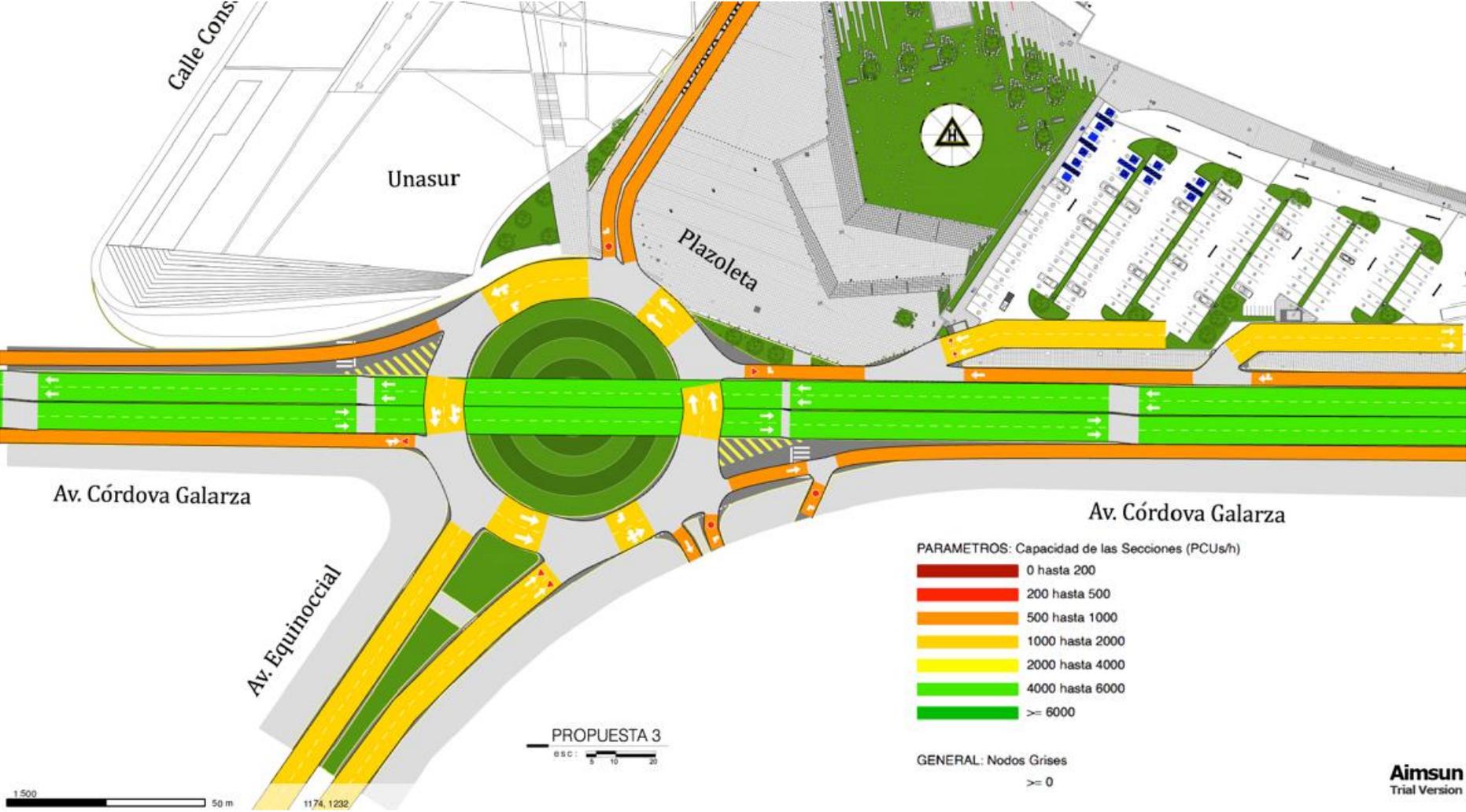
Anexos.
Anexo 2. Tipos de Vías Propuesta 3.



Fuente: Autor.

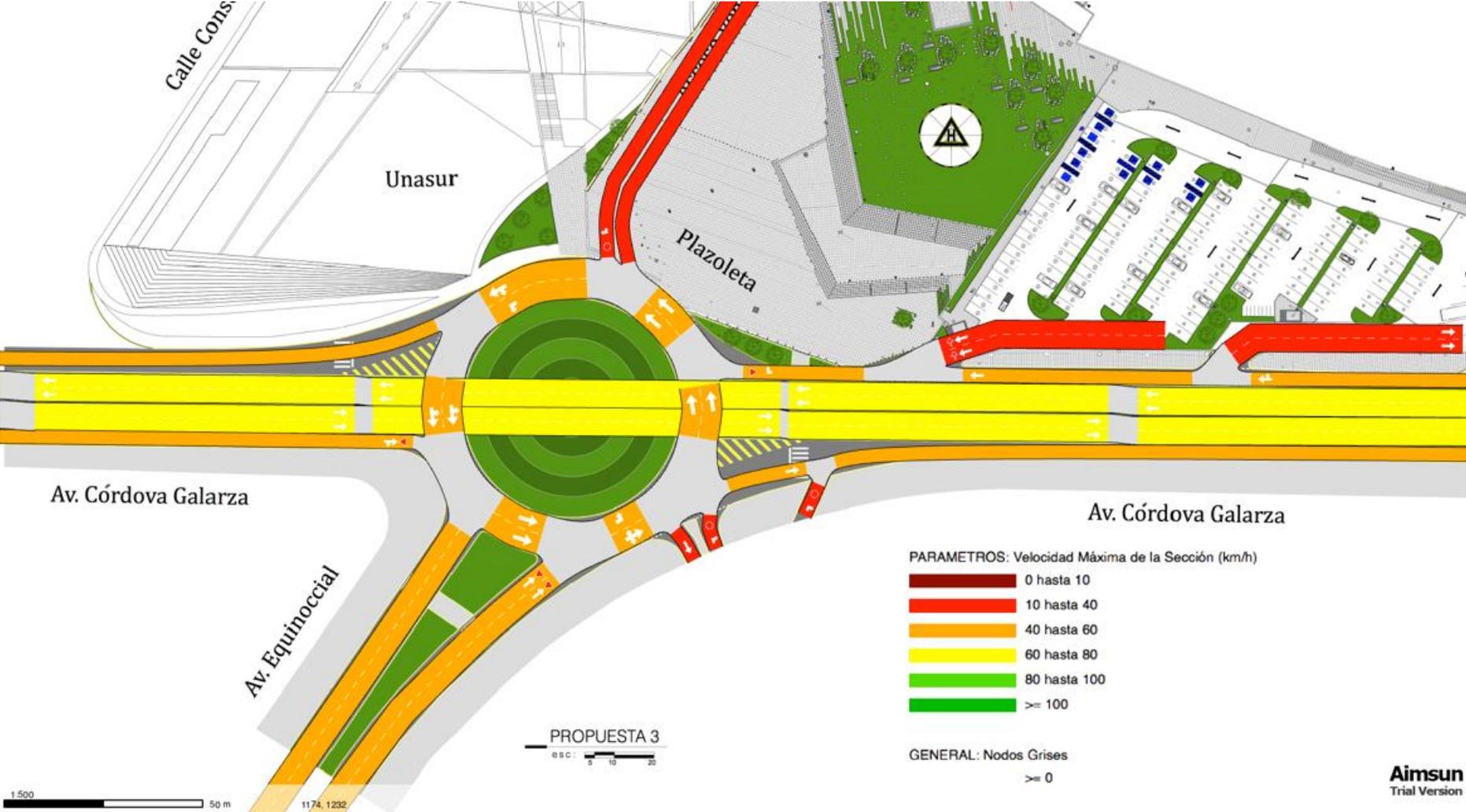
Aimsun
 Trial Version

Anexo 3. Capacidad Vial Propuesta 3.



Fuente: Autor.

Anexo 4. Velocidad Máxima Propuesta 3.



Fuente: Autor.

Anexo 5. Flujo Simulado Propuesta 1.



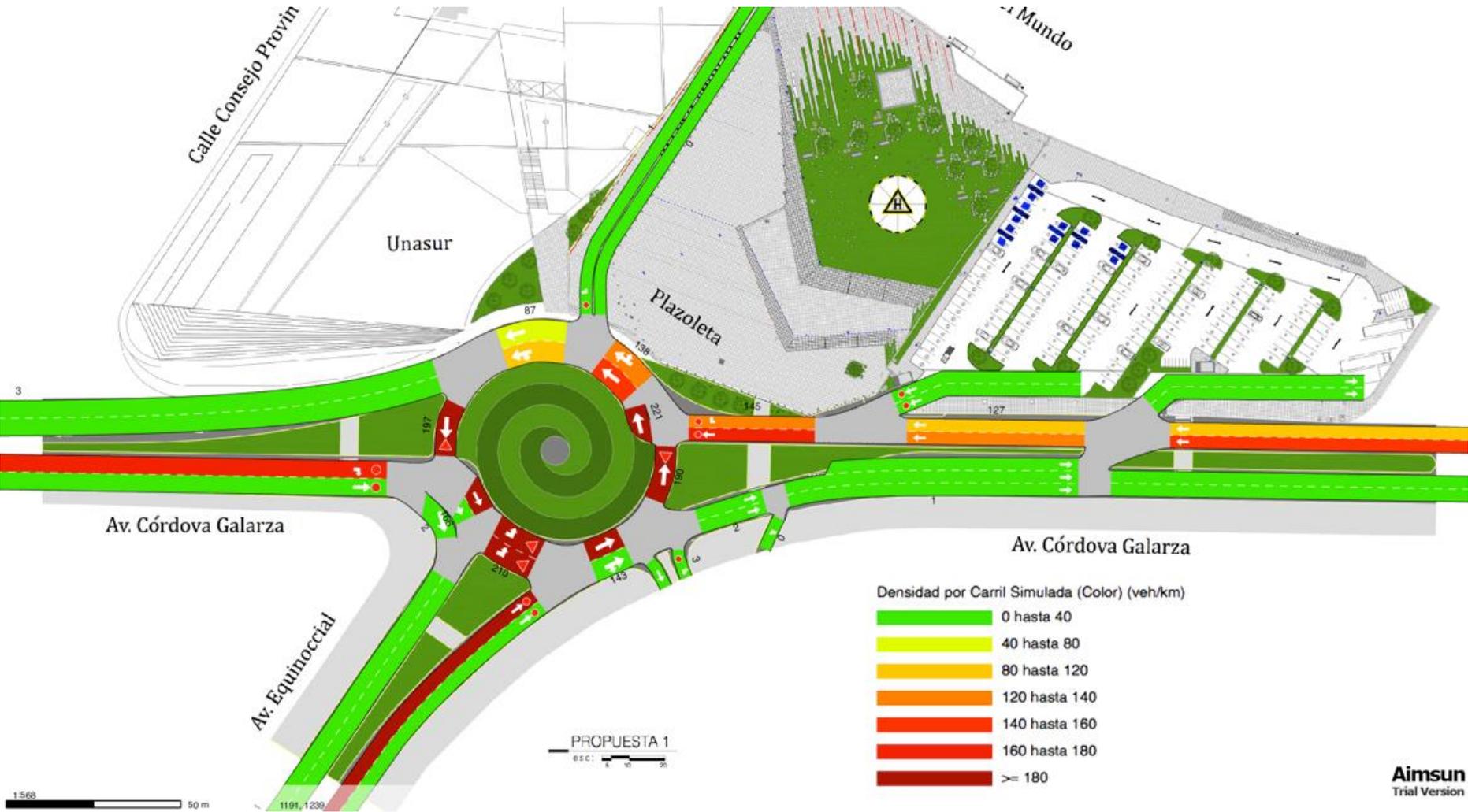
Fuente: Autor.

Anexo 6. Velocidad Simulada Propuesta 1.



Fuente: Autor.

Anexo 7. Densidad Simulada Propuesta 1.



Fuente: Autor.

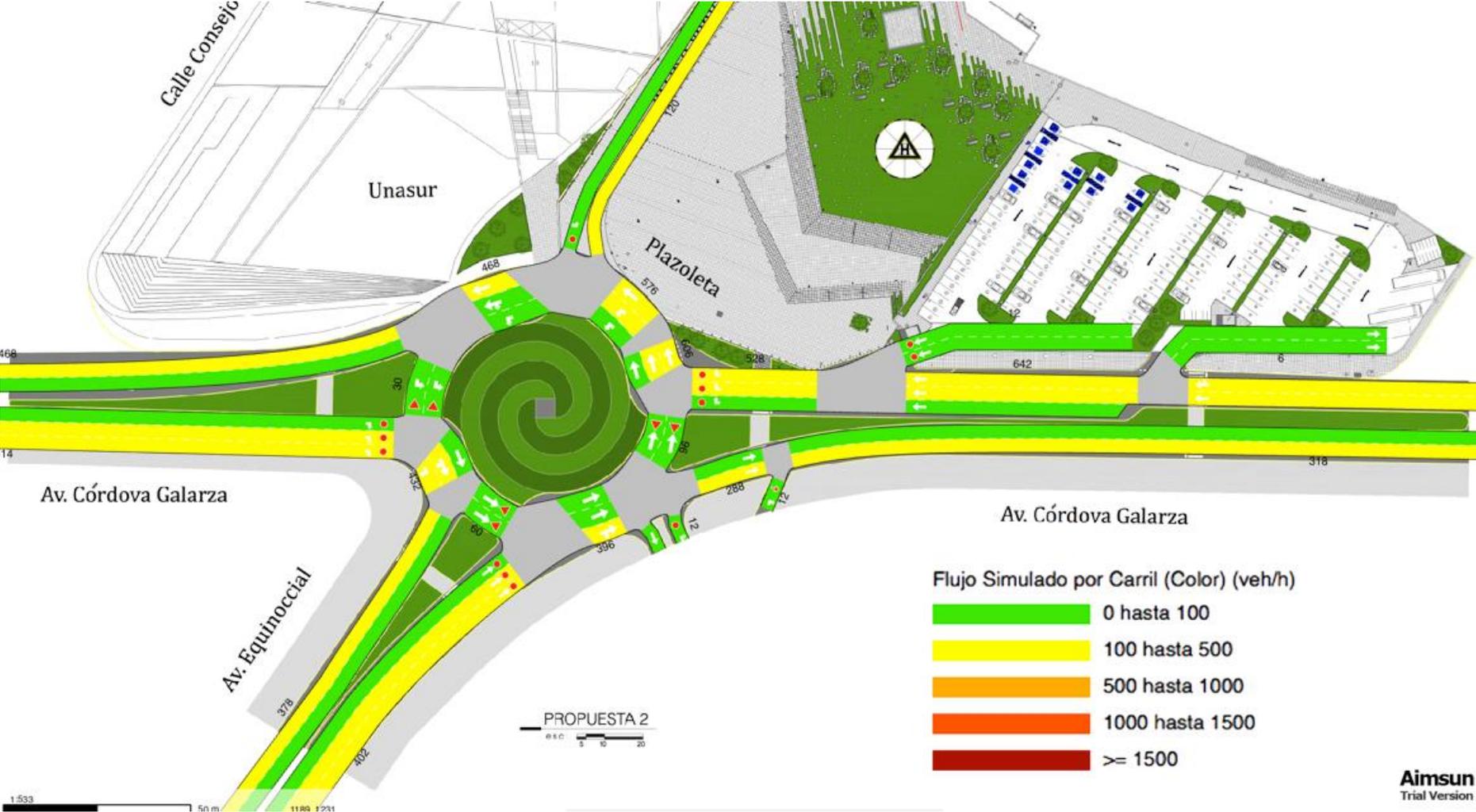
Aimsun
Trial Version

Anexo 8. Tiempo de Demora Propuesta 1.



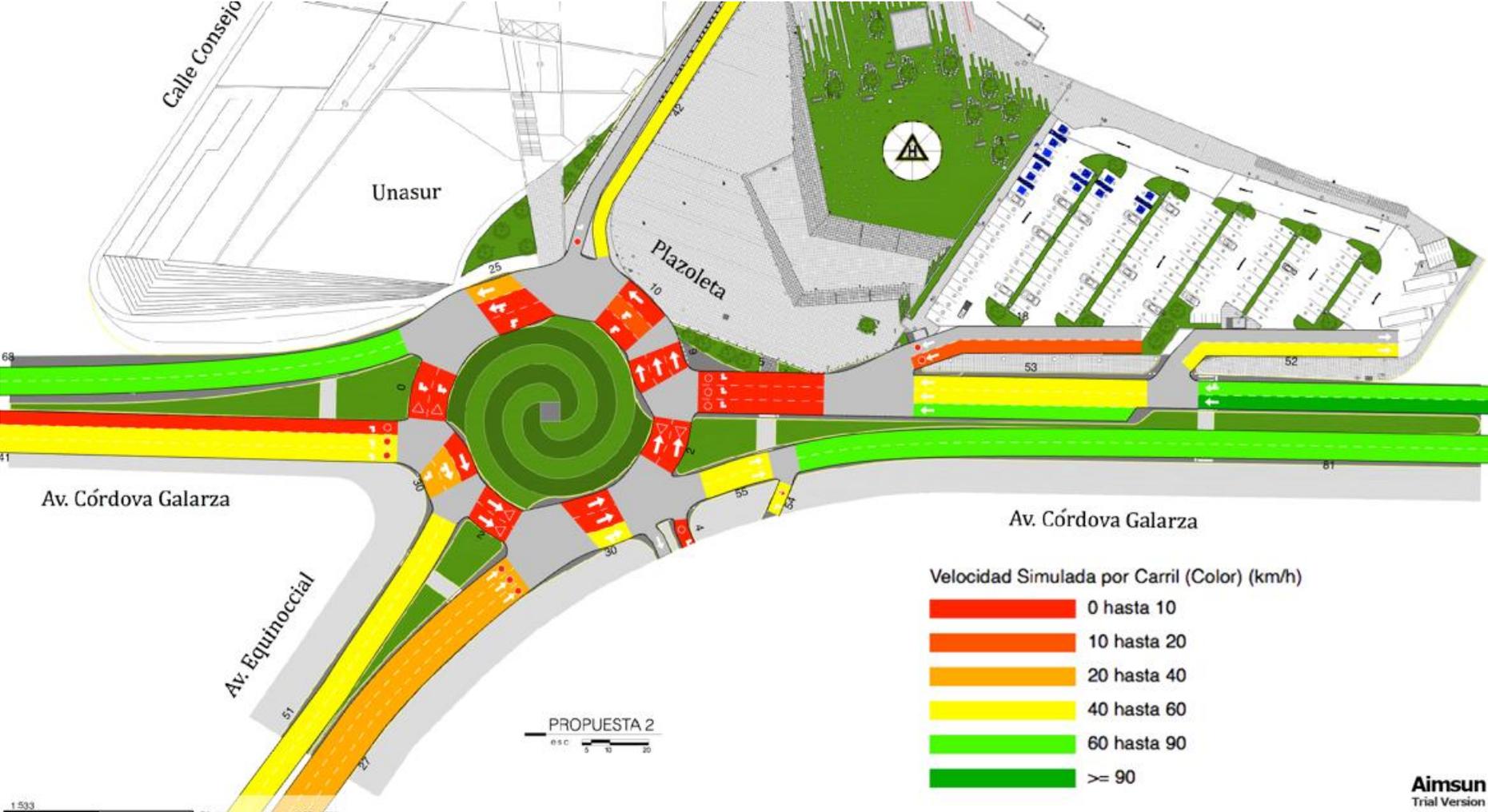
Fuente: Autor.

Anexo 9. Flujo Simulado Propuesta 2.



Aimsun
Trial Version

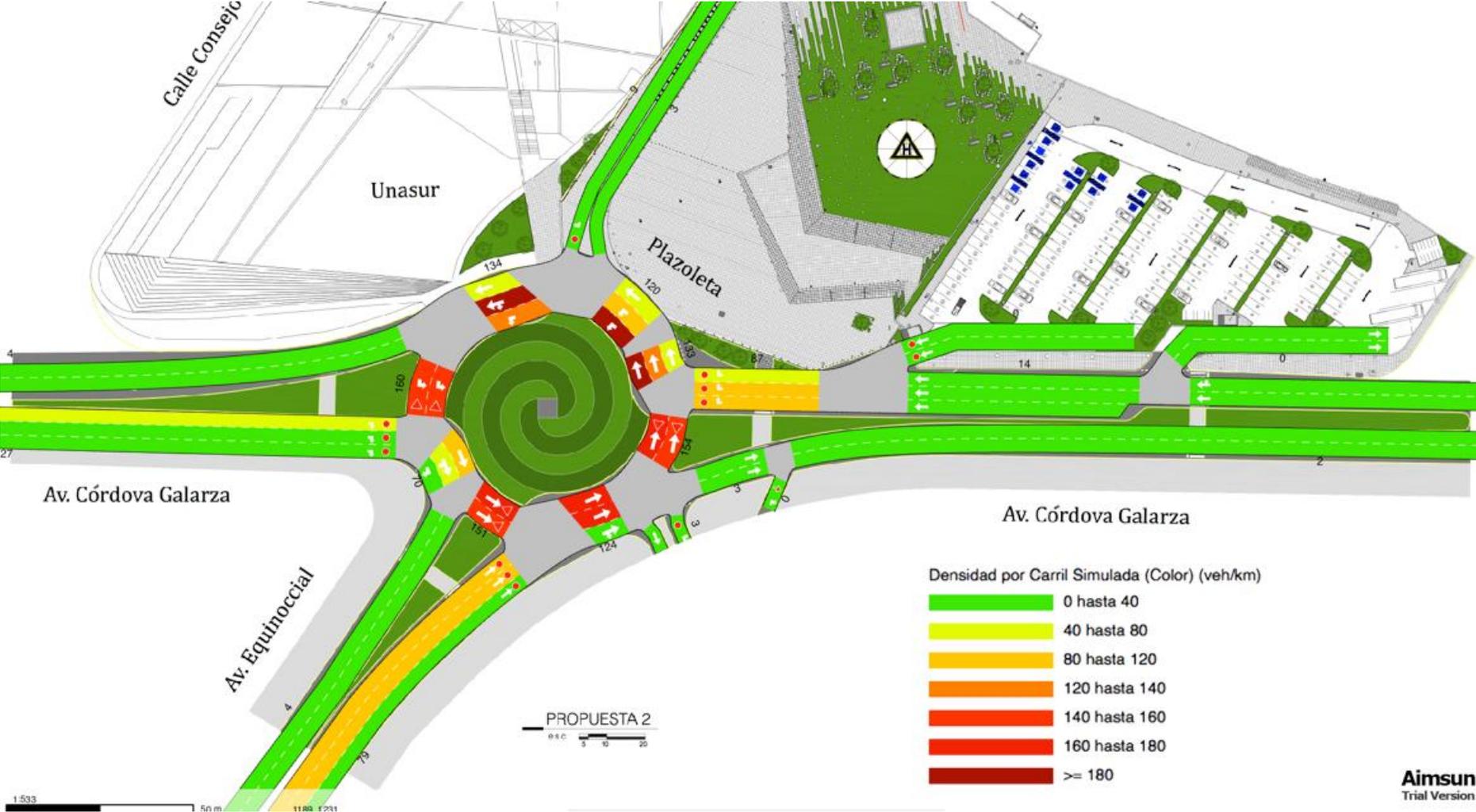
Anexo 10. Velocidad Simulada Propuesta 2.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

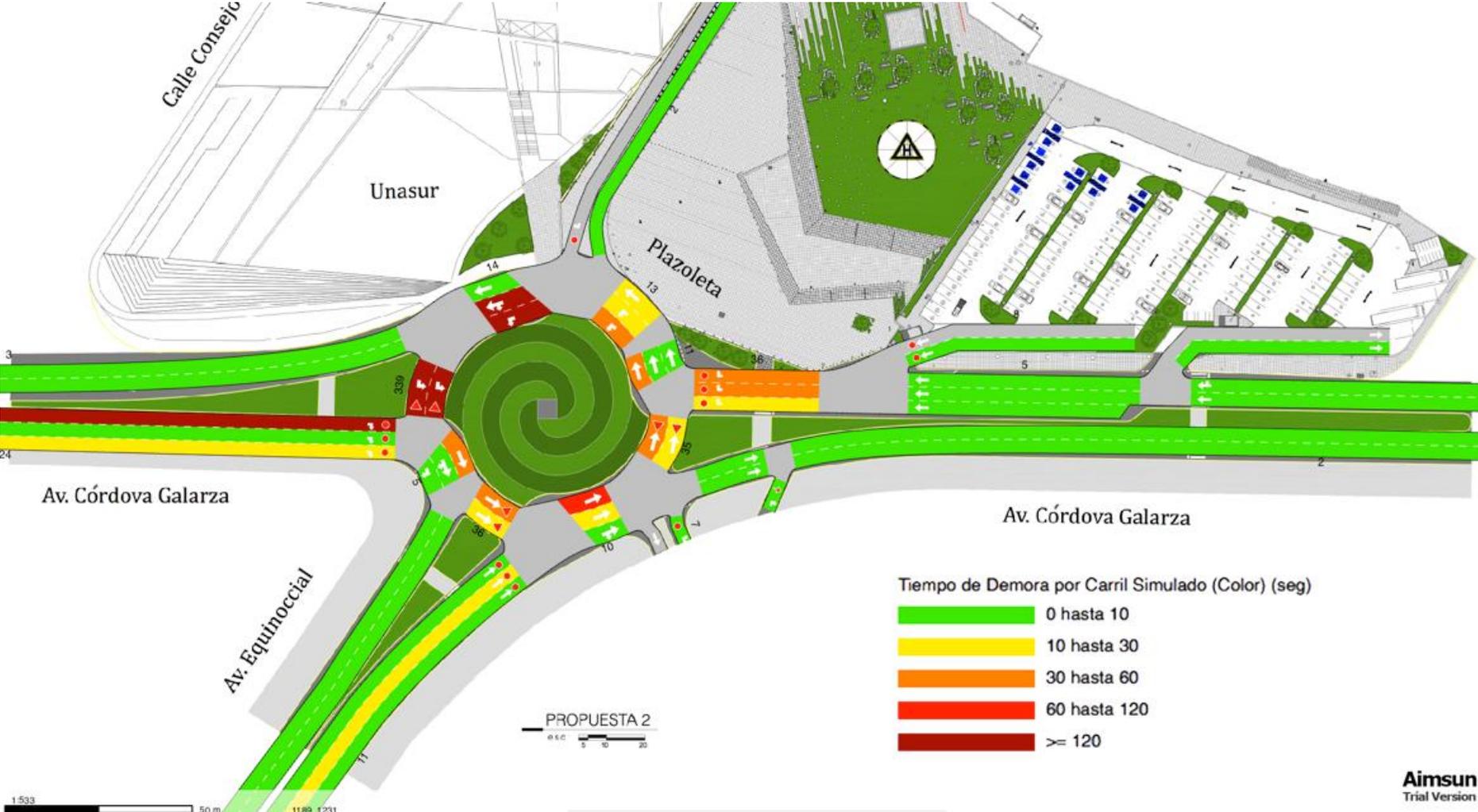
Anexo 11. Densidad Simulada Propuesta 2.



Fuente: Autor.

Aimsun
Trial Version

Anexo 12. Tiempo de Demora Propuesta 2.



Fuente: Autor.

Bibliografía:

Bilbao Paredes, Ernesto. Proaño Ledergerber, Carolina. (2015). Consultoría Estudios del Proyecto Integral UNASUR. Quito Ecuador.

Chávez Oleas, Fausto. (2009). Mitad del Mundo Territorio Solar. Quito Ecuador.

Comisión Nacional de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. (2009). Estudios de Impacto a la Circulación de Tráfico en los Proyectos de Construcción. Quito Ecuador.

Da Silva Portugal, Licinio. Flórez Díaz, Josefina. (2012). Polos Generadores de Viagens Orientados a Qualidade de Vida e Ambiental: Modelos e Taxas de Generacao de Viagens. Rio de Janeiro Brasil.

Departamento Nacional de Tránsito DENATRAN. (2001). Manual de Procedimientos para o Tratamiento de Pólos Generadores de Tráfego. Brasilia DF.

Gobierno Autónomo Descentralizado de “San Antonio de Pichincha”. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de “San Antonio de Pichincha”. Quito Ecuador.

Gobierno Nacional de la República del Ecuador, Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana. (2015). Proyecto: Apoyo al Proceso de Construcción y Consolidación de la Unión de Naciones Suramericanas – UNASUR. Quito Ecuador.

Gobierno Nacional de la República del Ecuador – Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana (2015); Proyecto: Apoyo al Proceso de Construcción y Consolidación de la Unión de Naciones Suramericanas – UNASUR – Código Único de Proyecto – CUP –: 71200000.4446. Quito Ecuador.

Granda Páez, Oswaldo. (2007). Plan Parcial de Ordenamiento Territorial de las Parroquias Equinocciales: Pomasqui, San Antonio y Calacalí. Quito Ecuador.

INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. Quito Ecuador.

INEC. (2001 – 2010). Censo de Población y Vivienda, Proyecciones de Población. Quito Ecuador.

Kneib, Erika Cristine. Lemos, Diana. Palhares, Marcelo. (2010). Caracterizacao dos Polos Generadores de Viagens. Brasil.

Kneib, Erika Cristine. Marques da Silva, Paulo Cesar. Da Silva Portugal, Licinio. (2010). Impactos decorrentes da implantação de pólos geradores de viagens na estrutura espacial das ciudades. Brasil.

Lynch, Kevin. (1960). The Image of City. Cambridge Massachusetts.

Miño Garcés, Leonardo. (2004). El Trabajo de Fin de Carrera de Arquitectura - Guía Metodología y Conceptual. Quito Ecuador.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). Diagnóstico de la Movilidad en el D.M.Q. para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial (PMOT). Quito Ecuador.

Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial. (2010). Normas de Arquitectura y Urbanismo. Quito Ecuador.

Pérez de Paula Amaya, Francisco. (2015). Módulo Planificación del Tráfico. Cuenca Ecuador.

Petersen, Rudolf. (2006). Planificación del uso del suelo y transporte urbano. Eschborn Alemania.

Prefeitura do Municipio de Sao Paulo, Administracao Salim Curiati, Secretaria Municipal dos Transportes. (1983). Polos Generadores de Tráfego. Sao Paulo Brasil.

Prefeitura de Município de Sao Paulo – PMSP. Secretaria Municipal dos Transportes – SMT (2000). Polos Generadores de Tráfego II. Sao Paulo Brasil.

Secretaría de Movilidad. (2012). Plan de Acción Local para mejorar las condiciones generales de seguridad vial y circulación en el corredor de la Av. Manuel Córdova Galarza del Distrito Metropolitano de Quito. Ecuador.

Serrano Pinto, Patricio. (1988). Prontuario Básico del Diseño Arquitectónico. Quito Ecuador.

Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. (1986). Mapa General de Suelos del Ecuador. Quito Ecuador.

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (2013). Guía Análisis del Sistema Urbano Regional para el Ordenamiento Territorial. Santiago de Chile.

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. (2005). Manual de Ingeniería de Tránsito. México DF.

University College London – Universidad de los Andes. (2013). Lineamientos para la integración Transporte – Usos del Suelo. Colombia.

Zegras, Christopher (2005). Transporte y Usos de Suelo. Lima Perú.

Netgrafía:

Alcaldía de Quito. (2016). Mapas Generados en la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, Quito Ecuador. Recuperado de: <http://sthv.quito.gob.ec>

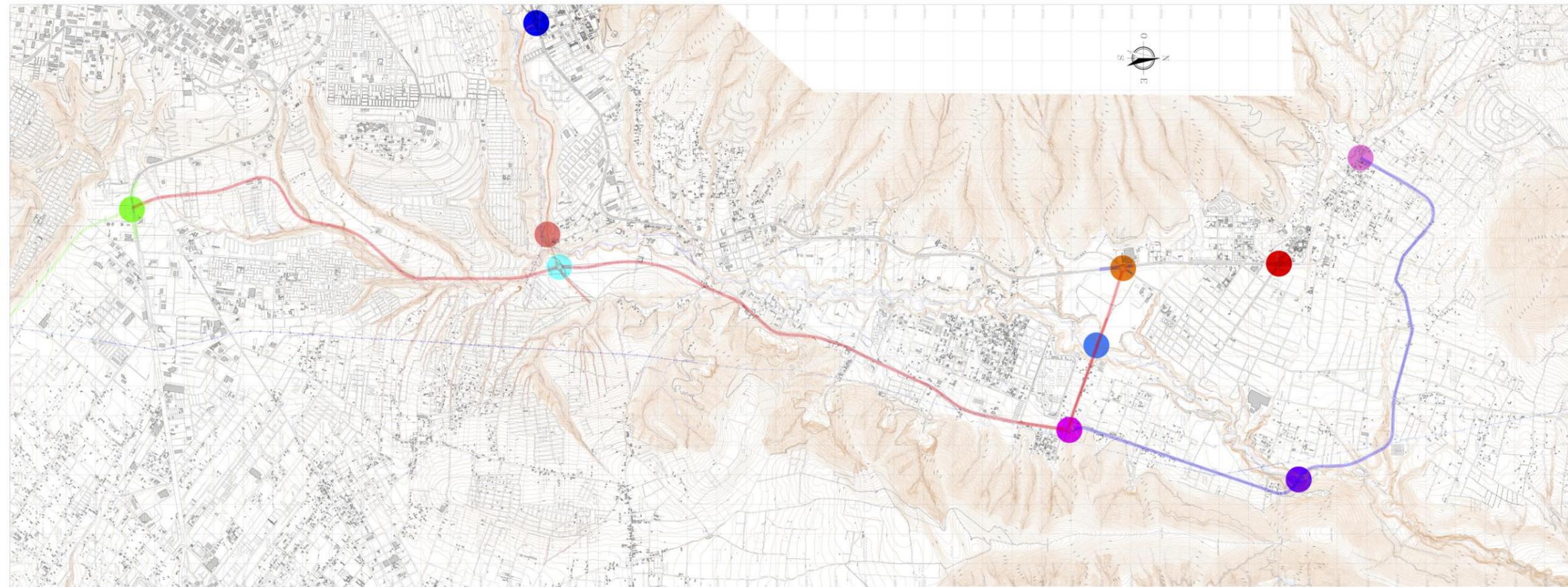
Ciudad Mitad del Mundo. (2016). Perfil Facebook. Quito Ecuador. Recuperado de: <https://www.facebook.com/pages/Mitad-Del-Mundo-Pagina-Oficial/>

Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas. (2015). Prolongación de la Av. Simón Bolívar. Quito Ecuador. Recuperado de: <http://www.epmmop.gob.ec>

Transoft Solitions (2016). Turborotonde Ontwerp en Uitleg – Torus CAD Software. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=GjVwzfn_v_c

4D Construction Phasing (2016). Son Ferriol Son LLàtzer. Palma de Mallorca España. Recuperado de: <https://4dconstructionphasing.com/2013/10/02/son-ferriol-son-llatzer/>

SIMBOLOGÍA	
●	INTERCAMBIADOR CARAPUNGO
●	DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO ESCUELA DE POLICÍA
●	PUENTE TAJAMAR
●	DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO TAJAMAR
●	DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO MAREASA
●	PUENTE MARESA
●	DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO L.D.U.
●	PUENTE CATEQUILLA
●	DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO LA MARCA
●	ÁREA DE ESTUDIO
—	AV. SIMÓN BOLÍVAR
—	TRAMO 1 PROLONGACIÓN AV. SIMÓN BOLÍVAR 120 Km.
—	TRAMO 2 TAJAMAR PUSUQUÍ 2,27 Km.
—	TRAMO 3 LA MARCA 6,92 Km.

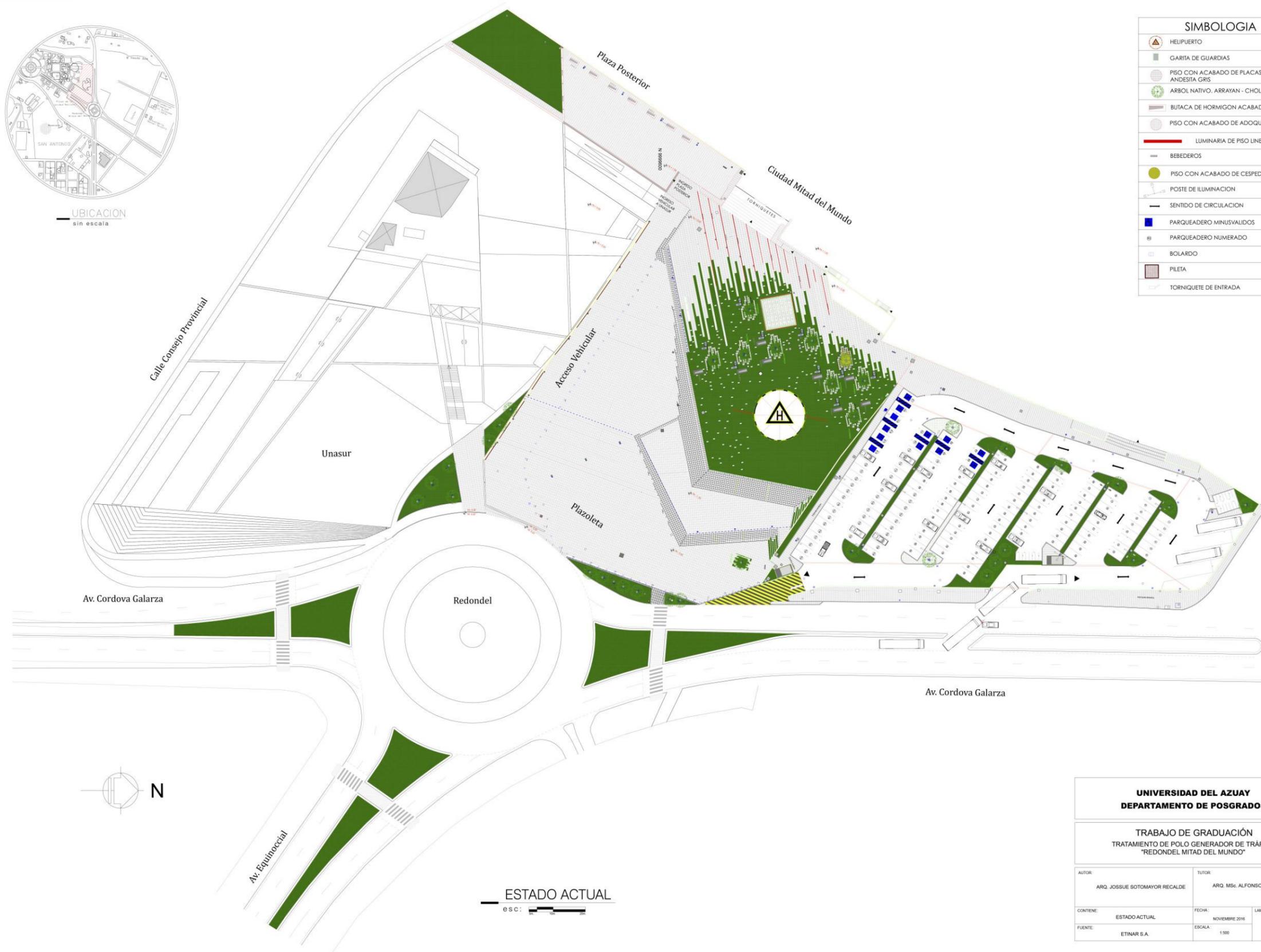


PROLONGACIÓN DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR
 ESC:

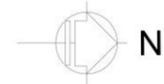
UNIVERSIDAD DEL AZUAY DEPARTAMENTO DE POSGRADOS		
TRABAJO DE GRADUACIÓN TRATAMIENTO DE POLO GENERADOR DE TRÁFICO "REDONDEL MITAD DEL MUNDO"		
AUTOR: ARQ. JOSUÉ SOTOMAYOR RECALDE	TUTOR: ARQ. MSc. ALFONSO ISCH LÓPEZ	
CONTIENE: PROLONGACIÓN DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR	FECHA: NOVIEMBRE 2016	LÁMINA: 1/5
FUENTE: G & G GRUPO CONSULTOR	ESCALA: 1:8000	



UBICACION
sin escala

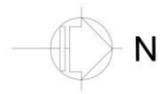


SIMBOLOGIA	
	HELIPUERTO
	GARITA DE GUARDIAS
	PISO CON ACABADO DE PLACAS DE PIEDRA ANDESITA GRIS
	ARBOL NATIVO, ARRAYAN - CHOLAN - CEPILLO
	BUTACA DE HORMIGON ACABADO EN PIEDRA
	PISO CON ACABADO DE ADOQUIN ESPAÑOL
	LUMINARIA DE PISO LINEAL
	BEBEDEROS
	PISO CON ACABADO DE CESPED
	POSTE DE ILUMINACION
	SENTIDO DE CIRCULACION
	PARQUEADERO MINUSVALIDOS
	PARQUEADERO NUMERADO
	BOLARDO
	PILETA
	TORNIQUE DE ENTRADA



ESTADO ACTUAL
Escala: 1:500

UNIVERSIDAD DEL AZUAY DEPARTAMENTO DE POSGRADOS		
TRABAJO DE GRADUACIÓN TRATAMIENTO DE POLO GENERADOR DE TRÁFICO "REDONDEL MITAD DEL MUNDO"		
AUTOR: ARQ. JOSUE SOTOMAYOR RECALDE	TUTOR: ARQ. MSc. ALFONSO ISCH LÓPEZ	
CONTIENE: ESTADO ACTUAL	FECHA: NOVIEMBRE 2016	LAMINA: 2/5
FUENTE: ETINAR S.A.	ESCALA: 1:500	



PROPUESTA 1
esc: [Scale bar]

UNIVERSIDAD DEL AZUAY DEPARTAMENTO DE POSGRADOS		
TRABAJO DE GRADUACIÓN TRATAMIENTO DE POLO GENERADOR DE TRÁFICO "REDONDEL MITAD DEL MUNDO"		
AUTOR: ARQ. JOSUE SOTOMAYOR RECALDE	TUTOR: ARQ. MSc. ALFONSO ISCH LÓPEZ	
CONTIENE: PROPUESTA 1 TURBO ROTONDA PEQUEÑA	FECHA: NOVIEMBRE 2016 ESCALA: 1:500	LÁMINA: 3/5



UBICACION
sin escala



PROPUESTA 2
E S C A L A : 1:500

UNIVERSIDAD DEL AZUAY DEPARTAMENTO DE POSGRADOS		
TRABAJO DE GRADUACIÓN TRATAMIENTO DE POLO GENERADOR DE TRÁFICO "REDONDEL MITAD DEL MUNDO"		
AUTOR: ARQ. JOSUÉ SOTOMAYOR RECALDE	TUTOR: ARQ. MSc. ALFONSO ISCH LÓPEZ	
CONTIENE: PROPUESTA 2 TURBO ROTONDA GRANDE	FECHA: NOVIEMBRE 2016 ESCALA: 1:500	LÁMINA: 4/5



UBICACION
sin escala



PROPUESTA 3

esc: 1:500

UNIVERSIDAD DEL AZUAY DEPARTAMENTO DE POSGRADOS		
TRABAJO DE GRADUACIÓN TRATAMIENTO DE POLO GENERADOR DE TRÁFICO "REDONDEL MITAD DEL MUNDO"		
AUTOR: ARQ. JOSUE SOTOMAYOR RECALDE	TUTOR: ARQ. MSc. ALFONSO ISCHI LÓPEZ	
CONTIENE: PROPUESTA 3 PASO DEPRIMIDO Y ROTONDA SUPERIOR	FECHA: NOVIEMBRE 2016 ESCALA: 1:500	LÁMINA: 5/5