



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Propuesta de una Metodología para la
Elaboración de Estudios de Impacto
Vial (EIV) para la Ciudad de México**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Jesús Joaquín González Miranda

DIRECTOR DE TESIS

M.I. Francisco Javier Granados Villafuerte



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., mayo 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Señor
JESÚS JOAQUÍN GONZÁLEZ MIRANDA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. FRANCISCO JAVIER GRANADOS VILLAFUERTE, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL (EIV) PARA LA CIUDAD DE MÉXICO"

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES
- II. EL ESTUDIO DE IMPACTO VIAL
- III. ESTADO DEL ARTE DEL CONTENIDO BÁSICO DE UN EIV
- IV. NORMATIVIDAD DE LA PRÁCTICA DE LOS EIV EN LA CIUDAD DE MÉXICO
- V. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE EIV PARA LA CIUDAD DE MÉXICO
- VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS
- ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 14 de noviembre del 2016.
EL PRESIDENTE

M.I. GERMÁN LÓPEZ RINCÓN

GLR/MTH*gar.

Agradecimientos

A **Dios**, por permitirme culminar una etapa más en mi vida, por guardarme y guiarme en todo momento. Por ser mi alegría y mi fortaleza...

A mis padres, **Silverio y J. Margarita**, con respeto, admiración y amor, por su apoyo incondicional y desinteresado. Por confiar en mí, como hijo y como estudiante. Porque pese a la distancia, siempre estuvieron conmigo, con sus constantes visitas, con las extensas llamadas telefónicas diarias, con sus oraciones y en los continuos fines de semana que los visitaba deseando siempre que fueran interminables. La persona que hoy soy es gracias a ustedes. Sé que no existe manera alguna de pagarles todo su amor y su sacrificio que hicieron para que pudiera llegar a este momento, este logro es de ustedes... los amo... que Dios los bendiga...

A mi hermano **Silverio**, por su compañía a lo largo de toda mi vida y de estos recientes años de mi etapa universitaria. Por la franqueza de tus palabras siempre que busco una opinión o un consejo tuyo. Por cada noche que llegabas a desvelarte a causa mía porque me encontraba haciendo mis trabajos escolares, por eso y más... gracias... que Dios te bendiga...

A mi hermanito **José René (+)**, por todo lo que te prometí y porque siempre estarás presente en mí, por lo que hemos logrado, por los tantos agradables momentos que vivimos. Quedé maravillado de tu fortaleza y valentía... Gracias hermanito, no te olvidaré...

A mi tía **Porfiria** y a mi primo **Leo Benkis**, por recibirme en su hogar, atenderme, tenerme paciencia y cuidarme durante el primer año del inicio de mi etapa universitaria. Por cada mañana que me llevaban a la escuela y que no había la necesidad de que madrugaran conmigo. Por encaminarme a que poco a poco aprendiera a vivir en esta enorme ciudad y por todos los momentos gratos que pase al lado de ustedes, muchas gracias, que Dios los bendiga. En memoria de mi primo **Agustín Izagu (+)**, por en un principio brindarme su alegría, ánimo y estar seguro de que pasaría el examen y me quedaría en la UNAM... lo logré primo...

A mis amigos y compañeros de clases, gracias, siempre les recordaré... Una mención especial a: **Juan Manuel**, mi entrañable amigo, gracias por tu amistad sincera y desinteresada, por estar ahí siempre que necesitaba de apoyo, compañía, comprensión y consejo; por los incontables momentos que convivimos en la escuela, jugando básquetbol, comiendo, desvelándonos... te admiro. **David Emmanuel** por todos los

momentos buenos y no tan buenos que compartimos, por haber estado ahí, por el aprecio y admiración que me tuviste en su momento; me llevo lo bueno de ti, gracias. **Edgar Arturo “Chato”** pese a que llegué a tratarte más cercanamente en el último peldaño de la carrera pero haber compartido contigo muchas clases a lo largo de esta etapa, sin duda alguna tienes mi amistad y admiración, gracias por esos buenos momentos y por tu tiempo que me brindaste cuando requería de un consejo en la elaboración de este trabajo. **Luis Antonio “Toño Cooper”, Jonatan, Eduardo “Eduss”, Juan Manuel E.**, gracias por todo amigos, por las virtudes de cada uno, por lo que aprendí de ustedes, por escucharme, apoyarme y compartir valiosos momentos, mis mejores deseos hacia ustedes, que logren y superen mucho más de lo que anhelan.

A mi amada alma máter, **la Universidad Nacional Autónoma de México y su Facultad de Ingeniería** por todo lo que me ha brindado, por el privilegio de pertenecer a ella y formarme profesionalmente, por ser parte de la historia de mi vida...

A mi director de tesis, el **M.I. Francisco Javier**, por brindarme su tiempo, orientación y consejos en el desarrollo de esta tesis, lo admiro, gracias. A mis sinodales, por su tiempo en la revisión de este trabajo y sus respectivos comentarios. Al igual agradezco su confianza y amistad.

Mi sincero y eterno agradecimiento a quienes fueran mis profesores, sus enseñanzas, sus conocimientos compartidos, sus recomendaciones y consejos me han formado. Con admiración y respeto, muchas gracias.

Arq. Citlali Solares Peña
Ing. Heriberto Esquivel Castellanos
M.I. Carlos Villaseñor Mejía
M.I. Yahvé Abdul Ledezma Rubio
Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales
M.I. Ricardo Rubén Padilla Velázquez
Ing. José Manuel Covarrubias Solís
M.I. Nikte Norma Ocampo Guerrero
M.I. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose
M.I. Miguel Ángel Rodríguez Vega
M.I. Amalia Adriana Cafaggi Félix

Lic. María Guadalupe Salazar Hernández
Ing. Josué Garduño Chávez
M.I. Agustín Deméneghi Colina
Dr. Enrique Gavaldón Enciso
M.I. Juan Luis Umaña Romero
M.I. Francisco Javier Granados Villafuerte
M.I. José Antonio Aguirre Balcells
Dr. Enrique César Valdez
Ing. Óscar Enrique Martínez Jurado
M.I. Óscar Vega Roldán
Dr. Jesús Hugo Meza Puesto

A aquéllas personas que han confiado en mí y que me apoyaron de alguna u otra manera. **A ti** que me acompañaste a lo largo de mi carrera y que siempre me animaste a ser mejor y a seguir adelante, en las buenas y en las malas, muchas gracias... Dios te bendiga...

Dedicatoria

A **Dios**, por cada paso que doy y que tú siempre me has acompañado, sin ti nada soy...

A mi papá **Silverio González Balbuena**, gracias por todo, por estar ahí conmigo y por amarme tanto; para mí siempre serás el mejor ingeniero... te amo papá...

A mi mamá **J. Margarita Miranda López**, sin duda alguna eres una mujer excepcional, no tengo palabras para decirte lo maravillosa que eres, gracias por procurarme y amarme tanto... te amo mamá...

A mi hermano **Silverio González Miranda**, pese a ser muy diferentes en cuanto a carácter y pensamiento, no hay duda alguna de que te amo y que estoy orgulloso de ti y siempre ahí estaré para ti...

En memoria de mi hermanito **José René González Miranda (1999-2009)**, mi amor por ti es interminable y nunca te olvidaré. Por lo mucho que me enseñaste durante el poco tiempo que tuve la dicha de disfrutarte y tenerte aquí en esta vida, te llevaste mi admiración. Hoy, tengo la certeza de que estás con Dios y sus ángeles, y que fuiste una bendición para nosotros, tu familia. Esto va por ti... Hasta pronto hermanito...

A la memoria de mis abuelitos, **Joaquín González Salazar (+)** y **Anastasia Balbuena Gómez (+)**. Por haberme cuidado y amado tanto, gracias por todo, siempre estarán presentes en mí. Abuelita **Divina López Añorve** gracias por sus constantes oraciones y por lo que hemos compartido...

Yiyo y **Licha**, mis amadas mascotas, llegaron en momentos difíciles en mi vida y la de mi familia; y estuvieron presentes en muchos bellos momentos mostrándonos siempre su fidelidad y sincero amor, mismos que como seres humanos llegamos a carecer... siempre los recordaré con amor...

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”

Filipenses 4:13

“Cuando veo tus cielos, obra de tus dedos,
la luna y las estrellas que tú formaste, digo:
¿Qué es el hombre, para que tengas de él memoria,
y el hijo del hombre, para que lo visites?
Le has hecho poco menor que los ángeles,
y lo coronaste de gloria y de honra”.

Salmos 8:3-5

“Jesús les respondió: ¿Ahora creéis?
He aquí la hora viene, y ha venido ya,
en que seréis esparcidos cada uno por su lado,
y me dejaréis solo; mas no estoy solo, porque el Padre está conmigo.
Estas cosas os he hablado para que en mí tengáis paz.
En el mundo tendréis aflicción; pero confiad, yo he vencido al mundo”.

San Juan 16:31-33

“Así dijo Jehová: No se alabe el sabio en su sabiduría,
ni en su valentía se alabe el valiente, ni el rico se alabe
en sus riquezas. Más alábase en esto el que se hubiere de
alabar: en entenderme y conocerme, que yo soy Jehová...”

Jeremías 9:23-24

Propuesta de una Metodología para la Elaboración de Estudios de Impacto Vial (EIV) para la Ciudad de México

ÍNDICE

	Pág.
Lista de Figuras	I
Lista de Tablas	II
Glosario	III
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
1.- ANTECEDENTES	4
2.- EL ESTUDIO DE IMPACTO VIAL	6
2.1.- Definición de un EIV	6
2.2.- Importancia de un EIV	7
2.3.- Encargados de la elaboración de los EIV	9
2.4.- Vida funcional de un EIV	9
3.- ESTADO DEL ARTE DEL CONTENIDO BÁSICO DE UN EIV	11
3.1.- Perspectiva	11
3.2.- Literatura de guías y directrices extranjeras	11
3.2.1.- Introducción	11
3.2.2.- Alcance	12
3.2.3.- Australia	13
3.2.4.- Chile	19
3.2.5.- Emiratos Árabes Unidos	21
3.2.6.- Estados Unidos de América	25
3.2.7.- Reino Unido	33
3.2.8.- Sudáfrica	39
3.3.- Contenido básico de un EIV	42
3.3.1.- Introducción	42
3.3.2.- Panorama general del entorno en estudio y las características del proyecto	43
3.3.2.1.- Características del proyecto	43
3.3.2.2.- Área de estudio	44
3.3.2.3.- Zonificación	44
3.3.3.- Condiciones existentes	45
3.3.3.1.- Identificación de los elementos de tránsito	45
3.3.3.2.- Aforos	47
3.3.3.2.1.- Métodos de aforo	48

3.3.3.3.- Panorama actual del tránsito	49
3.3.4.- Condiciones futuras	50
3.3.4.1.- Generación de viajes	50
3.3.4.2.- Distribución de viajes	51
3.3.5.- Resultados y proposición de medidas de mitigación	51
3.3.6.- Revisión y aprobación	52
3.4.- Cuadro comparativo del contenido clave de los Estudios de Impacto Vial de los países previamente seleccionados	52
4.- NORMATIVIDAD DE LA PRÁCTICA DE LOS EIV EN LA CIUDAD DE MÉXICO	57
4.1.- Introducción	57
4.2.- Dependencias	57
4.3.- Principales ordenamientos legales	60
4.3.1.- Trámites indispensables	61
4.4.- De la normatividad urbana	62
4.5.- Situación de la aprobación de desarrollos en la Ciudad de México, algunos casos seleccionados	69
4.5.1.- Preámbulo	69
4.5.2.- PAOT: Denuncias ciudadanas	70
4.5.3.- La edificación de desarrollos	72
4.5.3.1.- Centro comercial Oasis Coyoacán	74
4.5.3.2.- Centro comercial Patio Tlalpan	76
4.5.3.3.- Centro comercial Gran Terraza Coapa	79
4.5.3.4.- La Gran Rueda de la Ciudad de México	82
4.5.3.5.- La Arena Ciudad de México	84
4.5.3.6.- Otros desarrollos	85
5.- METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE EIV PARA LA CIUDAD DE MÉXICO	87
5.1.- Metodología	87
5.2.- Iniciando el proceso	88
5.3.- Requerimientos que conducen a realizar un EIV	88
5.4.- Categoría de un EIV	91
5.5.- Extensión del EIV	92
5.6.- Descripción, entorno y bases del estudio	93
5.6.1.- Información general del desarrollo propuesto	93
5.6.1.1.- Localización	94
5.6.1.2.- Dimensiones del desarrollo	95
5.6.2.- Uso de suelo	95
5.6.3.- Reconocimiento de la zona de estudio	99
5.6.3.1.- Área de estudio	99
5.6.3.2.- Selección del año horizonte de estudio	102

5.7.- Escenario de las condiciones existentes	103
5.7.1.- Inventario vial	104
5.7.1.1.- Logística	105
5.7.1.2.- Inventario geométrico	105
5.7.1.3.- Inventario de dispositivos para el control de tránsito	111
5.7.1.3.1.- Señalamiento horizontal	112
5.7.1.3.2.- Señalamiento vertical	113
5.7.1.3.3.- Dispositivos de control	114
5.7.2.- Hora pico	115
5.7.2.1.- Factor de hora pico	115
5.7.2.2.- Consideraciones	116
5.7.3.- Aforos	117
5.7.3.1.- Aforo vehicular	117
5.7.3.2.- Aforo peatonal	119
5.7.3.2.1.- Importancia	119
5.7.3.2.2.- Información requerida para el EIV	120
5.7.3.3.- Aforo ciclista o conteo ciclista	121
5.7.3.4.- Tránsito existente	122
5.8.- Escenario de las condiciones futuras	123
5.8.1.- Flujo vehicular a futuro	124
5.8.1.1.- Métodos de proyección	124
5.8.1.1.1.- Método de crecimiento basado en impactos de desarrollos adicionales ..	124
5.8.1.1.2.- Método basado en planes integrales de transporte o de volúmenes planificados	126
5.8.1.1.3.- Método de tendencias o tasas de crecimiento	126
5.8.2.- Generación de viajes	128
5.8.2.1.- Tasas de generación de viajes	129
5.8.2.2.- Ecuaciones de generación de viajes	130
5.8.2.3.- Variación de las estadísticas	132
5.8.2.4.- Selección de la variable independiente	133
5.8.2.5.- Estudio de generación de viajes	135
5.8.2.6.- Tipos de viajes	137
5.8.2.7.- Estimación de los viajes generados	139
5.8.3.- Distribución de viajes	140
5.8.3.1.- Métodos de distribución	141
5.8.3.1.1.- Analogía	141
5.8.3.1.2.- Modelo gravitacional	142
5.8.3.1.3.- Sustitución de información	143
5.8.4.- Asignación de viajes	144
5.9.- Proceso de análisis	146
5.9.1.- Conceptualización	147
5.9.1.1.- Flujo de tránsito	148

5.9.1.2.- Capacidad	149
5.9.1.3.- Nivel de Servicio (LOS)	149
5.9.1.4.- Uso de software	153
5.9.2.- Análisis de tránsito	155
5.9.2.1.- Situación actual	156
5.9.2.2.- Situación a futuro sin contemplar el desarrollo	157
5.9.2.3.- Situación a futuro con el desarrollo	158
5.9.2.4.- Análisis de medidas de mitigación	159
5.9.2.4.1.- Integración de las medidas de mitigación propuestas	161
5.9.3.- Resultados	164
5.10.- Reporte	164
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	168
REFERENCIAS	171
ANEXOS	175

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1. Localización de los países seleccionados para la consulta de información	13
Figura 3.2. Portada del AGTM	16
Figura 3.3. Portada del Transportation Impact Study Guidelines	24
Figura 3.4. Portada del Transportation Impact Analyses for Site Development	29
Figura 3.5. Portada del Transportation Site Impact Handbook	31
Figura 3.6. División geográfica de los Distritos que integran al ITE	32
Figura 3.7. Organigrama básico de las autoridades que intervienen en el desarrollo de políticas en relación al transporte en el Reino Unido	34
Figura 3.8. Portada del Transport Assessment and Implementation: A Guide	37
Figura 3.9. Portada del Documento Guidance on Transport Assessment	38
Figura 3.10. Portada South African Traffic Impact and Site Traffic Assessment Manual Vol.1	41
Figura 4.1. Denuncias ciudadanas PAOT, 2002-2016	71
Figura 4.2. Porcentaje y número de denuncias recibidas según el tema en el año 2015	71
Figura 4.3. Recepción de denuncias por delegación, período 2002-2016	72
Figura 4.4. Ubicación de Oasis Coyoacán	75
Figura 4.5. Localización del predio de Patio Tlalpan	77
Figura 4.6. Localización del proyecto Gran Terraza Coapa	80
Figura 4.7. Zona conflictiva del proyecto	81
Figura 5.1. Metodología propuesta	87
Figura 5.2. Ejemplo consulta de uso de suelo	98
Figura 5.3. ID de accesos y salidas	107
Figura 5.4. Vista en planta de la vialidad	108
Figura 5.5. Corte de la sección transversal de las vialidades	108
Figura 5.6. Vista en perspectiva del perfil vial	109
Figura 5.7. Ejemplo de señalamiento horizontal en una intersección	112
Figura 5.8. Ejemplo de señalamiento horizontal en una vialidad con carril de cambio de velocidad.	113
Figura 5.9. Ejemplo de señalamientos verticales	114
Figura 5.10. Ejemplo de un aforo vehicular. En la imagen izquierda, aforo manual; en la derecha, aforo por método radar-sistema de video.....	119
Figura 5.11. Interrelación entre el sistema de transporte y la demanda	123
Figura 5.12. Selección de métodos de estimación de generación de viajes	132
Figura 5.13. Tipos de viajes	138
Figura 5.14. Relación entre los tipos de viajes	139
Figura 5.15. Distribución de viajes	144
Figura 5.16. Asignación de viajes	146
Figura 5.17. Niveles de Servicio	151
Figura 5.18. Procedimiento de un EIV	163

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. Guías principalmente aplicadas en Australia, para llevar a cabo los Estudios de Impacto Vial	18
Tabla 3.2. Agencias gubernamentales de transporte en los Estados Unidos	27
Tabla 3.3. Cuadro comparativo del contenido de los Estudios de Impacto Vial	53
Tabla 5.1. Umbral de uso de suelo para generar menos de 500 viajes por hora pico	90
Tabla 5.2. Límites sugeridos de áreas de influencia en los Estudios de Impacto Vial	101
Tabla 5.3. Sugerencia de horizontes de estudio	102
Tabla 5.4. Sugerencia de información a obtener	104
Tabla 5.5. Horas pico típicas de acuerdo al uso de suelo	116
Tabla 5.6. Límites sugeridos de áreas de influencia en los Estudios de Impacto Vial.....	134
Tabla 5.7. Instalaciones para el flujo sin interrupción y para el flujo interrumpido	148
Tabla 5.8. Criterio de Nivel de Servicio para intersecciones semaforizadas	152
Tabla 5.9. Criterio de Nivel de Servicio para intersecciones no semaforizadas	152
Tabla 5.10. Criterio de Nivel de Servicio para peatones intersección semaforizada	153
Tabla 5.11. Listado de actividades de un EIV	166

GLOSARIO

Accesibilidad: Facilidad de dirigirse y llegar a diferentes destinos. En términos de transporte, la accesibilidad se refiere a la capacidad de llegar a un destino, parar y bajarse de un vehículo y realizar las transacciones deseadas.

Acceso: Es la proximidad y facilidad de ingreso físico a lugares de trabajo, recreación, educación, etc.

Año Horizonte: El año futuro que se considera apropiado para el análisis del estudio.

Área de Estudio: La porción (es) del sistema de transporte directamente afectada por el desarrollo planeado, que se incluirá dentro del alcance del análisis del estudio de impacto vial.

Área de Influencia: El área geográfica que rodea el sitio de donde el desarrollo es probable que abarque un alto porcentaje del tránsito total del sitio.

Arroyo: Superficie de rodamiento donde circulan los vehículos.

Banqueta: Porción de una vía destinada al tránsito de personas, generalmente comprendida entre el arroyo de circulación de vehículos y el alineamiento de las propiedades.

Calle: Superficie de uso público generalmente limitada por edificaciones, que permite el tránsito de vehículos y personas; comunica, entre sí los predios que la delimitan, aloja los servicios públicos de infraestructura y posibilita la circulación.

Capacidad: Volumen máximo de tránsito que la sección de la carretera puede transportar de manera sostenida.

Carril: Una de las fajas de circulación en que puede estar dividida la superficie de rodamiento, marcada o no marcada, con anchura suficiente para la circulación de vehículos de motor en una fila.

Congestión Vial: Es la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y embotellamientos.

Desarrollo: Cualquier proyecto de construcción que genere viajes o tránsito entrando y saliendo del mismo.

Equipamiento: Conjunto de edificaciones y espacios, predominantemente de uso público, en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en las que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas.

Estacionamiento: Espacio físico o lugar utilizado para detener, custodiar y/o guardar un vehículo por tiempo determinado.

Estructura Vial: Vías de uso común y propiedad pública, destinadas al libre tránsito de vehículos y peatones, caracterizadas por servir a la intercomunicación entre las diferentes zonas de actividades.

Hora Pico: Horario en el cual las vías se saturan de vehículos, peatones y la demanda de transporte alcanza su máximo nivel.

Infraestructura Vial: Se refiere a la red de caminos en el espacio urbano que permite a la mayor parte de los modos de transporte realizar sus desplazamientos.

Intersección: Área general donde dos o más caminos se unen o cruzan. Se clasifican en:

- A nivel; son aquellas en las cuales las vías que se cruzan registran o presentan sus rasantes al mismo nivel.
- A desnivel son aquellas en las cuales las vías que se cruzan registran o presentan sus rasantes a diferentes niveles.

Movilidad: Capacidad de desplazarse de un lugar a otro.

Nivel de Servicio: Grado en que son satisfechas las necesidades de transportación de la población. Es una medida cualitativa de las condiciones de operación de un flujo vehicular. Medida en una escala A-F, con LOS A representando las mejores condiciones de operación desde la perspectiva del viajero y LOS F la peor.

Paradero: Área con infraestructura, equipamiento y mobiliario propios (bahías, andenes, cobertizos, casetas, etc.), donde se permite la detención momentánea de los vehículos de transporte público de pasajeros para efectuar ascensos y descensos, también llamada zona de transferencia.

Relación volumen – capacidad (v/c): Una medida de la congestión de la carretera calculada dividiendo el número de vehículos que pasan por una sección de autopista durante la hora punta por la capacidad de la sección.

Seguridad Vial: es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito.

Semáforo: Dispositivo óptico para el control de tránsito que regula la circulación vehicular y peatonal por medio de una secuencia programada de colores.

Tránsito: Movimiento de vehículos y/o peatones que se desplazan sobre una vialidad. Acto de trasladarse.

Transporte: Traslado de personas, animales y mercancías de un lugar a otro. Por su alcance: urbano, suburbano, foráneo, regional, nacional e internacional. Por su utilización: colectivo o individual. Por su elemento: carga o pasajeros.

Vialidad: Conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana de la ciudad, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos.

Vías Primarias: Espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforo, entre distintas zonas de la Ciudad, con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos, destinados a la operación de vehículos de emergencia.

Vías Principales: Vías que por sus características geométricas y su capacidad para mover grandes volúmenes de tránsito, enlazan y articulan gran cantidad de viajes-persona-día.

Vías Secundarias: Espacio físico cuya función es facultar el flujo del tránsito vehicular no continuo, generalmente controlado por semáforos entre distintas zonas de la Ciudad.

Vías Terciarias o Locales: Vías no continuas, que facilitan la movilidad dentro las zonas habitacionales o predios particulares y su estructura no está diseñada para recibir tránsito intenso y pesado.



INTRODUCCIÓN

La presente tesis está integrada por seis capítulos, a través de cada uno de ellos se pretende explicar y fundamentar la propuesta de una metodología para elaborar Estudios de Impacto Vial para la Ciudad de México.

Para ello, en el capítulo 1 “Antecedentes” se introduce al tema que nos ocupa señalando la situación en la que se encuentra la Ciudad de México respecto a la presentación y elaboración de Estudios de Impacto Vial, así como las consecuencias que implica su omisión. Se empleara el término “desarrollo” a lo largo de la tesis para hacer referencia a cualquier proyecto de construcción dígase centro comercial, conjuntos habitacionales, etc.

En el capítulo 2 “Estudio de Impacto Vial (EIV)” se enfoca a definir a detalle lo que es un EIV, presentándose definiciones elaboradas por distintas autoridades del transporte para posteriormente generar una definición propia. Se habla de su importancia como medio preventivo en la generación de problemas viales, también se hace mención del profesional que se encuentra capacitado para realizar este tipo de estudios de tránsito. Además se expone bajo qué circunstancias se considerará su validez y en qué momento deberá ser actualizado el estudio de tal manera de no perjudicar su finalidad.

En el capítulo 3 “Estado del Arte del Contenido Básico de un EIV” se presenta la recapitulación de la consulta de las mejores prácticas, recomendaciones y guías para elaborar EIV, en particular, de un país por cada continente, a excepción del continente americano que se presentan dos países, siendo estos: Australia, Chile, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos de América, Reino Unido y Sudáfrica. Además se proporciona una breve reseña histórica de cada uno de estos países referente al tema en curso. Así, de la información consultada se extrae lo que se considera como lo básico o mínimo que debe contener y que conforma un EIV; posteriormente se hace una comparativa del contenido de los principales prácticas o manuales que rigen en los países mencionados.

En el capítulo 4 “Normatividad de la práctica de los EIV en la Ciudad de México” se específica a detalle el sustento normativo de la realización de EIV en la Ciudad de México y las principales dependencias que se encargan de vigilar, revisar y aprobar tal estudio; señalando la falta de claridad en sus lineamientos y la ausencia de un contenido preciso



que dictamine la elaboración de EIV. Así mismo, se presenta la problemática que se ha estado generando por la ausencia o mala práctica de los EIV, ejemplo de ello se cita el caso de algunos desarrollos cuyo proceso de aprobación para su construcción resulta poco claro, principalmente por que han sido ubicados en zonas que se caracterizan por problemas de congestamiento vial. Finalmente, se trata de resaltar con todo esto, la importancia de presentar debidamente los EIV y de la aplicación de las medidas mitigantes producto de los mismos, pero también ha de quedar claro que los representante políticos en ocasiones no han tomado las mejores decisiones en cuanto a las aprobaciones y liberaciones de permisos de construcción pese a lo que dictaminen los estudios.

En el capítulo 5 “Metodología para la Elaboración de EIV para la Ciudad de México” se presenta la propuesta de la metodología tema de esta tesis, como producto de toda la información existente y consultada a lo largo de cada capítulo. Se busca que su planteamiento sea claro y directo con la finalidad de ser entendible para el lector.

Finalmente, en el capítulo 6 se presentan una serie de conclusiones obtenidas tras la investigación que se realizó para presentar este trabajo de tesis, así como algunas recomendaciones. Cabe mencionar que se agrega la sección de “Anexos” donde se proporciona información que sustenta la parte normativa del capítulo 4 y unos formatos que serán de utilidad para llevar a cabo ciertas actividades que forman parte del EIV.



OBJETIVOS

GENERAL

El objetivo principal de esta tesis es realizar la propuesta de una metodología para elaborar Estudios de Impacto Vial (EIV) para la Ciudad de México, tomando como base las mejores prácticas y recomendaciones para desarrollar EIV, más usadas y que han servido de referencia para la mayoría de los países en el proceso de elaboración de sus propias metodologías.

ESPECÍFICOS

- Proporcionar una clara definición de un EIV y destacar su importancia en el proceso de planeación y diseño de la construcción de desarrollos en un sitio en específico.
- Presentar un panorama amplio del desarrollo de EIV mediante la selección de las mejores prácticas existentes de distintos países y hacer un cuadro comparativo de los puntos principales de sus contenidos.
- Dar a conocer la existente normatividad de la Ciudad de México referente a los EIV y a su vez, presentar algunos casos de la problemática que han generado desarrollos que no han seguido debidamente con el objetivo y cumplimiento de un EIV.
- Asistir a las autoridades referentes al desarrollo urbano y transporte de la Ciudad de México, en los principales lineamientos que se deben solicitar para un adecuado EIV.
- Auxiliar al profesional de ingeniería y transporte en la elaboración de EIV para atenuar en lo mayor posible los problemas viales generados por los desarrollos.



1.-ANTECEDENTES

El rostro urbano de la Ciudad de México continúa experimentando un acelerado incremento de cambios en las últimas décadas. Sin embargo los servicios públicos y los presupuestos para el mantenimiento y desarrollo de infraestructura no siempre han ido a la par de ese crecimiento. Las tendencias de su desarrollo urbano están definidas por un conjunto de fenómenos interdependientes que inciden en el proceso de conformación espacial de la metrópoli y que determinan el incremento de la necesidad de los traslados. Entre ellos, destacan la especialización de los usos del suelo, la segregación residencial, la división administrativa, la capacidad de pago de la población, la inversión masiva en infraestructura de transporte y la dificultad de operación de los instrumentos reguladores¹. Todo ello se traduce en una disminución de la calidad de vida y en graves problemas ambientales y de gestión de la movilidad.

Dichas tendencias de desarrollo urbano han traído como consecuencia, principalmente, la necesidad de construir nuevos hospitales, centros comerciales, conjuntos habitacionales, edificios de oficinas, etc., en puntos específicos de la ciudad que no responden ser la mejor opción para ubicarlos, debido a que representan zonas de alta densidad poblacional y de grandes flujos vehiculares que traen consigo una problemática de congestionamiento vial, pese a ello, su construcción y operación se ha llevado a cabo sin problema alguno. Esto no solo genera condiciones pésimas de movilidad en la ciudad sino también propicia al desordenamiento territorial. No está mal que se construyan nuevos desarrollos en la ciudad, el problema está en que no se siga adecuadamente un proceso de planeación en su preparación y que no existan lineamientos firmes que controlen tales actividades, que impidan la violación del uso de suelo y el incumplimiento de obras que mitiguen los impactos generados por los mismos, con la finalidad de evitar afectaciones a otros sistemas como lo es el vial, ya que un nuevo desarrollo pasa a ser un centro importante de atracción y generación de viajes, que serán agregados al sistema vial, el cual ya se encuentra saturado y se verá más afectado.

En la Ciudad de México es común que no sean correctamente aplicados los estudios previos al inicio de la construcción de un desarrollo que a primeras se sabe que será de gran magnitud o que los servicios que vayan a brindarse propicien a modificar las

¹ Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina, Banco de Desarrollo de América Latina, 2011.



condiciones actuales de operación de los sistemas aledaños al mismo. Entre dichos estudios se tiene el de impacto vial que generalmente se encuentra inmerso dentro del estudio de impacto urbano.

El problema actual que se presenta es el hecho de que no existe una metodología, bases o lineamientos que conduzca la preparación de los Estudios de Impacto Vial y dentro de la normatividad sí es solicitado, más no se indica que es lo que debe de contener o que pasos hay que seguir y como utilizar los resultados que arroje, entonces se entenderá que muchos menos se le da la debida importancia a su revisión. A saber que el Estudio de Impacto Vial es una herramienta fundamental para ayudar a predecir y mitigar los problemas viales que podría generar un desarrollo de cualquier tipo, sin embargo, esta herramienta poco provecho se le ha otorgado, prueba de ello es la gran cantidad de problemas viales que han resultado posteriores al establecimiento de un desarrollo, como es el caso de los grandes centros comerciales que hoy en día se ha incrementado desmedidamente su concentración en esta ciudad y que curiosamente dentro de sus estacionamientos tienen problemas de circulación vial, lo que indica que no se lleva un adecuado diseño de sus estacionamientos así como de sus accesos y salidas, entonces mucho menos se preocuparán por atender lo que acontece al exterior. De acuerdo con el reporte 2015 de la Industria de Centros Comerciales en América Latina, México es el país que cuenta con más espacio rentable en este tipo de negocios, y el tamaño promedio de ellos es de 28 mil metros cuadrados de área rentable, se informó que el crecimiento en este sector continuará durante los próximos años, pues se espera que para 2025 existan 760 centros comerciales en México, lo que representaría un crecimiento de 30% durante la década. Hasta el año 2015 con 196, el Valle de México es la región con más centros comerciales en el país, seguido de Monterrey con 50, y Guadalajara con 45.

Se debe entender que una de las cosas urgentes y necesarias para esta megalópolis es disminuir la congestión vial, mejorar la movilidad y por ende los tiempos de traslado de los ciudadanos por medio de acciones y medidas que regulen y limiten el uso del transporte público y privado, el crecimiento de la ciudad, la aprobación desmedida de toda clase de desarrollos sin fundamento alguno, entre otras cosas.

A continuación se presenta el desarrollo de este trabajo de tesis, buscando solventar esa carencia que se tiene respecto al tema de los Estudios de Impacto Vial.



2.-EL ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

2.1.- Definición de un EIV

Para dar una definición clara y precisa se presentarán algunas definiciones dadas por distintas autoridades en el tema.

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT, 2016) define un EIV como:

“Aquél estudio que identifica el efecto que el tránsito generado y/o atraído por las actividades de un nuevo proyecto, como pueden ser: fraccionamientos urbanos, plazas comerciales, desarrollos turísticos, gasolineras, etc., pueda producir sobre la operación actual de la red vial existente”.

Esto quiere decir que los EIV analizan que tan desfavorable puede ser el impacto sobre las condiciones actuales del tránsito, tras establecer un determinado proyecto o dar un nuevo uso de suelo en cierta zona.

Por su parte, el Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE, por sus siglas en inglés) en su manual “Traffic Access and Impact Studies for Site Development” (ITE Transportation Planning Council, 2010), menciona que:

“Los Estudios de Impacto Vial (EIV) están destinados para determinar la necesidad de introducir mejoras en el sistema de transporte adyacentes y cercanas con el fin de mantener un nivel de servicio satisfactorio, un aceptable nivel de seguridad y las disposiciones de acceso necesarias para un desarrollo propuesto”.

Esta definición que aporta el ITE resalta los aspectos más importantes que finalmente se busca al realizar este estudio.



La siguiente definición es proporcionada por The New South Wales Road and Traffic Authority² (RTA, 2002) en el documento titulado “Guide to traffic generating developments” en su versión 2.2, y menciona que:

“Un Estudio de Impacto Vial es una evaluación técnica simplificada de las implicaciones de tráfico y de seguridad relacionados con un desarrollo específico”.

Por último, de acuerdo a las definiciones anteriores se unifica el concepto diciendo que: el Estudio de Impacto Vial es un estudio fundamental de la Ingeniería de Tránsito que determina los impactos potenciales que se generarán sobre la red vial, a causa de la construcción y operación de un nuevo desarrollo, asimismo, evalúa las posibles medidas de mitigación en caso de ser necesarias.

2.2.-Importancia de un EIV

Durante el proceso de planeación de un nuevo proyecto o desarrollo de magnitud relevante, se toman a consideración aspectos tales como: el tiempo en que deberá culminarse la obra, los posibles retrasos que pueden presentarse durante la etapa constructiva, así como el abastecimiento de los materiales, la mano de obra, etc. Aspectos que son discernidos en la mayoría de los proyectos, pero se tiene otro hecho importante que debiera ser analizado, esto es el impacto negativo que se tendrá en las zonas aledañas al nuevo proyecto principalmente en el tránsito, puesto que, el sistema vial considerando hasta ese momento “estable”, puede ser severamente afectado haciéndose así “inestable”.

Es entonces cuando se reconoce la importancia de llevar a cabo un Estudio de Impacto Vial (EIV), ya que mucho de lo que aporta será para ayudar a evitar tal “inestabilidad” a corto y a largo plazo. Su importancia radica en que:

- Provee suficiente información que permite evaluar la magnitud del impacto vial a causa de la propuesta de un nuevo desarrollo y con ello determinar su aprobación.

² Actualmente Roads and Maritime Services (RMS), ver Capítulo 3 apartado 3.2.3.



- Determina las condiciones actuales del tránsito, las condiciones futuras sin el desarrollo y las condiciones futuras con el desarrollo establecido.
- Estima el tránsito que podría ser generado tras el nuevo desarrollo.
- Relaciona las decisiones del uso de suelo con las condiciones del tránsito.
- Sus resultados permiten proponer medidas de mitigación para hacer frente a los impactos negativos esperados para el sistema vial, a fin de mejorar la accesibilidad y la seguridad para todos los modos de transporte.
- Funge como una base sólida en la toma de decisiones, para evitar que aquellas decisiones carentes de sustento propicien problemas de congestión y mejoramientos innecesarios en el sistema vial.

De acuerdo al Instituto Mexicano del Transporte (IMT), los aspectos que destacan considerablemente la importancia de un Estudio de Impacto Vial, es que este proporciona:

- Descripción documental y gráfica del nuevo proyecto.
- Identificación y descripción de la red vial afectada.
- Evaluación del funcionamiento actual de la red vial en términos del nivel de servicio que presta, utilizando los indicadores correspondientes.
- Estimación de las demandas generadas por la construcción y operación del inmueble.
- Evaluación del funcionamiento futuro de la red vial bajo la situación generada por las demandas futuras referidas en el punto anterior.
- Descripción de las medidas para evitar, mitigar y/o corregir los potenciales efectos viales generados.



Lineamientos necesarios para tomar la decisión de aprobación o desaprobación de la propuesta de construcción de un nuevo desarrollo, claro, para ello es importante no menospreciar el dictamen de otros estudios tal como el estudio de impacto ambiental.

2.3.-Encargados de la elaboración de los EIV

Con el propósito de que los resultados obtenidos en un EIV sean considerados confiables, es importante que la persona o empresa que haya realizado el estudio, posea experiencia y conocimientos sólidos en el desarrollo de estudios de tránsito.

Por tal motivo, los EIV deberán ser elaborados por un calificado y experimentado ingeniero de tránsito o en su caso, dedicado al área de transportes, que entre sus habilidades posea una buena comprensión sobre las políticas y prácticas del transporte en la Ciudad.

Por otro lado, la revisión de los EIV será realizada por ingenieros de tránsito o transporte activos y registrados, en la dependencia del Gobierno correspondiente al sitio donde se solicite el estudio y se apegará a los estatutos que esta tenga establecidos para tal revisión.

2.4.-Vida funcional de un EIV

De acuerdo a un gran número de empresas de diferentes países, dedicadas a la elaboración de Estudios de Impacto Vial y a sus respectivas dependencias encargadas de la supervisión de sus trabajos, se puede considerar que:

La vida funcional de los Estudios de Impacto Vial tentativamente se encuentra entre 2 y 5 años (dependiendo de la importancia y dimensión del desarrollo), posterior a ello, se requerirá de una actualización del estudio debido a que, los datos que posee ya serán considerados irrelevantes y por ende obsoletos.

Su fundamento está en que, el sistema vial se encuentra en continuo crecimiento de forma parecida que la población por lo que, cuando es emitido y realizado el estudio, los datos, características y comportamiento de dicho sistema no serán las mismas que se tengan después de un lapso de tiempo relevante.



Sin más preámbulos y sin considerar la existencia de nuevos desarrollos, el flujo vehicular que hoy se tenga en una determinada red vial no será el mismo que se tenga dentro de dos años, sobre todo en las grandes ciudades.

Entonces, es importante que no se tenga por seguro que dentro de un año o hasta meses, aún se conserven las mismas condiciones del tránsito, de tal forma que al iniciar con el estudio se analicen los alrededores más próximos al proyecto, a fin de identificar si a la par se tendrá la construcción o apertura de otro proyecto relevante que pueda alterar directamente los resultados que se han obtenido y por ende, generar problemas en algún momento dado.

Además, estos estudios dependen totalmente del tipo de proyecto o desarrollo que se tenga contemplado realizar, por lo que no es adecuado utilizar o apoyarse de los datos y resultados del algún otro estudio que se haya presentado, así se ubique dentro de la misma zona y/o sea reciente. Por último, se hace la diferencia en que este tema es distinto al caso de la selección de un horizonte de estudio puesto que, una cosa es el tomar o apoyarse de estudios ya elaborados a que estén por iniciarse y se tenga que plantear el tiempo que es de interés analizar.



3.-ESTADO DEL ARTE DEL CONTENIDO BÁSICO DE UN EIV

3.1.-Perspectiva

El sistema de movilidad urbana³ se considera como una determinante en el desarrollo de un país, en donde la infraestructura vial es el instrumento potencial y real para reorganizar el territorio, sin embargo, el constante crecimiento de la población ha demandado más y más infraestructura (edificaciones), conglomerando a las personas hacia ciertos puntos de la ciudad afectando a la movilidad tras la congestión de vialidades por el hecho del constante cambio de uso de suelo.

Por ello, institutos, departamentos y dependencias de diferentes países del mundo enfocados en el estudio de la Ingeniería de Tránsito o de Transportes, han adoptado medidas que integren las políticas de transporte, usos de suelo y medio ambiente; así como la integración estratégica de diversos modos de transporte con la finalidad de evitar que el sistema de movilidad urbana se encuentre inconexo a otros sistemas, sino por el contrario que dicho sistema se acople y funcione de manera conjunta, buscando que, al modificar un elemento del sistema afecte en lo más mínimo la movilidad.

3.2.-Literatura de guías y directrices extranjeras

3.2.1.-Introducción

Con fundamento en lo anterior descrito, alrededor del mundo una determinada cantidad de países ha elaborado guías y manuales para realizar Estudios de Impacto Vial (EIV), escritos y establecidos por sus correspondientes centros de investigaciones del transporte, sean institutos o departamentos, adaptados a las condiciones y necesidades de cada país y de sus respectivas políticas del transporte.

Sin embargo, no todos estos documentos están orientados al impacto vial que se produce tras la construcción o implementación de un nuevo desarrollo, sino que, el que es producido

³ Sistema que integra de manera jerarquizada e interdependiente los modos de transporte de personas y carga con los diferentes tipos de vías y espacios públicos de la ciudad y el territorio rural. (CTS EMBARQ, México).



sobre el mismo transporte, es decir, los efectos que se tendrían si se desea implementar una nueva red de transporte público en una zona determinada o una simple modificación sobre estas redes, pero esto último no es objeto de estudio.

Por otro lado, se tienen países que no cuentan con un propio manual para realizar EIV, por lo que se ven en la necesidad de apoyarse en lo que dictaminan manuales extranjeros reconocidos internacionalmente o simplemente de aquellos que ejercen influencia por el hecho de pertenecer al mismo continente. Por ello, muchas de las principales diferencias entre estos se pueden atribuir en las normas de planificación y las funciones de las autoridades legales que posee cada país. Así entonces, no existe una reglamentación única que indique como hacer estos estudios y que sea aplicada por igual en todos los países o por continente.

3.2.2.-Alcance

Con la finalidad de mantener una investigación concisa, centrada principalmente en el contenido de un EIV, se adopta un enfoque en guías y manuales para la preparación y/o revisión de EIV de un pequeño número de países de todo el mundo. A fin de considerar aquellos que destacan por su relevante desarrollo en ámbitos del transporte, economía y comunicación; pero sobretodo que se han preocupado por el estudio de los impactos producidos en las vialidades tras la construcción y operación de nuevos desarrollos en un determinado lugar.

Dicho esto, los países principalmente considerados y que posteriormente se presentará una comparación entre sus estatutos y/o contenido, se identifican en la figura 3.1 y son los siguientes:

- Australia
- Chile
- Emiratos Árabes unidos
- Estados Unidos de América
- Sudáfrica
- Reino Unido



Figura 3.1. Localización de los países seleccionados para la consulta de información
FUENTE: Elaboración propia

De tal manera que, al menos se tiene un país que representa cada continente existente, a excepción del continente americano donde se presenta un país norteamericano y un país sudamericano, esto no significa que las metodologías o lineamientos establecidos por el resto de los países no sean viables para su aplicación. Es importante mencionar que de estos países considerados, algunos de sus respectivos estados, municipios y condados que los integran; poseen su propia guía para realizar los EIV que finalmente no diferirán entre sí en muchos aspectos. A continuación se relata brevemente parte de sus antecedentes históricos desde los inicios en el tema vial hasta la implementación de manuales relativos al tránsito.

3.2.3.-Australia

La infraestructura ha sido fundamental en la conformación de los patrones de asentamiento de pueblos y ciudades de Australia. Desde 2001, la actividad de la construcción de infraestructura de bienes de Australia ha aumentado considerablemente, tras la concentración de la población en las ciudades más importantes del país y su continuo



crecimiento, trayendo consigo la necesidad de expandir y mejorar los sistemas de transporte a fin de que trasladarse de un lugar a otro no tenga inconveniente alguno, sin embargo, en un determinado momento los problemas de congestión y embotellamientos sobre la red vial se han presentado.

Entendiéndose que las necesidades de transporte son consustanciales al uso de la tierra, Australia cuenta con organismos de transporte que han proporcionado guías para la orientación y aplicación de estudios de tránsito, en este caso EIV, destacando principalmente a The New South Wales Roads and Maritime Services (RMS) y Austroads.

Austroads es la asociación de las autoridades del tráfico y transporte por carretera de Australasia⁴, establecida principalmente para satisfacer las necesidades de las agencias del transporte, facilitando la mancomunidad de los recursos para llevar a cabo investigación relacionada con el transporte terrestre y el tráfico, y a su vez, producir documentos (guías y manuales) que cubran todos los aspectos de las actividades viales, tales como, el diseño, construcción, mantenimiento y explotación de la infraestructura y red vial.

Austroads se rige por un consejo formado por el director ejecutivo (o un alto ejecutivo alternativo) de cada una de sus 11 organizaciones, los miembros que conforman la asociación son:

- Roads and Maritime Services New South Wales
- Roads Corporation Victoria
- Department of Transport and Main Roads Queensland
- Main Roads Western Australia
- Department for Transport, Energy and Infrastructure South Australia
- Department of Infrastructure, Energy and Resources Tasmania
- Department of Planning and Infrastructure Northern Territory

⁴ Es el nombre de una región al suroeste de Oceanía, que comprende Australia, Melanesia y Nueva Zelanda



- Department of Territory and Municipal Services Australian Capital Territory
- Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government
- Australian Local Government Association
- New Zealand Transport Agency.

Las guías que Austroads ha publicado son:

- Guide to Asset Management
- Guide to Road Design
- Guide to Bridge Technology
- Guide to Road Safety
- Guide to Pavement Technology
- Guide to Road Transport Planning
- Guide to Project Delivery
- Guide to Road Tunnels
- Guide to Project Evaluation
- Guide to Traffic Management

Resultando de nuestro interés el documento “*The Austroads Guide to Traffic Management (AGTM)*”, esta guía se encuentra estructurada por 13 capítulos de los cuales, el doceavo capítulo titulado “*Traffic Impacts of Developments*” publicado en el año 2009 versa sobre el tema en estudio. La figura 3.2 muestra la portada del AGTM.

Así entonces, el AGTM continúa la tradición de anteriores publicaciones de Austroads, como “*Guide to Traffic Engineering Practice*”, publicada por primera vez en 1965, en la provisión de una guía práctica para la ingeniería de tránsito, para los ingenieros de caminos y de transporte con cargos dentro de la administración del transporte, los gobiernos locales y empresas de ingeniería, y como referencia para estudiantes de ingeniería.

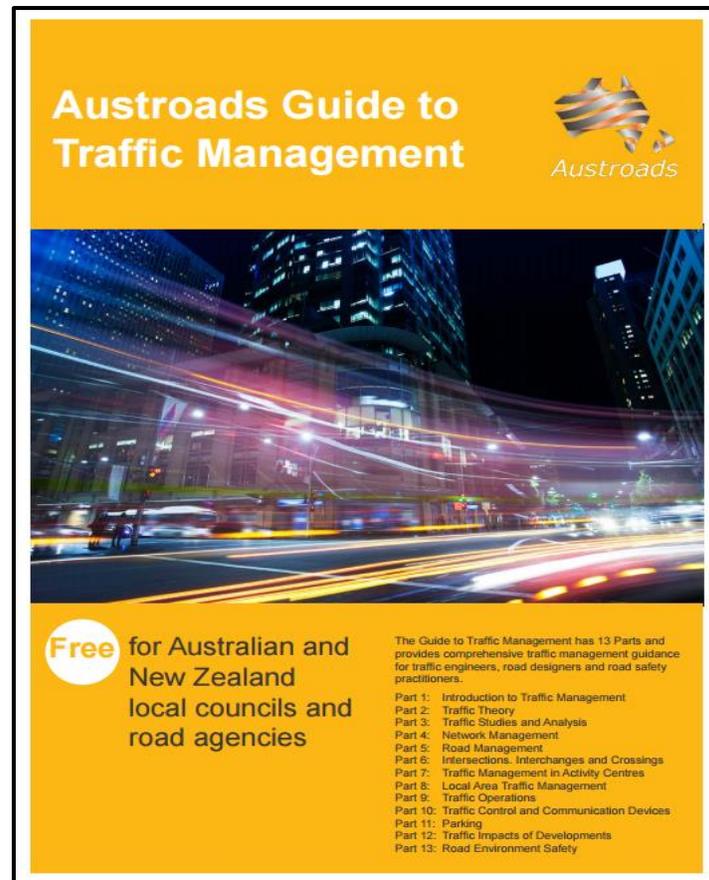


Figura 3.2. Portada del AGTM.

FUENTE: Austroads, 2016

Sin embargo, el documento titulado “*Guide to traffic generating developments*” en su versión 2.2 por The New South Wales Road and Transport Authority (RTA, 2002), publicado en el año de 1991 y revisado en el 2001, es la guía más usada en toda Australia y Nueva Zelanda por las respectivas autoridades del transporte para llevar a cabo los Estudios de Impacto Vial.

Road and Transport Authority es una agencia gubernamental de Nueva Gales del Sur, estado de la costa este de Australia, responsable de una gran infraestructura vial, fundada en enero de 1989 y abolida en noviembre de 2011 bajo el estatuto 46 de la Ley de Administración de Transporte, 1988, para fusionarse con NWS maritime y actualmente denominarse Roads and Maritime Services (RMS). A pesar de ello, la guía que emitió RTA antes de ser RMS para realizar los EIV, continúa vigente y adecuada para su aplicación.



Asimismo Australia cuenta con otros documentos de orientación para la elaboración de las evaluaciones de tráfico y transporte, por mencionar:

- “Guidelines for Assessment of Road Impacts of Development” (2006), Gobierno de Queensland, Departamento de Vías Principales (DMR, por sus siglas en inglés).

Este documento atiende a “los impactos en las carreteras” en lugar de los efectos del transporte. Pero también se orienta en torno a los efectos de los desarrollos sobre las carreteras dentro de lo establecido por DMR, a saber, el control de la red vial estatal.

- “Guidelines for Transport Impact Assessment Reports for major land use and development proposals” (2006), Vicroads’.

Este es un documento bastante corto, el cual se refiere a la política y el contexto estratégico del transporte, pero parece centrarse en “el impacto vial” en lugar de las cuestiones sobre “el impacto del transporte”. Sin embargo, hace referencia a las guías sobre “Planes Integrados de Transporte”.

- “Transport Assessment Guidelines for Developments” (2006), Comisión de Planificación de Australia Occidental.

Este documento se divide en cinco volúmenes. El volumen 1 proporciona un panorama general, los volúmenes de 2 a 4 proporcionan una orientación respecto a las evaluaciones de planes estructurales, fraccionamientos y desarrollos individuales, respectivamente (incluyendo listas de comprobación detalladas para estos tres tipos de proyectos) y el volumen 5 proporciona un apéndice técnico detallado. Los lineamientos se refieren al impacto vial y otras cuestiones relacionadas con el transporte, incluyendo detalles sobre la forma de evaluar la accesibilidad de todos los modos de transporte y la integración de la propuesta y usos del suelo. La guía recomienda un proceso iterativo, entre el desarrollo y el transporte, con el fin de evitar efectos adversos, siempre que sea posible.

Se constata que Australia posee mucha información documentada en la investigación del transporte y en la elaboración de estudios de tránsito, respaldada por los organismos de



transporte más importantes y reconocidos en el continente de Oceanía así como por otras naciones.

Por último, en la tabla 3.1 se resalta el documento que rige en cada uno de los estados que conforman a Australia, para la elaboración de los Estudios de Impacto Vial, asimismo se considera a Nueva Zelanda⁵ por su cercanía y relación con Australia.

Tabla 3.1. Guías principalmente aplicadas en Australia, para llevar a cabo los Estudios de Impacto Vial.

ESTADO	GUÍA O MANUAL
Auckland	-RTA "Guide to Traffic Generating Developments" (2002)
Australia Meridional	-South Australia Guidelines, (1987)
Australia Occidental	-South Australia Guidelines, (1987) -RTA "Guide to Traffic Generating Developments" (2002)
Nueva Gales del Sur	-RTA "Guide to Traffic Generating Developments" (2002)
Queensland	-RTA "Guide to Traffic Generating Developments" (2002) -Main Roads, local government and consultants databases - <i>"The Austroads Guide to Traffic Management (AGTM)"</i> , Austroads
Tasmania	- <i>"The Austroads Guide to Traffic Management (AGTM)"</i> , Austroads - <i>"Traffic Impact Assessment Guidelines"</i> , Department of Infrastructure, Energy and Resources (DIER)
Victoria	- <i>"Guidelines for Transport Impact Assessment Reports for major land use and development proposals"</i> (2006), Vicroads. - <i>"The Austroads Guide to Traffic Management (AGTM)"</i> , Austroads

FUENTE: Elaboración propia.

⁵ Considerando principalmente a Auckland, la ciudad más grande de Nueva Zelanda y el principal centro de transporte.



3.2.4.-Chile

Chile se ubica al sur oeste de América del sur, en una longitud de 4.200 kilómetros en su territorio continental, la que alcanza hasta 8.000 kilómetros si se incluye el territorio Antártico. Chile es un estado unitario con su gobierno central ubicado en la capital, Santiago, en la céntrica mediterránea Región Metropolitana. De acuerdo con la Asociación Nacional Automotriz de Chile, ANAC, entre 1990 y 2010 el número de vehículos en circulación se ha triplicado, lo que resulta en una tasa de motorización de 6.1 personas por vehículo. Pasando de un total de 960 mil vehículos en 1990, a 2.8 millones en 2010. Lo que conlleva a una creciente congestión de las vías públicas, con aumentos de los tiempos de viaje para todos los modos de transporte y contaminación atmosférica y acústica; en suma, altos costos sociales.

Con el fin de mejorar la movilidad en las grandes ciudades chilenas como Santiago, Gran Valparaíso, Gran Concepción y ciudades de tamaño medio, la Secretaria de Planificación de Transporte, SECTRA, define un Plan Maestro de Transporte Urbano. Estos planes incluyen inversiones en infraestructura vial, la mejora del transporte público y los sistemas automáticos de control de tráfico. En ciudades más pequeñas, las mejoras se reflejan en un plan maestro para la gestión del tráfico. Estos planes están principalmente destinados a diagnosticar el estado actual de las redes de transporte para luego formular, analizar técnicamente y evaluar socialmente un conjunto de proyectos de infraestructura vial y medidas de gestión, incluyendo planes para peatones y bicicletas. Así, en el año 2015 se gestionó la implementación de un Plan Integral de Movilidad (PIM), cuyo objetivo es implementar proyectos que apunten a perfeccionar la infraestructura de la movilidad intermodal, dando preferencia al desarrollo de los medios de transporte sustentable que ayudan al descongestionamiento de la ciudad. A todo ello se le suma la contribución de los estudios de tránsito que no tienen más de 25 años de ser implementados como tal en el país chileno, y que hoy en día aún se encuentra en proceso de mejoras en cuanto a su desarrollo y normatividad. Entre esos estudios, el que resulta de interés para este trabajo es el de los Estudios de Impacto Vial, mismo que ha sido tema de debate desde sus inicios en este país.

Hasta el año 1992 no existían en Chile normas sobre mitigaciones por impacto vial. Por decreto supremo N° 47 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de 1992 se aprobó la



Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) que incluyó el siguiente artículo:

“Artículo 2.4.3. Cuando en un predio se contemple el emplazamiento de un número de estacionamientos superior a 100 unidades, deberá acompañarse a la solicitud de permiso, un estudio de tránsito que evalúe el impacto sobre la vialidad circundante. La Dirección de Obras Municipales podrá, sobre esta base, exigir modificaciones al proyecto. Lo dispuesto en este artículo se aplicará también cuando el número de unidades sea superior a 50 y la entrada o salida se verifique desde o hacia alguna vía reconocida por el instrumento de planificación territorial como constituyente de la red vial estructurante y/o básica.”

Como resulta obvio de su simple lectura, esta norma dejó exentos de elaborar estudios de impacto vial, y por lo tanto, de mitigar cualquier tipo de externalidad negativa por esta causa, a los proyectos que no cumplieran los umbrales señalados (menos de 100 ó 50 estacionamientos en su caso). Lo anterior indujo en una primera fase, a la segregación artificial de proyectos inmobiliarios en etapas, a fin de eximirse de este tipo de evaluación y de los eventuales costos asociados a la misma. Posteriormente, dicho artículo sufrió modificaciones, Por decreto supremo N° 59 del el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de 2001 se modificaron los umbrales que generan la exigencia de evaluar estudios de impacto vial, aumentándolos a 250 estacionamientos en el caso de proyectos residenciales y a 150 en el caso de proyectos no residenciales. Junto con aumentar los umbrales mencionados, esta norma efectuó una serie de modificaciones y precisiones relevantes, tales como:

- Se modificó la denominación de los Estudios de Impacto Vial por Estudios de Impacto Sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU). De esta forma se aceptó un concepto más amplio que el vigente anteriormente, el que podría dar cabida a medidas de mitigación asociadas a sistemas de gestión de tránsito y otros que no necesariamente cabrían bajo el concepto anterior.
- A partir de esta modificación el sistema dejó de denominarse Sistema de Impacto Vial, pasando a ser Sistema de Impacto Sobre el Sistema de Transporte Urbano (SEISTU).
- Se estableció la aprobación del EISTU respectivo como requisito para solicitar permisos de edificación.



En la actualidad existe una metodología que rige en gran parte lo que respecta a un estudio de impacto vial, dicha metodología se encuentra denominada como “Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU)”, cuyo objetivo fundamental de esta metodología consiste en entregar una guía que normalice los estudios de impacto de proyectos que afectan el Sistema de Transporte Urbano. Estableciendo la manera de identificar y evaluar los diferentes tipos de impactos que sobre el área de influencia del estudio provoca la localización de actividades relevantes, tales como la construcción y habilitación de proyectos habitacionales, centros comerciales, industrias y otros. La metodología EISTU fue resultado de un trabajo en conjunto por la Subdirección de Vialidad Urbana, Dirección de Planeamiento, Secretaría Regional Metropolitana MOP, Subsecretaría de Transportes MTT, Secretaría Regional Metropolitana de Transportes, División de Desarrollo Urbano (MINVU), Secretaría Regional Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, SERVIU Metropolitano, Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) y SECTRA. En tal metodología, se distinguen tres tipos de EISTU:

- Estudio Táctico sin Reasignación: Estarán destinados al análisis de proyectos en los que principalmente se requiere estudiar aspectos relacionados con la seguridad de tránsito (materializada a través de una adecuada señalización y demarcación), accesibilidad al transporte público y diseño de accesos.
- Estudio Táctico con Reasignación: En este tipo de estudio se requerirá el uso de herramientas de simulación de tráfico en mayor magnitud y con características similares al estudio sin reasignación.
- Estudio Estratégico: Los proyectos que se analizan en este ámbito, son de una magnitud tal que su impacto se produce en gran parte de la ciudad.

3.2.5.-Emiratos Árabes Unidos

Localizado en el sudoeste de Asia en la península arábiga, los Emiratos Árabes Unidos (EAU) es una federación formada por siete emiratos: Abu Dabi, Dubái, Sarja, Umm al-Qaywayn , Ajmán, Ras al-Jaima y Fuyaira; poseen una de las economías más abiertas del mundo, siendo un punto estratégico con zonas francas para los negocios, con rápidos aumentos de sectores específicos como los del transporte terrestre, aéreo y marítimo, la logística, el turismo , los productos farmacéuticos y la tecnología de la información, lo que



los lleva a ser una de las economías de más rápido crecimiento tras las grandes fuentes de recursos energéticos que posee.

En los últimos años, la mayoría de las ciudades de los EAU, han experimentado un aumento significativo en el uso del vehículo privado y poco desarrollo de la infraestructura. Como resultado, el problema de la congestión del tráfico urbano se ha convertido en un serio problema, que si bien aún no es muy latente, lo será en no mucho tiempo. Una de las principales razones que llevaron a este problema es la limitada expansión de la oferta del sistema de transporte que no coincide con el aumento de la demanda de viajes. Simplemente, el aumento de la capacidad de las carreteras mediante la adición de carriles adicionales o la adición de algunas infraestructuras (puentes o túneles) no puede satisfacer el rápido crecimiento de la demanda de viajes. Los constantes cambios en el uso del suelo han fomentado el uso de vehículos privados. Por lo tanto, la alternativa de soluciones para mitigar la congestión del tráfico es necesaria.

Las ciudades más importantes y más grandes de los EAU son: Abu Dabi (capital federal) y Dubái, los emiratos de más peso económico y político, a la vanguardia en Arquitectura e Ingeniería generando ostentosas edificaciones. En el emirato de Abu Dabi, el gobierno ha puesto en marcha importantes proyectos de infraestructura para hacer frente al crecimiento de la región. Como resultado, la ciudad hoy en día posee un sistema de transporte moderno. Sin embargo, la congestión del tráfico aumentará y las conexiones del transporte entre la ciudad y estos desarrollos se sobrecargarán, a menos que un sistema de transporte equilibrado se construya, formado por nuevos sistemas de transporte público con estrategias de suministro y gestión de la demanda, así como el uso de avanzadas tecnologías ITS (Intelligent Transport Systems). Eso significa también que habrá una gran cantidad de tráfico producto de la construcción de los nuevos proyectos lo que generará viajes adicionales significativos que deben ser alojados en la red vial.

Por tal causa el gobierno de Abu Dabi (ADM, por sus siglas en inglés) introdujo el requisito de llevar a cabo un Estudio de Impacto Vial para los desarrollos previstos en la ciudad, estableciendo que tal estudio deberá constar de dos partes: un modelo computarizado y un examen general de transporte, y que no se otorgará por ningún motivo el permiso de construir el desarrollo si no se realiza el estudio mencionado.



Los lineamientos para llevar a cabo estos estudios fueron emitidos en el año 2004 y aplicados en el 2005 por el Abu Dhabi Municipality's Roads Directorate and Town Planning Department, en la guía denominada "Traffic Impact and Parking Requirements", sirviéndose de apoyo de la revisión de las guías de diferentes países que ya han estudiado el tema, como Reino Unido, Estados Unidos de América y otros más. Tiempo después, fue creado el Departamento de Transporte en el año 2006, por mandato del gobernador y del consejo ejecutivo de Abu Dabi, con el objeto de que este tuviera a cargo la regulación, la planificación y el desarrollo del sistema de transporte; así como la mejora de la movilidad y seguridad vial.

Posteriormente en el año 2008 el ADM encargó una revisión de esta guía al Departamento de Transporte, con el objeto de analizar los resultados presentados a lo largo de aproximadamente tres años de su aplicación, tras ello, en mayo del 2009 se transfirió dicha guía a ser responsabilidad del Departamento de Transporte, actualizándose con el nombre de "Transportation Impact Study Guidelines". En esta nueva versión, la guía para orientar en el desarrollo de EIV, toma un enfoque multimodal tomando en cuenta los modos de transporte no automóviles, tales como el transporte público, la bicicleta y el caminar (peatones); la figura 3.3 muestra la portada de dicha Guía.

Hace unos años, en el 2013 fue publicado "Trip Generation and Parking Rates Manual for the Emirate of Abu Dhabi", en este manual se examina a más de 400 sitios en Abu Dhabi, Al Ain y zonas Región Occidental. El estudio abarcó más de 70 terrenos tipo de uso, incluyendo residencial, comercial, alojamiento y proyectos industriales. Definiendo nuevas tasas de generación de viajes y de estacionamiento para los diferentes usos del suelo en Abu Dabi. Por otro lado, en el emirato de Dubái, la entidad responsable de la planeación y ejecución de proyectos de transporte y tráfico, así como de la red de carreteras y ferrocarriles es Dubai Roads and Transport Authority (RTA), organización establecida en el año 2005. Inmersa en tal entidad se encuentra el Traffic Department, responsable del proceso de todos los aspectos relacionados con Estudios de Impacto Vial y Planes Maestros de Transporte; y también es responsable de determinar la proporción del costo de los desarrolladores. Se han publicado guías como "Traffic Impact Studies Applicant's Guide" y "Dubai Trip Generation and Parking Rates Manual" (DTGM) que orientan y forman parte de la elaboración de los EIV, sin embargo, estas se complementan con las que ha aportado el emirato de Abu Dabi.

Recientemente a estos estudios de tránsito, se han contemplado los planes de Gestión de la Movilidad del Transporte (TMM, del inglés “Transportation Mobility Management”), lineamientos que serán establecidos y que pretenden abarcar hasta el año 2030, que constan de la aplicación de políticas y estrategias para reducir la demanda de viajes, fomentando el cambio de uso de automóvil privado a modos de transporte más sostenibles. Resultando interesante lo que ha logrado en un lapso de corto tiempo, en general, los Emiratos Árabes Unidos en el desarrollo de infraestructura y transportes; tomando en cuenta las consecuencias que esto genera.

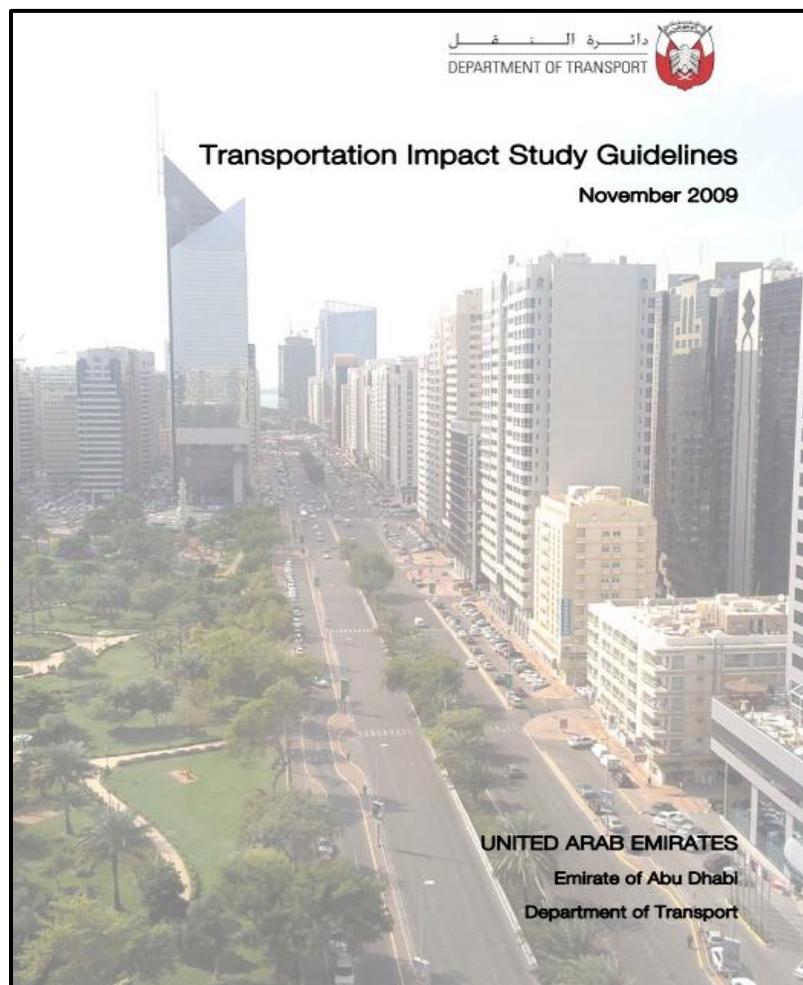


Figura 3.3. Portada del Transportation Impact Study Guidelines.

FUENTE: Department of Transport, Abu Dhabi Government, 2012.



3.2.6.-Estados Unidos de América

Siendo un país altamente desarrollado, Estados Unidos de América (EUA) se caracteriza por sus abundantes recursos naturales, una infraestructura desarrollada y una alta productividad; además de ser líder en investigación científica e innovación tecnológica desde el siglo XIX. Según estimaciones de la Oficina Nacional del Censo de los Estados Unidos, es la tercera nación más poblada del mundo, después de China y la India; por consiguiente, posee una avanzada infraestructura de transporte que permite atenuar los problemas de la movilidad de su población. El transporte ha sido un factor importante en el crecimiento de los Estados Unidos.

En 1800, Nueva York era la única zona urbana con más de 50,000 habitantes, para inicios del año 1900, había 78 ciudades con más de 50,000 habitantes y que correspondía a un 35.9% de la población del país, por lo que el proceso de urbanización fue muy acelerado. A pesar de que ya se contaba con el transporte ferroviario, carros tirados por caballos, automóviles a vapor y el uso de bicicletas, resultaba necesario ampliar las redes de comunicación terrestre. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, el vehículo de motor de gasolina comenzó ser usado y este fue reemplazando cada vez más a las demás opciones de transporte, pero no se tenía el medio adecuado para transitar. Así, con el objeto de comunicar a las ciudades por medio de caminos y carreteras, en 1905 se estableció “The Federal Office of Public Roads” y para 1914 varios estados de EUA habían establecido dependencias encargadas de la construcción de carreteras. Éstas a su vez se unieron con las agencias federales de carreteras del país y fundaron “The American Association of State Highway Officials” (AASHO), una entidad ahora conocida como “American Association of State Highway and Transportation Officials” (AASHTO), la cual establece normas, publica especificaciones y hace prueba de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en todo los Estados Unidos; y no solo representa a las carreteras sino también el transporte por agua, aire, ferroviario y transporte público.

Previo al establecimiento de AASHTO, aún no se contaba con ningún reglamento de tránsito o normas de circulación oficiales que se hayan conocido. Fue en el año de 1903, la ciudad de Nueva York en convertirse en la primera ciudad en adoptar un reglamento de tránsito destinado a los conductores de vehículos, asimismo, inició el control de estacionamientos y del comercio ambulante sobre la vía pública. Sin embargo, este hecho



no evitó que otros problemas se presentaran años más tarde en las vías principales tras el crecimiento de las ciudades no solo horizontalmente sino también verticalmente.

El rápido desarrollo del transporte automotor después de la primera guerra mundial y el constante aumento de accidentes resultantes tras su uso, así como el inicio de los problemas de congestión en la década de los 20, propiciaron que la sociedad demandase al gobierno la atención de expertos para dar solución a los problemas del tráfico. Durante este periodo, unos pocos individuos reconocieron el valor del enfoque de ingeniería en el tratamiento de muchos aspectos de los problemas de transporte por carretera, ingenieros trabajando con autoridades municipales en la búsqueda de alternativas para atenuar los accidentes y la congestión, concentraron gran parte de su trabajo en el campo de los dispositivos de regulación de tráfico, y el diseño y rediseño de calzadas. Este hecho consiguió resultados favorables, por lo que la conveniencia de formar una asociación profesional en el ámbito de la ingeniería de tránsito se suscitó. Así, en octubre de 1930 fue fundado “The Institute of Traffic Engineers” (ITE) por un grupo de 19 ingenieros, que finalmente sería nombrado como “The Institute of Transportation Engineers” (ITE). Uno de los primeros objetivos del ITE fue dar a conocer los estándares de la ingeniería de tránsito y favorecer la creación de departamentos de transporte en los gobiernos municipales y estatales de todo el país.

Tiempo después, el congreso de los EUA fundó el 15 de octubre de 1966, el Departamento de Transporte de los EUA (DOT, por sus siglas en inglés) con la finalidad de ordenar, coordinar y construir el sistema nacional de transporte de los Estados Unidos, tras una serie de acontecimientos que afectaban los sistemas de transporte en gran parte del país, como el crecimiento poblacional y la reglamentación vial. Pero el DOT no hace la labor individualmente, ya que no es la única agencia gubernamental dedicada al transporte, puesto que cada uno de los estados de EUA se tiene organizaciones similares, que también son denominadas Departamentos de Transporte, ver tabla 3.2. La mayoría de estos fueron establecidos posteriormente a la fundación del DOT, el resto ya se encontraban activos pero con un enfoque menos ambicioso y con otro nombre.



Tabla 3.2. Agencias Gubernamentales de Transporte en los Estados Unidos

AGENCIA	SIGLAS*	AGENCIA	SIGLAS*
Departamento de Transporte de Alabama	ALDOT	Departamento de Transporte y Servicios Públicos de Alaska	DOT Y PF
Departamento de Transporte de Arizona	ADOT	Departamento de Transporte y Carreteras Estatales de Arkansas	AHTD
Departamento de Transporte de California	Caltrans	Departamento de Transporte de Colorado	CDOT
Departamento de Transporte de Connecticut	ConnDOT	Departamento de Transporte de Delaware	DeIDOT
Departamento de Transporte de Florida	FDOT	Departamento de Transporte de Georgia	GDOT
Departamento de Transporte de Hawaii	HDOT	Departamento de Transporte de Idaho	ITD
Departamento de Transporte de Illinois	IDOT	Departamento de Transporte de Indiana	INDOT
Departamento de Transporte de Iowa	IowaDOT	Departamento de Transporte de Kansas	KDOT
Gabinete de Transporte de Kentucky	KYTC	Departamento de Transporte y Desarrollo de Luisiana	DOTD
Departamento de Transporte de Maine	MaineDOT	Departamento de Transporte de Maryland	MDOT
Departamento de Transporte de Massachusetts	MassDOT	Departamento de Transporte de Michigan	MDOT
Departamento de Transporte de Minnesota	MnDOT	Departamento de Transporte de Mississippi	MDOT
Departamento de Transporte de Missouri	MoDOT	Departamento de Transporte de Montana	MDT
Departamento de Carreteras de Nebraska	NDOR	Departamento de Transporte de Nevada	NDOT
Departamento de Transporte de New Hampshire	NHDOT	Departamento de Transporte de Nueva Jersey	NJDOT
Departamento de Transporte de Nuevo México	NMDOT	Departamento de Estado de Nueva York del transporte	NYSDOT
Departamento de Transporte de Carolina del Norte	NCDOT	Departamento de Transporte de Dakota del Norte	NDDOT
Departamento de Transporte de Ohio	OHDOT	Departamento de Transporte de Oklahoma	ODOT
Departamento de Transporte de Oregón	ODOT	Departamento de Transporte de Pensilvania	PennDOT
Departamento de Transporte de Rhode Island	RIDOT	Departamento de Transporte de Carolina del Sur	SCDOT
Departamento de Transporte de Dakota del Sur	SDDOT	Departamento de Transporte de Tennessee	TDOT
Departamento de Transporte de Texas	TxDOT	Departamento de Transporte de Utah	UDOT
Agencia de Transporte de Vermont	VTrans	Departamento de Transporte de Virginia	VDOT
Departamento de Transporte de Washington	WSDOT	Departamento de Transporte de Virginia Occidental	WVDOT
Departamento de Transporte de Wisconsin	WisDOT	Departamento de Transporte de Wyoming	WYDOT

FUENTE: Elaboración propia.

*Las siglas escritas para cada agencia de transporte corresponden a su nombre oficial en el idioma Inglés.



No obstante, el problema de la congestión vial y las preocupaciones ambientales, se han mantenido presentes desde los años 80 en las principales ciudades de Estados Unidos, aunque se han ido tratando estos problemas a fin de no llegar al caos. Por ello, dichos departamentos en conjunto con sus respectivas agencias dedicadas al sector del transporte y con su amplia gama de investigación, se han dedicado a elaborar gran cantidad de manuales, guías y libros referentes a la ingeniería de tránsito, que incluso no solamente han sido consultados y aplicados dentro de los Estados Unidos, sino también, son la principal fuente de información para una gran cantidad de países en la formación de su propio material.

Esta investigación no solo se ha realizado atendiendo la preocupación de las operaciones de los diferentes modos de transporte, sino también de la planificación urbana, lo que nos lleva a pensar en el congestionamiento de las vialidades más importantes de una ciudad, que ha sido generado tras el uso desmedido del suelo, es decir, una conglomeración de desarrollos que atienden las necesidades humanas en su actividad diaria. Esta planificación por lo regular es llevada a cabo por las agencias estatales y locales. Con la finalidad de controlar y atenuar este impacto, Estados Unidos fue uno de los pioneros en la elaboración de Estudios de Impacto Vial que es producido tras la generación de una nueva fuente de atracción de viajes.

Cada una de las agencias gubernamentales del transporte de los Estados Unidos que se muestran en la tabla 3.2, han elaborado al menos un documento con los procedimientos a seguir para realizar un EIV, lo que ha permitido que el gobierno local de cierta manera obligue a los desarrolladores o solicitantes a presentar tal estudio por cada desarrollo que se tenga previsto construir o ampliar y con ello, llevar un control sobre el flujo vehicular que se irá entregando al sistema vial. Mucho de lo que contiene cada manual ha ido actualizándose gradualmente, principalmente en el aspecto de las políticas y reglamentación del transporte asentadas en cada estado del país, así como algunas variantes en la metodología en donde la experiencia ha propiciado tales modificaciones.

El ITE fue la principal institución que se encargó de proveer un manual para la preparación y revisión de los estudios de impacto en el transporte generados por la ampliación o establecimiento de un nuevo desarrollo. "Traffic Access and Impact Studies for Site Development: A Recommended Practice" (1991), es el nombre que se le asignó a dicho manual, llegando a ser uno de los documentos más importantes para la ingeniería de

tránsito en los Estados Unidos, sus principios y contenido, han servido de base para el diseño de otros manuales. En el año 2005, fue reemplazado por el nombre de “Transportation Impact Analyses for Site Development” como actualmente se conoce y su edición más reciente fue publicada en el año 2010, la Figura 3.4 muestra la portada de dicho manual.

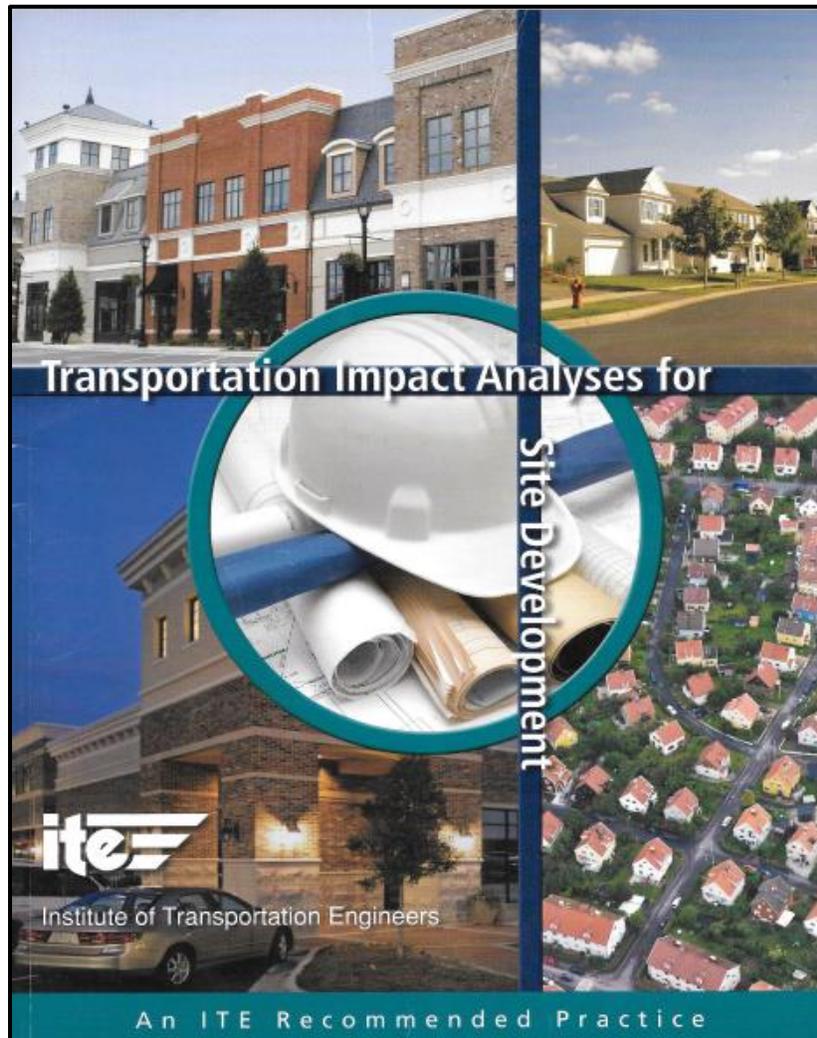


Figura 3.4. Portada del Transportation Impact Analyses for Site Development.

FUENTE: Institute of Transportation Engineers, 2016

Durante décadas el ITE ha publicado informes de prácticas y guías recomendadas, que brinden orientación a la planificación del transporte y profesionales de la ingeniería en las áreas seleccionadas de la práctica, asimismo se mantiene constantemente desarrollando



informes, guías, manuales sobre nuevos temas a medida que se identifican las necesidades. Entre sus publicaciones más destacadas y que son de interés para este tema, están:

- Traffic Engineering Handbook, séptima edición, 2016.
- Traffic and Highway Engineering, quinta edición, 2014.
- Trip Generation Manual, novena edición, 2012.
- Transportation Impact Analyses for Site Development, 2010.
- Parking Generation, cuarta edición, 2010

Por otro lado, existen otras guías que no pertenecen al ITE pero que toman en cuenta las recomendaciones que este provee, tales guías forman parte de la extensa bibliografía del DOT, por mencionar algunas de las que destacan por su contenido y enfoque, se encuentran:

- Transportation Site Impact Handbook, Departamento de Transporte de Florida (FDOT).
- Policies and Procedures for Transportation Impact Studies, Departamento de Transporte de Pensilvania (PennDOT).
- Traffic Impact Analysis Guidelines, Departamento de Wisconsin (WisDOT).
- Guide for the preparation of Traffic Impact Studies, Departamento de Transporte de California (Caltrans).

Como se mencionó, estas son solo algunas guías emitidas por los correspondientes Departamentos de Transporte de cada una de las entidades que conforman los Estados Unidos y no significa que el resto sea ineficiente; sino que muchas de esas suelen ser muy breves en cuanto a contenido pero sin perder el objetivo. De esta manera, ha existido una retroalimentación entre cada artículo, documento, guía o manual publicada por los diferentes organismos de transporte de los Estados Unidos que finalmente se encuentran relacionados.

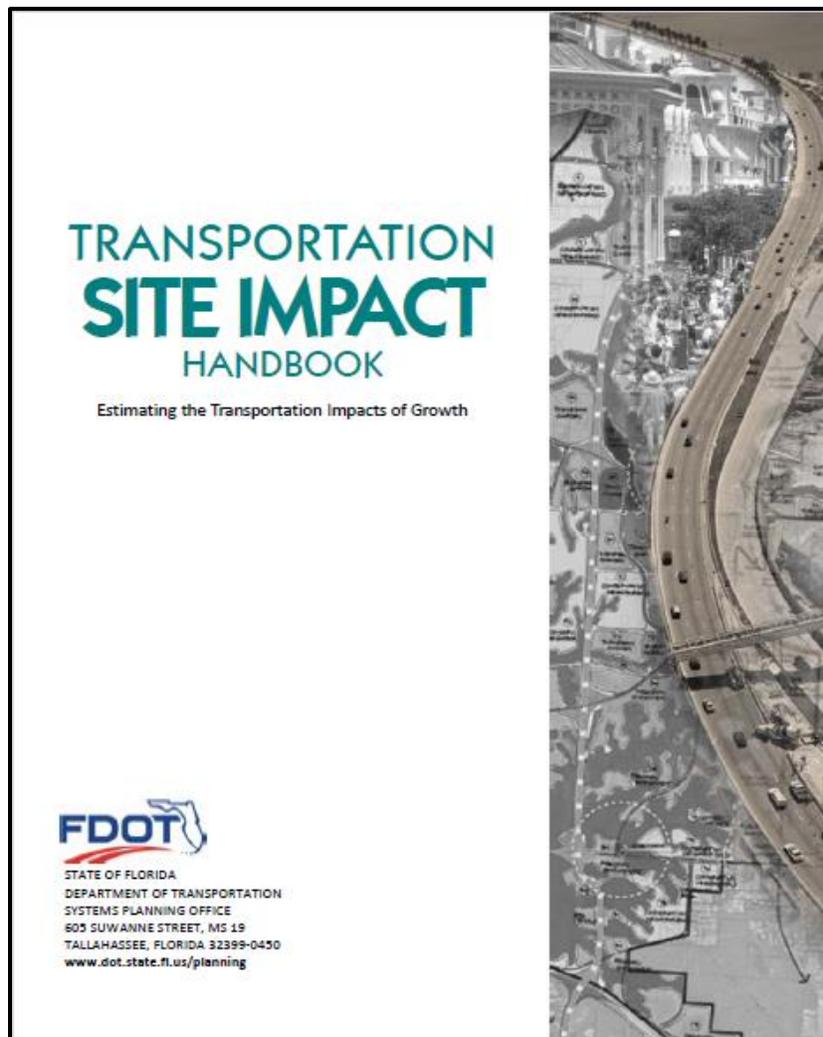


Figura 3.5. Portada del Transportation Site Impact Handbook.

FUENTE: The Florida Department of Transportation, 2014.

Actualmente el ITE con sede en Washington, D.C., es una organización internacional educativa y científica de los profesionales del transporte que son responsables de atender las necesidades de movilidad y seguridad vial. El ITE facilita la aplicación de la tecnología y principios científicos para la investigación, la planificación, el diseño, implementación, operación, desarrollo de políticas funcionales y de gestión para cualquier medio de transporte terrestre, a través de sus productos y servicios. Cuenta con una extensa comunidad de ingenieros de transporte, planificadores, consultores, educadores e investigadores, laborando en más de 90 países. Es por tal motivo que sus trabajos de investigación plasmados en libros, manuales o algún otro documento, son reconocidos y

aplicados en casi todo el mundo. En síntesis, el ITE ha llegado a ser una autoridad técnica a nivel internacional en la ingeniería de tránsito y de los sistemas de transporte.

A su vez, en los Estados Unidos, el ITE se encuentra dividido regionalmente en 10 distritos, con el propósito de mejorar su administración y la atención de los asuntos correspondientes al transporte dentro de un área geográfica determinada, mostrándose en la figura 3.6. Resulta interesante que dos de los diez distritos no se ubican dentro del país, puesto que uno de ellos corresponde a Canadá y el otro es internacional, cada distrito se encuentra en dividido en secciones y subdividido en capítulos, teniendo así una estructura bien organizada.

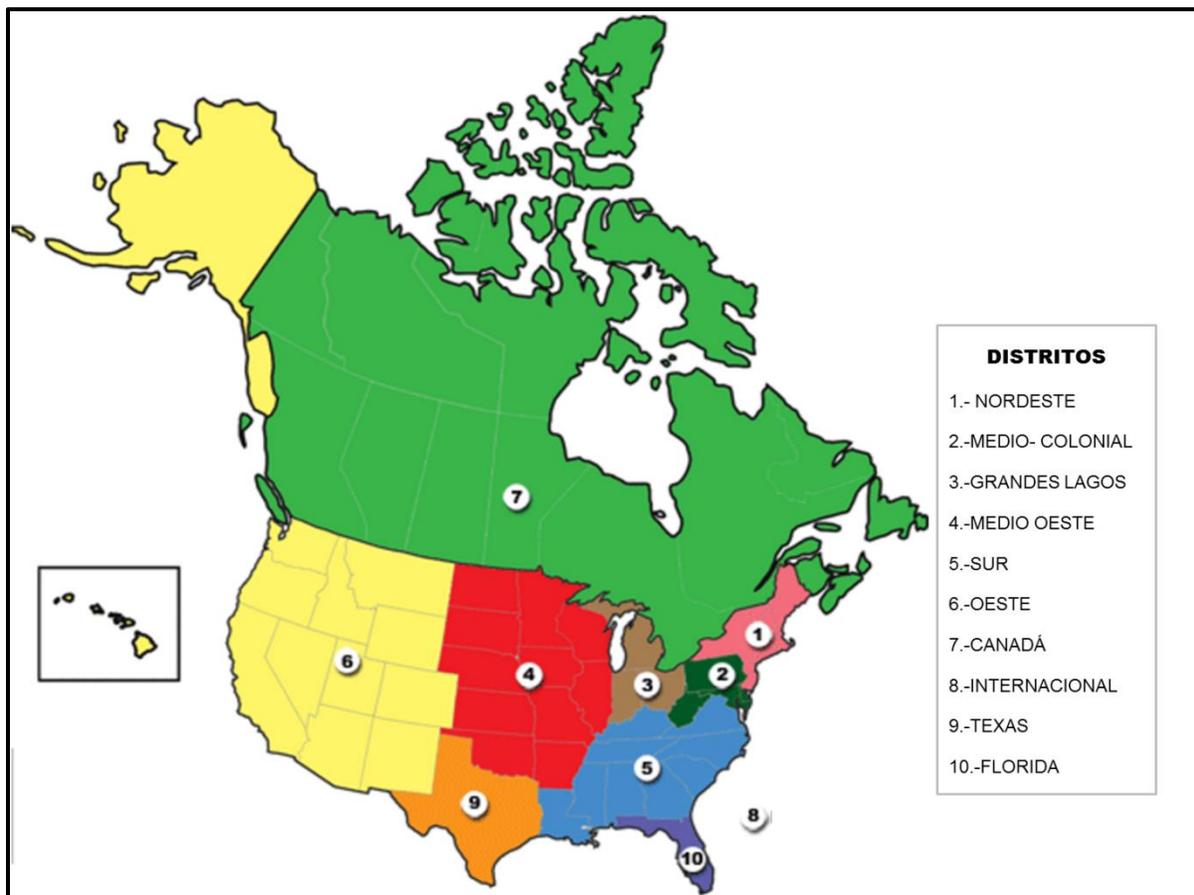


Figura 3.6. División geográfica de los Distritos que integran al ITE.

FUENTE: Adaptada del Institute of Transportation Engineers, 2016.



3.2.7.- Reino Unido

En los años 90 surgieron en Europa fenómenos de congestión vial sobre regiones y ejes concretos que amenazaron la competitividad económica de algunos países, una causa probable de ello fue, la deficiente organización del sistema de movilidad europeo y una utilización insuficiente de ciertos modos de transporte así como de las nuevas tecnologías aplicadas al transporte. En la actualidad pueblos y ciudades de Europa aún enfrentan problemas relacionados con el transporte. En varios países, se ha puesto a disposición mecanismos para garantizar un mejor uso de las políticas de transporte que los lleve a un desarrollo más sostenible con una visión clara del futuro. El crecimiento de las ciudades y el crecimiento económico de las mismas han dado lugar a grandes volúmenes de automóviles de uso particular y de transporte público sobre la red vial, vitales para el funcionamiento económico ya que permiten la movilidad de mercancías y de personas en el menor tiempo posible; pero del mismo modo los sistemas de transporte pueden generar efectos externos como impactos significativos en el ambiente y la salud. La Comisión Europea⁶ ha promovido activamente el concepto de planificación integral del transporte durante varios años, países como Francia y el Reino Unido han fortalecido los procesos de planificación de transporte urbano considerablemente, buscando que la mayoría de sus ciudades y de ser posible todas, apliquen tales procesos y los establezcan de carácter obligatorio.

El Reino Unido⁷ considerado entre los países más desarrollados del mundo, siendo la quinta economía del mundo y la segunda más grande en Europa, después de Alemania⁸; presenta problemas de congestión sobre todo en sus principales ciudades pese a que recientemente sus principios básicos del transporte urbano se encuentran fundamentados bajo el principio de sostenibilidad. Varios elementos intervienen en el desarrollo de políticas en relación al transporte en el Reino Unido, mostrados en la figura 3.7. Destacando al Departamento de Transporte (Department for Transportation, DfT) por ser organismo nacional principal dedicado a elaborar y presentar estrategias y lineamientos contextuales de las políticas de transporte, asimismo, establece y administra las relaciones con las empresas encargadas

⁶ Es el órgano ejecutivo que vela por los intereses generales de la Unión Europea (UE) proponiendo y comprobando que se cumpla la legislación y aplicando las políticas y el presupuesto de la UE.

⁷ Es un país ubicado al noroeste de la Europa Continental, constituido por cuatro naciones: Escocia, Gales, Inglaterra e Irlanda del Norte.

⁸ Fondo Monetario Internacional (FMI), 2015.

de la implementación de proyectos. Por otro lado, a nivel local existen varios tipos de autoridades de transporte, dependiendo del tipo de área que representan. En las áreas metropolitanas existen dos instituciones importantes: las Autoridades de Transporte Integrado (Integrated Transport Authorities, ITAs) y los Directivos de Transporte de Pasajeros (Passenger Transport Executive, PTEs), responsables de promover y financiar programas de accesibilidad y mejoramiento del transporte público. En las áreas que no son metropolitanas el transporte está bajo la dirección de los consejos locales, que en algunas áreas tiene una sola autoridad y en otras tiene dos, dependiendo de la población.

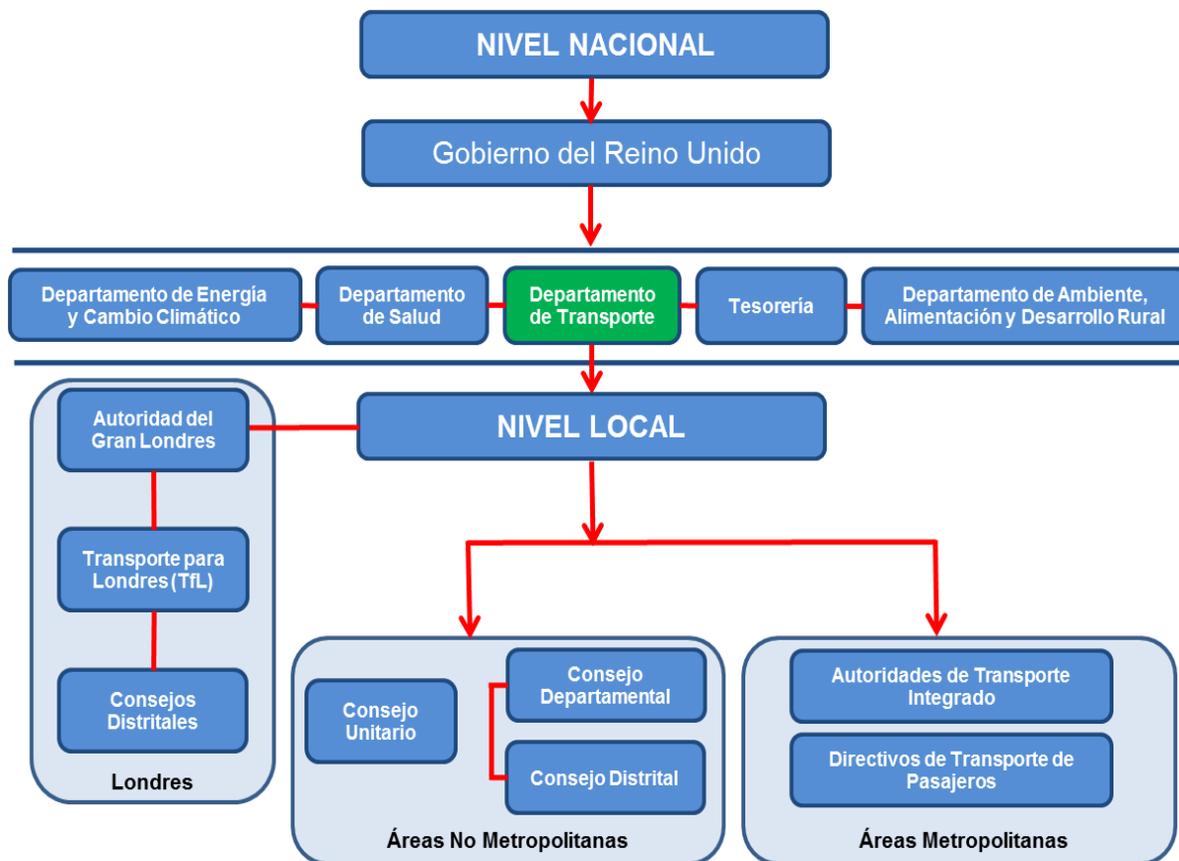


Figura 3.7. Organigrama básico de las autoridades que intervienen en el desarrollo de políticas en relación al transporte en el Reino Unido.

FUENTE: Adaptada de University College London, 2012.

En la capital del país, Londres, el transporte es gestionado en manera distinta al resto del país, pues sólo cuenta con dos entes principales que gobiernan la metrópoli de



aproximadamente 9.5 millones de personas, las cuales son: La Autoridad del Gran Londres (Greater London Authority, GLA) que desarrolla la estrategia del transporte, la cual es implementada, gestionada y monitoreada en su totalidad por Transporte para Londres (Transport for London, TfL). El TfL es una autoridad del gobierno y ente líder de los Consejos o localidades distritales, este organismo técnico es responsable de manejar todos los servicios de transporte existentes en la capital. Siendo Londres la ciudad más poblada de todo el Reino Unido, es la ciudad que ofrece el mejor sistema de transporte urbano y esto significa que la población puede acceder a sus actividades sin la necesidad del uso del vehículo privado.

Por otro lado, la relación entre el uso de suelo y el comportamiento vial ha atraído el interés de la investigación en el Reino Unido durante los últimos quince años, puesto que en las zonas altamente urbanizadas del país, la congestión de sus vialidades en gran parte se debe a que existe una creciente atracción de viajes tras el establecimiento de nuevos proyectos para solventar las necesidades que la población y el país lo requiere. Afectando directamente a la movilidad, sin embargo, las entes gubernamentales del transporte mencionadas anteriormente, han incluido entre sus estrategias y lineamientos, así como en sus estudios de tránsito este tema relevante, a fin de garantizar un sistema de transporte competitivo y eficiente, así como poner en práctica una serie de medidas que integren el uso del suelo, el comportamiento del transporte y su infraestructura.

Así entonces, el gobierno del Reino Unido busca la eficiencia y eficacia en el proceso de conformación de los elementos del sistema de transporte en todos los niveles. Es por esto que el DfT ha generado una gran cantidad de instrumentos que orientan y guían el proceso de formulación e implementación de planes, proyectos, herramientas y medidas que hagan parte de la política de transporte. Las guías y los manuales hacen parte de este conjunto de instrumentos, y tienen el propósito principal de ayudar a los actores involucrados en la actividad del transporte a formalizar el proceso, indicando los requerimientos fundamentales por parte del DfT para aprobar y apoyar dicho proceso. Estos instrumentos aseguran que los actores que los utilizan encaminan sus proyectos hacia lo que el Gobierno ha definido como metas para el sector, a la vez que facilitan el proceso de conformación del sistema de transporte. La transparencia es uno de los lineamientos principales de las políticas del Gobierno del Reino Unido, y este tipo de guías permiten tener transparencia en todos los procesos relacionados con el sector transporte a nivel urbano.



Como se señaló anteriormente, estas guías apoyan los procesos en diferentes niveles, como son: Guías para la formulación e implementación de planes locales de transporte, Guías para la formulación e implementación de proyectos de transporte o de la construcción y apertura de algún establecimiento ejecutivo o comercial, manuales de capacitación a operadores, manuales de evaluación técnica de vehículos entre otros temas por mencionar. Resultando de interés para fines de este trabajo, aquellas que tratan sobre la implementación de un nuevo proyecto y la afectación que este generará sobre la red vial existente las cuales son, los Estudios de Impacto Vial.

Existe una serie de documentos que proporcionan orientación sobre la preparación de los EIV en el Reino Unido, teniendo en cuenta que algunas fueron desarrolladas en específico para aplicarse en alguna de las cuatro naciones que lo integran. A continuación se mencionarán los documentos que tratan en su contenido el tema de los EIV.

-“Planning Policy Guidance note 13: Transport” (PPG13), Department of the Environment, Transport and the Regions. Este documento publicado en el año 2001, originó un cambio significativo en la política de planificación nacional del Reino Unido al integrar los principios de la sostenibilidad del transporte dentro de los EIV. Establece que el estudio debe ilustrar la accesibilidad al desarrollo por todos los medios y su probable distribución. Además, propone medidas para mejorar el acceso de transporte público, caminar y la bicicleta como medio de mitigar los impactos de transporte y la reducción de las necesidades de aparcamiento. Otro hecho relevante en este documento fue el cambiar el nombre de “Estudios de Impacto Vial” a “Estudios de Transporte”, con la finalidad de reflejar una mayor atención a todos los modos de transporte.

-“Transport Assessment and Implementation: A Guide” (2005), Scottish Executive Development Department. El Scottish Executive es el responsable de la gestión y planificación de la red de carreteras y del transporte en Escocia. Este documento escocés hace referencia a la guía “The Guidelines for Traffic Impact Assessment” (1994) del Institution of Highways and Transportation (IHT), el cual ha llegado a ser sustituido por nuevas guías, ampliando su alcance. Dada la importancia de las relaciones entre el uso de suelo y el transporte, ante las propuestas de nuevos desarrollos se generaran impactos en el transporte que necesitan ser identificados y tratados tan pronto como sea posible en el proceso de planificación. Este documento tiene por objeto proporcionar una guía práctica

para ayudar a identificar y hacer frente a esos posibles impactos, estableciendo los requisitos necesarios y suficientes para la preparación de los estudios de transporte de acuerdo a la escala del desarrollo propuesto. En la figura 3.8 se muestra la imagen de la portada de este documento.

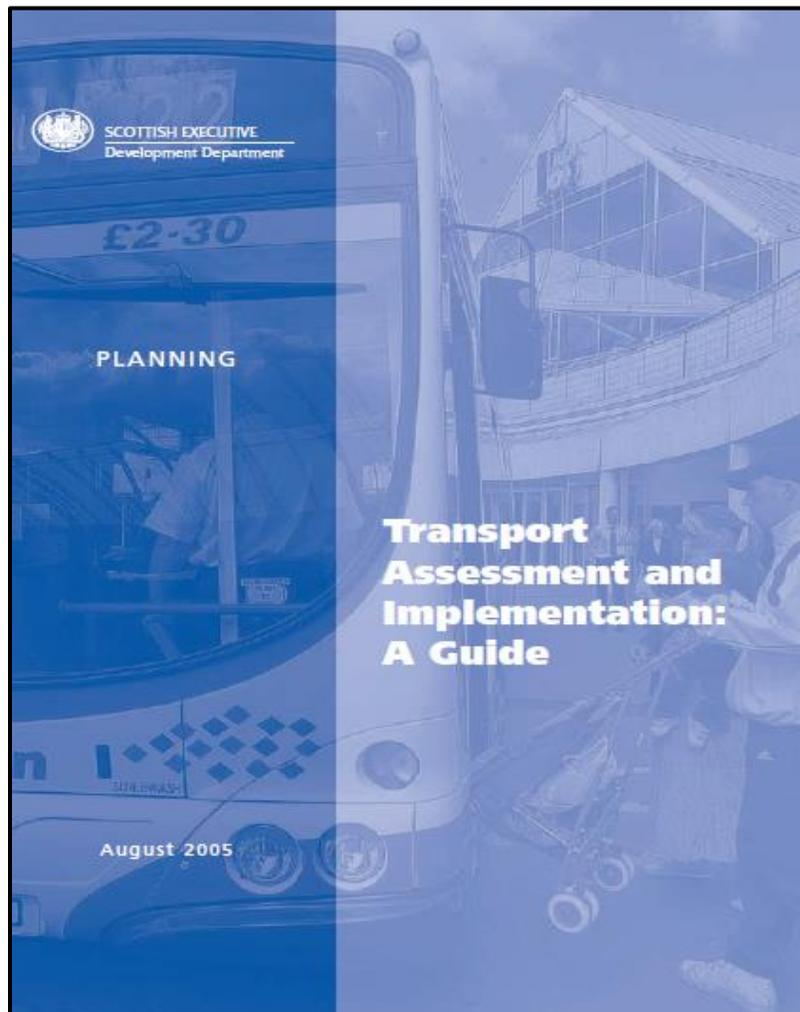


Figura 3.8. Portada del *Transport Assessment and Implementation: A Guide*.

FUENTE: Scottish Executive, The Scottish Government, 2015.

-“Guidance on transport assessment” (2006), Department for Communities and Local Government (DCLG) and the Department for Transport (DfT). Mostrado en la figura 3.9. El

propósito de este documento es proporcionar orientación sobre la preparación de evaluaciones de transporte y las declaraciones de transporte (este último se prepara cuando no se requiere un EIV completo). Tiene la intención de ayudar a las partes interesadas para determinar el nivel y el alcance del estudio requerido para las propuestas de desarrollo. Esta guía se aplicaba a Inglaterra solamente, y no Escocia, Gales o Irlanda del Norte, pero en el año 2014 fue retirada tras la introducción del Marco Nacional de Política de Planificación. Sin embargo, los desarrolladores deben optar por cualquier guía (actual) más específica emitida por las autoridades locales. En particular, los que operan en las cercanías de Londres deben tener en cuenta los documentos emitidos por Transport for London (TfL).

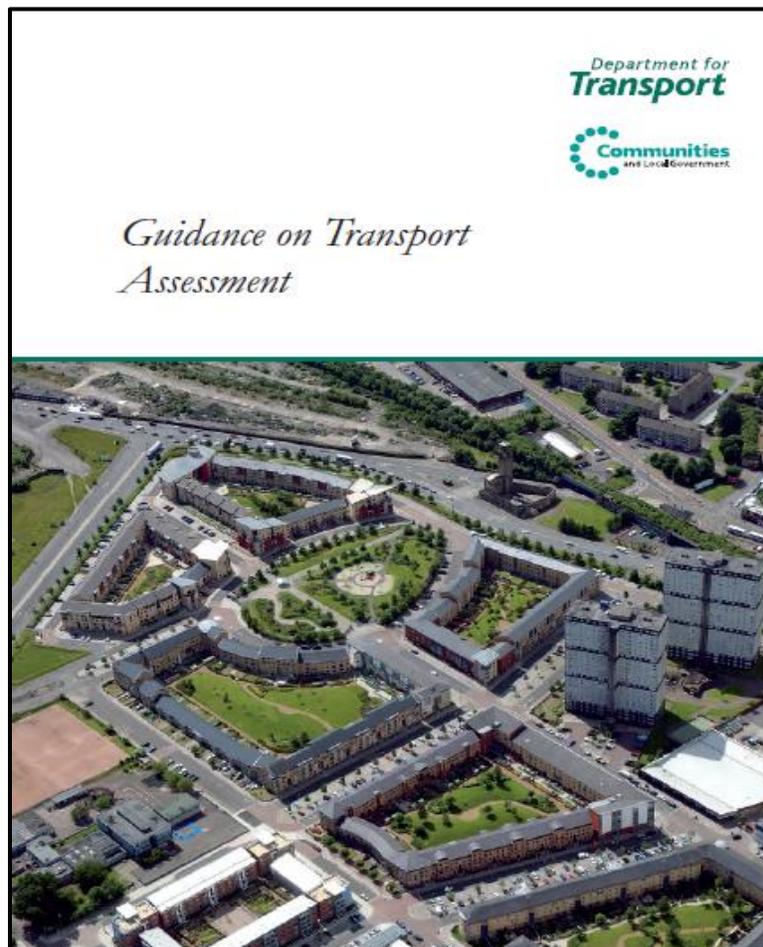


Figura 3.9. Portada del documento *Guidance on transport assessment*

FUENTE: Department of Transport, London, 2007



-“Transport assessment best practice guidance document” (2006), Transport for London. Este documento ha sido preparado para orientar a los desarrolladores y planificadores de proyectos en la elaboración de evaluaciones de transporte. Se basa en una investigación sustancial llevada a cabo por el Ejecutivo escocés en el período 2001-2004, y en la retroalimentación obtenida de la consulta en relación con muchas de las cuestiones y procesos practicados a lo largo de los años.

3.2.8.- Sudáfrica

África es el segundo continente más poblado del mundo y tiene una de las regiones más pobres del planeta, pese a sus grandes reservas de minas de diamantes, yacimientos de petróleo, gas y otros minerales. Al igual que en muchos países de otros continentes, presenta problemas en el transporte, tras la poca financiación que se otorga al sector del transporte. Como continente en proceso de desarrollo, África necesita hacer frente a una gran cantidad de inquietudes con respecto al transporte urbano y para estar a la par con otras naciones en desarrollo del mundo.

Algunas de las causas de la congestión del tráfico urbano en África, incluyen el transporte público ineficaz, la falta de medidas de demanda de transporte, la mala calidad de la infraestructura para el peatón así como del uso de bicicleta, la falta de políticas integradas de uso del suelo, y la mala disciplina vial. De tal manera que, la magnitud del problema y de los impactos económicos, sociales y medioambientales resultantes rara vez son cuantificados o evaluados. Principalmente en las zonas urbanas de la denominada región subsahariana⁹, la más rezagada del continente. Sin embargo, en dicha región se localizan unas de las ciudades más importantes, así como el país con la economía más potente de del continente africano, Sudáfrica.

El funcionamiento de un buen sistema de transporte en el crecimiento de un país es especialmente importante para Sudáfrica, donde el puerto más cercano está a unos 600 km de sus principales centros industriales y donde no hay ríos navegables, entre otros aspectos. Muchos lugares del país han estado experimentando un constante cambio y desarrollo en cada uno de sus sistemas existentes, incluidos los sistemas de transporte.

⁹ Región que abarca a todos los países del continente africano a excepción de aquellos que limitan con el mar Mediterráneo.



Tomando en cuenta todo lo anterior expuesto, hay otros factores que trabajan a favor o en contra del desarrollo del transporte en África del Sur. Estos factores incluyen el proceso de planificación del transporte, la elaboración de estudios de tránsito y su aplicación.

La planificación del desarrollo municipal en Sudáfrica, está regulada por la Ley de Sistemas Municipales, esta ley exige la preparación y adopción de Planes de Desarrollo Integrado (PDI) para guiar y regular toda la planificación y el desarrollo en Sudáfrica. La Ley Nacional de Transporte Terrestre (The National Land Transport Act, NLTA), 2009, añadió la integración de la planificación de transporte terrestre con el proceso del desarrollo y uso del suelo y la elaboración de planes de transporte integrado que constituye el componente de transporte de los planes de desarrollo integral de los municipios. Estos planes de transporte integrado incluyen la regulación y provisión de infraestructura de transporte para todos los modos de transporte. De acuerdo con la Ley Nacional de Transporte Terrestre, la evolución de los desarrollos (o una obra nueva o ampliaciones de estas) dentro de una importante área de transporte están sujetos a Estudios de Impacto Vial y a Evaluaciones de Transporte.

Los manuales para el desarrollo de los EIV han sido proporcionados por organismos nacionales, municipales y de las provincias de la ciudad. En 1995, a nivel nacional, el Departamento de Transporte de Sudáfrica dio a conocer “El Manual para los Estudios de Impacto Vial” (Manual for Traffic Impact Studies) con el cual se realizaron varios proyectos, trayendo consigo buenos resultados. Para marzo de 1997, las autoridades del transporte correspondientes de la ciudad de Pretoria perteneciente a la Provincia de Gauteng, dentro de la Municipalidad Metropolitana de la Ciudad de Tshwane produjeron un nuevo documento que orientara en la preparación de los EIV titulado: “Requirements for Traffic Access and Impact Studies”, con el objeto de generar más conocimiento en la elaboración de tales estudios, asimismo de que dicha provincia tuviera su propia fuente de información para este tema, sin depender de alguna otra entidad. Recientemente, en el año 2012, fue presentado por el Comité de Autoridades del Transporte (Committee of Transport Officials, COTO) el documento llamado “South African Traffic Impact and Site Traffic Assessment Manual”. Este manual contiene los requisitos para las evaluaciones o Estudios de Impacto de Vial y evaluaciones in situ de tráfico en Sudáfrica. Fue publicado en dos volúmenes; el primer volumen trata sobre requisitos, aspectos y procedimientos generales y el segundo volumen proporciona las normas que se aplican en el proceso de evaluación de este

estudio. En la figura 3.10 se muestra la portada del volumen 1 del “South African Traffic Impact and Site Traffic Assessment Manual”.

Dicho manual, forma parte de la serie de publicaciones “Métodos Técnicos para Carreteras” (en inglés, Technical Methods for Highways, TMH) en los que se prescriben metodologías para diversos aspectos relacionados con la Ingeniería de Transporte, dirigidos principalmente a todos las entidades que integran Sudáfrica. “South African Traffic Impact and Site Traffic Assessment Manual” ha pasado a sustituir a “El Manual para los Estudios de Impacto Vial” del Departamento de Transporte, a fin de mantener actualizada la información y de ir mejorándola.

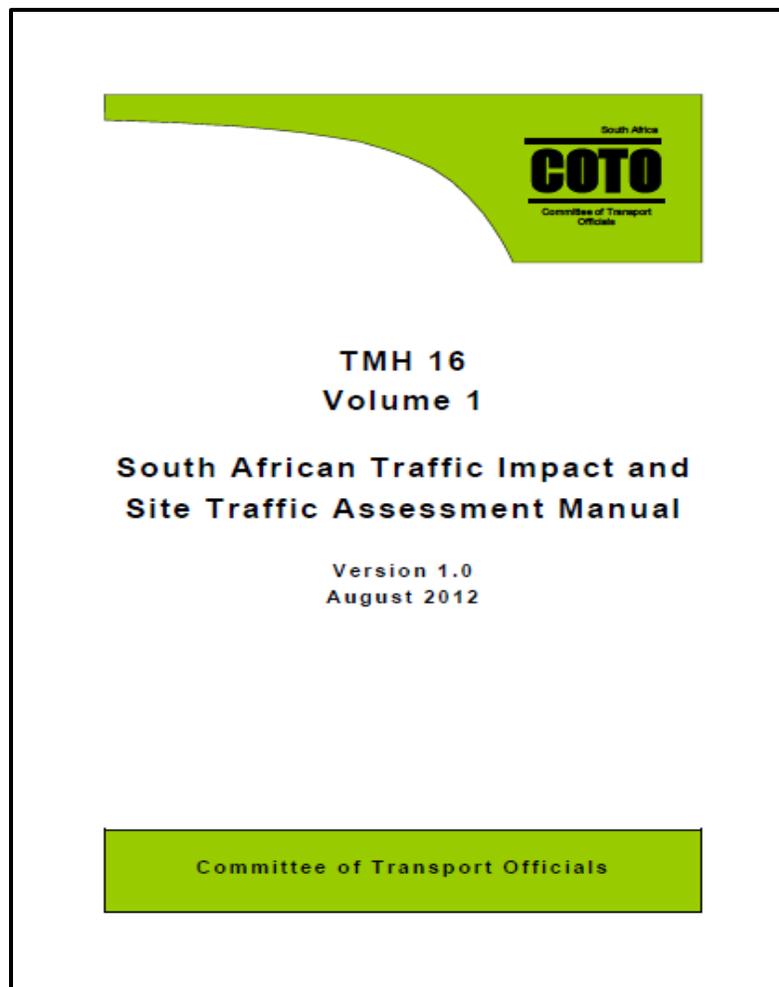


Figura 3.10. Portada South African Traffic Impact and Site Traffic Assessment Manual, Vol. 1
FUENTE: Committee of Transport Officials, South Africa Department of Transportation, 2012.



3.3.- Contenido básico de un EIV

La ejecución de los EIV implica abarcar varios elementos propios del estudio de la Ingeniería de Tránsito con el objetivo de no pasar por alto algún aspecto que podría de cierta manera influir en los resultados finales del estudio, tales elementos van desde las características del entorno (dígase tipo de zona y vialidades, estado superficial del material de las vialidades, etc.) en donde se realizará el proyecto hasta el manejo de los datos obtenidos manualmente y su procesamiento. Es así que resulta importante tener un marco de referencia sobre que debe contener un EIV, sin embargo, no significa que se delimitaran los estudios, puesto que como se ha dicho, estos estudios dependerán de las exigencias propias de cada ente gubernamental y del proyecto que se vaya a ejecutar.

3.3.1.- Introducción

Como se ha tratado con anterioridad, indagando sobre las guías y/o manuales para la elaboración de los EIV que son aplicados en algunos países, se percibe que fueron elaboradas en distintos años pero que parten de un mismo origen, de un mismo problema, más sus requisitos y su aplicación difieren de alguna forma, es por ello que, al hablar de un contenido establecido mundialmente no resulta muy apropiado, porque no lo hay, pero si se tienen muchas similitudes en lo que principalmente se requiere como mínimo para poder realizarlos y que en ocasiones son mostrados como “los pasos” que se deben seguir. Las investigaciones y experiencias obtenidas por los centros del transporte más importantes en el mundo, como el Institute of Transportation Engineers (ITE, EUA) y The New South Wales Roads and Maritime Services (RMS) y Austroads (ambos de Australia) principalmente, han dado como resultado propuestas en cuanto a lo que debe contener o tomarse en cuenta en los EIV, que han servido de base para distintos organismos.

Los siguientes temas (por así llamarlos) a presentar, son los que generalmente forman parte de los EIV investigados y que de ser omitido alguno de estos complicarían el proceso de análisis y finalmente no se podría llegar a un resultado coherente, dichos temas se resumen en los siguientes puntos:

- ♦ Panorama general del entorno en estudio y las características del proyecto (desarrollo)
- ♦ Condiciones existentes



- ♦ Condiciones futuras
- ♦ Resultados y proposición de medidas de mitigación
- ♦ Revisión y aprobación

A continuación se planteará brevemente que es lo que incluyen cada uno de estos y en qué consisten.

3.3.2.- Panorama general del entorno en estudio y las características del proyecto

En este apartado se realiza el correspondiente reconocimiento del problema que se suscita en la zona a afectarse tras el nuevo desarrollo, dejando en claro que previamente se debe llevar a cabo el respectivo proceso de planeación, para ello se requiere el establecimiento de varios elementos como: el área de estudio, la zonificación del sitio y las características del proyecto, ya teniendo cada uno de estos elementos nos permitirá definir el nivel de detalle y alcance del estudio.

3.3.2.1.- Características del proyecto

Representa uno de los aspectos más importantes que debe conocer el ingeniero o empresa encargada de realizar el estudio, pues con base en la definición del proyecto se determinará su magnitud, ya que muchas decisiones que se tomaran en el transcurso de este, sean tanto de procedimientos como de datos numéricos dependen directamente del tipo de desarrollo. Así entonces, es importante contar con:

- Las dimensiones del desarrollo
- A qué tipo corresponde
- Saber si ya cuenta con accesos y salidas determinados, y su ubicación
- Magnitud del estacionamiento

Estas dos últimas características pueden llegar a hacer modificadas en caso de que los resultados del estudio lo demanden, sobre todo la de ubicación de accesos y salidas, puesto que las dimensiones del estacionamiento dependen de una reglamentación que es variable de un lugar a otro.



3.3.2.2.- Área de estudio

Es la que será determinada con base a las características del proyecto, pues resulta necesario saber la extensión del estudio para identificar que vialidades e intersecciones serán analizadas, de tal forma que no sea analizada un área muy amplia o muy pequeña, produciendo así pérdidas de tiempo y costo en algo que finalmente será innecesario. Cabe mencionar que muchos en casos el área de estudio llega a ser determinada por la experiencia del desarrollador o por la observación directa de los sitios aledaños al proyecto que sufren constantemente de congestionamientos o ya sea que se tengan registros de problemas viales en la zona.

3.3.2.3.- Zonificación

Es concebida en la práctica de la planificación, generalmente como un esquema de subdivisión de un área urbana, la zonificación funge como un dispositivo legal para regular las propuestas de urbanización establecidas en un plan urbano. La importancia de consultar la zonificación de un lugar radica en determinar qué tipo de estructuras son permitidas y si procede el nuevo proyecto, que de hecho esto debe ser realizado mucho antes de comenzar con el EIV y no se diga, con la construcción. Además de revisar las condiciones del uso de suelo con la finalidad de obtener información acerca de proyectos o desarrollos aprobados en el área, que posteriormente serán de gran utilidad en las consideraciones del proceso de análisis del flujo vehicular. Esto quiere decir que los usos de suelo varían dentro de una misma ciudad.

La cantidad estimada de tráfico asociado con un desarrollo propuesto es un factor crítico. Esta estimación se basa en los usos del suelo del desarrollo. Todos los procesos y decisiones en la planificación de uso del suelo tienen un impacto en la sociedad y las comunidades, ya que llegan a afectar la calidad de vida y las comodidades de los pueblos, estas consecuencias de las decisiones de planificación han afectado a la sociedad desde hace mucho tiempo, sobre todo en aquellas en las que no se planeó con una clara visión del futuro.



3.3.3.- Condiciones existentes

Se elabora un análisis de las condiciones existentes para evaluar las condiciones actuales y establecer una base para la comparación de las condiciones futuras, que es cuando ya se tenga el nuevo desarrollo. El análisis básico debe consistir en identificar las características operativas y físicas del sistema de transporte, así como las redes de transporte de los alrededores (incluyendo el transporte público, de carga, de la bicicleta, y las redes peatonales, así como carreteras) deben identificarse. También se incita a incluir, o hacer referencia a, cualquier información pertinente que se pone a disposición por el Ayuntamiento o la respectiva autoridad local. Dicha información puede incluir lo siguiente:

- Plan maestro de la red carretera.
- Plan funcional de jerarquía vial.
- Plan de gestión del tráfico.
- Plan de transporte público.
- Otras evaluaciones de los efectos del tráfico y el tráfico del sitio de la zona.

Esta información puede ser de importancia y en algunos casos de orientación para analizar el compartimiento vial y lo que se planea implementar en él, sin embargo, no necesariamente es incluido en este apartado de los EIV.

3.3.3.1.- Identificación de los elementos de tránsito

Los elementos del tránsito son los que dan origen a la variedad de problemas que se presentan en las vías de transporte terrestre, siendo principalmente: el usuario (que engloba tanto al conductor como al peatón), la vía y los vehículos. Su reconocimiento sirve de información primaria en los estudios de tránsito y en la elaboración de alternativas de solución a los problemas de tránsito que se presentan. Para comprender mejor el término de estos elementos, se presenta la definición de cada uno:

- ❖ El usuario: Es el primer elemento básico debido a que es la persona quien tiene la necesidad de trasladarse o trasladar cosas y sin esa necesidad no sería necesario el tránsito. El usuario cuenta cuatro subdivisiones a estudiar organizadas por el modo en que la persona se traslada. Estas son el peatón, el pasajero, el ciclista y el conductor.



- El conductor: Toda persona que dirige, maniobra o se halle a cargo del manejo directo de un vehículo durante su utilización en la vía pública.
- El Peatón: Es la persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones a los que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o a las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él.
- ❖ Vía: Es el medio físico donde se realiza la acción de transportarse, dependiendo de sus características geométricas y físicas, ofrecerá mayor o menor seguridad a sus usuarios.
- ❖ Vehículo: Es la tecnología propia de cada sistema de transporte a través de la cual se ejecuta la acción de dislocarse de un sitio a otro.

De ello, lo que resulta de gran interés para los EIV son los aspectos de la identificación de las vías y vehículos, es donde se hace referencia a lo antes mencionado como las características operativas y físicas del sistema de transporte, lo que implica llegar a recopilar la siguiente información:

Desde el punto de vista operativo:

- Regulación de intersecciones.
- Sentidos de circulación.
- Programación actual de los semáforos del área de influencia.
- Medición de flujos por tipo de vehículo (privado y el servicio de transporte público).
- Señalización y demarcación.
- Otros antecedentes operativos relevantes para el estudio.

Desde el punto de vista físico:

- Perfil de las vías.
- Pendiente aproximada de las vías.
- Longitud de vías o ejes entre líneas de detención.
- Localización de paraderos de transporte público.



- Otros antecedentes físicos relevantes para el estudio.

En lo que respecta al tema del conductor lo que se resalta, es el hecho de que posea una suficiente y adecuada visibilidad de los señalamientos de tránsito, lo que implica que estos se encuentren ubicados en los lugares apropiados y en buen estado. Por otro lado, se tiene la presencia del peatón la cual puede ser o no relevante dentro del estudio, esto dependerá de la buena interacción que se tenga con los modos de transporte y las instalaciones peatonales, así como de la zona en que se ubique el desarrollo, poco o muy frecuentada.

3.3.3.2.- Aforos

Habiendo definido la localización del área de estudio y el reconocimiento de la zona con sus respectivos elementos, se prepara la actividad de la obtención de los volúmenes vehiculares de la infraestructura vial afectada o en estudio, mediante la práctica conocida como “aforar”. Estos volúmenes son necesarios para el análisis del tránsito de la situación “actual”, es decir, de la situación existente antes de la implantación del nuevo desarrollo; a su vez sirven de base para la proyección del tránsito requerido para el análisis operacional en los años horizonte seleccionados en función de las características del desarrollo.

Un aforo vehicular es un conteo de los vehículos que pasan por un punto determinado y a partir de él se puede obtener información sobre los volúmenes vehiculares que transitan en un punto de interés por un período de tiempo, su velocidad y hasta el tipo de vehículo. La utilidad y confiabilidad de los datos generados por los aforos vehiculares, será mayor en medida que:

- La cantidad y el tipo de vialidades aforadas sean representativas de la red vial (para los EIV serían las vialidades correspondientes al área de estudio).
- Los aforos sean realizados en épocas del año y horarios que representen la actividad vehicular típica de la zona de estudio.

Por otro lado, como información adicional, también resulta apropiado realizar un aforo peatonal en el área de estudio, ya que los flujos peatonales son significativos en los centros urbanos y por ende los grandes desarrollos fomentaran su incremento. Además de que



estos son tomados en cuenta para el planeamiento y diseño de instalaciones peatonales. En lo que respecta a este tema, tiene un papel importante en las intersecciones, impactando en el comportamiento del tránsito y principalmente en las intersecciones que no se encuentran semaforizadas donde el peatón tiene que cruzar sin que se le ceda el paso.

Un mayor flujo peatonal ocasionará que se le brinde mayor preferencia al paso del peatón por medio de los ciclos de semáforo, pudiendo provocar así mayores colas de vehículos y ahora, más un nuevo desarrollo, se pueden generar más problemas. Su realización finalmente viene siendo muy parecida a la de los aforos vehiculares, empleando los mismos métodos pero con un objetivo diferente.

3.3.3.2.1.- Métodos de aforo

La recopilación de los volúmenes de tránsito se realiza mediante la elección de un método de aforo, habiendo por lo general dos existentes: manual y mecánico.

a) Método manual

Es el correspondiente a los aforos manuales, se obtienen los volúmenes de tránsito por medio del uso de personal de campo conocido como aforadores de tránsito, quienes realizan el registro de los datos en determinados formatos de campo, por lo que vendría resultando un poco costoso. Son usados cuando la información deseada no se puede obtener mediante el uso de dispositivos mecánicos. Este método es el más común, permite distinguir varios aspectos proporcionando así una información detallada, entre esos aspectos se destacan:

- Clasificación vehicular (camiones por tamaño, peso, número de ejes; autobuses, automóviles, motocicletas, bicicletas, etc.).
- Movimientos direccionales en una intersección o en una entrada.
- Dirección del recorrido.
- Procedencia de los vehículos por medio de la identificación de las placas.
- Uso por carril y/o longitud de colas.
- Número de pasajeros por vehículo.
- Obediencia a los dispositivos para el control del tránsito.



Sin embargo, una de las principales desventajas de este método son las fallas humanas, en el aspecto de la obtención errónea de mediciones o toma de datos, por lo que se requiere una supervisión estricta.

b) Aforo mecánico

El registro de los volúmenes de tránsito se realiza por medio de un detector, puede ser: neumático o electrónico. El equipo neumático se instala de preferencia en carreteras de baja velocidad y de poco tránsito; esto es debido a las limitaciones que se presentan en el registro de vehículos y en la duración de la manguera de hule de que van provistos los aparatos. El equipo electrónico se instala por lo general en carreteras de alta velocidad y gran volumen de tránsito. Un dispositivo mecánico debe cumplir con dos funciones, una de ellas es detectar o percibir el tránsito y la otra es, realizar un registro de datos del tránsito.

Respecto a los aforos peatonales por lo regular son realizados por métodos mecánicos, mediante sensores que el peatón generalmente no detecta, ya sea por medio de la colocación de cámaras de video, más esto conlleva a contar con un software especializado para su lectura, por lo que el método más usado es el conteo manual.

3.3.3.3.- Panorama actual del tránsito

La elaboración del panorama actual del tránsito no es más que la organización y presentación de los datos e información que se ha obtenido en la identificación de lo denominado como condiciones existentes y de los correspondientes aforos que se realicen. Con la finalidad de tener en claro el comportamiento vial que se tiene en el área de estudio en el momento actual y a su vez, determinar el o los problemas en el sistema. Desde un principio, identificar esos problemas es primordial, debido a que provienen de datos que aún no contemplan el tránsito que será generado por el nuevo desarrollo y otras posibles afectaciones que se pudieran dar, brindándole al ingeniero a cargo del estudio la posibilidad de ir tomando las medidas pertinentes para continuar con el proceso.



3.3.4.- Condiciones futuras

Corresponde al análisis operativo del sistema vial con las condiciones existentes del tránsito proyectadas a un determinado año horizonte, considerando o no la existencia del desarrollo propuesto, a fin de mostrar los futuros impactos que serán generados tras llevar a cabo el proyecto, así como identificar las posibles deficiencias. El planteamiento de este análisis se efectúa por lo general, para los siguientes escenarios:

- Tránsito existente proyectado a un determinado año horizonte, sin considerar el desarrollo.
- Tránsito existente proyectado considerando los volúmenes generados por el desarrollo.
- Tránsito existente proyectado considerando los volúmenes generados por el desarrollo con las correspondientes medidas de mitigación (según se plantee).

Siguiendo un proceso similar al del escenario de las condiciones del tránsito local, en cuanto al uso de modelos de simulación.

Para elaborarlo se realiza una estimación de la demanda del tránsito de los elementos del transporte afectados, tal estimación sigue una metodología como la del "crecimiento del tráfico" u otros métodos. La futura demanda de tránsito estará constituida por dos aspectos importantes: la generación y la distribución de viajes.

3.3.4.1.- Generación de viajes

Para comprender esta actividad se planteará el siguiente ejemplo: supongamos que el objeto en estudio se trata de un desarrollo habitacional, se dice que los viajes son producidos, entendiéndose por tales aquellos viajes que tienen un extremo en el hogar, es decir el origen o el destino están en la vivienda. Por otro lado, si el desarrollo en estudio tuviera una diferente finalidad, como por ejemplo comercial o empresarial, se trata de viajes atraídos, los cuales se refieren a viajes que tienen un extremo en el conjunto urbanístico, pudiendo ser origen o destino, y en el otro extremo el hogar. Estos viajes generados serán añadidos a la red vial con sus respectivas características. Generalmente los viajes generados en vehículos particulares son los de mayor interés para el estudio, sin embargo, no se debe menospreciar lo que acontece con el transporte público y otros modos.



Muchos son los aspectos de los cuales dependen la cantidad de viajes generados, retomando el ejemplo anterior, para el caso del desarrollo habitacional esos viajes se encuentran relacionados con un grupo de variables socioeconómicas de la población que lo habite, entre las cuales son de mucha importancia el ingreso de la familia, la propiedad vehicular y el acceso al sistema de transporte público de la ciudad. Para el desarrollo comercial o empresarial, los viajes que se generen dependen de las actividades que se vayan a desarrollar y el espacio que abarcarán.

El ingeniero debe procurar conseguir la información más precisa y si las condiciones no lo permiten, consultar alguna fuente de información más elaborada, como los manuales de generación de viajes, por ejemplo el conocido "Trip Generation" del ITE.

3.3.4.2.- Distribución de viajes

Conocida la cantidad de viajes que se originan en el desarrollo, se establecen las zonas de destino y la cantidad respectiva de viajes, de la misma manera, la cantidad de viajes con destino al desarrollo, se establecen las zonas de origen y la cantidad respectiva de viajes. En esta actividad, generalmente el ingeniero realiza la aplicación de modelos matemáticos ya que finalmente se requiere estimar lo mejor posible esa distribución.

3.3.5.- Resultados y proposición de medidas de mitigación

Tras la revisión de resultados de los distintos escenarios de análisis y la determinación de posibles impactos adversos producidos por el desarrollo, se llega a etapa de elaboración de mejoras o medidas de mitigación al sistema vial en conjunto. Las medidas de mitigación atenuarán esos impactos adversos y en todo caso de ser posible eliminarlos. Pero tengamos presente que el sistema vial no es un sistema aislado, siendo así que, buscar la solución óptima a esos problemas no resultará tan sencillo. Por tal razón las medidas de mitigación que se planteen deben estar dirigidas a solucionar problemas en la red vial, en el sistema de transporte público y en el entorno. Con ello, la propuesta de una medida de mitigación deberá ser minuciosamente estudiada y cuanto que mejor, representada en modelos de simulación, que de hecho es considerado como parte del planteamiento de un escenario de tránsito. Asimismo existe la posibilidad de encontrar medidas que solucionen



en gran manera el problema, pero que su implementación en la realidad difícilmente se conseguiría.

Finalmente las medidas de mitigación que se implementen deben cumplir con toda normativa requerida y establecida por el respectivo gobierno o autoridad local.

3.3.6.- Revisión y aprobación

Cabe mencionar que, la aprobación del estudio estará en función de dos puntos principalmente: De los resultados y de la conclusión del mismo; y del cumplimiento con los lineamientos que solicite la dependencia a la cual sea dirigido el reporte. Tales lineamientos pudieran ser desde la presentación del trabajo como el tipo de formato en que debe ser entregado hasta llegar a pedir que se resalten ciertas características del contenido de los datos, tablas, figuras o planos. De tal manera que se considera viable el manejar una lista de chequeo o de actividades a fin de evitar todos estos contratiempos facilitando así una adecuada revisión, sin embargo, no todas las dependencias hacen uso de estas herramientas dentro de sus metodologías.

3.4.- Cuadro comparativo del contenido clave de los Estudios de Impacto Vial de los países previamente seleccionados

Se ha brindado una explicación acerca de los temas tratados en los EIV, haciendo hincapié en las principales actividades o elementos clave que se pide como mínimo desarrollar, ahora se presentará una tabla comparativa entre los estatutos relevantes solicitados por las guías y directrices de los países considerados como fuente de información, a fin de encontrar similitudes, de verificar con que se cumple y si se posee la información.



Tabla 3.3. Cuadro comparativo del contenido de los Estudios de Impacto Vial

Contenido de la Guía	Australia	Chile	Emiratos Árabes Unidos	Estados Unidos de América	Sudáfrica	Reino Unido
Umbral para el requerimiento de un EIV	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Guía metodológica (Checklist) de cuestiones a considerarse	Sí	Sí	Sí	Sí, facilita la revisión del estudio y la elaboración del reporte. Es ampliamente utilizada por otros países	Sí	Sí, proporcionada principalmente en las guías para Inglaterra e Irlanda del Norte
Sugiere la limitación del área de estudio	No	Sí	No	Sí, se encuentra asociada al uso de suelo y al tamaño o magnitud del desarrollo	No sugiere limitación del área de estudio, pero establece dos zonas de estudio, primaria y secundaria ¹⁰	No
Consideración de los desarrollos existentes y a implementar, para los efectos del tránsito	Sí	No se específica	Sí	Sí, consideración de los desarrollos locales	Sí	Sí, consideración de los desarrollos locales
Sugiere la recaudación de información de accidentes	Sí, se cuenta con datos de índices de accidentes	No se específica	No se específica	Sí, es preferible obtenerlo.	No se específica	Sí, se requieren estadísticas de accidentes a fin de fortalecer la seguridad vial

¹⁰ El área de estudio primaria es adecuada para la mayoría de usos de suelo, salvo las que requieren el transporte de mercancías pesadas. Para usos de suelo que requieren el transporte de dichas mercancías, el área de estudio primaria debe ser extendido para incluir un área de estudio secundaria.



Tabla 3.3. Continuación

Contenido de la Guía	Australia	Chile	Emiratos Árabes Unidos	Estados Unidos de América	Sudáfrica	Reino Unido
Crecimiento del tránsito local	Evaluación de las tendencias históricas	Obtenido de datos del modelo o de las tendencias históricas de los datos existentes	Derivado de la información proporcionada por el TMP ¹¹	Obtenido de datos del modelo o de las tendencias históricas de los datos existentes	Obtenido de datos del modelo o de las tendencias históricas de los datos existentes	Obtenido a partir de un modelo nacional estudiado o de datos del flujo de tránsito
Información para el estudio de Generación de Viajes	Se suele apoyar en lo establecido en el Trip Generation Manual del ITE.	Se guía con lo establecido en el Trip Generation Manual del ITE.	Dubai Trip Generation and Parking Rates Manual (DTGM)	Trip Generation Manual, novena edición, del ITE.	Trip Data Manual	Generalmente se obtiene de la base de datos del Trip Rate Information Computer System (TRICS)
Categorías de los viajes generados para analizar sus efectos en la evaluación de impactos	Cataloga los efectos de los viajes de paso, viajes desviados y nuevos viajes.	No se especifica	Viajes de paso y viajes combinados	Considera viajes primarios, viajes de paso y viajes desviados	Fundamentalmente son clasificados en: viajes de paso, desviados, transferidos y primarios	Considera viajes de paso y viajes desviados
Hora pico	Se determina para dos horarios, uno matutino y el otro vespertino principalmente.	Se obtiene generalmente para la mañana y la tarde, dependiendo de las condiciones.	Se obtiene la hora pico de los horarios matutino, vespertino (mediodía) y nocturno	Se obtiene generalmente para la mañana y la tarde, dependiendo de las condiciones.	Dependiendo de las condiciones que se presenten se obtendrá	Horario matutino y vespertino

¹¹ El Plan Maestro del Transporte, del inglés Transportation Masterplan (TMP).



3. Estado del arte del contenido básico de un EIV

Tabla 3.3. Continuación

Contenido de la Guía	Australia	Chile	Emiratos Árabes Unidos	Estados Unidos de América	Sudáfrica	Reino Unido
Aforos	Volúmenes vehiculares, conteos direccionales y se sugiere obtener los volúmenes peatonales para los desarrollos de gran magnitud	Volúmenes vehiculares. No se especifica el conteo peatonal.	Volúmenes vehiculares, conteos direccionales. No se especifica el conteo peatonal.	Volúmenes vehiculares, conteos direccionales. Se hace la sugerencia de aforos peatonales donde sea requerido.	Volúmenes vehiculares, conteos direccionales. No se especifica el conteo peatonal.	Volúmenes vehiculares, conteos direccionales. Los aforos peatonales donde sea requerido.
Selección del año horizonte para las proyecciones	Se limita como máximo a 10 años, por los cambios que puedan ocurrir en ese lapso	No se especifica	Sugiere a 5 años y aparte se realizan para el año 2030 como requisito establecido en el TMD de Abu Dabi	Generalmente a 5 años después de la apertura del desarrollo	A un período de 5 años como mínimo.	Hasta 15 años después de la apertura del desarrollo, pero no es muy recomendable aplicar el límite máximo
Evaluación de impactos en las intersecciones	Sí, las intersecciones clave	Sí, las intersecciones próximas al desarrollo	Sí, aquellas dentro del área de estudio	Sí, las intersecciones que vayan a ser afectadas	Sí, las intersecciones próximas al desarrollo	Sí, las intersecciones que vayan a ser afectadas
Operación del transporte interno	Plena revisión en la circulación interna y su relación con la red de transporte externa	No se especifica	Verificación de la circulación interna y la interacción entre modos de transporte externos	Estacionamientos, circulación y modos alternativos en el sitio del desarrollo	Evaluación de la circulación interna	Estacionamientos, circulación y modos alternativos en el sitio del desarrollo
Propuestas de medidas de mitigación	Sí, sujeto a lo que establezca la ley.	Sí, sujeto a lo que establezca la ley.	Sí, sujeto a lo que establezca la ley.	Sí, sujeto a lo que establezca la ley.	Sí, sujeto a lo que establezca la ley.	Sí, sujeto a lo que establezca la ley.



Tabla 3.3. Continuación

Contenido de la Guía	Australia	Chile	Emiratos Árabes Unidos	Estados Unidos de América	Sudáfrica	Reino Unido
Seguridad vial	Sí, orientado en el análisis de accesos al sitio y estacionamientos a fin de moderar el tránsito	Sí, enfocado en que la infraestructura vial opere adecuadamente	Sí, revisión de accesos y salidas, y condiciones de servicio pertinentes	Sí, enfocado en que la infraestructura vial opere adecuadamente	Sí, accesibilidad y condiciones apropiadas de servicio de los modos de transporte	Sí, revisión de los registros de seguridad vial en torno a un sitio propuesto.
Peatones y ciclistas	A consideración de las autoridades encargadas del estudio, sobre opciones de evaluación	No se especifica	Identificación de las instalaciones para estos modos y evaluación de las mismas	Evaluados con el nivel de servicio, basado en las demoras en los cruces y de las condiciones de las instalaciones	Sí, evaluación de la prestación de servicios e instalaciones para el peatón y el ciclista	Plena consideración de los accesos para estos usuarios y su integración con vínculos fuera del sitio
Transporte público	A disposición de las autoridades de planeación urbanísticas y considerado dentro de la clasificación vehicular	Sí, identificación de rutas, su conectividad y relevancia en el área de estudio	Sí, identificación de rutas, su conectividad y relevancia con el desarrollo propuesto	Evaluado mediante la técnica del nivel de servicio, basado en la frecuencia del servicio	Sí, evaluación de su impacto sobre la red vial del área de estudio, identificación de paradas	Plena consideración de los accesos al transporte público.
Uso de software	Por lo general se emplea: SIDRA Intersection, Paramics, VISSIM	Se suele emplear: SIDRA Intersection, Transyt, IRENE	Se suele emplear: SIDRA Intersection, SYNCHRO, SimTraffic, VISSIM	Se emplea: Cube Dynasim, PASSER, SIGNAL 2000, SimTraffic, SYNCHRO, VISSIM, Transyt, TSIS, HCS 2000	Se emplea: SIMTRA Traffic simulation, HT Model Highway Traffic	Se emplea: PICADY, Arcady, Transyt, VISSIM, Paramics, SATURN, PTV Visum, LINSIG
Planes de viaje y Gestión de la Demanda de Viajes	Sí	No se especifica	Sí	Sí	No se hace mención en específico	Parte de la normativa nacional

FUENTE: Elaboración propia.



4.-NORMATIVIDAD DE LA PRÁCTICA DE LOS EIV EN LA CIUDAD DE MÉXICO

4.1.-Introducción

En general, en México la presentación y exigencia de los estudios de ingeniería de tránsito, en particular los EIV, ocurre en las principales concentraciones urbanas, pues es donde por lo general se suscitan las construcciones de desarrollos de distinta magnitud y donde los problemas de congestión vial son latentes. Esto no significa que tales estudios se pasen por alto en proyectos ingeniería vial de zonas menos pobladas o rurales.

El establecimiento de organismos y entes que regulan el comportamiento del sistema vial y promueven la seguridad vial en el país, ha permitido atenuar problemas del tránsito que pudieran llegar a ser un caos, cuya eliminación o solución a tal suceso resultaría muy costosa. No obstante, los reglamentos y leyes expedidas por dichas entes de tendencia gubernamental son aplicados de manera uniforme en todo el país, incluso en las ciudades donde supuestamente existe una mejor vigilancia en el cumplimiento de la reglamentación, llegan a ser evadidas.

México cuenta con una amplia gama de dependencias enfocadas a un tema en particular, que norman las distintas áreas que conforman a una nación, de las cuales algunas de ellas resultan de interés para este trabajo, por su orientación directa e indirecta en los EIV. Cada uno de los estados que conforman al país es atendido por estas dependencias pero con una reglamentación y normatividad determinada, que finalmente se encuentra referenciada en lo que se constituye en la capital del país, por tal motivo la búsqueda de la existencia de una reglamentación o estatuto que verse o expida sobre realizar EIV, se enfocará principalmente a la Ciudad de México.

4.2.-Dependencias

La Ciudad de México cuenta con dependencias gubernamentales encargadas de los ámbitos de la construcción y del transporte, dictaminando principios para mantener la armonía entre la interacción de estos sectores.



Entre esas dependencias se destaca a las siguientes por su atención a dichos sectores y de alguna u otra manera al tema de la práctica de las evaluaciones o estudios de impacto vial:

- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI)
- Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE)
- Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA)
- Secretaría de Movilidad (SEMOVI)

Con el objeto de tener una mejor comprensión de la labor de estas dependencias, se considera pertinente ver que se encuentra bajo su responsabilidad.

- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI)

Dependencia del Gobierno de la Ciudad de México encargada de diseñar, coordinar y aplicar la política urbana aprovechando al máximo el suelo urbano de manera organizada; buscando el desarrollo competitivo de la ciudad, así como fomentar proyectos que tengan un impacto positivo en la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México. Aplicando los lineamientos pertinentes como la Ley de Desarrollo Urbano y las Normas Generales de Ordenación y en Áreas de Actuación.

- Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE)

Esta dependencia del Gobierno de la Ciudad de México se encarga de establecer la normatividad y las especificaciones aplicables a la obra pública, concesionada y los servicios urbanos. Así como de la planeación y ejecución de obras y servicios públicos de impacto en más de una demarcación territorial o de alta especialidad técnica, de acuerdo con las clasificaciones que se hagan en las disposiciones aplicables. Las principales normas vigentes en las que se fundamenta el actuar de esta dependencia y que tiene a su cargo aplicar son: La Ley de Obras Públicas y el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.



- Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA)

Dependencia del Gobierno de la Ciudad de México enfocada para la protección del entorno ambiental y para promover un desarrollo sustentable del medio ambiente urbano. Son 6 rubros prioritarios de trabajo para esta dependencia:

1. Calidad del aire y cambio climático
2. Movilidad sustentable
3. Suelo de conservación y biodiversidad
4. Infraestructura urbana verde
5. Abastecimiento y calidad del agua
6. Educación y comunicación ambiental

De las cuales “La Movilidad Sustentable” resulta de interés pues trata de implementar estrategias de movilidad urbana sustentable que rescate las calles para beneficio de peatones, ciclistas y usuarios de transporte público, en favor de un mejor diseño urbano que eleve la calidad de vida y reducir el uso del automóvil mediante la utilización otros medios de transporte.

- Secretaría de Movilidad (SEMOVI)

Esta dependencia anteriormente era conocida con el nombre de SETRAVI (Secretaría de Transporte y Vialidad) hasta el mes de julio del 2014 cuando se decretó el cambio por la Asamblea Legislativa del Distrito Federal; y sus atribuciones y facultades que le fueron conferidas, pasaron a SEMOVI. De la misma manera fue abrogada la Ley de Transporte y Vialidad (LTV) para el Distrito Federal para promulgarse una nueva, la Ley de Movilidad que finalmente es una versión reformada de la anterior.

SEMOVI se encarga de Regular, programar, orientar, organizar, controlar, aprobar y, en su caso, modificar, la presentación de los servicios público, mercantil y privado de transporte de pasajeros y de carga en la Ciudad de México, conforme a lo establecido en la Ley y demás disposiciones jurídicas y administrativas aplicables; así como también, a las necesidades y desarrollo de la movilidad de la Ciudad, procurando la preservación del medio ambiente y la seguridad de los usuarios del sistema de movilidad.



4.3.-Principales ordenamientos legales

La reglamentación con que se cuenta para estos ámbitos se encuentra plasmada principalmente en los siguientes ordenamientos legales que se encuentran a cargo de las dependencias citadas:

- ♦ El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal
- ♦ La Ley de Obras Públicas
- ♦ El Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano
- ♦ La Ley de Movilidad

Es importante señalar que estos ordenamientos legales sufren de cambios o actualizaciones constantes con la intención de mejorarlos y más que innovarlos, se reconocen los avances sociales en el tema, lo cual es un éxito para los habitantes de la ciudad y por lo tanto, también nos invita a que seamos más exigentes tomando en cuenta los alcances de la ley. Entre esos cambios es probable que se modifiquen algunos términos por otros, hecho que ha ocurrido en años muy recientes, lo que ha propiciado que de momento se presente cierto descontrol en aplicar lo que dictaminan.

La planeación del desarrollo urbano de la ciudad se encuentra comprendida por una legislación urbana y una normatividad, la primera engloba a lo que tiene que ver con el uso del suelo, a la construcción y la operación e interacción entre los sistemas existentes; la segunda, más específico a las leyes, programas y reglamentaciones que le son aplicados. Es por ello que, el realizar la construcción de una obra, sea pública o privada, requerirá de la aprobación por parte de las respectivas autoridades del lugar donde se suscite, cumpliendo con una serie de requisitos solicitados por las dependencias para ceder todo lo relativo a la aceptación del inmueble, siendo debidamente sustentado.

A fin de no generar conflictos, como el hecho de que su operación pueda afectar a los sistemas aledaños como es el caso del sistema vial, algo que sin lugar a dudas es relevante para la ciudad y que ha sido tratado pero no totalmente se ha reflejado en la práctica.



Previo a hacer mención de lo poco o mucho provisto acerca del EIV en la normatividad, se detallará un poco más sobre los trámites legales, asimismo en el Anexo “A” se encontrará lo referente a cada artículo, capítulo o fracción de cada ordenamiento que se haga mención.

4.3.1.-Trámites indispensables

La tramitación legal es el proceso que se realiza ante las autoridades locales para obtener, entre otros, la aprobación de los planos para la construcción, licencia para construir y visto bueno para ocupar una edificación. La cantidad de las mismas depende del tipo de obra y puede necesitar de acudir a diversas autoridades. El tiempo apropiado para realizar estos trámites varía de acuerdo a la etapa, tipo de proyecto u obra o servicio que desea el cliente o solicitante obtener. Entre los más comunes y/o necesarios son los mostrados a continuación:

- Respecto del terreno o adquisición:

Licencia de Uso de Suelo, Escrituración, Certificado de libertad de existencia o inexistencia de gravámenes, Impacto Ambiental, traslado de dominio, entre otros.

- Requisitos del proyecto:

Manifestación de Construcción o Licencia de Construcción, la cual se obtiene después de contar con:

Alineamiento (indica las restricciones o lineamientos que deben respetarse en la interacción entre la propiedad y la vía pública.), Número Oficial, Planos ejecutivos firmados (arquitectónicos, estructurales e instalaciones), firma del Director Responsable de Obra y Corresponsables de Instalaciones, y en su caso, Impacto Urbano, Licencia de Protección de Patrimonio Histórico, Licencia de tala de árboles, Licencia de restricciones naturales, entre otras.

- Requisitos durante la Construcción:

Contrato del IMSS, INFONAVIT, sindicato, para los trabajadores de la obra.



- Al culminar la obra:

Aviso de terminación, entrega de planos reales, escrituración, etc.

La presentación de tales documentos es exigida en la Ciudad de México y generalmente en todo el país. Cabe mencionar que cada trámite se debe hacer oportuna y adecuadamente para evitar clausuras que repercutan en multas, retrasos y dinero. Así entonces, realizar la construcción de una obra para la finalidad que sea, implica responder y cumplir con la normatividad, cuanto más aquellas obras que se localizan dentro de una zona altamente urbanizada con múltiples problemas externos, de los cuales algunos son tratados aplicando estudios de ingeniería de tránsito, que es lo que se ha venido tratando.

4.4.- De la normatividad urbana

De las leyes y reglamentos expuestos principalmente por SEDUVI, SOBSE, SEDEMA y de lo que en su momento fue SETRAVI, para interés de este trabajo, se resalta la presencia de dos estudios entre sus lineamientos, el Estudio de Impacto Urbano (EIU) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una combinación entre ambos, pareciendo no ser de importancia el EIV al no ser mencionado directamente o simplemente desconocido, sin embargo, mucho de lo que se trató en el proceso de trámites legales no es liberado si no son presentados estos estudios, claro, estará en función del tipo de proyecto a desarrollar. Pareciera que son estudios orientados a un mismo fin en particular, sobre todo el EIU y el EIV, pero no del todo resulta así, al poseer objetivos más específicos; la definición y el objetivo de un EIV ya se han detallado con anterioridad, siendo preciso mencionar ahora de qué trata un EIU.

La Ley de Desarrollo Urbano en el Título primero “Disposiciones Generales”, en su artículo 3 fracción XIV define un EIU como sigue:

“Es la influencia o alteración que causa una obra pública o privada en el entorno en el que se ubica.”

Por su parte, el Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano en el Capítulo V “Del Control del Desarrollo Urbano y el Ordenamiento Territorial”, sección segunda, artículo 76 establece:



“El dictamen de impacto urbano o impacto urbano-ambiental tiene por objeto evaluar y dictaminar las posibles influencias o alteraciones negativas causadas al entorno urbano o al medio ambiente por alguna obra pública o privada en el área donde se pretenda realizar, con el fin de establecer las medidas adecuadas para la prevención, mitigación y/o compensación.”

Otra de las definiciones sobre impacto urbano que podemos encontrar en la literatura es empleada por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) y lo denomina como:

"El Estudio del Impacto Urbano es el instrumento a través del cual se asegura la compatibilidad de los desarrollos en sus etapas de construcción, operación y mantenimiento con el entorno urbano, con la finalidad de garantizar, evitar y/o minimizar en beneficio de la población que habita la Ciudad de México, los impactos generados a las condiciones de la estructura vial, hidráulica, sanitaria, social y económica, así como llevar acabo las acciones de integración a la imagen urbana existente"

Teniendo en cuenta tales definiciones se observa que los EIU implican el análisis de diferentes ámbitos, es decir es un estudio más elaborado. Entonces, la relación que guarda con los EIV y que propicia a que estos sean solicitados para aprobación de desarrollos, es el hecho de que las correspondientes autoridades lo han considerado como parte de los apartados que conforman un EIU, puesto que regularmente está integrado por estudios de aspecto socioeconómico (demografía, pronósticos), impacto urbano, impacto hidráulico (necesidades de infraestructura o reforzamiento hidráulico), impacto ambiental e impacto vial (requerimientos y comportamiento de la infraestructura vial); de dichos estudios de impacto, en particular, las dependencias a cargo de estos son SEDUVI, Sistemas de Aguas de la Ciudad de México, SEDEMA y SEMOVI, respectivamente. Así en particular, quedando a disposición de SEMOVI la exigencia, revisión y aprobación de los EIV de desarrollos aún persistiendo la carencia de herramientas que funjan como base de información, siendo evidente entonces que se sigue lo que indica la normatividad para los EIU.

Uno de los puntos más importantes dentro de los requisitos para que pueda operar la construcción de un desarrollo es obtener la manifestación de construcción, establecido claramente en el Título cuarto “De las Manifestaciones de Construcción y de las Licencias



de Construcción Especial” del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, tomando en cuenta que existen tres modalidades de manifestación de construcción que pueden ser asignadas, éstas son tipo A, B y C, como se indica en el artículo 51 de dicho reglamento, de estos el tipo C requiere de la presentación de un EIU. Por otro lado, en el Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano en su artículo 77, se especifican los proyectos u obras que requerirán de un dictamen de impacto urbano o urbano-ambiental con base a sus características de ser omitido este dictamen no se autorizará la licencia o registro de manifestación. En resumen indica lo siguiente:

Se requiere del EIU, para obras de:

- I. De uso habitacional de más de diez mil metros cuadrados de construcción;
- II. De uso no habitacional de más de cinco mil metros de construcción;
- III. De usos mixtos de cinco mil o más metros cuadrados de construcción;
- IV. Estaciones de servicio de combustibles para carburación como gasolina, diésel, gas LP y gas natural, para el servicio público y/o autoconsumo;
- V. Crematorios;
- VI. Se aplique la Norma General de Ordenación número 10.

Como se observa, entre las fracciones del artículo hace mención de las Normas Generales de Ordenación, las cuales regulan la intensidad, ocupación y formas de aprovechamiento del suelo y el espacio urbano, así como las características de las edificaciones, la transferencia de potencialidades de desarrollo urbano y el impulso de la vivienda de interés social y popular; temas que también competen en algunos aspectos a los EIV.

Referente a los EIV, el Código Fiscal del Distrito Federal que se encarga de regular la obtención, administración, custodia y aplicación de los ingresos del Distrito Federal, las infracciones y delitos contra la hacienda local, las sanciones correspondientes, así como el procedimiento para interponer los medios de impugnación que el mismo establece; existe un artículo que habla acerca de los pagos a realizar por efectos de impacto vial que indica lo siguiente:



“Artículo 301¹²: Las personas físicas o morales que realicen obras o construcciones en el Distrito Federal de más de 200 metros cuadrados de construcción deberán cubrir el pago por concepto de aprovechamientos para que la autoridad competente realice las acciones para prevenir, mitigar o compensar los efectos del impacto vial, de acuerdo con lo siguiente:

- a). Habitacional, por metro cuadrado de construcción - \$92.89*
- b). Otros Usos, por metro cuadrado de construcción - \$125.20*
- c). Las estaciones de servicio, pagarán a razón de \$264,954.00, por cada dispensario.*

Para llevar a cabo el cálculo de los aprovechamientos a que se refiere este artículo, no se considerarán los metros cuadrados destinados a estacionamiento. Los aprovechamientos a que se refiere este artículo, deberán aplicarse íntegramente en la Delegación correspondiente a través de la autoridad competente para la implementación de medidas de seguridad y mitigación o compensación a las alteraciones o afectaciones al impacto vial generado por el aumento de las construcciones. La autoridad competente dará el visto bueno respecto a que el particular cumplió con las medidas de mitigación, previo a la ocupación de la obra. Este concepto no aplica para viviendas unifamiliares.”

De lo anterior escrito, conduce a pensar que entonces los EIV están vinculados con obras que excedan los doscientos metros de construcción, pero no es sustentada tal argumentación. Ahora, en particular ¿qué acerca de especificar los proyectos a presentar un EIV? , quedando más que tomar en cuenta a tales artículos y otros más que hablan acerca de la seguridad vial y la operación de las mismas. Sin embargo, la reciente creación de la nueva Secretaría de Movilidad (SEMOVI) y la aprobación de la Ley de Movilidad, derogando las instancias anteriores como se mencionó en el apartado 4.2, implicó un gran salto cualitativo respecto a anteriores ordenamientos trayendo como consecuencia cambios regulatorios importantes.

La Ley de Movilidad es el instrumento regulatorio sobre el tema de movilidad. Suena una cosa obvia pero en realidad no lo es. Resulta sistemática la percepción aún entre los actores institucionales involucrados, de que la Ley es algo así como el marco de acción legal

¹² Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el martes 29 de diciembre de 2009. Y los datos corresponden a la última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 30 de diciembre de 2015.



únicamente de la hoy SEMOVI. Es decir, se confunde el objeto de regulación con las facultades de una sola Secretaría, cuando es claro que el tema de movilidad es transversal a muchos sectores.

El gobierno capitalino se ha propuesto a buscar las medidas para evitar o reducir los impactos negativos que tengan las obras públicas y privadas sobre la calidad de vida y la competitividad urbana, es por ello que entre los cambios más importantes que se realizaron, fue el planteamiento de la creación del estudio de “impacto de movilidad” como ocurre con el impacto ambiental y urbano; nombre con el cual, se pretende reconocer a los EIV, esto implica de hacer ajustes en reglamentos, normas, manuales, decretos y otras leyes, para ser conocido así . Lo referente a este estudio es tratado en el Capítulo III de Ley de Movilidad, comenzando por el objetivo de su elaboración, enunciado de la siguiente manera:

“Artículo 53.- El estudio del impacto de movilidad tiene por objeto que la Secretaría evalúe y dictamine las posibles influencias o alteraciones generadas por la realización de obras y actividades privadas dentro del territorio del Distrito Federal, sobre los desplazamientos de personas y bienes, a fin de evitar o reducir los efectos negativos sobre la calidad de vida y la competitividad urbana, propiciar el desarrollo sustentable del Distrito Federal...”

Esto al fin de cuentas, conduce a analizar los impactos producidos en la red vial y de los sistemas de transporte, al referirse acerca de las influencias de las obras en el desplazamiento de personas y bienes. Resulta oportuno mencionar un par de temas incluidos en la nueva Ley y que en todo caso forman parte del objetivo al cual se orientan los estudios que se han venido tratando.

Uno de ellos es la definición del derecho a la movilidad, que por primera vez aparece en un ordenamiento legal en la Ciudad de México. Se incorpora al artículo quinto un texto nuevo:

“La movilidad es el derecho de toda persona y de la colectividad a realizar el efectivo desplazamiento de individuos y bienes para acceder mediante los diferentes modos de transporte reconocidos en la Ley, a un sistema de movilidad que se ajuste a la jerarquía y principios que se establecen en este ordenamiento, para satisfacer sus necesidades y pleno desarrollo”.



Lo más lejos que iba el texto anterior era en su artículo 94 en el que la Ley le otorgaba *“el derecho de preferencia a los peatones y los usuarios, en el momento de transportarse o transitar por las diferentes vialidades de la Ciudad de México”*.

Y otro más es el artículo sexto que habla acerca de la jerarquía de movilidad encabezada por los peatones y seguida por los ciclistas, los usuarios del servicio de transporte público de pasajeros, los prestadores de ese mismo servicio, los prestadores del servicio de transporte de carga, y finalmente los usuarios de los automóviles privados.

Retomando lo que respecta a la Ley de Movilidad, aún no ha sido publicado su respectivo Reglamento, la causa de esto pudiera ser la carencia de propuestas del mismo o la indiferencia ante tal ordenamiento, por igual no se cuenta con un manual que detalle el contenido del ahora denominado impacto de movilidad. Lo más reciente que se tiene al respecto, corresponde al denominado “Estudio para la elaboración de una metodología de evaluación del impacto en movilidad de obras, proyectos y modificación de usos del suelo” que ha sido presentado en el sentido de propuesta, por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo de México en diciembre del 2015, bajo la aprobación en cierto modo de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT), a falta del Reglamento. Tal metodología pretende armonizar los instrumentos referentes a las evaluaciones de impacto urbano, ambiental y de movilidad, pudiendo llegar a complicar su obtención por la cantidad de actividades que se tendrían que realizar.

El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP, por sus siglas en inglés) fundado en 1985, es un organismo internacional sin fines de lucro a la vanguardia de la innovación, aportando sus conocimientos técnicos para acelerar el crecimiento del transporte sostenible y el desarrollo urbano en todo el mundo, cuenta con oficinas en México, Argentina, Brasil, China, Europa, India, Indonesia y Estados Unidos. La organización trabaja con autoridades locales y nacionales, con el objetivo de promover soluciones de transporte que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación ambiental, la pobreza, los tiempos de traslado, los accidentes de tráfico y, con ello, mejorar el desarrollo económico y la calidad de vida de las ciudades.¹³

¹³ ITDP, México, 2016.



La aún propuesta que ha hecho el ITDP sobre una metodología para atender el estudio en tema, resulta en cierta forma un tanto ambiciosa puesto que, en ella se incluye la realización de diversos estudios de tránsito que si bien son requeridos no se consideraran estrictamente necesarios para realizar lo que es más conocido como un EIV, no obstante, pretenden abarcar más allá de lo que implicaría un impacto de movilidad o vial. Además de que como han establecido entre sus argumentos, buscan una evaluación integral, que visto desde cierto punto, es bueno, pero la experiencia en la evaluación de estudios de gran envergadura de cualquier índole en nuestro país, no del todo resulta muy favorable. A continuación se muestran las secciones a elaborar del impacto de movilidad que ha presentado ITDP México A.C. (en el Anexo “B” se encuentra el contenido de cada sección, aclarando que de estos no se especifica su desarrollo)

Secciones que deberá contener:

1. Descripción física y demográfica del proyecto y el área de impacto
2. Descripción de oferta de movilidad en todos los modos de transporte
3. Descripción de la demanda actual de movilidad en todos los modos de transporte
4. Estimación de escenarios futuros
5. Plan de Movilidad (Medidas de mitigación, compensación, integración)

Respecto a la información que se posee, previa al cambio de Ley, para los EIV, ha quedado finalmente a disposición de cada autoridad local tras no haber algo consolidado, al menos para la Ciudad de México no se presenta alguna orientación para su desarrollo. Sin embargo, dentro de la documentación mexicana, se cuenta con un Manual Normativo que funge como un programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas, expedido por la Subsecretaria de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, conformado por catorce tomos, entre los cuales uno es dedicado a los Estudios de Ingeniería de Tránsito. Este brinda una breve reseña de una metodología de Estudios de Impacto Vial, a la cual en cierto caso se hace referencia dentro de los lineamientos urbanos de algunos estados del país.



4.5.-Situación de la aprobación de desarrollos en la Ciudad de México, algunos casos seleccionados

4.5.1.-Preámbulo

La cuestión de los estudios necesarios para la aprobación de proyectos de construcción dentro de los ordenamientos legales tratados con anterioridad, no ha sido muy específica, particularmente de los EIV, en cuyos resultados y conclusiones está en juego la movilidad, en donde converge uno de los problemas más latentes de la Ciudad de México, el congestionamiento vehicular excesivo.

Se destaca que el papel de las secretarías de desarrollo urbano (SEDUVI), de movilidad (SEMOVI) y de las delegaciones es no permitir ningún desarrollo que cause efectos negativos y, si éstos son menores, entonces permitirlos, con la obligación de realizar obras que compensen positivamente el daño al público. Ya sea en el espacio público o dentro del predio del desarrollo. Empero, hemos sido testigos de cómo tanto el Gobierno de la Ciudad de México, como las delegaciones autorizan grandes desarrollos con efectos perniciosos para la ciudad y que les “imponen” medidas de mitigación del daño (compensación) que no lo mitigan (en el mejor de los casos) y/o se establecen medidas acordes a los intereses de los mismos desarrolladores en el espacio público. En otras palabras, se utiliza el espacio común como un instrumento para garantizar el beneficio privado, con pocos o nulos beneficios sociales. Por lo general, los grandes desarrollos que han causado conflictos importantes son los ostentosos centros comerciales y fraccionamientos urbanos (habitacionales, oficinas, entre otros).

A todo ello, los primeros afectados resultan ser los habitantes de las colonias que rodean el sitio donde se ubique el desarrollo y no se diga de aquellos que les es necesario transitar por ese lugar para llegar a su destino; y los problemas que acarrea no solo son del aspecto vial, sino también social, ambiental y hasta económico. Siendo entonces los vecinos aledaños los que manifiesten su inconformidad, sea en cualquier etapa del proyecto, aunque claro está que ningún sentido tendría hacer reclamos posterior a la apertura del desarrollo; presentando tal inconformidad directamente con sus respectivas autoridades delegacionales y de dar por enterado a la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT).



4.5.2.-PAOT: Denuncias ciudadanas

La PAOT con 14 años en funcionamiento, es un organismo público descentralizado de la Administración Pública, que tiene como objeto la defensa de los derechos de los habitantes de la Ciudad de México a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, mediante la promoción y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial. Para cumplir con ello, este organismo cuenta con las siguientes atribuciones: recibir y atender denuncias; llevar a cabo investigaciones de oficio; formular y validar dictámenes técnicos y periciales; realizar visitas para el reconocimiento de hechos; concluir la investigación de un hecho con la elaboración de una resolución y emitir recomendaciones a la autoridad competente; todo lo anterior, referente a violaciones, incumplimientos o faltas en la aplicación de las disposiciones jurídicas vigentes.

En el año pasado, 2015, la PAOT atendió 6 mil 715 solicitudes hechas por los habitantes de la Ciudad de México, posteriormente estas solicitudes tras una revisión y evaluación por parte de las competencias de la Procuraduría, se derivaron en denuncias ciudadanas ratificadas y solicitudes canalizadas a otras instancias y/o asesorías, para finalmente ser de competencia para la PAOT un total de 3466 denuncias. En los primeros seis meses del año 2016 se presentó un aproximado de 2100 denuncias. En la figura 4.1, se presenta la gráfica sobre el comportamiento histórico (hasta el primer semestre del año 2016) de las denuncias ciudadanas reiterando que son en materia ambiental y del ordenamiento territorial, en la cual se muestra el incremento constante que ha tenido la presentación de denuncias por parte de los habitantes de la Ciudad de México.

La clasificación que emplea la PAOT de las denuncias, corresponden a los siguientes temas de atención prioritaria: agua, aire, animales, áreas naturales protegidas, áreas verdes urbanas, áreas de valor ambiental, emisiones a la atmósfera, residuos, ruido y vibraciones, suelo de conservación y uso de suelo urbano. En donde los problemas referentes al uso de suelo urbano, como son: las regulaciones del uso de suelo, aprobación de construcción de inmuebles (permisos de construcción, manifestación, impactos urbano y vial, demoliciones, ampliaciones, entre otros); han sido los más tratados en el tiempo que lleva de operación la PAOT. En la figura 4.2, se muestra el gráfico las denuncias suscitadas en el año 2015.

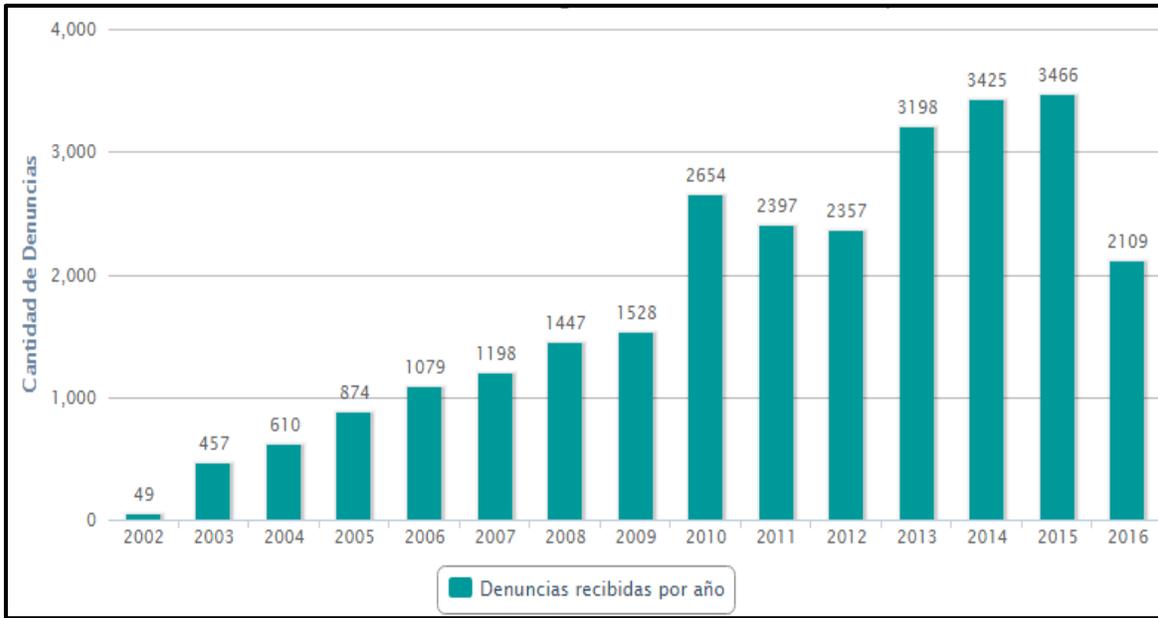


Figura 4.1. Denuncias ciudadanas PAOT, 2002-2016

FUENTE: PAOT, 2016.

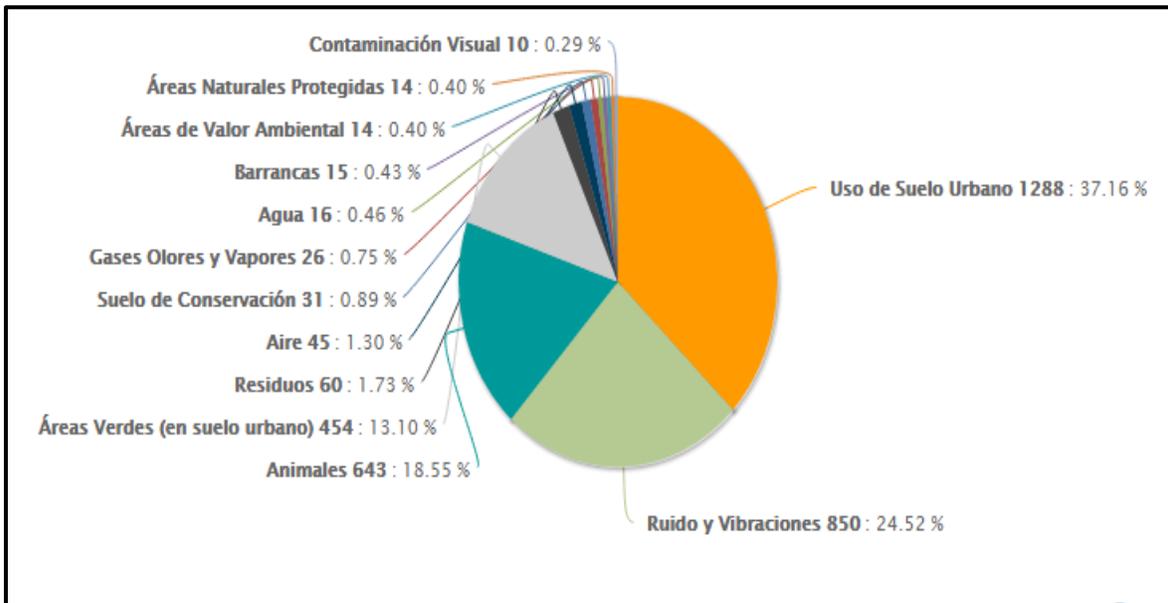


Figura 4.2. Porcentaje y número de denuncias recibidas según el tema en el año 2015

FUENTE: PAOT, 2016.

Las delegaciones que más denunciadas han presentado en un período comprendido desde el año 2002 al 2016 son Benito Juárez y Cuauhtémoc, pertenecientes a la zona central donde se ubican algunos de los puntos más importantes de la ciudad. Ver figura 4.3.

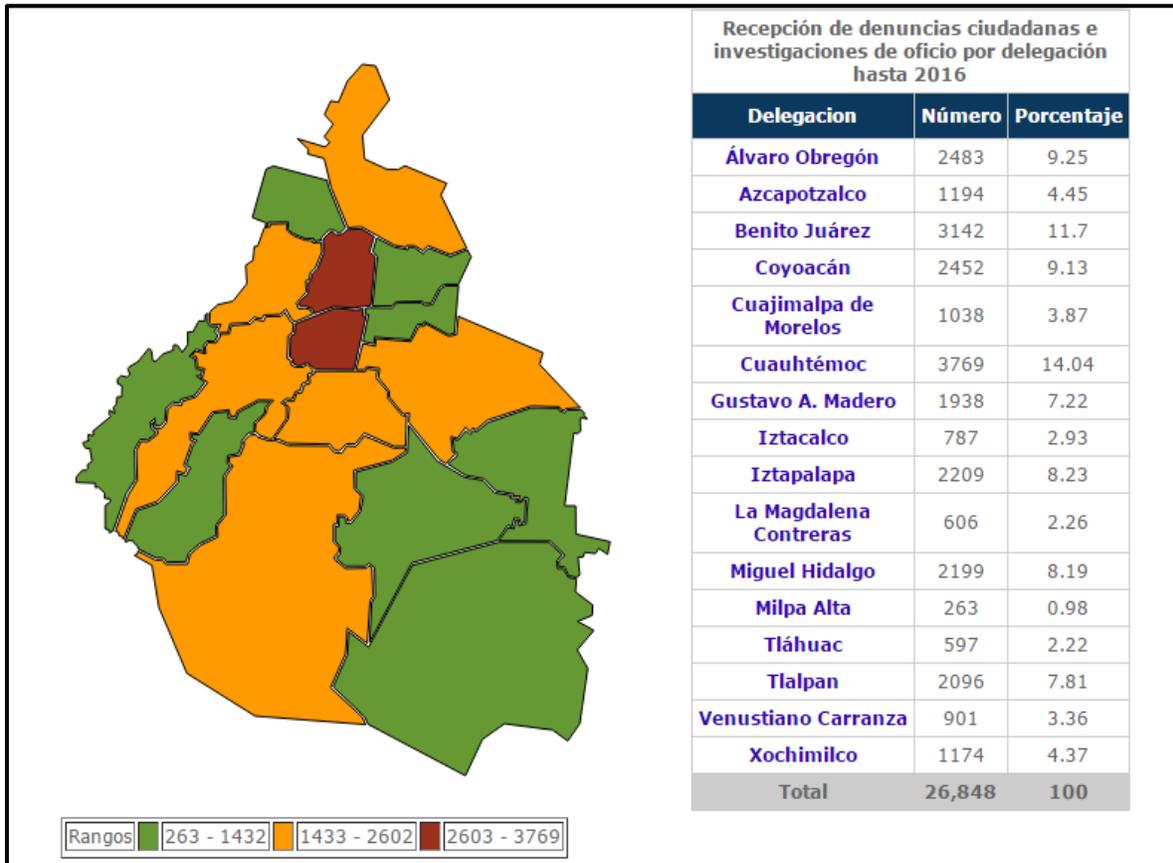


Figura 4.3. Recepción de denuncias por delegación, período 2002-2016

FUENTE: PAOT, 2016.

4.5.3.-La edificación de desarrollos

Entre el período comprendido del año 2010 y 2014 se registraron más de 6 mil manifestaciones de construcción en la Ciudad de México para hacer obras nuevas, o bien, para ampliar o remodelar las existentes, tal acción no significa que todas las edificaciones se realizan de manera legal. De acuerdo con datos dados a conocer por la PAOT, las denuncias por violaciones al uso del suelo crecieron 125% en el mismo período de cuatro años. Construcciones que no se permitían antes en diversas colonias de la ciudad, por el uso de suelo, fueron modificadas para dar paso a grandes edificaciones. Como



consecuencia se han presentado fuertes problemas resaltando entre ellos la falta de agua, exceso de tráfico y reblandecimiento del subsuelo. Otro aspecto que se destaca, es el buen progreso del sector comercial en el país, que en el primer trimestre de 2016 se expandió 26% según datos de la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI), tendrá como consecuencia la construcción de más centros comerciales. Hecho que ya ha ocurrido en el transcurso del tiempo en la Ciudad de México que aglomera la mayor cantidad de centros comerciales y varios de los mejores. Ahora bien, el problema radica en la ubicación de estos desarrollos comerciales y de cómo fueron aprobados por las autoridades locales, las quejas por parte de la habitantes no se han hecho esperar. De 2009 a la fecha, la PAOT ha abierto más de 55 expedientes por denuncias en contra de la construcción de desarrollos comerciales, de los cuales 26 se tenían registrados hasta finales del año 2015. Las delegaciones con más querellas ciudadanas presentadas son Cuauhtémoc, Coyoacán, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan y Xochimilco.

Resulta interesante saber que estas empresas dueñas o constructoras de los desarrollos comerciales en su mayoría, no sustentan su defensa presentando la documentación de los estudios que necesariamente debieron elaborar para constatar que su presencia no traerá efectos negativos dentro de las zonas próximas al inmueble. Por consiguiente, ¿qué hay de la labor de las autoridades competentes a este tema?, entre muchas de las exigencias por parte de la población se encuentran la emisión de los estudios de impacto vial y ambiental, así como el cumplimiento de sus correspondientes medidas mitigatorias a los problemas que resulten. Recalcando una vez más, la importancia de realizar los EIV.

Con la intención de mostrar la problemática que se genera en la ciudad respecto a este tema y resaltar la importancia de los estudios preliminares a la aceptación del proyecto, se procede a presentar en resumen, algunos de los tantos casos de construcciones de desarrollos comerciales y de edificaciones para vivienda u oficinas que ocasionarán impacto en la calidad de vida de los habitantes con la transformación del entorno y el incremento del flujo vehicular. Cabe mencionar que la información ha sido obtenida de la PAOT y del seguimiento de notas periodísticas de los diarios de mayor circulación nacional en México, asimismo, se aclara que los estudios y/o documentos realizados por ambas partes (empresa y la autoridad) no están disponibles al público.



4.5.3.1.-Centro comercial Oasis Coyoacán

Ubicado en Avenida Universidad 1778, en un predio de 48 mil metros cuadrados de la colonia Romero de Terreros, delegación Coyoacán, abrió sus puertas en Otoño del año 2015, la obra fue inaugurada con un aviso de terminación parcial emitido por la delegación Coyoacán, quien el 27 de mayo de 2013 emitió opinión positiva, condicionada al cumplimiento de las Medidas de Integración Urbana, ante ello la SEDUVI señaló que “los trabajos ya tendrían que haber concluido y las medidas de mitigación llevadas a cabo, para que los desarrolladores puedan tramitar el aviso de terminación definitiva de obra”, hechos que no ocurrieron de esta manera.

La delegación Coyoacán informó que el 14 de mayo de 2012, aún con la administración del delegado Raúl Flores, se registró a través de la ventanilla única delegacional la manifestación de construcción tipo C con una vigencia hasta el 14 de mayo de 2015, para “la obra nueva de estacionamiento y comercio en una superficie de construcción de cuatro mil 950 metros cuadrados”, pese a ser emitido tal documento, la obra no contaba con dictamen de factibilidad y SEDUVI autorizó la edificación, pues a su criterio contaría con los elementos necesarios para garantizar los servicios. Para octubre del 2012 el entonces jefe delegacional en Coyoacán, Mauricio Toledo, alertó del impacto vial negativo que traerá consigo la construcción del Centro Comercial Oasis en el predio 227 de Miguel Ángel de Quevedo, pues tentativamente significará la llegada de tres mil automóviles más, por lo que pidió la realización de un estudio de impacto vial del cual posteriormente no se tuvo información de los resultados y consideraciones realizadas o de si fue realizado.

En el 2013, durante su etapa de construcción, expertos urbanistas coincidían en que una vez en operación, generaría conflictos viales, si no se tomaban las medidas necesarias para evitarlo. Ya que se ubica en una zona de bastantes problemas, como lo es el conflictivo cruce de Universidad y Quevedo, que resulta intransitable en horas pico, donde la vialidad se reduce de 4 a un solo carril y los automovilistas tardan en pasar hasta 40 minutos; la cercanía a la estación M.A. Quevedo de la línea 3 del Metro, la presencia de un Centro de Transferencia Modal (CETRAM) colocado incorrectamente sobre la vía pública, el paso del trolebús. Además, Av. Universidad cuenta ya con un gran número de plazas (Pabellón del Valle, Plaza Universidad, Centro Coyoacán, Patio Universidad, Plaza Manzana, Plaza Sport City Coyoacán) y tiendas de autoservicio y departamentales (en eje 10 y en frente de la

misma plaza), por lo que, sería imposible justificar su construcción aduciendo la “necesidad” de un centro comercial en la zona, no obstante, se continuó con la construcción.



Figura 4.4 Ubicación de Oasis Coyoacán

FUENTE: M. R. Salvador, Oasis Coyoacán, la captura de lo público por lo privado, 2015.

Previo a la fecha de inauguración del complejo Oasis, el director de Jurídico y Gobierno de la demarcación, Salvador Fausto Navarro, comentó en entrevista con “El Universal” que no había ningún impedimento legal, desde el punto de vista de la delegación, para que la plaza entrara en operación. Referente a las medidas de mitigación, comentó que la delegación le impuso un conjunto de acciones, como rehabilitación de espacios públicos, alumbrado, entre otras, las cuales ya había cumplido. Sostuvo los vistos buenos por parte de SEDUVI y del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX). Con respeto al impacto vial que generaría el centro comercial, aseguró que ya se contaba con el visto bueno por parte de SEMOVI. En cuanto al cumplimiento con la medida de mitigación a la vialidad se desglosó de toda responsabilidad, comentando que eso le correspondía a SEMOVI.

Actualmente el inmueble conformado por dos niveles, área de bancos con servicio express, un City Market (de la comercial mexicana), ocho salas VIP dobles de Cinépolis, tres sótanos de estacionamiento con capacidad para más de 2 300 automóviles y un lago artificial de 3 500 metros cuadrados con fuentes y cascadas danzantes, desde el día de su inauguración



ha causado una enorme congestión vehicular en horarios donde antes no lo había, accidentes, baja accesibilidad peatonal en los cruces, la Av. Miguel Ángel de Quevedo se ha convertido en un gran estacionamiento, debido a la apropiación del primer carril de extrema derecha en sentido poniente-orienté y la cancelación de la vuelta en U a la altura de la calle Panzacola . Es claro que se falló en diversos niveles al determinar las medidas de mitigación. La principal característica que permite atraer a tantos coches es su enorme capacidad de estacionamiento La delegación en su ignorancia y para beneficio de los desarrolladores del complejo, MF ingenieros, impuso construir más estacionamientos de los requeridos como “compensación”, cuando toda la evidencia demuestra que a mayor cantidad de lugares de estacionamiento, habrá más tráfico. Ahora, MF Ingenieros pretende hacer un deprimido sobre Miguel Ángel de Quevedo e incluso ha sugerido quitar la Glorieta de los Coyotes que tiene un árbol histórico, para mitigar el impacto vial.

A todo esto, el centro comercial fue puesto en operación sin las medidas de mitigación, es de esperarse que previo a la aceptación del proyecto no hubo un EIV, hecho que en parte es corroborado por la directora del Nuevo Modelo de Movilidad de la ciudad, Laura Ballesteros, al comentar en una entrevista hecha por medios periodísticos, posterior a la apertura de complejo comercial, que “era necesario comenzar a generar un estudio de vialidades ya con el funcionamiento de la plaza”, suceso lamentable pues dicho escenario es parte de un análisis en los estudios de impacto vial, los cuales son elaborados antes y no después de la operación del desarrollo, ahora será pertinente buscar otras alternativas de solución, como resolver el problema de desorden generado por la CETRAM en vía pública.

4.5.3.2.-Centro comercial Patio Tlalpan

En la esquina de la Avenida Insurgentes Sur y Santa Úrsula Xitla (Insurgentes Sur 4177) en la sureña delegación Tlalpan, existe un predio de más de 31 000 m² en donde funcionó durante décadas la clínica psiquiátrica San Rafael. Esta institución contaba con más de 6000 m² de áreas verdes y una gran cantidad de árboles (muchos de ellos de más de 70 años), de especies consideradas monumentos urbanísticos de la ciudad. De acuerdo a la información que ha reportado el diario “La Jornada” durante los últimos cuatro años, en el 2012, en un acto genuinamente materialista, la asociación religiosa Orden Hospitalaria de San Juan de Dios vendió a la trasnacional estadounidense Mexico Retail Properties (MRP),

por la suma de 400 millones de pesos, los extensos terrenos que había adquirido por donación. Dando inicio y sin mediar autorización alguna, el megaproyecto conocido como Centro Comercial Patio Tlalpan, que incluirá 80 negocios, entre ellos, Walmart, Sports World, SAM's Club, Suburbia y un cine de la cadena Cinépolis, y tres sótanos de estacionamiento que abarcarían la parte baja de todo el predio, el cual tiene un frente sobre una calle principal, la Av. Insurgentes, que mide apenas 30 metros y sobre las calles secundarias Santa Úrsula se extiende 235 metros, Cuautla 320 metros y Arenal unos 90 metros (medidas aproximadas). Los desarrolladores esperan aproximadamente siete millones de visitantes al año, esto es, un promedio de 134 mil 600 a la semana, que incluso aumentarán durante diciembre.



Figura 4.5. Localización del predio de Patio Tlalpan

FUENTE: Elaboración propia empleando el programa Google Earth.



En abril de 2012, los vecinos detectaron el inicio de la obra que, a pesar de que implicaba el derribo de 166 árboles en el predio con una superficie de 28 mil metros cuadrados, no contaba con el estudio de impacto ambiental, además existe alta carga vehicular en la zona que genera contaminación atmosférica y sonora; y ese punto de la zona es considerado como uno de los 26 cruces conflictivos de la delegación Tlalpan, por lo que colapsará las vialidades de la zona con los automóviles de los visitantes y los camiones de suministro, mismos que ingresarán por las estrechísimas calles aledañas que tienen entre 6 y 8 metros de ancho (Arenal y Cuautla). Entonces, inició la lucha vecinal por detener los trabajos de construcción, que logró que en julio de 2013 la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal impusiera una sanción económica y sellos de suspensión en la obra, mismos que fueron quitados en noviembre del 2014, cuando la secretaria a cargo de Tanya Müller emitió la resolución administrativa SEDEMA/DGR/DEIA/013145/2014 en la cual se autorizaba el derribo de árboles y de áreas verdes. Aún se desconoce cómo se llegó a tomar esta decisión, puesto que no fueron presentados los resultados del estudio de impacto ambiental o como resolverán el problema que producirá el disminuir las áreas verdes puesto que implica sellar definitivamente la superficie de captación y filtración a los mantos acuíferos de la zona.

En la nota periodística de La Jornada, “Desfavorable, el plan de la plaza comercial en Tlalpan: UNAM”, señala que el Instituto de Ingeniería de la UNAM realizó un análisis sobre el tráfico vehicular en la zona de construcción del complejo, los resultados obtenidos indicaron la presencia de una alta saturación vial, aún sin la presencia del nuevo desarrollo, por lo que con la operación del desarrollo se presentaría un caos vial en las horas más demandantes en sus alrededores, llegando a la conclusión de que no debió ser autorizado el estudio de impacto vial.

Por otro lado, los ingenieros del instituto destacaron que no se comprueba que las medidas de mitigación propuestas para el proyecto mejoren o al menos no empeoren el nivel de servicio, como tampoco presentan ningún esquema, en este caso necesario, para minimizar el impacto que producirán los vehículos pesados que ingresarán a la zona. El diagnóstico también señala que no hay resultados de que las medidas propuestas para evitar la obstaculización del flujo vehicular de vías de acceso y salida, ya sea por vehículos en espera o por maniobras, vayan a ser efectivas. Ya que la empresa planea: ampliar las calles Arenal y Cuautla, analizar y en su caso desarrollar tres vueltas a izquierdas sur-norte en



Av. Insurgentes, ampliar un carril en Av. Insurgentes y Ayuntamiento hacia Avenida San Fernando y reforzar la línea principal de conducción para el agua potable y la línea principal para el drenaje; muchas de estas propuestas son imposibles de cumplir.

Sin embargo, la construcción del complejo comercial Patio Tlalpan avanza de manera impresionante con visto bueno por parte de la autoridad delegacional, más no se aprecia por ningún lado las medidas y obras de mitigación de vialidad, de agua, drenaje y espacio público. En la actualidad el complejo ya se encuentra en un avance de aproximadamente el 90%, pese a todas las inconformidades.

4.5.3.3.-Centro comercial Gran Terraza Coapa

En diciembre del 2014, la compañía Gigante Grupo Inmobiliario anunciaba que para el año 2015 arrancarían con el proyecto de un centro comercial en la Ciudad de México, en la zona de Coapa. El predio ubicado en Calzada Acoxta 610, en la delegación Tlalpan, de una superficie de 62 529 m² de terreno, será el que ocupe el nuevo proyecto. En dicho predio se encontraban en operación las siguientes tiendas: Soriana, Office Depot, The Home Store y el restaurante Toks; las cuales fueron desocupadas, y a un costado del mismo están en operación un banco Inbursa y un Sanborns mismos que no serán cerrados.

En los primeros meses del año 2016 fue cuando se inició la preparación de la construcción de tal obra, comenzando por la demolición de las antiguas instalaciones, hecho que no se concretó, debido a que cuando los trabajadores del Grupo Inmobiliario comenzaron a instalar vallas metálicas para rodear el terreno, se dio la alerta vecinal e impidieron continuar con la actividad, demandando a las autoridades capitalinas llevar a cabo una consulta al respecto con el argumento de que el inmueble provocará el colapso de la calidad de vida de los habitantes de la zona de Coapa y que en ningún momento fueron dados a conocer los correspondientes estudios de impacto vial y ambiental o en su caso de impacto urbano; desconociendo quién expidió los supuestos permisos para su construcción.

De acuerdo a la información publicada en la página de internet de la inmobiliaria, el complejo de nombre “Gran Terraza Coapa”, tendrá 176,116 m² totales de construcción, será de dos niveles e indicando construir dos niveles de estacionamiento subterráneo para una capacidad aproximada de 2,982 automóviles. Además de que contará con dos tiendas

anclas, cine, gimnasio, área de restaurantes, entre otros. Los proyectistas indicaron elaborar un estudio de impacto urbano de donde dedujeron las pertinentes medidas de mitigación que implementarían en la zona y que exigirá la propia Delegación, SEDUVI, SEMOVI, SEDEMA y SACMEX; sin embargo no son claros sus argumentos y solo se hacen suposiciones de cuáles serán tales medidas.



Figura 4.6. Localización del proyecto Gran Terraza Coapa

FUENTE: Elaboración propia empleando el programa Google Earth.

El punto es que durante meses se encontró detenida la obra por la Unión de Vecinos Coapense quienes recibieron apoyo por parte de las autoridades delegacionales para que no se prosiguiera con la demolición del actual inmueble, solicitando la elaboración y presentación de los estudios correspondientes y ser dados a conocer a los habitantes, mismo que aún sostienen “la desaprobación de la construcción del nuevo centro comercial”. Hecho que es muy razonable, puesto que la zona presenta alta congestión vehicular en los períodos de la hora pico y la ya conflictiva intersección conformada por los cruces de la Calz. Acoxpa y Prolongación Canal de Miramontes, además de los constantes problemas del abastecimiento de agua en las colonias aledañas al predio. Otro factor relevante es que, a tan sólo 500 metros se ubica Paseo Acoxpa; a menos de 800 metros Galerías Coapa y el

bazar Pericoapa, a escasos 200 metros está una plaza comercial de la firma Walmart, con restaurantes, una tienda departamental y el supermercado Bodega Aurrera como fue manifestado en una nota periodística en la página de internet del “Diario de México” en el mes de marzo del 2016, la zona cuenta con suficientes complejos comerciales.



Figura 4.7. Zona Conflictiva del proyecto

FUENTE: Elaboración propia empleando el programa Google Earth.

El tema del centro comercial Gran Terraza Coapa se encontraba en debate, la presencia de la unión ciudadana se mantenía firme pero en la actualidad la construcción del complejo ya se encuentra en proceso y en noticias recientes se ha sabido que se corroboraron los permisos otorgados por la Secretaría de Movilidad, Medio Ambiente y del Sistema de Aguas pero los dictámenes entregados fueron mal hechos ante la omisión de algunos aspectos, según confirma un equipo técnico integrado por urbanistas, arquitectos y gente especializada en construcciones.



4.5.3.4.-La Gran Rueda de la Ciudad de México

Una de las noticias a debatir en apenas el primer bimestre del año 2016, ajena a desarrollos comerciales, fue acerca del proyecto de construcción de la Gran Rueda de la Fortuna de la Ciudad de México y formar parte así, de la lista de las grandes ciudades que ya cuentan con esta atracción de carácter emblemático, por mencionar, la rueda “London Eye” en Londres, “Tianjing Eye” en Tianjing, China, “Singapore Flyer” en Singapur, entre otras. Con base a información publicada en la página de internet de La Gran Rueda CDMX, en el mes de febrero, el Consejo Rector Ciudadano del Bosque de Chapultepec y la Dirección de Bosques Urbanos aprobaron la instalación de La Gran Rueda en la primera sección de Chapultepec a un costado del Museo de Arte Moderno, a fin de fortalecer la oferta turística del Bosque y aumentar la derrama económica en la zona.

La Rueda de 60 metros de altura, contará con 42 góndolas climatizadas con capacidad para 8 personas cada una, su construcción estará a cargo de la constructora holandesa Dutch Wheels International. Al ser proporcionada la ubicación de La Rueda se presentaron diversas inconformidades de organizaciones civiles, exigiendo a las autoridades capitalinas presentar a la ciudadanía los documentos que avalan su construcción, sustentando que el predio ubicado en la primera sección del Bosque de Chapultepec, tiene un uso de suelo de área verde, de acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de 2008 y que además, el Bosque y Castillo de Chapultepec están en proceso de ser declarados Patrimonio Cultural de la Humanidad por parte de la Unesco, y alterar su entorno pondrá en riesgo dicho proceso.

En respuesta a las peticiones ciudadanas, las autoridades mencionaron que no habría impacto ambiental alguno ni en las vialidades aledañas según se acreditó con los estudios realizados por firmas profesionales que presentó la empresa Rueda Bicentenario, S.A. de C.V. El predio de 1,770 m² está en un estacionamiento del Bosque de Chapultepec, actualmente pavimentado. Por su parte, la firma MPM Ingenieros en Tránsito y Transporte S.A. de C.V. llevó a cabo un profundo análisis de la movilidad en la zona del que concluyó que no habrá impacto en la operación de las vías aledañas, que la capacidad del área de estacionamiento es suficiente y que más del 70% de los visitantes llegarán vía peatonal o por el transporte público.



Se comenzó a preparar la construcción de La Rueda pero al poco tiempo las secretarías de Gobierno, Patricia Mercado, y de Medio Ambiente locales, Tanya Müller, informaron que se decidió cambiar la ubicación de la Gran Rueda de la Ciudad de México de la zona del Museo de Arte Moderno a un costado del Auditorio Nacional. Asegurando que este cambio de planes se debía a que el gobierno capitalino recuperó el estacionamiento que se encuentra a un lado del auditorio, con una superficie de 5 mil metros cuadrados, además de que en ese lugar también se ubica una zona conocida como “La Hondonada”, un terreno abandonado sin la presencia de grandes árboles de 3 mil metros cuadrados, sumando así ocho mil metros cuadrados de terreno, considerados perfectos para construir la Gran Rueda, que presume ocupará dos mil metros.

Tras este cambio de planes, es necesario volver a realizar los correspondientes estudios de impacto vial y ambiental, sin embargo, las autoridades señalan no se tendrá problema alguno en ello. Aún se desconoce la fecha de inauguración y es que hasta mediados de Julio del 2016, no se presentaba movimiento alguno en el predio que indicará el comienzo del proyecto.

Revisando el informe técnico del Estudio de Movilidad “Rueda de la Fortuna CDMX” elaborado por MPM Ingenieros en Tránsito y Transporte S.A. de C.V., el cual corresponde a la ubicación, primera sección de Chapultepec a un costado del Museo de Arte Moderno, que un principio se estableció sería el lugar que ocuparía La Rueda; arrojó como resultado niveles de servicio “D” en las vías aledañas en el periodo que fue registrado Máxima Demanda (HMD) el cual fue de 5:45 a 6:45 pm, el cual indica velocidad reducida y regulada y condiciones inestables de circulación. Lo extraño es que la modelación y microsimulación fue analizada para las condiciones denominadas “Situación actual” y “Situación actual con proyecto”, y para esta última el impacto resultante en las vías fue el mínimo manteniendo así el mismo nivel de servicio, omitiendo la condición de lo que se espera en un futuro con la operación del proyecto y que es probable que los cambios pudieran ser más significativos. Por lo que no sería apropiado realizar así el estudio impacto vial para la nueva ubicación del proyecto. Sin embargo, el proyecto se mantiene cancelado.



4.5.3.5.-La Arena Ciudad de México

Otro caso que ha sido de discusión es el del conocido recinto de espectáculos “La Arena Ciudad de México”, utilizado para presentar eventos de distintas categorías y que se encuentra ubicado en sobre Avenida de las Granjas cerca de la estación Ferrería/Arena Ciudad de México del Metro, la estación Fortuna de Tren Suburbano y a un costado de la Universidad Tec Milenio, en la delegación Azcapotzalco. La construcción de la Arena Ciudad de México arrancó el 18 de marzo de 2009, y casi tres años después, el 25 de febrero de 2012, se inauguró sin que la obra estuviera concluida, se tiene conocimiento de que desde el inicio de su construcción los habitantes aledaños al recinto se manifestaron en contra de tal proyecto, sustentando que ningún beneficio proporcionaría a la comunidad por el contrario generaría más problemas de los que ya se presentaban en la zona, siendo uno de estos en el aspecto vial.

La Arena Ciudad de México fue desarrollada con una inversión de 300 millones de dólares, diseñada por KMD Architects. Grupo Avalanz es el propietario de este centro de espectáculos más costoso y lujoso de la Ciudad de México que cuenta con una capacidad para 22 mil asistentes cómodamente sentados, con la mejor acústica y visión al escenario, 124 suites de lujo con acceso a la cancha, un lobby espectacular, más de mil pantallas, tecnología de punta en su pantalla central, un lugar techado y climatizado, cinco mil cajones de estacionamiento, dos helipuertos, más de 300 cámaras de seguridad, principalmente. Sin embargo, lo que llama la atención es que pese a tanta tecnología en los días de eventos predomina el desorden fuera y dentro del recinto.

El punto principal que en su momento plantearon los manifestantes, es el hecho de que previo a su construcción no se hicieron los estudios previos de factibilidad, no se justificó la utilidad pública de la desincorporación del dominio público de los terrenos de Granjas 800 (donde antiguamente se localizaba el rastro de ferrería), no se demostró su beneficio al entorno urbano y no hubo una definición clara del impacto del recinto sobre sus comunidades, especialmente en materia de tránsito y vialidades, abastecimiento de agua y alteraciones en la estructura física y en la dinámica del suelo. Hechos que hoy en día son claramente visibles y que lamentablemente fue aprobado un proyecto de gran magnitud sin estar conscientes de la problemática que se generaría en un lapso breve de tiempo. Se dice que se elaboraron los correspondientes estudios de impacto urbano e impacto ambiental,



pero no se habla de un estudio de impacto vial como tal, como resultado de dichos estudios, se generó una serie de medidas de mitigación y condicionantes que, en ningún momento fueron implementadas y que erróneamente hoy se tratan de retomar.

Resulta claro que este es y fue un proyecto que carece de suficiente planeación y de la correcta aplicación de estudios primordiales, como lo es el de impacto vial. Es inconcebible que el propio estacionamiento no se encuentre adecuadamente diseñado u organizado y que seguramente la localización de los accesos y salidas del desarrollo no fue debidamente estudiado. No debió ser aprobado sin el correcto sustento de que este no produciría problemas en sus alrededores, mucho menos construirse sin a la par aplicar las medidas mitigantes, de no encontrar otro sitio donde pudiera ubicarse, se pudieron buscar soluciones más viables para no afectar al sistema vial y a la propia población, pero el tiempo fue clave, ya que se deseaba tener la obra terminada lo más pronto posible. Quizá un aspecto favorable, en cierta manera, es que el desarrollo no opera a diario pero si lo hace constantemente siendo suficiente para ocasionar el caos vial, hoy a cinco años de su inauguración los problemas persisten y no se le ha dado una solución oportuna que los atenúe considerablemente.

4.5.3.6.-Otros desarrollos

Anteriormente se presentaron casos de la problemática que han generado las propuestas y construcción de desarrollos comerciales, señalando los principales puntos que fueron omitidos o por los cuales no era viable su aprobación, no obstante existen otro tipo de desarrollos que han ocasionado el caos en la ciudad y la movilización de protestas por parte de los ciudadanos hacia las dependencias encargadas de regular las construcciones y los impactos que estas generen, como lo es el de las construcción de edificios para uso habitacional o para oficinas, en zonas no apropiadas.

El problema de las construcciones irregulares se ha agudizado, se tiene el caso de las colonias Nueva Santa María, Hogar y Seguridad, Obrero Popular, Tlatilco y Victoria de las Democracias, en la delegación Azcapotzalco, en donde la construcción de edificios de seis o más pisos ha incrementado precipitosamente, siendo una zona donde las viviendas son, en promedio, de dos niveles; sobre Calzada de Camarones hay torres que rebasan los diez pisos, señala “El Universal” en una nota periodística emitida en octubre del 2015.



Sin embargo, el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Azcapotzalco sólo permite construir en estas colonias viviendas de un máximo de tres niveles, con un 30% de áreas libres. El tamaño de las nuevas edificaciones dista mucho de lo que marca la normatividad vigente. Además la densificación de estas colonias genera una presión en los servicios públicos, entre ellos la dotación del agua y el crecimiento sin control de las construcciones también provoca un mayor impacto vial, estudio que sin lugar a dudas no es contemplado.

5.- METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE EIV PARA LA CIUDAD DE MÉXICO

5.1.-Metodología

Con base en toda la información consultada para el desarrollo de los capítulos anteriores de este trabajo y tomando en cuenta los manuales, guías y recomendaciones de las mejores prácticas en la elaboración de EIV, se propone la siguiente metodología constituida por técnicas y procedimientos para formular, adecuar y regular el EIV, permitiendo determinar las acciones que tiendan a mejorar la movilidad y mitigar el impacto que se pudiera generar en el sistema vial de la Ciudad de México. Esta metodología se dirige a las correspondientes autoridades que velan por la movilidad y tránsito de la ciudad, para posteriormente ser consultada por los desarrolladores, proyectistas e ingenieros que tenga a su cargo la elaboración de un EIV.

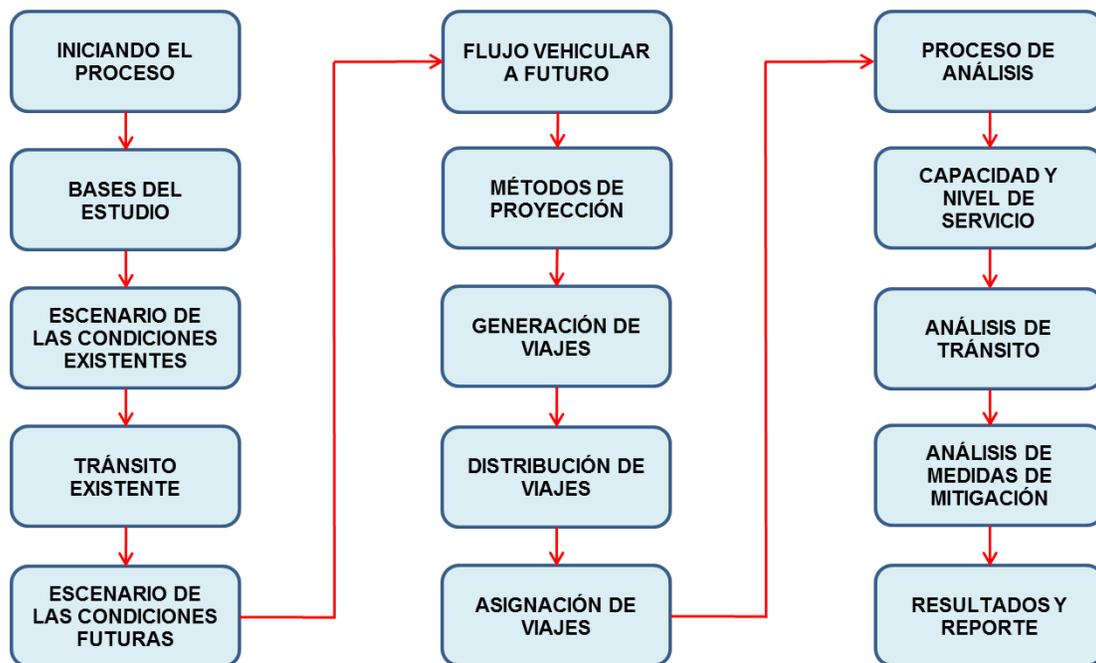


Figura 5.1. Metodología propuesta

FUENTE: Elaboración propia.



5.2.-Iniciando el proceso

El proceso comienza cuando los desarrolladores del proyecto o inmueble, presentan ante las autoridades locales su petición para obtener los permisos, licencias o manifestaciones correspondientes, para poder construir y operar el desarrollo; y dar inicio con la elaboración de los estudios que sean necesarios para ser sustento de su aprobación o no aprobación, entre esos estudios se tienen los EIV de los que, la autoridad competente para su exigencia y revisión es la Secretaría de Movilidad (SEMOVI).

Será importante que los solicitantes conozcan los requisitos que se deben cumplir como mínimo y asimismo lo que dictan las leyes y reglamentos respecto al tema; previo a proceder con la elaboración del EIV.

La finalidad de entrevistarse con las autoridades debe ser la de dar conocer el proyecto para discutir sobre el mismo e informar de las consideraciones que deben acatar dentro del proceso de análisis, sino bien mediante la sugerencia de seguir una metodología (que sería lo ideal), si pedir la justificación de los datos, factores básicos, resultados y herramientas que se empleen en el estudio, además de que el nivel de análisis sea el apropiado al proyecto. Por otro lado, se sugiere poner sobre aviso a los habitantes de la zona donde se propone el desarrollo, para evitar conflictos temprana o tardíamente, atendiendo a sus inquietudes que después de todo es tarea de las autoridades de cumplir con esta acción.

5.3.-Requerimientos que conducen a realizar un EIV

A razón de no haber reglas fijas que permitan establecer la justificación de proceder a elaborar un EIV, se sugiere adoptar las de algunas prácticas recomendadas siendo las más empleadas por la mayoría de los países las publicadas por el ITE. De cumplirse con las siguientes condiciones es requerido el EIV:

- Cuando un desarrollo genera un número de viajes determinado durante la hora de máxima demanda. El ITE recomienda a partir de 100 o más viajes generados, aunque siendo muy rigurosos se sugiere a partir de 75 o más viajes generados (esto puede ser aplicado a áreas altamente sensibles) considerado así por las prácticas sudafricanas, sin embargo, el ITE sustenta su valor propuesto por lo siguiente:



- Una adición de 100 vehículos por hora puede cambiar el nivel de servicio y/o aumentar sensiblemente la relación volumen/capacidad (v/c) de una intersección.
 - Vueltas izquierdas o derechas podrían necesitar acomodar adecuadamente el tránsito del desarrollo para no afectar el tránsito del sistema vial adyacente.
-
- Cuando un desarrollo genere un número específico de viajes diarios. (1000 vehículos por día es el valor medio predominante).
 - Cuando se tiene un área específica para desarrollarse.
 - Cuando el desarrollo es construido en una zona sensible (con problemas de congestión).
 - Cuando se cambia la zonificación del área.
 - Cuando un desarrollo requiere de muchas mejoras.
 - Cuando se tiene un número específico de unidades de habitación o metros cuadrados de acuerdo a un uso de suelo específico.
 - Cuando un desarrollo tiene un estudio previo desactualizado.

Será importante también agregar y considerar los siguientes condiciones correspondientes de normativas de Centroamérica y Sudamérica que de cumplirse se requerirá de un EIV:

- Cuando en un desarrollo se contemple el emplazamiento de un número de estacionamientos superior a 100 unidades.
- Cuando el estacionamiento de un desarrollo, su entrada y salida pueda generar conflicto o situaciones inseguras (no cumpla con los requisitos mínimos).
- Cuando el desarrollo proponga cambios en los patrones de circulación en el área de estudio.

En el caso de que el desarrollo no se encuentre en ninguna de las condiciones anteriores ni exceda las cantidades mínimas expuestas para necesitar de un EIV, no debe ser omitido tal estudio si se presentan deficiencias en la capacidad y seguridad vial como:

- Problemas existentes del sistema de transporte, tales como una alta tasa de accidentes, intersecciones de geometría compleja, o una intersección con carencia de señalamientos.
- Impactos significativos que afecten el nivel de servicio o las características operacionales del sistema vial adyacente.



- Intersecciones o accesos cercanos al desarrollo.
- Necesidad de accesos e instalaciones para peatones y ciclistas.
- Proximidad a paraderos o bases de transporte público.

Se resalta el hecho de no omitir las políticas de los organismos o autoridades de la ciudad, como ha sido tratado anteriormente y atender a las necesidades particulares del área a analizar.

Con el objeto de orientar sobre cuales pueden ser las características o dimensiones de los desarrollos que pudieran generar de 100 a 500 viajes durante la hora de máxima demanda (hora pico), se muestra la Tabla 5.1, en la cual indudablemente el uso de suelo tiene un papel importante. De la información facilitada en dicha tabla, los valores pueden variar un poco con la situación local que se presente.

Tabla 5.1. Umbral de Uso de Suelo para generar menos de 500 viajes por hora pico.

USO DE SUELO	≤ 100 VIAJES HORA PICO	≤ 500 VIAJES HORA PICO
Residencial: -Hogar familiar individual -Apartamento -Condominio -Parques rodantes	95 unidades 150 unidades 190 unidades 170 unidades	565 unidades 880 unidades 1,320 unidades No disponible
Centro Comercial (TAR)	560 m ²	6,600 m ²
Restaurantes comida rápida con Autoservicio (TAP)	280 m ²	No disponible
Gasolinera con tienda de conveniencia	7 espacios de despacho	No disponible
Banco con autoservicio (TAP)	370 m ²	No disponible
Oficinas generales (TAP)	6,250 m ²	35,000 m ²
Clínica Médica/Dental (TAP)	2,900 m ²	No disponible
Centro de Investigación (TAP)	6,800 m ²	48,200 m ²
Industria liviana/bodega (TAP)	16,800 m ²	42,800 m ²
Planta manufacturera (TAP)	13,900 m ²	61,450 m ²
Parqueo con servicio de autobús	170 espacios	655 espacios



NOTAS: Todas las tasas anteriores a excepción del parqueo con servicio de autobús fueron obtenidas del Trip Generation del ITE para la hora pico de la tarde en calles adyacentes. Para el parqueo con servicio de autobús se empleó la hora pico de la mañana de las calles adyacentes. Por lo general la tasa de los viajes generados para la mayoría de usos de suelo disminuye a medida que el tamaño del desarrollo aumenta. Entonces puede esperarse que los desarrollos generadores de 500 viajes sea más de 5 veces el tamaño de un desarrollo generador de 100 viajes.

TAR = Total Área Rentable

TAP = Total Área de Piso

N.D. = No Disponible

FUENTE: Stover and Koepke, 2002 (ajustado para reflejar las tasas y ecuaciones del Trip Generation, 2008). Adaptada de Transportation Impact Analyses for Site Development del ITE.

5.4.- Categoría de un EIV

En vista de haberse presentado algunos requerimientos para los EIV, se procede a mostrar una categorización de los mismos, aclarando que, no es común tener clasificados los estudios por categorías, generalmente lo han empleado así países de América como EUA y Canadá y algunos países del resto de los continentes, con el argumento de que se ahorra tiempo y dinero, por el hecho de que el área que va a ser analizada, esta en función de la categoría del estudio, es decir, no se trabaja más de lo requerido. Así entonces, los desarrollos propuestos pueden caer en una de las siguientes categorías:

Categoría 1: La primera categoría se propone para aquellos desarrollos que se considera que tienen impactos menores o mínimos en el tránsito. (Menos de 500 viajes generados en la hora de máxima demanda).

Categoría 2: La segunda categoría son aquellos desarrollos que su presencia provocará impactos en el tránsito que no resultan ser menores. (Entre 500 y 1000 viajes generados en la hora de máxima demanda).

Categoría 3: La tercera categoría se propone a aquellos desarrollos que generan impactos significativos en el tránsito y que puede extenderse más allá de el área afectada. (Entre 1000 y 2000 viajes generados en la hora de máxima demanda).

Categoría 4: La cuarta categoría corresponde para aquellos desarrollos que provocarán impactos regionales en el sistema vial, extendiendose por mucho más de su área de



limitación. El estudio será muy amplio, puede implicar una serie de proyectos que se desarrollan por separado en la misma área general. (Más de 2000 viajes generados en la hora de máxima demanda).

También se considera la existencia de algún probable cambio de zonificación, que no como tal se plantea como categoría. La característica que denota a cada categoría de acuerdo a los viajes generados por el desarrollo, no necesariamente son valores exactos pues como se ha planteado anteriormente muchos factores son los que podrían alterar la situación en análisis y los requerimientos, por ello solo resulta indicativo.

5.5.- Extensión del EIV

Al referirse a una extensión del estudio indica contemplar todo aquello que se identifique o se espere, sea afectado por el proyecto, no necesariamente indica delimitar un área. Asimismo, a través de un serie de preguntas que se aconseja formularse, se irán determinando la necesidades particulares del caso y por ende su magnitud en el grado de detalle de su análisis. Por mencionar algunas de las preguntas más relevantes a cuestionarse:

- Dentro de la zona a estudiarse, ¿Existen problemas de congestionamiento vehicular?
- ¿Se han realizado estudios de tránsito recientes en las proximidades del proyecto?
- ¿En que situación se encuentra la seguridad vial?, índices de accidentabilidad.
- ¿Qué tan grande será el área de estudio?
- ¿Qué intersección y sección de vías deben ser analizadas?
- ¿Cómo realizar los aforos vehiculares?
- ¿Qué cambios a la infraestructura adyacente deben tomarse en cuenta?
- ¿Existe la presencia de otros desarrollos?
- ¿Es probable afectar los modos de viaje no automóvil, como caminar y andar en bicicleta?
- ¿En qué condiciones de operación se encuentran los elementos de la infraestructura vial y de transporte?
- ¿Qué tipo de mejoras pueden ser consideradas?



Estas preguntas pueden orientar en la decisión de realizar el estudio, bajo consideración del desarrollador y de la autoridad.

5.6.- Descripción, entorno y bases del estudio

5.6.1.- Información general del desarrollo propuesto

Como base primordial para saber como tratar con el problema y como llevar a cabo los procedimientos de análisis, es requerido la presentación de una descripción detallada del desarrollo propuesto, documentando las características más relevantes. Siendo así debe ser proporcionado lo siguiente:

- El nombre del desarrollo
- El tipo de desarrollo (el uso en que operará)
- El propósito del desarrollo
- Localización del desarrollo
- Cuenta predial
- Uso del suelo vigente y su correspondencia con el del desarrollo
- Superficie total del terreno disponible, en m².
 - Medidas perimetrales del terreno, en m.
 - Área que se será ocupada por la construcción del desarrollo, en m².
 - Área libre de construcción, en m².
 - Área designada para estacionamiento, en m².
 - Áreas verdes, en m². (No todos los desarrollos en sus propuestas contemplan este aspecto, más es aconsejable considerarlo).
- El tamaño del desarrollo, es decir, pequeño, moderado, grande, de acuerdo a ciertos aspectos relativos a su operación y proporcionar entre otras características:
 - Número de niveles de construcción y en su caso, de sótano
 - Accesos y salidas propuestos y su tipo
 - Capacidad del estacionamiento



- Etapas del proyecto que se tengan contempladas, que por lo general son: construcción, operación y abandono, así también:
 - Fecha de inicio y terminación de la construcción, pese a que se presenta dentro de la Manifestación de construcción.
 - Fecha prevista de ocupación.
 - Horario aproximado de operación (Servirá como guía para determinar que hora(s) pico analizar)
 - Un aproximado de los empleados que albergará el desarrollo

Para el caso de las remodelaciones o ampliaciones de desarrollos, será necesario actualizar algunos puntos de esta información, principalmente en el aspecto de las dimensiones, área construida, por mencionar. Ya que finalmente se modificará la capacidad en cuestiones de personal, visitantes y por ende, mayor demanda en los modos de transporte, esto si la remodelación o ampliación es de gran magnitud.

5.6.1.1.- Localización

Proporcionar un plano del sitio, donde se resalte la ubicación del desarrollo, con sus correspondientes acotaciones y a una escala apropiada, a fin de facilitar la visibilidad de todos los elementos relevantes, como las vialidades adyacentes al predio del desarrollo identificadas con sus respectivos nombres.

Para la elaboración del reporte del estudio puede presentarse un croquis de localización, el cual puede ser elaborado empleando programas informáticos y no necesariamente a escala, pero si es importante que este visible y detallado en su presentación.

Para ambas caso, plano o croquis, se sugiere elaborar y presentar una macro y micro localización del proyecto identificando puntos relevantes o de interés, las vialidades y el propio predio.



5.6.1.2.- Dimensiones del desarrollo

Se presentarán los correspondientes planos arquitectónicos, tanto en planta como en corte. En donde muestre las medidas de cada sección del inmueble, la superficie de cada uno de los espacios sea estacionamiento, áreas verdes, área de construcción principalmente y también la ubicación de accesos y salidas; como parte de la información general del desarrollo.

5.6.2.- Uso de suelo

Será esencial que se consulte el tipo de uso de suelo que le corresponde a la zona o lugar donde se va a proyectar el desarrollo con la finalidad de revisar que “se puede” llevar a cabo en el sitio ya que, el uso de suelo determina las actividades de los predios. En la Ciudad de México se identifican principalmente los siguientes usos de suelo:

- Uso Habitacional
- Comercial
- De servicios
- Industrial
- Áreas verdes
- Agrícola, pecuario y forestal

Al conformarse áreas homogéneas en la predeterminación de los usos del suelo, se desarrolló el concepto de zonificación, el cual se refiere al ordenamiento de los elementos y actividades urbanas o regionales por sectores parciales o zonas, en función de sus características similares y con el fin de lograr mayor eficacia en su utilización y funcionalidad dentro de la estructura urbana.¹⁴

La zonificación se integra por la zonificación primaria y la zonificación secundaria, la primera se refiere a la división general de todo el territorio, de acuerdo a los tipos de uso, y la segunda a los usos específicos para cada zona de la ciudad.

¹⁴ Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (2003). Uso de Suelo. Recuperado de http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/informes/informe2003_borrarme/temas/suelo.pdf



Respecto a la zonificación primaria, según se planteó en el Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal, su clasificación se encuentra de la siguiente manera:

I. Área de Desarrollo Urbano, que se integra por:

a) Zonas Urbanizadas: aquellas en las cuales existe un asentamiento humano permanente, dedicado a diversas actividades, cuya densidad de población y de construcciones implica la existencia de vías públicas, de redes de infraestructura y dotación de equipamiento urbano;

b). Zona de Reservas Territoriales: aquellas que por sus características físicas y por la estrategia del Programa Director, resultan convenientes para urbanizarse, pero que quedan apartadas temporalmente del proceso de urbanización por disposición expresa de la autoridad competente, y;

c) Zonas de Amortiguamiento: aquellas que tienen como propósito contener el crecimiento urbano sobre las áreas de conservación, que podrán ser dedicadas a diversas actividades urbanas, que cumplan con los requisitos y condiciones especiales de uso e intensidad del suelo, infraestructura y servicios que dicte el Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de México.

II. Área de Conservación Ecológica:

Aquella constituida por los elementos naturales que cumplen una función de preservación del medio ambiente y en la que todo desarrollo urbano se encuentra condicionado a dicha función.

A su vez, en la Ley de Desarrollo Urbano se estipulan los siguientes usos de suelo correspondientes para cada zona:

I. En suelo urbano: Habitacional, comercial, de servicios, industrial, espacio abierto, áreas verdes, y los demás que se establezcan en el reglamento.

II. En suelo de conservación: Turístico, recreación, forestal, piscícola, equipamiento rural, agrícola, pecuaria, agroindustrial, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas y los demás que establezca el reglamento.



III. En poblados rurales: Habitacional Rural de Baja Densidad, Habitacional Rural, Habitacional Rural con Comercio y Servicios, Equipamiento Rural, entre otros.

Lo anterior expuesto, es tratado por la Secretaría de Desarrollo y Vivienda (SEDUVI) quien proporciona los requisitos, el procedimiento y las consideraciones que se seguirán para obtener cada uno de los documentos respectivos al tema. Tales documentos pueden ser para tramitar la obtención de la licencia de uso de suelo o en su caso los certificados de zonificación de uso de suelo vigente para proceder con la emisión correspondiente a los dictámenes de estudios tanto de impacto urbano como vial, entre otros. De tal manera que no deberá ser pasado por alto que respecta al uso de suelo en general, asimismo respetando lo que se indica en la Ley y el Reglamento de Desarrollo Urbano del tema del suelo y la zonificación.

El gobierno de la Ciudad de México ha apostado por la generación de contenidos digitales y herramientas tecnológicas para facilitar servicios y trámites, estas medidas han sido implementadas con la finalidad de evolucionar hacia una sociedad del conocimiento que facilite a los gobernados acceder a servicios electrónicos que simplifiquen los trámites administrativos. En ese tenor, SEDUVI de la Ciudad de México cuenta con un Sistema de Información Geográfica que permite consultar la normatividad del uso de suelo de un predio determinado, de conformidad con los programas parciales de Desarrollo Urbano aprobados por la Asamblea Legislativa capitalina, en la Figura 5.2 se muestra un ejemplo de tal consulta.

Así, se cuenta con un medio accesible, gratuito y eficaz para inquirir en todo lo relacionado con el uso de suelo, ya sea para iniciar un establecimiento mercantil, un desarrollo, enajenar un inmueble, o llevar a cabo algún trámite administrativo, aunque no produzca efectos jurídicos.

Información General

Cuenta Catastral: 073_896_24

Dirección:

Calle y Número: CDA FORESTAL L23
Colonia: ARENAL DE GUADALUPE
Código Postal: 14389
Superficie del Predio: 445 m2

"VERSIÓN DE DIVULGACIÓN E INFORMACIÓN, NO PRODUCE EFECTOS JURÍDICOS". La consulta y difusión de esta información no constituye autorización, permiso o licencia sobre el uso de suelo. Para contar con un documento de carácter oficial es necesario solicitar a la autoridad competente, la expedición del Certificado correspondiente.

Ubicación del Predio

2009 © ciudadmx, seduvi
 Predio Seleccionado

Este croquis puede no contener las últimas modificaciones al predio, producto de fusiones y/o subdivisiones llevadas a cabo por el propietario.

Zonificación

Uso del Suelo 1:	Niveles:	Altura:	% Área Libre	M2 min. Vivienda:	Densidad	Superficie Máxima de Construcción (Sujeta a restricciones*)	Número de Viviendas Permitidas
Habitacional Ver Tabla de Uso	3	-*-	40	0	MB(Muy baja, 1 Viv C/ 200 m2)	802	2

Normas por Ordenación:

Generales

Inf. de la Norma Coeficiente de ocupación del suelo (COS) y Coeficiente de utilización del suelo (CUS)

Inf. de la Norma Fusión de dos o más predios cuando uno de ellos se ubique en zonificación Habitacional (H)

Inf. de la Norma Área libre de construcción y recarga de aguas pluviales al subsuelo

Inf. de la Norma Instalaciones permitidas por encima del número de niveles

Inf. de la Norma Cálculo del número de viviendas permitidas e intensidad de construcción con aplicación de literales

Inf. de la Norma Locales con uso distinto al habitacional en zonificación Habitacional (H)

Inf. de la Norma Norma para incentivar la producción de vivienda sustentable, de interés social y popular. **SUSPENDIDA AL 30 DE SEPTIEMBRE DEL 2016**

Particulares

Inf. de la Norma Norma Particular para el incremento de Alturas y Porcentaje de Área Libre

Inf. de la Norma Norma de Ordenación Particular para Equipamiento Social y/o de Infraestructura, de Utilidad Pública y de Interés General

Inf. de la Norma Norma de Ordenación Particular para incentivar los Estacionamientos Públicos y/o Privados

Inf. de la Norma Superficies de Lote Mínimo

Facilidades de uso de suelo, servicios de agua, drenaje, vialidad y medio ambiente

Tipos de terreno para conexión de servicios de agua y drenaje (Art. 202 y 203 Código Financiero)

Zona de Impacto Vial (Art. 319 Código Financiero)

Antecedentes

No existen antecedentes de tramites relacionados con este predio.

Figura 5.2. Ejemplo Consulta de Uso de Suelo

FUENTE: Sistema de Información Geográfica, SEDUVI, 2016.



5.6.3.- Reconocimiento de la zona de estudio

Al contar con la información más relevante del desarrollo propuesto y previo a establecer hasta qué extremo abarcará la zona de estudio para su análisis, se sugiere realizar un reconocimiento de campo. Esta actividad comprenderá principalmente el observar y reconocer la zona en que se propone construir el desarrollo, entre otras cosas se analizará el contexto urbano del sitio, se efectuará un recorrido preliminar por los alrededores del sitio lo que de cierta manera conducirá a la identificación de algunos problemas latentes, los cuales pueden ser en el aspecto vial, social y operacional, todo ello con la finalidad de establecer los criterios técnicos en los cuales estarán basados los procesos de la obtención y recopilación de datos e información.

Se recomienda para esta actividad ir haciendo un registro de los hechos más relevantes que se hayan identificado en el aspecto cualitativo, sin darle un enfoque particular a algún aspecto, mismos que podrían ser los antecedentes del sitio complementados con la búsqueda de información existente por algún medio y/o vecinos, quienes realmente proporcionarían su punto de vista en particular. En un siguiente proceso, se hará una caracterización detallada en todos los aspectos de la red vial y el entorno, si bien ya se tiene bien identificado, en plano y croquis, la localización del desarrollo propuesto así como sus características. Tras esta actividad, se logrará tener una mejor perspectiva de la situación.

5.6.3.1.- Área de estudio

Se definirá el área de análisis que abarcará el estudio, la cual deberá ser aquella que sea susceptible a los posibles impactos en las vialidades o elementos de la infraestructura vial consecuentes de la operación de un nuevo desarrollo. Generalmente, la determinación del área de estudio depende del tipo y tamaño del desarrollo, así como de las condiciones que prevalezcan en los alrededores. Esto significa que, grandes desarrollos propuestos en áreas congestionadas, requerirán un área de estudio más extensa para analizar el impacto vial mientras que, desarrollos pequeños pueden requerir solamente un análisis mínimo.



Para seleccionar el área de estudio se deberán ubicar las vialidades, glorietas e intersecciones más próximas al predio del desarrollo, las que posteriormente serán estudiadas aunque de momento no se tenga el conocimiento de cuales de estas sean intransitables durante la hora de máxima demanda a lo largo del día. Por el contrario, si se cuenta con la información de estudios previos de la zona acerca de las condiciones de operación de estos elementos, podrán ser utilizados para darse una idea de cuáles son las vialidades o intersecciones más problemáticas a tomar en cuenta, sin embargo, no serán considerados para las cuestiones de análisis.

Se encontrarán dos tipos de intersecciones en cuanto a control de tránsito, las semaforizadas y las no semaforizadas, las consideraciones de estas para su elección dentro del área de estudio dependerán de la distancia a la cual se ubiquen del desarrollo. Recopilando lo que establecen algunas metodologías extranjeras, a manera de propuesta se recomienda analizar la primera intersección semaforizada en cualquier sentido del desarrollo si está dentro de una distancia de 400 a 800 metros, para el caso de la no semaforizada a partir de 300 metros.

Por su parte, el ITE provee algunos lineamientos para determinar los límites del área en estudio, basado en el tamaño y tipo de desarrollo; mismos que de cierta manera se sugieren seguir, en la Tabla 5.2 se presentan dichos lineamientos.

Se pide a los solicitantes, proyectistas o desarrolladores que como mínimo, cualquier estudio de impacto de vial debe abordar el acceso al sitio y las intersecciones adyacentes, además de la primera intersección señalizada o semaforizada de importancia en cada dirección desde el sitio. Más allá de este requisito mínimo, todos aquellos lugares conocidos por congestionados o potencialmente congestionados que pueden verse afectados por el desarrollo propuesto también deben ser estudiados.

Además de apoyarse en el uso de planos, mapas u otro tipo de documento en el cual se sugiere identificar claramente lo siguiente:

- La delimitación del área de estudio
- El sitio o predio del desarrollo propuesto



- Las vialidades adyacentes y más cercanas que pueden ser afectadas, tras el desarrollo propuesto.
- Las intersecciones que se verán afectadas y denotando cuales se encuentran semaforizadas o no semaforizadas.
- Las rutas que se consideran como las más directas de acceso al sitio.
- De ser el caso, resaltar la presencia de los desarrollos cercanos que por su magnitud coadyuvan a la generación de tránsito, independientemente del tipo que sean.

Tabla 5.2. Límites sugeridos de áreas de influencia en los Estudios de Impacto Vial

DESARROLLOS	ÁREA DE ESTUDIO
<ul style="list-style-type: none"> • Restaurantes de Comida Rápida • Gasolinera con o sin tienda de autoservicio • Mini tienda o abarroterías • Otros desarrollos con menos de 200 viajes durante la hora de máxima demanda 	<p>Intersección adyacente si tiene ubicación de esquina.</p> <p>Intersección adyacente si tiene ubicación de esquina.</p> <p>250 metros desde los accesos.</p> <p>350 metros desde los accesos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Centro Comercial menor de 6,500 m² <ul style="list-style-type: none"> o • Desarrollos con viajes de 200 a 500 durante la hora de máxima demanda 	<p>Todas las intersecciones semaforizadas y todos los accesos a 800 metros del desarrollo.</p> <p>Todas las intersecciones no semaforizadas y todos los accesos a 400 metros del desarrollo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Centro Comercial de 6,500 a 9,300 m² (TAR). <ul style="list-style-type: none"> u • Oficinas o Parque Industriales entre 300 y 500 empleados. <ul style="list-style-type: none"> o • Desarrollos de uso mixto con un buen balance con más de 500 viajes en la hora de máxima demanda. 	<p>Todas las intersecciones semaforizadas e intersecciones mayores sin semaforización así como, rampas de acceso y salida en pasos a desnivel en un radio de 1,600 metros.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Centro Comercial con más de 9,300 m² (TAR). <ul style="list-style-type: none"> u • Oficinas o Parques Industriales con más de 500 empleados. <ul style="list-style-type: none"> o • El resto de los desarrollos con más de 500 viajes en la hora de máxima demanda. 	<p>Todas las intersecciones semaforizadas en un radio de 3,200 metros, y todos los accesos (calles y calzadas) no semaforizadas en un radio de 1,600 metros desde la ubicación del desarrollo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Parada de camiones. 	<p>Un radio de 800 metros.</p>

TAR = Total Área Rentable.

FUENTE: Adaptación de Stover and Koepke, 2002 and Barbara M. Schoroeder. Tomada de Transportation Impact Analyses for Site Development del ITE.



5.6.3.2.- Selección del año horizonte de estudio

El año horizonte de estudio es el año futuro para el cual se realizarán los respectivos análisis para conocer cómo influye en el tránsito vehicular la existencia de un nuevo desarrollo, en sí, el objetivo de definir un horizonte es el limitar hasta qué momento se analizarán los aspectos operativos del sistema vial en un futuro según sea el caso del desarrollo que se presente. La determinación del horizonte de análisis está directamente relacionada con ciertos aspectos en específico, principalmente los siguientes:

- La apertura o inauguración del desarrollo.
- Desarrollo en fases.
- Mejoras o modificaciones relevantes en el Sistema Vial.
- Cambios en el uso de suelo.

Tales aspectos deben ser contemplados para cualquier desarrollo, aunque en ocasiones algunos resulten ser muy pequeños. En la Tabla 5.3 se muestran algunos horizontes sugeridos en función de las características del desarrollo.

Tabla 5.3. Sugerencia de Horizontes de Estudio.

CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO	HORIZONTES SUGERIDOS
Desarrollos pequeños (< 500 viajes en la Hora Pico)	<ul style="list-style-type: none"> • Anticipadamente a la fecha de inauguración, asumiendo que la construcción ha sido culminada y que el desarrollo se encuentra en su totalidad ocupado.
Desarrollos medianos (Entre 500 y 1000 viajes en la Hora Pico)	<ul style="list-style-type: none"> • Anticipadamente a la fecha de inauguración, asumiendo que la construcción ha sido culminada y que el desarrollo se encuentra en su totalidad ocupado. • 5 años después de la inauguración.
Desarrollos grandes (> 1000 viajes en la Hora Pico)	<ul style="list-style-type: none"> • Anticipadamente a la fecha de inauguración, asumiendo que la construcción ha sido culminada y que el desarrollo se encuentra en su totalidad ocupado. • 5 años después de que toda la construcción se ha terminado.
Desarrollo por fases	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de la fecha de inauguración, asumiendo que toda la construcción ha sido terminada en cada fase. • Antes de la fecha de inauguración, asumiendo que toda la construcción ha sido terminada en su totalidad. • 5 años después de la inauguración. A menos que haya un incremento en más del 15% de generación de viajes en el estudio inicial.

FUENTE: Trip Generation, 8va. Edición (Institute of Transportation Engineers, 2008).



De la tabla anterior se puede percibir que, para cada caso de desarrollo que se presente a excepción de los considerados como “pequeños”, se sugieren horizontes de análisis de 5 años posteriores a la inauguración del desarrollo, el cual es persistente no solo en las metodologías americanas sino por igual en las del resto de los países considerados en este trabajo. De tal forma que, se le sugiere al ingeniero, desarrollador o solicitante que dependiendo de las condiciones de la zona donde se ubique el desarrollo propuesto, adopte el mejor horizonte para realizar los análisis que serán requeridos.

En general, se mantiene la recomendación de presentar el estudio con un análisis proyectado a 5 años, como mínimo, después de la apertura del desarrollo pero pueden ser más años, 10 o 15 años, esto dependerá de la presencia de cambios constantes en los alrededores del sitio, es decir, que continuamente se modifique el uso de suelo o se tengan proyectados nuevos desarrollos posteriores al estudiado, por ejemplo, no sería factible tomar un horizonte de más de 15 años para un proyecto ubicado en una zona altamente urbanizada donde de un momento a otro se estará iniciando con nuevos proyectos que influirán y modificarán el tránsito vehicular.

5.7. Escenario de las condiciones existentes

Esta sección del estudio hace referencia a las condiciones de “la Situación actual” o la ya mencionada “descripción detallada de las condiciones existentes del área de estudio” básicamente la recolección de los datos base fundamentales para el análisis, considerando principalmente, la elaboración y registro de un inventario vial, volúmenes o conteos de tránsito, las condiciones de operación de las intersecciones clave, entre otra información, con el fin de concebir la movilidad y redes de comunicación que provee al área donde se ubicará el desarrollo propuesto, asimismo, procurar la atención apropiada a la información disponible acerca de la siniestralidad vial; con ello se incluye la evaluación de los elementos y condiciones relevantes propias de cada proyecto. En caso de contar con la existencia de información propia del área a estudiar, que caracterice en gran manera las condiciones existentes, tal información no deberá ser superior a un año de antigüedad para su uso. Enseguida se presentará cada tema que corresponde y que deberá ser incluido en la sección presente, previamente en la Tabla 5.4 se presentan las sugerencias hechas por el ITE de los datos que son necesarios recopilar.



Tabla 5.4. Sugerencia de información a obtener.

CATEGORÍA	INFORMACIÓN
Volúmenes de Tránsito	<ul style="list-style-type: none"> Actual e Histórica (si es necesario para el análisis) de los conteos vehiculares diarios y horarios. Conteos direccionales recientes. Factores de variación. Tránsito proyectado de Estudios anteriores y/o Planes Regionales. Días de realización de los conteos vehiculares.
Uso de Suelo	<ul style="list-style-type: none"> Uso actual del suelo, densidad y ocupación en el área de influencia. Proyectos o desarrollos aprobados y planeados en el área de estudio. Zonificación en la vecindad del área de estudio. Estudios de Planes de Ordenamiento Territorial.
Demografía	<ul style="list-style-type: none"> Población actual y futura, índices de empleo, dentro del área de estudio
Sistemas de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Características actuales del Sistema Vial adyacente; direcciones de flujo, número y tipo de carriles, derecho de vía, tipo de accesos y control de tránsito. Clasificación funcional de las vías. Semaforización y su sincronización. Planes a corto y largo plazo de transporte y sus mejoras. Servicio de transporte masivo. Infraestructura para peatones y ciclistas. Estacionamientos existentes.
Información adicional de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de Origen – Destino, distribución de viajes. Historial de accidentes.

FUENTE: Transportation Impact Analyses for Site Development del ITE.

5.7.1. Inventario vial

El inventario de infraestructura vial es el proceso ordenado y sistemático que se emplea para conocer las condiciones de operatividad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño; la forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, misma manera a la que se obliga al ingeniero desarrollador del estudio a emplear para el respectivo registro, y



que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del sector o tramo objeto de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones.¹⁵ El método de la inspección visual se sustenta en una descripción completa de tres aspectos fundamentales: Descripción de la vía, geometría de la vía, y estado superficial del pavimento y obras complementarias.

5.7.1.1 Logística

El personal y equipo requerido para llevar a cabo el inventario vial dependerá básicamente de la magnitud del proyecto, así como del número de intersecciones y/o vialidades seleccionadas para el estudio. Además, el personal seleccionado deberá estar lo suficientemente capacitado para realizar tal actividad, el trabajo será supervisado por el ingeniero a cargo del proyecto.

Se recomienda que el inventario vial sea elaborado durante el día, bajo las mejores condiciones climatológicas, no se especifica algún día en particular puesto que solo implica el registrar los elementos viales existentes.

Para la recolección de datos se emplearán formatos de campo, mismos que han sido previamente estudiados y diseñados a fin de abarcar lo más que se pueda y lo apropiado, en él se especifica claramente lo que será necesario registrar. En el Anexo “C” se proporciona un formato de campo para realizar el inventario vial propio de un estudio de movilidad.

El estudio de inventario vial será dividido en dos apartados a fin de mantener un orden y facilitar su comprensión y utilidad.

5.7.1.2. Inventario geométrico

Consiste, generalmente, en obtener el dimensionamiento de los elementos viales y propiedades aledañas ubicadas en lo que corresponde al área de estudio. A fin de cumplir con este apartado se deberá proporcionar e identificar lo siguiente:

¹⁵ Estudios de inventario vial y elementos del tránsito. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia, 2013.



- Ubicación de la vialidad
- Clasificación funcional de la vialidad o a la que pertenece la intersección en estudio
- Tipo de intersección
- Identificación de la vías que son acceso y de las que son salida
- Configuración y geometría de la(s) vialidad(es):
 - Grado de curvatura
 - Pendiente longitudinal y transversal
 - Longitud del tramo
 - Ancho de la sección transversal de la vialidad
 - Ancho y uso de carril
 - Número de carriles
 - Sentido de circulación
 - Ancho de las bermas
 - Tipo de separación central en vialidades
 - Ancho, existencia y uso de aceras
 - Distancia entre intersecciones
- Paradas del transporte público
- Disponibilidad de estacionamiento
- Velocidad de diseño
- Puentes o túneles peatonales y vehiculares
- Identificación de ciclovías
- Pasos a desnivel
- Estado del pavimento
 - Tipo de superficie
 - Estado superficial de rodamiento (tipo de fallas)
- Arborización
- Mobiliario urbano

Lo más viable es que los datos anteriores sean obtenidos directamente en campo, porque podrían ser obtenidos indirectamente, para el caso del seccionamiento del arroyo vehicular se recomienda emplear el odómetro, el cual es un instrumento de medición que calcula la distancia total o parcial recorrida por un cuerpo (generalmente vehículo) en la unidad de longitud en la cual ha sido configurado por ejemplo, metros, ya que emplear dispositivos como la cinta métrica se vuelve complicado por el flujo de los vehículos.

Para la identificación de accesos y salidas, principalmente en las intersecciones, a un acceso se suele designar con una letra (A, B, C, D, E, F, etc.), y los números (1, 2, 3, 4, etc.) denotan una salida. Esta convención es muy importante para denotar movimientos. Se nombran los accesos y salidas de acuerdo al sentido de las manecillas del reloj, ver Figura 5.3.

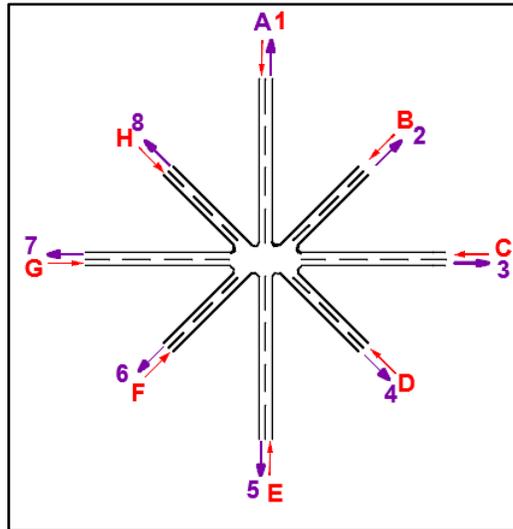


Figura 5.3. ID de accesos y salidas

FUENTE: Elaboración propia.

Respecto a la configuración y geometría de la(s) vialidad(es), se presentarán los datos que resultaron tras la medición en una tabla con su respectivo ID que se haya asignado, asimismo, se tienen que elaborar los planos correspondientes a cada vialidad o intersección en estudio, principalmente: vista en planta y en corte de la sección transversal.

Dimensionando e identificando los elementos más importantes, a una escala apropiada, pudiera presentarse también vista en perspectiva del perfil vial. En la figura 5.4, 5.5 y 5.6 se muestran un sencillo ejemplo fuera de escala de cómo pudieran presentarse dichos cortes en los planos.

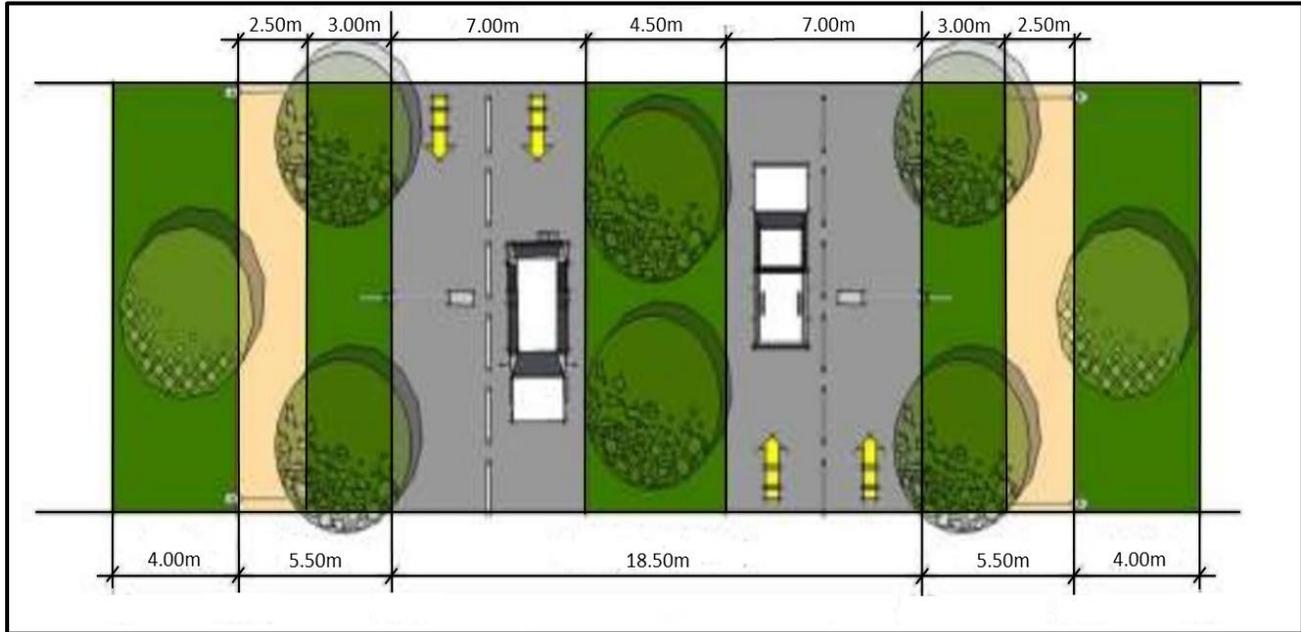


Figura 5.4. Vista en planta de la vialidad.

FUENTE: Adaptación de Perfiles del Sistema de Movilidad, Secretaría de Planeación del Distrito de Barranquilla, Colombia, 2012.

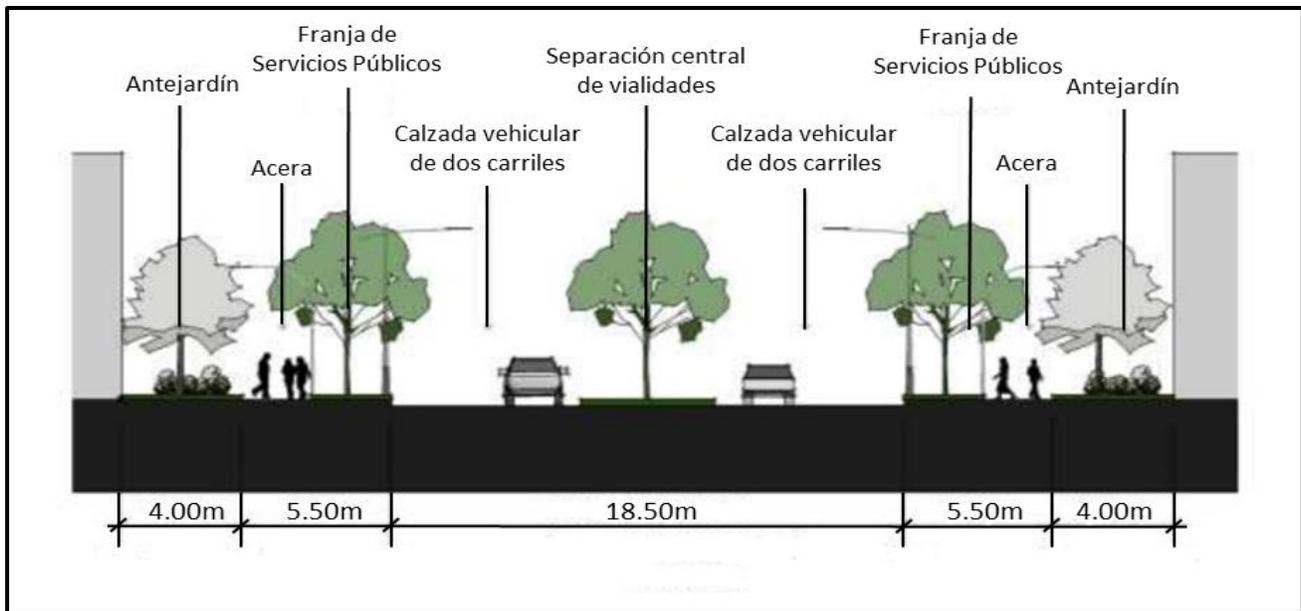


Figura 5.5. Corte de la sección transversal de las vialidades.

FUENTE: Adaptación de Perfiles del Sistema de Movilidad, Secretaría de Planeación del Distrito de Barranquilla, Colombia, 2012.

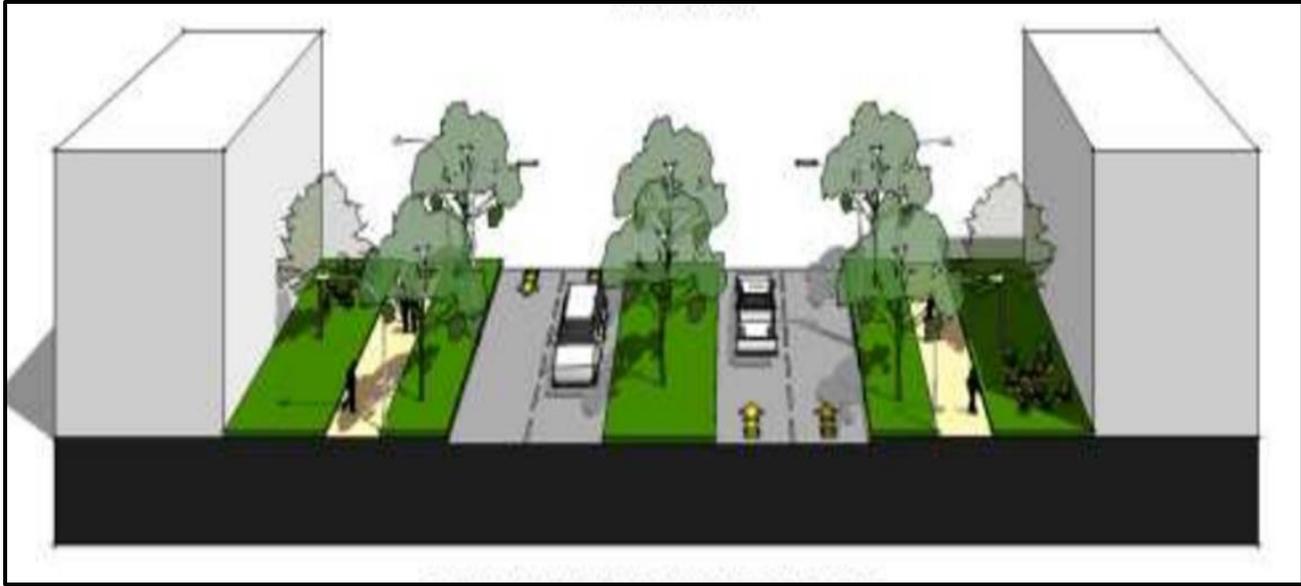


Figura 5.6. Vista en perspectiva del perfil vial.

FUENTE: Adaptación de Perfiles del Sistema de Movilidad, Secretaría de Planeación del Distrito de Barranquilla, Colombia, 2012.

En lo que corresponde a la identificación del estado y tipo de superficie de las vialidades, se sugiere tomar en cuenta la siguiente clasificación, misma que se detallará en el(los) formato(s) de campo.

- **Tipo de superficie**

Las vialidades por donde circulan los vehículos constituyen uno de los elementos principales del sistema y se clasifican de acuerdo con el material de rodadura.

- Concreto asfáltico. Se clasifica como de concreto asfáltico si está pavimentada, y su capa de rodadura es de mezcla asfáltica fabricada en planta en caliente.

- Concreto hidráulico. Se clasifica como de concreto hidráulico cuando está pavimentada mediante mezcla de concreto hidráulico con cemento Portland.

- Empedrado. Se clasifica en empedrado cuando está constituida por piedra seleccionada y colocada manualmente.

- Adoquín. Se clasifica en adoquines cuando está formada por piedra cortada o adoquines prefabricados de concreto y hormigón de gran resistencia.



- Tierra. Se clasifica como de tierra cuando su superficie posee material del sitio en su condición natural.

- **Estado superficial del pavimento**

El estado superficial en pavimentos flexibles puede considerarse:

- Deformaciones

Rodadas: Asentamiento o deformación permanente de la carpeta asfáltica en el sentido longitudinal debajo de las huellas o rodadas de los vehículos.

Ondulaciones transversales: Ondulaciones de la carpeta asfáltica en el sentido perpendicular al eje del camino que contienen en forma regular crestas y valles alterados, regularmente con separación menor a 60 centímetros entre ellas.

Asentamientos transversal y longitudinal: Desplazamiento de parte del cuerpo de la carpeta asfáltica hacia la superficie.

- Roturas

Agrietamiento piel de cocodrilo: Fisuras en la superficie de la carpeta asfáltica, formando un patrón regular con polígonos hasta de 20 centímetros. Grietas interconectadas formando pequeños polígonos que asemejan la piel de un cocodrilo.

Tipo mapa: Forma de desintegración de la superficie de rodamiento en la cual el agrietamiento se desarrolla en un patrón semejante a las subdivisiones políticas de un mapa, con polígonos mayores a los 20 centímetros.

Longitudinal: Fisura o grieta paralela al eje del camino o en muchos casos sobre el eje del camino.

- Desprendimientos

Baches: Oquedades de varios tamaños en la capa de rodamiento por desprendimiento o desintegración inicial. Desprendimiento inicial de los agregados que al paso de los vehículos van formando oquedades.



Desintegración: Deterioro grave de la carpeta asfáltica en pequeños fragmentos con pérdida progresiva de materiales que la componen.

Desprendimiento de agregados: Pequeñas depresiones en forma de cráter, por separación de los agregados gruesos de la carpeta asfáltica, dejando huecos en la superficie de rodamiento.

El estado superficial en pavimentos rígidos puede considerar:

- Grietas

Longitudinales y transversales: Grietas que reflejen exactamente el patrón de agrietamiento o de juntas de un pavimento existente, cuando es reencarpetado de concreto.

- Fallas en las juntas

Deterioro del sello: Deterioro parcial o zonificada de la superficie de rodamiento; ésta se forma por uno o varios sellos, en el agregado tiende a desprenderse dejando zonas expuestas por arranque de la gravilla o granzón.

5.7.1.3. Inventario de dispositivos para el control de tránsito

Este inventario permite ubicar y determinar las características y condiciones físicas de todos los dispositivos para el control del tránsito, como son: señalamientos, semáforos y dispositivos diversos, que se localicen en el área de estudio. Su registro permitirá saber cuáles son las carencias que posee el elemento vial, dígase calle o intersección, en cuestiones de control o regulatorias de tránsito. En el caso de los señalamientos, para poder identificarlos claramente será necesario que el ingeniero a cargo del estudio y particularmente el personal que realizará los registros consulte la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 “Del Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas” con la finalidad de poder establecer una comparativa entre lo que debe ser y lo existente. A saber que el propósito de cumplir con la norma es que los usuarios comprendan las indicaciones que transmite con relación a su seguridad, para disminuir la ocurrencia de accidentes. De manera generalizada es importante mencionar la existencia de dos tipos de señalamientos, el vertical y el horizontal

5.7.1.3.1. Señalamiento horizontal

Es el conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas son rayas, símbolos, leyendas o dispositivos, como se muestra en las Figuras 5.7 y 5.8.

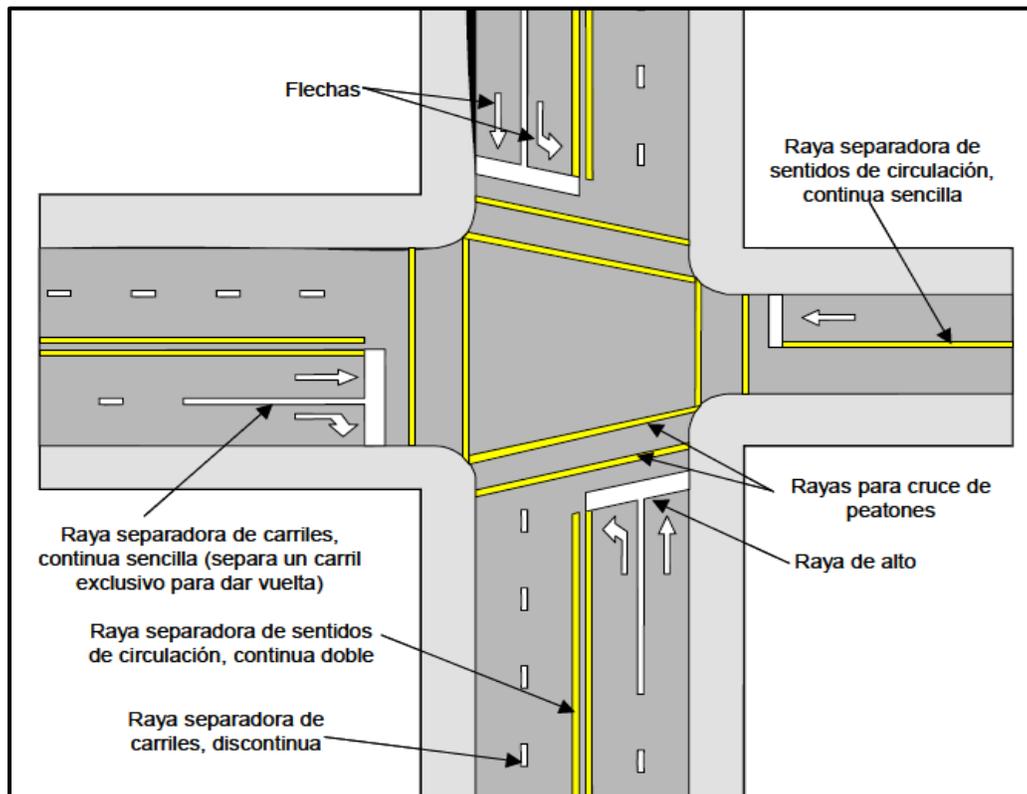


Figura 5.7. Ejemplo de Señalamiento Horizontal en una intersección

FUENTE: Norma Oficial Mexicana, NOM-034-SCT2-2011.

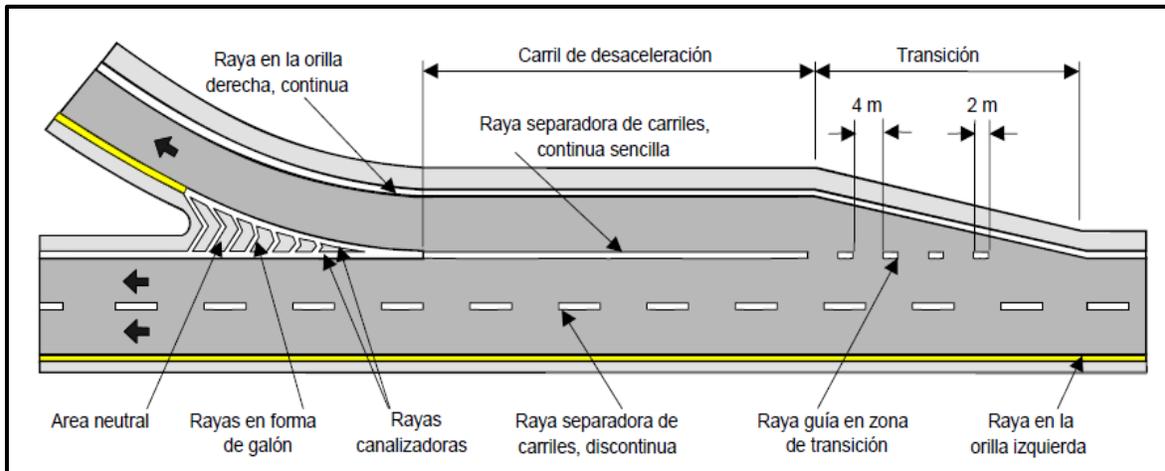


Figura 5.8. Ejemplo de Señalamiento Horizontal en una vialidad con carril de cambio de velocidad.

FUENTE: Norma Oficial Mexicana, NOM-034-SCT2-2011.

5.7.1.3.2. Señalamiento vertical

Es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos. Según su propósito, las señales son:

- Preventivas: Cuando tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.
- Restrictivas: Cuando tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad.
- Informativas: Cuando tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vialidades urbanas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones y de dichas vialidades, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones que conviene observar.
- Turísticas y de servicios: Cuando tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo.
- Diversas: Cuando tienen por objeto encauzar y prevenir a los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas, pudiendo ser dispositivos diversos que tienen por propósito indicar la existencia de objetos dentro del derecho de vía y bifurcaciones en la carretera o vialidad

urbana, delinear sus características geométricas, así como advertir sobre la existencia de curvas cerradas, entre otras funciones.



Figura 5.9. Ejemplo de Señalamientos Verticales.

FUENTE: <http://mrproyecta.com/a/index-3.html#>

5.7.1.3.2. Dispositivos de control

Entre tales dispositivos se encuentran principalmente los semáforos, vibradores, tachuelas o botones, cercas, defensas, entre otros. Siendo particularmente de nuestro interés la identificación de los semáforos, determinando su tipo de soporte, su fase y sincronización, control vehicular o peatonal.

De esta manera, el registro e información del señalamiento vial y de los dispositivos de control, complementará al denominado inventario geométrico. Estos inventarios son determinantes para establecer y evaluar el nivel de servicio en calles y carreteras, aspecto fundamental en las etapas preliminares, en el diseño y la planeación de cualquier proyecto de infraestructura vial.

Por tanto, se solicita al desarrollador: realizar la representación gráfica en un plano a una escala apropiada la ubicación de cada uno de los elementos mencionados, además de



presentar los correspondientes formatos de campo plenamente entendibles y para facilitar la lectura de los datos, se recomienda presentarlos en tablas resumen por cada vialidad o intersección analizada; y entregar un minucioso registro fotográfico que justifique la veracidad de la información obtenida.

5.7.2. Hora pico

El volumen de tránsito es definido como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente “vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”, siendo el intervalo común de tiempo para el volumen, un día. Aquella hora del día que tiene el volumen horario más alto se denomina como “hora pico” (HP), u hora de máxima demanda (HMD).

5.7.2.1. Factor de hora pico

Un dato relevante para analizar la variación de la circulación de dentro de una hora es el cálculo del factor de hora pico (FHP), mismo que depende del volumen horario de máxima demanda (VHMD). El FHP es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximo. Indican la forma como se encuentran distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. La unidad es su mayor valor, esto nos dice que existe una distribución uniforme de los flujos máximos durante toda la hora. Mientras que, valores menores a la unidad indican concentraciones de flujos máximos en períodos cortos dentro de la hora. Matemáticamente el factor de hora pico es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo ($q_{m\acute{a}x}$), que se presenta en un periodo dado (N) dentro de dicha hora, generalmente se consideran períodos de 15 min. y se expresa como:

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{m\acute{a}x} * N}$$



5.7.2.2. Consideraciones

Las condiciones críticas en el EIV se encontrarán dentro de las horas pico, como es común en la Ingeniería de Tránsito. Las características de la hora pico de las calles o sistema vial adyacente al desarrollo pueden determinarse por medio de los aforos vehiculares, otro caso que puede presentarse es que ya se conozca la hora pico como consecuencia de estudios previos realizados en el sitio. Podría hablarse de la existencia de dos horas picos diferentes, la del desarrollo y la del sistema vial (calles, carretera, etc.), de esta manera, la hora en que el desarrollo genere el mayor número de viajes puede diferir de la hora de máxima demanda de la red vial circundante.

La determinación de la hora pico en los días naturales dependerá totalmente del tipo de desarrollo en estudio. El ITE ha determinado que generalmente la hora pico ocurre en los días hábiles o laborables de la semana entre las 7 – 9 a.m. horas y por las tardes de 5 – 7 p.m. horas, en la Tabla 5.5 se muestra tentativamente las horas pico típicas de algunos usos de suelo. Sin embargo, estos lapsos de tiempo diferirán de los reales en la Ciudad de México debido a que las condiciones que se presentan son muy distintas a las de países desarrollados. Como se observa, se obtendría el análisis para una hora pico matutina y vespertina, no obstante por la problemática del congestionamiento vial que se vive en la actualidad en la Ciudad de México se sugiere considerar la determinación de tres horas pico durante el día.

Tabla 5.5. Horas pico típicas de acuerdo al uso de suelo

Uso de Suelo	Hora pico típica ^a	Dirección o Sentido
Residencial	7:00 – 9:00 a.m. Días Hábiles 4:00 – 6:00 p.m. Días Hábiles	Saliente Entrante
Comercial	5:00 – 6:00 p.m. Días Hábiles 1:00 – 2:00 p.m. Sábados 4:00 – 5:00 p.m. Sábados	Total ^b Entrante Saliente
Oficinas	7:00 – 9:00 a.m. Días Hábiles 4:00 – 6:00 p.m. Días Hábiles	Entrante Saliente
Industrial	Varía de acuerdo al turno laboral de la industria	-----
Recreativo	Varía con el tipo de actividad	-----

a. El horario puede variar de acuerdo a las condiciones locales.

b. Máximo impacto entre semana.

FUENTE: Transportation Impact Analyses for Site Development del ITE



Expuesto lo anterior, para esta sección del estudio, se solicita:

- Obtener la hora pico. Se sugiere presentar la correspondiente a la mañana, mediodía y la vespertina-nocturna. No necesariamente en los días hábiles o laborables, también se consideran los fines de semana, esto dependerá del tipo de desarrollo y su operación.
- Determinar el FHP por movimiento, dirección y por intersección con base a resultados de un estudio de aforo vehicular, considerando períodos de 15 minutos que es el utilizado con mayor frecuencia en diferentes países.
- Presentar los resultados en una tabla resumen conjuntamente con el aforo vehicular correspondiente a la hora pico. (Consultar en el Anexo “D”).
- Asimismo elaborar una memoria de cálculo donde se explique y justifiquen los resultados. (Al menos un cálculo por intersección).

5.7.3. Aforos

Entre los tantos puntos de mayor importancia del EIV se encuentra la obtención del conteo vehicular, base fundamental para el análisis del tránsito y que, de no ser registrado de la mejor manera posible, se presentarán ciertas discrepancias e inclusive incoherencias en los resultados, consecuentemente el estudio no sería confiable. Es por ello que, será necesaria la capacitación pertinente al personal que se pondrá a disposición para la elaboración de los aforos, independientemente del método de aforo escogido de los cuales sus características se han mencionado con anterioridad.

5.7.3.1. Aforo vehicular

Los volúmenes de tránsito vehicular pueden ser obtenidos de dos maneras: a partir de la consulta de datos históricos existentes o del registro directo en el área de estudio. La primera opción resulta menos costosa en términos de tiempo y dinero, sin embargo su viabilidad reside en que los datos procedan de fuentes confiables, obtenidas hasta con un año de antigüedad y cuando se conocen las tendencias de crecimiento del tránsito con cierta exactitud, hecho que trae consigo cierta incertidumbre sobre todo cuando tal información carece de sustento. La segunda opción a pesar de ser menos económica y más laboriosa, es la que presenta los mejores resultados, puesto que los datos provienen de información levantada directamente in situ, en el momento de interés y bajo las condiciones



requeridas. De acuerdo a las mejores prácticas para la elaboración de EIV, su experiencia indica que deben llevarse a cabo los aforos en todas las intersecciones semaforizadas que integren el área de estudio y las intersecciones no semaforizadas de gran importancia.

Tras detallar la relevancia del tema en curso, es fundamental que el desarrollador o proyectista considere los siguientes lineamientos y provea la información solicitada:

Como información básica se debe proporcionar:

- El nombre de la intersección aforada o su respectiva identificación.
- La fecha de aforo.
- La hora, lapso o duración del aforo.
- Bajo qué condiciones climatológicas se realizó el aforo.
- Nivel de congestión notado durante el aforo.
- Nombre del aforador y del supervisor del aforo.
- La clasificación vehicular considerada.
- Los resultados del aforo.

Consideraciones:

- Recopilar la información en adecuadas planillas o formato de campo. (En el Anexo “E” se presenta un tipo de formato).
- El aforo será direccional (por movimiento, considerando: de frente, izquierda, derecha y en su caso vuelta en U).
- Se recomienda realizar el aforo manualmente, además de que este facilita la elaboración de la clasificación vehicular, la cual deberá presentarse. En caso de emplear otro método, especificar y presentar su respectiva justificación.
- Elaborar el aforo en días representativos de la semana. No es viable realizarlo en Lunes, Viernes y fines de semana debido a que tienden a poseer características atípicas. No obstante, para el caso de algunos desarrollos los fines de semana son representativos, como por ejemplo los estadios, auditorios, etc.
- De acuerdo a sugerencias de prácticas extranjeras, tres días de aforos vehiculares como mínimo, han proporcionado resultados satisfactorios.

- En caso de tener desconocimiento de la hora pico, se recomiendan períodos de 8 horas de aforo, a fin de seleccionar las horas pico (por la mañana, mediodía y tarde). Sin embargo, sí se sabe la tendencia de la hora pico, puede disminuirse el período de aforo.
- Cada período horario se sugiere que sea dividido en cuatro períodos de 15 minutos cada uno. De cada período se obtendrá su factor de hora pico para el posterior análisis.
- Se recomienda que los aforos se realicen de manera simultánea en la red vial, para proceder con el balance de volúmenes vehiculares y con ello identificar posibles errores.

Al contar con la base de datos del aforo registrado, plenamente detallada y organizada, se facilitará la obtención de la Hora Pico y los respectivos Factores de Hora Pico, requerimientos previamente especificados.

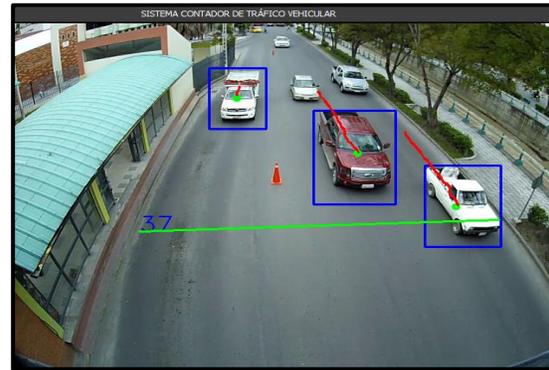


Figura 5.10. Ejemplo de un Aforo Vehicular. En la imagen izquierda, aforo manual; en la derecha, aforo por método radar-sistema de video.

FUENTE: <http://www.kradac.com>.

5.7.3.2. Aforo peatonal

5.7.3.2.1. Importancia

Siendo el peatón el que encabeza la jerarquía de la movilidad, tal como se ha establecido en el apartado de la normatividad, resulta inapropiado no considerar su influencia dentro de los EIV puesto que, la presencia de ellos se acentúa en cualquier tipo de desarrollo que sea propuesto. Es por ello que, el Ingeniero también debe guardar cuidado en evitar los conflictos entre los peatones y los vehículos. En la actualidad, existe una vasta cantidad de fuentes de información para el desarrollo de Estudios Peatonales de manuales extranjeros que han sido adaptados por nuestro país como guía de referencia para elaborar los mismos.



Sin embargo, no es de prioridad abundar en este tema para este trabajo, pero si necesario resaltar un poco su importancia.

A diferencia de los conductores, las actividades de los peatones son de lo más diverso y se apegan, con mucho menor rigor, a las normas específicas y a la señalización presente en el sitio. Todo ello dificulta su ordenamiento y, por tanto, las posibilidades de mejorar su seguridad. Así, de presentar un estudio estrictamente completo, es posible establecer la capacidad y el nivel del servicio que prestan las instalaciones peatonales pero, retomando lo anterior mencionado, va más orientado a otro tipo de estudio de tránsito, donde se tenga que analizar si es adecuado o no, en la intersección, el ciclo de semáforo que se tiene y de no ser así, reprogramarlos.

5.7.3.2.2. Información requerida para el EIV

Para cumplir con el correspondiente aforo peatonal como complemento de las condiciones existentes para el EIV, bastará con obtener y presentar lo siguiente:

- Identificación de la intersección.
- Fecha y período del aforo.
- Condiciones climáticas.
- El volumen peatonal por dirección, por sentido y por intersección.
- Las edades (quedará a consideración del personal que realice el aforo, estimando la edad aproximada del peatón).
- El género del peatón.
- Resultados del aforo.

Consideraciones:

- El aforo peatonal deberá realizarse dentro del mismo horario en que se elaboren los aforos vehiculares, respetando los períodos de 15 min. Es por ello que, se deberá contar con el personal suficiente, esto quiere decir que se considerará el método manual para aforar, sin embargo pudiera realizarse por medios electrónicos y mecánicos, justificando su procedimiento y resultados.



Como otra opción que contempla puntos extra en cuanto al registro de las características del peatón, podría considerarse: el tiempo de cruce del peatón que realiza de un extremo a otro de la vialidad, si presenta alguna discapacidad, su aspecto físico, si se encuentra usando algún accesorio (celular, manos libres, etc.), entre otras cosas. Toda esta información más elaborada, finalmente es parte de un estudio de velocidad peatonal que a su vez puede ser complemento del EIV, más no es forzosamente requerido, pese a ello en el Anexo “F” se proporciona un formato típico para este caso.

5.7.3.3. Aforo ciclista o conteo ciclista

Los conteos ciclistas representan una alternativa costo-efectiva para disponer de una línea base y así medir el avance de las políticas de promoción del uso de la bicicleta. Es importante mencionar que el conteo no refleja el número real de viajes en bicicleta, sino una muestra para identificar patrones generales de cambio en la afluencia ciclista en los puntos contabilizados. Atendiendo al tema de la movilidad ciclista, desde el año 2010 el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) ha realizado conteos ciclistas en distintos puntos de la Ciudad de México, reportando en el año 2011 un incremento de 42% en el número de ciclistas. Para el 2012 el crecimiento fue de 34%. En 2013 el incremento fue de 19%, esto aunado al inicio del programa de Ecobici y la implementación de ciclovías en puntos estratégicos de la ciudad. Por tal motivo, como parte del tema de aforos dentro de los EIV, se tendrá que realizar el respectivo aforo ciclista dentro de lo que corresponde al área de estudio o de influencia del desarrollo que se encuentre en estudio. La idea es que los resultados que arrojen estos aforos o conteos ciclistas sirvan como base para el posterior análisis de las propuestas de mejoras en las vialidades, en caso de optar por la introducción de instalaciones para ciclistas, asimismo para medir el crecimiento del uso de otros modos de transporte y de qué manera influye en el uso del transporte motorizado.

Para poder efectuar apropiadamente estos conteos se deberán ubicar puntos estratégicos dentro del área de estudio que ha sido seleccionada en proporción al desarrollo, tales puntos principalmente se localizaran en las intersecciones de vialidades y en las zonas adyacentes al desarrollo. El aforo se realizará mediante un proceso de observación directa y de forma manual, esta técnica permitirá disponer de los siguientes datos: número de ciclistas que cruzan en cada punto de observación, tipo de bicicleta, sexo, edad



aproximada, tipo de carga, uso de casco, uso de luz posterior, y sentido de la circulación. No se omite el uso de algún otro método o técnica de aforo, sin embargo no proporcionaría información tan detallada como la que se ha mencionado. El aforo se efectuará en días típicos (martes, miércoles, jueves; caso similar al de los aforos vehiculares). Toda esta información deberá ser presentada en sus respectivos formatos de campo, resaltando los resultados generales y comentarios.

5.7.3.4. Tránsito existente

El tránsito existente es el resultado de las actividades anteriormente descritas, en específico del aforo vehicular realizado en aquellos puntos de interés del estudio. En esta parte no se tendrá contemplada la presencia del nuevo desarrollo, pero si la influencia de otros desarrollos en el sitio respecto al tema de volumen vehicular, lo que finalmente es lo que existe en ese momento.

Dos son los componentes principales del tránsito existente o local y que se encuentran inmersos en los respectivos aforos, estos son:

- Tránsito de paso

El cual hace referencia a todos los movimientos que pasan dentro del área de estudio y que no tienen su origen y/o destino dentro del sitio.

- Tránsito generado u originado

Es el generado por los demás desarrollos en operación dentro del área de estudio, con un origen y/o destino en la misma.

Así, conociendo el volumen vehicular actual obtenido de un registro minucioso de varios días u horas de aforo, es viable vaciar tal información con el apoyo de algún software de análisis, simulación y diseño vial, para conocer la manera en que opera, la capacidad y nivel de servicio del elemento vial que se trate; aún sin la influencia del motivo del estudio, es decir del desarrollo que se tenga por propuesta. No obstante, estos puntos serán tratados posteriormente, el objeto de su mención es que el ingeniero y desarrollador del estudio tenga previsto el manejo de la información de la etapa de recolección de información.

5.8. Escenario de las condiciones futuras

Esta sección del estudio es la que respecta a las correspondientes proyecciones del tránsito tomando en cuenta la existencia de diferentes metodologías, así como la identificación de las características presentes en el comportamiento del tránsito, siendo necesario considerar distintas situaciones de análisis para la posterior conclusión del estudio y así poder establecer la posibilidad de la introducción de mejoras en el sistema vial. En la figura 5.10 se muestran los aspectos que engloban cada una de las fases anteriores a las condiciones futuras y a su vez la relación de información que guarda el sistema de transporte y la demanda del tránsito.

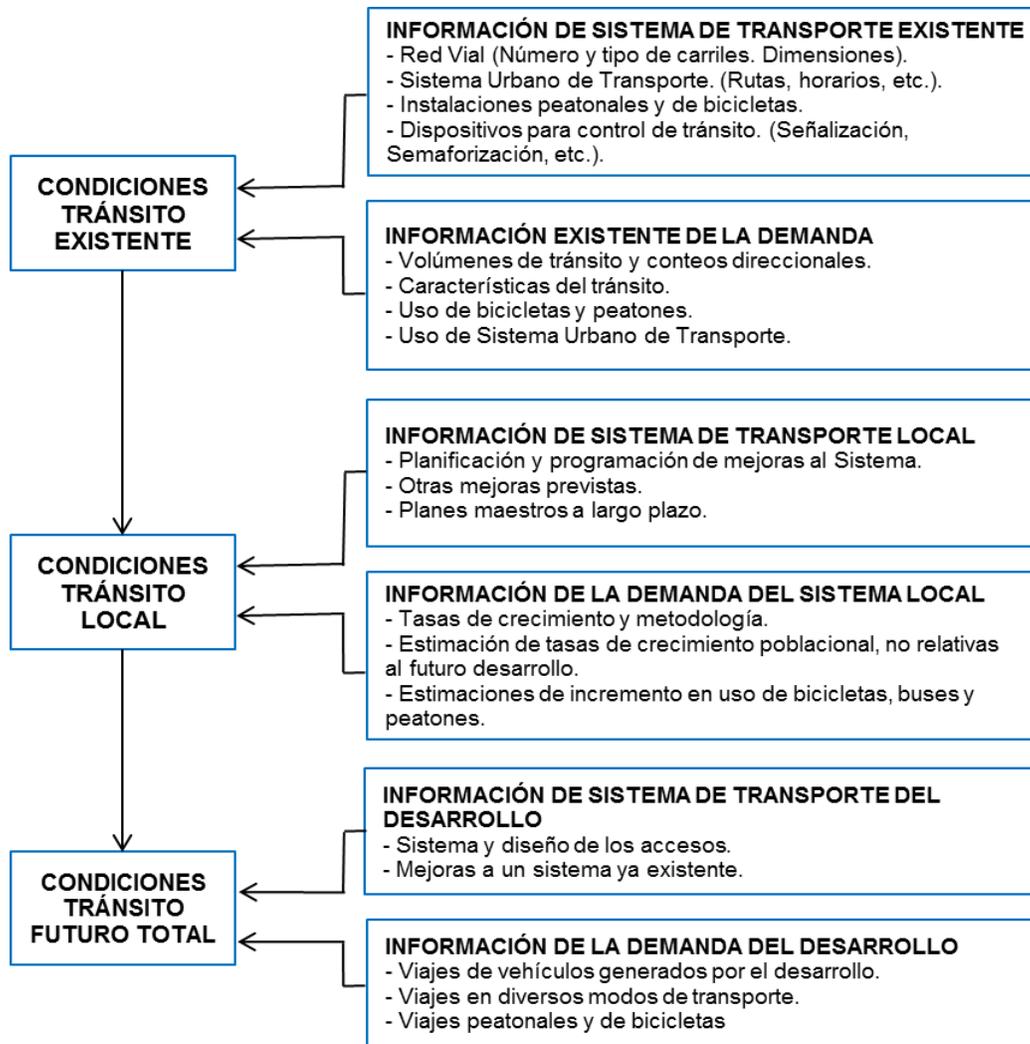


Figura 5.11. Interrelación entre el Sistema de Transporte y la Demanda.

FUENTE: Adaptada y tomada del Transportation Impact Analyses for Site Development, ITE, 2010.



5.8.1. Flujo vehicular a futuro

Es el tránsito proyectado al año de interés para el estudio y que estará compuesto por el producido por su simple crecimiento normal y el generado por el desarrollo, pudiéndose decir que se estimará un flujo vehicular parcial y total, este último como resultado de considerar el relacionado con el desarrollo.

5.8.1.1. Métodos de proyección

Existen diversas metodologías que tratan sobre la estimación de la proyección del tránsito, cada una tiene su uso apropiado y están basadas en datos que pueden estar disponibles o que sean generados como parte del estudio. Se destacan por su relevancia, uso y sugerencia de las mejores prácticas en EIV, tres métodos de estimación:

- Método de crecimiento, basado en la consideración de otros desarrollos en específico aprobados en el área de estudio.
- Método basado en planes integrales de transporte o de volúmenes planificados.
- Método de tendencias o tasas de crecimiento.

Estos métodos deben de ser revisados cuidadosamente por el responsable de elaborar el estudio, con el objeto de optar por el más adecuado al caso que se presente. Por tal motivo, a continuación se hace una breve mención de los puntos más importantes y característicos de los métodos señalados, dando la libertad al ingeniero a cargo del estudio de indagar a profundidad por la metodología completa de la opción que seleccione, a fin de que le permita proseguir con los resultados necesarios para el estudio.

5.8.1.1.1. Método de crecimiento basado en impactos de desarrollos adicionales

Este método es recomendable para cuando se lleven a cabo varios proyectos dentro de un área determinada y en el mismo período de tiempo que el proyecto en estudio. También es adecuado para reflejar con precisión los patrones del tránsito local que cambiarán como resultado de la existencia de un desarrollo limitado o moderado. De esta manera, se sugiere emplearlo cuando se presentan las siguientes condiciones:



- Áreas que presentan crecimientos moderados.
- Cuando el proyecto tiene un horizonte mínimo de 5 años.
- Es el mejor método para aplicar cuando se cuenta con buena información sobre planes de desarrollo aprobados por las autoridades correspondientes.

El punto principal de este método es proyectar el tránsito de la hora pico que será generado por desarrollos que se encuentren aprobados y considerados como muy próximos en el área de estudio. El procedimiento que sigue este método se resume brevemente en los siguientes puntos:

1.-Estimar los impactos de mejoras al sistema de transporte que se lleven a cabo durante el periodo de proyección.

2.-Identificar el área de estudio dentro del periodo de proyección, basado solo en desarrollos aprobados. No se deben hacer hipótesis de uso de suelo de terrenos baldíos sin desarrollo inminente, debe consultarse el tipo de uso de suelo correspondiente, pues podría ser causa de una sobrevaloración del tránsito futuro.

3.-Estimar la generación de viajes para cada uno de los desarrollos identificados.

4.-Estimar la distribución direccional para cada uno de los desarrollos, el tipo de uso de suelo hace variar la distribución.

5.-Asignación del tránsito generado a la red vial.

6.-Estimar el crecimiento del tránsito de paso, generalmente empleando datos históricos y debidamente justificado.

7.-Reunir los resultados de los puntos 5 y 6, y sumarlos.

8.-Checar la lógica de los resultados obtenidos y ajustarlos en caso de ser necesario. El proceso anterior puede, en algunos casos, dar como resultado volúmenes de tránsito excesivamente concentrados, dependiendo de los métodos usados para la distribución y asignación; por lo que deberán verificarse los datos y analizar bajo qué condiciones se



realizaron, será muy importante el criterio del ingeniero para considerar los ajustes necesarios.

5.8.1.1.2. Método basado en planes integrales de transporte o de volúmenes planificados

Este tipo de estudios usualmente poseen proyecciones de tránsito a un horizonte de 20 años en el futuro. Estas proyecciones pueden ser usadas para estudios de impacto vial de grandes desarrollos que tengan un impacto a nivel regional y donde las proyecciones sean confiables. De la misma manera es aplicable para aquellos proyectos que impacten corredores altamente congestionados. Por lo general estos estudios son elaborados sobre aforos en días hábiles y algunos proporcionan directamente los volúmenes de la hora pico. En resumen, es apropiado para:

- Grandes proyectos regionales que estarán en proceso de desarrollo en un largo período de tiempo.
- Áreas que presentan grandes tasas de crecimiento.
- Planes de Transporte confiables con información adaptable a las condiciones bajo las cuales se encuentre el caso en estudio.

Es importante resaltar que ninguno de los métodos de proyecciones de tránsito usados en estudios integrales entrega el nivel de detalle necesario para que un análisis de intersecciones sea totalmente confiable. Para hacer uso de tales proyecciones, se debe tener confianza en que estas son representativas o que pueden ser ajustadas manualmente con facilidad.

5.8.1.1.3. Método de tendencias o tasas de crecimiento

Es el método más conocido y ampliamente usado, pero que puede ser la fuente principal de errores de no ser aplicado correctamente. Presenta el enfoque más básico para desarrollar proyecciones de crecimiento futuro, porque este método refleja las tendencias históricas y asume que las tasas de crecimiento calculadas recientemente o actualizadas para volúmenes de tránsito se mantendrán constantes hasta alcanzar el año horizonte



seleccionado o que su cambio se puede predecir desde el momento en que se inicia el estudio.

El análisis de tendencias de crecimiento es el método de ajustar una curva matemática que describirá adecuadamente la tendencia de datos para la proyección. Se usan tres formas de crecimiento principalmente y que dependen del comportamiento que arrojen los registros históricos: lineal, exponencial y exponencial negativa.

Los volúmenes de tránsito deberán estar basados en registros históricos de al menos cinco años, ya que la variabilidad de las tasas de crecimiento de dichos volúmenes aumenta con el tiempo y de no considerarlo se estaría subestimando el resultado. Asimismo, no se debe abusar de los datos que se tengan registrados durante años, siempre hacer uso de ellos bajo una perspectiva de análisis y conocimiento de la situación actual en la que se encuentra el sitio de estudio. Tal como se expone en un ejemplo del “Transportation Site Impact Handbook” del Departamento de Transporte de Florida:

“En un área que ha permanecido rural durante muchos años puede haber cambiado recientemente a una zona de crecimiento “en auge”. En este caso, el uso de muchos datos de años pasados significará una subestimación significativa para el tránsito futuro. Obsérvese también que los patrones base de crecimiento de las horas pico no necesariamente siguen los patrones diarios de crecimiento del tránsito”.

Asimismo, en el del ITE como precaución en el uso de este método y que debe ser considerado por el ingeniero a cargo del estudio, menciona lo siguiente:

“El método de tasa de crecimiento es a menudo insensible a los cambios localizados del sitio. No debe utilizarse en casos en los que se presente otro desarrollo extenso cercano durante el período de estudio, o cuando las tasas de crecimiento sean inestables. Pueden producirse errores considerables. Además, el crecimiento del tránsito promedio diario no siempre es paralelo al del tránsito presente en las horas pico, y la mayoría de los datos históricos corresponden al tránsito promedio diario. Este método tampoco debería utilizarse cuando ocurren cambios sustanciales del sistema de transporte (cambios en la infraestructura) alteren los patrones del tránsito dentro del área de estudio, a menos que se incluya un paso de redistribución preciso”.



Bajo estos criterios, se deduce que el método de tasas de crecimiento responde mejor cuando se presenta lo siguiente:

- Proyectos que no son de gran magnitud y que serán construidos o desarrollados en lapsos de tiempo cortos.
- Aforos vehiculares confiables, es decir, elaborados siguiendo una metodología adecuada.
- Los datos de los registros históricos sean al menos de cinco años, que se muestre un crecimiento o tendencia estable; y además
- El método posee un enfoque sencillo y directo.
- No es apropiado para horizontes de largo alcance.

5.8.2. Generación de viajes

Prosiguiendo con el desarrollo del estudio, se encuentra uno de los pasos que suele ser crítico de los EIV esto es, la estimación de la cantidad de tránsito que producirá el desarrollo propuesto objeto de estudio. El motivo por el cual se le califica como un paso crítico, es por el hecho de que en nuestro país no se cuenta con un registro de datos sobre este tipo de información, como si lo poseen otros países como Estados Unidos y Canadá, cuyas fuentes bibliográficas datan de los años 60, obtenidas de varias agencias gubernamentales locales, firmas de consultoría de ingeniería, ingenieros de transporte y universidades. La base de datos se ha continuado actualizando y expandiendo. La información fue recopilada inicialmente en localizaciones suburbanas con pequeños servicios de transporte colectivo, y se ha extendido a generadores dentro y fuera de un área metropolitana para determinar las diferencias que se producen debido a la localización, por lo que es importante establecer para áreas específicas de análisis qué condiciones urbanas poseen, ya que los índices pueden requerir ajustes de acuerdo con la ubicación de las mismas.

Uno de los informes disponibles más reconocidos e integrales y por ende ampliamente usado que cuenta con datos de generación de viajes disponibles y que es aceptado utilizar sin ningún tipo de adaptación, al no existir una base de información con el lugar de estudio que permita aplicarse, más aún cuando numerosos programas de análisis especializados las usan como parámetros, es el Trip Generation Manual (Manual de Generación de Viajes) del ITE, que actualmente se encuentra en su novena edición y próxima a ser reemplazada



por la décima edición. Se compone de datos recopilados a nivel nacional y una amplia variedad de usos de suelo están representados en dicho manual, aunque los usuarios deben ejercer juicio propio en la selección y aplicación de los viajes, revisando cuidadosamente los datos disponibles y considerando su aplicabilidad en el contexto de las circunstancias de cada proyecto.

A su vez, existe un documento adjunto al Trip Generation Manual que se llama Trip Generation Handbook: An ITE Recommended Practice 2004. En el cual se recomiendan criterios y precauciones para el uso de índices o tasas de generación de viajes en sus diferentes maneras de obtención. Los índices de viajes generados son desarrollados comúnmente para el día laboral promedio, el sábado y el domingo, para la hora pico del generador en día laboral en la mañana y en la tarde y para una hora coincidente con el pico del tránsito en la vialidad adyacente en día laboral en la mañana y en la tarde. En el caso de la metodología del ITE, ésta se refiere a una hora en el período entre las 7 y las 9 a.m. y las 4 y las 6 p.m.

De esta manera, estimar la cantidad de viajes vehiculares asociados con un uso de suelo o desarrollo específico, puede realizarse ya sea empleando Tasas de Generación de Viajes o a su vez Ecuaciones de Generación de Viajes. La decisión de usar una de otra, en cierta medida dependerá de la calidad de información que se tenga.

Para continuar, resulta necesario entender el uso apropiado del término “viaje”. Para el ITE un viaje se define como un movimiento de viaje único o unidireccional con el origen o el destino del viaje dentro del sitio del estudio; de esta manera todos los “viajes” serán los movimientos del vehículo caso distinto al término “person trips” (viajes de persona), el cual es usado en los cálculos de los modelos de generación de viajes pero su finalidad es distinta, por ejemplo, si una familia de cinco integrantes viajan de la casa al trabajo, esto representaría un solo viaje en vehículo y cinco viajes por persona.

5.8.2.1. Tasas de generación de viajes

Las tasas de generación de viajes pueden ser desarrolladas para diferentes períodos de tiempo y pueden incluir tanto las tasas promedio o media como un rango de tasas determinada por los mínimos y máximos, proporcionadas para mostrar la variación de la información disponible.



La tasa media se utiliza con mayor frecuencia como punto de partida, con pleno conocimiento de los extremos en el conjunto de datos. El uso de tasas promedio tiende a equilibrar el efecto de la variación entre usos similares. Después, pueden hacerse ajustes apropiados a la tasa media para reflejar las características específicas del sitio del estudio.

La apropiada elección de las tasas para un período específico de tiempo, está relacionada directamente con el tipo de desarrollo y las características del tránsito en el sistema vial adyacente. Es recomendable examinar la variabilidad de las tasas medias o promedio para los diferentes períodos de tiempo, para determinar los picos de flujo de tránsito del desarrollo y definir su relación con las características de la hora pico de la vialidad adyacente.

Un aspecto importante que resultaría de comparar tasas de distintas fuentes, es conocer las consistencias y diferencias de cómo fueron calculados los promedios, puesto que pudieron ser obtenidos de toda una población o de una muestra de un tipo de uso de suelo, promedio ponderado o aritmético.

5.8.2.2. Ecuaciones de generación de viajes

El uso de una ecuación en la mayoría de los casos, posee mayor correlación con la información actual que las tasas promedio calculadas. No obstante, se indica que tanto para las ecuaciones como para las tasas, las medidas estadísticas y la evaluación visual deben hacerse utilizando los puntos de datos disponibles trazados en un diagrama de dispersión

Las ecuaciones de generación de viaje también se proporcionan en el Trip Generation Manual del ITE, y pueden proporcionar mejores estimaciones de la generación de viajes bajo ciertas condiciones. En general, las ecuaciones ajustadas tienden a reflejar una tasa de viaje decreciente a medida que aumenta el tamaño del desarrollo. Esto es particularmente cierto con los grandes centros comerciales y los edificios destinados a oficinas.

Ahora, se presentan las siguientes cuestiones, ¿cuándo es conveniente emplear tasas o ecuaciones?, ¿bajo qué razones o circunstancias? En respuesta a estas preguntas, el Trip



Generation Handbook contiene una guía para determinar que método emplear, misma que se presenta en la figura 5.11 con los lineamientos para la selección de los métodos de estimación. Recapitulando, es primordial recordar al usuario que el Trip Generation contempla en general tres métodos de estimación de viajes:

a) A través de la gráfica del número de viajes versus el tamaño de la variable independiente relacionada con cada estudio. Este método es razonablemente aplicable si existen datos suficientes dentro del alcance de la variable independiente. De otro modo, las necesidades de interpolación de los datos pueden resultar en interpretaciones incompatibles.

b) A través de la media ponderada de la tasa de generación de viajes, definida como el número de viajes ponderado por unidad de variable independiente) y

c) A través de una ecuación de regresión que relaciona el número de viajes con una variable independiente. Esta ecuación define la línea de mejor ajuste a los puntos de los datos obtenidos, y su uso permite una estimación directa de los números de viajes, basado en la variable independiente.

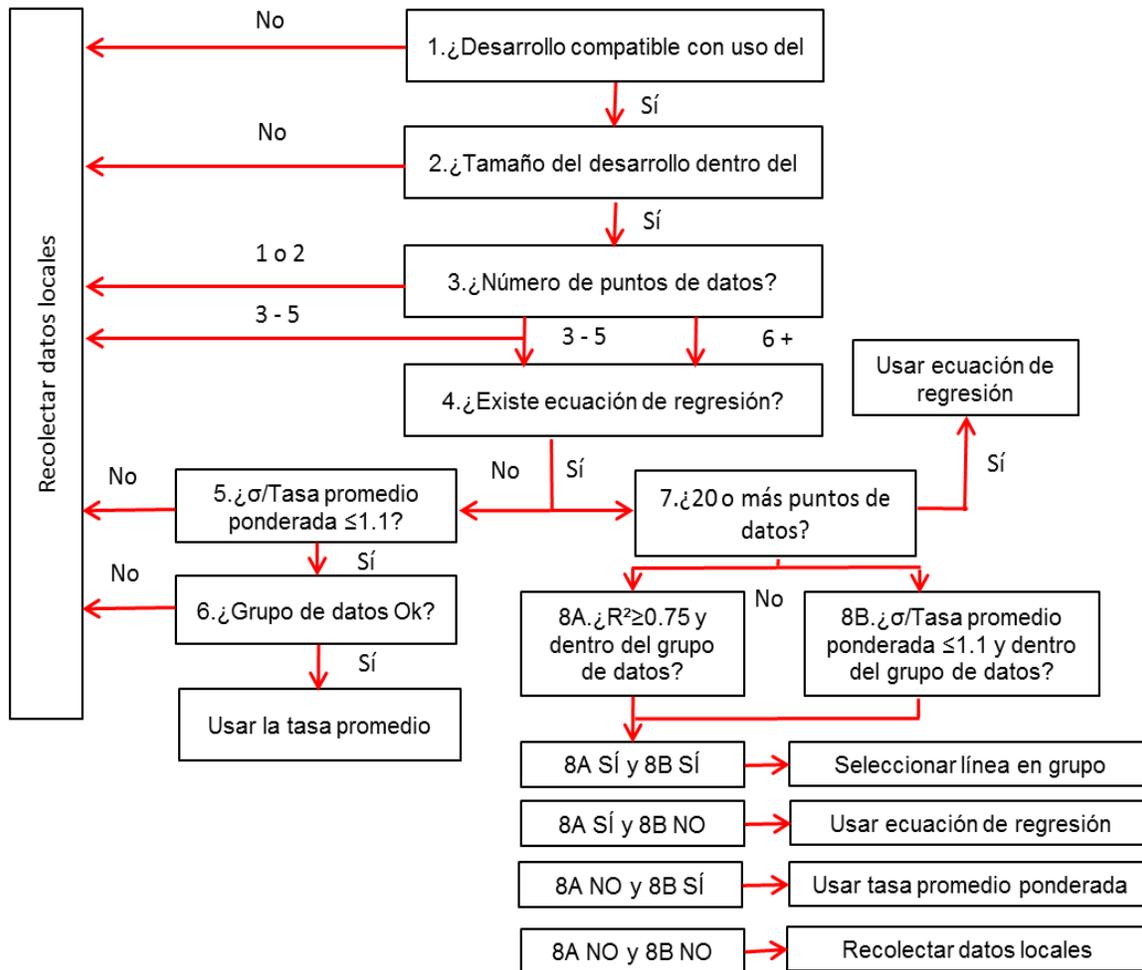


Figura 5.12. Selección de Métodos de Estimación de Generación de Viajes.

FUENTE: Adaptada y tomada del Trip Generation Handbook, ITE, 2001.

5.8.2.3. Variación de las estadísticas

Las variaciones que se presentan en las características de la generación de viajes para usos de suelo específicos son reflejadas en tasas por categoría, desviación estándar y en el valor de coeficiente de determinación (R). Puede que estas variaciones estén relacionadas a un tamaño de muestra pequeña, a un mercado individual del sitio, a condiciones económicas del mercado, localización geográfica de los sitios estudiados, o a características únicas del sitio especificado¹⁶.

¹⁶ Idrovo Hurel, A.C. & Pileggi Alvear, J.A. (2016). *Generación de viajes ajustados a las circunstancias de varias ciudadelas privadas de vía a la costa y av. Narcisca de Jesús de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Santiago Guayaquil).



5.8.2.4. Selección de la variable independiente

Escoger la variable independiente puede ser uno de las decisiones más importantes en la estimación de los viajes generados. Por lo general, se elige a la variable que predomine por lógica con el principal motivo de generación de viajes. Según el Trip Generation Handbook, novena edición, para efectos en la estimación de la generación de viajes, una variable independiente se define como una unidad física, medible y predecible que describe el sitio de estudio o generador de viaje, por ejemplo: la superficie de terreno ocupada, número de empleos, número de asientos, número de unidades habitacionales, número de bombas en gasolineras, etc.

Es apropiado que el analista comprenda la definición de cada variable independiente para el uso de suelo que se tenga en estudio. Los siguientes puntos aluden sobre cómo identificar a la variable independiente:

- Que parezca ser una “causa” en la variación de viajes generados por el uso de suelo.
- Que se obtenga a través de una medición primaria y no derivada de datos secundarios.
- Que genere una ecuación que describa la tasa de generación con el “mejor ajuste” de los datos.
- Que se pueda predecir de forma fiable para aplicaciones; y
- Que relacione el tipo de uso de suelo y no únicamente las características de los usuarios del sitio.¹⁷

En la tabla 5.6 se presentan diferentes tipos de desarrollos con sus posibles variables independientes, esto involucra a los viajes producidos y atraídos para diferente actividad.

¹⁷ Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5471>



Tabla 5.6. Límites sugeridos de áreas de influencia en los Estudios de Impacto Vial

GENERADOR O DESARROLLO	VARIABLE INDEPENDIENTE
Residencias	Tipo de residencia, número de unidades de vivienda, número de personas o superficie de terreno ocupada.
Industrias y Oficinas	Área de construcción bruta, empleos o superficie de terreno ocupada.
Restaurantes	Área de construcción bruta o superficie de terreno ocupada.
Bancos	Área de construcción bruta o empleados.
Parques o Instalaciones Recreacionales	Superficie de terreno ocupada o empleos para algunos tipos.
Hospitales	Empleos, camas o área de construcción.
Centros Educativos	Empleos o estudiantes.
Bases Militares	Personal militar y empleos civiles o total de empleos.
Estadios	Puestos, lugares o asistentes.
Gasolineras	Número de bombas
Iglesias	Área de construcción bruta o superficie de terreno ocupada.

FUENTE: Elaboración propia, basado en Report N° 365 del National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). "Travel Estimation Techniques for Urban Planning". Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. 1998.

Normalmente la tabla de Generación de Viajes proporcionada por el Trip Generation está organizada de una manera que ayudará tanto al autor del informe como a muchos usuarios de él a comprender el proceso. Principalmente, se identifica lo siguiente:

- Uso del suelo.
- Código ITE.
- Tamaño del uso del suelo.
- Tasas de viaje (es decir, entrada, salida y total para las horas pico) para el tránsito bidireccional y diario.
- Número de viajes de vehículos generados (es decir, entrada, salida, total para las horas pico) para el tránsito bidireccional y diario.



5.8.2.5. Estudio de generación de viajes

El propósito general de un Estudio de Generación de Viajes es recolectar y analizar datos con relación entre los viajes producidos o atraídos y las características del lugar para un uso de suelo en particular. Previo a su inicio, el analista a cargo debe establecer el propósito o motivo del estudio, con la finalidad de que esto le ayude a centrarse en las características del lugar, la recolección de datos, el número de sitios a investigar y el análisis que llevará a cabo.

Ahora, teniendo en cuenta que la base que se está siguiendo para el tema de generación de viajes, es el de la metodología americana del Trip Generation Manual y su documento adjunto ya citado, es importante hacer mención de bajo qué circunstancias resultaría apropiado dirigirse a la realización de un estudio de generación de viajes, acerca de esto el Trip Generation indica que se debe pensar en llevar a cabo tal estudio:

- Si la descripción del sitio no se incluye en la clasificación de usos de suelo presentados en el Trip Generation.
- Si el sitio se localiza en un escenario céntrico, con servicio de transporte público considerable, o forma parte de un programa de gestión de alta demanda de transporte, el sitio no es consistente con los datos del ITE.
- Si el tamaño del sitio no se incluye dentro del rango de los puntos de datos.
- Si la base de datos del Trip Generation cuenta con un número insuficiente de puntos de datos.
- Si la base de datos del Trip Generation presente curvas con desviaciones estándar o coeficientes de correlación insatisfactorios.
- Si las condiciones locales (por ejemplo: la edad de los residentes, el horario laboral u otras diferencias en las variables independientes) hacen del sitio en estudio, notablemente diferente a los lugares para los cuáles fueron recolectados los datos presentados en el Trip Generation.



- Si la validación o aplicación de los datos de generación de viaje del ITE para aplicaciones locales es cuestionada por un experto en Ingeniería de Tránsito o autoridades locales.
- Si es conveniente establecer características de generación de viaje para un uso de suelo que no se incluya en la edición actual del Trip Generation.

De ser así, reiterando que en nuestro país desafortunadamente no se cuenta con una base de datos o fuente de información sobre generación de viajes, lo viable sería realizar un estudio de generación de viajes principalmente en los casos donde el desarrollo que se contemple sea de gran envergadura y traiga consigo afectaciones en los alrededores del sitio. De optar por esta opción, el Trip Generation Handbook recomienda lo siguiente:

- Estudiar al menos tres sitios, preferiblemente cinco, para establecer tasas de generación locales, estudiar al menos tres sitios para validar tasas de generación de viajes, estudiar al menos dos sitios para combinar datos de generación locales con datos de generación del Trip Generation.
- El desarrollo seleccionado debe tener una ocupación de al menos 85% y al menos 2 años de funcionamiento, los datos requeridos para describir la variable independiente deben estar disponibles y no deben existir obras en construcción en la zona o al menos ser mínimas, especialmente aquellas que generen tránsito.
- El tráfico generado por el sitio debe ser contado, si es factible, para un período de 7 días para determinar las horas pico durante los días de semana y de fin de semana. Como mínimo debe recolectarse información durante un período de 24 horas, aunque es preferible utilizar un período de 48 horas continuas.

Como se observa, realizarlo implica el consumo de mucho tiempo del cual generalmente no se dispone, aunque en algunos casos pudiera llegar a pasarse por alto esta metodología. Por lo que se sugiere al usuario de ser posible trabajar con las fuentes de información del Trip Generation del ITE siempre y cuando exista cierta compatibilidad en los casos de estudio y no olvidar que estos datos son producto de situaciones muy propias de los sitios de ese país a fin de no aferrarse a estos manuales.



5.8.2.6. Tipos de viajes

Es usual asumir que todos los viajes que entran y salen del nuevo desarrollo se consideren como “viajes nuevos”, debido a que estos no concurrían al sitio y ni siquiera pasaban cerca del mismo hasta que se encontrara operando en su totalidad el desarrollo. Sin embargo, una porción de los denominados “viajes nuevos” ya eran atraídos al sitio de estudio por otros desarrollos existentes en las vialidades adyacentes o que simplemente sea su paso habitual para dirigirse a otros sitios. Respecto a lo mencionado, se reconocen básicamente tres tipos de viajes, mismos que se representan en la figura 5.12. :

- **Viajes primarios o principales:** Son viajes hechos con el único propósito de visitar el desarrollo (generador). Este tipo de viaje generalmente va del origen al generador y luego regresan al origen. Además, estos son considerados como nuevos para el desarrollo y para el sistema vial adyacente.
- **Viajes de paso:** Son viajes hechos con una parada intermedia, del origen al destino sin desviarse de su ruta habitual. Los viajes de paso son atraídos de las calles adyacentes que tiene acceso directo al Desarrollo. Estos viajes son nuevos para los accesos de desarrollo pero no para el sistema vial adyacente.

Por lo general, ocurren en desarrollos comerciales y locales comerciales como restaurantes de comida rápida, autobancos, comercio con autoservicio, gasolineras donde el número de viajes de paso no debería exceder el 10% del tránsito adyacente durante la hora pico o el 25% del tránsito generado.

- **Viajes desviados:** Son viajes atraídos al desarrollo desde el tránsito en las calles y carreteras vecinas al proyecto, pero no de las calles y carreteras adyacentes. La parte del sistema vial que utilizan los viajes desviados puede o no tener acceso directo al desarrollo. Estos viajes utilizan parte del sistema vial que anteriormente no utilizaban.

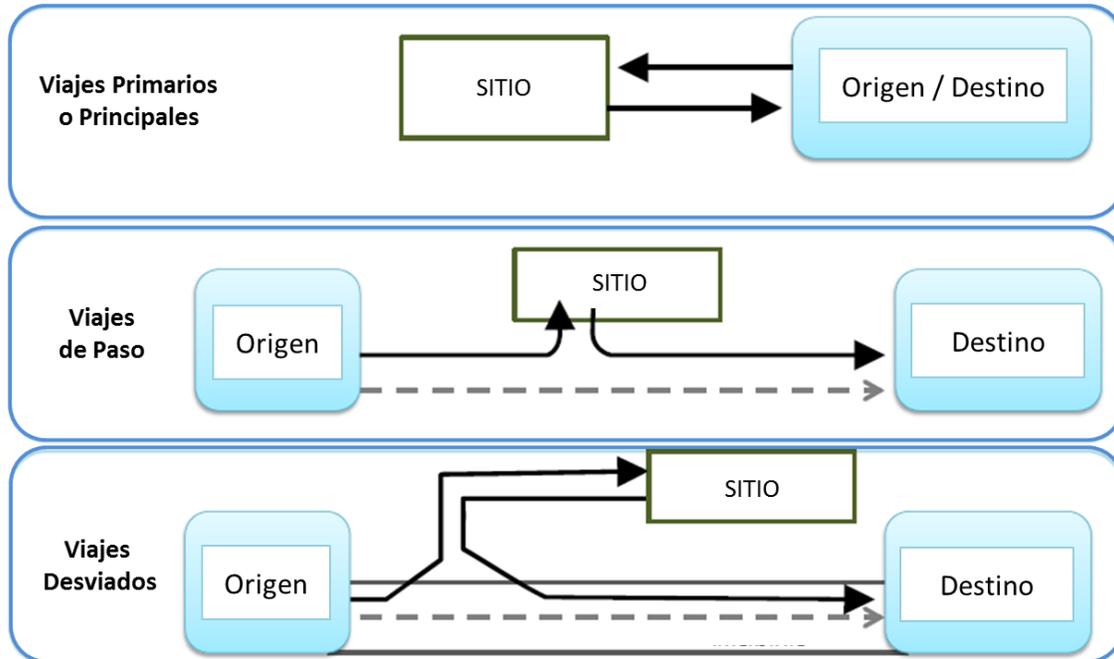


Figura 5.13. Tipos de Viajes.

FUENTE: Adaptada y tomada del Transportation Site Impact Handbook, Florida Department of Transportation, 2014.

Respecto a lo anterior mencionado, existe una gran cantidad de usos de suelo como centrales de abasto y restaurantes de comida rápida no generan viajes que sean nuevos en el sistema vial adyacente. En su mayoría sus viajes son del tipo desviado y de paso. En el caso de los desarrollos pequeños, los viajes desviados podrían considerarse como viajes primarios, pero en desarrollos grandes deberán ser tomados por separado. En la figura 5.13 se muestra la relación que guardan los tres tipos de viajes.

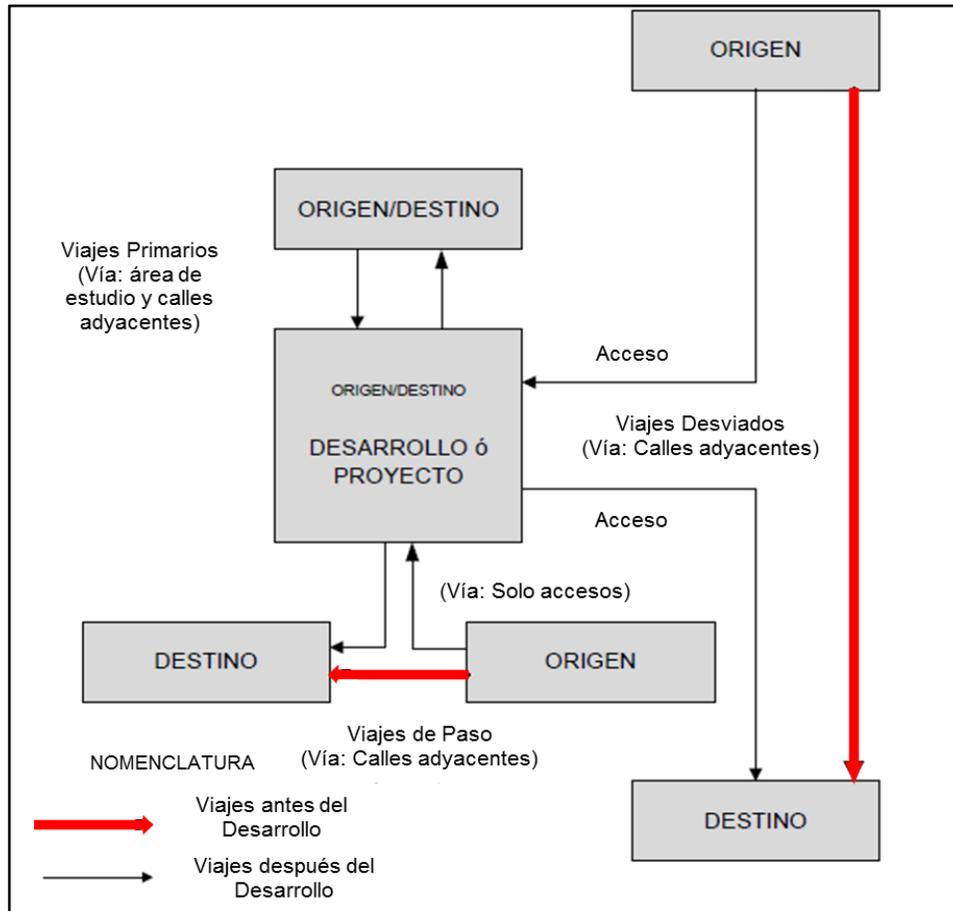


Figura 5.14. Relación entre los Tipos de Viajes.

FUENTE: Adaptada y tomada del Transportation Impact Analyses for Site Development, ITE, 2010.

5.8.2.7. Estimación de los viajes generados

Una vez que se determina la tasa o ecuación de generación de viajes se procede a estimar la cantidad de viajes que el desarrollo pudiera generar, cabe resaltar que estas estimaciones se realizan para ser añadidas al tránsito de la hora de máxima demanda. Por otra parte, habrá ocasiones en que algunos de los viajes hacia y desde el proyecto se realizarán probablemente por otro modo de transporte (por ejemplo, transporte público, bicicleta o caminar). Estos viajes normalmente son propicios a ocurrir en zonas pobladas donde tales servicios o instalaciones están disponibles. Cualquier suposición con respecto a viajes no automotores deberá ser revisada por razonabilidad y debe estar bien apoyada por la documentación de la disponibilidad de servicio de tránsito, encuestas sobre el comportamiento actual de los viajes y / o datos relevantes similares.



5.8.3. Distribución de viajes

Después de haber realizado la estimación del tránsito total que entra y sale del sitio, generado por el desarrollo propuesto, este tránsito deberá ser distribuido y asignado en el sistema vial. La distribución de viajes es otro componente del EIV, cuyo objetivo es determinar la proporción estimada de la dirección de viaje del número total de viajes originados o destinados al sitio en estudio y presentarlo en un patrón geográfico de flujo de volúmenes. La distribución de posibles orígenes de viaje y destinos dentro del área de influencia del desarrollo propuesto y las eficiencias relativas en las diversas rutas de aproximación al sitio no es una tarea sencilla de determinar, ya que pueden existir muchos factores que modifican el inicio y final de un viaje. Normalmente los conductores tienden a elegir la ruta más rápida, no necesariamente la más directa, hacia y desde un generador de tránsito. Esto es particularmente cierto cuando los conductores están muy familiarizados con las condiciones de viaje y cuando las rutas alternativas están disponibles.

Las direcciones por las cuales el tránsito accederá al sitio del desarrollo puede variar dependiendo de diversos factores, tales como:

- El tipo de desarrollo propuesto y el área desde la cual atraerá el tránsito.
- Desarrollos competidores.
- Tamaño del desarrollo.
- Uso de suelo y población.
- Condiciones del sistema vial adyacente.

Asimismo, para la estimación de la dirección que tomará el tránsito lo más viable es tener conocimiento de:

- Sistema de transporte (por ejemplo, ubicación de las principales vialidades, instalaciones de estacionamiento y los patrones de tránsito de esas vialidades);
- Datos de movimientos direccionales en calzadas adyacentes o calles con características de tránsito similares al sitio propuesto (por ejemplo, si se analiza un proyecto de desarrollo residencial, se estudia la calzada de un desarrollo residencial adyacente);



- Tiempos de viaje dentro y alrededor del desarrollo propuesto; y
- Disponibilidad del transporte público e instalaciones peatonales.

5.8.3.1. Métodos de distribución

La distribución de viajes se puede estimar usando una serie de diferentes metodologías que reflejan modelos a gran escala o métodos manuales. La metodología adecuada será aquella que con la información disponible sea de mayor utilidad y facilidad su aplicación, no obstante quedará a juicio del ingeniero a cargo del estudio, sin embargo, el método que sea seleccionado deberá estar debidamente justificado.

De acuerdo con el “Transportation Impact Analyses for Site Development” del ITE, y otros manuales de las mejores prácticas de EIV publicadas en el continente Africano y Oceanía principalmente; tres son los métodos de distribución comúnmente aplicados: Analogía, modelo de distribución de viajes (modelo gravitacional) y sustitución de datos, mismos que se describen a continuación.

5.8.3.1.1. Analogía

El método de analogía deriva de la distribución de viajes de un desarrollo cercano basado en datos existentes recogidos en sitios que son similares al desarrollo en estudio. Normalmente, los registros de conteo de tránsito y de sus movimientos direccionales se utilizan en el método de analogía. Otras fuentes de datos incluyen la realización de una encuesta de origen-destino, identificación de matrículas o placas, control de empleos y utilizando otros métodos que definen la distribución de los viajeros hacia y desde el sitio. Por lo regular suele ser aplicado para los siguientes casos:

- Restaurantes de comida rápida donde un establecimiento competidor está cerca del sitio.
- Gasolineras con tiendas de servicio donde el volumen de tránsito en las calles adyacentes es similar al previsto en el sitio.
- Hotel o motel cerca de otros existentes.
- Desarrollos residenciales al margen de un área urbana



5.8.3.1.2. Modelo gravitacional

El modelo de gravedad o gravitacional es un método de distribución de viajes que ha sido ampliamente utilizado. Tal como su nombre lo indica, este modelo es una adaptación del concepto de la Ley de Gravitación Universal de Isaac Newton, cuya fórmula se indica a continuación, al problema de distribución de tránsito (viajes) en un área urbana.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \dots ec. (1)$$

La ecuación 1, en términos de la ingeniería de tránsito, supone que la fuerza de atracción son los viajes interzonales, las masas están representadas por las producciones y atracciones de las zonas y la distancia por la separación espacial de estas, medida en unidades relativas al transporte (distancia, tiempo, costo, etc.)

En esencia, el modelo gravitacional dice que el intercambio de viajes entre zonas es directamente proporcional a la atracción relativa de las zonas e inversamente proporcional a alguna función de la separación espacial entre las zonas. Esta función de separación espacial ajusta la atracción relativa de cada zona de acuerdo a la habilidad, deseo o necesidad del que hace el viaje. En palabras más convencionales, el modelo gravitacional está basado en la probabilidad de que el número de viajes dentro de dos zonas sea proporcional al tamaño de cada zona e inversamente proporcional a la distancia de las zonas. Matemáticamente, el modelo se puede expresar como:

$$V_{ij} = P_i \frac{\frac{A_j}{D_{ij}^b}}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j}{D_{ij}^b}}$$

Dónde:

- V_{ij} Es el número de viajes producidos en la zona i y atraídos a la zona j.
- P_i Es el número de viajes producidos en la zona i.
- A_j Es el número de viajes atraídos a la zona j.
- D_{ij} Es la separación espacial entre la zona i y j. Esta separación generalmente expresa el tiempo de viaje total entre las zonas.



- b Es un exponente determinado empíricamente que expresa el efecto de la separación espacial entre zonas sobre el intercambio de viajes.
- i Indica la zona de origen donde se producen los viajes.
- j Indica la zona destino a donde son atraídos los viajes.
- n Es el número total de zonas en el área.

El modelo establece que los viajes producidos en la zona origen se distribuyen hacia el resto de las zonas destino, en función de su relativa accesibilidad. Así, la zona j atrae una porción de los viajes producidos en la zona i, de acuerdo a una comparación de su accesibilidad relativa con la de las zonas restantes.¹⁸

En la práctica, el modelo gravitacional se aplica por separado a cada motivo de viaje, debido a que cada motivo de viaje tiene distintas características de distribución; una persona que va a trabajar desde una zona a otra de la ciudad, puede no recorrer esa misma distancia para ir de compras. La estimación hecha bajo los principios del modelo gravitacional debe complementarse con la experiencia y juicio del ingeniero, así como del conocimiento de las condiciones locales.

5.8.3.1.3. Sustitución de información

Este método es útil si existe una extensa base de datos socioeconómicos o demográficos para el área de influencia. A través de esta información pueden estimarse los orígenes y distribución de los destinos.

En muchos casos, la población puede ser el factor base de la estimación de la distribución de viajes a oficinas, centros comerciales y de entretenimiento; los empleos resultan ser los sustitutos indicados para los viajes residenciales y teniendo más información de otra índole se puede sustituir a otros viajes similares utilizando una lógica adecuada.

¹⁸ García González, H. (1996). *El Proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana*. (Tesis de Licenciatura, Universidad de Sonora). Recuperado de <http://www.bidi.uson.mx/tesis.aspx>

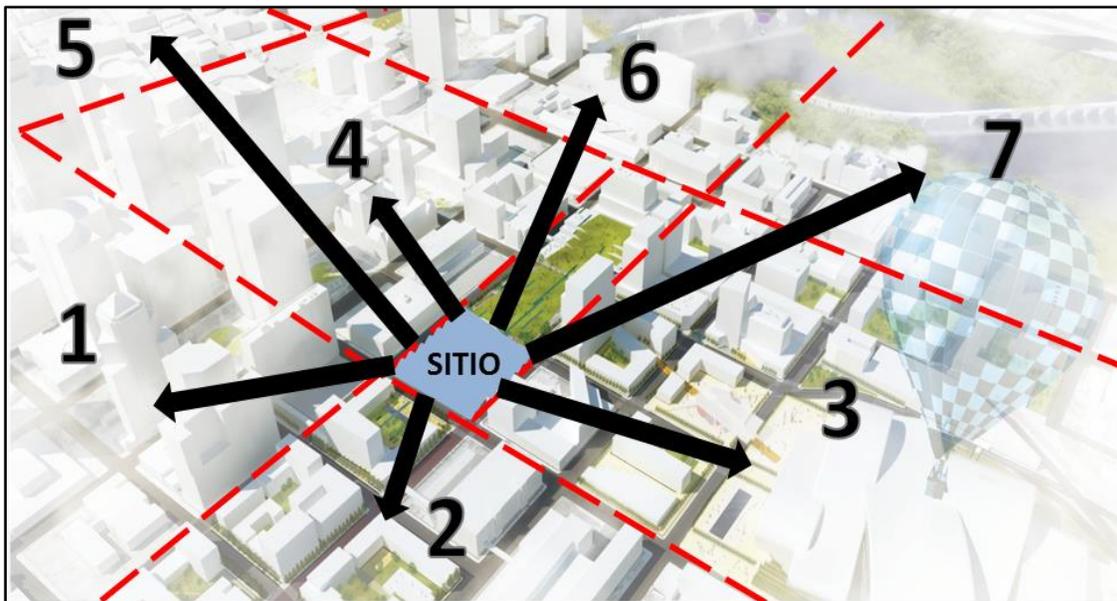


Figura 5.15. Distribución de Viajes

FUENTE: Elaboración propia.

5.8.4. Asignación de viajes

La asignación de viajes implica determinar la cantidad de tránsito que se espera que pase por cada punto de acceso y la ruta que se espera que este tránsito tome a través de la red de vial. Se establece el número de giros y movimientos generados en cada intersección y segmento de las vialidades que se localizan dentro del área de estudio.

Es importante señalar que la distribución y asignación de viajes son dos actividades relacionadas pero distintas. La distribución del viaje determina dónde desean ir los viajes, mientras que la asignación es cuando los viajes se colocan en la red vial para alcanzar el destino deseado.

Varias son las consideraciones que implican el tema de la asignación de viajes, comenzando por identificar todos los caminos o rutas posibles que pudiera seguir tanto el origen como el destino mismos que, para determinarlos y evaluarlos resulta indispensable tener una base comparativa, por lo que se pide tener cuenta lo siguiente (Transportation Impact Analyses for Site Development, ITE 2010):



- Tendencias del conductor y patrones locales en el desarrollo de rutas de viaje lógicas.
 - Conductores nuevos en la zona, optarán por tomar las vialidades principales para llegar a su destino.
 - Los conductores buscan aquellas vialidades que los saquen a un sitio en específico con múltiples opciones para transitar.

- La capacidad disponible de la vialidad.
 - Conocer las restricciones de capacidad pueden afectar la selección de una ruta alternativa.
 - Las vueltas o movimientos permitidos, particularmente los giros a la izquierda.

- Los porcentajes de asignación se aplican típicamente a los viajes de dos vías.
 - Los movimientos de giro probablemente serán diferentes o invertidos entre un viaje de entrada y otro de salida.
 - Las calles unidireccionales pueden influir en los patrones de asignación.

- La presencia de rampas.
 - Los viajes de ida y vuelta entran desde las calles adyacentes hacia el desarrollo y típicamente salen a la misma calle para continuar en su camino original.

El proceso de asignación de viajes puede realizarse numerosas veces durante un análisis típico, basado en el número de alternativas de acceso al sitio y de circulación interna y alternativas de mitigación del impacto generado por el tránsito. Cualquier modificación durante o después del estudio, el proceso de asignación puede tener que repetirse y se podrán a consideración alternativas de acceso al sitio y de circulación hasta que se logre una asignación lógica para la red vial. Generalmente si se labora manualmente o con algún software, suele presentarse un diagrama indicando los viajes asignados en porcentajes, además de los volúmenes de tránsito obtenidos en etapas anteriores pero añadiéndoles los viajes generados, por lo que la asignación de viajes debe proyectarse al año horizonte del proyecto en sus respectivos períodos de análisis (usualmente en la hora pico matutina y vespertina); incluyendo, de existir, las mejoras programadas y usos de suelo. Es claro que, para proyectos grandes, con grandes áreas de estudio, resulta ventajoso utilizar un modelo de computadora para asignar el tránsito en el sitio, y su veracidad dependerá de la comprobación de esos resultados y del pensamiento crítico del ingeniero.

En la figura 5.15 se expone un breve ejemplo en donde se observan dos intersecciones y entre ellas la nueva propuesta de un desarrollo, mismo que genera una determinada cantidad de viajes que entran y salen, dichos viajes serán asignados a la red vial y a su vez distribuidos. Dependiendo de los volúmenes iniciales se obtienen los porcentajes que serán equivalentes a los movimientos direccionales del comportamiento de los vehículos, dependiendo de la ubicación de las entradas y salidas de los vehículos del nuevo proyecto. No está de más mencionar que se debe poner atención en consultar y profundizar por cuenta propia todo lo que se ha venido argumentando respecto a los temas de generación, distribución y asignación de viajes.

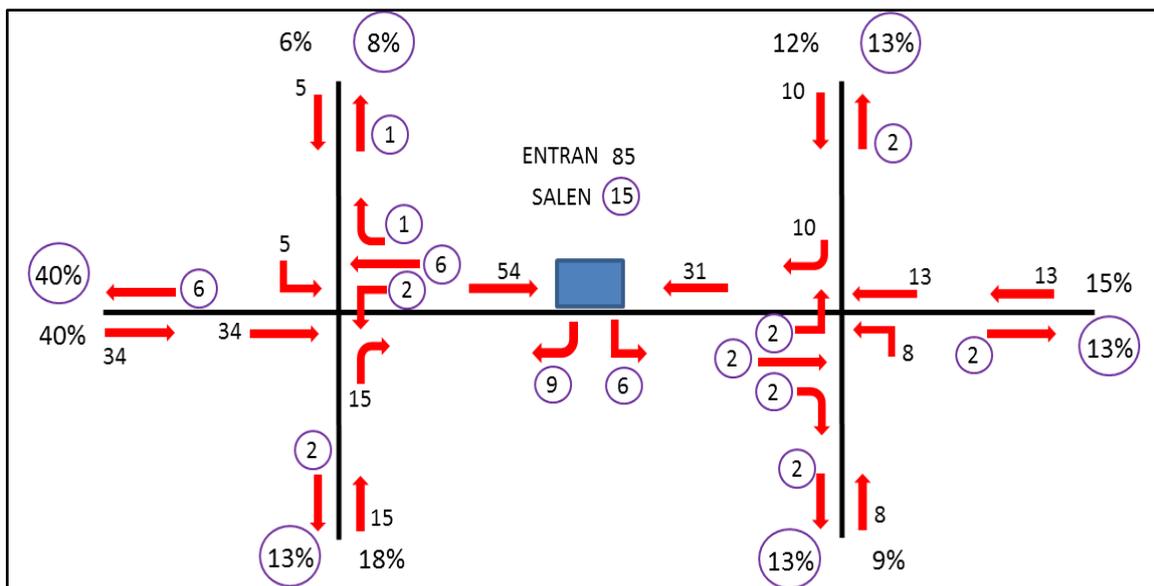


Figura 5.16. Asignación de Viajes

FUENTE: Elaboración propia.

5.9. Proceso de análisis

En esta sección se contempla la parte final del EIV, se da por hecho que se tiene la información completa de las proyecciones del tránsito y la caracterización de la red vial correspondiente al área o zona de estudio, asimismo, todo lo que se ha venido tratando en las secciones anteriores de este trabajo, con el objeto de poder determinar desde un punto de vista analítico, los impactos generados tras la operación de un nuevo desarrollo, en el



funcionamiento del sistema vial adyacente. Es muy importante precisar que la importancia de los impactos sea determinada durante la hora de máxima demanda.

Es imperante que antes de establecer los escenarios de análisis de un EIV, se hable de algunos conceptos que son base para comprender en que se basará el usuario de esta propuesta de metodología para determinar la magnitud de los impactos generados por el desarrollo y por ende la viabilidad del proyecto y en su caso las posibles mejoras. Estos conceptos son capacidad y nivel de servicio, conocer su estimación es ineludible para la mayoría de las decisiones de la Ingeniería de Tránsito y planeación del transporte.

5.9.1. Conceptualización

A través del análisis de los elementos de tránsito se pueden entender las características y el comportamiento del flujo vehicular, cuyo análisis describe la forma de cómo circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar la capacidad y el nivel de servicio.

El Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés) es una publicación de Transportation Research Board (TRB) en los Estados Unidos, que contiene los conceptos, directrices y procedimientos de cálculo para la capacidad y nivel de servicio en las carreteras, por lo que su consulta en los EIV también resulta indispensable, sin embargo, debe tenerse en cuenta que la mayoría de los datos de investigación provienen particularmente de valores por defecto y aplicaciones para los Estados Unidos. El HCM ha sido modificado en diversas ocasiones, se ha ido mejorando cada versión y se ha ajustado a la demanda de los usuarios del transporte, actualmente se mantienen vigente la versión 2010 pero se considera aún apropiada para consulta por igual su versión pasada, la 2000.

Ahora bien, teniendo en cuenta que dentro del análisis de los EIV se puede encontrar el caso de una intersección y/o calle semaforizada o no semaforizada, resulta conveniente hablar un poco sobre la presentación del flujo de tránsito para tales sucesos.



5.9.1.1. Flujo de tránsito

El flujo de tránsito (vehicular) es clasificado en continuo y discontinuo.

- El flujo continuo: Es el que se hace presente cuando el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tránsito. Normalmente, es el tránsito de las carreteras. De esta manera, los vehículos solo se detienen cuando ocurre un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias, etc.
- El flujo discontinuo o interrumpido: Es característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estos los dispositivos de control de tránsito de las intersecciones, destacándose entre ellos los semáforos, los ceda el paso, etc.

En la tabla 5.7 se muestra la ejecución de análisis de capacidad para dos categorías generales de instalaciones, las pertenecientes al flujo sin interrupción y las de flujo interrumpido.

Tabla 5.7. Instalaciones para el flujo sin interrupción y para el flujo interrumpido

Tipo de servicio	Medida de efectividad	Unidades
Instalaciones para el flujo sin interrupción		
Autopistas	Densidad	Automóviles/km/carril
Tramos básicos de autopistas	Veloc. de marcha promedio	km/hr
Encrucijadas	Flujo vehicular	Automóviles por hora
Confluencias con rampa	Densidad	Automóviles/km/carril
Carreteras multicarriles	Tiempo de demora en %	%
Carreteras de dos carriles	Veloc. de marcha promedio	km/hr
Instalaciones para el flujo interrumpido		
Intersecciones con semáforos	Demora individual promedio	Segundos por vehículo
Intersecciones sin semáforos	Capacidad de reserva	Automóviles por hora
Caminos troncales	Veloc. de marcha promedio	km/hr
Tránsito	Factor de carga	Personas por asiento
Peatones	Espacio	Metro cuadrado por peatón

FUENTE: TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2000.



5.9.1.2. Capacidad

La capacidad se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una autopista o calle. En otras palabras, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.¹⁹

Generalmente, el intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, puesto que es considerado como el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable. El procedimiento para el cálculo de la capacidad y calidad de operación, dependerá en su totalidad del tipo de infraestructura vial que se esté analizando. Con el análisis de capacidad, se estima por igual la cantidad máxima de vehículos que el sistema vial puede acomodar mientras se mantiene una determinada calidad de operación, introduciéndose aquí el concepto de nivel de servicio.

5.9.1.3. Nivel de Servicio (LOS)

El método más conocido para evaluar las operaciones del tránsito en un sistema de transporte es el Nivel de Servicio (LOS, por sus siglas en inglés). De tal forma que el LOS es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y su percepción por el conductor y el pasajero. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan al nivel de servicio, se distinguen los denominados internos y externos. Los primeros son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Mientras que los segundos corresponden a las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc.

¹⁹ Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM 2000).



El HCM 2000 ha definido seis niveles de servicio. Cada nivel se representa con una letra, de la “A” a la “F”, en donde el nivel de servicio “A” representa las mejores condiciones de operación y el nivel de servicio “F” es el de peores condiciones, en la figura 5.16 se muestra en gráfico, las condiciones en que se encontraría la infraestructura vial para cada nivel de servicio.

La seguridad no está incluida en las medidas que establecen los niveles de servicio. A continuación se hará una breve mención acerca de los criterios del nivel de servicio de las intersecciones no semaforizadas, semaforizadas y peatones, mismas que resultan de interés para el EIV.

- Intersecciones semaforizadas

La determinación de LOS depende de las características siguientes: volumen de tránsito, geometría, porcentaje de camiones, factor de hora pico, número de carriles, progresión de semáforos, relación verde/ciclo (G/C), pendientes, parqueo (estacionamiento) y flujo de peatones. En la tabla 5.8 se muestran los respectivos criterios de LOS para este caso.

- Intersecciones no semaforizadas

La determinación de LOS depende de la claridad y entendimiento de los conductores de la vía principal con la secundaria. En la tabla 5.9 se muestran los respectivos criterios de LOS para este caso. Los criterios para evaluar ambos casos de intersecciones son distintos debido principalmente a que distintos tipos de vialidades generan distintos tipos de expectativas.

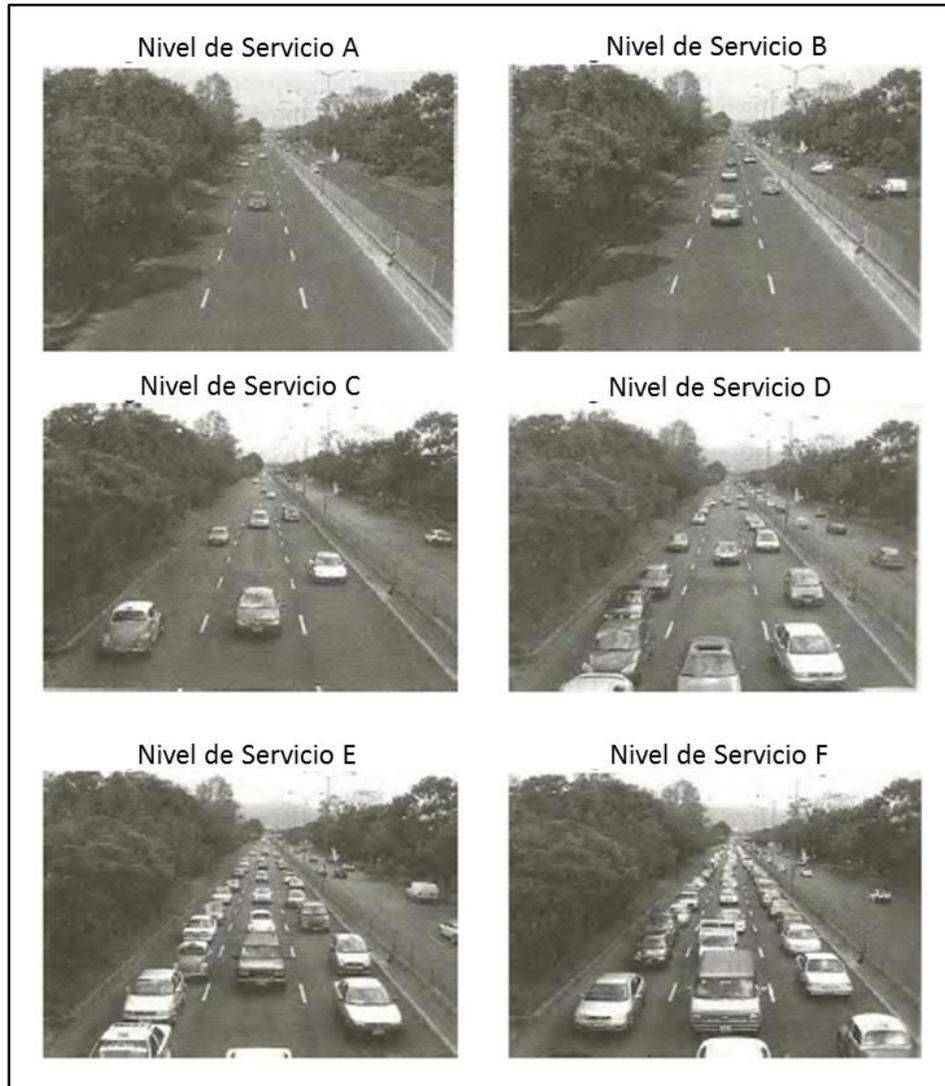


Figura 5.17. Niveles de Servicio.

FUENTE: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (Reyes Espíndola y otros, 2007).



Tabla 5.8. Criterio de nivel de servicio para intersecciones semaforizadas.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA POR VEHICULO (Seg.)	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA
A	≤ 10	Buena progresión, pocas paradas y ciclos cortos.
B	> 10 - 20	Buena progresión y/o ciclos cortos; más paradas.
C	> 20 - 35	Progresión aceptable y/o ciclos más largos. Algunos ciclos fallan y hay un porcentaje alto de paradas.
D	> 35 - 55	Congestión se hace notable, relación (v/c) alta, demoras largas y frecuentes, falla de ciclos muy notable.
E	> 55 - 80	Al límite o un poco más allá de demoras aceptables, mala progresión, ciclos largos, alto volumen de tránsito y largas colas.
F	> 80	Condición inaceptable a los conductores. Llegan más vehículos de los que pueden pasar. Largas colas y un flujo impredecible e inestable.

FUENTE: TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2000.

Tabla 5.9. Criterio de nivel de servicio para intersecciones no semaforizadas.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA POR VEHICULO (Seg.)	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA
A	≤ 10	Poco o nada de demoras.
B	> 10 - 15	Demoras cortas.
C	> 15 - 25	Demoras promedio.
D	> 25 - 35	Demoras largas.
E	> 35 - 50	Demoras muy largas.
F	> 50	Demoras inaceptables.

FUENTE: TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2000.

- Peatones

No es común obtener el nivel de servicio peatonal en estos estudios, pero las condiciones bajo las que se encuentre el proyecto lo determinarán de cierta forma. De ser así, en el HCM se tiene suficiente información sobre este tema para su consulta. Resumidamente, se dice que para este análisis se debe tomar en cuenta lo siguiente principalmente:

- Caminamientos y aceras.
- Colas peatonales.
- Caminamientos compartidos con ciclistas



Tabla 5.10. Criterio de nivel de servicio para peatones intersección semaforizada.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PEATÓN (Seg/persona)	PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO
A	≤ 10	Baja
B	> 10 - 20	Baja / Moderada
C	> 20 - 30	Moderada
D	> 30 - 40	Moderada / Alta
E	> 40 - 60	Alta
F	> 60	Muy Alta

FUENTE: TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2000.

5.9.1.4. Uso de software

En la actualidad, el uso de un software como medio de apoyo para el desarrollo de pequeños y grandes proyectos es indispensable. Se maneja una cantidad ilimitada de información y se obtienen los resultados al instante. Sin embargo, se hace hincapié en que esos resultados siempre sean valorados por el experto en el tema y a su vez plantee su propio criterio, con la finalidad de evitar conflictos posteriores al diseño y planeación de un proyecto. Tal es el caso de los sofisticados software de modelación de tránsito que en los últimos años han mejorado considerablemente, mismos que son necesarios para el proceso de análisis en los EIV.

Dicho lo anterior, se pide al ingeniero, personal y/o encargados de la elaboración del EIV, que ante la presencia de una gran gama de software, opte por el más apropiado de acuerdo a las características que se presente en un proyecto en particular o el que se encuentre disponible y viable para el proyecto, es decir, se debe seleccionar una herramienta de software apropiada en relación con la tarea de análisis requerida. Asimismo, el analista debe comprender las premisas y procedimientos que involucra el software y justificar debidamente los resultados que sean obtenidos que serán sustento del tema en estudio.

Los programas computacionales que se encuentran disponibles en el mercado y que además son ampliamente usados por diversas compañías, empresas y consultorías de Ingeniería de Tránsito y Transporte, se encuentran basados en principios propios del país donde fueron desarrollados, no obstante, sus metodologías han sido tomadas por la gran mayoría de los países, como es el caso del Highway Capacity Manual de EUA. Entre los



principales paquetes de software más reconocidos se tiene: Synchro, HCS (Highway Capacity Software), SimTraffic, SIDRA Intersection (Signalised and unsignalised Intersection Design and Research Aid), TSIS-CORSIM (Traffic Software Integrated System – Corridor Simulation), TransModeler, VISSIM, TRANSYT, LinSig, Saturn, AIMSUN, Paramics, CUBE DYNASIM, PICADY, ARCADY, entre otros. Enseguida se especifica brevemente de algunos de los software mencionados, en que radica su uso principal o básicamente para que condiciones es sugerido emplearlo.

- Synchro, es un software de modelación y optimización de tránsito y señalamientos. Proporciona la capacidad y nivel de servicio de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, rotondas (glorietas). Tiene integrado como base el HCM 2000, 2010.
- SIDRA, es un paquete de software para el análisis de intersecciones y capacidad de la red, nivel de servicio y análisis de rendimiento, utilizado por profesionales del diseño de tránsito, operaciones y planeación. Puede ser utilizado para comparar los tratamientos alternativos de intersecciones individuales así como redes de intersecciones que implican intersecciones semaforizadas (tiempos fijos y a petición), cruces, rotondas señalizadas, rotondas con señales de medición , rotondas totalmente señalizadas, control de las señales de stop y ceda el paso, control de la señal de stop en vías de 3 y 4 ramales, intercambios urbanos de un solo punto, enlace de diamante tradicional y divergente, tramos básicos de autopista, cruces para peatones con y sin señalización, análisis de unión de carriles.
- SimTraffic, es un potente software de micro simulación y animación de tránsito relacionados con vehículos y peatones, empleado para intersecciones semaforizadas y señalizadas, así como secciones de carretera con los coches, camiones, peatones y autobuses.
- TSIS, es un software de simulación de tránsito para sistemas con semaforización o sin ella, para autopistas, vías con peaje, vías urbanas o sistemas combinados de autopistas y semaforización. Simula las condiciones del tránsito a un nivel de detalle superior a la de otros programas de simulación. Determina los impactos que tienen ciertos cambios realizados sobre el sistema estudiado, tales como:



- Modificar sentidos direccionales.
 - Permitir el giro a la derecha en rojo.
 - Aumentar las longitudes de bahías de giro.
 - Modificar ciclos de semáforo, etc.
-
- VISSIM, es un software desarrollado en Alemania de simulación microscópica de transporte, visualiza el problema en un enfoque muy realista y relativamente preciso. El programa puede ser utilizado para analizar el tráfico urbano y las operaciones de tránsito bajo restricciones como la configuración del carril, composición del tráfico, señales de tránsito, paradas de tránsito, etc. Además, puede visualizar la red vial en 3D para que parezca más realista. VISSIM calcula datos importantes tales como volumen, longitud de la cola, tiempo de retraso, funcionamiento de la red, etc., haciéndole así una herramienta útil para la evaluación de varios problemas del transporte.
 - PICADY se aplica para evaluar las uniones de prioridad o de paso. Los beneficios de este enfoque de modelado son proporcionar una comprensión de la capacidad de una unión simple en términos de longitudes de cola y operación de unión.
 - ARCADY se utiliza para evaluar la operación de rotondas. El modelo puede identificar capacidades de pronóstico, longitudes de colas, retraso de tiempo y riesgos de accidentes.
 - SATURN se puede usar para modelar complejas redes de carreteras. Se trata de una aplicación de simulación de red flexible que puede usarse para modelar una gama de diferentes tipos de red de tránsito desde uniones individuales a una infraestructura principal.

5.9.2. Análisis de tránsito

Para determinar los impactos que generará el desarrollo en la infraestructura vial, se determinará el análisis tanto de la capacidad vial como del nivel de servicio principalmente, otra opción es por medio de la relación volumen - capacidad (v/c) o grado de saturación; y se obtendrá para cada uno de los elementos viales considerados en el área de estudio, dígame segmentos de carretera, glorietas e intersecciones; asimismo, para cada escenario



o situación de análisis, mismos que se presentan posteriormente y que se explica lo que considera cada uno de estos.

Al finalizar con el análisis y con los propios resultados que se obtengan para cada escenario, se deberá presentar una conclusión completa que verse sobre los puntos más relevantes encontrados tras estimar las condiciones que esperan se presenten en la realidad, en la parte denominada como resultados, más aún, no será el veredicto final del estudio.

Siendo la parte final más importante del análisis del EIV, el ingeniero considerará cualquier modificación presente hasta ese momento en el proyecto inicial así como de las condiciones de la infraestructura vial, cuyas características se encuentran en el respectivo inventario vial. Por ningún motivo, se modificará a beneficio propio la información y/o bases de datos a fin de llegar a resultados que a primera beneficien la viabilidad del proyecto, esto no quiere decir que necesariamente a la primera el resultado deberá ser negativo o positivo.

Este análisis, pilar del estudio, tiene la intención de mostrar la relación entre el funcionamiento operacional, la geometría y las deficiencias encontradas; así como la identificación de alternativas para futuros planteamientos. Otros factores que se tomarán en cuenta, son:

- Seguridad.
- Patrones de circulación.
- Necesidad de control de tránsito.
- Impactos en los vecindarios aledaños al proyecto.
- Parqueos, zonas de estacionamiento dentro y fuera del desarrollo.
- Movimientos peatonales y de ciclistas.
- Servicios de traslados de mercancías, carga y descarga dentro del desarrollo.

5.9.2.1. Situación actual

Primer escenario de análisis, el cual incluye exclusivamente a las condiciones del tránsito existente en el área de estudio, mismo que corresponde los aforos hechos para conocer el volumen vehicular con sus respectivas características y clasificaciones, así como el inventario vial. Toda esa información será vaciada en un paquete de software, a no ser que



su análisis se realice manualmente, pero por la magnitud de los proyectos que se analizan no resulta viable ese método manual, principalmente porque consume mucho tiempo del cual por lo general no se dispone.

Será primordial hacer un análisis de capacidad y obtener las condiciones bajo las cuales opera en su etapa actual el sistema en conjunto, el nivel de servicio de cada intersección y de cada movimiento direccional, así como la influencia del ciclista, el peatón y el sistema de transporte público. Este será un primer acercamiento para que el ingeniero plantee las posibilidades de que aún sin la existencia del desarrollo o proyecto, las condiciones en que se encuentre el sistema vial, dentro de lo que se ha determinado como el área de estudio, sean condiciones de operación favorables. Esto se sustentará, como se ha mencionado, con el nivel de servicio y su capacidad que sea obtenido en el proceso de análisis.

De acuerdo a la experiencia de las mejores prácticas de manuales para elaborar EIV y de ingeniería de tránsito, así como de los diversos departamentos, consultorías y jurisdicciones de tránsito y transporte; se considera un nivel de servicio excelente si es A y el umbral considerado como un nivel de servicio bueno será C, mientras que para los niveles de servicio D, E, F deberá optarse por alguna medida de mitigación de las cuales se tratará posteriormente. Por igual relaciones v/c por debajo del 0.75 se consideran como el límite para aproximadamente tener un LOS C. De esta manera, estos serán los elementos principales que el ingeniero tendrá a consideración.

5.9.2.2.-Situación a futuro sin contemplar el desarrollo

Segundo escenario de análisis, cuyo objetivo es conocer las condiciones en las cuales se encontrará operando el sistema vial aledaño al proyecto en un futuro que se ha determinado como el año horizonte de estudio. Lo que revela esta fase es una estimación del comportamiento vehicular en un futuro próximo mediante métodos de proyección que serán aplicados exclusivamente al volumen vehicular obtenido para el escenario de "Situación Actual" sin considerar aquellos nuevos viajes (volumen vehicular extra) que serán aportados tras el establecimiento de un nuevo desarrollo.

Los criterios bajo los cuales se regirá este escenario de análisis serán los mismos que para el primer escenario, es decir, la relación v/c y el nivel de servicio, principalmente. Otro



aspecto relevante que ha de tener en consideración el ingeniero, es el hecho de que, podrá determinar desde este momento la presencia de problemas o situaciones no favorables para la construcción y establecimiento de un desarrollo, puesto que si los niveles de servicio no son buenos mucho menos habrá mejora al momento de que se vaya a tomar en cuenta el nuevo volumen vehicular generado por el desarrollo, esto podría llevar a los ingenieros a ir tomando sus precauciones para la implementación de medidas correctivas o reubicaciones de salidas y entradas al desarrollo, asimismo considerar si conviene o no proseguir con el proyecto.

5.9.2.3.-Situación a futuro con el desarrollo

Tercer escenario de análisis, se plantean las condiciones provistas para el segundo escenario más la integración del tránsito que será generado por el nuevo desarrollo hacia el año horizonte de estudio, lo que implica contemplar los correspondientes análisis de la generación, distribución y asignación de viajes, que se hayan optado para el estudio. El objetivo de plantear dicho escenario es mostrar que no se tendrá ninguna complicación en cuanto a llevar a cabo la implementación de un desarrollo dentro de un área que puede o no estar congestionada y de no ser así, analizar qué es lo que ocurre en el comportamiento del sistema en general, para lo que se requiere el empleo de simulaciones de tránsito por algún software. También implicará que el ingeniero y su equipo de trabajo, en caso de no tener condiciones favorables en cuanto a la capacidad y niveles de servicio, elaboren propuestas para proyectar medidas correctivas al sistema.

Al llegar a este punto, se tendrá un panorama suficiente para determinar los impactos que produce el desarrollo en el sistema vial adyacente de un proyecto en específico. Además es pertinente dar importancia que puede presentarse otra situación en el estudio y que será la del tiempo durante el cual se estará construyendo el desarrollo, puesto que se generaran disturbios a las vialidades, que no serán permanentes pero que si deberá presentarse un plan de trabajo especificando las rutinas que se plantearán para, por ejemplo, el abastecimiento de materiales y acarreo del mismo, a fin de tomar ciertas medidas para no afectar en gran medida el flujo vehicular de las vialidades adyacentes durante los períodos de máxima demanda.



5.9.2.4.-Análisis de medidas de mitigación

Las medidas de mitigación necesariamente deben incluirse en el análisis del EIV. Los impactos que genera un desarrollo pueden ser eliminados o reducidos a un nivel de insignificancia, lo que se busca es que la red vial como tal, opere en condiciones óptimas o favorables de servicio, preferentemente entre un nivel de servicio A y C. En otras palabras, se requieren mejoras en las carreteras y/o intersecciones, principalmente, bajo la siguiente condición:

- Si los movimientos específicos en un segmento de carretera y/o intersección que se espera que operen en un nivel de servicio C o mejor y tengan una relación v/c menor que 1 para el año horizonte contemplando la integración del desarrollo, operan en un nivel de servicio D o peor y una relación v/c próxima, igual o mayor a 1.

Pero si el número de vehículos / usuarios que experimentan un inaceptable nivel de servicio/calidad de servicio, es muy bajo, la mitigación puede no ser justificada.

Generalmente las medidas que se toman para evitar conflictos en la red vial y para que esta opere en un nivel de servicio aceptable, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Mejoras mayores que modifiquen la red vial regional.
- Mejoras locales adyacentes al desarrollo.
- Mejoras específicas de ingreso al desarrollo.
- Mejoras no físicas u operacionales.

Esta última debe ser debidamente especificada y bien definida para su comprensión y análisis. Para ello, es importante entender que la mitigación debe ser relativa a la escala de los impactos esperados en el transporte. Por ejemplo, mientras que dos desarrollos podrían parecer inicialmente similares, un centro comercial esperaría generar más tránsito y tener un mayor impacto en la red de transporte existente que un almacén, incluso cuando ambos desarrollos consisten en una cantidad igual de espacio comercial o de superficie.

Es sumamente importante evaluar una gama de opciones de mitigación que sean viables, eficientes y económicas para el desarrollador; que sean compatibles con los criterios y



prácticas locales; y que sean aceptables ante la comunidad. Cuando se formulen opciones de mitigación, es pertinente que se tenga en consideración lo siguiente:

- Considerar mejoras de bajo costo (por ejemplo, agregar un carril de giro es a menudo menos costoso que un carril adicional).
- Considerar las soluciones simples y prácticas en lugar de las complejas (la sincronización optimizada de los ciclos de semáforo o las modificaciones menores de los tiempos de fases a veces pueden crear una mejora significativa).
- Considerar un correcto diseño de estacionamiento tanto en su accesibilidad como en su capacidad (es preciso tener en cuenta que grandes estacionamientos no significa una mejor organización u orden, solo implica la atracción de más automóviles, más flujo vehicular y por ende incrementar el uso del mismo y los niveles de congestión de las vialidades).
- Reconocer las limitaciones de derecho de paso y de vía.
- Considerar la topografía del área de estudio (una topografía severa trae consigo sus propias limitaciones y costos, no cualquier tipo de modificación se le podrá realizar a las vialidades).
- Considere las acciones no físicas, como las estrategias de gestión de la demanda de transporte, que pueden reducir la creación de viajes.
- Considerar las opciones que podrían estimular / mejorar el uso de modos de transporte alternativos, tales como aceras, carriles para bicicletas o modificaciones de rutas de transporte público en la vecindad del proyecto para que sirva al sitio directamente.
- Considerar el carácter y calidad de vida que la comunidad está tratando de fomentar (una acera podría mejorarse, pero las dimensiones de la vialidad pueden reducirse).



Una vez identificadas las deficiencias, el propietario / desarrollador debe participar en las decisiones relativas a los tipos de mejoras / mitigaciones por las que se ha de optar y en la manera en que se han de implementar.

5.9.2.4.1.-Integración de las medidas de mitigación propuestas

Como se ha comentado, muchas soluciones pueden generarse para evitar conflictos viales, no solo del transporte particular sino también los distintos modos de transporte, sin embargo, no todas resultan óptimas, racionales, coherentes y económicas. Por lo tanto, la empresa y/o dueño del proyecto a realizar en conjunto con los ingenieros y/o analistas a cargo del EIV, deben presentar a las autoridades correspondientes de tránsito, transporte y vialidades, las propuestas que han elaborado, en caso de requerirse, de las acciones mitigantes del estudio y solventar todo clase de dudas y sugerencias que podrían existir.

Un aspecto importante sobre el tema de las mejoras para el proyecto, puede comenzar por ubicar adecuadamente los accesos y salidas del mismo, en algunos casos, la reubicación de un punto de acceso puede ser necesaria para mejorar las operaciones de seguridad y tránsito. Existe toda una metodología para el análisis de accesos en los proyectos, siendo reconocido el “Access Management Manual” del Transportation Research Board, mismo que se sugiere al usuario su consulta, y cuyos principios tienen la intención de dar como resultado un funcionamiento más seguro y más eficiente tanto de las vialidades adyacentes como de las entradas de acceso al sitio. Así, el “Access Management Manual” sugiere, entre sus principales principios, lo siguiente:

- Proveer de un sistema vial adecuado a los usos que se demande.
- Restringir en cierto modo, los ingresos directos de vías principales.
- Establecer y comunicar al público la jerarquía de las intersecciones.
- Ubicar adecuadamente los dispositivos de control de tránsito y peatonales.
- Conservar el área funcional de las intersecciones y pasos a desnivel. Lo cual significa, no colocar ingresos cerca de las mismas o donde puedan interferir a una adecuada y segura conducción.
- Limitar y minimizar los puntos de conflicto, de no poderse, se deberán espaciar dichos puntos.



Por otro lado, para el diseño de accesos al desarrollo y/o mejoras indica algunos de los siguientes puntos:

- Preservar la función esencial de las vialidades existentes.
- Utilizar un diseño adecuado que acomode y facilite las operaciones de ingreso y egreso.
- Proveer de una distancia de visibilidad adecuada.
- Construir líneas de almacenamiento para evitar que se invadan carriles de las rutas existentes, entre otros.

Por tal motivo, se requiere presentar un cuarto escenario de análisis, que debe incluir la situación a futuro con el impacto del desarrollo más la integración de las medidas de mitigación que sean propuestas para atenuar los impactos generados por el desarrollo. Resultando imperante que dichas medidas propuestas no solamente sean presentadas de forma escrita y con suposiciones; sino que, estrictamente se debe realizar un análisis a detalle de cada una de las medidas mitigantes que incluya un modelo de simulación, con el uso de un software, de las condiciones del tránsito con las mejoras integradas y verificar la presencias de condiciones favorables de operación, es decir, la capacidad y el nivel de servicio en los rangos aceptables. De no ser así, por ningún motivo debe aceptarse un EIV sin el análisis de las medidas de mitigación integradas al proyecto y mucho menos ser aprobado.

Finalmente como complemento a esta sección del estudio, en la figura 5.17 se presenta un diagrama elaborado por el ITE que describe en resumen, todo el proceso que ha de seguirse desde inicio a fin del EIV, este diagrama puede servir como referencia para verificar que se esté prosiguiendo correctamente con el estudio y culminar debidamente con los resultados y reporte del mismo.

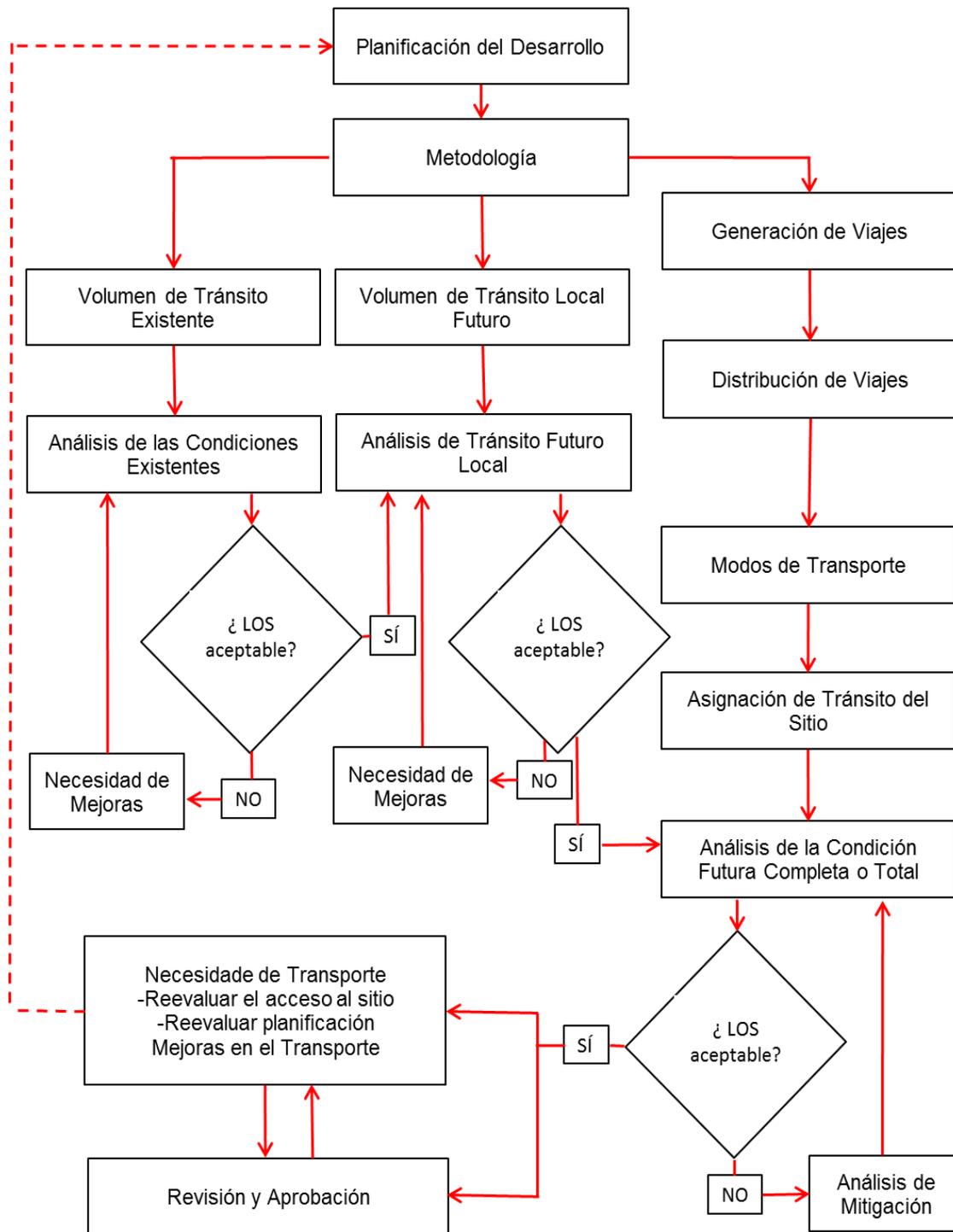


Figura 5.18. Procedimiento de un EIV.

FUENTE: Adaptada y tomada del Transportation Impact Analyses for Site Development, ITE, 2010.



5.9.3.-Resultados

Se entrega la información que ha resultado tras los análisis de las condiciones del tránsito en los escenarios de situación actual, futuro (sin contemplar el desarrollo), futuro con la presencia del desarrollo operando como tal y el correspondiente a la integración de las medidas de mitigación, ya sea resumido en formatos de tablas o de diagramas, donde se visualice clara y detalladamente dichos resultados del estudio en sí. De esta manera, el análisis y la comparación de los distintos escenarios atendiendo como principales indicadores la capacidad vial y los niveles de servicio de la infraestructura vial, le permiten al ingeniero llegar a una conclusión acerca de la viabilidad del proyecto ante diversas situaciones, no solo vial, sino también social y económica; y así mismo el ingeniero realizará sus propias recomendaciones.

5.10.-Reporte

Corresponde a la entrega del estudio completamente finalizado, a las respectivas autoridades sean gubernamentales o privadas que lo hayan solicitado. Generalmente es entregado en forma de reporte, el cual no debe incluir puntos de vista políticos ni personales, mucho menos tomar posturas. Deberá ser un estudio objetivo y exclusivamente técnico, facilitando así la revisión de su contenido y la localización de los resultados de los análisis, así como de los impactos resultantes. Deberá guiar al lector paso a paso a través de todo el proceso del estudio hasta las conclusiones y recomendaciones mismas que serán elaboradas en un lenguaje sencillo y conciso.

La elaboración del reporte tiene dos finalidades; la primera es proveer a desarrolladores o diseñadores de recomendaciones para la selección del sitio, la planeación del transporte y los impactos al tránsito; la segunda consiste en ayudar a las autoridades públicas a revisar los atributos de los desarrollos propuestos en conjunción con las solicitudes de cambios de zonificación, permisos de construcción u otras revisiones del desarrollo y establecer o negociar mejoras de mitigación más allá de las que se necesitan.

El reporte del EIV contendrá una portada, un índice, un cuerpo de informe y apéndices que contengan la recopilación de datos y análisis. En general contendrá como mínimo:



- Propósito del estudio y objetivos.
- Descripción del desarrollo y del área de estudio.
- Condiciones existentes en el área que circunda el desarrollo.
- Desarrollos inminentes adicionales y mejoras a la vialidad inminentes.
- Generación de viajes del desarrollo y distribución modal.
- Distribución y asignación de viajes causados por el desarrollo.
- Proyecciones de tránsito.
- Análisis operacional de la red vial para estimar los impactos del tránsito generado por el desarrollo.
- Recomendaciones de mejoras a la red vial para mantener una operación de tránsito razonable y minimizar los impactos generados por el desarrollo.

En caso de tomar argumentos o consideraciones y/o basarse en figuras y tablas que no correspondan a alguna metodología conocida, se deberá hacer referencia de la fuente de donde se tomó directamente, y quedará a disposición de la respectiva autoridad a cargo de la supervisión y revisión del estudio.

En la tabla 5.11 se muestra una lista de chequeo de los principales componentes de un EIV y su empleo se sugiere como medio de apoyo para elaborar el respectivo reporte.



Tabla 5.11. Listado de actividades de un EIV.

INDIQUE (X)		ACTIVIDADES
		REQUERIMIENTOS DE REGLAMENTO
Si	No	Tránsito genera más de (xxx) viajes por día. (De acuerdo a la legislación local)
Si	No	Se requiere estudio. Comentarios: Fecha:
		INFORMACIÓN GENERAL LOCAL
Si	No	Descripción general del área.
Si	No	INTRODUCCIÓN Y RESUMEN
		CONDICIONES EXISTENTES
Si	No	Red vial existente. Resumen de la clasificación funcional y descripción específica del área.
Si	No	Período de análisis correcto. (AM, medio día, PM, fin de semana).
Si	No	Condiciones existentes de operación. (Niveles de Servicio, volúmenes de tránsito, estudio de velocidades, accidentes, etc.).
		IMPACTOS
Si	No	Generación de viajes. (Diarios, viajes en la hora pico del desarrollo).
Si	No	Distribución de viajes.
Si	No	Análisis de Nivel de Servicio del tránsito total.
Si	No	Análisis de semaforización.
Si	No	Análisis de carril de viraje.
Si	No	Análisis de distancia de visibilidad de parada en la intersección de los accesos y calles.
Si	No	Análisis de movimiento peatonal.
Si	No	Identificar puntos de transferencia para transporte público.
		MITIGACIÓN
Si	No	Identificar la necesidad de carriles de viraje izquierda/derecha, capacidad de almacenamiento y longitud de colas.
Si	No	Identificar posibles soluciones o correcciones a las deficiencias del Nivel de Servicio.
Si	No	Identificar las deficiencias de los accesos.
		FIGURAS



Si	No	Mapa del área.
Si	No	Mapa del sitio.
Si	No	Conteos direccionales en la hora pico.
Si	No	Distribución de viajes. (Tránsito total).
Si	No	Volumen en la hora pico estimado al final.
Si	No	Mejoras del transporte programadas.
		TABLAS
Si	No	Condiciones de funcionamiento de intersecciones.
Si	No	Generación de viajes del desarrollo.
Si	No	Nivel de Servicio de intersecciones.
		APÉNDICES
Si	No	Apéndices técnicos. (Con suficiente material de referencia para apoyar las suposiciones y recomendaciones).
		Hecho por: Fecha:

FUENTE: Adaptada y tomada del Transportation Impact Analyses for Site Development, ITE, 2010.



6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A) Sobre el objetivo general

Se cumplió con el objetivo de desarrollar la propuesta de una metodología para elaborar los correspondientes EIV de esta ciudad. No obstante, muchos de los temas que se tocan y que forman parte de la metodología propuesta, son todo un tema por estudiar, como es el caso de la elaboración de los inventarios viales, los estudios de generación de viajes así como la distribución y asignación de los mismos. Por lo que se buscó brindar una idea clara y precisa de cada uno de estos destacando su importancia dentro de los EIV y, a su vez, invitar al lector a que por cuenta propia profundice en sus contenidos y metodologías, de tal forma que dentro del texto se mencionan las principales fuentes de información de estos temas con el fin de no divagar en su búsqueda.

Como se indicó en un principio, gran parte de la metodología propuesta está basada en una gran gama de manuales y guías referentes al estudio, desarrollo y revisión de los EIV, que también pueden ser encontrados como las mejores prácticas para elaborar EIV, evaluaciones de impacto al tránsito, impacto al tránsito de sitio o procedimientos y requisitos que conduzcan a la preparación de EIV.

De este modo, se seleccionó aquellas fuentes de información que han destacado por ser base de otras metodologías para diversos países, teniendo así el conocimiento de cómo es estudiado y analizado este tema por diferentes culturas y con ello, se fue tomando lo más necesario e importante para lograr el objetivo planteado.

B) Sobre los objetivos específicos

Al realizar la comparativa del contenido de los EIV de los principales guías y manuales de Australia, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos de América, Reino Unido y Sudáfrica se llega a la conclusión de que existe una estrecha relación entre sus lineamientos pero que también ciertas discrepancias que no precisamente son perjudiciales, al contrario, muchas de esas discrepancias son el resultado de que cada uno de estos países en un momento dado se ha preocupado por recolectar información de sitio, generando así sus propias fuentes de información como lo es el caso de los manuales de generación de viajes.



Presentando casos reales de la Ciudad de México que relacionan al tema de la congestión vial como resultado de la construcción de grandes desarrollos, se constató la falta de conocimiento de los EIV por parte de las propias autoridades del tránsito y transporte, no por el hecho de que no sepan de su existencia sino porque no siguen su correcta aplicación, empeorando aún más las cosas la inexistencia de un manual que oriente su preparación. En cuanto a la normatividad, se observa que si se toman en cuenta la preparación de estudios de impacto ambiental, urbano y vial que como tal son la base de la aprobación de un proyecto al indicar que no generarán impactos perjudiciales a futuro pero no son llevados a la práctica en su totalidad. Por otro lado, no hay que olvidar la existencia de la corrupción dentro de la política y por ende del gobierno, que hoy en día es susceptible en aprobar proyectos que no presentan los debidos estudios que avalen su factibilidad, generando un sinnúmero de problemas que resulta más costoso la corrección de los errores que el propio proyecto.

C) Conclusión general

La ingeniería de tránsito mexicana se encuentra ampliamente ligada a la información que genera y provee los Estados Unidos de América y no solamente nuestro país, en la mayoría de los países se ha adoptado su metodología, por la gran cantidad de investigación que han elaborado referente al tránsito. Por lo cual, mucha de la información recopilada para elaborar esta propuesta de metodología se orientó en fuentes norteamericanas.

Este trabajo de tesis entre muchas de sus finalidades está el asistir al profesional de tránsito y transporte en la preparación de EIV en la Ciudad de México, sin embargo, fue desarrollado de tal manera que pudiera servir de orientación al resto de los estados y municipios de nuestro país, pese a que las condiciones de operación de tránsito sean muy distintas en cada estado, no tendría efecto negativo alguno. También es importante que cada autoridad estatal y municipal se preocupe por la elaboración de planes de desarrollo con la inclusión de la zonificación y especificación de usos de suelo, así como el estudio y aplicación de la ingeniería de tránsito, porque si algo es cierto, es que la población seguirá incrementado a ritmos acelerados y tras ello se verá afectada la movilidad.



D) Recomendaciones

- 1.-Con la finalidad de evitar los problemas en el tránsito causado por la construcción de un nuevo desarrollo, se debe realizar el EIV antes de iniciar con la construcción y por ningún motivo deberá hacerse durante o después.
- 2.-Los EIV deberán ser preparados por profesionales de ingeniería de tránsito y transporte.
- 3.-Las medidas de mitigación propuestas deben ser revisadas y analizadas conjuntamente con las condiciones actuales y futuras del tránsito; y éstas tienen que ser implementadas a la par que se construye el desarrollo, no al término de la construcción.
- 4.-En nuestro país no se cuenta con información o bases de datos de generación de viajes, por lo que se sugiere recolectar información para contar con índices locales, lo que lleva a elaborar un estudio de generación de viajes, siempre y cuando la magnitud del desarrollo sea relevante, a fin de no invertir tiempo y dinero en desarrollos pequeños cuyos impactos son mínimos.
- 5.- Las autoridades de la Ciudad de México estrictamente deberán solicitar al desarrollador la elaboración del EIV como un requisito indispensable para la aprobación y obtención de la licencia de construcción.



REFERENCIAS

- Publicaciones del Instituto Mexicano del Transporte. Disponible en: <<http://www.imt.mx>> [Consulta: 2 marzo 2016]
- Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. *Manual Normativo Tomo XII, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. Recuperado de: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/tomo12norma.pdf>> [Consulta: 2 marzo 2016]
- Secretaría de Movilidad, Gobierno del Estado de Jalisco. *Metodología para Estudio de Impacto al Tránsito*. Recuperado de: <http://repte.jalisco.gob.mx/sites/default/files/metodologia_impacto_al_transitonew.pdf> [Consulta: 3 marzo 2016]
- Vela Morales, F.C. (2008). *Estudio de Impacto Vial. Marco Conceptual*. (Tesis de maestría, Universidad de San Carlos, Guatemala). Recuperado de: <<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5012/1/Francisco%20Guillermo%20Vela%20Morales.pdf>> [Consulta: 24 marzo 2016]
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México. (2012). *Planes Integrales de Movilidad: Lineamientos para una Movilidad Urbana Sustentable*. Recuperado de: <<http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Planes-integrales-de-movilidad-lineamientos.pdf>> [Consulta: 1 mayo 2016]
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2011). *Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina*. Recuperado de: <https://www.caf.com/media/4203/desarrollourbano_y_movilidad_americalatina.pdf> [Consulta: 13 julio 2016]
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (2003). *Uso de Suelo*. Recuperado de: <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/informes/informe2003_borrame/temas/suelo.pdf> [Consulta: 28 agosto 2016]
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Perú. (2013). *Manual de Inventarios Viales*. Recuperado de: <<http://docplayer.es/10756431-Manual-de-inventarios-viales.html>> [Consulta: 27 septiembre 2016]
- Notas periodísticas publicadas en el Diario “La Jornada”. Disponible en: <<http://www.jornada.unam.mx>>
- Códigos, leyes y reglamentos de la Ciudad de México. Disponible en: <<http://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/leyes#ley-de-desarrollo-urbano-del-districto-federal>>
- Institute of Transportation Engineers. (2010). *Transportation Impact Analyses for Site Development*. Washington D.C.



- Transportation Research Board 2000, Committee Executive. *Highway Capacity Manual. 2000*. Washington D.C. TRB.
- Florida Department of Transportation. (2014). *Transportation Site Impact Handbook*. Recuperado de: <http://teachamerica.com/tih/tsih_april_201404.pdf> [Consulta 2 marzo 2016]
- Wisconsin Department of Transportation. (2014). *Traffic Impact Analysis Guidelines*. Recuperado de: <<http://wisconsindot.gov/dtsdManuals/traffic-ops/manuals-and-standards/tiaguide.pdf>> [Consulta 9 marzo 2016]
- Publicaciones del Institute of Transportation Engineers. Disponible en: <<http://www.ite.org/>> [Consulta 16 marzo 2016]
- State of California Department of Transportation. (2002). *Guide for the Preparation of Traffic Impact Studies*. Recuperado de: <http://www.dot.ca.gov/hq/tpp/offices/ocp/igr_ceqa_files/tisguide.pdf> [Consulta: 24 marzo 2016]
- Oregon Department of Transportation. (2006). *Best Practices for Traffic Impact Studies*. Recuperado de: <http://www.oregon.gov/ODOT/TD/TP_RES/ResearchReports/BestPracticesforTraffic.pdf> [Consulta: 24 marzo 2016]
- American History, Oxford Research Encyclopedias. (2016). *Infrastructure: Mass Transit in 19th- and 20th-Century Urban America*. Recuperado de: <<http://americanhistory.oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780199329175.001.0001/acrefore-9780199329175-e-28>> [Consulta: 14 abril 2016]
- Washington State Department of Transportation. (2105). *Traffic Manual*. Recuperado de: <<http://www.wsdot.wa.gov/publications/manuals/fulltext/M51-02/Traffic.pdf>> [Consulta: 16 abril 2016]
- Arizona Department of Transportation. (2012). *Land Use and Traffic Congestion*. Recuperado de: <<https://www.azdot.gov/docs/default-source/planning/az618.pdf?sfvrsn=2>> [Consulta: 20 abril 2016]
- National Cooperative Highway Research Program. (2013). *Trip Generation Rates for Transportation Impact Analysis of Infill Developments*. Recuperado de: <<http://www.trb.org/Publications/Blurbs/170029.aspx>> [Consulta: 20 abril 2016]
- Pennsylvania Department of Transportation. (2009). *Policies and Procedures for Transportation Impact Studies*. Recuperado de:



- <<https://www.dot.state.pa.us/public/Bureaus/BOMO/MC/FinalTISGuidelines.pdf>>
[Consulta: 21 abril 2016]
- Victoria Transport Policy Institute. (2016). *Land Use Impacts on Transport: How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Recuperado de:
<<http://www.vtpi.org/landtravel.pdf>> [Consulta: 16 junio 2016]
 - South Africa Committee of Transportation Officials. (2012). *South African Traffic Impact and Site Traffic Assessment Manual*. Recuperado de:
<<http://www.accessmanagement.info/sites/default/files/TMH16-Traffic-Impact-Study-Manual-Vol-1.pdf>> [Consulta: 4 marzo 2016]
 - South Africa Committee of Transportation Officials. (2013). *South African Trip Data Manual*. Recuperado de:
<<http://www.koleko.co.za/wp-content/uploads/2015/05/TMH17-Trip-Data-Manual.pdf>>
[Consulta: 28 abril 2016]
 - Transport for London Road Network. (2006). *Transport Assessment Best Practice*. Recuperado de: <<http://content.tfl.gov.uk/transport-assessment-guidance-2006.pdf>>
[Consulta: 16 marzo 2016]
 - Scottish Executive Development Department. (2005). *Transport Assessment and Implementation: A Guide*. Recuperado de:
<<http://www.gov.scot/Resource/Doc/57346/0016796.pdf>> [Consulta: 16 marzo 2016]
 - London Department for Transportation. (2007). *Guidance on Transport Assessment*. Recuperado de:
<https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/263054/guidance-transport-assessment.pdf> [Consulta: 4 marzo 2016]
 - Emirate of Abu Dhabi Department of Transport. (2009). *Transportation Impact Study Guidelines*. Recuperado de: < http://nacv.pbworks.com/f/DoT+TIS+Guidelines_1.1.pdf>
[Consulta: 8 marzo 2016]
 - Emirate of Abu Dhabi Department of Transport. (2012). *Abu Dhabi Transportation Mobility Management Strategy*. Recuperado de:
<http://www.civitas.eu/sites/default/files/abu_dhabi_tmm_strategy_0.pdf> [Consulta: 5 abril 2016]
 - Network Industries Quarterly Vol. 14. (2012). *Evolution of the Transportation System in Dubai*. Recuperado de:
<<http://newsletter.epfl.ch/mir/index.php?module=epflfiles&func=getFile&fid=276&inline=1>> [Consulta: 13 abril 2016]
 - Land Transport New Zealand. (2007). *Transport Impact Guidelines for Site Development Literature Review, Vol. I y II*. Recuperado de:
<<https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/research/reports/327/docs/327-part1.pdf>>
[Consulta: 2 marzo 2016]



- Roads and Traffic Authority. (2002). *Guide to Traffic Generating Developments*. Recuperado de: < <http://www.rms.nsw.gov.au/documents/projects/guide-to-generating-traffic-developments.pdf>> [Consulta: 22 marzo 2016]
- Austroads, Sydney. (2009). *Guide to Traffic Management Part 12: Traffic Impacts of Development*. Recuperado de: <<https://www.onlinepublications.austroads.com.au/>> [Consulta: 30 marzo 2016]
- Transport Roads and Maritime Services. (2013). *Guide to Traffic Generating Developments Updated Traffic Surveys*. Recuperado de: <<http://www.rms.nsw.gov.au/trafficinformation/downloads/td13-04a.pdf>> [Consulta: 30 marzo 2016]
- Tasmania Department of Infrastructure, Energy and Resources. Roads and Traffic Division. (2007). *Traffic Impact Assessments (TIA) Guidelines*. Recuperado de: <http://www.transport.tas.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/108491/TIA_Framework_Edition_1_09-2007_Final.pdf> [Consulta: 25 abril 2016]
- Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. (2009). *Legislación sobre Impacto Vial: una necesidad urgente e inevitable*. Recuperado de: <<http://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/legislacion-sobre-impacto-vial.pdf>> [Consulta: 24 marzo 2017]

ANEXOS

ANEXO “A”

Reglamentación

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

Reglamento publicado en Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 29 de enero de 2004

En su última reforma publicada el 12 de enero del 2015

TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1.- Las disposiciones del presente Reglamento y de sus Normas Técnicas Complementarias, son de orden público e interés social. Las obras de construcción, instalación, modificación, ampliación, reparación y demolición, así como el uso de las edificaciones y los usos, destinos y reservas de los predios del territorio del Distrito Federal, deben sujetarse a las disposiciones de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y su Reglamento; de este Reglamento, sus Normas Técnicas Complementarias y demás disposiciones jurídicas y administrativas aplicables. Se aplicará de manera supletoria al presente Reglamento, la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal, además de las disposiciones mencionadas en este ordenamiento.

...

TÍTULO CUARTO DE LAS MANIFESTACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y DE LAS LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN ESPECIAL

CAPÍTULO I DE LAS MANIFESTACIONES DE CONSTRUCCIÓN

ARTÍCULO 47.- Para construir, ampliar, reparar o modificar una obra o instalación de las señaladas en el artículo 51 de este Reglamento, el propietario o poseedor del predio o inmueble, en su caso, el Director Responsable de Obra y los Corresponsables, previo al inicio de los trabajos debe registrar la manifestación de construcción correspondiente, conforme a lo dispuesto en el presente Capítulo. No procede el registro de manifestación de construcción cuando el predio o inmueble se localice en suelo de conservación.

ARTÍCULO 48.- Para registrar la manifestación de construcción de una obra o instalación, el interesado debe presentar en el formato correspondiente y ante la autoridad competente, la declaración bajo protesta de decir verdad, de cumplir con este Reglamento y demás disposiciones aplicables. Los derechos que cause el registro de manifestación de construcción deben ser cubiertos conforme a la autodeterminación que realice el interesado, de acuerdo con las tarifas establecidas por el Código Financiero del Distrito Federal para cada modalidad de manifestación de construcción.

El interesado debe llenar el formato correspondiente anexando el comprobante de pago de derechos y, en su caso de los aprovechamientos que procedan, así como los documentos que se señalan para cada modalidad de manifestación de construcción. La autoridad competente registrará la manifestación de construcción y, en su caso, anotará los datos indicados en el Carnet del Director Responsable de Obra y los Corresponsables siempre que el interesado cumpla con la entrega de los documentos y proporcione los datos requeridos en el formato respectivo, sin examinar el contenido de los mismos. En caso de que faltaren algunos de los requisitos, no se registrará dicha manifestación. La misma autoridad entregará al interesado la manifestación de construcción registrada y una copia del croquis o los planos y demás documentos técnicos con sello y firma original. A partir de ese momento el interesado podrá iniciar la construcción.

ARTÍCULO 49.- En el caso de las zonas arboladas que la obra pueda afectar, la Delegación establecerá las condiciones mediante las cuales se llevará a cabo la reposición de los árboles afectados con base en las disposiciones que al efecto expida la Secretaría del Medio Ambiente.

ARTÍCULO 50.- Registrada la manifestación de construcción, la autoridad revisará los datos y documentos ingresados y verificará el desarrollo de los trabajos, en los términos establecidos en el Reglamento de Verificación Administrativa para el Distrito Federal.

ARTÍCULO 51.- Las modalidades de manifestación de construcción son las siguientes:

I. Manifestación de construcción tipo A:

a) Construcción de no más de una vivienda unifamiliar de hasta 200 m² construidos, en un predio con frente mínimo de 6 m, dos niveles, altura máxima de 5.5 m y claros libres no mayores de 4 m, la cual debe contar con la dotación de servicios y condiciones básicas de habitabilidad que señala este Reglamento, el porcentaje del área libre, el número de cajones de estacionamiento y cumplir en general lo establecido en los Programas de Desarrollo Urbano.

Cuando el predio esté ubicado en zona de riesgo, se requerirá de manifestación de construcción tipo B;

b) Ampliación de una vivienda unifamiliar, cuya edificación original cuente con licencia de construcción, registro de obra ejecutada o registro de manifestación de construcción, siempre y cuando no se rebasen: el área total de 200 m² de construcción, incluyendo la ampliación, dos niveles, 5.5 m de altura y claros libres de 4 m; c) Reparación o modificación de una vivienda, así como cambio de techos o entepisos, siempre que los claros libres no sean mayores de 4 m ni se afecten elementos estructurales importantes;

d) Construcción de bardas con altura máxima de 2.50 m;

e) Apertura de claros de 1.5 m como máximo en construcciones hasta de dos niveles, si no se afectan elementos estructurales y no se cambia total o parcialmente el uso o destino del inmueble,

f) Instalación de cisternas, fosas sépticas o albañales;

II. Manifestación de construcción tipo B.

Para usos no habitacionales o mixtos de hasta 5,000 m² o hasta 10,000 m² con uso habitacional, salvo lo señalado en la fracción anterior, y

III. Manifestación de construcción tipo C.

Para usos no habitacionales o mixtos de más de 5,000 m² o más de 10,000 m² con uso habitacional, o construcciones que requieran de dictamen de impacto urbano o impacto urbano-ambiental.

...

CAPÍTULO II DE LAS LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN ESPECIAL

ARTÍCULO 55.- La licencia de construcción especial es el documento que expide la Delegación antes de construir, ampliar, modificar, reparar, demoler o desmantelar una obra o instalación.

ARTÍCULO 56.- Los derechos que causen las licencias de construcción especial serán cubiertos conforme al Código Financiero del Distrito Federal, los cuales se autodeterminarán por los interesados. La licencia de construcción especial y una copia de los planos sellados se entregarán al propietario o poseedor, o al representante legal.

En el caso de las zonas arboladas que la obra pueda afectar, la Delegación establecerá las condiciones mediante las cuales se llevará a cabo la reposición de los árboles afectados con base en las disposiciones que al efecto expida la Secretaría del Medio Ambiente.

ARTÍCULO 57.- Las modalidades de licencias de construcción especial que se regulan en el presente Reglamento son las siguientes:

I. Edificaciones en suelo de conservación;

II. Instalaciones subterráneas o aéreas en la vía pública;

III. Estaciones repetidoras de comunicación celular o inalámbrica;

IV. Demoliciones;

V. Excavaciones o cortes cuya profundidad sea mayor de un metro;

VI. Tapiales que invadan la acera en una medida superior a 0.5 m;

VII. Obras o instalaciones temporales en propiedad privada y de la vía pública para ferias, aparatos mecánicos, circos, carpas, graderías desmontables y otros similares, y

VIII. Instalaciones o modificaciones en edificaciones existentes, de ascensores para personas, montacargas, escaleras mecánicas o cualquier otro mecanismo de transporte electro-mecánico.

...

CAPÍTULO III DE LAS DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS SOBRE MANIFESTACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN ESPECIAL

ARTÍCULO 61.- Para ejecutar obras, instalaciones públicas o privadas en la vía pública o en predios de propiedad pública o privada, es necesario registrar la manifestación de construcción u obtener la licencia de construcción especial, salvo en los casos a que se refieren los artículos 62 y 63 de este Reglamento.

ARTÍCULO 62.- No se requiere manifestación de construcción ni licencia de construcción especial, para efectuar las siguientes obras:

I. En el caso de las edificaciones derivadas del "Programa de Mejoramiento en Lote Familiar para la Construcción de Vivienda de Interés Social y Popular" y programas de vivienda con características semejantes promovidos por el Gobierno del Distrito Federal a través del Instituto de Vivienda del Distrito Federal de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, mediante el otorgamiento de créditos en sus distintas modalidades, para la construcción de vivienda de interés social o popular, misma que deberá contar con la dotación de servicios y condiciones básicas de habitabilidad que señalan este Reglamento y sus Normas, respetando el número de niveles, los coeficientes de utilización y de ocupación del suelo y en general lo establecido en los Programas de Desarrollo Urbano;

II. Reposición y reparación de los acabados de la construcción, así como reparación y ejecución de instalaciones, siempre que no afecten los elementos estructurales y no modifiquen las instalaciones de la misma;

III. Divisiones interiores en pisos de oficinas o comercios cuando su peso se haya considerado en el diseño estructural;

IV. Impermeabilización y reparación de azoteas, sin afectar elementos estructurales;

V. Obras urgentes para prevención de accidentes, a reserva de dar aviso a la Delegación, dentro de un plazo máximo de cinco días hábiles contados a partir del inicio de las obras;

VI. Demolición de una edificación hasta de 60 m² en planta baja, o de un cuarto de hasta 16 m², sin afectar la estabilidad del resto de la construcción. Esta excepción no operará cuando se trate de los inmuebles a que se refiere la Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas y la Ley de Salvaguarda del Patrimonio Urbanístico Arquitectónico del Distrito Federal, o que se ubiquen en área de conservación patrimonial del Distrito Federal;

VII. Construcciones provisionales para uso de oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra y de los servicios sanitarios correspondientes;

VIII. La obra pública que realice la Administración, ya sea directamente o a través de terceros; la que en todo caso debe cumplir con los requisitos técnicos que establece el Reglamento de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal, éste Reglamento y sus Normas;

IX. En pozos de exploración para estudios varios y obras de jardinería;

X. Tapiales que invadan la acera en una medida menor de 0.5 m, y

XI. Obras similares a las anteriores cuando no afecten elementos estructurales.

ARTÍCULO 63.- No procede el registro de manifestación de construcción ni la expedición de la licencia de construcción especial respecto de lotes o fracciones de terrenos que hayan resultado de la fusión, subdivisión o relotificación de predios, efectuados sin autorización de la Administración.

...

REGLAMENTO DE LA LEY DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL

Reglamento publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 29 de enero de 2004.

En su última reforma publicada el 14 de enero de 2016.

CAPÍTULO V DEL CONTROL DEL DESARROLLO URBANO Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

SECCIÓN SEGUNDA DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN DICTAMEN DE IMPACTO URBANO O IMPACTO URBANO-AMBIENTAL

Artículo 76. El dictamen de impacto urbano o impacto urbano-ambiental tiene por objeto evaluar y dictaminar las posibles influencias o alteraciones negativas causadas al entorno urbano o al medio ambiente por alguna obra pública o privada en el área donde se pretenda realizar, con el fin de establecer las medidas adecuadas para la prevención, mitigación y/o compensación.

Artículo 77. Se requiere dictamen de impacto urbano o impacto urbano-ambiental para la obtención de autorización, licencia o registro de manifestación, cuando se pretendan ejecutar alguno de los siguientes proyectos:

- I. De uso habitacional de más de diez mil metros cuadrados de construcción;
- II. De uso no habitacional de más de cinco mil metros de construcción;
- III. De usos mixtos de cinco mil o más metros cuadrados de construcción;
- IV. Estaciones de servicio de combustibles para carburación como gasolina, diésel, gas LP y gas natural, para el servicio público y/o autoconsumo;
- V. Crematorios;
- VI. Se aplique la Norma de Ordenación General número 10.

Para los proyectos incluidos en las fracciones I, II y III, el estacionamiento bajo nivel de banqueta o medio nivel, no cuantificará para la suma total de metros cuadrados construidos, de conformidad con la superficie máxima de construcción permitida en la intensidad definida por los Programas de Desarrollo Urbano; pero, para el pago de derechos administrativos se cuantificará el total de metros construidos.

Artículo 78. Los promoventes de las obras o proyectos deben presentar un informe preliminar ante la Secretaría, para que ésta en un plazo de siete días defina el tipo de estudio a que estará sujeto o, en su caso, por las características del proyecto emita dictamen de que no requiere de Estudio de Impacto Urbano o Urbano-Ambiental. El informe preliminar debe contener:

I. Certificado de zonificación de uso del suelo específico vigente o Certificado de Zonificación de uso del suelo por derechos adquiridos o Certificado emitido a través del Sistema de Información Geográfica relativo al uso y factibilidades del predio;

II. Memoria descriptiva; y

III. Planos arquitectónicos, además de cubrir los requisitos que señalen los Lineamientos Técnicos correspondientes. La Secretaría en todo momento podrá realizar visitas de verificación al predio sujeto de la solicitud, con el fin de constatar la información ingresada.

Artículo 79. La Secretaría elaborará los formatos y Lineamientos Técnicos en los que se detalle el contenido mínimo, de acuerdo al tipo de estudio de que se trate.

SECCIÓN CUARTA DE LA EMISIÓN DEL DICTAMEN DE IMPACTO URBANO O IMPACTO URBANO- AMBIENTAL

Artículo 82. Para la emisión del dictamen, la Secretaría debe considerar:

I. La información contenida en el estudio de impacto urbano o impacto urbano-ambiental, complementos y anexos presentados, la ingresada por el solicitante, la resultante de la visita de verificación;

II. Los Programas de Desarrollo Urbano; III. Normas y ordenamientos;

IV. Los derechos adquiridos;

V. Las autorizaciones, licencias o permisos emitidos;

VI. Las opiniones emitidas por las Dependencias, Órganos Desconcentrados, Delegaciones, Entidades o Unidades Administrativas en su caso;

VII. La opinión vecinal que se integró en la consulta pública de los respectivos instrumentos de planeación urbana o ambiental; y

VIII. En su caso, los proyectos de alternativas de adecuación o modificación al proyecto original.

Artículo 83. La Secretaría determinará en la emisión del dictamen:

I. La procedencia de la inserción de una obra o proyecto en el entorno urbano, para lo cual podrá imponer las medidas de mitigación o compensación necesarias para evitar o minimizar los efectos negativos que pudiera generar, pudiéndose, en su caso, determinar el pago de aprovechamientos de la estructura urbana, conforme al Código Financiero del Distrito Federal; y

II. La improcedencia de la inserción de una obra o proyecto en su entorno urbano considerando que:

a) Los efectos no puedan ser minimizados a través de las medidas de mitigación y compensación propuestas y, por consecuencia, se genere afectación al espacio público o a la estructura urbana; b)

El riesgo a la población en su salud o sus bienes no pueda ser evitado por las medidas propuestas en el estudio o por la tecnología constructiva y de sus instalaciones;

c) Existe falsedad en la información presentada por los solicitantes o desarrolladores; y

d) El proyecto altera de forma significativa la estructura urbana. El contenido íntegro del dictamen debe ser publicado en un diario de mayor circulación en el Distrito Federal, dentro de los quince días posteriores a su recepción, lo cual se realizará con cargo al particular. El interesado debe ingresar un original de la publicación a la Secretaría para ser integrado al expediente.

Artículo 84. El dictamen tendrá una vigencia de dos años. Si el proyecto no hubiera sido modificado sustancialmente y no hubiera cambiado la situación del entorno urbano de la zona en donde se pretenda ubicar, la Secretaría podrá prorrogar el dictamen hasta por un año más. En caso contrario, el proyecto debe ser nuevamente evaluado por la Secretaría.

El promovente o desarrollador debe solicitar su prórroga por escrito a la Secretaría, dentro de 15 días hábiles, previos a la conclusión de la vigencia del dictamen.

LEY DE MOVILIDAD DEL DISTRITO FEDERAL

Ley publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 14 de julio de 2014

TITULO SEGUNDO DE LA PLANEACIÓN Y LA POLÍTICA DE MOVILIDAD

CAPITULO III DEL ESTUDIO DE IMPACTO DE MOVILIDAD

Artículo 53.- El estudio del impacto de movilidad tiene por objeto que la Secretaría evalúe y dictamine las posibles influencias o alteraciones generadas por la realización de obras y actividades privadas dentro del territorio del Distrito Federal, sobre los desplazamientos de personas y bienes, a fin de evitar o reducir los efectos negativos sobre la calidad de vida y la competitividad urbana, propiciar el desarrollo sustentable del Distrito Federal, así como asegurar su congruencia con el Programa Integral de Movilidad, el Programa Integral de Seguridad Vial, el Programa General de Desarrollo Urbano y los principios establecidos en esta Ley.

El procedimiento se inicia al presentar ante la Secretaría la solicitud de evaluación del estudio de impacto de movilidad, en sus diferentes modalidades y concluye con la resolución que ésta emita, de conformidad a los tiempos que para el efecto se establezcan en el Reglamento, los cuales no podrán ser mayores a cuarenta días hábiles.

La elaboración del estudio de impacto de movilidad se sujetará a lo que establece la presente Ley, el Reglamento y al pago de derechos ante la autoridad competente, conforme a lo dispuesto en el Código Fiscal del Distrito Federal.

Artículo 54.- En respuesta a la solicitud presentada por el promovente respecto a la evaluación de los estudios de impacto de movilidad, la Secretaría emitirá la factibilidad de movilidad, que es el documento mediante el cual se determina, de acuerdo a las características del nuevo proyecto u obra privada, si se requiere presentar o no informe preventivo. Los plazos para emitirla se establecerán en el Reglamento, los cuales no podrán ser mayores a siete días hábiles.

El informe preventivo es el documento que los promoventes de nuevos proyectos y obras privadas deberán presentar ante la Secretaría, conforme a los lineamientos técnicos que para efecto se establezcan, así como los plazos para emitirlo, los cuales no podrán ser mayores a quince días hábiles, para que la Secretaría defina conforme al Reglamento, el tipo de Manifestación de Impacto de Movilidad a que estarán sujetos, en las siguientes modalidades:

- a) Manifestación de impacto de movilidad general; y
- b) Manifestación de impacto de movilidad específica.

En el Reglamento se establecen las obras privadas que estarán sujetas a la presentación de un estudio de impacto de movilidad en cualquiera de sus modalidades.

Con la finalidad de contribuir con la simplificación administrativa y no contravenir lo dispuesto la Ley de Establecimientos Mercantiles del Distrito Federal, así como en la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, no estarán sujetos a la presentación del Estudio de Impacto de Movilidad en cualquiera de sus modalidades: la construcción y/o ampliación de vivienda unifamiliar, así como la vivienda plurifamiliar no mayor a diez viviendas siempre y cuando éstas no cuenten con frente a una vialidad primaria; los establecimientos mercantiles de bajo impacto, nuevos y en funcionamiento; las modificaciones a los programas de desarrollo urbano en predios particulares destinados a usos comerciales y servicios de bajo impacto urbano; así como a la micro y pequeña industria;

Su incumplimiento será sancionado de conformidad con lo establecido en esta Ley y el Reglamento.

ANEXO “B”

Propuesta de un contenido para el Estudio de Movilidad, elaborada por el ITDP México A.C.

Contenido propuesto por el ITDP México A.C. para el Estudio de Movilidad.

1.- Descripción física y demográfica del área de estudio

- 1.1. Delimitación del área de estudio
- 1.2. Estudio demográfico y socio-económico.
 - 1.2.1. Población económicamente activa y niveles de ingreso
 - 1.2.2. Densidad poblacional de empleo, actividad comercial y de servicios
 - 1.2.3. Tendencias y pronóstico de crecimiento
 - 1.2.4. Detectar centralidades urbanas
- 1.3. Estudio de usos del suelo
- 1.4. Ubicación de espacios públicos e infraestructura relevante.
 - 1.4.1. Diagnóstico y caracterización del espacio público existente
 - 1.4.2. Diagnóstico y caracterización de la infraestructura relevante para la movilidad

2.- Descripción de oferta de movilidad en todos los modos de transporte

- 2.1. Inventario de la red vial
 - 2.1.1. Capacidad de la red vial primaria de acceso al área de estudio
 - 2.1.2. Descripción de la red vial secundaria dentro del área de estudio
- 2.2. Sistemas y estaciones de transporte masivo
 - 2.2.1. Georreferenciación de corredores de transporte masivo
 - 2.2.2. Estaciones de transporte masivo
 - 2.2.3. Frecuencia de paso y capacidad de los corredores
- 2.3. Rutas de transporte público concesionado que sirven el área de estudio
 - 2.3.1. Derroteros de las rutas de transporte público
 - 2.3.2. Frecuencia de paso.
 - 2.3.3. Características de las unidades
- 2.4. Inventario de la infraestructura ciclista
 - 2.4.1. Oferta de infraestructura ciclista
 - 2.4.2. Calidad de la infraestructura vial para la movilidad en bicicleta
- 2.5. Inventario de la infraestructura peatonal
 - 2.5.1. Cobertura y calidad de banquetas
 - 2.5.2. Seguridad de intersecciones
 - 2.5.3. Vías peatonales, zonas de tránsito calmado y calles prioritarias para peatones
- 2.6. Estacionamientos
 - 2.6.1. En vía pública. Censo de espacios para estacionamiento en la vía pública.
 - 2.6.2. Estacionamientos públicos. Estimación en campo y escritorio de espacios para estacionamiento en viviendas, oficinas, servicios y comercios (oferta fuera de la calle).
 - 2.6.3. Estacionamientos privados. Estimación en campo y escritorio de espacios para estacionamiento y tarifa en estacionamientos públicos.

3. Descripción de la demanda actual de movilidad en todos los modos de transporte

3.1. Caracterización de la movilidad

- 3.1.1. Orígenes y destinos, distribución modal de viajes
- 3.1.2. Patrones y propósito de los viajes
- 3.1.3. Análisis de los accidentes de tránsito

3.2. Vialidades y uso del automóvil privado

- 3.2.1. Aforos vehiculares
- 3.2.2. Nivel de servicio
- 3.2.3. Saturación de las vialidades en hora de máxima demanda
- 3.2.4. Levantamiento de tiempos de recorrido

3.3. Estacionamiento

3.3.1. En vía pública

- 3.3.1.1. Análisis de espacios para estacionamiento en la vía pública
- 3.3.1.2. Estudio de ocupación durante el día y la madrugada
- 3.3.1.3. Estudio de rotación y tiempo de permanencia
- 3.3.1.4. Tiempo de búsqueda de estacionamiento

3.3.2. En espacios para estacionamiento en viviendas, oficinas, servicios y comercios (fuera de la calle): estimación de ocupación por tipo de actividad

3.3.3. En estacionamientos públicos: estimación de ocupación, censo de tarifas.

3.4. Movilidad no motorizada

- 3.4.1. Aforos ciclistas
- 3.4.2. Aforos peatonales

3.5. Demanda de transporte público

- 3.5.1. Transporte masivo
- 3.5.2. Transporte público
 - 3.5.2.1. Tiempos de recorrido y demoras
 - 3.5.2.2. Estudio de ascenso-descenso
 - 3.5.2.3. Estudio de frecuencia de paso y ocupación visual

4. Estimación de escenarios futuros.

4.1. Modelación de la demanda futura

- 4.1.1. Estimación del crecimiento de la demanda derivado del cambio en el uso del suelo
- 4.1.2. Estimación del impacto del proyecto evaluado en la demanda de movilidad

4.2. Análisis de capacidad multimodal para cada una de las alternativas

- 4.2.1. Nivel de servicio vial
- 4.2.2. Nivel de servicio del transporte masivo
- 4.2.3. Nivel de servicio peatonal
- 4.2.4. Nivel de servicio ciclista

4.3. Estimación de externalidades

- 4.3.1. Demora promedio
 - 4.3.2. Velocidad promedio
 - 4.3.3. Emisiones de CO, NOX y VOC (evaluaciones de referencia)
 - 4.3.4. Consumo de combustible (evaluaciones de referencia)
 - 4.3.5. Duración del periodo pico
 - 4.3.6. Distancia total recorrida
- 4.4. Planeación participativa
 - 4.4.1. Consulta con responsables de la gestión pública
 - 4.4.2. Consulta con vecinos y otros actores claves en la zona

5. Plan de Movilidad.

Utilizando la información recabada de diagnóstico, los resultados de los escenarios planteados, así como las experiencias internacionales exitosas en la materia, se harán las recomendaciones específicas de un plan de movilidad que responda a los objetivos de reducción del uso del auto, accesibilidad y desarrollo urbano mixto y compacto.

- 5.1. Oferta y gestión de estacionamientos
- 5.2. Plan de movilidad empresarial
- 5.3. Elementos de proyecto arquitectónico
- 5.4. Medidas de espacio público circundante
- 5.5. Medidas de apoyo al transporte público

ANEXO “C”

Formato para elaborar un Inventario Vial

INVENTARIO VIAL PARA ESTUDIO DE MOVILIDAD			
DATOS GENERALES			
PROYECTO:			FECHA DEL INVENTARIO:
ID DE LA ZONA:	ZONA:	ID DE LA INTERSECCIÓN:	INTERSECCIÓN:
UBICACIÓN DE LA INTERSECCIÓN:			
CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA INTERSECCIÓN:			
ID DE ACCESOS:	VÍAS QUE SON ACCESOS:		
ID DE SALIDAS:	VÍAS QUE SON SALIDA:		
CLIMA:		COORDENADAS DE LA INTERSECCIÓN	
		LATITUD:	LONGITUD:
INFRAESTRUCTURA VIAL			
NO. DE CARRILES VEHICULARES EN ACCESOS:		ANCHO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN ACCESOS:	
NO. DE CARRILES VEHICULARES EN SALIDAS:		ANCHO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN SALIDAS:	
TIPO DE INTERSECCIÓN:		DIVERSIDAD DE DE CARRILES ADICIONALES A LOS DE TRANSPORTE PRIVADO:	<input type="checkbox"/> Carriles aux. para vueltas en la intersección <input type="checkbox"/> Carril de almacenamiento para vuelta izquierda <input type="checkbox"/> Carril vuelta continua a la derecha <input type="checkbox"/> Carriles laterales por separado <input type="checkbox"/> Carril exclusivo para trolebús <input type="checkbox"/> Carril exclusivo para metrobús <input type="checkbox"/> Carril para bicicletas <input type="checkbox"/> Está confinado <input type="checkbox"/> Sólo está pintado <input type="checkbox"/> Carril en contraflujo <input type="checkbox"/> Carril reversible <input type="checkbox"/> Otro:
SEPARACIÓN CENTRAL EN VIALIDADES:	<input type="checkbox"/> Raya continua doble <input type="checkbox"/> Guarnición <input type="checkbox"/> Camellón sin vegetación <input type="checkbox"/> Camellón ajardinado <input type="checkbox"/> Parque		
TIPO DE PAVIMENTO:			
ESTADO DEL PAVIMENTO:			
FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES (DE ASFALTO, ADOQUÍN, EMPEDRADOS):	<input type="checkbox"/> Deformaciones (roderas, ondulaciones transversales, hinchamiento) <input type="checkbox"/> Roturas (Agrietamiento piel de cocodrilo, tipo mapa, long. Y transv.) <input type="checkbox"/> Desprendimientos (Baches, desintegración, desprendimiento de agregados)	ESTADO DE LAS BANQUETAS:	
FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS (DE CONCRETO, REFORZADO, CON ESTAMPADO O ACABADO APARENTE):	<input type="checkbox"/> Grietas (en esquina, longitudinales, transversales, fracturación múltiple) <input type="checkbox"/> Fallas en las juntas (separación de juntas, deterioro del sello) <input type="checkbox"/> Superficie irregular (descascaramiento, hundimientos, levantamiento loc.)	BAHÍA PARA TRANSPORTE PÚBLICO:	
		ESTACIONAMIENTO EN VÍA PÚBLICA:	
		PUNTES O TUNELES PEATONALES:	

DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Tipo:		Estado de conservación:		Tipo:		Estado de conservación:					
<input type="checkbox"/>	Raya separadora de sentidos de circulación			<input type="checkbox"/>	Marcas para identificar ciclovías						
<input type="checkbox"/>	Raya separadora de carriles			<input type="checkbox"/>	Guarniciones delineadas						
<input type="checkbox"/>	Rayas canalizadoras			<input type="checkbox"/>	Botones						
<input type="checkbox"/>	Rayas de alto			<input type="checkbox"/>	Vialetas						
<input type="checkbox"/>	Rayas para cruce de peatones			<input type="checkbox"/>	Boyas						
<input type="checkbox"/>	Flechas direccionales			<input type="checkbox"/>	Reductores de velocidad	<input type="checkbox"/>	Tipo paso peatonal	<input type="checkbox"/>	Tipo vado	<input type="checkbox"/>	Tipo vibrador
<input type="checkbox"/>	Marcas para estacionamiento					<input type="checkbox"/>	De asfalto	<input type="checkbox"/>	De concreto	<input type="checkbox"/>	De plástico o hule
<input type="checkbox"/>	Marcas para delimitar un carril de autobús o trolebús					<input type="checkbox"/>	De boyas	<input type="checkbox"/>	Otro:		
<input type="checkbox"/>	Raya(s) separadora(s) de carril	<input type="checkbox"/>	Boyas	<input type="checkbox"/>	Topes						
<input type="checkbox"/>	Cambio de nivel	<input type="checkbox"/>	Guarnición	<input type="checkbox"/>	Otro:						
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Isleta (s)						
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Paso (s) de cortesía						

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

<input type="checkbox"/> Vehiculares		<input type="checkbox"/> Peatonales		FOTO DE LA UNIDAD DE CONTROL:
Número de soportes:	Número de cabezas:	Número de soportes:	Número de cabezas:	
Número de caras:	Número de lentes:	Número de caras:	Número de lentes:	
Tipo de lámpara:		Tipo de lámpara:		
<input type="checkbox"/> De destello		Tipos de soporte:		
Número de soportes:	Número de cabezas:	<input type="checkbox"/>	Poste	
Número de caras:	Número de lentes:	<input type="checkbox"/>	Ménsula corta	
Tipo de lámpara:		<input type="checkbox"/>	Ménsula larga	
		<input type="checkbox"/>	Bandera	
		<input type="checkbox"/>	Puente	
		<input type="checkbox"/>	Otro:	
UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL:				
COLOR DE GABINETE O CAJA:				

TRANSPORTE PÚBLICO															
TRANSPORTE PÚBLICO QUE PASA POR LA INTERSECCIÓN					EXISTEN O HACEN BASES CERCA DE LA INTERSECCIÓN DE:										
<input type="checkbox"/>	Metrobús	<input type="checkbox"/>	RTP	<input type="checkbox"/>	Trolebús	<input type="checkbox"/>	Autobuses	<input type="checkbox"/>	Metrobús parada establecida	<input type="checkbox"/>	RTP (parada establecida)	<input type="checkbox"/>	Trolebús (parada establecida)		
<input type="checkbox"/>	Microbuses	<input type="checkbox"/>	Combis	<input type="checkbox"/>	Taxis	<input type="checkbox"/>	Bicitaxis	<input type="checkbox"/>	Autobús	<input type="checkbox"/>	Microbús	<input type="checkbox"/>	Combi	<input type="checkbox"/>	Taxi
<input type="checkbox"/>	Otro:														
URBANÍSTICA AMBIENTAL															
USO DEL SUELO								ARBORIZACIÓN							
<input type="checkbox"/>	Casas habitación	<input type="checkbox"/>	Condominios o departamentos	<input type="checkbox"/>	Comercio	<input type="checkbox"/>	Servicios (hospitales, oficinas, parque, alberca, etc)	<input type="checkbox"/>	Industria						
MOBILIARIO URBANO															
<input type="checkbox"/>	Para de autobús con cobertizo	<input type="checkbox"/>	Para de autobús sin cobertizo	<input type="checkbox"/>	Banca(s)(sin contar las de cobertizo)	<input type="checkbox"/>	Vallas, mupis y espectaculares publicitarios	<input type="checkbox"/>	Vallas, mupis y espectaculares no luminosos (Carteles o poster)						
<input type="checkbox"/>	Videocámara vehicular montada sobre semáforo	<input type="checkbox"/>	Radar(es) vehicular	<input type="checkbox"/>	Luminarias	<input type="checkbox"/>	Bote(s) de basura	<input type="checkbox"/>	Buzón(es)						
<input type="checkbox"/>	Caseta telefónica	<input type="checkbox"/>	Hidrante(s)	<input type="checkbox"/>	Cicloestación Ecobici	<input type="checkbox"/>	Biciestacionamiento(s)	<input type="checkbox"/>	Rampa(s) para personas con capacidades diferentes						
AMBULANTES															
Número de ambulantes:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limpiaparabrisas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vendedores	<input type="checkbox"/>	Malabaristas	<input type="checkbox"/>	Limosneros	<input type="checkbox"/>	Otro			
INVASIÓN DE BANQUETAS Y OBSTÁCULOS A PEATONES					OBSTÁCULOS A LA CIRCULACIÓN VEHICULAR										
<input type="checkbox"/>	Banquetas depejadas	<input type="checkbox"/>	Bloqueo de rampas para personas con capacidades diferentes	<input type="checkbox"/>	Puesto informal fijo de venta sobre la vía	<input type="checkbox"/>	Puesto informal fijo sobre la vía (tienen una estructura anclada sobre el arroyo vehicular								
<input type="checkbox"/>	Puesto formal fijo sobre la banqueta (ej. De revistas, florerías, etc.)	<input type="checkbox"/>	Puesto informal fijo sobre la banqueta (tiene una estructura anclada a la banqueta)	<input type="checkbox"/>	Puesto informal semifijo sobre la vía	<input type="checkbox"/>	Postes, botes, troncos, rocas, pajas, etc. para apartar o impedir estacionamiento sobre la vía								
<input type="checkbox"/>	Puesto informal semifijo sobre la banqueta (los que se quitan en la noche, que no están siempre)	<input type="checkbox"/>	Estacionamiento sobre banquetas	<input type="checkbox"/>	Estacionamiento sobre la vía	<input type="checkbox"/>	Escombros sobre la vía								
<input type="checkbox"/>	Estacionamiento zona de obra en banqueta	<input type="checkbox"/>	Escombros sobre banqueta	<input type="checkbox"/>	Zona de obra sobre la vía										
<input type="checkbox"/>	Otros:						<input type="checkbox"/>	Otros:							

COMPORTAMIENTO VEHICULAR			
ACCIONES DEL TRANSPORTE PÚBLICO SÓLO SI ALTERAN CONSIDERABLEMENTE EL FLUJO VEHICULAR		ACCIONES DEL TRANSPORTE PRIVADO SÓLO SI ALTERAN CONSIDERABLEMENTE EL FLUJO VEHICULAR	
<input type="checkbox"/> Hacен base cerca de la intersección	<input type="checkbox"/> Realizan ascensos y descensos en segunda fila	<input type="checkbox"/> Se estacionan en un carril con prohibición de estacionamiento	<input type="checkbox"/> Se estacionan en doble fila
<input type="checkbox"/> Realizan ascensos y descensos saliendo de la intersección		<input type="checkbox"/> Realizan ascensos y descensos en segunda fila	<input type="checkbox"/> Realizan carga o descarga de mercancía en un carril con prohibición de estacionamiento
<input type="checkbox"/> Fila de microbuses para ascenso y descenso		<input type="checkbox"/> Realizan carga o descarga de mercancía en doble fila	
<input type="checkbox"/> Otras:		<input type="checkbox"/> Otras:	
FLUJO PEATONAL	FLUJO DE BICICLETAS	CONFLICTO DE INTERACCIÓN	
Acceso y/o salida con mayor flujo peatonal:	Acceso y/o salida con mayor flujo de bicicletas:	<input type="checkbox"/> Se genera conflicto entre flujo de peatones y giros vehiculares	
		<input type="checkbox"/> Se genera conflicto entre ambulante y flujo vehicular	
		<input type="checkbox"/> Se genera conflicto entre ambulante y flujo de peatones	
		<input type="checkbox"/> Se genera conflicto entre flujo de peatones y flujo de ciclistas	
		<input type="checkbox"/> Otros:	
GENERADORES Y ATRACTORES DE VIAJES SÓLO SI ALTERAN CONSIDERABLEMENTE EL FLUJO POR ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS			
<input type="checkbox"/> Centro comercial departamental	<input type="checkbox"/> Lugar de entretenimiento	<input type="checkbox"/> Restaurante	<input type="checkbox"/> Escuela
<input type="checkbox"/> Edificio público	<input type="checkbox"/> Edificio de vivienda	<input type="checkbox"/> Comercio	<input type="checkbox"/> Estación del metro o metrobús
<input type="checkbox"/> Industria o centro logístico	<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Centro de transferencia modal	<input type="checkbox"/> Hospital
OBSERVACIONES ADICIONALES			

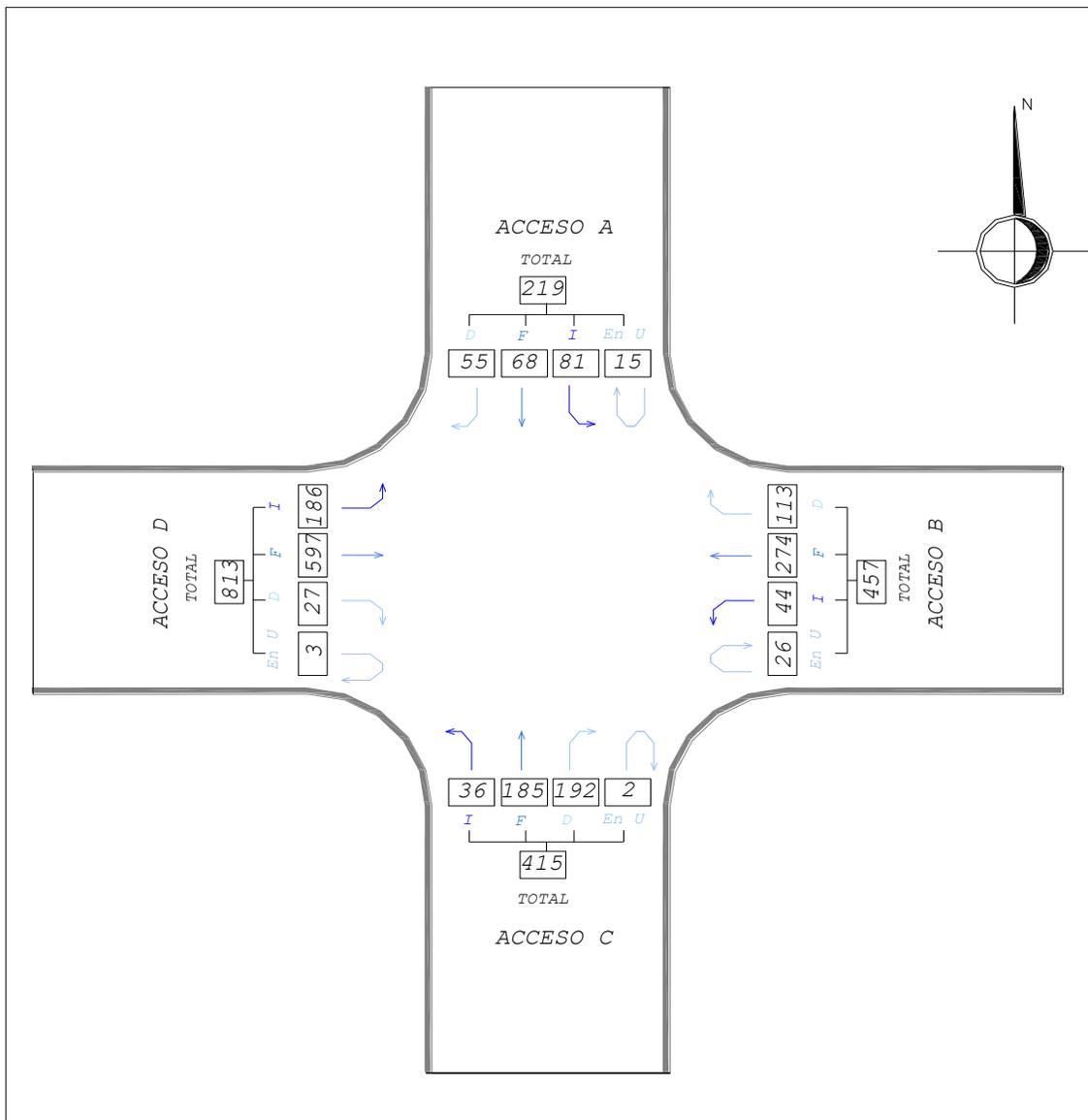
Fuente: Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL), Instituto de Ingeniería, UNAM.

ANEXO “D”

Ejemplo Tabla Resumen Aforo Vehicular – Hora Pico

HORARIO	Acceso A				Acceso B				Acceso C				Acceso D				TOTAL
	D	F	I	En U	D	F	I	En U	D	F	I	En U	D	F	I	En U	
14:30 - 14:45	12	24	29	2	36	76	15	8	51	47	10	1	6	122	54	1	494
14:45 - 15:00	17	14	16	4	26	53	7	4	54	44	10	0	8	146	50	0	453
15:00 - 15:15	13	15	20	5	21	75	11	4	37	57	8	1	10	173	44	1	495
15:15 - 15:30	13	15	16	4	30	70	11	10	50	37	8	0	3	156	38	1	462
Total	55	68	81	15	113	274	44	26	192	185	36	2	27	597	186	3	1904
FHP	0.81	0.71	0.70	0.75	0.78	0.90	0.73	0.65	0.89	0.81	0.90	0.50	0.68	0.86	0.86	0.75	0.96

NOTAS: D= Derecha I= Izquierda
F= Frente En U= Vuelta en u
FUENTE: Elaboración Propia



ANEXO “E”
FORMATO AFORO VEHICULAR

AFORO VEHICULAR									
Hora [min]	Bicicleta	Motocicleta	Automóvil	Taxi	Transporte Público			Camión de Carga	
					Van	Microbús	Autobús	Camión unitario	Camión Articulado
PRIMERA HORA	00-15								
	TOTAL								
	15-30								
	TOTAL								
	30-45								
	TOTAL								
	45-60								
TOTAL									
Hora [min]	Bicicleta	Motocicleta	Automóvil	Taxi	Transporte Público			Camión de Carga	
					Van	Microbús	Autobús	Camión unitario	Camión Articulado
SEGUNDA HORA	00-15								
	TOTAL								
	15-30								
	TOTAL								
	30-45								
	TOTAL								
	45-60								
TOTAL									

FUENTE: Elaboración Propia.

ANEXO “F”

**FORMATO CON EJEMPLO PARA UN
ESTUDIO DE VELOCIDAD PEATONAL**

PEDESTRIAN LEVEL OF SERVICE STUDY

Location: *M.A. Quevedo esq. División del Norte*

Weather: **Soleado**

Name(s) **González Miranda Jesús Joaquín**

Speed Timing Length on Sidewalk (m) **30**

Date: **02-ene-17**

Time: **11:31**

PED#	Travel Time (s)	DIRECTION	GENDER	AGE	PERSON SIZE	GROUP	TRIP PURPOSE	BAG(S)	PERSONAL ITEMS				PUSHING	WALKING AIDE	COMMENT
									Phone	Headphone	Drink	PDA			
		N = north S = south E = east W = west	F = Female M = Male	1 = under 14 2 = 14 - 65 3 = over 65	0 = Average 1 = Large (we over average space req'd)	# = people in grou 1 = 1 person 2 = 2 people etc	0 = Not sure 1 = Tourist 2 = Service 3 = Business 4 = Non - business	0 = None 1 = Yes, no effect 2 = Yes, affects speed					0 = Nothing 1 = Stroller 2 = Service cart 3 = Wheelchair 4 = Rolling suitcas	0 = No 1 = Crutches 2 = Wheelchai 3 = Cane 4 = Stroller	
1	17.8	E	M	2	0	1	0	2	X				0	0	Transeúnte
2	25.0	E	F	2	0	1	0	1					0	0	Uso de lentes
3	17.1	E	M	2	0	1	0	0					0	0	Vestimenta ligera
4	16.5	E	M	2	0	1	0	0	X				0	0	Hablando por teléfono
5	23.8	E	M	2	0	1	1	1		X			0	0	Distraído
6	23.3	W	F	2	0	1	0	0					0	0	Vestimenta deportiva
7	17.3	W	M	2	0	1	2	0					2	0	Vendedor ambulante
8	21.2	W	M	2	0	1	0	0					0	0	Comiendo
9	28.3	E	F	2	1	1	0	1					0	0	Transeúnte
10	21.1	W	M	2	0	1	3	0					0	0	Uso de lentes
11	22.1	W	M	2	0	1	2	2		X			0	0	Transeúnte
12	24.2	E	M	3	0	1	3	1					0	0	Vestimenta formal
13	20.0	W	M	2	1	1	3	2	X				0	0	Vestimenta formal
14	21.7	W	M	2	0	1	0	1					0	0	Transeúnte
15	33.1	W	M	2	1	1	0	1					0	0	Uso de bolso

FUENTE: New York City Pedestrian Level of Service Phase I. NYC Department of City Planning. Abril 2006.