

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

AUTORES:

Ing. Lauro Lara Carrera

Ing. Valeria Loaiza Ochoa

DIRECTOR:

Msc. Fredi Paredes Vásquez

MAESTRÍA EN TRANSPORTES

**TEMA: “DIAGNÓSTICO Y CONCEPTUALIZACIÓN DE SOLUCIONES
POTENCIALES A PUNTOS CRÍTICOS DE CONGESTIÓN VEHICULAR
EN LA CIUDAD DE QUITO”**

D.M. QUITO, JUNIO 2015

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo General:.....	5
2.2. Objetivos Específicos:.....	5
3. GENERALIDADES DEL ESTUDIO	6
3.1. Alcance y Condiciones del Estudio:	6
3.2. ¿Cómo enfrentar la congestión?:.....	12
3.2.1 Oferta:.....	12
3.2.2 Demanda:	14
4. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS SITIOS DE CONGESTIÓN	18
4.1 Indicadores Objetivos y Subjetivos de Congestión.....	22
4.1.1 Niveles de Servicio.....	23
4.1.1.1. Nivel de Servicio A.....	23
4.1.1.2. Nivel de Servicio B.....	24
4.1.1.3. Nivel de Servicio C.....	24
4.1.1.4. Nivel de Servicio D.....	25
4.1.1.5. Nivel de Servicio E.....	25
4.1.1.6. Nivel de Servicio F	26
4.2. Percepción de la congestión por parte de los usuarios, en relación al Nivel de Servicio prestado por la carretera o calle	27
4.2.1. Niveles de Servicio.....	27
4.3. Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas).....	31
4.3.1. Tipos de Intersecciones	35
4.3.1.1. Intersecciones en «T» o «Y»	35
4.3.1.2. Intersecciones en cruz o «cruces».....	38
4.3.1.3. Intersecciones múltiples	39
4.3.1.4. Rotondas	39
4.4. Análisis de la Infraestructura Urbana existente.....	41
4.5. Análisis de la Infraestructura Vial	43
4.6. Para tener evidencia de si existe o no congestión en el punto de estudio, se realizará conteos durante un período de tiempo definido	48
4.7. Definir las Condiciones de SemafORIZACIÓN	50
4.7.1. Intersecciones con Semáforos.....	50
4.7.1.1.1. Nivel de Servicio A.....	52
4.7.1.1.2. Nivel de Servicio B.....	53
4.7.1.1.3. Nivel de Servicio C.....	53

4.7.1.1.4. Nivel de Servicio D.....	53
4.7.1.1.5. Nivel de Servicio E.....	53
5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA CASOS DE ESTUDIO Y CONCLUSIONES.....	55
5.1. Caso 1: Avenidas 10 de Agosto y Orellana	55
5.2. Caso 2: Avenidas Panamericana Norte y Simón Bolívar.....	67
5.3. Caso 3: Avenida Napo y Pedro Pinto	79
6. ANEXOS	90
Bibliografía.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA</i>	42
Tabla 2	<i>CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS</i>	44
Tabla 3	<i>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS</i>	47
Tabla 4	<i>CONTEO DE TRÁFICO</i>	49
Tabla 5	<i>CUADRO RESUMEN DE NIVELES DE SERVICIO</i>	52
Tabla 6	<i>INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA</i>	59
Tabla 7	<i>CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS</i>	60
Tabla 8	<i>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS</i>	62
Tabla 9	<i>CONTEO DE TRÁFICO</i>	64
Tabla 10	<i>INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA</i>	71
Tabla 11	<i>CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS</i>	72
Tabla 12	<i>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS</i>	75
Tabla 13	<i>CONTEO DE TRÁFICO</i>	77
Tabla 14	<i>INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA</i>	83
Tabla 15	<i>CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS</i>	84
Tabla 16	<i>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS</i>	86
Tabla 17	<i>CONTEO DE TRÁFICO</i>	87

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráficas 1	Av. Colón y Las Casas - Sentido Norte – Sur	Fuente: Elaboración propia	57
Gráficas 2	Av. 9 de Octubre y la calle Versalles en el sentido Este – Oeste	Fuente: Elaboración propia	58
Gráficas 3	Av. Colón y Las Casas Sentido Norte – Sur y Av. 9 de Octubre y la calle Versalles Sentido Este – Oeste		66
Gráficas 4	Av. Panamericana Norte y Simón Bolívar	Fuente: Elaboración propia	69
Gráficas 5	Av. Panamericana Norte y Simón Bolívar	Fuente: Elaboración propia	70
Gráficas 6	Av. Napo y Pedro Pinto	Fuente: Elaboración propia	81
Gráficas 7	Av. Napo y Pedro Pinto	Fuente: Elaboración propia	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1</i> <i>Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "A".</i>	28
<i>Figura 2</i> <i>Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "B".</i>	28
<i>Figura 3</i> <i>Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "C".</i>	29
<i>Figura 4</i> <i>Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "D".</i>	29
<i>Figura 5</i> <i>Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "E".</i>	30
<i>Figura 6</i> <i>Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "F".</i>	30
<i>Figura 7</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Zona de Influencia.</i>	31
<i>Figura 8</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Capacidad y Velocidad de la Red Vial Principal del D.M.Q.</i>	33
<i>Figura 9</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Proyección de las condiciones de saturación de la Red Vial Principal del D.M.Q.</i>	34
<i>Figura 10</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Intersecciones en «T» o «Y».</i>	36
<i>Figura 11</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Intersecciones en «T» o «Y».</i>	37
<i>Figura 12</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Intersecciones en cruz o «cruces».</i>	38
<i>Figura 13</i> <i>Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Rotondas.</i>	40
<i>Figura 14</i> <i>Capítulo 4.4 Análisis de la Infraestructura Urbana existente – Usos del Suelo.</i>	41
<i>Figura 15</i> <i>Capítulo 5.1 - Caso 1: Avenidas 10 de Agosto y Orellana</i>	55
<i>Figura 16</i> <i>Capítulo 5.2 - Caso 2: Avenidas Panamericana Norte y Simón Bolívar</i>	67
<i>Figura 17</i> <i>Capítulo 5.3 - Caso 3: Avenida Napo y Pedro Pintor</i>	79

1. INTRODUCCIÓN

La congestión vehicular constituye un grave problema para la sociedad, este fenómeno se ha agravado en las últimas décadas, y particularmente en los últimos años.

La definición de sus causas es una tarea por demás compleja, se estima que el crecimiento demográfico, el crecimiento del parque automotor, las condiciones geográficas de la ciudad que limitan la expansión de la infraestructura vial; y, la preferencia por el uso del automóvil; inciden dramáticamente en los niveles de aforo que presenta la red vial.

La congestión, en sí misma, genera un costo en tiempo de movilización; sin embargo, existen muchos otros problemas sociales que desencadena; uno de los más importantes es la contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud humana.

Desde una perspectiva económica, la congestión es un medio que raciona cuantitativamente el exceso de demanda por espacio para circular por ciertas vías a determinadas horas; no obstante, este mecanismo ocasiona inconvenientes en el mercado de movilización cuando el nivel de aforo se torna tan excesivo, que disminuye la velocidad de todos los vehículos en circulación a la mitad de la velocidad libre de congestión; conforme estimación de la Comisión Económica para América Latina.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Diagnosticar y Conceptualizar soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular en la Ciudad de Quito.

2.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Ubicar los puntos críticos de congestión.
- ✓ Analizar y valorar los factores de congestión.
- ✓ Proponer soluciones a nivel de conceptualización.

3. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

3.1. Alcance y Condiciones del Estudio:

Éste trabajo de investigación, se basa en el reconocimiento del avance acelerado de la congestión de tránsito, y en el compromiso de formular estrategias por parte de las autoridades nacionales y/o locales, como de la ciudadanía en general, para plantear medidas eficaces para mantenerla bajo control, a fin de salvaguardar la calidad de vida y sostenibilidad urbana.

Los problemas descritos en este trabajo, así como los diferentes planteamientos para enfrentar la congestión, se han ajustado a las condiciones de las grandes ciudades de América Latina y el Caribe. Un referente sin lugar a duda, válido para el caso de estudio: “La Ciudad de Quito”.

El transporte es la gran invención que ha permitido el progreso de la humanidad; es decir, un impulsor fundamental del desarrollo. Acuña Peralta (2008) sostiene que “en un mundo cada vez más urbanizado, el transporte ha dejado de ser un problema estrictamente técnico para convertirse en un problema económico y social”. Efectivamente, el transporte brinda oportunidades socioeconómicas al alcance de los pobres y permite que las economías sean más competitivas. En el mundo moderno las redes viales son indispensables, por constituir una infraestructura de transporte capaz de llegar a todos los rincones de un territorio, conectando así a las personas con los lugares de trabajo, centros de estudios y servicios de salud; permite el

suministro de bienes y servicios y, facilita tanto el contacto entre la gente como la generación del conocimiento que puede fomentar el crecimiento a largo plazo.

Así mismo, de ser determinante en la reducción de la pobreza, el fomento de la prosperidad compartida y el logro de los objetivos de desarrollo, el transporte también es un elemento clave en los principales retos del desarrollo:

Según Banco Mundial (2014) la Rápida urbanización y motorización: se espera que 5.200 millones de personas vivan en las ciudades para el 2050. A lo largo de los próximos 20 años, es posible que se construyan más automóviles que en los 110 años de historia de la industria automotriz.

Accesibilidad y asequibilidad: aproximadamente 1.000 millones de personas en los países de ingreso bajo aún carecen de acceso a un camino transitable durante todo el año. En las ciudades, el tiempo que se pierde debido a la congestión del tránsito afecta la prosperidad. Los altos costos del desplazamiento reducen los ingresos de los pobres en muchas ciudades que carecen de un sistema de transporte público formal y asequible.

Contaminación del aire y seguridad de los caminos: más de 1,2 millones de personas mueren y hasta 50 millones resultan heridas en las rutas viales del mundo cada año. El 90 % de los fallecimientos ocurre en los países de ingreso bajo y mediano, si bien estos tienen apenas la mitad de los vehículos motorizados que existen a nivel mundial. La contaminación del aire en las ciudades, en gran medida relacionada con el transporte, provoca aproximadamente 800.000 víctimas mortales cada año.

Cambio climático: el transporte aporta cerca del 15 % de las emisiones de gases de efecto invernadero mundiales (informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, de 2007). Se espera que ese porcentaje suba a medida que aumenta el uso de vehículos motorizados.

La creciente urbanización latinoamericana de las últimas décadas y, la mayor productividad asociada al proceso de aglomeración económica, han inducido a una mayor demanda de vehículos y congestión de tráfico. Los perjuicios de la congestión de tránsito urbano son evidentes para cualquier observador: mayores tiempos para el desplazamiento al trabajo y para la entrega de bienes y servicios, mayor consumo de combustible, mayor contaminación del aire e incrementos en la mortalidad y morbilidad asociadas.

Según CEPAL (2003) Los fuertes impactos negativos de la congestión, tanto inmediatos como de largo plazo, exigen esfuerzos multidisciplinarios para mantenerla bajo control, mediante el diseño de políticas y medidas apropiadas, no siendo sencillo encontrar las soluciones más indicadas. Todo señala que debe intentarse un conjunto de acciones sobre la oferta de transporte, así como sobre la demanda, a fin de racionalizar el uso de las vías públicas.

El control de la congestión forma parte de la elaboración de una visión estratégica de largo plazo del desarrollo de una ciudad, que permita compatibilizar la movilidad, el crecimiento y la competitividad, tan necesarias actualmente, con la sostenibilidad de la urbe y su calidad de vida.

Una de las principales alternativas de las ciudades modernas para alcanzar una movilidad sostenible, es la de contar con un sistema de transporte público organizado, eficiente, asequible y con buenos estándares de calidad en el servicio al usuario. A pesar de ello, las ciudades latinoamericanas se caracterizaron durante el Siglo XX por sus similitudes en cuanto a la desorganización del transporte colectivo: empresas cuyo único rol es el de intermediarias para la obtención de un permiso de circulación, un gran número de propietarios individuales de vehículos, competencia en la vía por recoger más pasajeros y, una falta de control total por parte de las autoridades locales. El resultado de esos elementos también ha sido similar: vehículos viejos y contaminantes cuyas rutas se concentran en el centro de las ciudades, altos niveles de contaminación y congestión, alta presencia de accidentalidad o siniestralidad vial y una muy mala calidad del servicio al usuario en comparación con el precio de la tarifa.

“La Unión Europea estimaba, hace unos años, que los retrasos imputables a la congestión en las vías interurbanas y urbanas ascendían a unos 500 billones de Euros todos los años. En el conjunto de los estados comunitarios 55.000 personas fallecían cada año y cerca de 1,7 millones de personas resultaban heridas en accidentes de tráfico muchos de ellos en el áreas metropolitanas. El tráfico rodado generaba un nivel de contaminación en el ambiente urbano estimado en los países comunitarios entre 5 y 10 billones de Euros anuales.

En un entorno más próximo, los técnicos del Ayuntamiento de Madrid calculaban que en 1992 se perdieron cerca de 250.000 horas cada día en atascos de tráfico.

Ello nos da una idea del despilfarro de recursos, asociado a la severidad de los problemas de circulación urbana que amenazan seriamente la capacidad competitiva de muchas ciudades europeas”. (Galarraga, 1995).

Galarraga (1995) afirma: “que el crecimiento exagerado del tráfico, requiere soluciones que se vienen diseñando desde el lado de la demanda y/o de la oferta. Entre las primeras se plantean medidas de restricción del empleo del automóvil privado (como controles de estacionamiento, entre otros) y fomento simultáneo del transporte colectivo.

Restringir el uso del automóvil acudiendo a simples medidas prohibitivas es, según los expertos en tráfico, una solución buena a plazo corto que se agota en el medio y largo término y que resulta; además, de implantación y diseño complejo en las grandes ciudades.

Las medidas de oferta, evidencian sus limitaciones en el momento en que la construcción de una nueva infraestructura vial resulta prohibitiva dentro de las áreas metropolitanas, debido a la escasez de suelo urbano y su elevado costo. Además, estas nuevas infraestructuras resultan en la mayoría de casos, totalmente saturadas casi inmediatamente después de ser inauguradas. Decisiones políticas que generan rechazo público por su negativo impacto ambiental.

El control de la congestión, implica un trabajo continuo y permanente. Tema complicado que exige una alta capacidad profesional y de liderazgo de parte de las autoridades urbanas y de transporte”. (p.311-312).

Según la COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003): la congestión, es un problema que se agrava con el pasar del tiempo, su principal manifestación es la progresiva reducción de las velocidades de circulación, que se traduce en incrementos de tiempos de viaje, de consumo de combustibles, de otros costos de operación y de contaminación atmosférica, con respecto a un flujo vehicular.

La congestión es causada principalmente por el uso intensivo del automóvil, cuya propiedad se ha masificado debido a la facilidad creciente de adquisición en las últimas décadas en América Latina. Al automóvil se le atribuye la ventaja de facilitar la movilidad personal, y otorgar sensación de seguridad y aún de estatus. Sin embargo, es poco eficiente para el traslado de personas, al punto que cada ocupante produce en las horas pico unas 11 veces la congestión atribuible a cada pasajero de bus.

El escenario se complica debido a los problemas de diseño y conservación en la vialidad de las ciudades, estilo de conducción que no respeta a los demás, defectuosa información sobre las condiciones del tránsito y gestión inapropiada de las autoridades competentes.

Los costos de la congestión son elevados. A título de ejemplo puede señalarse que, de acuerdo a cálculos conservadores, aumentar en promedio las velocidades de los viajes en auto en 1 km/h y los de transporte colectivo en 0.5 km/h implicaría una reducción de tiempos de viaje y costos de operación por un valor equivalente a 0.1% del producto interno bruto (PIB).

Los efectos perjudiciales de la congestión recaen directamente sobre los vehículos que circulan. Pero además de los automovilistas, sufren su efecto los pasajeros del transporte colectivo, generalmente personas de ingresos menores, que no sólo se ven atrasados en sus desplazamientos, sino que a causa de la congestión ven incrementados los valores de las tarifas que pagan. (p.13).

3.2 ¿Cómo enfrentar la congestión?:

Mediante medidas sobre la oferta de transporte; es decir, sobre la disponibilidad y calidad de la infraestructura, los vehículos y la gestión de éstos, pues ello representa un aumento de la capacidad para efectuar desplazamientos.

3.2.1 Oferta:

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003) sostiene que: mejorar la vialidad, significa optimizar el diseño de las intersecciones, demarcar y señalizar apropiadamente las vías y corregir el ciclo de los semáforos.

Otra acción posible es la reversibilidad del sentido de tránsito en las horas punta en avenidas principales. Estas medidas pueden traer un importante alivio a la congestión y son en general de bajo costo, siendo el conocimiento de la ingeniería de tránsito el principal requisito.

No hay que descartar del todo la construcción o el ensanche de vías, donde sea apropiado y factible, en el contexto de un desarrollo urbanístico armónico, que asegure los espacios destinados a peatones, y preserve el patrimonio arquitectónico.

Hay que tener presente que construir más vías, pasos a desnivel y autopistas urbanas puede ser contraproducente en el mediano o largo plazo y agravar la congestión, como lamentablemente se ha visto en algunas ciudades que adoptaron esta estrategia.

Grandes ahorros se logran mediante un sistema de semáforos gestionado desde un computador central. Su costo algo elevado, pero podría ser aconsejable que se aborde por etapas y sectores de la ciudad, comenzando con el progresivo reemplazo de los semáforos obsoletos por otros que soporten la tecnología necesaria.

Otra necesidad real es organizar un sistema de transporte público que brinde un servicio efectivo. Importantes beneficios, tanto para buses como para automóviles, otorgan los carriles segregados para el transporte colectivo. Posiblemente sea necesario, además, reordenar las líneas en troncales y alimentadoras, establecer determinadas preferencias para su circulación, y mejorar la calidad de los buses y la capacidad empresarial de los operadores.

El mejoramiento del transporte público es importante para ofrecer un servicio digno y rápido, lo que permitiría mantener la actual proporción de viajes que se realizan en él. En países en vías de desarrollo, más de la mitad de los viajes, proporción que en algunas ciudades llega a 80%, se realiza en transporte colectivo.

Bien diseñadas y ejecutadas, las medidas sobre la oferta representan un interesante potencial para enfrentar la congestión. Con todo, es preciso incorporar otras medidas, particularmente sobre la demanda". (p.181-184).

3.2.2 Demanda:

De acuerdo con la COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003): las medidas bien concebidas sobre la oferta contribuyen a crear mayor capacidad. Sin embargo, a más de las medidas sobre la oferta; es necesario, incorporar medidas sobre la demanda, que permitan resolver los desajustes en el uso de la infraestructura y que apunten al logro de un equilibrio aceptable para la comunidad.

Actuar sobre la demanda significa modificar los hábitos de transporte. Estas medidas promueven una conducta más acorde con los elevados niveles de tránsito y la seguridad en los desplazamientos. Así, se procura mejorar las conductas de circulación de vehículos y peatones, modificar en las horas punta el tipo de vehículo usado, prefiriendo el de gran capacidad, y transferir una parte de los viajes a horas de menores niveles de tránsito.

La congestión se debe en gran medida al uso intensivo del automóvil, particularmente en viajes al trabajo. La congestión podría disminuirse en buena medida si se convenciese a un número importante de automovilistas, que circulan en zonas o períodos de alto tránsito, de que utilicen el transporte público o que cambien el horario de su viaje. A continuación se indican algunas opciones.

- Educación vial. Es indispensable mejorar el comportamiento de conductores y peatones. Las normas de tránsito definen derechos y restricciones del uso de las calles y así, se logra la fluidez y evitar accidentes. La conducción indisciplinada o falta de respeto hacia los demás, reduce de hecho la capacidad de la red vial a una fracción de su potencial.
- Escalonamiento o dispersión de horarios. Consiste en establecer distintas horas de entrada y salida para las diferentes actividades, tales como trabajo, comercio, colegios, universidades, etc. La entrada a los colegios podría ser anterior a la de la generalidad de los trabajos. La educación superior, el comercio y buena parte de las actividades privadas e incluso, la administración pública, parecen disponer de cierta flexibilidad en el horario de inicio.
- Control de estacionamiento. El estacionamiento es una condición indispensable en todo sistema de transporte vial. Sin contar taxis, automóviles que no están destinados al movimiento perpetuo, sino a realizar viajes específicos. Una vez finalizados, el vehículo pasa a una etapa estacionado. Mediante el control de estacionamientos en áreas congestionadas se pueden alcanzar objetivos como el

aumento del espacio destinado a la circulación o el desincentivo de ciertos viajes en automóvil, todo lo cual aminora la congestión. Existen diversas modalidades de control, tales como: la prohibición de estacionar en determinados lugares y períodos, especialmente en las vías de altos volúmenes de tránsito; la fijación de cuotas de espacio o tiempo de estacionamiento.

- **Tarificación vial.** La congestión de tránsito se debe en parte a la fuerte propensión a usar el automóvil, reforzada porque el usuario individual no percibe los costos que impone a los demás. La tarificación vial consiste en realizar un cobro, ya sea por transitar en o por ingresar a vías o zonas congestionadas. Sólo circulará la fracción de usuarios dispuesta a pagar, debiendo los demás usar otros modos de transporte o bien efectuar el viaje en automóvil en períodos en los cuales no exista cobro. Una interesante característica es que, en principio, el uso de las vías públicas queda regulado mediante un instrumento de mercado y no por una reglamentación impuesta por las autoridades.
- **Restricción vehicular.** Consiste en prohibir de lunes a viernes la circulación de una parte de los vehículos en zonas y lapsos sujetos a congestión. Evitando la circulación simultánea de muchos automóviles, aunque sin afectar el derecho de comprarlos, es una manera de aminorar la congestión. Si tiene como fin controlar la congestión, la medida sólo tiene sentido en las zonas céntricas durante las horas punta. Resultados apreciables se obtienen aplicándola a una fracción importante del parque vehicular, por ejemplo, a 20% de los automóviles; sería en forma rotativa a lo largo de la semana, en función del último dígito de la placa.

Por otra parte, es usual que se prohíba la circulación de camiones y otros vehículos de carga en zonas céntricas en las horas punta”. (p.87-132).

A continuación, se describe la metodología para determinar los sitios de congestión; la cual, subsiguientemente se aplicará a varios casos de estudio en la Ciudad de Quito.

La metodología será descriptiva, ya que busca caracterizar una situación que está aconteciendo y finalmente, será experimental; porque una vez desarrollado y validado el modelo, se advertirán diferentes medidas para restringir el tráfico generando distintos escenarios probables, en búsqueda de soluciones que reduzcan la congestión vehicular.

4. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS SITIOS DE CONGESTIÓN

El crecimiento en el tamaño de las ciudades es una tendencia a nivel mundial. En los países en desarrollo, la congestión de tráfico está en continuo incremento; debido a un crecimiento exponencial del número de habitantes y de vehículos.

Entre hoy y el año 2020, se estima que la movilidad urbana aumentará en todo el mundo en un 50%. La mayoría de este crecimiento, ocurrirá en las largas conurbaciones, especialmente en las ciudades menos desarrolladas que ya sufren congestión. Por citar un número, International Association of Public Transport (s.f.) “los autobuses de Delhi transportan 4.5 millones de pasajeros/día. Hoy, más del 50% de la población mundial vive en áreas urbanas.

Las distintas actividades que los ciudadanos, que son a la postre los clientes finales del ente urbano; provocan la aparición de interacciones y problemas de ubicación y desplazamiento, que pueden dificultar las actividades diarias de la ciudad llevándola incluso a su colapso.

Desde este enfoque, y considerando que hoy en día las ciudades y caso concreto la ciudad de Quito, se compone de toda una serie de redes físicas; que estructuran una entidad compacta y compleja, se puede corroborar que la eficiencia en la organización de la ciudad depende directamente de una buena planificación de las redes que la componen.

Como elemento conflictivo del funcionamiento adecuado de las redes de la ciudad, podemos considerar que la congestión de tráfico en las áreas urbanas es un problema cada vez más normal en la sociedad de nuestros días y está tomando una gran relevancia en el devenir cotidiano, ya que afecta a todos los colectivos sociales de una forma directa, empeorando la calidad de vida de los ciudadanos y complicando las actividades comerciales en el entorno urbano.

La presente tesis, consiste en proponer una metodología de análisis, capaz de definir adecuadamente una serie de indicadores de congestión en entornos metropolitanos, profundizando dentro de las causas que la generan. Este modelo, podrá ser aplicado con los parámetros precisos en distintos escenarios de forma sencilla.

Por tanto, esta herramienta servirá como elemento de toma de decisiones para la implantación de medidas en los diferentes ámbitos del problema. Permitiendo así, un mayor conocimiento de este fenómeno que resulte en una mejor gestión, para reducir su impacto negativo y garantizar su agilidad y eficiencia.

Ante una problemática compleja, como es la congestión urbana; es sin duda necesario, comenzar a modelar en base fundamentalmente a los aspectos principales que la provocan.

A continuación, se detalla cada uno de los indicadores objetivos y subjetivos de congestión, los que contribuyen a crear una herramienta sencilla y eficaz para definir la congestión urbana:

1. Una vez especificado el punto de conflicto, se indaga sobre cuál es la percepción de la congestión por parte de los usuarios inmersos dentro del problema. Es decir, la percepción de la densidad de vehículos presentes en la vía en la que están circulando o, lo que es lo mismo, en la percepción del nivel de servicio prestado por dicha vía.
2. Una dificultad es definir y analizar la congestión de áreas metropolitanas; sin embargo, como paso sustancial, se debe definir el área de influencia. Para esta labor es imprescindible ubicarse sobre un mapa, visualizar el tramo o los tramos de vías de interés o estudio. El representativo segmento de vía, es la intersección y el tramo lineal de vía en el que todos los carriles tienen una misma dirección de viaje hacia una intersección. La longitud de un segmento dependerá de la distancia entre cruces/uniones/intersecciones.
3. Asociar las características urbanas más representativas de la zona de estudio, desde el punto de vista urbanístico y el nivel de congestión existente en la misma. Para ello, se debe analizar la infraestructura pública existente (como por ejemplo terminales urbanos).
4. Análisis de la infraestructura vial; es decir, clasificación de vías, anchos de vías (carriles), ángulos de giro, tipo de calzada, estado de la calzada, sentido de circulación, zonas de carga o descarga, velocidades establecidas, obstrucciones laterales, restricciones para el rebase, señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, áreas de peajes urbanos, restricciones impuestas

por la Administración, en relación al horario o por características de circulación de los vehículos o su carga, etc. y las velocidades límites alrededor del área de estudio.

5. Para tener evidencia de si existe o no congestión en el punto de estudio, se realizará conteos durante un período de tiempo definido, según las categorías vehiculares: vehículos livianos y motos, camiones y buses. Al efectuar la recolección de estos conteos, se establecerá además, el tiempo de conducción en congestiones, pero únicamente el tiempo que toma a los vehículos pasar por el punto de estudio, cuando hay o no tráfico. De acuerdo con estudios similares, las horas punta o pico, se definen como el espacio entre las 06:00 y las 10:00 y las 15:00 y las 19:00, de lunes a viernes, 40 de las 168 horas de la semana.
6. Es imprescindible definir las condiciones de semaforización; es decir, la información relativa a la programación de los semáforos existentes, esto es, longitud del ciclo en segundos, tiempos verdes en segundos, tiempo verde mínimo para peatones.

4.1 Indicadores Objetivos y Subjetivos de Congestión

Las ciudades están experimentando que a pesar de contar con modos de transporte cada vez más rápidos, la velocidad media de transporte está disminuyendo e indiscutiblemente, la duración del viaje aumentando. Cuando el transporte motorizado demanda espacio en nuestras calles y excede su capacidad, cada vehículo adicional aumenta el tiempo de viaje y produce demoras para todos los otros vehículos en el sistema.

Por consiguiente, las medidas de la congestión alternativamente se basan en velocidad, acceso, usuario, costos, demora, confiabilidad, etc.; factores determinantes en la reducción de movilidad. Por lo tanto, es comprensible que la mayoría de los indicadores de congestión, se refieran a la manera en la que están afectados. Razón por la cual, la medición de la congestión puede ocurrir en varios niveles.

De acuerdo con Cerquera Escobar (2007): el concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo. Es “una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros”. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como: velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan el Nivel de Servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que correspondan a variaciones en la velocidad,

en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como el ancho de los carriles, la distancia libre lateral, las pendientes, etc.

De acuerdo con Garber & Hoel (2009), se ha determinado seis Niveles de Servicio denominados: A, B, C, D, E, y F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según las condiciones de operación.

Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas de flujo ininterrumpido son las siguientes:

4.1.1 Niveles de Servicio

4.1.1.1. Nivel de Servicio A

Representa una circulación a flujo libre, cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación; es decir, hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta.

Velocidades de operación de 95 Km/h o mayores. El 75% de las maniobras de adelanto pueden hacerse sin ninguna demora. Bajo condiciones ideales puede lograrse un volumen de servicio de 400 vehículos por hora, en los dos sentidos.

4.1.1.2. Nivel de Servicio B

Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. Es decir, la libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos.

Velocidades de operación de 80 K/h o mayores. El volumen del servicio puede llegar al 45% de la capacidad, unos 900 vehículos por hora cuando las condiciones son ideales y las distancias de visibilidad de adelanto son continuas.

4.1.1.3. Nivel de Servicio C

Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios.

Se obtienen velocidades de operación de 65 K/h o mayores con volumen de servicio, bajo condiciones ideales, del 70% de la capacidad.

4.1.1.4. Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. Presenta restricciones de geometría y pendiente. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo.

Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas. Bajo condiciones ideales el volumen de servicio es cercano al 85% de la capacidad.

4.1.1.5. Nivel de Servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme; es decir, es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos.

El volumen de servicio en condiciones ideales en los dos sentidos es de los 2000 vehículos por hora. El Nivel E puede no ser obtenido nunca en una vía. La operación puede pasar directamente del Nivel D al F.

4.1.1.6. Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. La circulación se congestiona; es decir, el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente.

El volumen de servicio es inferior a los 2000 vehículos por hora en los dos sentidos.
(p.411-412).

4.2. Percepción de la congestión por parte de los usuarios, en relación al Nivel de Servicio prestado por la carretera o calle

Lo importante del concepto de accesibilidad, es que las personas consigan llegar a un lugar determinado en un corto tiempo. Sin embargo, las ciudades están experimentando que a pesar de contar con modos de transporte cada vez más rápidos, la velocidad media de transporte está disminuyendo y naturalmente, la duración del viaje aumentando.

4.2.1. Niveles de Servicio

- ✓ A mayor uso u ocupación de una vía, más nos aproximamos a su capacidad.
- ✓ Es decir, a mayor densidad de vehículos, se genera una pérdida progresiva de velocidad y una menor posibilidad de maniobra y de circular a una velocidad concreta.
- ✓ Esta degradación progresiva de la calidad, se simboliza en base a los llamados Niveles de Servicio que se expresan con las letras A a la F, siendo su equivalencia práctica la que reflejan las siguientes figuras:



Figura 1 Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "A".

Fuente: Garber & Hoel (2009). (p.412).



Figura 2 Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "B".

Fuente: Garber & Hoel (2009). (p.412).



Figura 3 *Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "C".*

Fuente: Garber & Hoel (2009). (p.412)



Figura 4 *Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "D".*

Fuente: Garber & Hoel (2009). (p.412).



Figura 5 *Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "E".*

Fuente: Garber & Hoel (2009). (p.412).



Figura 6 *Capítulo 4.2 Percepción de la congestión por parte de los usuarios - Nivel de Servicio "F".*

Fuente: Garber & Hoel (2009). (p.412).

4.3. Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas)

A partir del objetivo planteado de buscar soluciones a puntos críticos de congestión vehicular; es necesario, seleccionar y/o delimitar la zona de influencia a intervenir para su posterior análisis, según la siguiente figura.

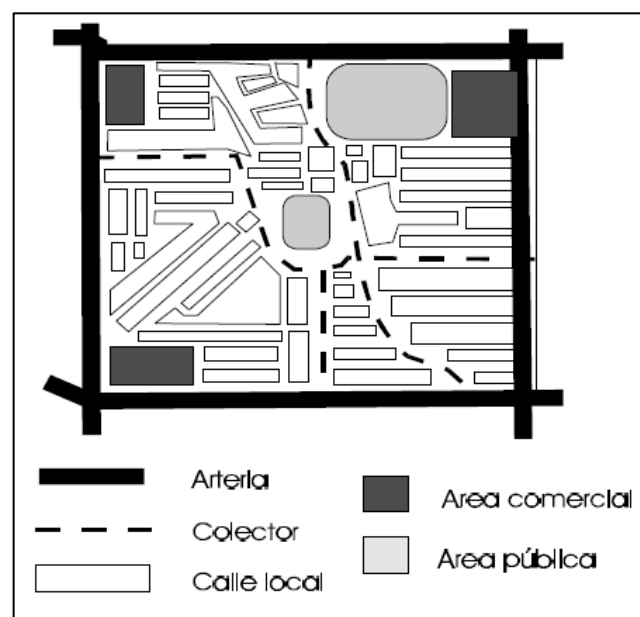


Figura 7 Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Zona de Influencia.

Fuente: (SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL, s.f.).

Para establecer el ámbito de estudio, se propone considerar la conjunción de dos criterios de afectación:

1. El perímetro en que residen o trabajan la gran mayoría de los ciudadanos que se ven afectados recurrentemente por la congestión y,

2. Los tramos de vía donde presumiblemente se produce congestión de forma reiterada; es decir, el lugar donde se producen reducciones de la velocidad debido a la congestión.

Puntualmente para los “Casos de Estudio en la Ciudad de Quito”, las fuentes de información para obtener los datos requeridos son:

- Datos de población por Parroquia. Fuente: (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2012).
- Intensidades de tráfico de las vías de acceso y de paso (datos de campo) o Datos de congestión. Fuente: (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2012).

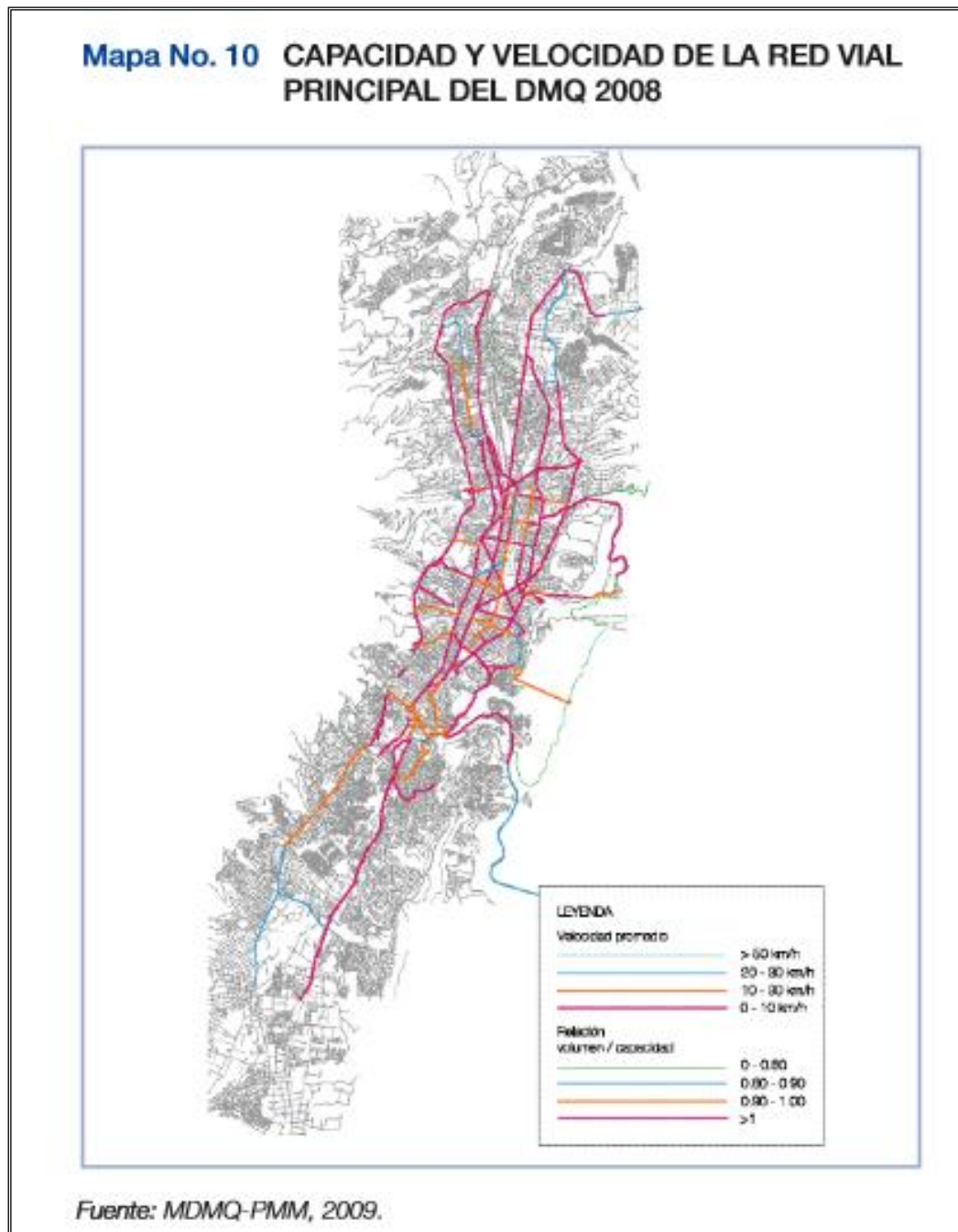


Figura 8 Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Capacidad y Velocidad de la Red Vial Principal del D.M.Q.

Fuente: (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2012).

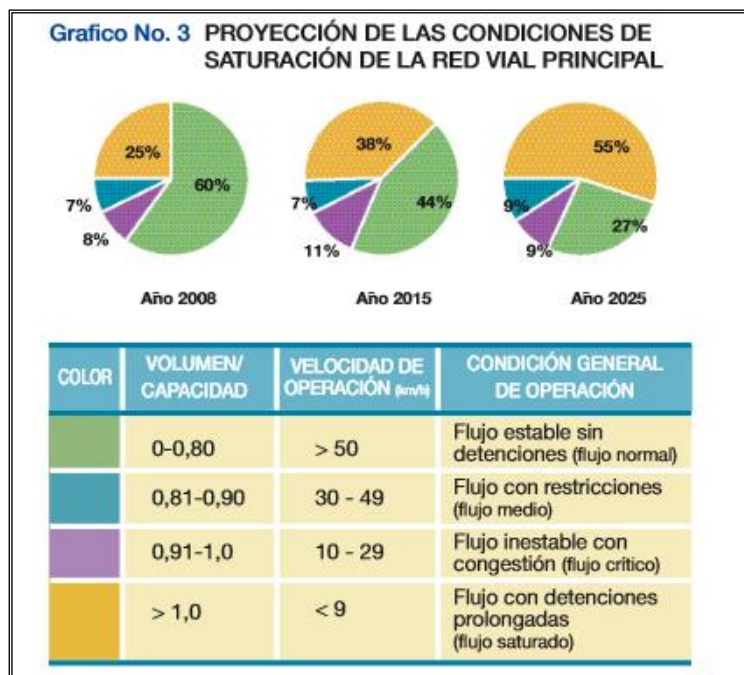


Figura 9 *Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Proyección de las condiciones de saturación de la Red Vial Principal del D.M.Q.*

Fuente: (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2012).

A más de los criterios indicados anteriormente, para definir con más claridad la longitud del Tramo de Estudio, es importante tomar en cuenta la presencia de intersecciones.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003)

“Las intersecciones son puntos en que se cruzan dos o más vías. Normalmente, son las intersecciones las que definen la capacidad de las vías, ya que por constituir puntos comunes a dos o más de ellas, deben dar paso alternado a movimientos conflictivos, lo que significa una disponibilidad menor de tiempo que en los tramos rectos o arcos. De ahí que las intersecciones se congestionen primero y, en definitiva, pasan a ser cuellos de botella o restricciones operacionales para el conjunto. Por ello,

las intervenciones sobre las intersecciones tienen un gran potencial de beneficios para la fluidez del tránsito”. (p.51).

Según COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003):

4.3.1. Tipos de Intersecciones

Hay numerosas formas de intersecciones, las más frecuentes de las cuales se muestran a continuación (MIDEPLAN, 1998a):

4.3.1.1. Intersecciones en «T» o «Y»

Conformadas por tres ramas; en los siguientes gráficos se muestran algunos ejemplos de este tipo de intersección, todas ellas con islas y canalizaciones.

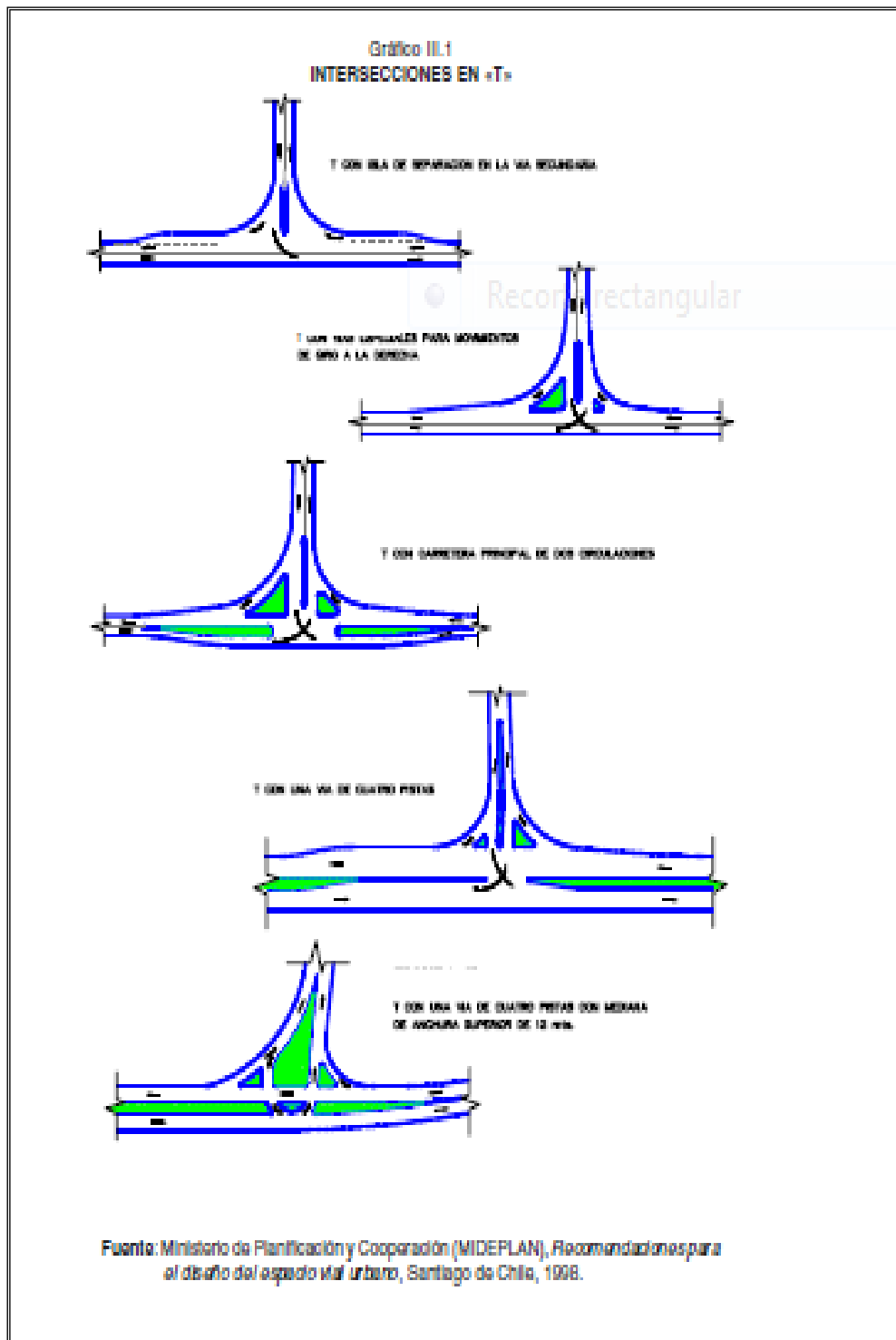


Figura 10 Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Intersecciones en «T» o «Y».

Fuente: (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2003).

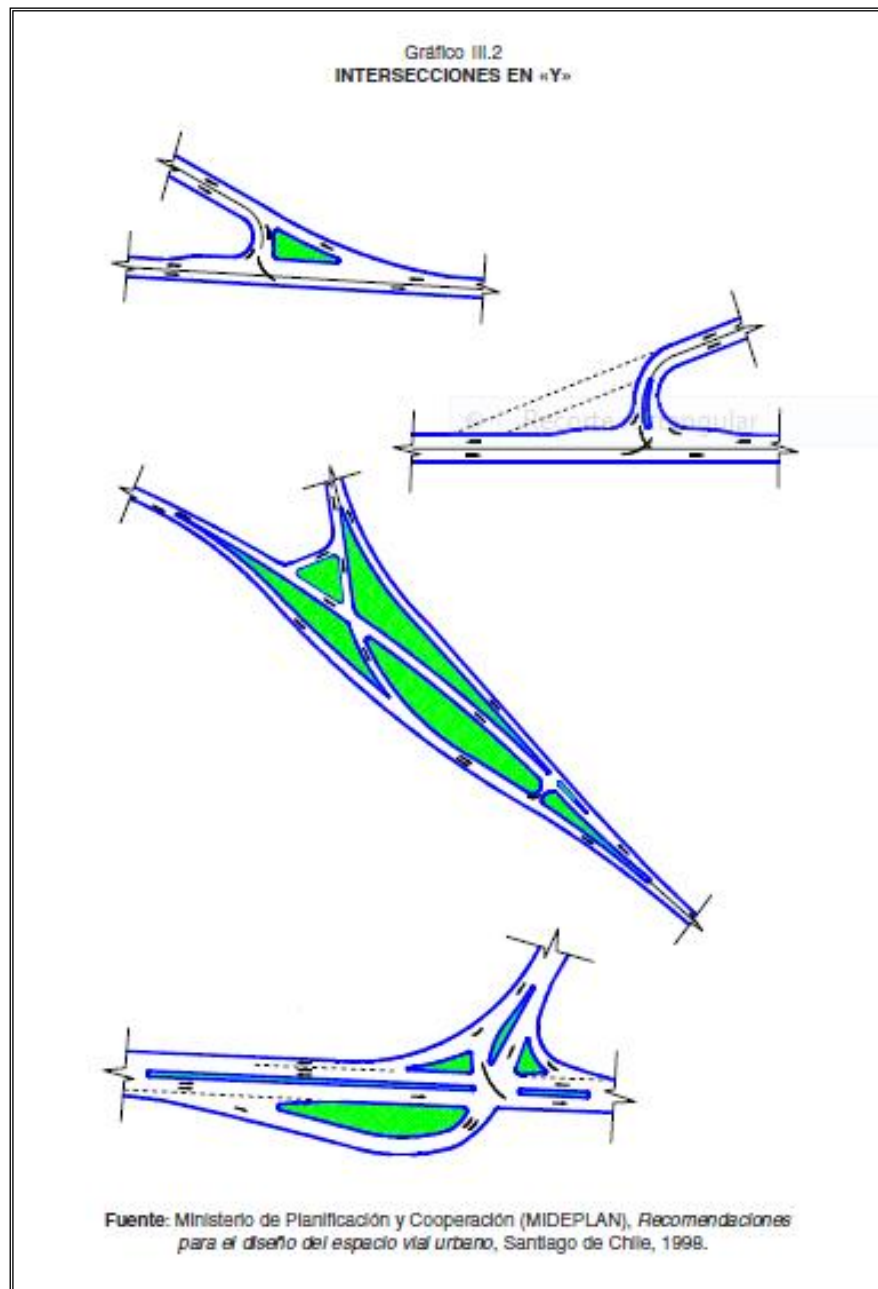


Figura 11 Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Intersecciones en «T» o «Y».

Fuente: (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2003).

4.3.1.2. Intersecciones en cruz o «cruces»

Conformadas por cuatro ramas que semejan una cruz. En el siguiente gráfico, se muestran casos típicos de esta clase de intersección.

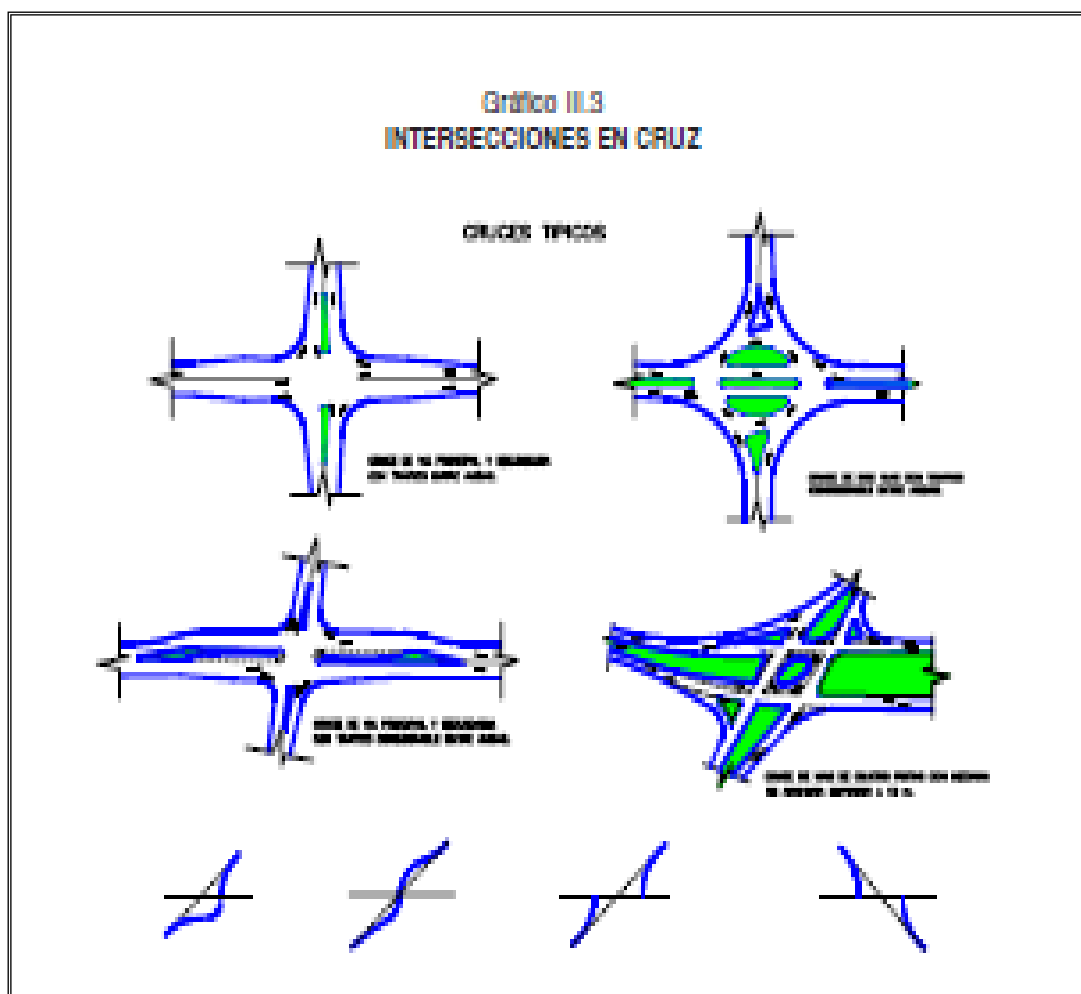


Figura 12 Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas) – Intersecciones en cruz o «cruces».

Fuente: (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2003).

4.3.1.3. Intersecciones múltiples

Compuestas por más de cuatro ramas, constituyen el caso más difícil de tratar; por lo general, es preferible suprimir una de las ramas, empalmándola con otra fuera de la intersección, si ello es posible.

4.3.1.4. Rotondas

Este tipo de solución consiste en empalmar las ramas sobre un anillo circular, elíptico o similar, por el que los vehículos giran hasta llegar a la rama de salida; para esto, pueden tener que trenzarse en uno o más puntos con los flujos provenientes de otros ingresos y destinados a otras salidas (ver siguiente gráfico). No deben emplearse semáforos y la preferencia corresponde al que viene por el anillo (por la izquierda de quien ingresa) (MIDEPLAN, 1998a). (p. 51-56).

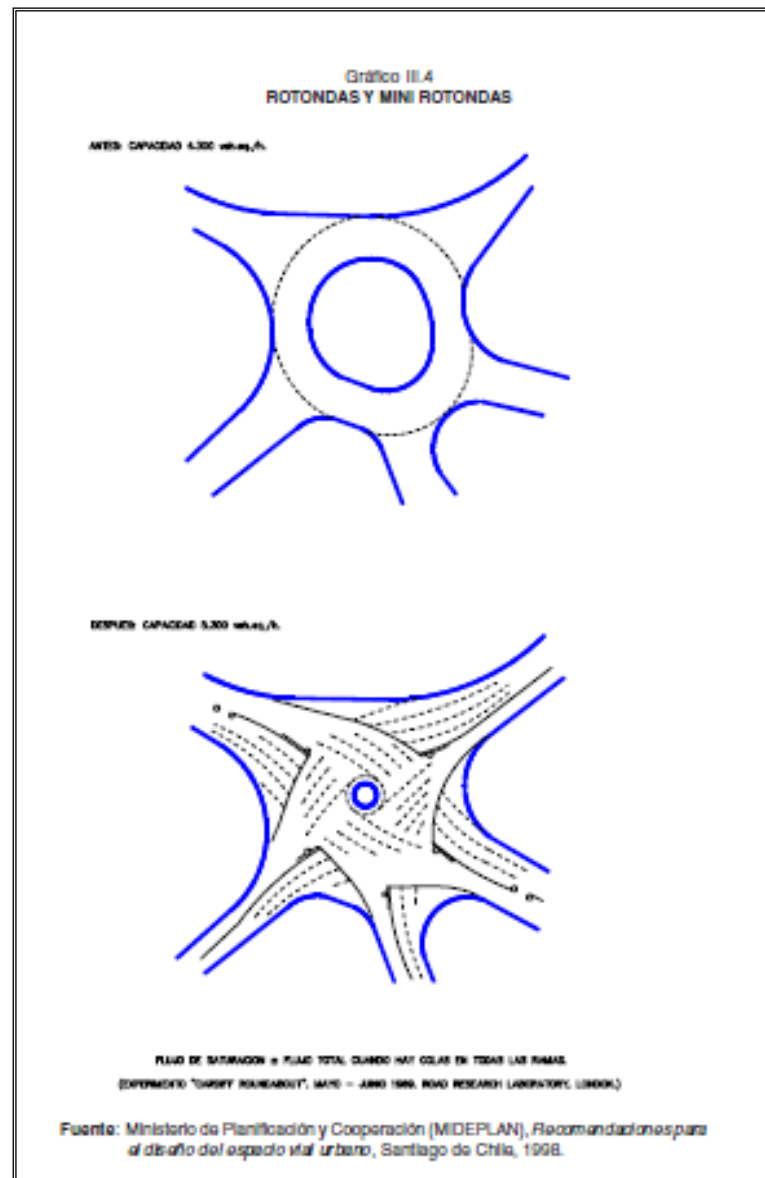


Figura 13 *Capítulo 4.3 Definición y Análisis del Área de Influencia (Áreas Metropolitanas)*
– *Rotondas.*

Fuente: (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2003).

4.4. Análisis de la Infraestructura Urbana existente

Una vez definida el área de estudio, es conveniente conocer la “Estructura Urbana o Usos del Suelo” de dicha área; es decir, entender cómo están organizadas las actividades urbanas y la estructura física que las aloja, entendiendo que cada una de estas interactúa sobre la otra. Este conjunto de actividades y sus relaciones, son las que muestran distintas dimensiones del fenómeno urbano.

El espacio urbano ofrece una gama de opciones para cubrir las necesidades humanas, tales como: vivienda, trabajo, interacción social, tiempo libre y la movilidad de las personas y las mercaderías.

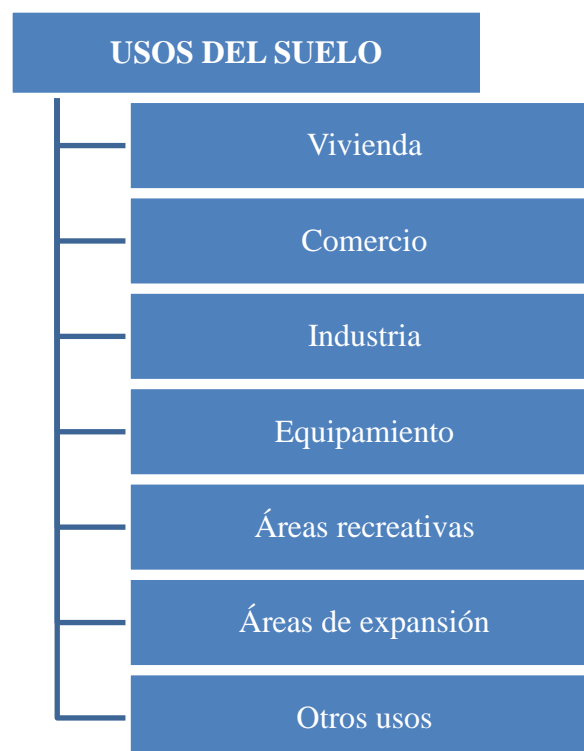


Figura 14 Capítulo 4.4 Análisis de la Infraestructura Urbana existente – Usos del Suelo.

Fuente: Elaboración propia.

Es útil analizar la estructura urbana y la distribución de las actividades en el espacio, para comprender patrones de demandas actuales y futuras sobre el transporte. Para este propósito, es preciso identificar y tabular el tipo de estructuras existentes en el área de estudio, con la ayuda de la siguiente tabla:

Tabla 1 *INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA*

INFRAESTRUCTURA URBANA					
TIPOLOGÍA	NÚMERO				
	1	2	3	MÁS DE 3	NINGUNO
ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN					
LUGARES PARA ACTIVIDADES CULTURALES					
CENTROS DEPORTIVOS					
HOSPITALES Y CLÍNICAS					
LUGARES DE VENTA DE ALIMENTOS, ROPA O SUPERMERCADOS					
INTITUCIONES FINANCIERAS Y/O COMERCIALES					
PARQUES Y PLAZAS					
OTROS USOS					
USO RESIDENCIAL (%)					

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Análisis de la Infraestructura Vial

Clasificación de vías, anchos de vías (carriles), ángulos de giro, tipo de calzada, estado de la calzada, sentido de circulación, zonas de carga o descarga, velocidades establecidas, obstrucciones laterales, restricciones para el rebase, señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, áreas de peajes urbanos, restricciones impuestas por la Administración, en relación al horario o por características de circulación de los vehículos o su carga, etc. y las velocidades límites alrededor del área de estudio:

La demanda de tránsito de una carretera o calle, se considera como una cantidad conocida en cualquiera de sus fases: planeación, estudio, proyecto y operación.

Cerquera Escobar (2007) “Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al “flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito”. (p.1).

Entendiéndose como condiciones de la vía a las características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc. Dispositivos de control de tránsito a los semáforos, señales, movimientos permitidos y lo referente al tránsito, composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular.

Cerquera Escobar (2007) “La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o personas durante un período de tiempo que muy a menudo es el periodo de 15 minutos pico. La capacidad no se refiere al máximo volumen al que puede darse servicio durante una hora. Esta definición contempla la posibilidad de variaciones significativas del flujo dentro de una hora. (p.2).

De manera general y por razones prácticas, se utilizará para este Estudio; la clasificación de vías urbanas del MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2009).

De acuerdo con el MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2009): atendiendo a su función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, las vías urbanas destinadas a la circulación vehicular, se clasifican según la siguiente tabla. (p.74-78).

Tabla 2 *CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS*

1.- "VÍA EXPRESA":

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 8 km. Velocidad de diseño entre 80 y 100 km/h".		
b) "Tiene muy alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, en ambos sentidos".		
c) "Flujo predominante de automóviles, con presencia de transporte público y vehículos de carga".		
d) "Sus cruces con otras vías o con circulaciones peatonales, preferentemente deberán ser a distintos niveles".		
e) "Sus cruces con otras vías deben estar a distancias no menores de 1.000 m., debiendo contar a lo menos con enlace controlado. Parada de buses sólo en lugares especialmente diseñados y habilitados".		
f) "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo, sobre la calzada de circulación".		
g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas no debe, en conjunto, ser inferior a 21 m".		
h) "No se contempla en ellas la existencia de ciclovías, pero pueden existir en las vías locales".		

- entre paradas de transporte público preferentemente será mayor de 300 m".
- f) "Permite estacionamiento de vehículos, para lo cual deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte".
- g) "El ancho mínimo de su calzada pavimentada, no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito".
- h) "Puede o no existir ciclovías".

5.- "VÍA LOCAL":

- a) "Su calzada atiende desplazamientos a corta distancia. Ausencia de continuidad funcional para servicios de transporte. Velocidad de diseño entre 20 y 30 km/h".
- b) "Tiene capacidad media o baja de desplazamiento de flujos vehiculares".
- c) "Flujo de automóviles, excepcionalmente transporte público".
- d) "Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a los pasajes".
- e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías".
- f) "Presenta alto grado de accesibilidad con su entorno".
- g) "Permite estacionamiento de vehículos en su calzada".
- h) "El ancho mínimo de su calzada no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un solo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito".
- i) "No se contempla en ella la presencia de ciclovías".

CUMPLE	
SI	NO

Fuente: MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2009).

El cumplir con todas o en su mayoría, con cada una de las características descritas para cada tipo de vía, nos permitirá determinar la vía de nuestro estudio.

Además, las condiciones de la vía o la infraestructura de ésta, se pueden tabular con ayuda de la subsiguiente tabla:

Tabla 3 **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS**

SENTIDO DE FLUIDOS	UNIDIRECCIONAL (puede referirse a calles de un solo sentido, reversibles o no)	BIDIRECCIONAL
MÍNIMO DE CARRILES EN CADA SENTIDO	NÚMERO	
EXISTENCIA DE PARADAS DE BUSES	SI	NO
EXISTENCIA DE SEMÁFOROS	SI	NO
EXISTENCIA DE ZONA DE CARGA O DESCARGA	SI	NO
RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LA ADMINISTRACIÓN (MUNICIPIO)	SI	NO
ZONA DE ESTACIONAMIENTOS	SI	NO
EXISTENCIA DE VEREDAS	SI	NO
VELOCIDADES ESTABLECIDAS DE CIRCULACIÓN (km/h)		
RESTRICCIONES PARA EL REBASE	SI	NO
ÁREAS DE PEAJE	SI	NO
CICLOVÍA	SI	NO
RESTRICCIÓN EN HORARIO DE CIRCULACIÓN	SI	NO

Fuente: Elaboración propia

4.6. Para tener evidencia de si existe o no congestión en el punto de estudio, se realizará conteos durante un período de tiempo definido

Según las categorías, se consideran vehículos livianos y motos, camiones y buses. Al efectuar la recolección de estos conteos, se establecerá además, el tiempo de conducción en congestiones, pero únicamente el tiempo que toma a los vehículos pasar por el punto de estudio, cuando hay o no tráfico. De acuerdo con estudios similares, las horas punta o pico, se definen como el espacio entre las 06:00 y las 10:00 y las 15:00 y las 19:00, de lunes a viernes, 40 de las 168 horas de la semana.

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta, según las actividades del sector, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

En las ciudades se tiene una variación típica de la siguiente manera, la madrugada empieza con bajo volumen de vehículos, el cual se va incrementando hasta alcanzar las cifras máximas entre las 7:30 y las 9:30 horas. De las 9:30 a las 13:00 horas vuelve a bajar y empieza a ascender para llegar a otro máximo entre las 13:00 y 14:00 horas. Vuelve de nuevo a disminuir entre las 14:00 y 17:00 horas, en que asciende a un máximo por tercera vez entre las 17:00 y las 20:00 horas. De esta hora en adelante tiende a bajar al mínimo en la madrugada.

En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de volúmenes de tránsito según sus movimientos direccionales. A continuación se

indica en la siguiente tabla, el formato para el conteo de tráfico en cada caso de estudio.

Tabla 4 *CONTEO DE TRÁFICO*

CALLE 1 (ORIGEN)	CALLE 2 (DESTINO)	SENTIDO	N° de vehículos				
			Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados

Fuente: Elaboración propia

4.7. Definir las Condiciones de Semaforización

Es decir, la información relativa a la programación de los semáforos existentes, esto es, longitud del ciclo en segundos, tiempos verdes en segundos, tiempo verde mínimo para peatones.

4.7.1. Intersecciones con Semáforos

De manera general, se analizará las intersecciones con semáforos bajo condiciones de circulación discontinua. Condiciones que tienen que ver con la geometría, el tránsito y los semáforos mismos.

Muy rara vez, se encontrará que todos los accesos de una intersección funcionen en las mismas condiciones. Por lo tanto, se debe hacer referencia a las capacidades de los diferentes accesos para movimientos críticos en carriles simples o agrupados.

A diferencia de los sistemas viales de circulación continua, en las intersecciones con semáforos, la capacidad no está totalmente correlacionada con un determinado nivel de servicio.

4.7.1.1. Niveles de Servicio

Pardo Delgado (2013) “El nivel de servicio de una intersección con semáforo se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, el consumo de combustible, incomodidad y frustración. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por parada de vehículos para un periodo de análisis de 15 minutos, considerando como periodo máximo de demanda.

La demora es una medida compleja y depende de algunas variables que indica el HCM 2010 que son:

- ✓ Factor de coordinación.
- ✓ Duración del ciclo.
- ✓ Tiempo de verde.
- ✓ Relación v/c para grupo de carriles.

La demora puede causar menos problemas si se mejora las coordinaciones semafóricas.

El Highway Capacity Manual 2010 define 6 tipos de niveles de servicio para intersecciones semaforizadas que se encuentran en la siguiente tabla. (p.8-9).

Tabla 5 *CUADRO RESUMEN DE NIVELES DE SERVICIO*

Nivel de Servicio	Demora por Semáforo (Segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	$> 10 \leq 20$
C	$> 20 \leq 35$
D	$> 35 \leq 55$
E	$> 55 \leq 80$
F	> 80

Fuente: Pardo Delgado (2013). TRB. Highway Capacity Manual 2000 capítulo 16 exhibit 16-2 pág. 16-2.

Pardo Delgado (2013) señala:

4.7.1.1.1. Nivel de Servicio A

Operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto pueden contribuir a las demoras mínimas.

4.7.1.1.2. Nivel de Servicio B

Operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo promedio. Algunos vehículos comienzan a detenerse.

4.7.1.1.3. Nivel de Servicio C

Operación con demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a prolongarse.

4.7.1.1.4. Nivel de Servicio D

Operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones verde/rojo altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos prolongados.

4.7.1.1.5. Nivel de Servicio E

Operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones verde/rojo muy altas.

4.7.1.1.6. Nivel de Servicio F

Operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada. (p. 8-10).

5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA CASOS DE ESTUDIO Y CONCLUSIONES

Para diagnosticar y conceptualizar soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular en la Ciudad de Quito, el primer paso fue escoger 3 sectores (a los que se aplicó la metodología propuesta), de entre 16 previamente analizados, cuya información se encuentra en los Anexos.

5.1. Caso 1: Avenidas 10 de Agosto y Orellana

1. Percepción de la congestión por parte de los usuarios, en relación al Nivel de Servicio prestado por la carretera o calle: basados en el instructivo propuesto, se colige un Nivel de Servicio “F”.



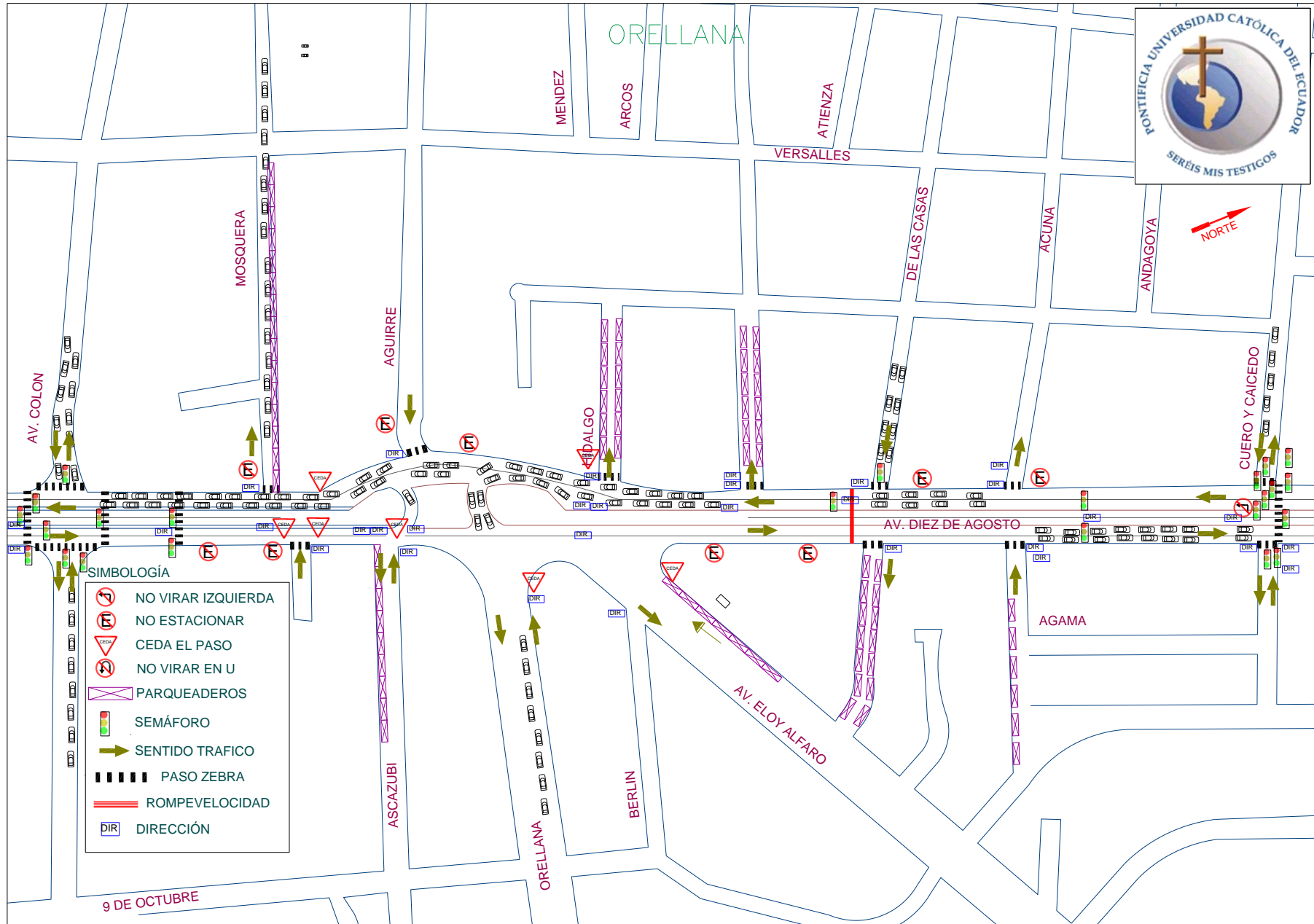
Figura 15 *Capítulo 5.1 - Caso 1: Avenidas 10 de Agosto y Orellana*

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Congestión Sentido Norte – Sur (Av. 10 de Agosto).
 - ✓ Confluencia adicional de las Avs. Eloy Alfaro y Orellana, generando congestión en el punto de intersección con la Av. 10 de Agosto.
 - ✓ Disminución del número de carriles y generación de un cuello de botella en el punto citado anteriormente.
2. Definición y análisis del área de influencia (áreas metropolitanas): de acuerdo a las gráficas siguientes, el área de influencia está delimitada respectivamente entre la Av. Colón y Las Casas en el sentido Norte – Sur y Av. 9 de Octubre y la calle Versalles en el sentido Este – Oeste.

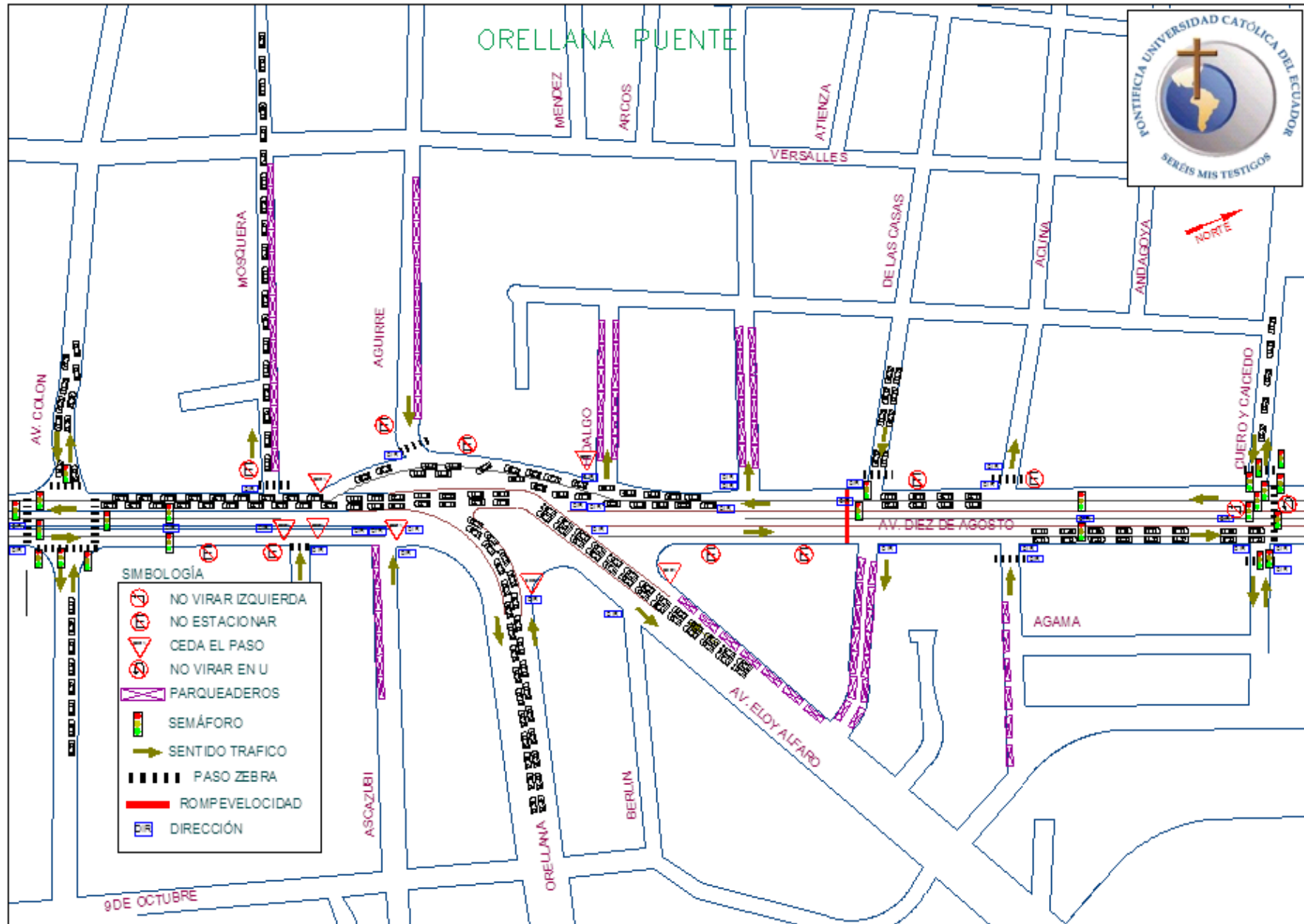
Gráficas 1 Av. Colón y Las Casas - Sentido Norte – Sur

Fuente: Elaboración propia



Gráficas 2 Av. 9 de Octubre y la calle Versailles en el sentido Este – Oeste

Fuente: Elaboración propia



3. Análisis de la infraestructura urbana existente: de la información previa, se desprende que la zona tiene un significativo porcentaje de edificaciones residenciales, a más de registrar establecimientos educativos, financieros y comerciales.

Tabla 6 **INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA**

INFRAESTRUCTURA URBANA					
TIPOLOGÍA	NÚMERO				
	1	2	3	MÁS DE 3	NINGUNO
ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN				X	
LUGARES PARA ACTIVIDADES CULTURALES					X
CENTROS DEPORTIVOS					X
HOSPITALES Y CLÍNICAS	X				
LUGARES DE VENTA DE ALIMENTOS, ROPA O SUPERMERCADOS				X	
INTITUCIONES FINANCIERAS Y/O COMERCIALES				X	
PARQUES Y PLAZAS					X
OTROS USOS					X
USO RESIDENCIAL (%)				X (50%)	

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis de la infraestructura vial: de acuerdo a su función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, el Caso de Estudio, se clasifica como una Vía Colectora; además, sus características geométricas se evidencian en la tabla correspondiente.

Tabla 7 *CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS***1.- "VÍA EXPRESA":**

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 8 km. Velocidad de diseño entre 80 y 100 km/h".		X
b) "Tiene muy alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, en ambos sentidos".		X
c) "Flujo predominante de automóviles, con presencia de transporte público y vehículos de carga".		X
d) "Sus cruces con otras vías o con circulaciones peatonales, preferentemente deberán ser a distintos niveles".		X
e) "Sus cruces con otras vías deben estar a distancias no menores de 1.000 m., debiendo contar a lo menos con enlace controlado. Parada de buses sólo en lugares especialmente diseñados y habilitados".		X
f) "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo, sobre la calzada de circulación".	X	
g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas no debe, en conjunto, ser inferior a 21 m".		X
h) "No se contempla en ellas la existencia de ciclovías, pero pueden existir en las vías locales".		X

2.- "VÍA TRONCAL":

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 6 km. Velocidad de diseño entre 50 y 80 km/h".		X
b) "Tiene alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos".		X
c) "Flujo predominante de transporte público y automóviles".	X	
d) "Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas, las cuales siempre son preferenciales. Sus cruces a nivel con otras vías troncales deben ser controlados. El cruce de peatones podrá ser a desnivel, en caso contrario, deberá estar restringido a los cruces semaforizados y prohibido en todo otro lugar de la vía".		X
e) "Los cruces, paradas de transporte público, servicios anexos y otros elementos singulares, deben estar distanciados entre sí a una distancia tal que no ocasione un perjuicio notorio sobre el patrón de circulación de esta tipología de vías".	X	
f) "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada".	X	
g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m".	X	
h) "En el caso de existir ciclovías, podrán ser materializadas en aceras".		X

3.- "VÍA COLECTORA":

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Sus calzadas atienden desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 3 km. Velocidad de diseño entre 40 y 50 km/h".		X
b) "Tiene capacidad media-alta de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos".	X	
c) "Flujo predominante de automóviles".	X	
d) "Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas o troncales, los cuales deben ser controlados".		X
e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías".	X	
f) "Puede prohibirse el estacionamiento de cualquier tipo de vehículos en ella".	X	
g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m".	X	
h) "Puede o no existir ciclovías".	X	

4.- "VÍA DE SERVICIO":

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Su calzada atiende desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 1 km. Velocidad de diseño entre 30 y 40 km/h".		X
b) "Tiene capacidad media de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando toda su calzada".	X	
c) "Flujo predominante de transporte público".		X

- | | | |
|---|---|---|
| d) "Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a las vías locales y pasajes, los cuales podrán ser controlados". | | X |
| e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. La separación entre paradas de transporte público preferentemente será mayor de 300 m". | X | |
| f) "Permite estacionamiento de vehículos, para lo cual deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte". | | X |
| g) "El ancho mínimo de su calzada pavimentada, no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito". | X | |
| h) "Puede o no existir ciclovías". | X | |

5.- "VÍA LOCAL":

- | | | CUMPLE | |
|--|---|---------------|-----------|
| | | SI | NO |
| a) "Su calzada atiende desplazamientos a corta distancia. Ausencia de continuidad funcional para servicios de transporte. Velocidad de diseño entre 20 y 30 km/h". | | | X |
| b) "Tiene capacidad media o baja de desplazamiento de flujos vehiculares". | X | | |
| c) "Flujo de automóviles, excepcionalmente transporte público". | | | X |
| d) "Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a los pasajes". | | | X |
| e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías". | | | X |
| f) "Presenta alto grado de accesibilidad con su entorno". | X | | |
| g) "Permite estacionamiento de vehículos en su calzada". | | | X |
| h) "El ancho mínimo de su calzada no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un solo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito". | X | | |
| i) "No se contempla en ella la presencia de ciclovías". | X | | |

Fuente: MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2009).

Tabla 8 **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS**

SENTIDO DE FLUIDOS	UNIDIRECCIONAL (puede referirse a calles de un solo sentido, reversibles o no)	BIDIRECCIONAL
MÍNIMO DE CARRILES EN CADA SENTIDO	NÚMERO	
	2	
EXISTENCIA DE PARADAS DE BUSES	SI	NO
		X
EXISTENCIA DE SEMÁFOROS	SI	NO
		X
EXISTENCIA DE ZONA DE CARGA O DESCARGA	SI	NO
		X
RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LA ADMINISTRACIÓN (MUNICIPIO)	SI	NO
		X
ZONA DE ESTACIONAMIENTOS	SI	NO
		X
EXISTENCIA DE VEREDAS	SI	NO
	X	
VELOCIDADES ESTABLECIDAS DE CIRCULACIÓN (km/h)	40 – 50	
RESTRICCIONES PARA EL REBASE	SI	NO
		X
ÁREAS DE PEAJE	SI	NO
		X
CICLOVÍA	SI	NO
		X
RESTRICCIÓN EN HORARIO DE CIRCULACIÓN	SI	NO
	X	

Fuente: Elaboración propia

5. Para tener evidencia de si existe o no congestión en el punto de estudio, se realizó conteos durante un período de tiempo definido, según las categorías vehiculares: vehículos livianos y motos, camiones y buses. (Ver tabla).

6. Definición de las condiciones de semaforización: No aplica.

Los síntomas de congestión vehicular del Caso de Estudio, han sido ilustrados o evidenciados con la Metodología planteada. Como se puede observar, el uso de las vías supera su capacidad en el 100% en horas pico.

Para el Caso de Estudio, se propone las siguientes Soluciones Conceptuales:

- 1- Mejorar el diseño geométrico en el giro entre la Av. 10 de Agosto hacia la Av. Orellana.
- 2- Direccionar el flujo con señalización vertical por carril, para evitar cruces.
- 3- Semaforización inteligente. (cruce de Avs. Orellana, Eloy Alfaro y 10 de Agosto).
- 4- Implementar parqueaderos públicos en la zona, con el fin de eliminar el parqueo en las calles aledañas (Mosquera Narváez y Aguirre) y facilitar el flujo vehicular hacia la Av. América.
- 5- Mejoramiento de la señalización vertical, por ejemplo NO ESTACIONAR, CEDA EL PASO, etc.
- 6.- Coordinación de semáforos (onda verde), de manera de reducir el tiempo de espera, así como también introducción de semáforos con duración variable para ajustarla según las necesidades de los distintos momentos del día.

Gráficas 3 Av. Colón y Las Casas Sentido Norte – Sur y Av. 9 de Octubre y la calle Versailles Sentido Este – Oeste

Fuente: Google Earth



5.2 Caso 2: Avenidas Panamericana Norte y Simón Bolívar

1. Percepción de la congestión por parte de los usuarios, en relación al Nivel de Servicio prestado por la carretera o calle: basados en el instructivo propuesto, se colige un Nivel de Servicio “F”.



Figura 16 *Capítulo 5.2 - Caso 2: Avenidas Panamericana Norte y Simón Bolívar*

Fuente: Elaboración propia

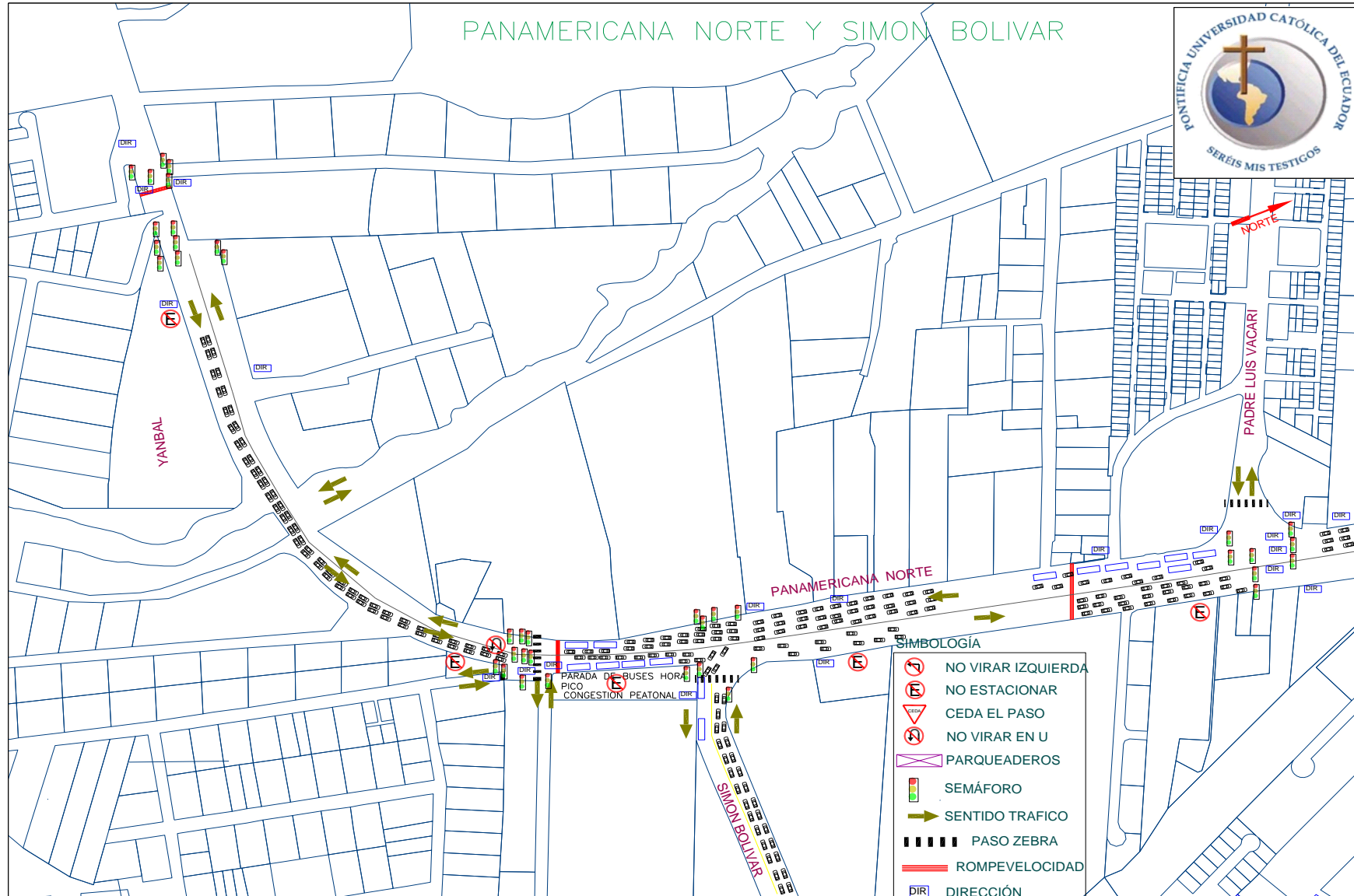
- ✓ Congestión Sentido Norte – Sur (Panamericana Norte hacia la Simón Bolívar).
- ✓ Disminución del número de carriles y generación de un cuello de botella en el punto citado anteriormente.
- ✓ Congestión Sentido Sur - Norte (Carcelén - Calderón).
- ✓ Congestión Sentido Este - Oeste (Simón Bolívar – Panamericana Norte).

2. Definición y análisis del área de influencia (áreas metropolitanas): de acuerdo a la gráfica siguiente, el área de influencia está delimitada entre la entrada a Carapungo hasta el Intercambiador de Carcelén y, aproximadamente 1 km. de la Av. Simón Bolívar.

Gráficas 4

Av. Panamericana Norte y Simón Bolívar

Fuente: Elaboración propia



Gráficas 5

Av. Panamericana Norte y Simón Bolívar

Fuente: Elaboración propia



3. Análisis de la infraestructura urbana existente: de la aplicación de la tabla correspondiente, se desprende que la zona tiene un significativo porcentaje de edificaciones residenciales, a más de registrar establecimientos educativos, financieros y comerciales.

Tabla 10 *INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA*

INFRAESTRUCTURA URBANA					
TIPOLOGÍA	NÚMERO				
	1	2	3	MÁS DE 3	NINGUNO
ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN		X			
LUGARES PARA ACTIVIDADES CULTURALES					X
CENTROS DEPORTIVOS					X
HOSPITALES Y CLÍNICAS					X
LUGARES DE VENTA DE ALIMENTOS, ROPA O SUPERMERCADOS				X	
INTITUCIONES FINANCIERAS Y/O COMERCIALES				X	
PARQUES Y PLAZAS	X				
OTROS USOS					X
USO RESIDENCIAL (%)				X (60%)	

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis de la infraestructura vial: de acuerdo a su función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, el Caso de Estudio, se clasifica como una Vía Colectora; además, sus características geométricas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 11 CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS

	CUMPLE	
	SI	NO
1.- "VÍA EXPRESA":		
a) "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 8 km. Velocidad de diseño entre 80 y 100 km/h".		X
b) "Tiene muy alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, en ambos sentidos".		X
c) "Flujo predominante de automóviles, con presencia de transporte público y vehículos de carga".	X	
d) "Sus cruces con otras vías o con circulaciones peatonales, preferentemente deberán ser a distintos niveles".		X
e) "Sus cruces con otras vías deben estar a distancias no menores de 1.000 m., debiendo contar a lo menos con enlace controlado. Parada de buses sólo en lugares especialmente diseñados y habilitados".		X
f) "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo, sobre la calzada de circulación".		X
g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas no debe, en conjunto, ser inferior a 21 m".	X	
h) "No se contempla en ellas la existencia de ciclovías, pero pueden existir en las vías locales".	X	
2.- "VÍA TRONCAL":		
a) "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 6 km. Velocidad de diseño entre 50 y 80 km/h".		X
b) "Tiene alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos".	X	
c) "Flujo predominante de transporte público y automóviles".	X	
d) "Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas, las cuales siempre son preferenciales. Sus cruces a nivel con otras vías troncales deben ser controlados. El cruce de peatones podrá ser a desnivel, en caso contrario, deberá estar restringido a los cruces semaforizados y prohibido en todo otro lugar de la vía".		X
e) "Los cruces, paradas de transporte público, servicios anexos y otros elementos singulares, deben estar distanciados entre sí a una distancia tal que no ocasione un perjuicio notorio sobre el patrón de circulación de esta tipología de vías".		X
f) "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada".		X

g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m".	X	
h) "En el caso de existir ciclovías, podrán ser materializadas en aceras".		X

3.- "VÍA COLECTORA":

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Sus calzadas atienden desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 3 km. Velocidad de diseño entre 40 y 50 km/h".		X
b) "Tiene capacidad media-alta de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos".	X	
c) "Flujo predominante de automóviles".	X	
d) "Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas o troncales, los cuales deben ser controlados".	X	
e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías".	X	
f) "Puede prohibirse el estacionamiento de cualquier tipo de vehículos en ella".	X	
g) "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m".	X	
h) "Puede o no existir ciclovías".	X	

4.- "VÍA DE SERVICIO":

	CUMPLE	
	SI	NO
a) "Su calzada atiende desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 1 km. Velocidad de diseño entre 30 y 40 km/h".		X
b) "Tiene capacidad media de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando toda su calzada".	X	
c) "Flujo predominante de transporte público".		X
d) "Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a las vías locales y pasajes, los cuales podrán ser controlados".		X
e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. La separación entre paradas de transporte público preferentemente será mayor de 300 m".	X	
f) "Permite estacionamiento de vehículos, para lo cual deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte".		X
g) "El ancho mínimo de su calzada pavimentada, no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito".	X	
h) "Puede o no existir ciclovías".	X	

5.- "VÍA LOCAL":

		CUMPLE	
		SI	NO
a)	"Su calzada atiende desplazamientos a corta distancia. Ausencia de continuidad funcional para servicios de transporte. Velocidad de diseño entre 20 y 30 km/h".		X
b)	"Tiene capacidad media o baja de desplazamiento de flujos vehiculares".	X	
c)	"Flujo de automóviles, excepcionalmente transporte público".		X
d)	"Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a los pasajes".		X
e)	"No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías".		X
f)	"Presenta alto grado de accesibilidad con su entorno".	X	
g)	"Permite estacionamiento de vehículos en su calzada".		X
h)	"El ancho mínimo de su calzada no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un solo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito".	X	
i)	"No se contempla en ella la presencia de ciclovías".	X	

Fuente: MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2009).

Tabla 12 **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS**

SENTIDO DE FLUIDOS	UNIDIRECCIONAL (puede referirse a calles de un solo sentido, reversibles o no)	BIDIRECCIONAL
MÍNIMO DE CARRILES EN CADA SENTIDO	NÚMERO	
	3	
EXISTENCIA DE PARADAS DE BUSES	SI	NO
	X	
EXISTENCIA DE SEMÁFOROS	SI	NO
	X	
EXISTENCIA DE ZONA DE CARGA O DESCARGA	SI	NO
		X
RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LA ADMINISTRACIÓN (MUNICIPIO)	SI	NO
		X
ZONA DE ESTACIONAMIENTOS	SI	NO
		X
EXISTENCIA DE VEREDAS	SI	NO
	X	
VELOCIDADES ESTABLECIDAS DE CIRCULACIÓN (km/h)	40 – 50	
RESTRICCIONES PARA EL REBASE	SI	NO
		X
ÁREAS DE PEAJE	SI	NO
		X
CICLOVÍA	SI	NO
		X
RESTRICCIÓN EN HORARIO DE CIRCULACIÓN	SI	NO
		X

Fuente: Elaboración propia

5. Para tener evidencia de si existe o no congestión en el punto de estudio, se realizó conteos durante un período de tiempo definido, según las categorías vehiculares: vehículos livianos y motos, camiones y buses. (Ver tabla).

6. Definición de las condiciones de semaforización: en la intersección de las dos avenidas, existen semáforos. Se determinó un Nivel de Servicio D: operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones verde/rojo altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.

Nota: En horas pico, el tráfico es controlado por agentes de la Agencia Metropolitana de Tránsito.

Los síntomas de congestión vehicular del Caso de Estudio, han sido ilustrados o evidenciados con la Metodología planteada. Como se puede observar, el uso de las vías supera su capacidad en el 100% alrededor de 18 horas diarias.

Para este caso en particular, y en virtud de que está ejecutando la construcción de un intercambiador, se debería tomar en cuenta todos los aspectos relacionados con la señalización horizontal y vertical, movilidad peatonal, semaforización, etc.; de tal manera, se garantice la descongestión durante y después de la construcción del Proyecto.

5.3 Caso 3: Avenida Napo y Pedro Pinto

- 1 Percepción de la congestión por parte de los usuarios, en relación al Nivel de Servicio prestado por la carretera o calle: basados en el instructivo propuesto, se colige un Nivel de Servicio “F”.



Figura 17 *Capítulo 5.3 - Caso 3: Avenida Napo y Pedro Pinto*

Fuente: Elaboración propia

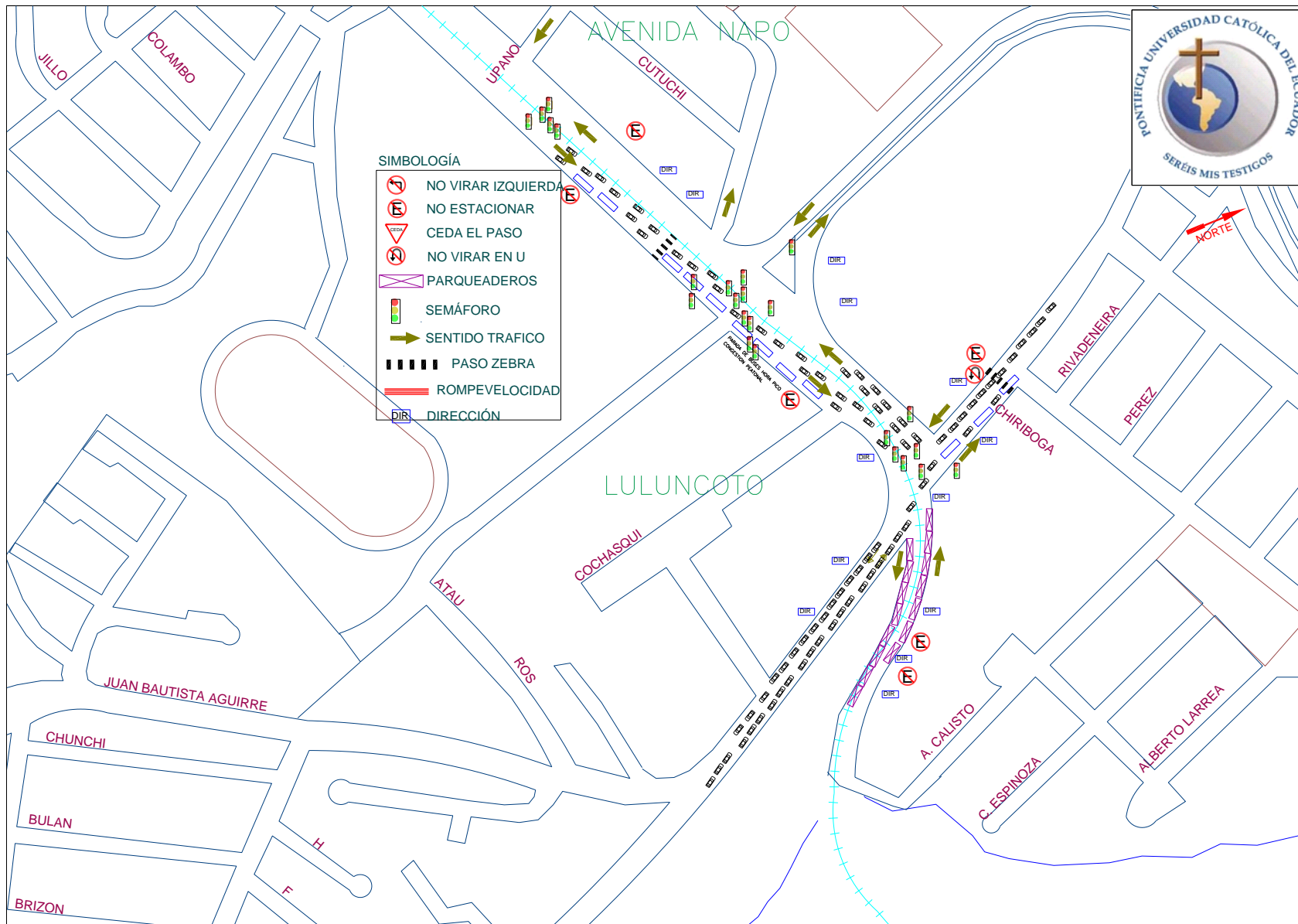
- ✓ Congestión Sentido Sur - Norte (Av. Napo – Pedro Pinto).
- ✓ Congestión Sentido Oeste - Este (Pedro Pinto – Av. Napo).
- ✓ Congestión Sentido Este - Oeste (Pedro Pinto – Av. Napo).

2 Definición y análisis del área de influencia (áreas metropolitanas): de acuerdo a la gráfica siguiente, la zona de influencia de la calle Pedro Pinto, está delimitada entre la calle Chiriboga y Guerra, y en la Av. Napo; entre la calle Upano y Pedro Pinto.

Gráficas 6

Av. Napo y Pedro Pinto

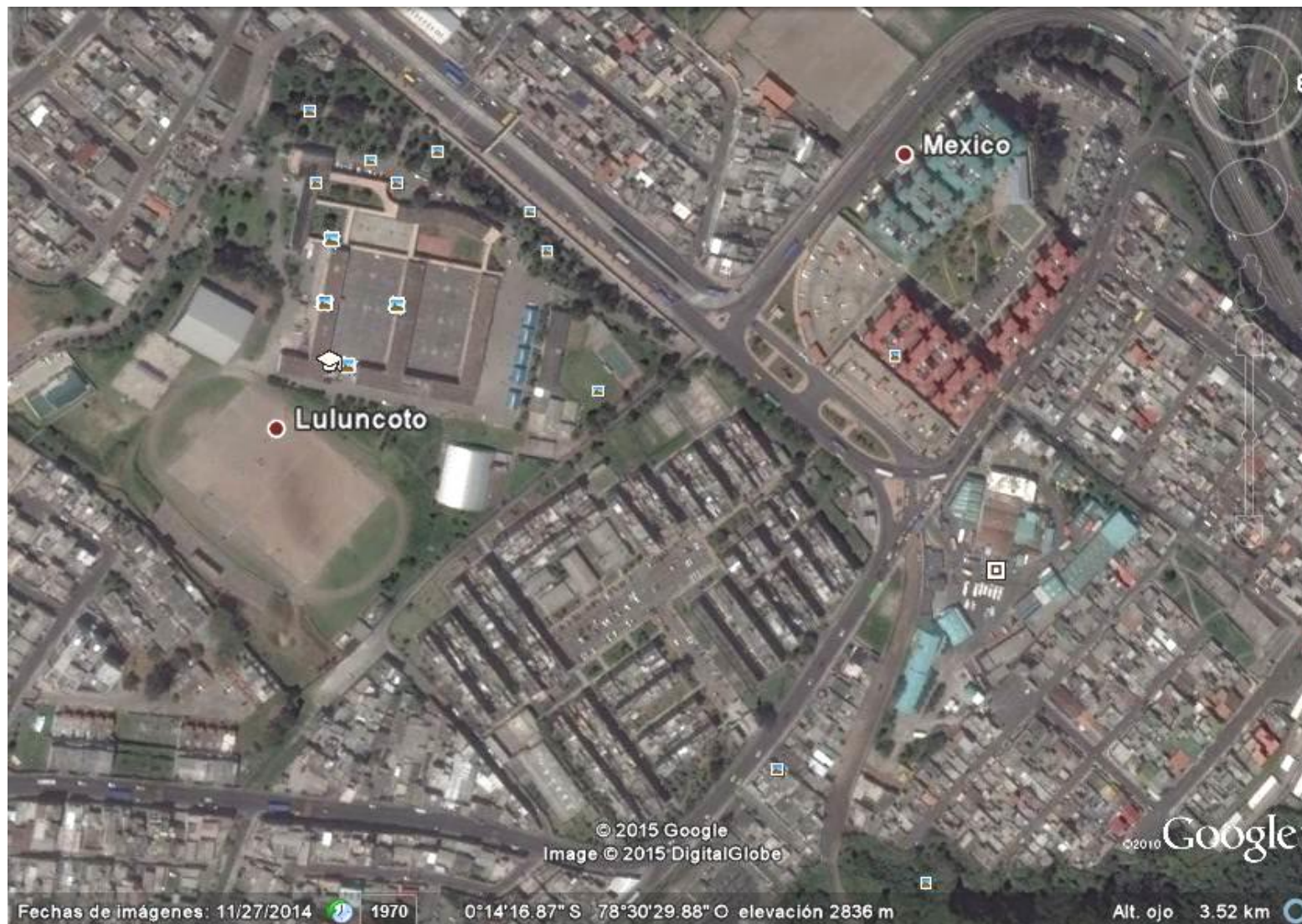
Fuente: Elaboración propia



Gráficas 7

Av. Napo y Pedro Pinto

Fuente: Elaboración propia



3. Análisis de la infraestructura urbana existente: de la aplicación de la tabla respectiva, se desprende que la zona tiene un significativo porcentaje de edificaciones residenciales, a más de registrar establecimientos educativos, financieros y comerciales.

Tabla 14 *INFRAESTRUCTURA URBANA: TIPOLOGÍA*

INFRAESTRUCTURA URBANA					
TIPOLOGÍA	NÚMERO				
	1	2	3	MÁS DE 3	NINGUNO
ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN				X	
LUGARES PARA ACTIVIDADES CULTURALES					X
CENTROS DEPORTIVOS	X				
HOSPITALES Y CLÍNICAS					X
LUGARES DE VENTA DE ALIMENTOS, ROPA O SUPERMERCADOS				X	
INTITUCIONES FINANCIERAS Y/O COMERCIALES				X	
PARQUES Y PLAZAS	X				
OTROS USOS					X
USO RESIDENCIAL (%)				X (70%)	

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis de la infraestructura vial: de acuerdo a su función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, el Caso de Estudio, se clasifica como una Vía de Servicio; además, sus características geométricas se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 15 *CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS***1.- "VÍA EXPRESA":**

- | | | CUMPLE | |
|----|---|---------------|-----------|
| | | SI | NO |
| a) | "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 8 km. Velocidad de diseño entre 80 y 100 km/h". | | X |
| b) | "Tiene muy alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, en ambos sentidos". | | X |
| c) | "Flujo predominante de automóviles, con presencia de transporte público y vehículos de carga". | X | |
| d) | "Sus cruces con otras vías o con circulaciones peatonales, preferentemente deberán ser a distintos niveles". | | X |
| e) | "Sus cruces con otras vías deben estar a distancias no menores de 1.000 m., debiendo contar a lo menos con enlace controlado. Parada de buses sólo en lugares especialmente diseñados y habilitados". | | X |
| f) | "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo, sobre la calzada de circulación". | X | |
| g) | "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas no debe, en conjunto, ser inferior a 21 m". | | X |
| h) | "No se contempla en ellas la existencia de ciclovías, pero pueden existir en las vías locales". | | X |

2.- "VÍA TRONCAL":

- | | | CUMPLE | |
|----|--|---------------|-----------|
| | | SI | NO |
| a) | "Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor a 6 km. Velocidad de diseño entre 50 y 80 km/h". | | X |
| b) | "Tiene alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos". | | X |
| c) | "Flujo predominante de transporte público y automóviles". | X | |
| d) | "Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas, las cuales siempre son preferenciales. Sus cruces a nivel con otras vías troncales deben ser controlados. El cruce de peatones podrá ser a desnivel, en caso contrario, deberá estar restringido a los cruces semaforizados y prohibido en todo otro lugar de la vía". | | X |
| e) | "Los cruces, paradas de transporte público, servicios anexos y otros elementos singulares, deben estar distanciados entre sí a una distancia tal que no ocasione un perjuicio notorio sobre el patrón de circulación de esta tipología de vías". | | X |
| f) | "Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y de detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada". | X | |
| g) | "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m". | | X |
| h) | "En el caso de existir ciclovías, podrán ser materializadas en aceras". | | X |

3.- "VÍA COLECTORA":

- | | | CUMPLE | |
|----|--|---------------|-----------|
| | | SI | NO |
| a) | "Sus calzadas atienden desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 3 km. Velocidad de diseño entre 40 y 50 km/h". | | X |
| b) | "Tiene capacidad media-alta de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos". | | X |
| c) | "Flujo predominante de automóviles". | | X |
| d) | "Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas o troncales, los cuales deben ser controlados". | | X |
| e) | "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías". | | X |
| f) | "Puede prohibirse el estacionamiento de cualquier tipo de vehículos en ella". | X | |
| g) | "El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m". | | X |
| h) | "Puede o no existir ciclovías". | X | |

4.- "VÍA DE SERVICIO":

- | | | CUMPLE | |
|----|--|---------------|-----------|
| | | SI | NO |
| a) | "Su calzada atiende desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 1 km. Velocidad de diseño entre 30 y 40 km/h". | X | |
| b) | "Tiene capacidad media de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando toda su calzada". | | X |
| c) | "Flujo predominante de transporte público". | X | |

- | | | |
|---|---|---|
| d) "Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a las vías locales y pasajes, los cuales podrán ser controlados". | | X |
| e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. La separación entre paradas de transporte público preferentemente será mayor de 300 m". | | X |
| f) "Permite estacionamiento de vehículos, para lo cual deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte". | | X |
| g) "El ancho mínimo de su calzada pavimentada, no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito". | X | |
| h) "Puede o no existir ciclovías". | X | |

5.- "VÍA LOCAL":

- | | | CUMPLE | |
|--|---|---------------|-----------|
| | | SI | NO |
| a) "Su calzada atiende desplazamientos a corta distancia. Ausencia de continuidad funcional para servicios de transporte. Velocidad de diseño entre 20 y 30 km/h". | X | | |
| b) "Tiene capacidad media o baja de desplazamiento de flujos vehiculares". | X | | |
| c) "Flujo de automóviles, excepcionalmente transporte público". | | | X |
| d) "Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a los pasajes". | | | X |
| e) "No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías". | X | | |
| f) "Presenta alto grado de accesibilidad con su entorno". | X | | |
| g) "Permite estacionamiento de vehículos en su calzada". | | | X |
| h) "El ancho mínimo de su calzada no debe ser inferior a 7 m., tanto si se trata de un solo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito". | | | X |
| i) "No se contempla en ella la presencia de ciclovías". | X | | |

Fuente: MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2009).

Tabla 16 **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS**

SENTIDO DE FLUIDOS	UNIDIRECCIONAL (puede referirse a calles de un solo sentido, reversibles o no)	BIDIRECCIONAL
MÍNIMO DE CARRILES EN CADA SENTIDO	NÚMERO	
	2	
EXISTENCIA DE PARADAS DE BUSES	SI	NO
	X	
EXISTENCIA DE SEMÁFOROS	SI	NO
	X	
EXISTENCIA DE ZONA DE CARGA O DESCARGA	SI	NO
		X
RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LA ADMINISTRACIÓN (MUNICIPIO)	SI	NO
		X
ZONA DE ESTACIONAMIENTOS	SI	NO
		X
EXISTENCIA DE VEREDAS	SI	NO
	X	
VELOCIDADES ESTABLECIDAS DE CIRCULACIÓN (km/h)	30 – 40	
RESTRICCIONES PARA EL REBASE	SI	NO
	X	
ÁREAS DE PEAJE	SI	NO
		X
CICLOVÍA	SI	NO
		X
RESTRICCIÓN EN HORARIO DE CIRCULACIÓN	SI	NO
	X	

Fuente: Elaboración propia

5. Para tener evidencia de si existe o no congestión en el punto de estudio, se realizó conteos durante un período de tiempo definido, según las categorías vehiculares: vehículos livianos y motos, camiones y buses. (Ver tabla).

Tabla 17 CONTEO DE TRÁFICO

Tabla 3.12 Conteo de tráfico en Avenida Napo y Pedro Pinto

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara **Director de Tesis:** Ing. Fredi Paredes
 Ing. Valeria Loaiza

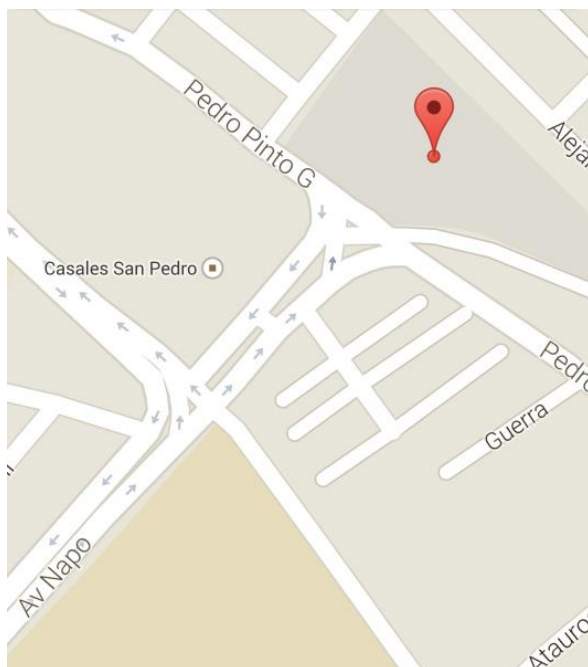
Hora de inicio: 17:00 Hora final: 18:00

Sector: Avenida Napo y Pedro Pinto Guzmán

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
2	Pedro Pinto Guzman	Occidental	Bajada	1386	245	201	378	87	25	5
1	Pedro Pinto Guzman	Occidental	Subida	1013	207	115	273	48	25	5
4	Napo		Sur a Norte	1229	163	157	322	66	26	5
3	Napo		Norte a Sur	1689	346	193	456	81	26	5
6	Pedro Pinto Guzman	Oriental	Bajada	1245	241	157	337	66	10	5
5	Pedro Pinto Guzman	Oriental	Subida	675	65	77	171	32	25	5

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	NUMERO DE SEMÁFOROS	NUMERO DE PASOS ZEBRA	NUMERO DE PASOS PEATONALES	NUMERO DE PARQUEOS
2	Pedro Pinto Guzman	Occidental	Bajada		1		
1	Pedro Pinto Guzman	Occidental	Subida	2	1		
4	Napo		Sur a Norte	1	1		
3	Napo		Norte a Sur				
6	Pedro Pinto Guzman	Oriental	Bajada	2			
5	Pedro Pinto Guzman	Oriental	Subida				

CONGESTIÓN PEATONAL No existe congestión peatonal debido a la congestión vehicular



6. Definición de las condiciones de semaforización: en la intersección de las dos vías, existen semáforos. Se determinó un Nivel de Servicio D: operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones verde/rojo altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.

Los síntomas de congestión vehicular del caso de Estudio, han sido ilustrados o evidenciados con la Metodología planteada. Como se puede observar, el uso de las vías supera su capacidad en el 100% en horas pico.

Para el caso de Estudio, se propone las siguientes Soluciones Conceptuales:

1. Mejorar el diseño geométrico en la intersección.
2. Semaforización inteligente y coordinación de semáforos adyacentes (onda verde), de manera de reducir el tiempo de espera.
3. Mejoramiento de la señalización horizontal y/o vertical, por ejemplo NO ESTACIONAR, CEDA EL PASO, etc.
4. Rediseño vial de la zona de influencia.

Concluyendo y apoyándonos en los Casos de Estudio, y con la finalidad de mejorar la circulación en la ciudad de Quito, se plantean medidas correctivas generales que podrían facilitar o permitir un mejor desempeño de la movilidad.

Acciones:

- Priorizar los ejes de movilidad, para ordenar y canalizar los flujos.
- Ejecutar controles de estacionamiento a lo largo de los principales ejes viales, lo que permitirá brindar un flujo libre en las vías.
- Optimizar tiempos de ciclos semafóricos de acuerdo con los volúmenes vehiculares. Medida que favorece un mejor desempeño de las intersecciones viales.
- Definir zonas restrictivas.
- Establecer sitios y horarios de carga y descarga en vías principales y zona central, esta medida se da por la presencia de usos de suelo diferentes al residencial.
- Complementar y mejorar la red vial de la ciudad, medidas necesarias para mejorar desde el punto de vista de la infraestructura el desempeño de la movilidad en la ciudad.

6. ANEXOS

Anexos 1 Av. De Los Shyris y Naciones Unidas

Anexo 1. Cuento de tráfico en Avenida de los Shyris y Naciones Unidas

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
 LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes
 Ing. Valeria Loaliza

Hora de inicio: 17:45

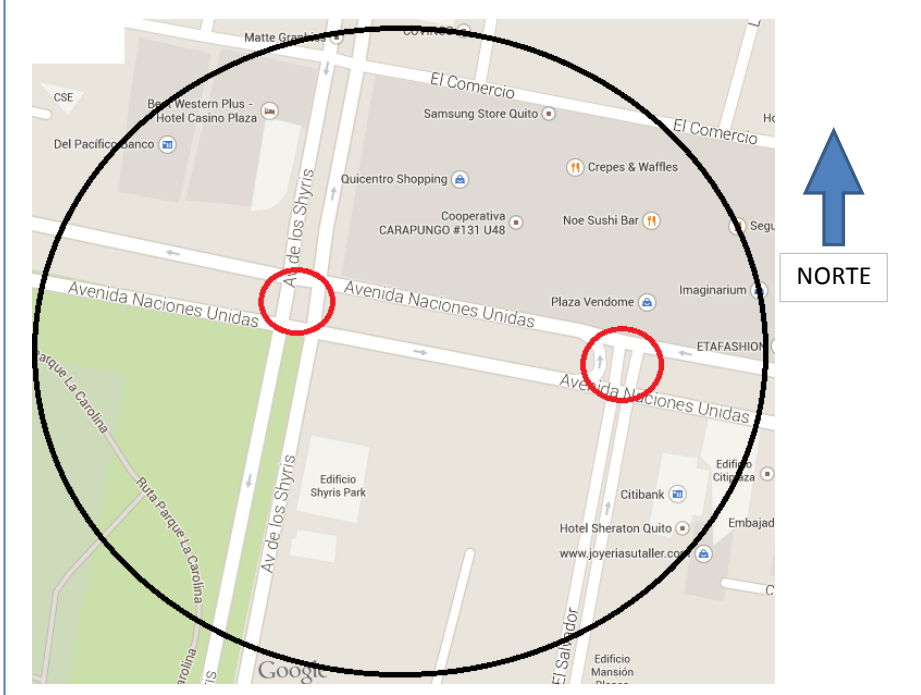
Hora final: 18:45

Sector: Panamericana Norte y Avenida Simon Bolivar

Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
			Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1 Shyris	Shyris	Sur - norte	944	54	100	288	20	15	3
2 Shyris	Av. NNUU	Sur - este	140	7	8	54	10	13	2
3 Shyris	Shyris	Norte - sur	1422	114	168	538	34	18	3
4 Shyris	Av. NNUU	Norte - oeste	257	0	54	187	12	17	2
5 Av. NNUU	Av. NNUU	Oeste - este	1100	44	108	330	5	8	3
6 Av. NNUU	Shyris	Oeste - sur	374	0	37	97	1	7	3
7 Av. NNUU	Shyris	Este - norte	128	0	28	157	12	18	6
8 Av. NNUU	Shyris	Este - sur	148	0	35	157	4	15	5
9 Av. NNUU	Av. NNUU	Este - oeste	687	106	126	468	24	16	5

Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	NUMERO DE SEMÁFOROS	NUMERO DE PASOS ZEBRA	NUMERO DE PASOS PEATONALES	NUMERO DE PARQUEOS
1 Shyris	Shyris	Sur - norte	1	1		
2 Shyris	Av. NNUU	Sur - este		1		
3 Shyris	Shyris	Norte - sur	1	1		
4 Shyris	Av. NNUU	Norte - oeste				
5 Av. NNUU	Av. NNUU	Oeste - este	1	1	1	
6 Av. NNUU	Shyris	Oeste - sur				
7 Av. NNUU	Shyris	Este - norte		1		
8 Av. NNUU	Shyris	Este - sur	1			
9 Av. NNUU	Av. NNUU	Este - oeste	1	1		

CONGESTIÓN PEATONAL Si existe congestión peatonal en horas pico debido a que es una zona muy transitada ya que existen centros comerciales y parques recreativos en el sector



Anexo 2. Cuento de tráfico en Avenida José Antonio de Sucre y Cesar Villacrés

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara **Director de Tesis:** Ing. Fredi Paredes
 Ing. Valeria Loaiza

Hora de inicio: 17:00

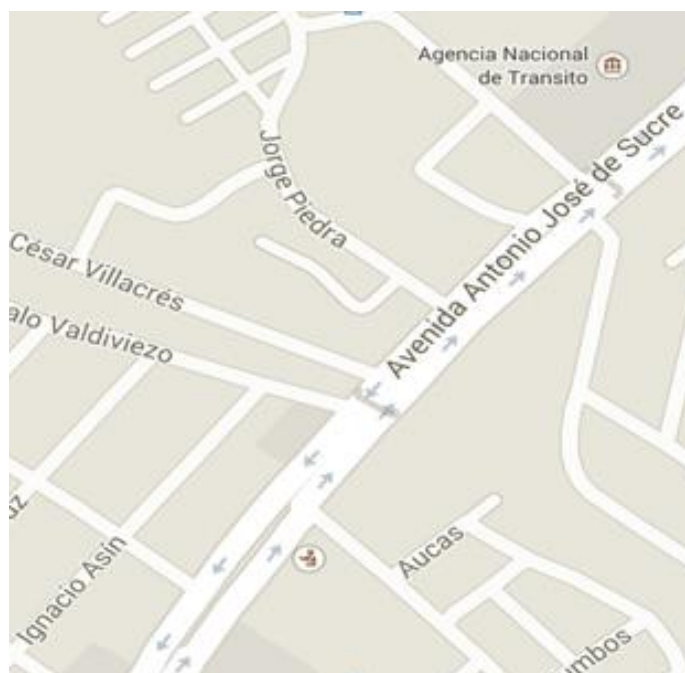
Hora final: 18:00

Sector: Occidental Calle Cesar Villacres

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	Occidental		Norte a Sur	4225	195	260	585	265	20	5
2	Occidental		Sur a Norte	4756	195	390	455	145	20	5
3	Cesar Villacres		Bajada	647	59	112	107	98	18	5
4	Cesar Villacres		Subida	771	61	57	45	45	5	5

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	NUMERO DE SEMÁFOROS	NUMERO DE PASOS ZEBRA	NUMERO DE PASOS PEATONALES	NUMERO DE PARQUEOS
1	Occidental		Norte a Sur	1	2	1	
2	Occidental		Sur a Norte	1	2		
3	Cesar Villacres		Bajada	1	1		
4	Cesar Villacres		Subida	1	1		

CONGESTIÓN PEATONAL No existe congestión peatonal, solo existe congestión vehicular



NORTE

Anexo 3. Cuento de tráfico en Av. de la Prensa, Mariscal Sucre y Manuel Córdova Galarza (Redondel Condado)

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara **Director de Tesis:** Ing. Fredi Paredes
 Ing. Valeria Loaiza

Hora de inicio: 17:00

Hora final: 18:00

Sector: Redondel del Condado

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
3	Manuel Cordoba Galarza	Redondel		2178	198	134	324	345	25	5
7	Redondel	Manuel cordoba Galarza		1906	155	159	542	253	13	5
1	Prensa	Redondel		1494	135	180	990	90	25	5
5	Redondel	Prensa		953	85	79	271	126	15	5
2	Mariscal Sucre	Redondel	Carcelen	1476	121	90	252	212	20	5
6	Redondel	Mariscal Sucre	Carcelen	358	34	21	61	51	25	5
4	Mariscal Sucre	Redondel	Condado	1206	108	126	243	198	21	5
8	Redondel	Mariscal Sucre	Condado	1347	119	112	383	179	14	5

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	NUMERO DE SEMÁFOROS	NUMERO DE PASOS ZEBRA	NUMERO DE PASOS PEATONALES	NUMERO DE PARQUEOS
3	Manuel Cordoba Galarza	Redondel		1	1		
7	Redondel	Manuel cordoba Galarza			1		
1	Prensa	Redondel		1	1		
5	Redondel	Prensa			1		
2	Mariscal Sucre	Redondel	Carcelen	1	1		
6	Redondel	Mariscal Sucre	Carcelen		1		
4	Mariscal Sucre	Redondel	Condado	1	1		
8	Redondel	Mariscal Sucre	Condado		1		
4	Cesar Villacres		Subida	1	1		

CONGESTIÓN PEATONAL Existe congestión peatonal en el sector de la prensa en horas pico debido a que existe un centro comercial en el punto conflictivo



Anexo 4. Cuento de tráfico en Av. Velasco Ibarra y Autopista General Rumiñahui y Av. Pichincha (El Trébol)

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara **Director de Tesis:** Ing. Fredi Paredes
 Ing. Valeria Loaiza

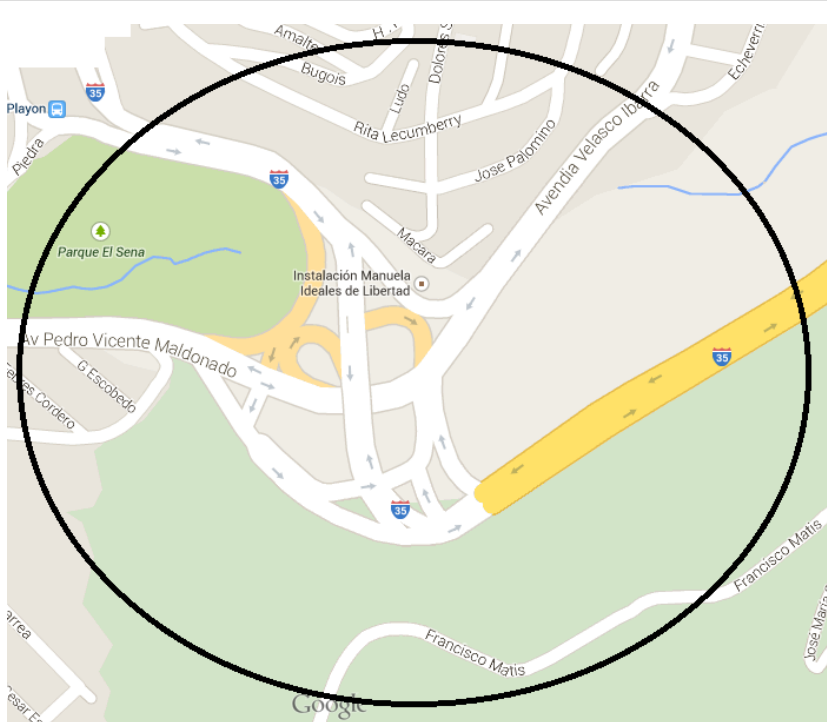
Hora de inicio: 08:00
 Hora pico: 07:00 - 10:00
 Sector: El trébol

Hora final: 09:00

Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
			Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1 Aut. General Rumiñahui	Centro y sur de Quito	Valle al Centro	2564	393	126	153	80	18	4
2 Centro y sur de Quito	Aut. General Rumiñahui	Quito al Valle	1097	71	87	134	172	20	4

Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	NUMERO DE SEMÁFOROS	NUMERO DE PASOS ZEBRA	NUMERO DE PASOS PEATONALES	NUMERO DE PARQUEOS
1 Aut. General Rumiñahui	Centro y sur de Quito	Valle al Centro	2	1		
2 Centro y sur de Quito	Aut. General Rumiñahui	Quito al Valle	2	1		

CONGESTIÓN PEATONAL Vía de alta velocidad por eso no existe congestión peatonal



Anexo 5. Cuento de tráfico en Av. 6 de Diciembre, Av. de los Shyris, Av. Diego de Almagro y Aut. Interoceánica

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

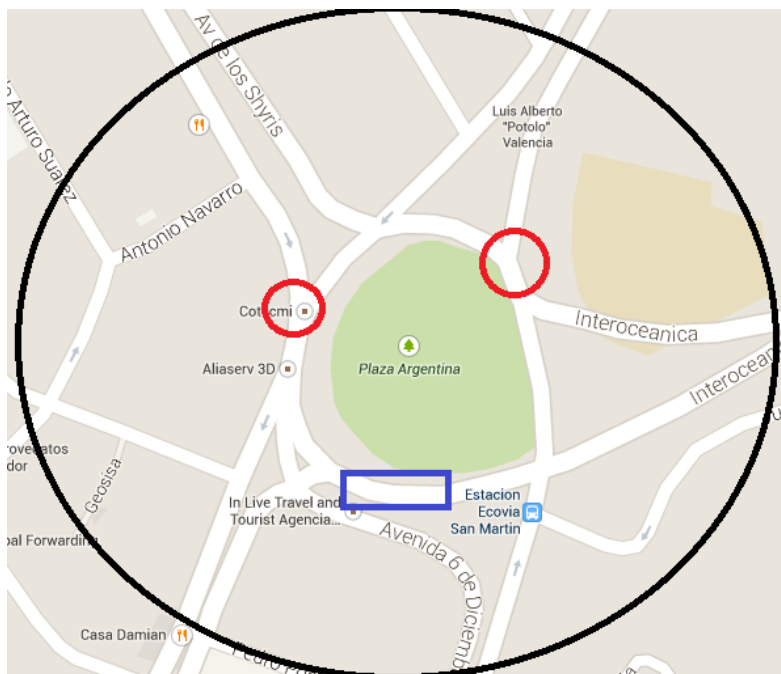
REALIZADO Ing. Lauro Lara **Director de Tesis:** Ing. Fredi Paredes
 Ing. Valeria Loaiza

Hora de inici 17:30 Hora fin: 18:30
 Hora pico: 17:30-19:00
 Sector: Plaza Argentina, Av. 6 de diciembre y Shyris

Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
			Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1 Shyris	Diego de almagro		1025	30	64	115	0	13	3
2 Shyris	6 de diciembre	Norte - sur	150	0	12	59	9	12	1
3 6 de diciembre	Diego de almagro		845	42	64	168	0	8	2
4 6 de diciembre	6 de diciembre		125	0	12	28	15	11	2
5 6 de diciembre	Tunel Guayasamin		256	0	18	52	0	12	3
6 Shyris	Tunel Guayasamin		532	0	36	79	0	17	3

Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	NUMERO DE SEMÁFOROS	NUMERO DE PASOS ZEBRA	NUMERO DE PASOS PEATONALES	NUMERO DE PARQUEOS
1 Shyris	Diego de almagro			1		
2 Shyris	6 de diciembre	Norte - sur		1		5
3 6 de diciembre	Diego de almagro			1		
4 6 de diciembre	6 de diciembre		1	1		
5 6 de diciembre	Tunel Guayasamin		1	1		
6 Shyris	Tunel Guayasamin			1		

CONGESTIÓN PEATONAL No existe congestión peatonal por el tráfico de autos



Anexo 7. Cuento de tráfico en Avenida Eloy Alfaro y Avenida de los Granados

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaliza

Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 13:00

Hora final: 14:00

Sector: Granados

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	Granados		Este a Oeste	840	33	97	62	31	10	2
2	Granados		Oeste a Este	512	15	35	127	32	20	3
3	Eloy Alfaro		Sur a Norte	1024	12	66	125	33	12	3
4	Eloy Alfaro		Norte a Sur	1202	64	37	186	14	8	2



Anexo 8 Cuento de tráfico en Avenida Diez de Agosto y Avenida de la Prensa (la Y)

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaiza

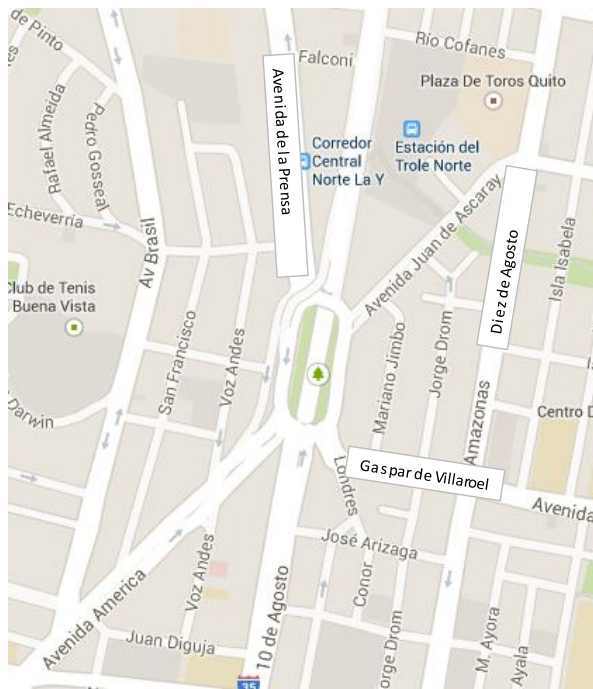
Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 12:00

Hora final: 13:00

Sector: La "Y"

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sentido	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	10 de Agosto		Sur a Norte	1254	52	154	413	32	15	2
	10 de Agosto		Norte a Sur	923	32	123	285	42	9	2
	Av. America			1494	21	180	523	36	15	2
2	Av. Prensa			842	38	93	271	41	8	1
3	Gaspar de Villaroel			1132	12	165	302	39	12	2
4	Juan de Ascaray			801	31	102	241	13	8	1



Anexo 9 Conteo de tráfico en Avenida Occidental y Avenida Mariana de Jesus

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaiza

Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 12:00

Hora final: 13:00

Sector: Florida

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sector	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	Occidental Sur-Norte		UTE Occidental	1540	52	44	292	83	15	3
2	Occidental Norte-Sur		UTE Occidental	1824	53	121	513	136	12	2



Anexo10 Cuento de tráfico en Avenida de la Prensa y la Florida

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaiza

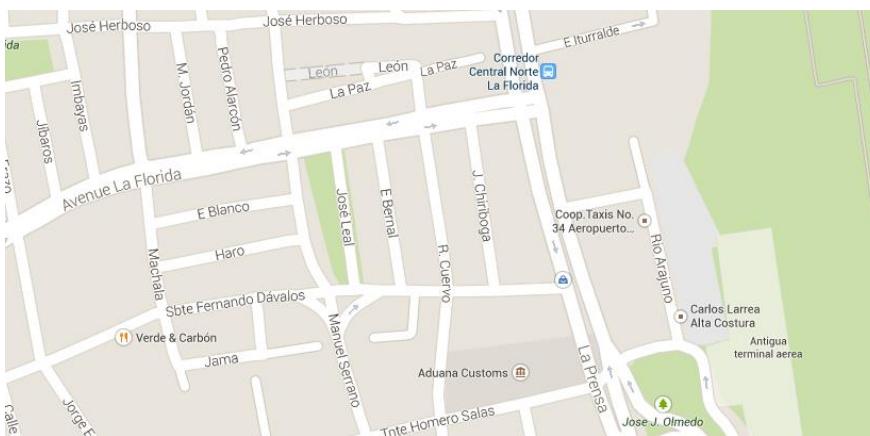
Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 12:00

Hora final: 13:00

Sector: Florida

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sector	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	Prensa Norte-Sur		Florida	744	32	140	252	16	12	2
2	Prensa Sur-Norte		Florida	940	36	116	256	12	12	2
3	Florida Oeste -Este		Florida	324	12	36	80	12	8	2



Anexo 11 Conteo de tráfico en Avenida Morán Valverde y Avenida Teniente Hugo Ortiz

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaiza

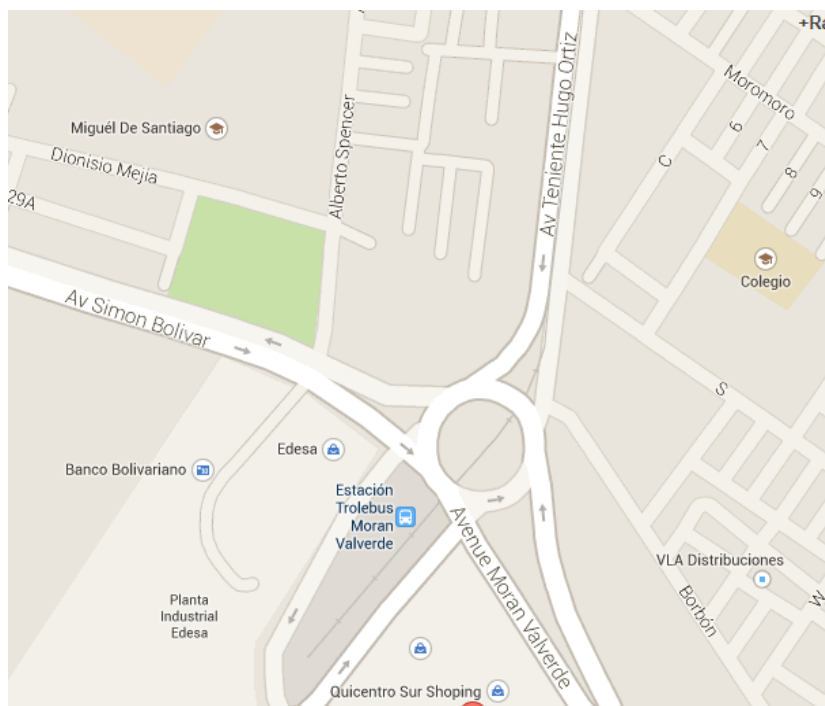
Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 13:00

Hora final: 14:00

Sector: Quicentro Sur

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sector	N° de vehículos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	Av. Simón Bolívar		Quicentro Sur	2078	54	154	316	52	15	2
2	Av. Teniente Hugo Ortiz		Quicentro Sur	2006	36	139	528	65	12	3
3	Av. Morán Valverde		Quicentro Sur	1394	45	175	870	78	14	2



NORTE

Anexo 12 Cuento de tráfico en Avenida Real Audiencia y Luis Tufiño

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaliza

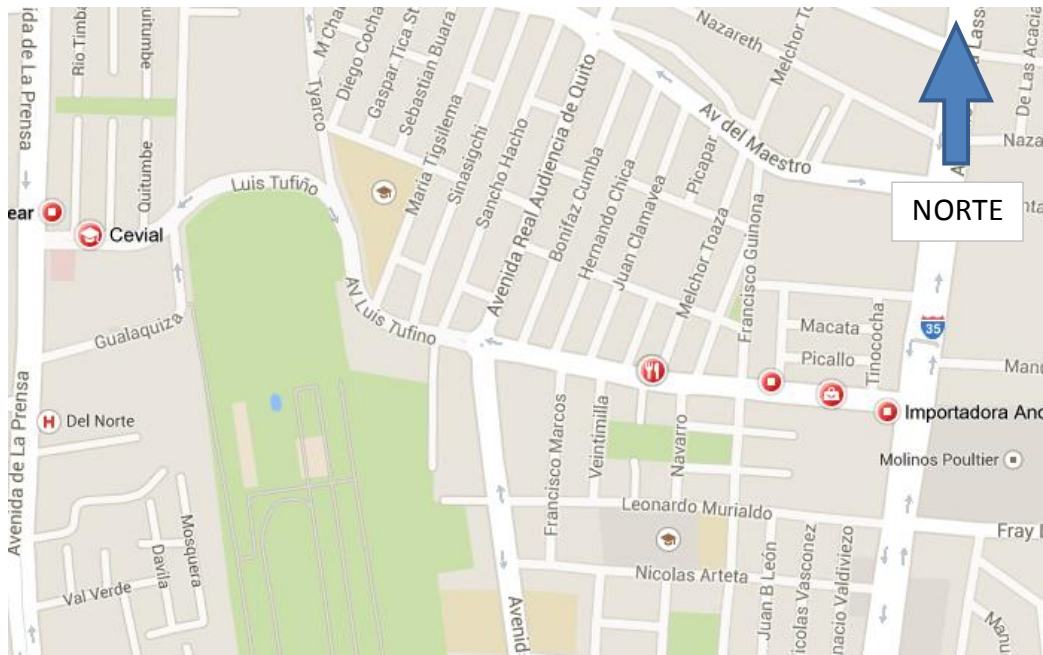
Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 18:00

Hora final: 19:00

Sector: Rumiñahui

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sector	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	Real Audiencia Sur-Norte		Rumiñahui	1086	66	30	144	36	10	1
	Real Audiencia Norte-Sur		Rumiñahui	738	72	120	180	60	10	1
2	Tufiño Este-Oeste		Rumiñahui	666	48	12	150	18	5	1
3	Tufiño Oeste-Este		Rumiñahui	960	3	90	264	48	5	1



Anexo 13 Conteo de tráfico en Avenida América y Avenida Colón (Seminario Mayor)

PROYECTO: Diagnóstico y Conceptualización de soluciones potenciales a puntos críticos de congestión vehicular
LOCALIZACIÓN: QUITO

REALIZADO Ing. Lauro Lara
 Ing. Valeria Loaiza

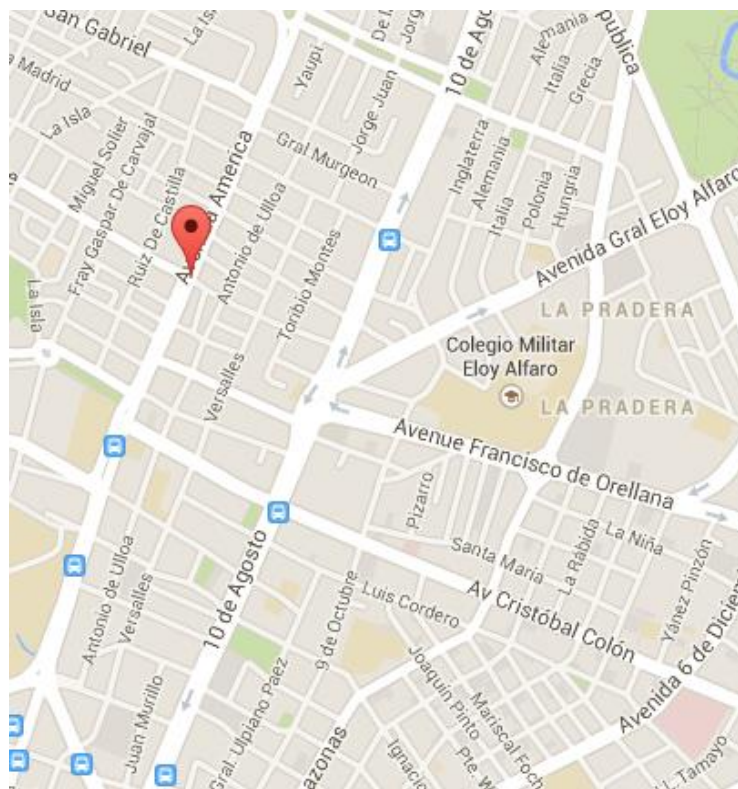
Director de Tesis: Ing. Fredi Paredes

Hora de inicio: 12:00

Hora final: 13:00

Sector: Seminario Mayor

	Calle 1 (ORIGEN)	Calle 2 (DESTINO)	Sector	N° de vehiculos				Minutos de viaje		
				Autos	Buses	Motos	Taxis	Pesados	Con tráfico	Sin tráfico
1	America Sur-Norte		Seminario Mayor	1005	154	106	272	14	8	2
2	America Norte-Sur		Seminario Mayor	968	92	68	403	32	9	3
3	Colón Este-Oeste		Seminario Mayor	425	37	39	167	11	15	4



Bibliografía

- Acuña Peralta, V. (2008). *Transporte y Lucha contra la Pobreza*. Trujillo. Banco Mundial. (01 de Octubre de 2014). *bancomundial.org*. Recuperado el 01 de 04 de 2015, de <http://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>
- Cerquera Escobar, F. Á. (2007). *CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL*. Tunja: Banco de Objetos Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia .
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (2003). *CONGESTIÓN DE TRÁNSITO EL PROBLEMA Y CÓMO ENFRENTARLO*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- Galarraga, X. (1995). PEAJES URBANOS: Una reflexión actual sobre la congestión del tráfico en nuestras ciudades (Argumentos sociales, tecnológicos y económicos). *Revista Internacional de los Estudios Vascos*, 311.
- Garber, N. J., & Hoel, L. A. (2009). *Traffic and Highway Engineering*. Cengage Learning.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO . (2009). *RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA*. Santiago.
- MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. (2012). *Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial*. Quito.
- Pardo Delgado, F. B. (2013). Comparación de resultados de capacidad de vías semaforizadas en la ciudad de Guayaquil usando Highway Capacity Manual 2010 y análisis de movilidad con bicicleta (TNM). Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Reyes Spíndola, R., & Cárdenas Grisales, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones*. México: Alfaomega.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL. (s.f.). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII*. México.