



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE DOS
RUEDAS EN LA CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE CORREDORES
VIALES**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR:

Garboza Bonilla, Kevyn Alejandro

Martínez, Jeniffer

PROFESOR GUÍA:

Rodríguez Castillo, Yarisa

FECHA:

Febrero 2010



AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Yaris Rodríguez un agradecimiento especial y sincero por aceptar realizar esta tesis bajo su tutela. El apoyo y la confianza otorgada a nuestro trabajo, así como su capacidad para guiar nuestras ideas han sido un aporte invaluable. Gracias por su dedicación.

A nuestros amigos los Ing. Juan Manuel Martínez Manzano y José Antonio Fajardo, quienes nos brindaron tiempo, apoyo y esfuerzo a lo largo de la realización de este Trabajo Especial de Grado.

A Daniela Rosario que dedicó tiempo en el desarrollo del escrito, así como Henry Velásquez y Marco Montilla quienes nos acompañaron en la realización de los levantamientos de campo.

Al Ing. Richard Hidalgo, la Ing. Lismar Ramos, la Ing. Keyla Maza y al Lic. Juan Andrés Rondón; gracias por tener la disposición de recibimos y suministrar información referente a la investigación.



DEDICATORIA

Son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo, el lograr alcanzar un objetivo más hacia el camino de mi culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

A mis padres, por darme la estabilidad emocional, económica y sentimental para poder llegar hasta este logro que, definitivamente, no hubiese podido ser realidad sin ustedes. GRACIAS por darme la posibilidad de que de mi boca salga esa palabra FAMILIA. Padre, serás siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo al final es recompensa. Tu esfuerzo, se convirtió en tu triunfo y el mío. Madre, siempre serás esa chispa que enciende mis motivaciones con tu sabiduría, paciencia, cuidado y cariños. LOS AMO.

A mi hermana Naty por ser mi amiga y estar siempre presente en todos los momentos que bien o mal han marcado pauta en mi vida, eres la mejor de todas. Mil Gracias por cuidarme y apoyarme.

A todos mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes en especial a mi amiga CARMEN IRENE por estar siempre conmigo apoyándome en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, LOS RECUERDO.

Jeniffer Martínez.

A mi padre Haroldo Garboza, gracias por estar a mi lado en los momentos más importantes en mi vida. Sus esfuerzos y sacrificios permitieron que pudiera alcanzar esta meta.

A Vicmelia Salazar, por ser como una madre para mí. Por contribuir en el desarrollo de mi persona y velar por mí cuando no tenía obligación de hacerlo.

Este logro es de los tres, sin ustedes jamás hubiera podido lograrlo. Gracias.

Kevyn Alejandro Garboza Bonilla.



RESUMEN

ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS EN LA CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE CORREDORES VIALES

Kevyn Alejandro Garboza Bonilla
Jeniffer Martínez

Palabras Claves: Motocicleta, Vías Expresas, Capacidad, Densidad, Nivel de Servicio

La Red Vial del Área Metropolitana de Caracas opera bajo condiciones que reflejan Niveles de Servicio deficientes, que se derivan de un desarrollo urbanístico descontrolado, de una infraestructura vial deficiente, de la falta de planificación y elaboración de nuevos proyectos y de un sistema de transporte público deficiente.

El aumento del parque automotor ha ocasionado un incremento en los tiempos de viaje y una reducción de movilidad en los corredores viales, induciendo un aumento de una nueva modalidad de vehículo, que no se ve afectada por las condiciones de congestión presentes en las vías, provee un beneficio que se refleja en la disminución de tiempos de viaje y además es atrayente por su bajo costo para la adquisición. Esta modalidad de vehículo se denomina motocicleta.

Por sus pequeñas dimensiones, las motocicletas permiten que los conductores de las mismas puedan sortear el tráfico en situaciones de alta demanda vehicular, circulando entre canales. Este tipo de circulación genera una incidencia negativa en la operación de corredores viales, específicamente en la vialidad expresa, que se traduce en una reducción de su capacidad y en un desmejoramiento del nivel de servicio.

Mediante el desarrollo de la investigación se determinó como inciden en la operación de las vías expresas sometidas a este incremento de motocicletas en su composición vehicular y se planteó una metodología que permitió estimar en qué proporción se afectan las condiciones operativas de los tramos viales evaluados.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 ALCANCE.....	3
1.6 LIMITACIONES	4
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	5
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS	5
2.2 REDES VIALES.....	6
2.2.1 Clasificación Funcional de las Vías Urbanas	7
2.3 FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE AUTOPISTAS	7
2.3.1 Segmentos Básicos de Autopistas	8
2.3.2 Términos de Capacidad de una Autopista	8
2.3.3 Características del Flujo	9
2.3.4 Factores que afectan la Velocidad de Flujo Libre (FFS).....	12
2.3.5 Vehículos Equivalentes	12
2.3.6 Población de Conductores.....	13
2.3.7 Niveles de Servicio (LOS).....	13
2.4 MÉTODO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE OPERACIÓN EN AUTOPISTAS	14
2.4.1 Limitaciones de la Metodología	15
2.4.2 Metodología de Análisis de Segmentos Básicos de una Autopista según el Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000)	16
2.4.2.1 Nivel de Servicio (LOS)	17
2.4.2.2 Determinación de la Velocidad de Flujo Libre (FFS)	19
2.4.2.3 Determinación de la Tasa de Flujo	22
2.4.2.4 Determinación del Nivel de Servicio (LOS).....	24



2.5	HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE (HCS - 3)	25
2.6	FUNDAMENTOS LEGALES	26
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA Y DESARROLLO		28
3.1	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	28
3.2	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS	30
3.3	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	30
3.3.1	Criterios de Selección de Puntos	31
3.3.2	Selección de Corredores Viales	32
3.4	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO EN UN CORREDOR VIAL	33
3.4.1	Levantamiento de Información Estática	33
3.4.2	Levantamiento de Información Dinámica	34
3.4.2.1	Conteos Clasificados Vehiculares	34
3.4.2.2	Distribución Vehicular por Canal	35
3.4.2.3	Estudios de Velocidad	37
3.5	PROCESAMIENTO DE DATA	38
3.5.1	Sistematización de los Volúmenes Vehiculares	38
3.5.2	Determinación de la Hora Pico	39
3.5.3	Determinación de la Distribución Vehicular por Canal	41
3.5.4	Determinación de la Velocidad Promedio en los Segmentos Evaluados	42
3.5.5	Operación e Introducción de Valores en el Highway Capacity Software (HCS – 3)	42
3.5.5.1	Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	43
3.5.5.2	Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela	44
3.5.5.3	Autopista Valle – Coche Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica	45
3.5.6	Formulación del Análisis	46
CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE RESULTADOS		47
4.1	ANÁLISIS TEÓRICO CON EL USO DEL HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE (HCS - 3)	47
4.2	ANÁLISIS PRÁCTICO	48
4.3	ANÁLISIS COMPARATIVO	49



4.4 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES DE REGISTROS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS	62
CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1 CONCLUSIONES	64
5.2 RECOMENDACIONES.....	65
CAPÍTULO VI –BIBLIOGRAFIA	67
OTRAS REFERENCIAS.....	67
CAPÍTULO VII – ANEXOS	68
ANEXO A ANTECEDENTES RECOPIADOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS	68
Anexo A-1 Resumen de Accidentes Anuales con Presencia de Motocicletas en el Municipio Chacao	69
Anexo A-2. Inventario del Servicio de Moto Taxis del Municipio Baruta	70
Anexo A-3 Balance Anual de Accidentes Registrados por el VIVEX en el AMC en el año 2009.....	71
Anexo A-4 Tipos de Accidentes con Presencia de Motocicletas Registrados por el VIVEX en el AMC en el año 2009	72
Anexo A-5 Estudio Integral de Transporte AMC. Somelca 2000. Punto A4.....	73
Anexo A-6 Estudio Integral de Transporte AMC. Somelca 2000. Punto A7.....	74
Anexo A-7 Estudio Integral de Transporte AMC. Somelca 2000. Punto G11	75
Anexo A-8 Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional. Somelca 2007. Punto C5.....	76
Anexo A-9 Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional. Somelca 2007. Punto C17.....	77
Anexo A-10 Información Original Suministrada por el IATTC del Municipio Chacao	78
ANEXO B MODELOS DE PLANILLAS DE TRABAJO USADAS EN CAMPO	88
Anexo B-1 Planilla de Trabajo: Conteos Clasificados Vehiculares	89
Anexo B-2 Planilla de Trabajo: Estudio de Velocidad	90
ANEXO C DATA PROCESADA.....	91
Anexo C-1 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña (17/11/2009).....	92
Anexo C-2 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña (18/11/2009).....	93
Anexo C-3 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica (19/11/2009)	94



Anexo C-4 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica (24/11/2009)	95
Anexo C-5 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela (19/11/2009)	96
Anexo C-6 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela (24/11/2009)	97
Anexo C-7 Determinación Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	98
Anexo C-8 Determinación Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	99
Anexo C-9 Determinación Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	100
Anexo C-10 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	101
Anexo C-11 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	102
Anexo C-12 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela	103
Anexo C-13 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	104
Anexo C-14 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	105
Anexo C-15 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	106
ANEXO D REPRESENTACIONES EN PLANOS DE PLANTA DE LOS CORREDORES VIALES SELECCIONADOS	107
Anexo D-1 Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	108
Anexo D-2 Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela	109
Anexo D-3 Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica	110
ANEXO E. VISTAS DE VENTANAS DEL SOFTWARE HCS – 3	111
Anexo E-1 Ventana de Inicio del Software	112
Anexo E-2 Ventana de Carga de Archivo	112
Anexo E-3 Entrada de Valores	113
Anexo E-4 Determinación de Condiciones Operativas por el HCS-3	113
ANEXO F. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS CORREDORES VIALES SELECCIONADOS	114
Anexo F-1 Circulación Paralela y Efecto Invasión de Canal. Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	114



Anexo F-2 Efecto Invasión de Canal y Efecto Barrera en Canal Rápido. Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	114
Anexo F-3 Efecto Barrera. Tramo Distribuidor Mohedano – Tramo Distribuidor Plaza Venezuela.....	115
Anexo F-4 Circulación Paralela. Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela.....	116
Anexo F-5 Circulación Lateral y Efecto Invasión de Canal en un Flujo no Saturado. Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica	116
Anexo F-6 Circulación Paralela y Efecto Barrera en el Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica.....	117
Anexo F-7 Ejemplo Extremo de Invasión de Canal en el Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	117



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Segmento Básico de Autopista.....	8
Figura 2 Relación entre Velocidad y Tasa de Flujo en una Sección Típica de Autopista	10
Figura 3 Relación entre Densidad y Tasa de Flujo en un Segmento Típico de Autopista	10
Figura 4 Relación de Régimen No Saturado, Cola de Descarga y Régimen Sobresaturado con la Velocidad Promedio de los Vehículos Particulares.....	11
Figura 5 Metodología para Análisis de Secciones Básicas de Autopista.....	16
Figura 6 Curvas de Flujo-Velocidad con Criterios de Nivel de Servicio para Segmentos Básicos de Autopista	19
Figura 7 Diagrama Metodológico y de Desarrollo del Estudio	29
Figura 8 Fotografía Ilustrativa de Circulación de Motocicleta por la Demarcación entre Canales en una Autopista.....	36
Figura 9 Fotografía Ilustrativa de Circulación Paralela en la Autopista Francisco Fajardo, tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	51
Figura 10 Fotografía Ilustrativa de Circulación Paralela en La Autopista Francisco Fajardo, Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela.....	52
Figura 11 Fotografía Ilustrativa de Efecto Barrera en la Autopista Francisco Fajardo, Tramo Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	53
Figura 12 Relación entre los factores K y KC/M	58
Figura 13 Relación entre Ajuste de Densidades y Porcentaje de Motocicletas	60
Figura 14 Relación entre Ajuste de Densidad y Porcentaje de Motocicletas un Flujo Saturado	61



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de Servicio según la Densidad	17
Tabla 2 Parámetros de Criterios para un Nivel de Servicio dado en Secciones Básicas de Autopista.....	18
Tabla 3 Ajuste por Ancho de Canal	20
Tabla 4 Ajuste por Separación Lateral.....	21
Tabla 5 Ajuste por Número de Canales.....	21
Tabla 6 Ajuste por Densidad de Intercambio.....	22
Tabla 7 Factores de E_T y E_R , según el tipo de terreno.....	24
Tabla 8 Comparación Porcentual de los Volúmenes de Motocicletas en los Corredores Viales con opción a ser elegidos como puntos de estudio	32
Tabla 9 Características Geométricas de los Corredores Viales Seleccionados	33
Tabla 10 Tamaño Mínimo Aproximado de la Muestra, Necesario para Estudios de Tiempo de Recorrido	38
Tabla 11 Volumen Hora Pico Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones - Distribuidor La Araña.....	39
Tabla 12 Volumen Hora Pico Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela.....	40
Tabla 13 Volumen Hora Pico Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica.....	40
Tabla 14 Factores de Hora Pico de los Segmentos de Autopista Evaluados	40
Tabla 15 Resumen de Distribución del Flujo Vehicular en los Segmentos Evaluados	41
Tabla 16 Resumen de Porcentaje de Motocicletas en el Canal Izquierdo de todos los Segmentos Evaluados.....	41
Tabla 17 Resumen de las Velocidades Promedio de los Segmentos Evaluados	42
Tabla 18 Datos de Entrada del HCS 3 Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	43
Tabla 19 Datos de Entrada del HCS 3 Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela.....	44
Tabla 20 Datos de Entrada del HCS 3 Autopista Valle –Coche Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica.....	45
Tabla 21 Resultados de Salida del Highway Capacity Software (HCS-3) Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones - Distribuidor La Araña.....	47
Tabla 22 Resultados de Salida del Highway Capacity Software (HCS-3) Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	47
Tabla 23 Resultados de Salida del Highway Capacity Software (HCS-3) Autopista Valle - Coche Tramo Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	48
Tabla 24 Parámetros de Operación de los Tramos Evaluados.....	48
Tabla 25 Determinación de las Condiciones Operativas	49
Tabla 26 Tabla Comparativa de Condiciones Operativas Determinadas por medio de Evaluaciones Teóricas y de Evaluaciones de Campo	49
Tabla 27 Determinación K y KC/M para el tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	56



Tabla 28 Determinación <i>K</i> y <i>KC/M</i> para el tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela.....	57
Tabla 29 Determinación <i>K</i> y <i>KC/M</i> para el tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica.....	57



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Velocidad de Flujo Libre.....	19
Ecuación 2 Tasa de Flujo	22
Ecuación 3 Ajuste por Vehículos Pesados	23
Ecuación 4 Cálculo de Densidad	25
Ecuación 5 Velocidad Media de Recorrido	37
Ecuación 6 Rango Promedio de la Velocidad de Recorrido	38
Ecuación 7 Relación Densidad Teórica y Densidad Real	54
Ecuación 8 Relación Densidad Teórica con Motos y Densidad Teórica sin Motos.....	56



INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación constituyen un elemento primordial en el desarrollo económico de una ciudad. Las grandes capitales del mundo tienen en común sistemas de comunicación vial eficientes que cuentan con la capacidad de conducir las grandes demandas de movilidad y transporte que en ellas se generan.

Un sistema de comunicación vial no asegura el éxito en el desarrollo de una región, pero ciertamente la carencia de la misma asegura el franco fracaso de dicha sociedad. La calidad de estos sistemas de comunicación viales se refleja en sus condiciones operativas.

Las condiciones operativas de la red vial del Área Metropolitana de Caracas presentan serias deficiencias en su servicio, ocasionado por un crecimiento poblacional descontrolado, la carencia de una infraestructura vial capaz de conducir los volúmenes vehiculares con respecto al aumento del parque automotor; como también incide la falta de ejecución de nuevos proyectos que permitan solventar la crisis vial existente en nuestra ciudad y el deficiente sistema de transporte público. Recientemente, a esta serie de deficiencias se suma la presencia de un importante volumen de vehículos motorizados de dos ruedas sobre las principales arterias viales.

El motivo principal para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado está orientado a determinar cómo incide el tránsito de las motocicletas en los principales corredores viales, para desarrollar medidas y recomendaciones que sirvan de herramientas para mitigar el efecto que produce la alta presencia de dichos vehículos en la vialidad urbana.

La elaboración de la presente investigación comprendió varias etapas de desarrollo. La primera de ellas fue la recopilación de antecedentes y estudios realizados dentro del Área Metropolitana de Caracas, por medio de consultas a entes gubernamentales y empresas privadas con experiencia en el área.

La segunda etapa, se desarrolla una metodología de estudio que contempló un marco teórico, un marco legal y la selección de los tramos viales evaluados y los levantamientos de información de campo.

La tercera etapa involucra la recolección y el procesamiento de los datos que se obtuvieron por medio de los levantamientos de información estática y dinámica.

La última etapa contempla el desarrollo de los análisis con base en el marco teórico y los resultados del procesamiento de la data levantada que permitieron determinar las conclusiones y recomendaciones en relación a la incidencia del tránsito de vehículos motorizados de dos ruedas en la capacidad de operación de los corredores viales



CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Área Metropolitana de Caracas (AMC) ha experimentado un alto desarrollo en las últimas décadas, debido a un elevado crecimiento poblacional, lo cual ha originado un aumento del parque automotor, acompañado de un transporte público superficial y subterráneo insuficiente.

La red vial de la ciudad actualmente se encuentra colapsada, con unos niveles de servicio deficientes y una infraestructura vial a capacidad, producto de la alta demanda vehicular. La infraestructura vial existente, fue diseñada para su momento con base a parámetros que no tomaban en cuenta a las motocicletas por su bajo volumen y/o inexistencia.

En los últimos años se ha observado el incremento acelerado de las motocicletas, las cuales se adquieren a bajo costo y permiten desplazamientos en corto tiempo de viaje. A su vez, las motos intervienen en alto porcentaje de los accidentes en la vialidad de la AMC, y además trayendo consigo una creciente ola de hechos delictivos en la red vial en los cuales las motocicletas juegan un papel primordial en la ejecución de los mismos.

Siendo las motocicletas un vehículo que reduce la capacidad de operación de la red vial, contribuyendo con el congestionamiento con el que deben lidiar los conductores constantemente, se ha considerado estudiar algunos corredores viales donde sea notorio el volumen de tránsito en esta modalidad de vehículos, con el fin de poder analizar su incidencia en la operación del tránsito en las vías.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia en el tránsito de las motocicletas que circulan sobre la red vial del Área Metropolitana de Caracas (AMC), con el fin de establecer parámetros que permitan medir este efecto, y de proponer medidas mitigantes que puedan mejorar la capacidad de operación de los corredores viales en la búsqueda de una circulación más eficiente.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información existente en materia de vehículos motorizados de dos ruedas: inventario de registro, marco legal y estadísticas de accidentes en el Área Metropolitana de Caracas, a fin de establecer los antecedentes de esta investigación.
- Revisar antecedentes y experiencias en trabajos en esta materia realizados por entes gubernamentales, consultores y/o investigadores para utilizarlos.
- Definir criterios que permitan seleccionar una muestra representativa de corredores viales a evaluar.
- Recopilar información existente de tránsito en correspondencia con la investigación planteada que sirva de base de datos en este estudio.



- Seleccionar los corredores viales que serán objeto de evaluación en este estudio, con base a los criterios de selección establecidos.
- Levantar información de campo en los aspectos físicos y operativos del tránsito que permitan validar esta investigación.
- Procesar la información levantada en los corredores viales seleccionados.
- Realizar un análisis de la operación del tránsito vehicular en los corredores viales seleccionados con el fin de elaborar un diagnóstico y proponer ajustes de ser necesarios.
- Desarrollar recomendaciones para tomar en consideración la incidencia por presencia de motocicletas sobre la capacidad de operación de los corredores viales, cuando se realicen sus evaluaciones y/o diseños geométricos.
- Elaborar las conclusiones y recomendaciones finales producto de la presente investigación, con el objeto de contribuir a mitigar el impacto de los vehículos de dos ruedas sobre la trama vial de la ciudad.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El transporte representa un factor preponderante en el desarrollo de una sociedad. Las vías de comunicación son el medio a través del cual un sistema de transporte opera y está limitado por su calidad y tipo de servicio. Esto indica que sin un buen sistema de transporte, las actividades que se ejecuten en una región se verían comprometidas e inclusive pudieran coartar a la población residente de alcanzar el máximo desarrollo.

La red vial de la Gran Caracas presenta en la actualidad problemas de movilidad debido a la alta demanda vehicular, la limitada infraestructura vial y el deficiente servicio de transporte público, lo cual ha generado un considerable incremento en la circulación de las motocicletas en los principales corredores viales de la ciudad, en especial las vías expresas. Partiendo de la necesidad de establecer el impacto de las motos sobre la red vial, se plantea realizar un Trabajo Especial de Grado que lleva como título “Análisis de la incidencia de los vehículos de dos ruedas en la capacidad de operación de corredores viales”

1.5 ALCANCE

El alcance de este Trabajo Especial de Grado comprende la selección de varios corredores viales en el AMC, para ser evaluados, analizarlos y determinar sus condiciones de operación actuales, proponiendo medidas a nivel conceptual que permitan mitigar la incidencia de las motocicletas en las mismas.

Estas propuestas se desarrollan a nivel preliminar, mediante el uso de información existente recopilada de los distintos organismos competentes, estudios realizados con anterioridad y levantamientos de información de campo, necesarios para realizar los análisis de operación de los corredores viales a ser estudiados y con ello generar propuestas según los resultados obtenidos, planteando alternativas factibles para contribuir a un mejor desempeño de los mismos.



1.6 LIMITACIONES

En el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado se presentaron las siguientes limitaciones:

- La información recopilada fue limitada debido a los pocos antecedentes y escasos estudios realizados con anterioridad asociados al tránsito de motocicletas sobre corredores viales de envergadura para la ciudad.
- La determinación de los períodos pico en los corredores viales seleccionados, se debe realizar por medio del uso de dispositivos de conteo mecánico, los cuales permiten conocer el comportamiento del tránsito vehicular a lo largo del día. Debido a que esto implicaba un alto costo para la investigación y un largo período de tiempo, el período pico de la mañana se determinó en base a la recopilación de información de trabajos anteriores realizados en el AMC y a inspecciones visuales en campo.
- Los levantamientos de información realizados en campo, como conteos clasificados vehiculares, estudios de velocidad y distribución vehicular por canal, fueron realizados solo durante el período pico matutino, basados en el estudio integral de transporte del AMC en el año 2000 realizado por Barriga Dall'Orto S.A. – Somelca y en el Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional realizado por Somelca en el año 2007, tomados como antecedentes importantes para esta investigación.
- Las condiciones operativas de los corredores viales seleccionados requerían el uso de un software que permitiera evaluar los mismos. El software elegido, no contempla la condición de existencia de las motocicletas dentro del flujo vehicular en estudio. Por ello, se procedió a realizar adaptaciones de la metodología de uso del software para procesar la presencia de este tipo de vehículo en los análisis realizados.



CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

La presente investigación establece una metodología que permite analizar la capacidad y operación de corredores viales con presencia de altos volúmenes de vehículos motorizados de dos ruedas.

Según el Highway Capacity Manual 2000, los corredores viales están clasificados en dos categorías según su flujo: aquellos que operan bajo flujo ininterrumpido y los que funcionan con flujo interrumpido. Los corredores viales con flujo ininterrumpido están caracterizados por no tener controles de tráfico como semáforos, cuyas condiciones de operación están sujetas a la interacción de los vehículos entre sí, la geometría de la vía y las condiciones ambientales que rodean al mismo. Este es el caso de las autopistas y/o vías expresas. Los corredores viales con flujo controlado o interrumpido por semáforos operan de tal manera que el tránsito vehicular se detiene periódicamente en las intersecciones.

La tipología descrita, especifica sólo el tipo de flujo y no la calidad de servicio que se presta en un corredor vial, ejemplo de ello se tiene en una autopista que se encuentra congestionada, es decir, presenta un flujo interrumpido. Esto a menudo sucede cuando la vía opera cercana a su capacidad. Se entiende como capacidad de un corredor vial al máximo volumen de vehículos que puede pasar por un punto o un tramo de vía durante un tiempo determinado bajo unas condiciones de tráfico y de control dadas según las características de la vía. Estas condiciones deben ser razonablemente uniformes en cualquier punto de la sección analizada. Cualquier cambio en las condiciones imperantes, cambiará la capacidad de la vía.

El HCM 2000 define que “La demanda es la principal medida de cantidad de tráfico usando un corredor vial. Básicamente, la demanda se refiere a los vehículos que llegan al corredor y el volumen se refiere a los vehículos que están pasando a través del corredor. De no existir cola, la demanda sería equivalente al volumen del tráfico.” (pág. 2-2).

El análisis de la capacidad de un corredor vial está constituido por una serie de procedimientos que permiten conocer bajo qué condiciones opera un tramo en particular. Su objetivo principal es estimar el máximo número de vehículos que pueden ser distribuidos de manera ordenada y segura dentro de la sección estudiada durante un tiempo y bajo un nivel de operación dado. A partir de aquí se describe un nuevo concepto como parte del criterio que se debe tener presente al momento de analizar un corredor vial: el nivel de servicio.

El nivel de servicio de una vía se entiende como una medida de calidad que describe la condición de servicio para transitar en la vía. Tal descripción se expresa con base a valores o medidas como la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y la conveniencia. En la investigación el nivel de servicio será expresado por sus siglas en inglés LOS que corresponden a Level of Service. Existen seis niveles de servicio



definidos, y se denominan con letras que van desde la A hasta la F, siendo el nivel de servicio A la representación de la mejor condición de operación y F la peor de ellas.

Una vez definidos los términos de capacidad y nivel de servicio, se tienen los factores que los condicionan. Estos factores son las condiciones básicas, las condiciones del trazado y las condiciones de tráfico. Las condiciones básicas son asumidas como un buen clima, un buen pavimento y la no existencia de obstáculos que perturben el flujo libre. Las condiciones del trazado son los elementos compuestos por el número de canales, la velocidad de diseño, los anchos tanto de canales como de hombrillos y el alineamiento horizontal y vertical. Finalmente, las condiciones de tráfico son las que comprenden el tipo de vehículo que utiliza el corredor así como también la distribución direccional y por canal de los mismos. Las condiciones de tráfico, específicamente el tipo de vehículo, son parte fundamental en el tema estudiado.

En un corredor vial, encontramos un parque automotor constituido por vehículos particulares, buses, vehículos pesados y recientemente motocicletas que son el objeto principal de esta investigación. Los vehículos particulares corresponden a autos y camionetas que son generalmente de uso privado o propio. Los buses son vehículos cuya función es servir de transporte público y privado de la población. El vehículo pesado es aquel cuyo fin es de transportar carga de un sitio a otro. Tanto los buses como los vehículos pesados, son de mayor dimensión que los vehículos particulares, ocupan más espacio dentro de las dimensiones de la vía y poseen una maniobrabilidad más reducida, así como también es menor su capacidad para aumentar y disminuir su velocidad. Estas limitaciones afectan directamente la operación de la vía y deben ser tomadas en cuenta al momento de analizar un corredor vial, como se mostrará más adelante en el progreso de la investigación.

El último punto de los tipos de vehículos son las motos. Las motos son vehículos automóviles que tienen dos ruedas, aunque existen con tres y hasta cuatro ruedas, y son impulsados por un motor que, generalmente, acciona la rueda trasera. El cuadro y las ruedas constituyen la estructura fundamental del vehículo. La rueda directriz es la delantera. Desafortunadamente, en Venezuela no existe vialidad diseñada para la circulación de este tipo de vehículo, y su circulación en vías donde no existe demarcación alguna hace mella en la condición operativa.

2.2 REDES VIALES

La red vial está constituida por diversos tipos de vías, que al interconectarse entre sí permiten el tránsito vehicular de una localidad a otra, así como la movilización de personas, bienes y servicios dentro de las ciudades. Las vías que constituyen la red vial, poseen características geométricas, de servicio, de control y señalización distintos entre sí. Son estas características, las que permiten determinar su función dentro del sistema de red vial, que atiende los diversos requerimientos de movilidad y/o acceso, que garantizan la dinámica de las ciudades.

Las vías se clasifican según su funcionamiento, específicamente dependiendo del servicio que suministran y según la zona donde se encuentren. La clasificación según su ubicación es



primordial por el hecho de que las zonas urbanas y rurales poseen características fundamentales diferentes. Es por ello que la clasificación se divide en:

Vías Urbanas: Son aquellas que están ubicadas dentro de las zonas urbanas. Están influenciadas por la naturaleza, la composición del tránsito, la topografía y el costo de la construcción, así como también por el requerimiento de servicio, el tamaño y la vocación de la ciudad donde se encuentre.

Vías Rurales: Son aquellas vías que conforman el sistema rural de caminos y se encuentran en las afueras de las áreas urbanas, cumpliendo la función de conectar las ciudades y centros poblados que se encuentran separados por grandes distancias.

2.2.1 Clasificación Funcional de las Vías Urbanas

Según su funcionamiento, las vías urbanas se clasifican en:

Vías Expresas: Son aquellas vías multicanales que se encuentran divididas por un separador central, poseen un rápido y elevado flujo vehicular, así como también un control de acceso total. La conexión con otras vías es a través de pasos a desnivel y/o rampas direccionales de salida.

Vías Arteriales: Son aquellas vías cuya función es dar continuidad en el flujo vehicular y sirven de conexión entre las expresas y las localidades dentro de la ciudad. Se encargan del movimiento del tráfico de paso, se encuentran señalizadas y contienen controles de tránsito.

Vías Colectoras: Se corresponden con vías que recolectan el tránsito desde las vías locales en las áreas residenciales y/o comerciales y lo conducen al sistema arterial.

Vías Locales: Son aquellas que tienen como función principal suministrar el acceso a áreas confinadas tales como residenciales y a las vías colectoras. En estas calles se desestimula el tráfico de paso.

2.3 FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE AUTOPISTAS

Para los fundamentos básicos del análisis de Autopistas se tomó en consideración lo expuesto en el Highway Capacity Manual 2000 en su capítulo 13.

En primer término, se define autopista como una vía dividida por un separador central, con control total de acceso, que presenta dos o más canales para el uso exclusivo de tráfico en cada sentido. Las autopistas proporcionan un flujo ininterrumpido.

Las condiciones de operación de una autopista resultan de las interacciones de los vehículos en el flujo del tráfico, como también de las distintas características geométricas que presenta la vía. La operación de una autopista también se puede ver afectada por las condiciones ambientales y locales, la condición del pavimento y la ocurrencia de incidentes en el tráfico.

El sistema de autopistas es la suma total de instalaciones viales con tipología de autopista que en conjunto forman la red expresa de una ciudad. El rendimiento de una autopista puede verse afectado cuando la demanda exceda la capacidad de una zona vecina haciendo que se

congestione y se sobresature el sistema dando lugar a colas en la autopista. En efecto, la limitada capacidad del sistema de vías locales y las transiciones subdimensionadas reducen la capacidad de la rampa de salida de la autopista.

Por ende, el análisis de una autopista solo debe referirse a la sobresaturación local, es decir, que deben existir condiciones de flujo libre antes y después del tramo analizado.

2.3.1 Segmentos Básicos de Autopistas

Los segmentos básicos de la autopista se encuentran fuera del área de influencia de las rampas de interconexión de la autopista. En la figura 1 se muestra un ejemplo que ilustra un segmento básico de autopista.

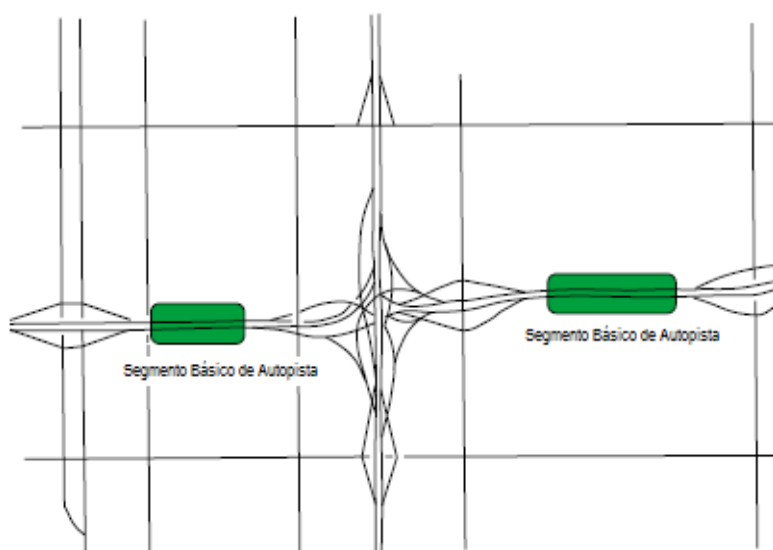


Figura 1 Segmento Básico de Autopista
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

2.3.2 Términos de Capacidad de una Autopista

Capacidad de la Autopista: El máximo flujo vehicular sostenido en 15 minutos, expresado en vehículos por hora por canal (Veh/h/canal), que puede ser satisfecho por el segmento uniforme de autopista bajo condiciones de tráfico y de vialidad en una dirección del flujo.

Características del Tráfico: Son las características del flujo vehicular que puedan afectar la capacidad, velocidad de flujo libre, o las condiciones de operación, incluida la composición porcentual de los flujos de tráfico por tipo de vehículo y la familiaridad de los conductores con la autopista.



Características de la Calzada: Son las características geométricas del tramo de la autopista en estudio, incluyendo el número y el ancho de los canales, la longitud del hombrillo derecho, densidad de intercambio, la alineación vertical, y las configuraciones de canal.

Velocidad de Flujo Libre: Es la velocidad de tránsito de un vehículo cuando circula bajo un régimen de flujo de bajo volumen y de baja densidad. Se puede definir también como la velocidad a la cual un conductor se siente cómodo utilizando la vía bajo condiciones físicas, de entorno y de control de tráfico, en una sección descongestionada de un corredor vial dado. Esta velocidad no se ve afectada por lo que sucede antes y después del tramo analizado. En el transcurso de la investigación esta definición estará referida por sus siglas en inglés FFS que corresponden a Free Flow Speed.

2.3.3 Características del Flujo

El flujo del tráfico dentro de los segmentos básicos de autopista puede ser muy variado dependiendo de condiciones de contracción, conocidas como “cuello de botella”.

Los “Cuellos de Botella” pueden ser creados por la presencia de rampas y la combinación de segmentos de la red vial, mantenimiento y actividades de construcción, los accidentes y los objetos en la calzada. No necesariamente un incidente bloquea un canal para crear un cuello de botella. Ejemplo de esto lo tenemos cuando hay un vehículo detenido en el hombrillo derecho; esto podría influir en el flujo de tráfico en los canales de la autopista.

Dentro de un segmento básico de autopista se pueden clasificar tres tipos de flujo, cada tipo de flujo se define en rangos de velocidad de flujo y densidad, los cuales representan diferentes condiciones de la autopista. Ellos son:

Flujo No Saturado: Representa al flujo del tráfico cuando este no se encuentra perturbado por las condiciones tanto al principio como al final del segmento evaluado. Este régimen de flujo es definido dentro del rango de velocidades de 90 a 120 Km/h en caso de baja o moderada fluidez, el rango de velocidad se ubica de 70 a 100 Km/h

Flujo de Descarga: Representa al tráfico cuando tiene que frenar ante la presencia de un “cuello de botella” y acelera hasta volver a la velocidad de flujo libre (FFS). Este tipo de flujo es caracterizado por la estabilidad relativa que presenta ante la presencia de un “cuello de botella”. Los volúmenes que rigen el espectro de este flujo van desde 2.000 a 2.300 Veh/h/canal, con velocidades desde 55 Km/h hasta llegar al valor de la FFS del segmento evaluado. Dependiendo de la alineación vertical y horizontal, el flujo de descarga usualmente es acelerado hasta el valor de la FFS en un rango de 1 a 2 Km después del “cuello de botella”.

Flujo Sobresaturado: Este tipo de flujo se ve influenciado por el efecto que ocurre después del “cuello de botella”, puede variar en un amplio rango de flujos y velocidades en función de la gravedad de los cuellos de botella. En las autopistas, los vehículos se mueven lentamente a través de una cola, con períodos de detención y movimiento.



Relación entre Velocidad de Flujo y Densidad de Flujo

Las relaciones entre velocidad de flujo y densidad de flujo en una sección básica de autopista, en las cuales la FFS es conocida como se muestra a continuación en la figura 2 y la figura 3, respectivamente:

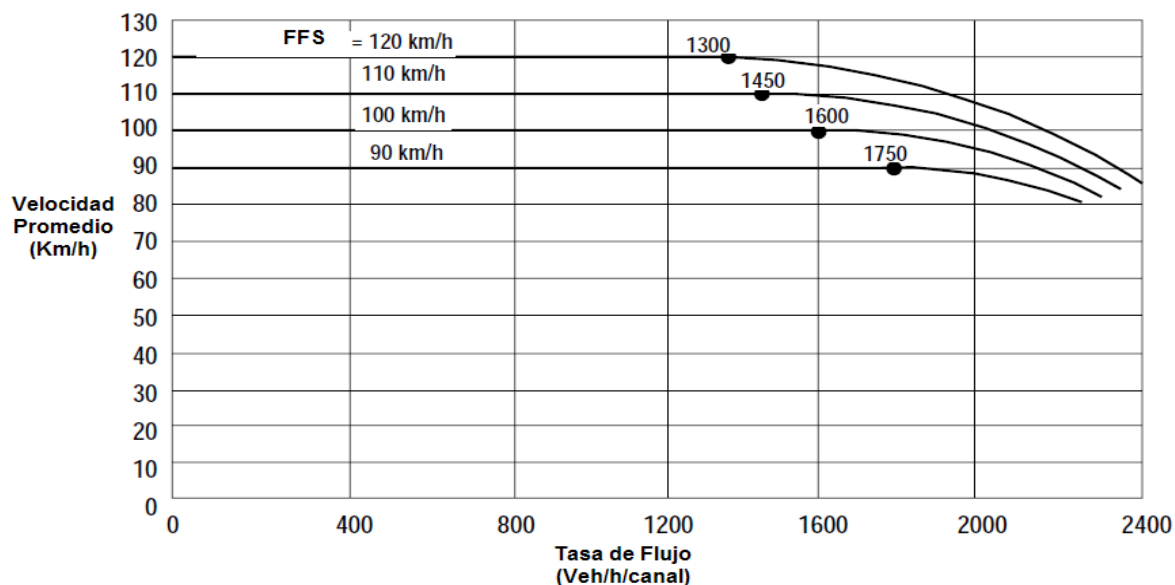


Figura 2 Relación entre Velocidad y Tasa de Flujo en una Sección Típica de Autopista
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

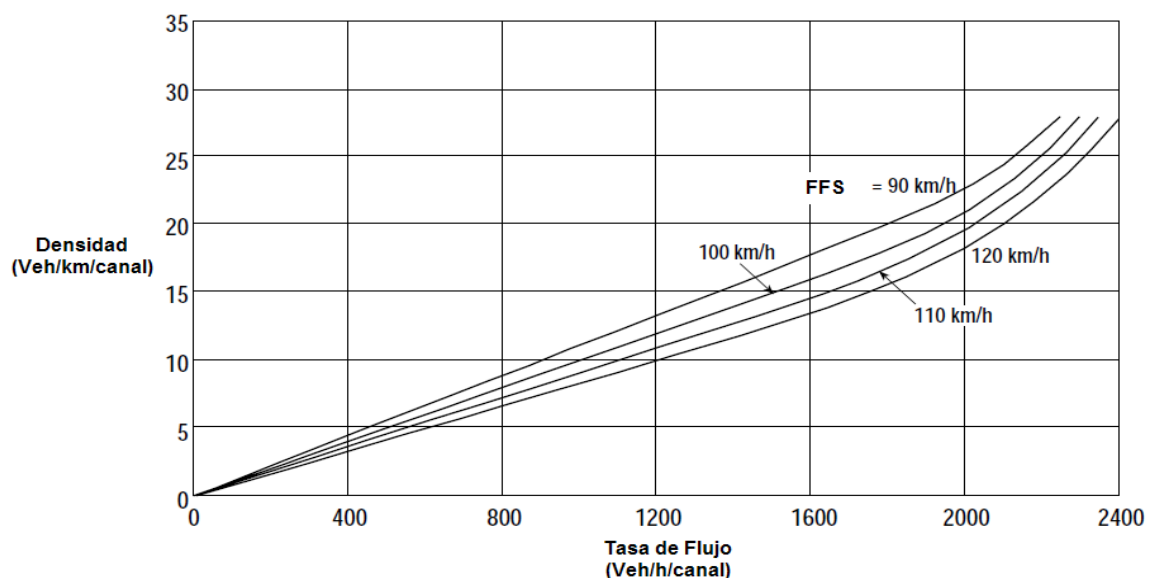


Figura 3 Relación entre Densidad y Tasa de Flujo en un Segmento Típico de Autopista
Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Estudios recientes indican que velocidades en una autopista son estables bajo condiciones de flujo bajo o moderado como se muestra en las figuras 2 y 3. La velocidad es constante para flujos de hasta 1.300 Veh/h/canal a 120 Km/h de FFS. A partir 1.300 Veh/h/canal en adelante las velocidades en las cuales la FFS sea de 120 Km/h comenzaran a disminuir a medida que el flujo vehicular sea mayor. Estos estudios indican además un número de factores que afectan la FFS. Los factores incluyen el número de canales, anchura de canal, separación lateral u hombrillo, el espaciado de interconexiones y la densidad de intercambio.

Cola de Descarga y Sobresaturación

A diferencia de la libre circulación, la inestabilidad en el flujo y la congestión no han sido ampliamente estudiadas, y estos tipos de flujo pueden ser muy variables. Sin embargo, estudios realizados en autopistas han sugerido posibles relaciones que describen estos dos regímenes de flujo. He aquí uno de esos estudios representado gráficamente en la figura 4.

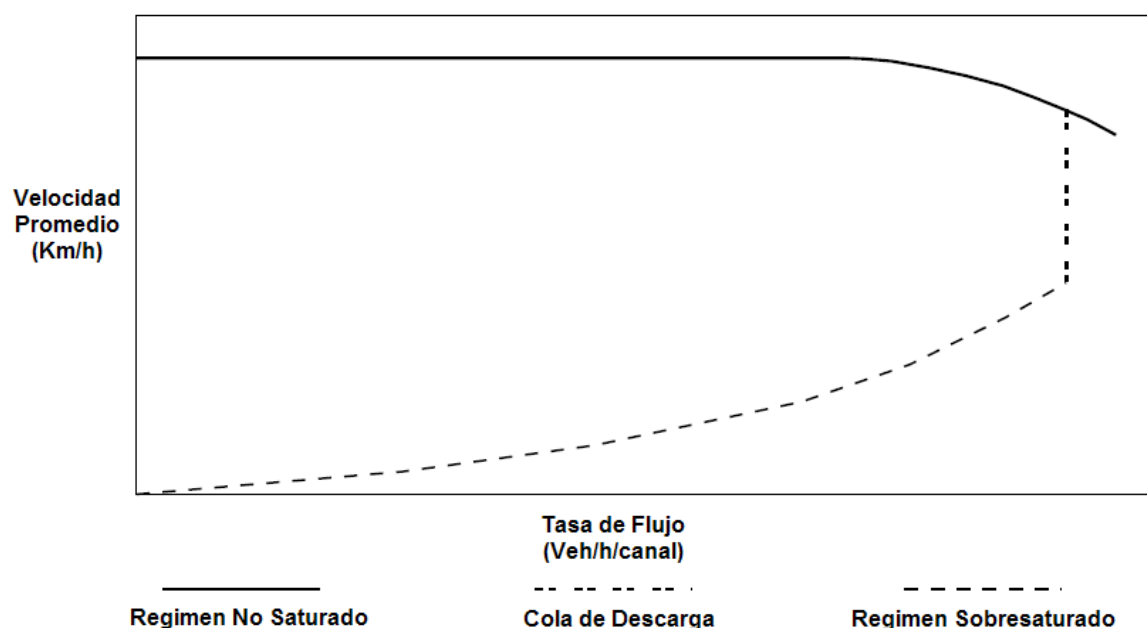


Figura 4 Relación de Régimen No Saturado, Cola de Descarga y Régimen Sobresaturado con la Velocidad Promedio de los Vehículos Particulares

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Este gráfico, aunque no está del todo corroborado, es un bosquejo bastante cercano al comportamiento de estos dos flujos y es de vital importancia en el tema estudiado, y permitirá comprender el comportamiento del flujo vehicular tanto en la hora pico como en la hora de menos afluencia.



2.3.4 Factores que afectan la Velocidad de Flujo Libre (FFS)

Ancho de Canal y Separación Lateral

La medida ideal de diseño de un canal de circulación de una autopista es de 3.6 m. Cuando este valor decrece, los conductores se ven forzados a manejar muy cercanos los unos a los otros lateralmente. De igual manera sucede con el hombrillo derecho, cuando los conductores tienen objetos laterales muy cercanos, tienden a sentirse intimidados. Ambas condiciones son causales de una reducción de la velocidad como medida de los conductores de mitigar el confinamiento o la cercanía de los otros vehículos.

Número de Canales

En efecto, el número de canales influye en la velocidad de flujo en una autopista. Cuando el número de canales se incrementa, le da al conductor la oportunidad para evadir los vehículos que van más lento en el tráfico. Si se compara una autopista de dos canales por sentido con una de cuatro canales por sentido, manteniendo los demás parámetros constantes, se encontrará que la velocidad del flujo es mayor en la que posee más canales porque otorga una mayor maniobrabilidad, por consiguiente una velocidad media mayor.

Densidad de Intercambio

La densidad de intercambio es el número promedio de intercambios por kilómetro, calculados en 10 Km de una autopista, incluyendo la sección básica de la autopista evaluada. Las autopistas con segmentos donde su espacio de intercambio es muy cerca como es el caso de las áreas urbanas, operan a una baja FFS en comparación a las que puedan operar en las zonas suburbanas o rurales ya que no presentan tanta frecuencia entre los espacios de intercambio. En resumen, la velocidad se reduce cuando aumenta la frecuencia de intercambios. El promedio ideal para el espacio de intercambio para una sección de autopista de un largo razonable es de 3 Km o más. El mínimo promedio a ser considerado es de un 1 Km.

También existen otros factores que afectan la velocidad de flujo tales como la velocidad de diseño, los alineamientos horizontales y verticales son de vital importancia en el momento de evaluar un corredor vial tal como una autopista.

2.3.5 Vehículos Equivalentes

El concepto de vehículo equivalente es basado en la observación de las condiciones de las autopistas donde se presentan vehículos pesados, incluyendo camiones y autobuses. Entre las condiciones más precarias se encuentra la recurrencia y la gran duración de vacíos antes y después de los vehículos pesados. También, la velocidad y los espacios de intercambio de los vehículos en los canales adyacentes pueden ser afectos por su movimiento lento debido a su peso. Finalmente, el espacio físico tomado por un vehículo de dimensiones largas es típicamente 2 o 3 veces más que el largo de un vehículo normal. Para realizar el análisis de la capacidad de



una autopista basado en un consistente valor medido del flujo, cada vehículo es convertido en un equivalente numérico en función de un vehículo particular. Los resultados de dicha conversión vienen dados en Veh/h/canal.

2.3.6 Población de Conductores

Estudios han demostrado que los conductores habituales de una autopista poseen mejores destrezas que los que no son habituales. Cuando los conductores no son habituales, la capacidad de la vía disminuye en un rango de 10% a 15% que la de un tráfico normal de viaje en un segmento de igual longitud para ambos tráficos, pero la FFS parece no ser afectada en ambos casos. Si el analista escoge tomar en cuenta este efecto, se debe usar la data del lugar que se está estudiando.

2.3.7 Niveles de Servicio (LOS)

Al igual que la velocidad, el nivel de servicio define la calidad de operación de un corredor vial, y está basada en la capacidad de maniobra de los conductores y la proximidad entre ellos, es decir, la densidad del tráfico. A diferencia de la velocidad, el comportamiento de la densidad es proporcional al flujo, demostrando que la densidad aumenta cuando el flujo se incrementa y disminuye cuando el flujo baja, dando como resultado diferentes rangos de flujo conocidos como Niveles de Servicio.

Los Niveles de Servicio están definidos para representar rangos razonables con la influencia de las tres variables que influyen al flujo como lo son la velocidad, densidad y volumen de tráfico.

Nivel de Servicio A: Describe un tráfico de flujo libre. Los vehículos circulan en condiciones en donde no se encuentran con obstáculos ni trabas a lo largo de su calzada dándole la capacidad de maniobrar en la vía de manera libre. El efecto de incidentes en la vía es fácil de evitar.

Nivel de Servicio B: Representa un flujo libre donde se encuentra un volumen mayor del nivel de servicio A sin afectar la velocidad de flujo libre (FFS), la capacidad de maniobra entre el tráfico se ve un poco restringida más no afectada, en general la comodidad tanto física como mental del usuario es alta todavía. El efecto de incidentes en la vía es igualmente fácil de evitar.

Nivel de Servicio C: Establece un flujo en el cual se pueden tener velocidades cercanas o igual a la FFS, la libertad de maniobra en el tráfico se ve restringida notablemente, y las maniobras de cambio se deben hacer con más cuidado por parte del conductor. Los incidentes en una vía pueden afectar un poco a los usuarios pero no para afectar totalmente la capacidad de la vía. Algunas colas se pueden esperar después de un punto de obstrucción fuerte.

Nivel de Servicio D: Es el nivel donde la velocidad comienza a disminuir, trayendo como consecuencia el incremento de la densidad y el flujo y así mismo la presencia de colas. La libertad de maniobra es notablemente limitada, haciendo que el conductor no se sienta cómodo



con el uso de la vía. Los incidentes en este nivel pueden crear colas porque hay menos espacio entre los carros.

Nivel de Servicio E: Es el nivel donde la operación se describe como la capacidad. Los vehículos se encuentran muy cercanos unos a los otros dejando menos espacio para maniobrar en un cambio de canal y la velocidad todavía excede de los 80 Km/h. La interrupción en la vía por entrada de vehículos o el preciso cambio de canal de los conductores puede generar un flujo que sigue en movimiento pero lento. Como capacidad, la vía no tiene la habilidad de evitar el efecto de los incidentes que puedan ocurrir, produciendo grandes puntos de quiebre y largas colas. El confort del usuario se ve limitado.

Nivel de Servicio F: Describe el colapso que presenta el flujo de una vía. Tales condiciones existen cuando las colas se forman inmediatamente después de los puntos de quiebre o incidentes que ocurren en la vía. El colapso puede darse por las siguientes razones:

- Incidentes en el tráfico, pueden ocasionar reducción temporal de la capacidad en un segmento corto de vía, ya que el número de los carros que llegan al punto de quiebre son más que los vehículos que pueden pasar a través de él.
- Puntos de recurrente congestión como la unión, el enlace y los focos de atracción en los canales, que experimentan gran demanda en el cual el número de vehículos que entran son más de los que la vía descarga.
- En situaciones de prevención, la proyección del flujo de la hora pico puede exceder a la capacidad estimada del lugar.

2.4 MÉTODO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE OPERACIÓN EN AUTOPISTAS

El análisis de capacidad de operación en autopistas, se basó en el método expuesto por el Highway Capacity Manual 2000 en su capítulo 23.

Al momento de determinar la capacidad de operación de una autopista dada, se necesitan establecer unos parámetros base bajo los cuales la capacidad total de la misma es conseguida. Un buen clima, buena visibilidad y la falta de incidentes y/o accidentes son parte de estos parámetros. Para efectos de esta investigación, esas condiciones básicas son asumidas como presentes. Si alguna de estas condiciones no existiera, la velocidad, el nivel de servicio, y la capacidad del segmento de autopista tendería a reducirse. La relación entre la velocidad de flujo y la densidad de un segmento de la autopista estudiada depende de las condiciones prevalecientes del tráfico y de la vía. Un conjunto de condiciones iniciales para los segmentos básicos de autopista han sido establecidas. Estas condiciones sirven como punto de partida para la metodología en este capítulo.

- El ancho de canal mínimo es 3,6 metros



- Separación lateral mínima del hombrillo derecho entre el borde del canal de viaje y el obstáculo más próximo o el objeto que influya en el comportamiento del tráfico debe ser de 1.8 metros
- Distancia lateral mínima al separador central debe ser de 0,6 m
- Flujo vehicular compuesto en su totalidad de vehículos particulares.
- Cinco o más canales por dirección (solo en áreas urbanas)
- Densidad de intercambio a 3 kilómetros o más.
- Nivel del terreno con inclinación no mayor a dos por ciento (2%)
- Una población de conductores compuesta principalmente por usuarios habituales del corredor vial.

Estas condiciones básicas representan un nivel de operación alto, con una velocidad de flujo libre (FFS) de 110 km/h o más.

2.4.1 Limitaciones de la Metodología

La metodología adoptada en esta investigación está limitada por condiciones para su aplicación, que se presentan a continuación:

- Canales especiales para tipos de vehículos determinados tales como los canales de alta ocupación vehicular (HOV) o canales para camiones.
- Extensiones de puentes y segmentos de túnel.
- Segmentos cercanos a una plaza de peaje.
- Corredores viales con FFS por debajo de 90 Km/h y mayores a 120 Km/h.
- Condiciones de demanda en exceso de la capacidad.
- La influencia de bloqueos al final o congestión en el segmento de vía.
- El límite de velocidad, el alcance de la vigilancia policial y la presencia de sistemas inteligentes de transporte relacionados con las características de los vehículos u orientación del conductor.

Sin embargo, la aplicación de esta metodología con la inclusión de alguna de las condiciones anteriores es posible si el analista a cargo de la investigación incorpora modificaciones especiales, que fundamentada en más estudios, permiten incorporar los efectos de tales condiciones y así obtener resultados lógicos y confiables al punto de crear un desarrollo específico de la metodología aplicada a la resolución de una interrogante planteada.

De igual manera la metodología no contempla la presencia de vehículos como las motocicletas, por lo cual se necesitará realizar modificaciones para su inclusión y posteriormente analizar su influencia en la capacidad de una sección básica de una autopista.

2.4.2 Metodología de Análisis de Segmentos Básicos de una Autopista según el Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000)

La metodología descrita en el Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000) para el análisis de segmentos básicos de autopistas tiene como resultado principal el nivel de servicio (LOS) y está especificado a continuación:

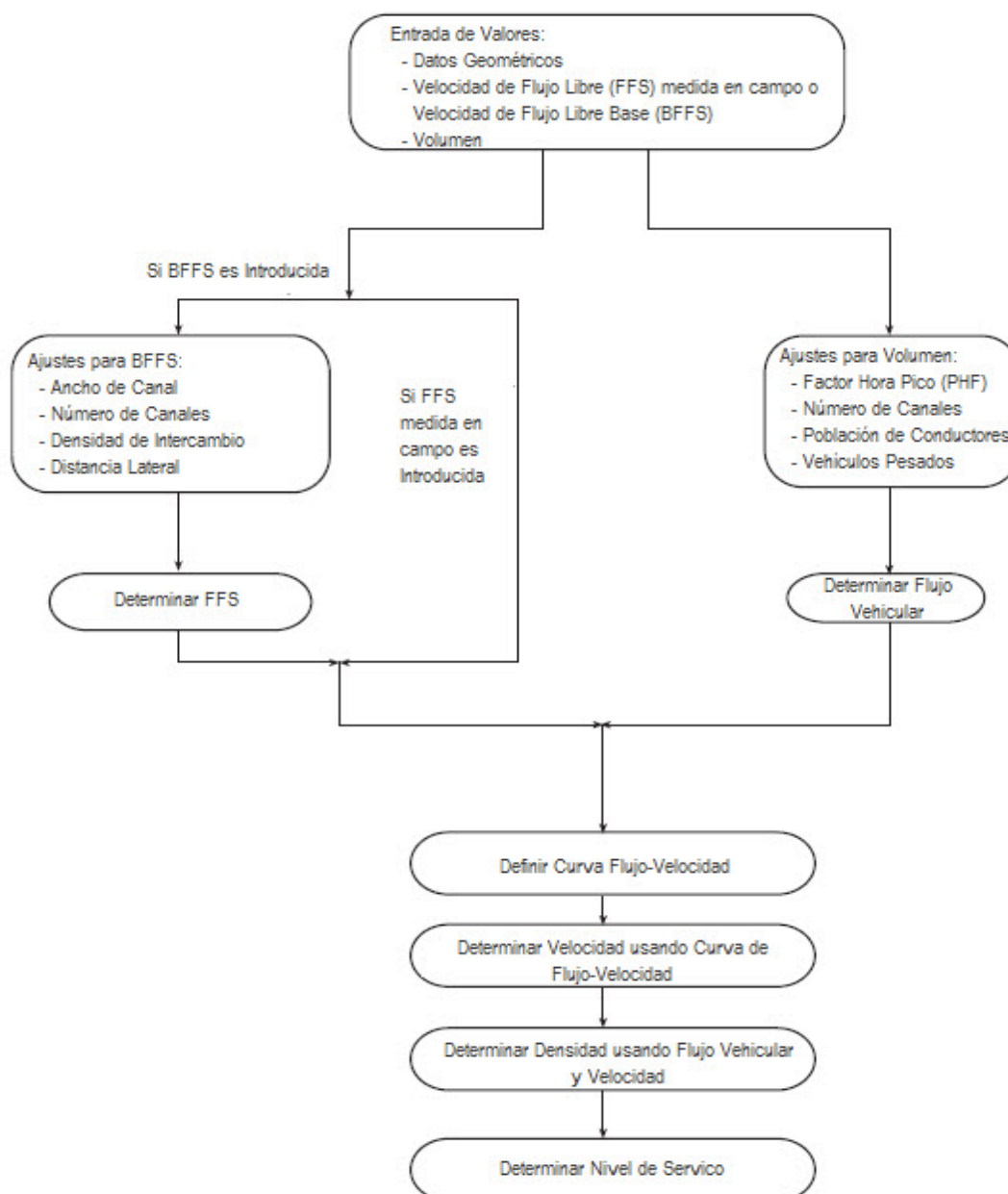


Figura 5 Metodología para Análisis de Secciones Básicas de Autopista
Fuente: Highway Capacity Manual 2000



2.4.2.1 Nivel de Servicio (LOS)

Una sección básica de autopista puede ser caracterizada por tres medidas de rendimiento: La densidad, expresada en términos de vehículos particulares por kilómetro por canal; Velocidad, expresada en términos de velocidad media; y la relación Volumen/Capacidad (v/c). Cualquiera de estos elementos son indicativos de las condiciones operativas de una Autopista.

El indicador usado para determinar el LOS de una autopista es la densidad. En base a ella, se establecen unos rangos determinados para definir un LOS para una condición de operación dada y están referidos en la siguiente tabla:

Tabla 1 Nivel de Servicio según la Densidad

Nivel de Servicio	Rango de Densidad (Veh/Km/canal)
A	0-7
B	>7-11
C	>11-16
D	>16-22
E	>22-28
F	>28

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Los parámetros de los criterios de LOS en secciones básicas de autopista son especificados en la Tabla 2, para FFS de 120 Km/h o más, 110 Km/h, 100 Km/h y 90 Km/h. Para estar dentro de los valores especificados en la Tabla 2, el criterio de la densidad se debe cumplir previamente. En efecto, bajo las siguientes condiciones se tienen las velocidades y tasas de flujo esperadas para ocurrir para cada LOS.

Es importante señalar que la relación exacta matemática entre la densidad y el v/c no siempre se mantiene entre los límites de los niveles de servicio por el uso de números redondeados. La densidad es el determinante primario del LOS. La velocidad que define el criterio de las velocidades es aquella que corresponda a la densidad máxima para el LOS dado. Esto de igual manera se observa en la Tabla 2, presentada a continuación:



Tabla 2 Parámetros de Criterios para un Nivel de Servicio dado en Secciones Básicas de Autopista

CRITERIOS	NIVELES DE SERVICIO				
	A	B	C	D	E
FFS = 120 Km/h					
Máxima Densidad (Veh/Km/canal)	7	11	16	22	28
Mínima Velocidad (Km/h)	120,0	120,0	114,6	99,6	85,7
Máximo v/c	0,35	0,55	0,77	0,92	1,00
Tasa Máxima de Flujo (Veh/h/canal)	840	1320	1840	2200	2400
FFS = 110 Km/h					
Máxima Densidad (Veh/Km/canal)	7	11	16	22	28
Mínima Velocidad (Km/h)	110,0	110,0	108,5	97,2	83,9
Máximo v/c	0,33	0,51	0,74	0,91	1,00
Tasa Máxima de Flujo (Veh/h/canal)	770	1210	1740	2135	2350
FFS = 100 Km/h					
Máxima Densidad (Veh/Km/canal)	7	11	16	22	28
Mínima Velocidad (Km/h)	100,0	100,0	100,0	93,8	82,1
Máximo v/c	0,30	0,48	0,70	0,90	1,00
Tasa Máxima de Flujo (Veh/h/canal)	840	1320	1840	2200	2400
FFS = 90 Km/h					
Máxima Densidad (Veh/Km/canal)	7	11	16	22	28
Mínima Velocidad (Km/h)	90,0	90,0	90,0	89,1	80,4
Máximo v/c	0,28	0,44	0,64	0,87	1,00
Tasa Máxima de Flujo (Veh/h/canal)	630	990	1440	1955	2250

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

La congestión y el LOS F se presentan al comenzar a formarse la cola en la autopista. La densidad comienza a incrementarse fuertemente en la cola y puede ser considerablemente más alta que el máximo valor de 28 Veh/Km/h. En la figura 6 se muestra la relación entre valores de velocidad, flujo y densidad dados para un segmento básico de una autopista.

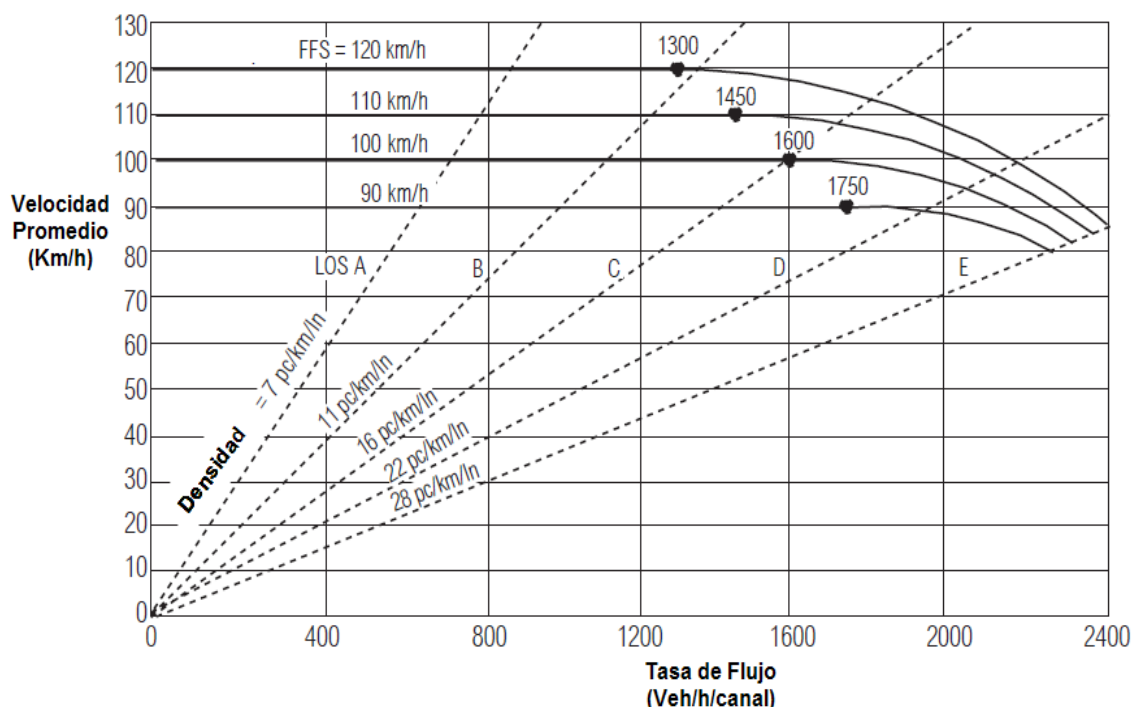


Figura 6 Curvas de Flujo-Velocidad con Criterios de Nivel de Servicio para Segmentos Básicos de Autopista

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Se observa como la capacidad varía según la FFS, oscilando entre valores como 2400, 2350, 2300 y 2250 Veh/h/canal cuando la velocidad de flujo libre ronda entre 120, 110, 100 y 90 Km/h respectivamente.

2.4.2.2 Determinación de la Velocidad de Flujo Libre (FFS)

Existen dos maneras de hallar la FFS para este estudio. La primera de ellas puede ser obtenida en campo y la otra es mediante el uso de valores de estimación que son proporcionados por el HCM – 2000. Para obtener la FFS en campo, cualquier técnica de medición de velocidad es aceptable siempre y cuando el estudio para hallar la misma sea establecido en un lugar representativo del flujo. Sin embargo, de no contar con la FFS medida en campo, se puede estimar de manera indirecta mediante ajustes basados en características físicas en el tramo de corredor vial estudiado. La ecuación 1 es usada para realizar esta estimación:

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

Ecuación 1 Velocidad de Flujo Libre

Fuente: Highway Capacity Manual 2000



Donde,

FFS = Velocidad de flujo libre (Km/h)

BFFS = Velocidad base de flujo libre, 110 Km/h (Zonas Urbanas)

f_{LW} = Valor de ajuste para ancho de canal. (Tabla 3)

f_{LC} = Valor de ajuste para separación lateral Derecha. (Tabla 4)

f_N = Valor de ajuste para número de canales (Tabla 5)

f_{ID} = Valor de ajuste para densidad de intercambio (Tabla 6)

Velocidad Base de Flujo Libre (BFFS)

La estimación de la FFS para un corredor vial se lleva a cabo ajustando una BFFS para que refleje la influencia de cuatro factores: ancho de canal, separación lateral, número de canales y densidad de intercambio.

Ajuste por Ancho de Canal

El ancho básico de canal es de 3.6 m o más. Cuando el ancho es menor a este valor, la FFS es reducida y se estima según el factor f_{LW} que se muestra a continuación:

Tabla 3 Ajuste por Ancho de Canal

Ancho de Canal (m)	Corrección de Velocidad de Flujo Libre, f_{LW} (Km/h)
3.6	0
3.5	1
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3	10.6

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Ajuste por Separación Lateral

El ajuste por separación lateral se realiza cuando el ancho del hombrillo derecho es menor de 1.8 m, y cuando la distancia al separador es menor de 0.6 m medidos desde el borde más cercano al borde del canal de viaje. Este ajuste se traduce en una disminución en términos de velocidad del BFFS. En la Tabla 4 se muestra el factor f_{LC} . Para separaciones laterales en el margen izquierdo menores de 0.6 m no se encuentran reflejados valores de ajustes ya que se consideran situaciones no habituales.



Tabla 4 Ajuste por Separación Lateral

Distancia Lateral Derecha (m)	Corrección en la Velocidad de Flujo Libre f_{LC} (Km/h)			
	Canales en una Dirección			
	2	3	4	≥5
≥1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Ajuste por Número de Canales

Cuando una autopista tiene cinco o más canales por sentido, es considerada que posee las condiciones básicas de diseño. En cambio, si el segmento de autopista evaluado tiene menos canales, a la BFFS se le aplica esta corrección f_N . En la siguiente tabla se muestran los valores para realizar el ajuste. Para la determinación de número de canales, solo se consideran aquellos con largos recorridos tanto básicos como auxiliares, canales HOV no deben ser tomados en cuenta.

Tabla 5 Ajuste por Número de Canales

Número de Canales	Corrección en la Velocidad De Flujo Libre, f_N (km/h)
≥5	0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Ajuste por Densidad de Intercambio

La densidad básica de intercambio es de 0.3 intercambios por kilómetro. Cuando este valor se va incrementando, la BFFS se va reduciendo. Para determinar el intercambio de densidad, se



necesita tomar 10 Km de un segmento de autopista, donde serán medidos 5 Km hacia arriba desde la mitad del segmento y 5 Km hacia abajo.

Tabla 6 Ajuste por Densidad de Intercambio

Intercambio por Kilómetro	Corrección en la Velocidad Flujo libre f_{ID} (Km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

2.4.2.3 Determinación de la Tasa de Flujo

La determinación de la tasa de flujo horario debe reflejar todos los factores del tráfico que influyan en él. La presencia de vehículos pesados, la variación temporal del flujo y las características de la población de conductores, son factores que inciden en el flujo vehicular y como tal se reflejan en forma de ajustes o estimaciones en los volúmenes por hora, que al ser aplicados al flujo vehicular horario (Veh/h), se obtiene un número equivalente de vehículos por hora (Veh/h). La tasa de flujo se calcula para un periodo pico de 15 minutos usando los ajustes para vehículos pesados y de población de conductores, expresándose en vehículos particulares por hora por canal (Veh/h/canal) tal y como se muestra a continuación:

$$V_P = \frac{V}{PHF * N * f_{HV} * f_P}$$

Ecuación 2 Tasa de Flujo

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Donde,

V_P = Tasa de flujo equivalente para un periodo 15 minutos (Veh/h/canal)

V = Horario pico del volumen vehicular (Veh/h)

PHF = Factor hora pico

N = Número de canales

f_{HV} = Factor de ajuste para vehículos pesados

f_P = Factor de población de conductores.



Factor Hora Pico

El factor hora pico reseñado por sus siglas en inglés PHF (Peak Hour Factor), representa la variación de la tasa de flujo durante una hora. Observaciones de campo indican constantemente que el flujo que se encuentra en períodos pico de 15 minutos no se mantiene durante toda la hora. La aplicación del factor de la hora pico en la ecuación 2 toma en cuenta este fenómeno.

En autopistas, el PHF se encuentra en un rango de 0.80 a 0.95. Sin embargo pueden encontrarse valores fuera del rango. De igual manera, la información de campo debe ser utilizada, de ser posible, para desarrollar un PHF acorde con la sección estudiada.

Factor de ajuste para Vehículos Pesados

El flujo vehicular de una autopista representa una mezcla de tipos de vehículos que deben ser ajustados a la modalidad de número equivalente para obtener el valor de automóviles particulares por hora por canal. Este ajuste está hecho para utilizar el factor f_{HV} . Este factor se calcula por medio de la ecuación mostrada a continuación:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Ecuación 3 Ajuste por Vehículos Pesados

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Donde,

E_T, E_R = Equivalente a vehículos particulares para buses, camiones y vehículos recreacionales presente en flujo.

P_T, P_R = Proporción de buses, camiones y vehículos recreacionales.

f_{HV} = Factor de ajuste para vehículos pesados.

Estos ajustes se aplican para tres tipos de vehículos pesados: camiones, autobuses y vehículos recreativos. No hay muchos indicadores de las diferencias entre autobuses y camiones, es por esto que son tomados en cuenta como iguales.

En la ecuación 3 se hace referencia a dos valores de equivalencia E_T, E_R . Estos valores son números adimensionales especificados según las condiciones del trazado en estudio. De aquí que el efecto de los vehículos pesados en el flujo del tráfico dependa de condiciones de inclinación del trazado y composición del tráfico usuario. La selección del valor equivalente se determina estableciendo si el segmento es uniforme en casi toda su extensión o si posee cambios de inclinación constantes a lo largo de su recorrido. Aquí solo se hará mención a segmentos de autopista uniformes.

Lógicamente, un corredor vial expreso está constituido a lo largo de su desarrollo en variaciones de la pendiente. Si no son muy pronunciadas, se puede asumir como una sección uniforme, siempre y cuando el efecto de estas variaciones no sea significativo para la operación



del segmento. El terreno del trazado es, en efecto una característica importante que no se debe dejar pasar por alto y se debe clasificar como llano, ondulado o montañoso.

Terreno Llano: Se entiende como cualquier combinación de inclinación y alineamientos verticales y horizontales, que permite que los vehículos pesados puedan mantener la misma velocidad que los vehículos particulares. Este tipo de terreno incluye inclinaciones por debajo del 2%.

Terreno Ondulado: Se define como el aquel producto de combinaciones de inclinaciones y alineamientos tanto verticales como horizontales, tal que hace que la velocidad de los vehículos pesados sea menor a la de los particulares, afectando la operación desde el segmento donde se encuentre hacia atrás.

Terreno Montañoso: Es el producto de cualquier combinación de alineamientos verticales y horizontales con inclinaciones altas y curvas sinuosas, ocasionando que los vehículos pesados desarrollen velocidades muy pequeñas, en largos segmentos en intervalos frecuentes.

En la siguiente tabla tenemos los valores de E_T y E_R para los distintos tipos de terreno.

Tabla 7 Factores de E_T y E_R , según el tipo de terreno

FACTOR	Tipos de Terreno		
	PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
E_T (Camiones y Buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (Vehículos de Recreación)	1.2	2.0	4.0

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Factor de Población de Conductores

Este factor se encuentra incluido en la metodología representando los conductores habituales de la sección estudiada. Es un valor adimensional que generalmente va de 0.85 a 1.00 en autopistas. Cuando el valor es cercano a 1.00 se entiende que los conductores están familiarizados con el trazado, y cuando se va alejando de ese valor indica que un porcentaje de los conductores no son regulares, desconociendo las condiciones del trazado. Generalmente al momento de análisis se trabaja como que el universo de conductores está familiarizado con la sección en estudio, de no ser que el analista encargado del estudio considere estimar un factor para un caso específico.

2.4.2.4 Determinación del Nivel de Servicio (LOS)

El nivel de servicio de un segmento básico de una autopista es determinado mediante la densidad. La densidad es calculada con la siguiente ecuación:



$$D = \frac{V_P}{S}$$

Ecuación 4 Cálculo de Densidad

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Donde,

D = Densidad (Veh/Km/canal)

V_P = Tasa de flujo (Veh/h/canal)

S = Velocidad promedio (Km/h)

Los valores de V_P y S son obtenidos como se muestra en la metodología descrita, y a partir de ellos se obtiene la densidad calculada, la cual se compara con los valores para la densidad establecidos en la Tabla 1.

2.5 HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE (HCS - 3)

En mayo de 1986, el Departamento Federal de Transporte de los Estados Unidos (FHWA) estableció un centro para hacer estudios en computadoras del transporte americano y este centro se conoce como MCTrans, que sirve como recurso para la distribución y soporte de programas de computadoras en el campo de las carreteras. Este centro provee asesoramiento técnico especializado, intercambio de información y un amplio rango de programas relacionados con el transporte a un costo razonable.

Las áreas que están incluidas en los softwares son: Gestión de Construcción, medioambiente, diseño de carreteras, pavimentos, puentes e hidráulica, mantenimiento, seguridad, topografía, ingeniería de tránsito, tránsito y planeamiento de transporte urbano. MCTrans distribuye al público programas desarrollados por la FHWA, y estos programas son distribuidos en universidades, agencias de transporte locales y particulares.

El Highway Capacity Software (HCS - 3) es un programa del MCTrans que ayuda al operador a analizar desde distintos puntos de vista la características operacionales y de diseño que puede presentar una carretera o autopista, para poder hacer estudios de ingeniería de tránsito con la certeza de mejorar la calidad del flujo vehicular, siempre y cuando se hagan los levantamientos de campo específicos para poder introducir los datos correctos al programa.

En la presente investigación se utilizará el HCS - 3 con la finalidad de poder estimar el nivel de servicio de los segmentos básicos de autopista evaluados. Se conoce que el programa no contempla las motocicletas por lo tanto no es posible conocer su incidencia de manera directa a través de su uso. Es por ello, que la investigación se basa para su utilización en artificios y adaptaciones para poder obtener una verdadera relación de incidencia de las motocicletas en la capacidad de los corredores viales elegidos.



2.6 FUNDAMENTOS LEGALES

En la realización del presente estudio, se hizo evidente que el aspecto legal juega un papel de vital importancia y está relacionado de manera directa con la problemática planteada al inicio de este trabajo especial de grado. Es por tal motivo que en este punto se estima realizar una descripción que permita conocer de manera expresa y breve lo necesario para definir y dar un puesto de orden a las motocicletas y poder así establecer sus alcances y limitaciones en materia de regulación y de permisibilidad de tránsito por los sectores estudiados.

Según el Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre vigente, aprobado en gaceta oficial Nº 38.944, “se considera un vehículo todo artefacto o aparato destinado al transporte de personas o cosas, capaz de circular por las vías públicas o privadas destinadas al uso público, permanente o casual”, tal como lo indica en su art 5. Las motocicletas se encuentran dentro de la clasificación expuesta por el reglamento como vehículos de motor (ver Art 10), y se definen motocicletas como vehículos a motor de tipo bicicletas o triciclos (ver Art 11); y a su vez se clasifican entre ellas como comerciales, oficiales, deportivas, policiales y de paseo (ver Art 12). En el artículo 27, se establecen las características técnicas que deben poseer las motocicletas para la circulación, las cuales consisten básicamente en que debe estar equipada con faros luminosos específicos, material reflectivo y espejos retrovisores con la finalidad de que pueda ser precisada su presencia en las vías. Por supuesto deberán estar dotadas de sus respectivas placas que permitan su identificación según se establece en su Art 49. Con esto, queda definido el esquema físico de las motocicletas según la Ley.

Sin embargo, el factor que incide en la capacidad de un corredor vial propiamente no son las motocicletas sino los conductores de las mismas. En términos legales según el art 151 de la mencionada Ley, un conductor es aquella persona que conduce, maneja o tiene control físico de un vehículo de motor en la vía pública; que controla o maneja un vehículo remolcado por otro o que dirige, maniobra o está a cargo del manejo directo de cualquier otro vehículo. Los mismos tienen la completa responsabilidad, en todo momento de controlar sus vehículos. Cuando nos referimos al objeto de estudio, los motociclistas o conductores de motocicletas, poseen ciertas obligaciones establecidas en el Reglamento antes descrito. Dichas obligaciones se encuentran expresadas en el articulado 164 y se expresan en totalidad en la cita presentada a continuación:

“Artículo 164.- Los conductores de motocicletas deberán cumplir en cuanto les sean aplicables los preceptos establecidos en las normas generales de circulación previstas en este Reglamento y además les está especialmente prohibido:

Circular entre canales,

Circular paralelamente a otro vehículo en movimiento en el mismo canal de tránsito,

Circular cambiando frecuentemente de canal o pasando indistintamente al centro, a la izquierda o a la derecha de la vía,

Transportar más de dos personas o carga con peso mayor a 90 kilogramos, a menos que estén especialmente acondicionados para ello,

Transportar carga cuyo volumen dificulte la conducción del vehículo,

Hacer uso de la corneta o bocina en las áreas urbanas,



Circular con el escape libre.

Parágrafo Único: Para poder incorporarse a la circulación el conductor de motocicleta, así como su acompañante deberán hacer uso del casco de seguridad. Si la motocicleta no lleva parabrisas, el conductor deberá usar además anteojos o casco integral con visera”

Como bien lo refleja el artículo anterior, existe una amplia serie de normas para contener y de una manera legalizar la circulación de las motocicletas en los corredores viales. Todo esto sin tomar en cuenta aún el tipo de vía por la cual se esté circulando, lo que conlleva a establecer más parámetros legales. El artículo 165 indica que para la conducción nocturna el motociclista deberá usar vestimenta reflectiva, bajar la velocidad e incrementar la distancia con respecto a otros vehículos.

Relativo a la circulación de los vehículos objeto de estudio, según lo dispuesto en la Ley de Transporte Terrestre, aprobada en gaceta oficial № 39.109, en su capítulo VII “de las infracciones y sanciones administrativas y de la responsabilidad de las sanciones por infracción”, específicamente en el apartado de sanciones menos graves, artículo 170, numeral 16, cita:

“Serán sancionadas con multas de cinco Unidades Tributarias (5 U.T.), sin perjuicio de las sanciones establecidas en esta y otras leyes, quienes incurran en las siguientes infracciones:
(...)

(...) 16. Los conductores y conductoras de motocicletas que:

Circulen entre canales o paralelamente a otro vehículo en movimiento, a más de sesenta kilómetros por hora (60 Km/h)

Circulen cambiando frecuentemente de canal o pasando indistintamente al centro, a la izquierda o a la derecha de la vía.

Transporten más de dos (2) personas.

Transporten carga con peso mayor de noventa kilogramos (90 Kg), a menos que estén especialmente acondicionadas para ello.

Transporten carga u objetos cuyo volumen dificulte la conducción del vehículo.

Circulen o estacionen por áreas destinadas para los peatones u otros modos no motorizados.

Conduzcan en contra vía.

No utilicen los cascos o elementos de protección.

Parágrafo Único: Hasta tanto la autoridad competente en la materia no establezca en las autopistas y vías de circulación rápida un canal exclusivo para la circulación de motociclistas, estos deberán circular por el canal de hombrillo, quien contravenga esta disposición será sancionado o sancionada con cinco Unidades Tributarias (5 U.T.), de acuerdo a lo establecido en este artículo.”

En el capítulo IV se realizan los análisis pertinentes a los aspectos legales antes indicados que deben cumplir los conductores de los vehículos motorizados de dos ruedas que circulan sobre la vialidad de la ciudad.



CAPÍTULO III – METODOLOGÍA Y DESARROLLO

3.1 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La metodología de la presente investigación, consiste en la identificación y selección de corredores viales que presenten un tránsito importante de vehículos motorizados de dos ruedas, con la finalidad de analizar sus condiciones operativas y proponer medidas que permitan mitigar el efecto provocado por la ocupación de las motos en tramos viales.

Durante la recopilación de información, no se encontraron estudios realizados que estuvieran relacionados con el tema a desarrollar. Por tal razón, la metodología adoptada se basa en la información recolectada tanto en instituciones públicas como privadas dedicadas al área de vialidad y tránsito, así como en los levantamientos de campo realizados. Esta metodología se realizó como se muestra a continuación en el Diagrama Metodológico y de Desarrollo del Estudio:

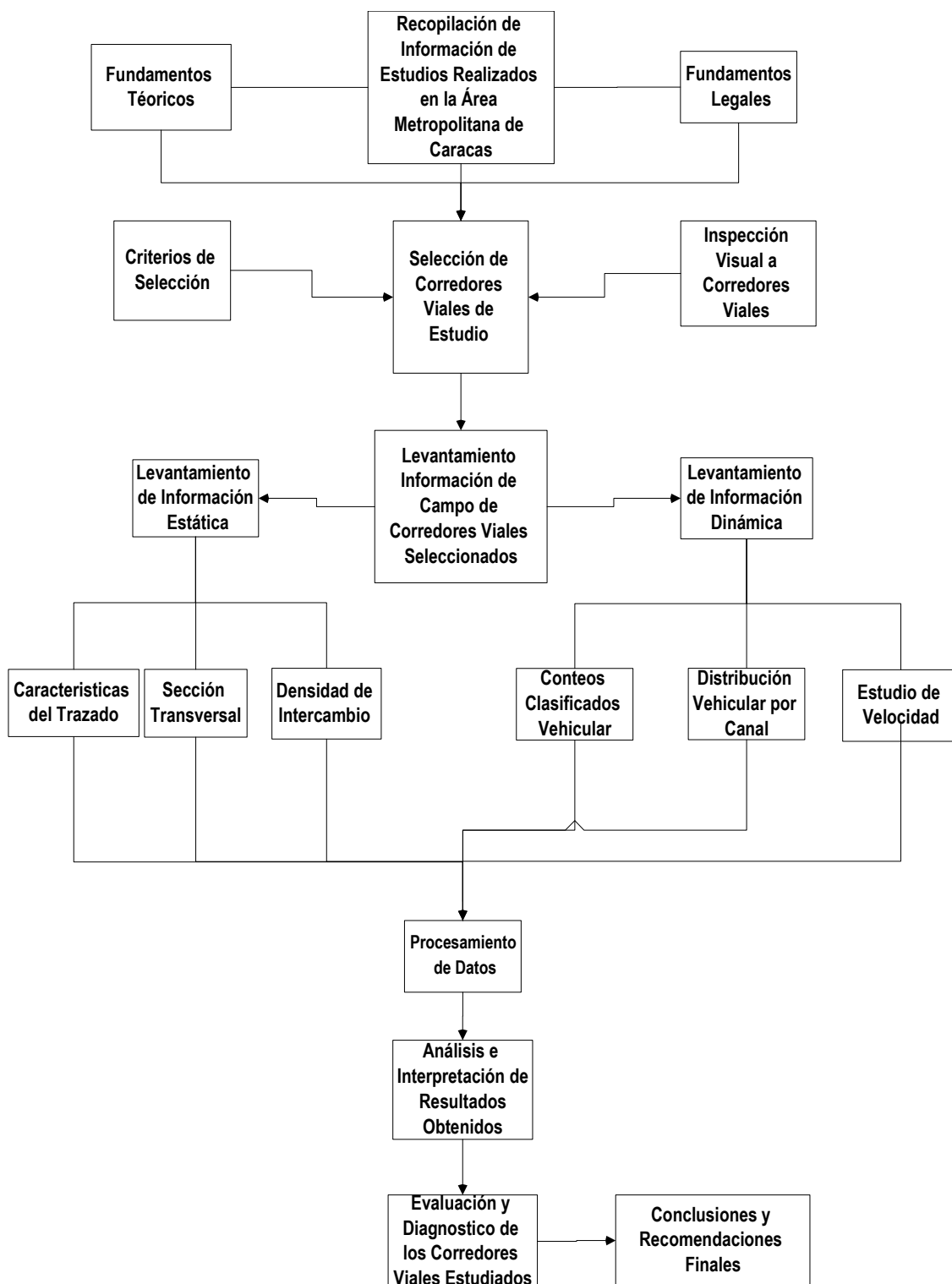


Figura 7 Diagrama Metodológico y de Desarrollo del Estudio
Fuente: Elaboración Propia



3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS

La investigación inicia con una recopilación de antecedentes de las condiciones operativas de los principales corredores viales de la ciudad ante los entes públicos encargados de la planificación, mantenimiento, operación y vigilancia de la vialidad; y consultoras privadas dedicadas a la rama de la vialidad y tránsito.

Los entes públicos que fueron consultados son el Instituto Autónomo de Transporte y Estrategia Superficial del Municipio Sucre (IMAT); el Instituto Autónomo de Tránsito Transporte y Circulación del Municipio Chacao (IATTC), la Dirección de Transporte y Vialidad de la Alcaldía de Baruta y la Brigada Especial de Vigilancia de Vías Expresas (VIVEX).

La información proporcionada por Chacao concierne a estadísticas de accidentes de motocicletas en el municipio durante los años 2006, 2007, 2008 y el primer trimestre del 2009. Estas estadísticas pueden ser consultadas en el anexo A-1. En el anexo A-10, se presenta una copia fotostática del documento entregado por el IATTC.

La Dirección de Transporte y Vialidad de la Alcaldía de Baruta proporcionó un inventario que contiene el servicio de moto taxis en el municipio de Baruta que ha sido censado. Este inventario está expuesto en el anexo A-2.

El VIVEX suministró datos referentes a los accidentes ocurridos en el año 2009 en la rama expresa de la vialidad de la AMC. La información obtenida fue procesada para posteriormente ser analizada y puede observarse en el anexo A-3 y A-4.

En cuanto a las consultoras privadas, Somelca Ingenieros y Asociados C.A. facilitaron información de estudios realizados en el Área Metropolitana de Caracas en los años de 2001 y 2007. La información comprende conteos de flujo vehicular realizados en horas de la mañana y en horas de la tarde donde la clasificación vehicular estuvo compuesta por automóviles particulares, vehículos pesados, transporte público y además motocicletas. Aparte, proporcionaron información adicional basada en conteos mecánicos y análisis realizados en base a esos conteos clasificados ejecutados en un gran número de corredores viales de la AMC. Por limitaciones de esta investigación solo se trabajaron con corredores preseleccionados como se verá a continuación en la sección de selección de puntos de estudio y la información mostrada en los anexos A-5, A-6, A-7, A-8 y A-9 referente a los corredores viales elegidos para el estudio en el horario de la mañana.

3.3 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Debido al gran número de corredores viales existentes en el Área Metropolitana de Caracas, se estimó necesario hacer una selección de ellos con la finalidad de determinar los puntos más representativos que reflejen la realidad operativa de los mismos.



Los corredores viales a ser estudiados fueron elegidos bajo un proceso que involucra:

Revisión de Antecedentes. Estos antecedentes, basados en los estudios consultados, permitieron realizar una preselección de puntos, que básicamente tomaron en consideración tramos donde se mostraba un volumen de motocicletas considerable. Cabe señalar que aún así, se estudiaron corredores que no presentaban antecedentes con tales características.

Inspección Visual. Las condiciones operativas del tráfico vehicular del corredor vial preseleccionado fueron registradas por medio del uso de cámaras fotográficas y de video.

Las inspecciones visuales, permitieron constatar si las condiciones operativas de los corredores viales preseleccionados eran favorables para llevar a cabo la investigación. El siguiente paso en la delimitación del objeto de estudio fue la selección de criterios para la elección de los puntos de trabajo.

3.3.1 Criterios de Selección de Puntos

La selección de los corredores viales que fueron objeto para el estudio realizado fue de vital importancia para el desarrollo del mismo. No todas las vías de la ciudad son transitadas de igual manera por las motocicletas, ni tienen las mismas condiciones de operación ni menos el mismo nivel de importancia dentro de la red vial. Es por ello que se requirió una serie de criterios para la elección de los corredores que resultaran de mayor relevancia para el estudio. Estos criterios serán expuestos a continuación:

- El corredor vial, basado en la preselección realizada, debe corresponder a una vía expresa de importancia en la AMC.
- El volumen de motocicletas que transite por el corredor vial debe ser elevado durante el período pico de la mañana.
- La calzada de la sección de vía elegida debe estar debidamente demarcada y señalizada.
- La sección de vía estudiada debe carecer de fricción lateral, entiéndase como vendedores ambulantes ni pedigüños ni peatones.
- El trazado de la vía debe ser tal que la velocidad de los conductores no se vea comprometida. Su geometría debe ser de sección uniforme, donde no haya variaciones en el alineamiento vertical ni curvas sinuosas.
- La calzada debe carecer de fisuras y grietas en el pavimento que puedan mermar en la maniobrabilidad de los conductores usuarios del corredor vial.
- La selección debe considerar solo tramos de vía básicas.

Con estos criterios de selección establecidos se procedió a ubicar los puntos de estudios definitivos y con ello, avanzar hacia el horizonte de la delimitación del área de estudio.

3.3.2 Selección de Corredores Viales

Mediante los criterios de selección establecidos, se procedió a realizar las inspecciones de campo en los puntos que cumplen con esos parámetros. Se tomaron en cuenta múltiples opciones en cuanto a corredores expresos de la AMC. La propuesta de investigación pretendió estudiar aquellos corredores que se encontraran vinculados con sectores populares, que son sin duda, los lugares de donde provienen la mayoría de los vehículos motorizados de dos ruedas.

En cuanto a las opciones estudiadas encontramos:

- Opción A Avenida Boyacá, tramo Distribuidor Boyacá y Distribuidor El Márquez. Sentido Este Oeste.
- Opción B Autopista Francisco Fajardo, tramo Distribuidor Macaracuay y Petare. Sentido Este Oeste.
- Opción C Autopista Francisco Fajardo, tramo Distribuidor La Carlota y Distribuidor Altamira. Sentido Este Oeste.
- Opción D Autopista Francisco Fajardo, tramo Distribuidor Mohedano y Distribuidor Plaza Venezuela. Sentido Oeste Este.
- Opción E Autopista Valle Coche, tramo Distribuidor La Bandera y Distribuidor Santa Mónica. Sentido Oeste Este.
- Opción F Autopista Francisco Fajardo, tramo Puente Los Leones y Distribuidor La Araña. Sentido Oeste Este.
- Opción G Autopista Francisco Fajardo, tramo Distribuidor Antímano y Distribuidor La Paz. Sentido Oeste Este.
- Opción H Autopista Prados del Este, tramo Distribuidor Los Campitos y Distribuidor Santa Fe. Sentido Sur Norte.

Estas opciones fueron estudiadas con base a una tabla comparativa creada a partir de la recopilación de información, donde se resume el porcentaje de motocicletas que transitaron por las opciones presentadas anteriormente en el año 2001 y 2007, la cual es mostrada a continuación:

Tabla 8 Comparación Porcentual de los Volúmenes de Motocicletas en los Corredores Viales con opción a ser elegidos como puntos de estudio

Opción	Año 2000 (%)	Año 2007 (%)	Variación Porcentual (%)
A	0,58	7,95	1270
B	0,89	16,14	1713
C	0,29	0,28	-3
D	0,64	-	-
E	2,38	14,64	515
F	4,79	21,25	467
G	3,81	23,33	512
H	1,23	-	-

Fuente: Elaboración Propia con datos suministrados por Somelca C.A.



La selección se realizó analizando la información extraída de la Tabla 8. Los corredores seleccionados no son precisamente los que tuvieron una variación porcentual mayor, ya que se estimó conveniente dar mayor importancia al criterio de selección de mayor volumen actual de motos, en base a las inspecciones de campo. Dicho esto se presentan los tres corredores a ser evaluados, los cuales están descritos en la tabla a continuación:

Tabla 9 Características Geométricas de los Corredores Viales Seleccionados

Opción	Corredor Vial	Ubicación	Sentido
F	Autopista Francisco Fajardo	Puente Los Leones - Dist La Araña	Oeste - Este
E	Autopista Valle - Coche	Dist La Bandera - Dist Santa Mónica	Oeste - Este
D	Autopista Francisco Fajardo	Dist Mohedano - Dist Plaza Venezuela	Oeste - Este

Fuente: Elaboración propia

3.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO EN UN CORREDOR VIAL

Al tener determinados los corredores viales que serían objeto de estudio, se procedió al levantamiento de información y recolección de datos de campo. El levantamiento de información se realizó en dos etapas. La primera de ellas corresponde al levantamiento de información estática, que constituye la recolección de los aspectos geométricos de los corredores viales seleccionados. En segunda etapa se realizó el levantamiento de información dinámica que permite establecer la condición de flujo vehicular, de operación y de ubicación presente en los corredores viales en estudio.

3.4.1 Levantamiento de Información Estática

El levantamiento de información estática permite conocer las características físicas de los corredores seleccionados para el estudio. Su finalidad recae en forma de inventario, proporcionar data en función de número de canales, longitud del ancho de los canales, separación a objetos laterales, longitud del tramo estudiado, y pendiente de la calzada. Este levantamiento se realizó para conocer la data geométrica de las secciones de los corredores elegidos; esta data es necesaria para la correcta utilización del software utilizado, el HCS – 3. Los componentes de estas secciones se muestran en los anexos D-1, D-2 y D-3 respectivamente de cada sección evaluada, en los corredores seleccionados.

Las dimensiones geométricas de los corredores viales seleccionados fueron levantadas en campo de manera manual por medio de la utilización de un odómetro digital manual de marca Stanley, el cual es un instrumento de medición de uso rápido, sencillo y bastante preciso con una apreciación de 1 cm.



3.4.2 Levantamiento de Información Dinámica

El levantamiento de información dinámica se realiza para determinar la composición del flujo vehicular. El procedimiento comenzó con repetidas inspecciones visuales con motivo de conocer las condiciones operativas de los corredores viales seleccionados. Estas inspecciones se realizaron en horas de la mañana y en horas de la tarde, en días laborables y no laborables, donde se encontró que el comportamiento del flujo era distinto a lo largo de las horas en los días laborables y según la zona de la ciudad donde se estuviera realizando la inspección. El procedimiento de recolección de información dinámica estuvo sujeto a la metodología y los requerimientos del HCS – 3.

En la determinación de los períodos pico o de mayor demanda de un corredor vial, se deben utilizar contadores mecánicos para la realización de conteos continuos por un lapso no menor de 3 días. El uso de estos equipos quedó descartado por las limitaciones de este trabajo de grado y los costos que implican los mismos. Por tal motivo, se realizaron continuas inspecciones visuales a los corredores viales que se seleccionaron para la realización de este trabajo, a fin de determinar los períodos pico asociados a cada uno de ellos así como también las características de flujo y condiciones de operación. Esto indicó que el período pico en la mañana era más corto y de mayor intensidad en relación a la presencia de motocicletas que el período pico de la tarde que se mostraba como un período más prolongado y de menor presencia concentrada de motocicletas. De esta manera, las inspecciones finales se realizaron sólo para el período pico de la mañana desde el momento que los corredores funcionaban a flujo libre y el volumen de motocicletas era despreciable (05:45 am), pasando por el período pico y de congestión vehicular, con alta afluencia de motos para terminar la inspección en el momento que el flujo se hacía más rápido y el volumen de vehículos motorizados de dos ruedas disminuía. Este procedimiento fue dividido en tres etapas: conteos clasificados vehiculares, determinación de la distribución vehicular por canal y estudio de velocidad medida en campo.

3.4.2.1 Conteos Clasificados Vehiculares

Para llevar a cabo los conteos clasificados vehiculares, se procedió a conteos de volúmenes de acuerdo a lo establecido por el método manual, el cual consiste en la intervención de una o más personas, que por medio del uso de contadores manuales registran la cantidad de vehículos observados durante períodos de 15 min. Se utilizaron hojas de trabajo y contadores manuales. El modelo de la planilla de trabajo usada se encuentra en el anexo B-1. Basados en Garber y Hoel (2004), quienes exponen que “los volúmenes de tránsito para el martes, miércoles y jueves son similares, pero se observa un pico en los viernes. Esto indica que cuando se están planeando los conteos cortos, es útil programar la recolección de conteos entre semana para el martes, miércoles y/o jueves” (p. 104), de allí que se tomó la decisión de realizar los conteos entre semanas durante esos tres días, ya que los lunes y viernes el comportamiento no es estable.

Al igual que para la selección de puntos de estudio, se establecieron unos criterios para la realización de estos conteos clasificados, fundamentados en lo observado en las inspecciones



llevadas a cabo en campo para la escogencia de los tramos viales en estudio, los cuales son a continuación expuestos:

- La clasificación vehicular estuvo comprendida por vehículos particulares, buses de transporte público, vehículos de carga o pesados y motocicletas. Esto se puede apreciar en el modelo de la planilla de trabajo del anexo B-1.
- Los vehículos de carga se registraron sin la clasificación según sus ejes, ya que está información no era de importancia en este estudio.
- Los conteos vehiculares fueron realizados desde las 06:30 a.m. hasta las 09:30 a.m.
- Los datos fueron recolectados en los corredores seleccionados por un lapso de dos días.
- Se mantuvo un plano transversal ideal a la vía contabilizando cada vehículo dentro de la clasificación que pasara por él.

3.4.2.2 Distribución Vehicular por Canal

La distribución vehicular por canal es otro punto importante en el levantamiento dinámico. Mediante este procedimiento, se pudo conocer como se encuentra distribuido el flujo vehicular en los canales de los segmentos de autopistas evaluados. Nuevamente, se establecieron parámetros para llevar a cabo esta etapa de la investigación, y una metodología al momento de la recolección de la data. Cabe mencionar que en esta etapa se contó con el soporte técnico de VITRAF CONSTRUCCIONES C.A.

El procedimiento contempla los siguientes parámetros:

- La clasificación vehicular estuvo comprendida por vehículos particulares, buses de transporte público, vehículos de carga o pesados y motocicletas, tal como se muestra en el modelo de la planilla usada para registrar estos volúmenes en el anexo B-1, en el cual se especifica el canal evaluado.
- Los vehículos de carga se registraron sin la clasificación según sus ejes, por no ser relevante en esa investigación.
- El registro se realizó en períodos de 15 minutos al igual que los conteos clasificados vehiculares y durante el mismo horario.
- A cada persona presente en el sitio de estudio, se le asignó un canal en el cual debía contabilizar el flujo vehicular y clasificarlo según lo expuesto en este procedimiento.

En la realización de este estudio se encontró con un elemento no contemplado en el diseño de una autopista. Las motocicletas circulaban en los linderos de los canales, específicamente sobre la demarcación de los canales. Esta situación se demuestra en la Figura 8, el tránsito irregular de esta modalidad de vehículo en una autopista.



Figura 8 Fotografía Ilustrativa de Circulación de Motocicleta por la Demarcación entre Canales en una Autopista
Fuente: Elaboración Propia

La circulación entre canales, se repetía continuamente a lo largo de los demás canales de la sección, aunque no con tanta frecuencia. El canal más afectado a juzgar por la figura 8 y por los anexos de la sección F es el canal izquierdo. Para esta situación, al momento de la evaluación se consideró agregar las motocicletas al canal más próximo a la izquierda, debido a que ese canal se ve afectado por esta circulación ilegal. Para corroborar esta aseveración, se realizaron conteos clasificados por canal, y así demostrar que de existir una incidencia directa de esta circulación paralela, este sería el canal más afectado.

El procedimiento se llevó a cabo realizando un tercer día de conteos clasificados, con la variante que a cada participante se le asignó un canal para en el cual realizar la discriminación vehicular. Estos datos por tipo de vehículos (vehículos particulares, vehículos pesados, buses y motocicletas) fueron agrupados en periodos de 15 minutos y para ser totalizados como volumen horario por canal. De aquí se obtendría una primera distribución porcentual que se define en tablas de procesamiento como porcentajes parciales, que son la cantidad en porcentaje de vehículos según su tipo que circulan por ese canal. Luego estos volúmenes horarios por canal serían sumados entre sí obteniendo un volumen horario total para la sección. A partir de este volumen horario se pudo conocer los llamados porcentajes totales por canal que se determinaron como el cociente del volumen horario por canal entre el volumen horario total de la sección.



3.4.2.3 Estudios de Velocidad

Un estudio de tiempo de recorrido fue efectuado en base al método del vehículo de prueba, expuesto por Box y Oppenlander en el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito (1985), donde estipulan que las velocidades de recorrido se calculan a partir de los tiempos de recorrido, aplicando la metodología descrita a continuación.

Para la recopilación de los tiempos de recorrido se utilizó un vehículo, un cronómetro y una hoja de trabajo. El vehículo en cuestión estimaba la distancia recorrida con un odómetro digital. La hoja de trabajo usada está referida en el anexo B-2. Las rutas seleccionadas para el estudio fueron recorridas previamente para establecer un punto de inicio y punto final por cada ruta, con finalidad de establecer la distancia de cada uno de los recorridos. Del método del vehículo de prueba se ajusta a cualquier de las siguientes condiciones:

- La técnica del vehículo flotante
- La técnica del vehículo promedio
- La técnica del automóvil-máximo

La técnica utilizada fue la del vehículo flotante. Esta consiste como su propio nombre lo indica, en que el vehículo flote en el flujo vehicular rebasando tantos vehículos como lo rebasen a él. Antes del inicio del recorrido de prueba se identifican los puntos iniciales y finales, de manera que el automóvil sea conducido en ese trayecto. Así mismo, se van haciendo anotaciones de los tiempos al finalizar el recorrido y la distancia del mismo, registrándolos en la hoja de campo dispuesta para dicho estudio.

Esta técnica permite al analista conocer la velocidad media de recorrido, que es la distancia entre el tiempo medio recorrido de varios viajes, sobre un tramo de calzada. Esta se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\bar{S} = \frac{60 * N * D}{\sum T}$$

Ecuación 5 Velocidad Media de Recorrido

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito (1985)

Donde,

$\bar{S}$ = Velocidad media de recorrido (Km/h)

N = Número de recorridos

D = Longitud del tramo en estudio (Km)

$\sum T$ = Sumatoria de todos los tiempos de recorrido (min)

Una vez conocida la velocidad media del recorrido, se determina el rango promedio de la velocidad de recorrido mediante la ecuación 6. Esto se realiza para poder corroborar que el estudio tiene un 95% de confiabilidad si se aplican los criterios correspondientes a la Tabla 10.



$$R = \frac{\sum S}{N - 1}$$

Ecuación 6 Rango Promedio de la Velocidad de Recorrido
Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito (1985)

Donde,

R = Rango promedio de la velocidad de recorrido (Km/h)

$\sum S$ = Suma de los valores de todas las diferencias de velocidades

N = Número de recorridos

Tabla 10 Tamaño Mínimo Aproximado de la Muestra, Necesario para Estudios de Tiempo de Recorrido

Rango promedio de la velocidad de recorrido (Km/h)	Número mínimo de recorridos para un error permisible específico				
	± 2,0 Km/h	± 3,5 Km/h	± 5,0 Km/h	± 6,5 Km/h	± 8 Km/h
5,0	4	3	2	2	2
10,0	8	4	3	3	2
15,0	14	7	5	3	3
20,0	21	9	6	5	4
25,0	28	13	8	6	5
30,0	38	16	10	7	6

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito (1985)

Es necesario acotar que el levantamiento de información dinámica fue llevado a cabo bajo condiciones básicas de operación en autopista. Todo el procedimiento se realizó en los días previamente comentados, bajo condiciones climáticas aceptables donde no hubo precipitaciones, no existieron interferencias como colisiones y con unas condiciones de operación normales para cada uno de los corredores seleccionados, considerando normal el hecho de mantener las mismas condiciones con base en repetidas inspecciones visuales.

3.5 PROCESAMIENTO DE DATA

Los datos colectados de los distintos levantamientos de información de campo realizados fueron procesados con el uso de la herramienta de Microsoft, Excel.

A continuación se describen los procedimientos para la sistematización de la data levantada.

3.5.1 Sistematización de los Volúmenes Vehiculares

La sistematización de los volúmenes obtenidos de los conteos clasificados vehiculares se presenta en esta sección. Se eligieron tres segmentos de autopista, ubicados según se indican en la tabla 9 en el punto 3.3, y para cada uno de estos tramos básicos escogidos, se realizaron



dos días de conteos lo que indica que por cada corredor evaluado habrá dos planillas de trabajo con datos de volúmenes.

En cada conteo clasificado, se cuantificó el tránsito de vehículos particulares, vehículos de carga, transporte público y motocicletas, obteniendo así el volumen de cada tipo de vehículos que transitan por el tramo estudiado cada 15 minutos. Estos datos se muestran en planillas procesadas en los anexos C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 y C-6.

Para desarrollar el análisis de los segmentos de las autopistas evaluados, se elaboró una planilla de procesamiento denominada promedio de conteos clasificados vehiculares, con el fin de promediar los volúmenes vehiculares de los dos días de conteos. Cada segmento evaluado tiene una planilla con la cual se corresponde, tal como se muestra en los anexos C-7, C-8 y C-9, y es con los datos de esas planillas que se determinaron las condiciones operativas de los corredores viales seleccionados.

3.5.2 Determinación de la Hora Pico

La determinación de la hora pico de los segmentos de autopista evaluados, se determinó según la metodología usada para tal fin.

Se elaboró una planilla de procesamiento constituida por la suma de los volúmenes vehiculares de cada tipo de vehículos en un período de 15 minutos. Esta etapa del procesamiento tuvo dos sub etapas. La primera de ellas se corresponde con la totalización de los volúmenes de todo el parque automotor contabilizado en 15 minutos. La segunda de ellas comprendió la suma de todos los tipos de vehículos sin incluir el renglón de las motos.

Acto seguido, se sumaron cuatro subtotales en períodos de 15 minutos consecutivos, obteniéndose el flujo vehicular horario con motocicletas y sin ellas. El volumen horario que arrojó el mayor valor fue el correspondiente al volumen de la hora pico de la sección evaluada. En el anexo C-7, C-8 y C-9 se muestran en la sección de “Volumen por Hora (C/Motos)”, y en las siguientes tablas se muestra el volumen del periodo pico para cada segmento vial evaluado.

Tabla 11 Volumen Hora Pico Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen Horario Con Motos
06:45 A.M. 07:00 A.M.	758	3	12	530	1.303	5.053
07:00 A.M. 07:15 A.M.	725	5	16	573	1.319	
07:15 A.M. 07:30 A.M.	561	3	13	659	1.236	
07:30 A.M. 07:45 A.M.	492	3	9	693	1.197	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 12 Volumen Hora Pico Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen Horario Con Motos
07:15 A.M. 07:30 A.M.	787	40	15	685	1.526	6.289
07:30 A.M. 07:45 A.M.	798	33	16	771	1.617	
07:45 A.M. 08:00 A.M.	681	30	21	852	1.583	
08:00 A.M. 08:15 A.M.	682	39	17	826	1.564	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 Volumen Hora Pico Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen Horario Con Motos
07:15 A.M. 07:30 A.M.	833	20	28	319	1.200	4.935
07:30 A.M. 07:45 A.M.	839	19	33	341	1.232	
07:45 A.M. 08:00 A.M.	800	23	50	389	1.262	
08:00 A.M. 08:15 A.M.	768	28	37	410	1.242	

Fuente: Elaboración Propia

Partiendo de la información suministrada en las tablas 11, 12 y 13, se determinaron los factores de hora pico (PHF) correspondientes para cada segmento de autopista de referentes al período pico de las secciones evaluadas. EL PHF se define como el cociente del volumen de la hora pico en el corredor vial entre 4 veces el volumen máximo de flujo vehicular en un período de 15 minutos dentro de la hora pico.

Tabla 14 Factores de Hora Pico de los Segmentos de Autopista Evaluados

Corredor Vial	Ubicación	PHF
Autopista Francisco Fajardo	Puente Los Leones – Distribuidor La Araña	0,96
Autopista Valle - Coche	Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	0,97
Autopista Francisco Fajardo	Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	0,98

Fuente: Elaboración Propia

Es importante señalar que este PHF fue calculado incluyendo los vehículos motorizados de dos ruedas, expresando la realidad de la información obtenida en campo. No obstante, y como se



observará y se justificará en el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado, al momento de la utilización del HCS – 3, se determinará un PHF acorde con los requerimientos del software.

3.5.3 Determinación de la Distribución Vehicular por Canal

La distribución vehicular por canal fue determinada siguiendo la metodología planteada para realizar este levantamiento de información de campo. A pesar que se determinó la distribución vehicular para cada tramo de autopista evaluado como se puede observar en los anexos C-10, C-11 y C-12, aquí presentaremos un resumen solo con los porcentajes de la distribución del flujo vehicular en cada uno de los segmentos básicos de autopista evaluados.

Tabla 15 Resumen de Distribución del Flujo Vehicular en los Segmentos Evaluados

Segmento Evaluado	Vehículos Particulares	Buses	Vehículos Pesados	Motocicletas
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	50,17%	0,28%	0,98%	48,58%
Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza	46,87%	2,24%	1,07%	49,81%
Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Monica	65,65%	1,81%	1,01%	29,54%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla siguiente, se resume el porcentaje de motocicletas contenidas en el canal izquierdo para cada tramo de autopista evaluado. Con observar las dos tablas, se puede verificar claramente que el volumen de vehículos motorizados de dos ruedas circulante por cada tramo vial elegido es elevado, y que además la mayor cantidad de ese flujo se concentra en el canal rápido, es decir, en el canal izquierdo.

Tabla 16 Resumen de Porcentaje de Motocicletas en el Canal Izquierdo de todos los Segmentos Evaluados

Segmento Evaluado	Porcentaje Motocicletas en Canal Izquierdo
Puente Los Leones y Distribuidor La Araña	98,13%
Distribuidor Mohedano y Distribuidor Plaza Venezuela	61,19%
Distribuidor La Bandera y Distribuidor Santa Mónica	99,70%

Fuente: Elaboración Propia



3.5.4 Determinación de la Velocidad Promedio en los Segmentos Evaluados

El estudio de velocidad de recorrido para la obtención de la velocidad promedio de cada segmento evaluado fue determinado por medio de las ecuaciones 5 y 6 siguiendo la metodología expuesta por Box y Oppenlander en el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito (1985). Los resultados se resumen en la tabla a continuación:

Tabla 17 Resumen de las Velocidades Promedio de los Segmentos Evaluados

Segmento Evaluado	Velocidad Media de Recorrido	Rango Promedio de la Velocidad
Puente Los Leones y Distribuidor La Araña	6,53	2, 53
Distribuidor Mohedano y Distribuidor Plaza	17,67	6,63
Distribuidor La Bandera y Distribuidor Santa Mónica	21,98	2,41

Fuente: Elaboración Propia

3.5.5 Operación e Introducción de Valores en el Highway Capacity Software (HCS – 3)

La determinación del nivel de servicio de cada uno de los corredores viales se realizó utilizando el HCS 3. Para su uso, el HCS 3 requiere seguir la metodología expuesta en la figura 5. Por su parte el HCM 2000 permite realizar el cálculo del nivel de servicio de un segmento básico de autopista de manera manual, siguiendo el procedimiento expuesto en el punto 2.4.2 de esta investigación; y de manera directa a partir del uso de su software. En este punto de la investigación determinaremos el nivel de servicio de cada uno de los segmentos de autopista evaluados introduciendo la data requerida por el software, obtenida por medio de los distintos levantamientos de información realizados.

Antes de iniciar la determinación de las condiciones operativas de los segmentos viales elegidos, fue necesario aclarar puntos de especial interés acerca del tratamiento y utilización de la data colectada en campo. La circulación de motocicletas no es contemplada en el HCS 3. Es por ello que el período pico fue determinado excluyendo el volumen de motos del volumen total horario y el volumen máximo de flujo vehicular en un período de 15 minutos dentro de la hora pico. El porcentaje de camiones y buses fue calculado como el cociente de la suma de los volúmenes correspondientes a su clasificación dentro del flujo vehicular entre el volumen horario total. El factor de población de conductores (f_P) fue tomado como la unidad para todos los casos evaluados asumiendo que todos los conductores estaban familiarizados con la vialidad. Los valores para los E_T y E_R , pueden ser tomados de la tabla 7, aún cuando el software los introduce por defecto al ser especificado el tipo de terreno.



3.5.5.1 Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña

La Autopista Francisco Fajardo en el tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña presenta una serie de características, las cuales fueron introducidas al software de la manera mostrada en la tabla 18.

Tabla 18 Datos de Entrada del HCS 3 Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña

Cálculo de Tasa de Flujo (V_p)		Cálculo de Velocidad de Flujo Libre FFS	
Volumen Horario (Veh/h)	2599	BFFS (Km/h)	110
PHF	0,84	Ancho de Canal (m)	3,6
Volumen del Período Pico (Veh)	773	Hombrio Derecho (m)	0
Número de Canales	3	Densidad de Intercambio (int/km)	1,1
Terreno	Plano	Número de Canales	3
Porcentaje de Camiones y Buses (%)	3		
E_T	1,5		
Porcentaje de RVs (%)	0		
E_R	1,2		
f_{HV}	0,99		
f_P	1		

Fuente: Elaboración Propia



3.5.5.2 Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela

Este tramo ubicado frente al Jardín Botánico presenta una serie de características, las cuales fueron introducidas al software de la manera indicada en la tabla 19.

Tabla 19 Datos de Entrada del HCS 3 Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Cálculo de Tasa de Flujo (V_p)		Cálculo de Velocidad de Flujo Libre FFS	
Volumen Horario (Veh/h)	3156	BFFS (Km/h)	110
PHF	0,93	Ancho de Canal (m)	3,3
Volumen del Período Pico (Veh)	846	Hombriño Derecho (m)	0,3
Número de Canales	4	Densidad de Intercambio (int/km)	0,9
Terreno	Plano	Número de Canales	4
Porcentaje de Camiones y Buses (%)	5		
E_T	1,5		
Porcentaje de RVs (%)	0		
E_R	1,2		
f_{HV}	0,98		
f_P	1		

Fuente: Elaboración Propia



3.5.5.3 Autopista Valle – Coche Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica

Este tramo pertenece al corredor vial que lleva por nombre Autopista Valle – Coche. Está determinado por la localidad de La Bandera y Santa Mónica. Este segmento presentó una serie características, las cuales fueron introducidas al software de la manera indicada en la tabla 20.

Tabla 20 Datos de Entrada del HCS 3 Autopista Valle –Coche Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica

Cálculo de Tasa de Flujo (V_p)		Cálculo de Velocidad de Flujo Libre FFS	
Volumen Horario (Veh/h)	3477	BFFS (Km/h)	110
PHF	0,98	Ancho de Canal (m)	3,3
Volumen del Período Pico (Veh)	891	Hombriillo Derecho (m)	0,3
Número de Canales	3	Densidad de Intercambio (int/km)	0,7
Terreno	Plano	Número de Canales	3
Porcentaje de Camiones y Buses (%)	4		
E_T	1,5		
Porcentaje de RVs (%)	0		
E_R	1,2		
f_{HV}	0,98		
f_P	1		

Fuente: Elaboración Propia



3.5.6 Formulación del Análisis

El análisis de la operación de los tramos viales en estudio, se realiza mediante tres criterios que se formulan a continuación.

- Análisis Teórico con el uso del Highway Capacity Software (HCS - 3). En este análisis se considera un flujo no saturado y no se considera la presencia de las motocicletas al calcular los factores de ajuste para la FFS y con ello la densidad.
- Análisis Práctico de Campo. Se calcula la densidad con base en la velocidad medida en campo, manteniendo el flujo vehicular sin tomar en consideración las motocicletas.
- Análisis Comparativo. Se realiza un análisis comparativo entre los dos análisis planteados.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE RESULTADOS

La fundamentación en conceptos básicos, el levantamiento de información estática y dinámica, así como el procesamiento de datos fueron las etapas de la metodología que permitieron la determinación de las condiciones operativas de los corredores viales estudiados.

El estudio de las condiciones operativas de los tres tramos evaluados, se realizó mediante la evaluación de la densidad, nivel de servicio y velocidad de flujo. Esta evaluación se realizó en el período pico de la mañana. A continuación se presenta el análisis de las condiciones operativas para los criterios formulados.

4.1 ANÁLISIS TEÓRICO CON EL USO DEL HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE (HCS - 3)

El estudio de las condiciones operativas mediante el análisis teórico vigente (HCM 2000) se realiza con los levantamientos de información de campo como son los volúmenes de tránsito obtenidos en los conteos clasificados vehiculares y las características geométricas del segmento. Los resultados obtenidos de la evaluación con el software (HCS-3) se presentan en las tablas 21, 22 y 23 que se encuentran a continuación. Es importante reseñar que el software no contempla las motocicletas dentro del análisis.

Tabla 21 Resultados de Salida del Highway Capacity Software (HCS-3) Autopista Francisco Fajardo Tramo Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Condición Operativa del Segmento Evaluado	
Tasa de Flujo de Servicio (Veh/h/Canal)	1046
Nivel de Servicio (LOS)	C
Velocidad de Flujo Libre FFS (Km/h)	91,1
Velocidad Promedio S (Km/h)	91,1
Densidad (Veh/km/canal)	11,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Resultados de Salida del Highway Capacity Software (HCS-3) Autopista Francisco Fajardo Tramo Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Condición Operativa del Segmento Evaluado	
Tasa de Flujo de Servicio (Veh/h/Canal)	867
Nivel de Servicio (LOS)	B
Velocidad de Flujo Libre FFS (Km/h)	94,8
Velocidad Promedio S (Km/h)	94,8
Densidad (Veh/km/canal)	9,1

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 23 Resultados de Salida del Highway Capacity Software (HCS-3) Autopista Valle - Coche
Tramo Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Condición Operativa del Segmento Evaluado	
Tasa de Flujo de Servicio (Veh/h/Canal)	1212
Nivel de Servicio (LOS)	C
Velocidad de Flujo Libre FFS (Km/h)	94,7
Velocidad Promedio S (Km/h)	94,7
Densidad (Veh/km/canal)	12,8

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados expresados en las tres tablas anteriores, los corredores son evaluados bajo condiciones de flujo libre, en los cuales no hay afectación de la FFS y donde la capacidad de maniobra se ve limitada levemente. En tramos con tales características los incidentes que ocurren en la vía son fácilmente evadibles y solo se requieren un poco de atención adicional por parte del conductor.

4.2 ANÁLISIS PRÁCTICO

El estudio de las condiciones operativas mediante el análisis práctico se desarrolló con los levantamientos de información de campo, constituidos por los conteos clasificados vehiculares y los estudios de velocidad, los cuales dieron como resultado los parámetros de operación que se muestran a continuación:

Tabla 24 Parámetros de Operación de los Tramos Evaluados

Tramo	Tasa de Flujo (V_P)	Velocidad Promedio (S)
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	1042	6,53
Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	866	21,98
Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	1207	17,67

Fuente: Elaboración Propia

Estos parámetros de operación determinan las condiciones operativas de los tramos de autopista evaluados, como se muestra en la tabla 25. Dichas condiciones se calcularon por medio de la siguiente ecuación de densidad.

$$D = \frac{V_P}{S}$$

Ecuación 4 Cálculo de Densidad

Fuente: Highway Capacity Manual 2000



Tabla 25 Determinación de las Condiciones Operativas

Tramo	Densidad (Veh/Km/Canal)	Nivel de Servicio
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	159,57	F
Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	39,4	F
Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	68,3	F

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos de la evaluación de las condiciones operativas para cada tramo, permitieron identificar que en lo observado en las distintas inspecciones visuales realizadas en campo, reflejan que cada uno de los tramos de vía evaluados operan con una densidad mayor a 28 Veh/Km/canal, lo cual indica que el nivel de servicio es F. Esto evidencia los problemas de movilidad y circulación de los vehículos que por ellas circulan; a su vez los vehículos de dos ruedas contribuyen a esta problemática ya que los mismos se desplazan por estas arterias viales.

4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO

Los resultados obtenidos por medio del análisis teórico con el uso del HCS-3, determinan que las condiciones de operación de los tramos viales evaluados se encuentran operando con niveles de servicio correspondientes a flujos ininterrumpidos. No obstante, al realizar el análisis práctico en campo, la determinación de las condiciones operativas del flujo vehicular dió como resultado en cada tramo unos valores de densidad superiores a 28 vehículos particulares por kilómetro por canal, lo que se corresponde a una operación de alto congestionamiento vehicular, poca movilidad y nivel de servicio F. Estos resultados se encuentran en la tabla siguiente.

Tabla 26 Tabla Comparativa de Condiciones Operativas Determinadas por medio de Evaluaciones Teóricas y de Evaluaciones de Campo

Tramo	Determinación Teórica		Determinación en Campo	
	Densidad (Veh/Km/canal)	Nivel de Servicio	Densidad (Veh/Km/canal)	Nivel de Servicio
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	11,5	C	159,57	F
Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	9,1	B	39,4	F
Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	12,8	C	68,3	F

Fuente: Elaboración Propia



Esta comparación, presenta diferencias significativas en cuanto a los valores de densidad y niveles de operación de servicio. Esto se debe a que los niveles de servicio calculados teóricamente mediante la aplicación de la metodología descrita en el HCM 2000 no contempla la congestión ni la presencia e incidencia de las motocicletas, por lo cual en el análisis de la determinación de las condiciones operativas realizadas en el análisis práctico con base a la información obtenida en campo presenta grandes diferencias.

La presencia de esta modalidad de vehículos incide en la operación de la vía, afectando en la movilidad y circulación vehicular. La incidencia de las motocicletas en el diseño no está contemplada en el Highway Capacity Manual, es por ello que su afectación debe ser determinada con base a las situaciones que fueron observadas en el campo al momento que se realizaron los levantamientos. La invasión del canal, el efecto barrera o cortina, son dos de las situaciones presentadas en campo.

En las secciones estudiadas, con frecuencia las situaciones de invasión de canal fueron presenciadas. Esto ocurre cuando hay circulación paralela a un vehículo en el momento que otro vehículo se encuentra ocupando el mismo canal. Esta acción está penada por el Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre vigente para la fecha, en su artículo 164. Esta situación se muestra en la figura 9 mediante una fotografía tomada al momento de la realización de uno de los conteos clasificados vehiculares.

Esta fotografía reseña que aunque la circulación paralela es penada por el reglamento vigente, la circulación de las motocicletas en las vías expresas no respeta lo dispuesto en la Ley de Transporte Terrestre expuesto en su capítulo VII “de las infracciones y sanciones administrativas y de la responsabilidad de las sanciones por infracción”, específicamente en el apartado de sanciones menos graves, artículo 170, numeral 16, reseñado en la presente investigación como fundamentos legales.



Figura 9 Fotografía Ilustrativa de Circulación Paralela en la Autopista Francisco Fajardo, Tramo
Puente Los Leones – Distribuidor La Araña
Fuente: Elaboración Propia

Esta situación de circulación paralela afecta la condición del flujo de las vías expresas en diferentes aspectos. El primero es la reducción de la maniobrabilidad. La conducción ilegal de estos vehículos genera un obstáculo lateral para los conductores, disminuyendo el ancho del canal, lo cual se traduce en una reducción de capacidad. Esta disminución de maniobrabilidad puede asociarse a una falta de confianza en la conducción de un vehículo que será compensada con la disminución de la velocidad, que a su vez afectará directamente la capacidad de operación del flujo vehicular. Esto se puede apreciar en la figura 10.



Figura 10 Fotografía Ilustrativa de Circulación Paralela en La Autopista Francisco Fajardo, Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela
Fuente: Elaboración Propia

El efecto barrera incide en la movilidad del tránsito vehicular, generando limitaciones en el intercambio de los vehículos en los canales. El efecto barrera o cortina afecta la capacidad de maniobra, ocasionando que el conductor reduzca su velocidad hasta inclusive detener su marcha mientras espera una oportunidad de realizar un cambio de canales. Al conductor disminuir su velocidad o inclusive detenerse, se disminuye el espacio de separación entre los vehículos aumentando su densidad y con ello afectándose el nivel de servicio del tramo vial. La figura 11 muestra el efecto barrera o cortina en las vías expresas.



Figura 11 Fotografía Ilustrativa de Efecto Barrera en la Autopista Francisco Fajardo, Tramo
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña
Fuente: Elaboración Propia

Es importante destacar que en las tres imágenes presentadas para ilustrar la circulación al margen de la Ley de los vehículos motorizados de dos ruedas, se muestra como los conductores que transitan por el canal rápido de los tramos evaluados son los que sienten más estos efectos y son prácticamente conducidos a transitar sobre las separaciones laterales, cercanos al separador central. La figura 11 muestra un ejemplo perfecto para describir esta situación.

Siendo las motocicletas un vehículo que circula de manera constante por las vías expresas y que generan factores que afectan diariamente las condiciones operativas de las mismas, se considera conveniente analizar su efecto, por lo cual se desarrolla el siguiente análisis.

Habiendo calculado las densidades teóricas y prácticas, y comparando que las mismas no son iguales, se determina que existen efectos que influyen en la operación del tránsito vehicular que no se encuentran presentes en el cálculo de la densidad teórica. Esto se demuestra en la siguiente relación.

***Análisis de la incidencia de los vehículos de dos ruedas en la capacidad de
Operación de corredores viales***

$$D_{PRÁCTICA} = D_{TEÓRICA} * K$$

Ecuación 7 Relación Densidad Teórica y Densidad Real
Fuente: Elaboración Propia

Donde,

K = Factor de ajuste de densidad

$D_{PRÁCTICA}$ = Densidad medida en campo (Veh/Km/canal)

$D_{TEÓRICA}$ = Densidad teórica (Veh/Km/canal)

Este factor está constituido por una serie de parámetros que influyen directamente en la capacidad de operación de los segmentos viales estudiados. Entre estos parámetros encontramos el ancho de canal, la densidad de intercambio, el número de canales y la distancia lateral. A su vez, en este factor está incluida la influencia causada por la presencia de los vehículos motorizados de dos ruedas y otros parámetros

La figura 4 muestra los distintos regímenes que pueden presentarse en segmento básico de autopista, definidos por una velocidad promedio y una tasa de flujo determinada.

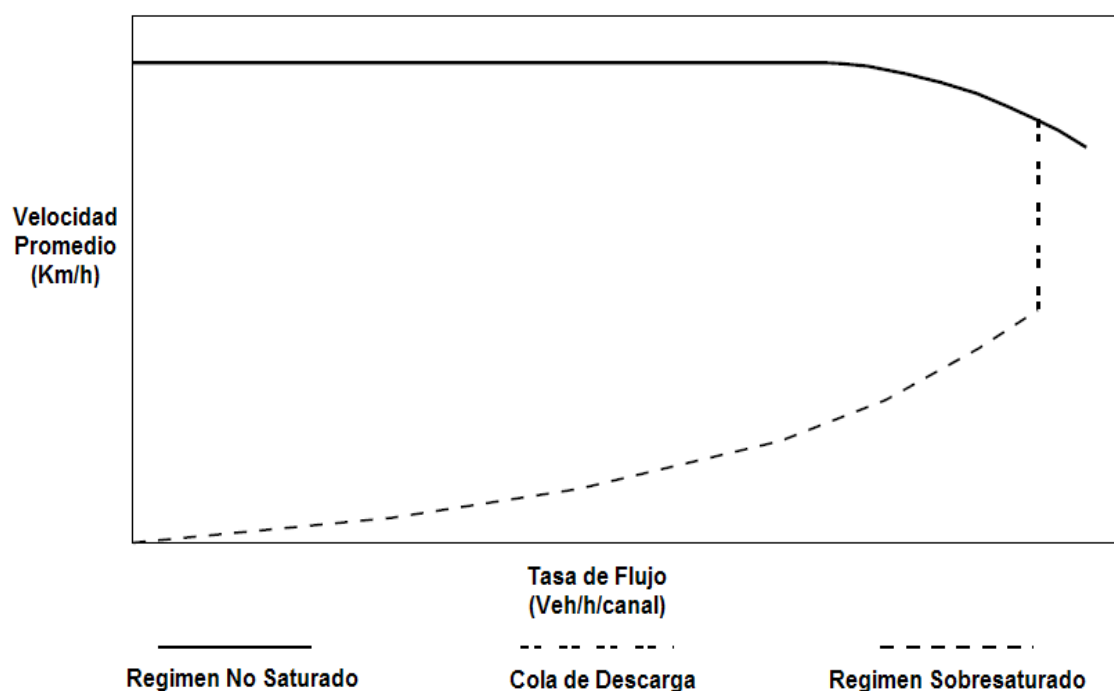


Figura 4 Relación de Régimen No Saturado, Cola de Descarga y Régimen Sobresaturado con la Velocidad Promedio de los Vehículos Particulares
Fuente: Highway Capacity Manual 2000



La relación de velocidad promedio y la tasa de flujo son los parámetros determinantes de la densidad. Esto indica que los puntos que componen las líneas que surcan el gráfico realmente especifican una densidad para cada régimen. A su vez, se observa también que una misma tasa de flujo será correspondida por dos densidades totalmente diferentes, siendo a su vez definida por dos tipos de regímenes distintos.

La relación de densidad involucra los parámetros tasa de flujo y la velocidad promedio; permaneciendo la tasa de flujo constante, se tiene que la densidad se ve afectada directamente por la velocidad promedio. Es a partir de esta hipótesis que es posible establecer relaciones entre las velocidades promedio y la densidad de flujo.

La metodología descrita en el HCM (2000) plantea que al utilizar las ecuaciones que definen las condiciones operativas de un flujo vehicular, solo se tomen en cuenta volúmenes de vehículos particulares con sus debidos ajustes por vehículos equivalentes. No contempla el volumen de motocicletas.

Para establecer las relaciones que permitan desarrollar un análisis que contemple la incidencia de los vehículos motorizados de dos ruedas, se utilizaron una serie de parámetros que se especifican a continuación.

- Las tasas de flujo se determinaron mediante todos los períodos horarios generados durante los conteos realizados en cada segmento evaluado. Estas tasas de flujo, serán empleadas para la variedad de casos planteados de este análisis.
- La velocidad sin afectación por motos. Esta velocidad se reseñó como $V_{S/M}$, y se calculó con los ajustes contemplados en el HCM (2000).
- La velocidad con afectación de motos. Esta velocidad se identificó identificada como $V_{C/M}$ y se calculó tomando en consideración los siguientes ajustes:
Disminución en el ancho de canal de 60 cm para la circulación de los vehículos por ser usado este espacio por las motos cuando invaden al canal.
Efecto barrera que toma en consideración cuando los conductores no tienen una distancia lateral porque las motocicletas circulan adyacentes a ellos.
- La velocidad de recorrido medida en campo, la cual fue evaluada para cada uno de los segmentos de autopistas estudiados y se denota como S .

A partir de estos parámetros es posible obtener tres valores de densidad distintos para una misma tasa de flujo en cada uno de los tramos viales estudiados.

- La densidad teórica sin la presencia de motos, que fue calculada en base a las tasas de flujo y a la velocidad $V_{S/M}$.
- La densidad teórica con la presencia de motos que fue determinada en base a la velocidad denominada $V_{C/M}$ y las tasas de flujo estimadas en cada período horario evaluado.
- La densidad práctica fue calculada a partir de la velocidad medida en campo y las tasas de flujo halladas anteriormente.

Luego de obtener los valores de las distintas densidades, y partiendo de la ecuación 7, se determinó que era posible establecer una relación entre la densidad teórica con y sin presencia de motocicletas para los segmentos básicos de autopista evaluados. Esta relación es:

$$D_{C/M} = D_{S/M} * K_{C/M}$$

Ecuación 8 Relación Densidad Teórica con Motos y Densidad Teórica sin Motos

Fuente: Elaboración Propia

Donde,

$D_{D_{S/M}}$ = Densidad teórica sin incluir las motos (Veh/Km/canal)

$D_{C/M}$ = Densidad teórica con inclusión de motos (Veh/Km/canal)

$K_{C/M}$ = Factor de ajuste de densidades

El valor de K refleja la relación entre un flujo no saturado y un flujo sobresaturado y el valor de $K_{C/M}$ refleja la relación entre un flujo no saturado, que se ve afectado por el tránsito de las motocicletas considerando el efecto barrera y de invasión de canal, en un flujo no saturado sin incluir el efecto por las motocicletas. Estos factores de ajustes de las ecuaciones 7 y 8, se determinaron para cada tramo evaluado como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 27 Determinación K y $K_{C/M}$ para el tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña

Tasa de Flujo (Vp)	Velocidad Teórica (V _{SM})	Velocidad Teórica (V _{CM})	Velocidad de Campo	Densidad Teórica (D _{SM})	Densidad Teórica (D _{CM})	Densidad Práctica	K	$K_{C/M}$
1046.13	91.10	76.10	6.53	11.48	13.75	160.20	13.95	1.20
1040.97	91.10	76.10	6.53	11.43	13.68	159.41	13.95	1.20
1009.59	91.10	76.10	6.53	11.08	13.27	154.61	13.95	1.20
979.20	91.10	76.10	6.53	10.75	12.87	149.95	13.95	1.20
1111.10	91.10	76.10	6.53	12.20	14.60	170.15	13.95	1.20
1116.52	91.10	76.10	6.53	12.26	14.67	170.98	13.95	1.20
1121.94	91.10	76.10	6.53	12.32	14.74	171.81	13.95	1.20
1146.77	91.10	76.10	6.53	12.59	15.07	175.62	13.95	1.20
1157.80	91.10	76.10	6.53	12.71	15.21	177.30	13.95	1.20

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 28 Determinación K y $K_{C/M}$ para el tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela

Tasa de Flujo (Vp)	Velocidad Teórica (V _{SM})	Velocidad Teórica (V _{CM})	Velocidad de Campo	Densidad Teórica (D _{SM})	Densidad Teórica (D _{CM})	Densidad Práctica	K	$K_{C/M}$
1062.88	94.80	80.60	21.98	11.21	13.19	48.36	4.31	1.18
954.27	94.80	80.60	21.98	10.07	11.84	43.42	4.31	1.18
889.92	94.80	80.60	21.98	9.39	11.04	40.49	4.31	1.18
875.61	94.80	80.60	21.98	9.24	10.86	39.84	4.31	1.18
875.61	94.80	80.60	21.98	9.24	10.86	39.84	4.31	1.18
1062.95	94.80	80.60	21.98	11.21	13.19	48.36	4.31	1.18
1068.08	94.80	80.60	21.98	11.27	13.25	48.59	4.31	1.18
1073.22	94.80	80.60	21.98	11.32	13.32	48.83	4.31	1.18
1208.48	94.80	80.60	21.98	12.75	14.99	54.98	4.31	1.18

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29 Determinación K y $K_{C/M}$ para el tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica

Tasa de Flujo (Vp)	Velocidad Teórica (V _{SM})	Velocidad Teórica (V _{CM})	Velocidad de Campo	Densidad Teórica (D _{SM})	Densidad Teórica (D _{CM})	Densidad Práctica	K	$K_{C/M}$
1351.36	94.70	78.80	17.67	14.27	17.15	76.48	5.36	1.20
1334.88	94.70	78.80	17.67	14.10	16.94	75.54	5.36	1.20
1294.44	94.70	78.80	17.67	13.67	16.43	73.26	5.36	1.20
1235.52	94.70	78.80	17.67	13.05	15.68	69.92	5.36	1.20
1241.46	94.70	78.80	17.67	13.11	15.75	70.26	5.36	1.20
1250.20	94.70	78.80	17.67	13.20	15.87	70.75	5.36	1.20
1256.15	94.70	78.80	17.67	13.26	15.94	71.09	5.36	1.20
1256.15	94.70	78.80	17.67	13.26	15.94	71.09	5.36	1.20
1262.11	94.70	78.80	17.67	13.33	16.02	71.43	5.36	1.20

Fuente: Elaboración Propia

De las tablas 27, 28 y 29 se puede determinar con los valores de K y $K_{C/M}$ una relación porcentual para cada tramo, de la afectación por presencia de motos en un total de afectación que contemple su presencia ya que este valor K fue determinado bajo la premisa que es el cociente de las densidades teóricas y prácticas. La figura 12 establece la relación grafica entre los factores K y $K_{C/M}$.

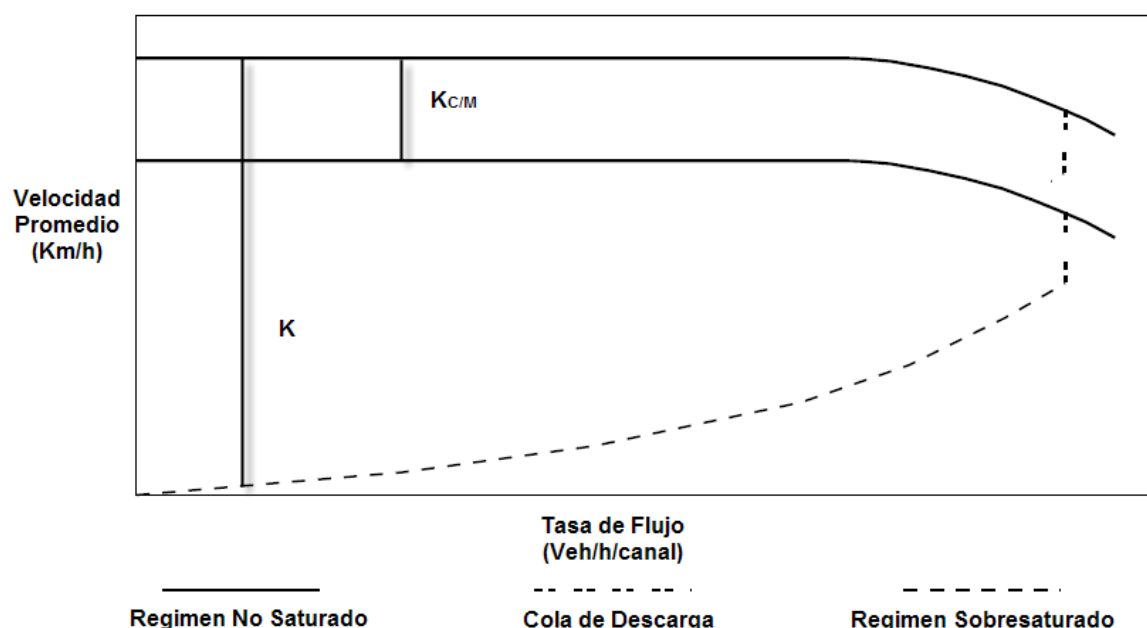


Figura 12 Relación entre los factores K y $K_{C/M}$

Fuente: Elaboración Propia

Los valores porcentuales obtenidos son los siguientes:

Tabla 30. Relación Porcentual entre $K_{C/M}$ y K

Tramo	Relación $K_{C/M} / K(\%)$
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	9%
Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	27%
Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	22%

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados representan el porcentaje de afectación por causa de la presencia de motos considerada en el factor de ajuste de densidades, por lo que determina la incidencia de las mismas en los tramos de vías evaluados. Es importante señalar que en esta incidencia solo se incluye el efecto de disminución de la velocidad por causa de invasión de canal y efecto barrera. Por lo que se infiere, que el tramo de Puente Los Leones – Distribuidor La Araña presenta una incidencia muy baja a comparación a los otros puntos, ya que se encuentra en una condición de operación más congestionada.

Como se evidencia en la tabla 27, el flujo en el tramo de Puente Los Leones - Distribuidor La Araña presenta un nivel de congestión de tal magnitud que la incidencia de las motocicletas es baja con relación a los otros puntos evaluados. La afectación por la presencia de motocicletas



puede ser cuantificada hallando la relación porcentual obtenida del cociente de $K_{C/M}$ entre K . Para los tramos Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela y, Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica se observa una mayor incidencia en la tabla 28 y 29, lo que indica que la relación porcentual entre $K_{C/M}$ y K es mayor. Al ser estos números cercanos al 25%, se registra que la presencia de motorizados tiene una influencia importante en estos dos últimos tramos.

De esta manera, se verifica que efectivamente la incidencia por efecto de la presencia de los motorizados sea un valor que pueda ser estimado en función de la variación porcentual obtenida del cociente de $K_{C/M}$ entre K .

Todo esto expone que la relación planteada como ecuación 7 puede ser de utilidad práctica, ya que conociendo los datos para hallar una densidad teórica que se obtiene con la utilización del HCS-3 y un valor K que se establece según el porcentaje de motos presente en los casos evaluados, se puede estimar una densidad práctica como si se determinara en campo.

Esto se fundamenta en la diferencia que explica que para una misma tasa de flujo existan dos regímenes distintos definidos por una diferencia de velocidad que se establece con el factor de ajuste de densidad K . Este factor se obtiene como resultado del cociente de la densidad práctica y la densidad teórica. La estimación de este ajuste muestra en la tabla siguiente.

Tabla 31. Tabla Estimación de Factor de Ajuste de Densidades Teóricas y Prácticas

Tramo	V _{MOTOS}	V _{TOTAL}	Porcentaje Motos	Densidad Practica	Densidad Teórica	K
Puente Los Leones - Distribuidor La Araña	2196	4890	45%	161.78	11.48	14.09
	2454	5053	49%	161.78	11.43	14.16
	2527	4947	51%	161.78	11.08	14.60
	2561	4955	52%	161.78	10.75	15.05
	2362	4992	47%	161.78	12.20	13.26
	2075	4919	42%	161.78	12.26	13.20
	1809	4695	39%	161.78	12.32	13.14
	1527	4520	34%	161.78	12.59	12.85
	1353	4289	32%	161.78	12.71	12.73
Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica	931	4705	20%	51.01	15.02	3.40
	1113	4795	23%	51.01	14.83	3.44
	1306	4889	27%	51.01	14.38	3.55
	1458	4935	30%	51.01	13.73	3.72
	1450	4920	29%	51.01	13.79	3.70
	1411	4883	29%	51.01	13.89	3.67
	1254	4706	27%	51.01	13.96	3.65
	1056	4341	24%	51.01	13.96	3.65
	974	3991	24%	51.01	14.02	3.64
Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela	1807	5456	33%	55.73	11.81	4.72
	2296	5769	40%	55.73	10.60	5.26
	2784	6066	46%	55.73	9.89	5.64
	3133	6289	50%	55.73	9.73	5.73
	3064	6198	49%	55.73	9.73	5.73
	2827	6143	46%	55.73	11.81	4.72
	2420	5936	41%	55.73	11.87	4.70
	1986	5696	35%	55.73	11.92	4.67
	1725	5778	30%	55.73	13.43	4.15

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del factor de incidencia de motocicletas en la operación del tránsito vehicular K relacionan las densidades teóricas y prácticas. Este es un factor creciente que aumenta en función del porcentaje de motos que circula por las vías expresas. La siguiente gráfica expresa el resultado de la operación del tránsito vehicular con la presencia de las motocicletas en los corredores viales estudiados, la cual está expresada en porcentaje de motocicletas en las abscisas y factor de incidencia de motocicletas K en las ordenadas. Esta gráfica, es una herramienta que permite calibrar la densidad teórica obtenida mediante el procedimiento descrito del Highway Capacity Manual 2000.

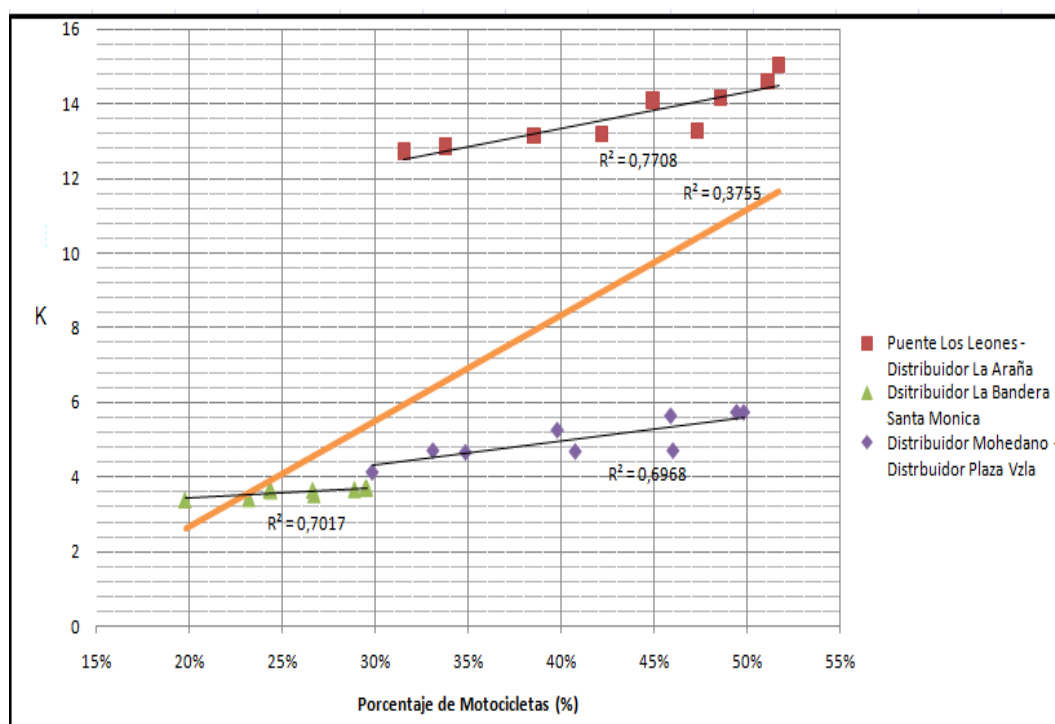


Figura 13 Relación entre Ajuste de Densidades y Porcentaje de Motocicletas
Fuente: Elaboración Propia

Al observar el gráfico se evidencia un comportamiento atípico para los valores de K en el tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña, ya que los puntos graficados presentan una alta dispersión, la cual se puede ver expresada en el bajo valor de la correlación de la muestra total. Esto sugiere dos condiciones. La primera de ellas que el flujo vehicular para este tramo debe ser estudiado con una muestra más grande para obtener unos resultados más representativos y segundo, que en base a los resultados obtenidos en la relación porcentual, la afectación influenciada por los motorizados es menor en comparación a los otros factores presentes que están afectando el flujo.

De los segmentos básicos evaluados, el tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña arrojó para K valores muy altos cercanos a 14 por causa del alto congestionamiento, mientras que el $K_{C/M}$ alcanzó valores de 1,20 lo que denota la baja incidencia de las motocicletas cuando la vía se encuentra totalmente congestionada.

Los otros dos segmentos evaluados arrojan valores muy similares entre sí de K de 5,3 y 4,3 y valores de $K_{C/M}$ de 1,20 y 1,18, lo que permite señalar que la presencia de motos bajo las condiciones evaluadas denota una incidencia considerable del 25%

Debido a que los otros dos tramos presentan una cercana correlación en el factor de incidencia de motocicletas se realizó una segunda gráfica relacionando únicamente los tramos de Distribuidor La Bandera – Santa Mónica y Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela, que a continuación se muestra.

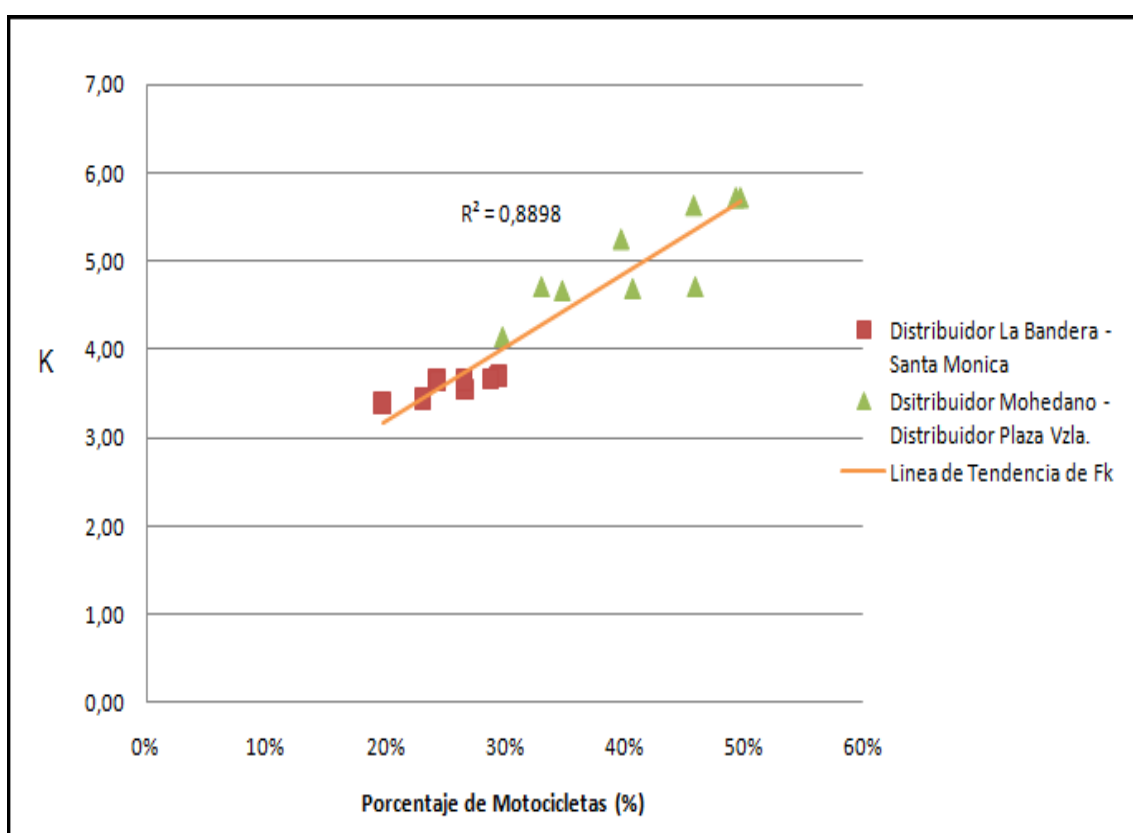


Figura 14 Relación entre Ajuste de Densidad y Porcentaje de Motocicletas un Flujo Saturado
Fuente: Elaboración Propia

La apreciación de la tabla presentada es positiva, ya que el valor de la correlación de sólo estos tramos evaluados es cercano a 1. Por lo que se evidencia una relación directa del factor de incidencia de motocicletas con la densidad y la velocidad de dichos tramos, dando la libertad de poder determinar un porcentaje de motocicletas e introducirlo a dicha tabla y obtener así el factor



de incidencia que se ajuste de manera más adecuada a la relación de las densidades teóricas con las densidades prácticas.

4.4 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES DE REGISTROS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS

Resumen de Accidentes Anuales con presencia de Motos en el Municipio Chacao.

La tabla que se muestra el Anexo A-1, fue suministrada por el Instituto Autónomo de Tránsito Transporte y Circulación del Municipio Chacao, representa el número de accidentes registrados en dicho municipio. En este registro se encuentra involucrada la modalidad de vehículos de dos ruedas, por lo que se puede observar que la presencia de las mismas ocasiona grandes accidentes, es decir, que tenemos un índice elevado de incidentes con motos hasta de consecuencias graves, ya que en el año 2007 y 2008 se observa la presencia de personas fallecidas. Es por esto, que los años 2007 y 2008 son catalogados como los más críticos ya que presentan el mayor número de casos totales de accidentes ocurridos con consecuencias graves de fallecimiento.

Registros de Accidentes del VIVEX

De acuerdo al registro de atención prehospitalaria reportada ante la Gerencia del VIVEX y entregadas al Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre durante el año del 2009, se crearon unos gráficos que muestran tanto los porcentajes mensuales de accidentes con presencia de motos y accidentes con otro tipo de vehículos que engloba a los vehículos particulares, transporte público y vehículos pesados. En el gráfico anexo como A-3 se observa que el comportamiento de toda la muestra coincide con los comportamientos individuales de los accidentes con presencia de motocicletas y accidentes con otros vehículos. En cuanto a los promedios de la muestra de accidentes con presencia de motocicletas, se obtuvo un 45% donde el promedio de dichos accidentes es mayor al promedio de accidentes ocurridos con presencia de otros vehículos.

Al obtener estos altos resultados, se procedió a analizar el gráfico anexo como A-4 que contempla los distintos tipos de accidentes con presencia de motocicletas para identificar la raíz de los mismos. Según el cuadro, una de las causas de los altos porcentajes son las colisiones en motos, es decir, que el responsable de dicho accidente es el conductor de la moto, seguida del volcamiento de motocicletas. Otras causas presentes son caídas de moto, colisión entre motos, colisión contra objetos fijos, las cuales presentan menor porcentaje de ocurrencia.

Registros de Moto Taxis

A causa de la situación económica del país y la demanda de las personas por un servicio de transporte rápido, se han creado nuevas maneras de generar ingresos tal como lo es el servicio de moto taxis, cuya finalidad es trasladar al usuario de manera directa en un tiempo muy corto. Este tipo de servicio se ha incrementado a nivel nacional de manera acelerada por lo que algunos



entes gubernamentales crearon bases de datos para el registro de dichas líneas que prestan el servicio.

Tanto en la alcaldía de Baruta como el Instituto Autónomo de Tránsito Transporte y Circulación del Municipio Chacao, suministraron parte de sus bases de datos para que sirviera de ayuda académica para el presente trabajo, ya que este tipo de servicio es prestado mediante el uso de motocicletas. A la hora de entrega de estos registros la Alcaldía de Baruta, hizo énfasis en que la recopilación de tal información no ha sido fácil ya que estos vehículos no son obtenidos de manera legal, como también mencionan el hecho de que los mismos conductores de las motocicletas no son los propietarios y se encuentran al margen de la ley por lo que prefieren no registrarse y seguir laborando de manera ilegal.

Dichos registros están reflejados en los anexos A-2 y A-10 y muestran tanto nombre de la línea, ubicación, cantidad de asociados o conductores, entre otros. Si bien estos vehículos transitan por nuestras vías, con la información suministrada se ve casi imposible determinar su incidencia porcentual directa en el tráfico de las mismas.



CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El parque automotor del Área Metropolitana de Caracas ha crecido de manera importante en los últimos años como respuesta a un rápido incremento de la población que, aunado a una falta de planificación y de nuevos desarrollos de infraestructura vial y de transporte público, han ocasionado el colapso de la red vial, siendo difícil satisfacer la alta demanda vehicular a la cual es sometida diariamente la vialidad; disminuyendo su movilidad, aumentado los tiempos de viajes y en definitiva desmejorando el nivel de servicio.

La vía expresa, dentro de la clasificación de la vialidad urbana, es la que conduce mayor volumen vehicular de todo el sistema. Debido al crecimiento del parque automotor y al congestionamiento vial, el tránsito de un nuevo tipo de vehículos de bajo costo y de menor tiempo de viaje se ha hecho presente. Las motocicletas son ese nuevo medio de transporte, las cuales alcanzan casi el 50% del flujo vehicular en la vialidad expresa. El volumen de personas que son transportadas por esta modalidad es de casi 1,5 personas/motocicleta, una relación que es similar a la transportada por los vehículos particulares, lo cual es una consecuencia de la falta de movilidad y de un sistema de transporte adecuado.

El tránsito de las motocicletas se ha hecho frecuente sobre la vía de manera indiscriminada, trayendo consigo una gran cantidad de accidentes y un clima de anarquía generado por el manejo irregular y carente de legalidad alguna, que alcanzan un 46% del total de accidentes que ocurren en las vías que tienen presencia de motocicletas.

Los corredores viales seleccionados para el estudio, fueron evaluados para determinar la incidencia en el tránsito que este tipo de vehículos sobre las vías expresas. En efecto, causan una incidencia que se ve reflejada en el análisis de segmentos básicos de autopista de la densidad para las distintas condiciones evaluadas.

Se logró establecer un factor de incidencia K que se determinó por medio de la utilización del HCS-3, al calcular las densidades bajo los regímenes evaluados no saturados sin presencia de motos y no saturados con presencia de motos, y luego compararlas con las densidades calculadas con base a las velocidades medidas en campo. Este análisis permitió establecer una relación entre el factor de incidencia de un régimen saturado K y de un régimen no saturado $K_{C/M}$ que contempla sólo la incidencia por presencia de motocicletas bajo condiciones no saturadas.

Es importante señalar que dentro del factor total de incidencia K , están incluidos además de la reducción de canal y el efecto barrera, condiciones de saturación que no se evaluaron y que pudieran tener relación con la presencia de motos como: disminución de confort, tiempo de percepción, aumento de inseguridad, molestia por el ruido, entre otros.



Finalmente producto del estudio se elaboró una tabla que permite estimar la densidad de campo, tomando los valores de K , relacionando los porcentajes de motocicletas presentes en las vías saturadas sin congestión total, que alcanzaran velocidades de recorrido mayores a 15 km/h. Esta diferencia, expresada como una incidencia o afectación, se desarrolló a nivel preliminar y denota que las motos son una realidad en el tránsito vehicular urbano y que deben ser tomadas en cuenta al momento de realizar cualquier planificación futura de diseño de infraestructura vial, así como también para determinar las condiciones operativas de un corredor vial.

Con base en los fundamentos legales, esta nueva modalidad presente en nuestra red vial, debe ser revisada, vigilada y controlada para hacer cumplir las leyes por las instituciones competentes, ya que a pesar que el Reglamento de Tránsito Terrestre y la Ley de Transporte Terrestre vigente las contemplan en el flujo vehicular expreso, dándole cabida a su circulación por el hombrillo derecho que, aunque no se encuentren adecuados para la circulación de los mencionados vehículos, es lo dispuesto por la Ley; los entes competentes en esta materia no la hacen, ya que la circulación de los motorizados en la trama vial expresa no es la que se dispone legalmente sino que día a día se observa como su circulación se encuentra limitada solo por las posibilidades y destrezas físicas de sus conductores; realizando el cruce indiscriminado entre canales, conducción a velocidades por encima de las establecidas por la Ley invadiendo el canal ocupado por otro vehículo disminuyendo el ancho de canal a ser utilizado por los vehículos y ocasionando el efecto barrera al no permitir el cambio de canal a los conductores. Al sumar estos efectos, merma la capacidad de maniobra de los conductores afectando su libre circulación; condicionando su confort, produciendo la reducción de velocidad, afectando esta directamente la capacidad del corredor vial y finalmente contribuyendo poco a poco a deteriorar más las condiciones operativas de la vialidad.

5.2 RECOMENDACIONES

La investigación realizada arrojó conclusiones que sirvieron en calidad de fundamento para proponer recomendaciones finales.

- La complementación de esta investigación es sugerida mediante la ampliación de la muestra, ubicando más puntos de estudios, realizando levantamientos de información con una muestra más representativa, en aras de poder desarrollar un mejor factor de incidencia de motocicletas en la operación del tránsito vehicular en las vías expresas.
- Se estima recomendar a los organismos gubernamentales y entes competentes que tienen bajo su responsabilidad el control de la red vial expresa de la ciudad, realizar programas de mantenimiento orientado a señalizar, demarcar y adecuar las condiciones físicas del hombrillo derecho, mientras no se establezca un canal exclusivo para la circulación de motocicletas en las vialidades expresas.
- A su vez, mientras la trama vial expresa carezca de un canal exclusivo para la circulación de vehículos de dos ruedas, implementar controles que regulen el tránsito de motocicletas y hagan cumplir la Ley de Transporte Terrestre, con la finalidad de evitar el efecto barrera y la invasión de canal, que desmejoran la capacidad operativa del corredor vial transitado por motos.



- Dada la incidencia de motocicletas en la operación del tránsito vehicular, se estima necesario que para el diseño de nuevas vialidades se incluya tomar en consideración la incorporación de canales exclusivos para el tránsito de motocicletas, donde la presencia de este tipo de vehículo se determine importante.
- Se estima conveniente que se desarrolle una metodología con apoyo en un software que permita determinar la capacidad de operación y a su vez el diseño de nuevos tramos viales, basado en las variables que influyen en nuestro país, con el objetivo de lograr que se adapten a las condiciones nacionales.
- Finalmente, y dada los problemas de movilidad y congestión reinantes en la vialidad expresa, se recomienda realizar mejoras en el sistema de transporte colectivo con el fin de conducir parte de ese volumen usuario que requiere ser movilizadado entre localidades por otros medios aparte de los corredores viales expresos de la AMC.



CAPÍTULO VI –BIBLIOGRAFIA

Andueza, P. (1.994). El Diseño Geométrico de Carreteras. pp 9-13. Mérida. Venezuela: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.

Box, P., Oppenlander, J. (1985). Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. 4º Edición. pp 98-109. México. Ediciones: Representaciones y Servicio de Ingeniería S.A.

Garber, N. Hoel L. (2004). Ingeniería de Tránsito y Carreteras. 3º Edición. pp 3-410. Virginia. Estados Unidos. Ediciones Thomson.

Transportation Research Board, National Research Council (2000). Highway Capacity Manual, HCM 2000. pp 2-1 23-31 Washington, D.C. Estados Unidos.

Dirección General Sectorial de Desarrollo Urbanístico (1981). Manual de Vialidad Urbana. pp 19-62. Venezuela. Dirección de Planes y Programas Viales.

OTRAS REFERENCIAS

Ley de Transporte Terrestre. Gaceta Oficial N° 39.109, Jueves 29 de enero de 2009. Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas. Venezuela.

Reglamento de La Ley de Tránsito Terrestres. Señales de Circulación. Gaceta Oficial N° 38.944, Martes 3 de junio de 2008. Asamblea Nacional De la República Bolivariana. Caracas, Venezuela.

Barriga Dall'Orto S.A, SOMELCA (2000). Estudio Integral de Transporte del Área Metropolitana de Caracas. Estudio de Infraestructura Vial y Circulación. Data Procesada. Caracas.

SOMELCA (2007). Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional DMC, Guarenas – Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Central. Data Procesada. Distrito Metropolitano de Caracas.



CAPÍTULO VII – ANEXOS

ANEXO A ANTECEDENTES RECOPIADOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS

Anexo A-1 Resumen de Accidentes Anuales con Presencia de Motocicletas en el Municipio Chacao

Anexo A-2 Inventario del Servicio de Moto Taxis del Municipio Baruta

Anexo A-3 Balance Anual de Accidentes Registrados por el VIVEX en el AMC en el año 2009

Anexo A-4 Tipos de Accidentes con Presencia de Motocicletas Registrados por el VIVEX en el AMC en el año 2009

Anexo A-5 Estudio Integral de Transporte AMC. Somelca 2000. Punto A4

Anexo A-6 Estudio Integral de Transporte AMC. Somelca 2000. Punto A7

Anexo A-7 Estudio Integral de Transporte AMC. Somelca 2000. Punto G11

Anexo A-8 Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional. Somelca 2007. Punto C5

Anexo A-9 Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional. Somelca 2007. Punto C17

Anexo A-10 Información Original Suministrada por el IATTC del Municipio Chacao

Anexo A-1. Tabla Resumen de Accidentes Anuales con presencia de Motocicletas en el Municipio Chacao

AÑO 2006					
Magnitud	CANT	Modalidad	CANT	Tipo	CANT
Fuerte	49	Colisión entre Vehículos	416	Daños Materiales	392
Mediano	163	Choque con objetos fijos	3	Lesionados	35
Leve	213	Arrollamiento	8	Total	427
Levisimo	2	Total	427		
Total	427				

AÑO 2007					
Magnitud	CANT	Modalidad	CANT	Tipo	CANT
Fuerte	112	Colisión entre Vehículos	604	Daños Materiales	537
Mediano	208	Choque con objetos fijos	7	Lesionados	92
Leve	299	Arrollamiento	19	Muertos	2
Levisimo	12	Volcamiento	1	Total	631
Total	631	Total	631		

AÑO 2008					
Magnitud	CANT	Modalidad	CANT	Tipo	CANT
Fuerte	111	Colisión entre Vehículos	590	Daños Materiales	526
Mediano	229	Choque con objetos fijos	8	Lesionados	95
Leve	271	Arrollamiento	25	Muertos	2
Levisimo	12	Total	623	Total	623
Total	623				

AÑO 2009					
Magnitud	CANT	Modalidad	CANT	Tipo	CANT
Fuerte	19	Colisión entre Vehículos	111	Daños Materiales	99
Mediano	51	Arrollamiento	1	Lesionados	13
Leve	42	Total	112	Total	112
Total	112				

Nota : Para el Año 2009 nada mas se tiene registrado el mes de ENERO.

Fuente: Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación del Municipio Chacao

Anexo A-2. Inventario Servicio de Mototaxis del Municipio Baruta

DIRECCION DE TRANSPORTE Y VIALIDAD
División de Transporte Público y Fiscalización

FECHA DEL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION: 21/08/2009

08/09/2009

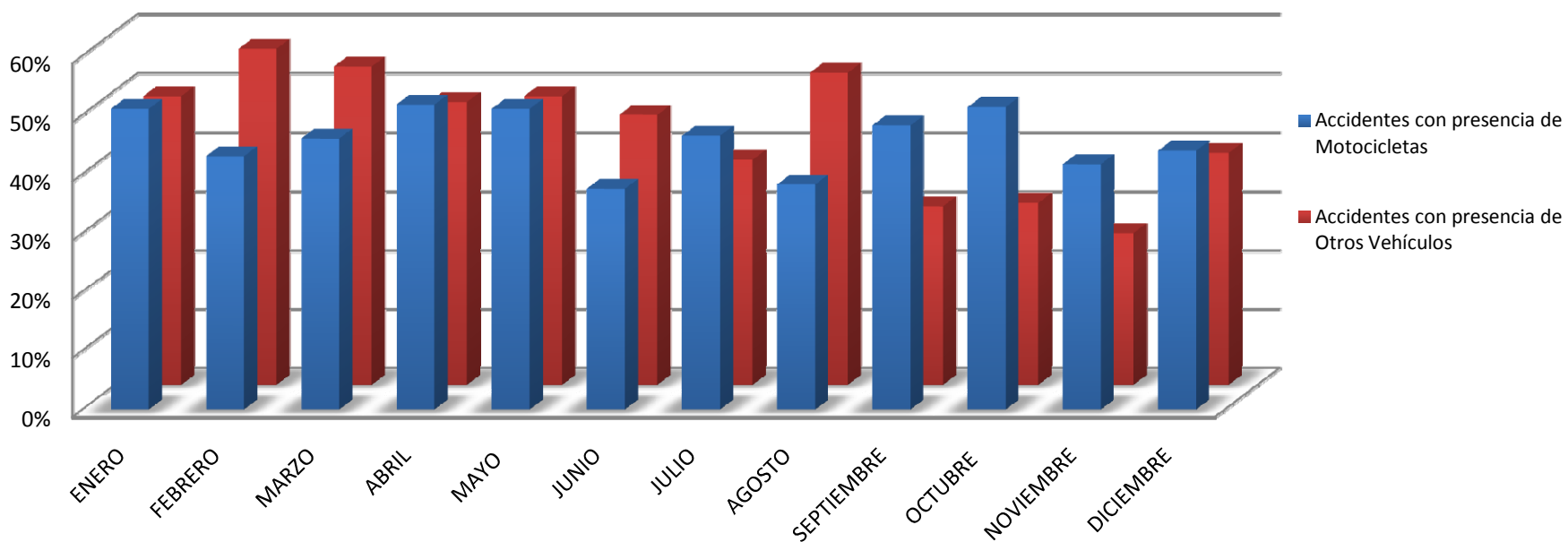
16/09/2009



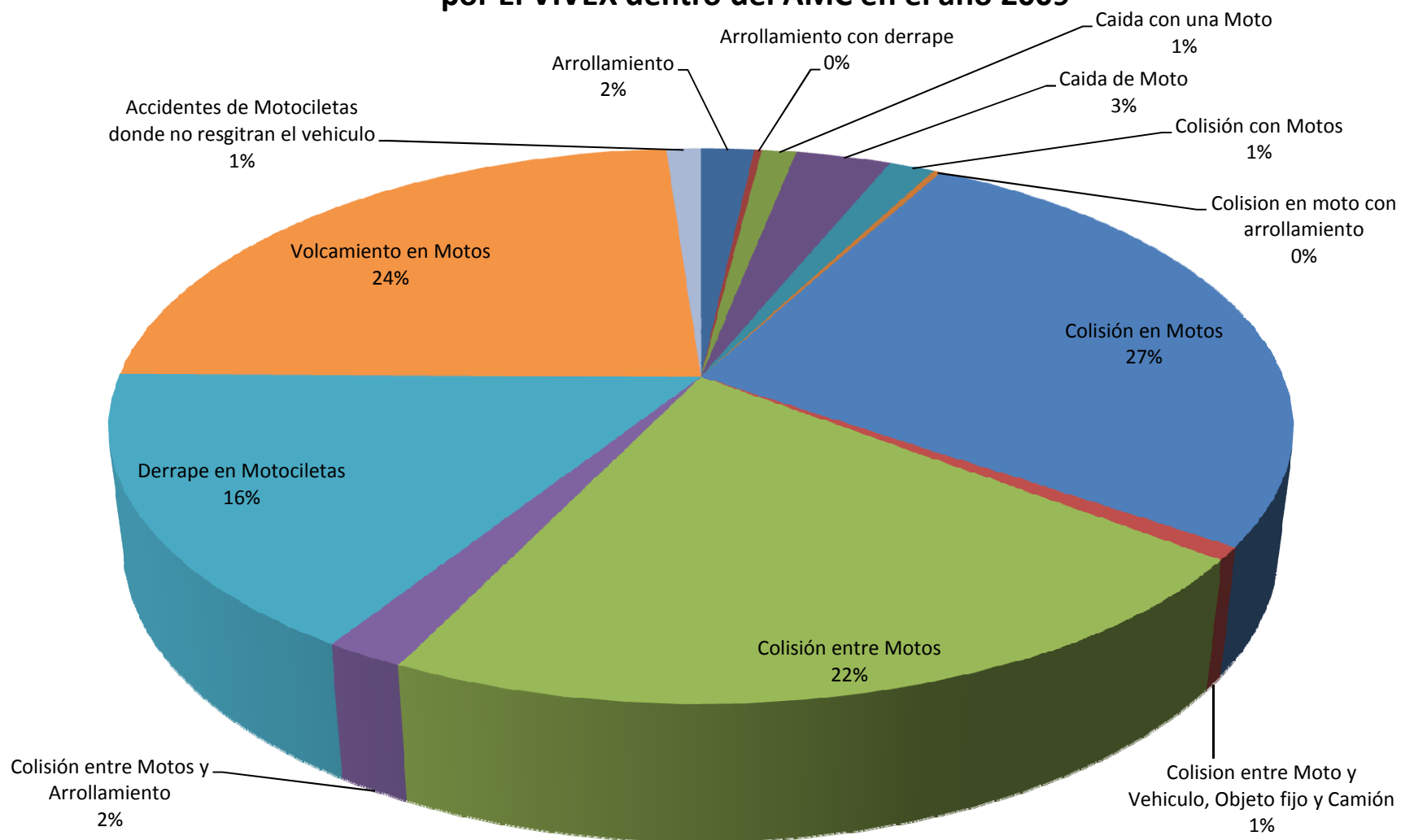
INVENTARIO SERVICIO DE MOTO TAXIS MUNICIPIO BARUTA

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	PRESIDENTE O RESPONSABLE	TELÉFONOS	SECTOR /ZONA	UBICACIÓN	TOTAL CONDUCTORES	TOTAL FLOTA	Nº UNIDADES EN PARADA	TIPOLOGÍA MOTOS	TIPO DE UNIFORME	CASCOS/PLACAS
EL FINAL	Oswaldo Durán	0416-7131789	El Rosario	Av. Principal con calle El Rosario	7	7	7		Chemis Azul Claro	
Cooperativa Las Minas Express	Reny Mieres	0412-2130791	Las Minas	Redoma de Las Minas	8	8	3		Chemis Azul Oscuro	
La Confianza	José Díaz	0424-7120189	Casco de Baruta	Calle Bolívar con Calle Salom	5	5	5		Chemis Marrón Oscuro	
Gente de Baruta	Iván Contreras	0412-7265676	Casco de Baruta	Calle Ricaurte con Calle Bolívar	37	37	8		Chemis Manga Larga Azul con Número	
Moto Plaza	Robert Díaz	0412-0287206	Casco de Baruta	Plaza El Indio	18	18	7		Chemis Negra y Chemis Naranja	
Santa cruz del Este	Carlos Acosta	0412-5673371	Río Paragua	Av. Río Paragua con Calle Los Mangos	9	9	9		Chemis Manga Larga Amarillo	
La Unión	Wilmer García	0416-8122113	La Unión	Entrada Calle La Unión	10	10	10		Chemis Manga Larga Negra	
Moto Taxi Concesia	Douglas Farfán	0424-1998873	Concesia	Paseo Concesia	12	12	1 Pasarela 2 Detrás de la Pasarela 8 Parada Santa Cruz del Este	Varios	Chemis Manga Larga Azul con Negro	

Anexo A-3. Balance Anual de Accidentes Registrados por el Vivex en el AMC en el año 2009



Anexo A-4. Tipos de Accidentes con Presencia de Motocicletas Registrados por El VIVEX dentro del AMC en el año 2009





CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Estación:

Vía:

Ubicación:

Sentido:

Fecha:

Hora	Motos	Autos y Camionetas	Transporte Público		Total Transporte Público	Carga		Total Carga	TOTAL
			Por Puestos	Omnibus		Camiones 2 ejes	Camiones + de 2 ejes		
6:30-6:45	32	1.206	4	12	16	32	3	35	1.289
6:45-7:00	47	1.134	4	8	12	32	1	33	1.226
7:00-7:15	80	927	4	5	9	21	0	21	1.037
7:15-7:30	128	972	4	4	8	18	1	19	1.127
7:30-7:45	151	910	2	6	8	24	2	26	1.095
7:45-8:00	142	872	5	6	11	36	2	38	1.063
8:00-8:15	114	988	5	12	17	52	4	56	1.175
8:15-8:30	100	1.069	8	13	21	55	3	58	1.248
8:30-8:45	70	1.241	8	13	21	60	3	63	1.395
8:45-9:00	87	1.321	6	12	18	67	8	75	1.501
9:00-9:15	57	1.140	7	9	16	108	18	126	1.339
9:15-9:30	54	1.166	6	1	7	119	16	135	1.362
9:30-9:45	37	1.146	4	8	12	76	21	97	1.292
9:45-10:00	42	1.197	13	5	18	88	15	103	1.360

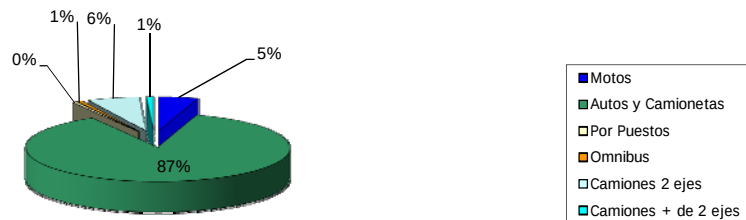
Hora Pico	Motos	Autos y Camionetas	Por Puestos	Omnibus	Total Transporte Público	Camiones 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Total Carga	Total
6:30-7:30	268	4.868	27	35	62	354	45	399	5.597
Distribución Porcentual	4,79 %	86,98 %	0,48 %	0,63 %	1,11 %	6,32 %	0,80 %	7,13 %	100,00 %

BARRIGA DALL'ORTO S.A. - SOMELCA
ESTUDIO INTEGRAL DE TRANSPORTE A.M.C.

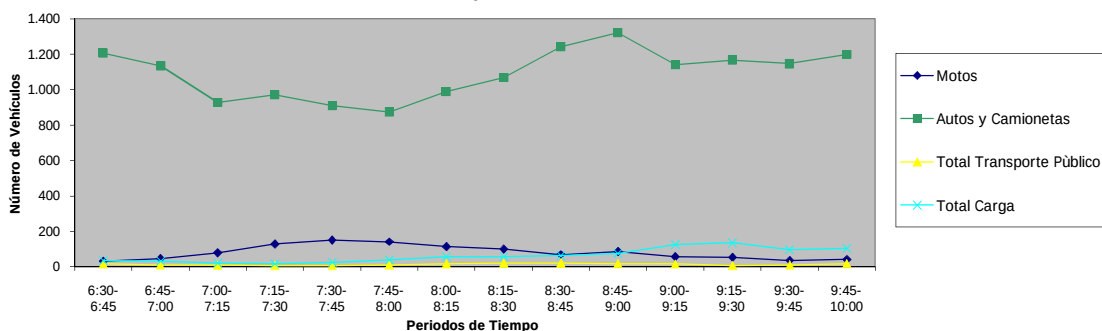


CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Volúmenes Clasificados - Hora Pico
Estación A4
Autopista Francisco Fasjardo
Entre Dist. La Paz y Dist. La Araña O-E



Volúmenes Clasificados
Estación A4
Autopista Francisco Fasjardo
Entre Dist. La Paz y Dist. La Araña O-E





CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Estación:
Vía:
Ubicación:
Sentido:

Fecha:

Hora	Motos	Autos y Camionetas	Transporte Público		Total Transporte Público	Carga		Total Carga	TOTAL
			Por Puestos	Omnibus		Camiones 2 ejes	Camiones + de 2 ejes		
6:30-6:45	9	922	39	27	66	50	77	127	1.124
6:45-7:00	8	962	39	17	56	46	63	109	1.135
7:00-7:15	21	904	31	13	44	5	18	23	992
7:15-7:30	20	974	37	18	55	49	67	116	1.165
7:30-7:45	27	1.032	24	14	38	41	55	96	1.193
7:45-8:00	40	832	26	4	30	43	47	90	992
8:00-8:15	41	990	41	26	67	48	74	122	1.220
8:15-8:30	15	938	53	18	71	82	100	182	1.206
8:30-8:45	39	929	42	18	60	86	104	190	1.218
8:45-9:00	21	971	34	21	55	76	97	173	1.220
9:00-9:15	24	894	33	14	47	82	96	178	1.143
9:15-9:30	13	843	24	15	39	98	113	211	1.106
9:30-9:45	14	797	18	18	36	96	114	210	1.057
9:45-10:00	10	830	28	10	38	85	95	180	1.058

Hora Pico	Motos	Autos y Camionetas	Por Puestos	Omnibus	Total Transporte Público	Camiones 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Total Carga	Total
6:30-7:30	116	3.828	170	83	253	292	375	667	4.864
Distribución Porcentual	2,38 %	78,70 %	3,50 %	1,71 %	5,20 %	6,00 %	7,71 %	13,71 %	100,00 %

BARRIGA DALL'ORTO S.A. - SOMELCA
ESTUDIO INTEGRAL DE TRANSPORTE A.M.C.

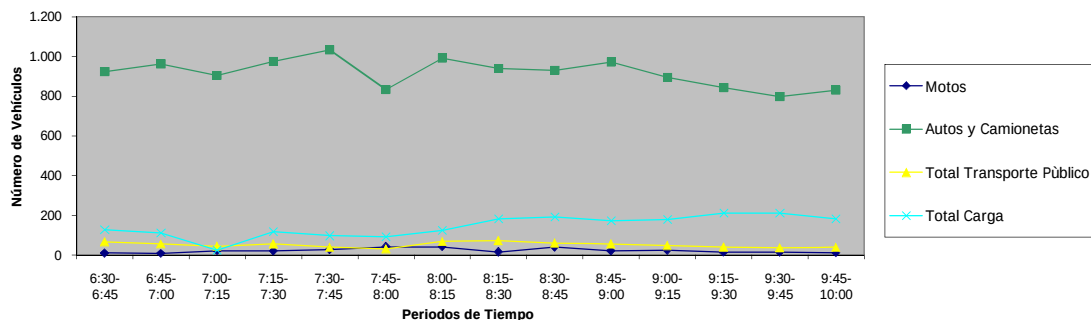


CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Volúmenes Clasificados - Hora Pico
Estación G11
Autopista Valle - Coche
Entre el Dsistribuidor La Bandera y el Distribuidor Santa Mónica O-E



Volúmenes Clasificados
Estación G11
Autopista Valle - Coche
Entre el Dsistribuidor La Bandera y el Distribuidor Santa Mónica O-E



INSTITUTO AUTÓNOMO DE TRÁNSITO TRANSPORTE Y CIRCULACIÓN

Final Calle Andrés Balmori
Distribuidor Veracruz
Chacao, Caracas

Chacao, 30 de Septiembre de 2009
Oficio I.A.T.T.C. N° 1050



Ciudadanos
KEVYN GARBOZA
(0426)536.83.80
JENIFFER MARTÍNEZ.
(0416) 830.93.84
Presentes.-

Tengo el agrado de dirigirme a usted en la oportunidad de saludarle y a la vez informarle acerca de la solicitud S/N, de fecha 09/09/2009, mediante la cual solicita información referente a los vehículos de dos ruedas tipo motocicleta, para analizar la incidencia de este modo de transporte en la capacidad de operación de corredores viales, todo esto con fines académicos.

Al respecto, anexo al presente, la información referente a la ubicación de distintas organizaciones de transporte público modalidad individual, tipo mototaxis, con sus datos en el Municipio y referencia de los accidentes donde se encuentra involucrado este modo de transporte, para sus fines académicos.

Cabe destacar, que la información precitada, responde al control que de estas organizaciones lleva la Alcaldía del Municipio Chacao, sabiendo que prestan una actividad económica legal, que aún no está formalizada en cuanto a la forma de prestación del servicio, pues no exista Reglamento alguno que oriente la regulación del mismo.

Sin otro particular a que hacer referencia, queda de usted.



Atentamente,

Juan A. Rondón
Lic. Juan Andrés Rondón
Presidente

Anexos: copia de los datos de las organizaciones con su plano de ubicación y referencia de accidentes.

JU/km/100.

DI/Solicitud de información estudiantes/ 30.09.09.

Tlf (+58-212) 276.41.05 / 276.41.34

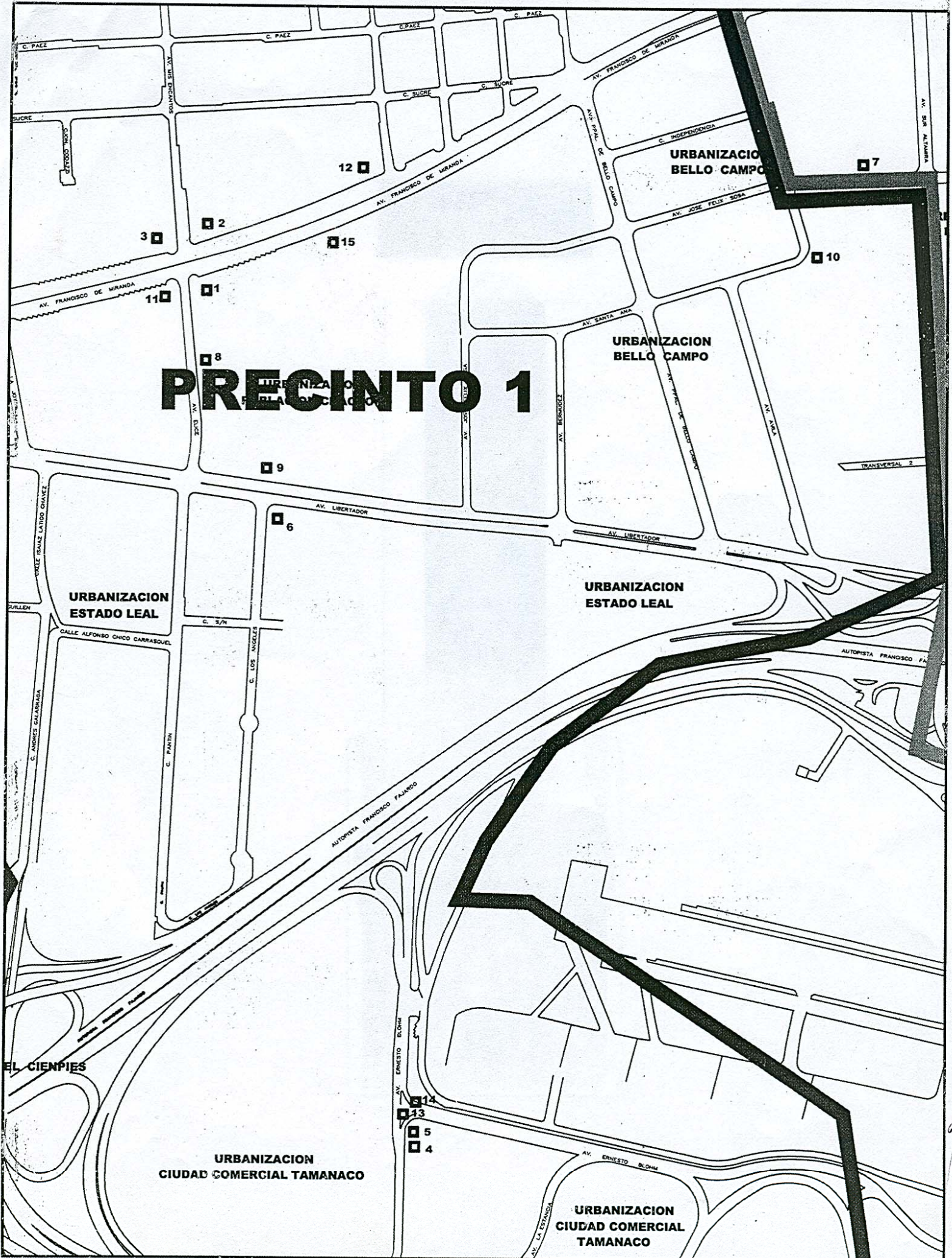
	Nombre de la línea	Ubicación	Cantidad de asociados	Dimensión ocupada
1	Coop Centro Perú	Av. Francisco de Miranda con Elice	10	10 metros
2	Coop Country Luz	Av. Francisco de Miranda con Elice	12	18 metros
3	Coop Express MotoChac	Av. Francisco de Miranda con Elice	25	12 metros
4	Coop Gran Express CCCT	CCCT	29	
5	Coop Gran Prix	CCCT	25	
6	Coop Los Ángeles Chacao	Av. Libertador	20	5,60 metros
7	Coop Los Pastores Express	Bello Campo	14	5 metros
8	Coop Moto Elice	Av. Elice	6	6 metros

	Nombre de la línea	Ubicación	Cantidad de asociados	Dimensión ocupada
9	Coop Moto taxi Kingo	Av. Libertador	15	3 metros
10	Coop Moto Taxi La Cruz	Bello Campo	20	10 metros
11	Coop Moto Taxi Los Seguros	Av. Francisco de Miranda con Elice	8	10 metros
12	Coop Moto Taxi Pegaso	Av. Francisco de Miranda	4	8 metros
13	Coop Rapid Taxi Chuao 2008	CCCT	27	
14	Motocab 2000	CCCT	25	
15	Sin Nombre	Av. Francisco de Miranda	5	6 metros
16	Coop Cristal Express	3ra Av. de Los Palos Grandes con Av. Francisco Miranda	14	8 metros

	Nombre de la línea	Ubicación	Cantidad de asociados	Dimensión ocupada
17	Coop Centro Plaza	Av. Andrés Bello con Av. Francisco de Miranda	30	10 metros
18	Coop Moto Taxi Jack Buckingham	Av. Francisco de Miranda con Av. San Juan Bosco	18	10 metros
19	Coop 7 puntos	Av. Tamanaco con Av. Pichincha	10	6 metros
20	Coop Baptista B	Av. Francisco de Miranda	6	10 metros
21	Coop Hombres de Fe	Av. Ppal. del Bosque con Av. Santa Isabel	17	20
22	Coop Moto Express	Av. Lazo Martin con Av. Francisco de Miranda	18	16 metros
23	Coop Moto Taxi Chacaíto	Plaza Brión de Chacaíto	34	Estacionamiento publico
24	Coop Moto Taxi Chacaíto	Av. Pichincha con Av. Tamanaco	27	50 metros

	Nombre de la línea	Ubicación	Cantidad de asociados	Dimensión ocupada
25	Coop Moto Taxi el Puente	Av. Lazo Martin con Av. Rio de Janeiro	8	16 metros
26	Coop Moto Taxi Guaicaipuro	Av. Lazo Martin con Calle Guaicaipuro	8	16 metros
27	Coop Transporte Moto Lido	Av. Francisco de Miranda con Av. del Parque	16	32 metros
28	Sin Nombre	Av. Lazo Martin con Av. Tamanaco	11	Estacionamiento privado

PRECINTO 1



URBANIZACION
ALTAMIRA

PRECINTO 2





AÑO 2006

magnitud	CANT
Fuerte	49
Mediano	163
Leve	213
Levisimo	2
Total	427

modalidad	CANT
Colisión Entre Vehículos	416
Choque con Objetos Fijos	3
Arrollamiento	8
Total	427

tipo	CANT
Daños Materiales	392
Lesionados	35
Total	427

AÑO 2007

magnitud	CANT
Fuerte	112
Mediano	208
Leve	299
Levisimo	12
Total	631

modalidad	CANT
Colisión Entre Vehículos	604
Choque con Objetos Fijos	7
Arrollamiento	19
Volcamiento	1
Total	631

tipo	CANT
Daños Materiales	537
Lesionados	92
Muertos	2
Total	631

AÑO 2008

magnitud	CANT
Fuerte	111
Mediano	229
Leve	271
Levisimo	12
Total	623

modalidad	CANT
Colisión Entre Vehículos	590
Choque con Objetos Fijos	8
Arrollamiento	25
Total	623

tipo	CANT
Daños Materiales	526
Lesionados	95
Muertos	2
Total	623

AÑO 2009

magnitud	CANT
Fuerte	19
Mediano	51
Leve	42
Total	112

modalidad	CANT
Colisión Entre Vehículos	111
Arrollamiento	1
Total	112

tipo	CANT
Daños Materiales	99
Lesionados	13
Total	112





ANEXO B MODELOS DE PLANILLAS DE TRABAJO USADAS EN CAMPO

Anexo B-1 Planilla de Trabajo: Conteos Clasificados Vehiculares

Anexo B-2 Planilla de Trabajo: Estudio de Velocidad

Anexo B-1. Planilla de Trabajo: Conteos Clasificados Vehiculares

Conteos Clasificados Vehiculares

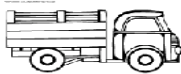
FECHA:

UBICACIÓN:

SENTIDO:

TRAMO:

CANAL:

HORA (a.m.)	Vehículo Particular 	Transporte Público 	Vehículo de Carga 	Motos 
6:30 a 6:45				
6:45 a 7:00				
7:00 a 7:15				
7:15 a 7:30				
7:30 a 7:45				
7:45 a 8:00				
8:00 a 8:15				
8:15 a 8:30				
8:30 a 8:45				
8:45 a 9:00				
9:00 a 9:15				
9:15 a 9:30				

Anexo B-2. Planilla de Trabajo: Estudio de Velocidad

Estudio de Velocidad. Método del Carro Flotante.

FECHA:

UBICACIÓN:

TRAMO:

[illegible]



ANEXO C DATA PROCESADA

Anexo C-1 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña (17/11/2009)

Anexo C-2 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña (18/11/2009)

Anexo C-3 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica (19/11/2009)

Anexo C-4 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica (24/11/2009)

Anexo C-5 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela (19/11/2009)

Anexo C-6 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela (24/11/2009)

Anexo C-7 Determinación Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Anexo C-8 Determinación Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Anexo C-9 Determinación Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Anexo C-10 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Anexo C-11 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Anexo C-12 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Anexo C-13 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Anexo C-14 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Anexo C-15 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela



Anexo C-1 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña (17/11/2009)

Fecha	Martes 17/11/2009	Código	I	Coordenadas Geográficas	10°29'17"N 66°56'27"S
Ubicación	Autopista Fco Fajardo	Sentido	O - E		
Tramo	Dist Los Leones - Dist La Araña				

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)			
06:30 A.M. 06:45 A.M.	698	6	13	441	1.158	4.869	4.962 4.693 4.663			717	2.703	2.480 2.221	
06:45 A.M. 07:00 A.M.	758	2	10	587	1.357					770			
07:00 A.M. 07:15 A.M.	697	6	9	553	1.265					712			
07:15 A.M. 07:30 A.M.	492	3	9	585	1.089					504			
07:30 A.M. 07:45 A.M.	483	5	6	757	1.251	4.810	4.520 4.498 4.389			494	2.440	2.484 2.674	
07:45 A.M. 08:00 A.M.	497	2	12	577	1.088					511			
08:00 A.M. 08:15 A.M.	635	1	14	585	1.235					650			
08:15 A.M. 08:30 A.M.	742	5	38	451	1.236					785			
08:30 A.M. 08:45 A.M.	495	3	40	423	961	4.151				538	2.802	2.865	
08:45 A.M. 09:00 A.M.	638	8	55	365	1.066					701			
09:00 A.M. 09:15 A.M.	768	10	63	285	1.126					841			
09:15 A.M. 09:30 A.M.	653	13	56	276	998					722			

Anexo C-2 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña (18/11/2009)

Fecha	Miercoles 18/11/2009
-------	----------------------

Codigo	I
--------	---

Coordenadas Geográficas	10°29'17"N
-------------------------	------------

66°56'27"S

Ubicación	Autopista Fco Fajardo
-----------	-----------------------

Sentido	O - E
---------	-------

Tramo	Dist Los Leones - Dist La Araña
-------	---------------------------------

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)			
06:30 A.M. 06:45 A.M.	466	2	13	428	909	4.911	5.144			481	2.685	2.717	
06:45 A.M. 07:00 A.M.	758	4	14	472	776								
07:00 A.M. 07:15 A.M.	752	4	23	593	779								
07:15 A.M. 07:30 A.M.	629	3	17	733	649								
07:30 A.M. 07:45 A.M.	501	1	11	629	1.142	5.174	5.260			513	2.820	2.618	
07:45 A.M. 08:00 A.M.	643	7	27	687	1.364					677			
08:00 A.M. 08:15 A.M.	737	6	47	568	1.358					790			
08:15 A.M. 08:30 A.M.	780	4	56	470	1.310					840			
08:30 A.M. 08:45 A.M.	803	10	83	389	1.285	4.427	5.317			896	3.069	3.203	
08:45 A.M. 09:00 A.M.	516	3	53	367	939					572			
09:00 A.M. 09:15 A.M.	707	7	98	305	1.117					812			
09:15 A.M. 09:30 A.M.	721	6	62	297	1.086					789			



Anexo C-3 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica (19/11/2009)

Fecha:
 Código:
 Coordenadas Geográficas:

Ubicación:
 Sentido:

Tramo:

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)			
06:30 A.M. 06:45 A.M.	927	25	47	159	1.158	4.619				999	3.698		
06:45 A.M. 07:00 A.M.	889	23	26	194	1.132								
07:00 A.M. 07:15 A.M.	850	18	36	277	1.181								
07:15 A.M. 07:30 A.M.	809	22	26	291	1.148								
07:30 A.M. 07:45 A.M.	832	23	30	364	1.249	4.887	4.710	4.774	4.770	857	3.584	3.474	3.356
07:45 A.M. 08:00 A.M.	744	30	54	368	1.196								
08:00 A.M. 08:15 A.M.	719	32	35	391	1.177								
08:15 A.M. 08:30 A.M.	854	39	56	316	1.265								
08:30 A.M. 08:45 A.M.	793	44	56	310	1.203	3.503	4.841	4.629	4.156	885	3.448	3.456	3.397
08:45 A.M. 09:00 A.M.	671	41	57	215	984								
09:00 A.M. 09:15 A.M.	441	25	29	209	704								
09:15 A.M. 09:30 A.M.	397	18	32	165	612								

Anexo C-4 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica (24/11/2009)

Fecha	Martes 24/11/2009
-------	-------------------

Codigo	III
--------	-----

Coordenadas Geográficas

10°28'37"N

66°53'46"S

Ubicación	Autopista Valle Coche
-----------	-----------------------

Sentido	O - E
---------	-------

Tramo	Dist La Bandera - Dist Santa Monica
-------	-------------------------------------

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)			
06:30 A.M. 06:45 A.M.	924	18	26	159	1.127	4.791				968	3.850		
06:45 A.M. 07:00 A.M.	953	23	30	196	1.202					1.006			
07:00 A.M. 07:15 A.M.	950	8	13	239	1.210		4.879	5.004	971	3.779		3.691	
07:15 A.M. 07:30 A.M.	857	18	30	347	1.252				905				
07:30 A.M. 07:45 A.M.	846	15	36	318	1.215	4.924	5.100		897		3.492		3.598
07:45 A.M. 08:00 A.M.	856	16	46	409	1.327				918				
08:00 A.M. 08:15 A.M.	817	23	38	428	1.306			4.783	878	3.487		3.506	
08:15 A.M. 08:30 A.M.	706	38	55	306	1.105				799				
08:30 A.M. 08:45 A.M.	788	38	66	294	1.186	4.478		4.526	892	3.537		3.463	
08:45 A.M. 09:00 A.M.	816	45	76	249	1.186				937				
09:00 A.M. 09:15 A.M.	717	36	82	214	1.049				835				
09:15 A.M. 09:30 A.M.	748	28	97	184	1.057				873				

Anexo C-5 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela (19/11/2009)

Fecha	Jueves 19/11/2009
-------	-------------------

Codigo	II
--------	----

Coordenadas Geográficas

10°23°50°N

66°53'22"S

Ubicación	Autopista Fco Fajardo
-----------	-----------------------

Sentido	O - E
---------	-------

Tramo	Entre Dist Mohedano y Dist Plaza Venezuela
-------	--

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)			
06:30 A.M. 06:45 A.M.	1014	45	46	261	1.366	5.369			1.105	3.729			
06:45 A.M. 07:00 A.M.	899	54	37	326	1.316				990				
07:00 A.M. 07:15 A.M.	795	38	28	392	1.253		5.603		861		3.512		
07:15 A.M. 07:30 A.M.	726	31	16	661	1.434				5.930				6.354
07:30 A.M. 07:45 A.M.	841	32	15	712	1.600	6.318	6.127	888		3.316	3.350	3.325	
07:45 A.M. 08:00 A.M.	778	30	22	813	1.643			830					
08:00 A.M. 08:15 A.M.	736	34	18	889	1.677			5.773	788				810
08:15 A.M. 08:30 A.M.	737	36	37	588	1.398				5.212				
08:30 A.M. 08:45 A.M.	861	32	29	487	1.409	922							
08:45 A.M. 09:00 A.M.	726	47	32	484	1.289	805							
09:00 A.M. 09:15 A.M.	637	43	35	401	1.116	715							
09:15 A.M. 09:30 A.M.	1135	42	59	377	1.613				1.236				

Anexo C-6 Conteos Clasificados de Tránsito Vehicular. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela (24/11/2009)

Fecha	Martes 24/11/2009
-------	-------------------

Codigo	II
--------	----

Coordenadas Geográficas

10°23°50°N

66°53'22"S

Ubicación	Autopista Fco Fajardo
-----------	-----------------------

Sentido	O - E
---------	-------

Tramo	Entre Dist Mohedano y Dist Plaza Venezuela
-------	--

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)				
06:30 A.M. 06:45 A.M.	839	50	50	302	1.241	5.543			939	3.569				
06:45 A.M. 07:00 A.M.	775	49	30	403	1.257				854					
07:00 A.M. 07:15 A.M.	812	41	14	561	1.428				867					
07:15 A.M. 07:30 A.M.	848	48	13	708	1.617				909					
07:30 A.M. 07:45 A.M.	754	33	16	830	1.633	6.077	5.935	6.201	6.223	803	2.952	3.433	3.212	3.033
07:45 A.M. 08:00 A.M.	584	30	19	890	1.523					633				
08:00 A.M. 08:15 A.M.	628	44	16	762	1.450					688				
08:15 A.M. 08:30 A.M.	767	43	18	643	1.471					828				
08:30 A.M. 08:45 A.M.	1043	47	42	583	1.715	6.128			6.180	1.132	4.428		3.707	4.168
08:45 A.M. 09:00 A.M.	966	55	38	404	1.463					1.059				
09:00 A.M. 09:15 A.M.	1051	38	60	382	1.531					1.149				
09:15 A.M. 09:30 A.M.	1006	39	43	331	1.419					1.088				

Anexo C-7 Determinación Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Fecha	17 y 18/11/09
-------	---------------

Codigo	
	1

Coordenadas Geográficas

10°29°17°N

Ubicación	Autopista Fco Fajardo
-----------	-----------------------

Sentido	O - E
---------	-------

66°56'27"S

Tramo	Dist Los Leones - Dist La Araña
-------	---------------------------------

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)							
06:30 A.M. 06:45 A.M.	582	4	13	435	1.034	4.890	5.053		599	2.694	2.599						
06:45 A.M. 07:00 A.M.	758	3	12	530	1.303								4.977	577			
07:00 A.M. 07:15 A.M.	725	5	16	573	1.319										4.955	504	
07:15 A.M. 07:30 A.M.	561	3	13	659	1.236												2.420
07:30 A.M. 07:45 A.M.	492	3	9	693	1.197	4.992	4.919	4.955	577	504	2.630	2.844	2.394				
07:45 A.M. 08:00 A.M.	570	5	20	632	1.226									4.695	813		
08:00 A.M. 08:15 A.M.	686	4	31	577	1.297											4.520	717
08:15 A.M. 08:30 A.M.	761	5	47	461	1.273												
08:30 A.M. 08:45 A.M.	649	7	62	406	1.123	4.520	637										
08:45 A.M. 09:00 A.M.	577	6	54	366	1.003			827									
09:00 A.M. 09:15 A.M.	738	9	81	295	1.122				756								
09:15 A.M. 09:30 A.M.	687	10	59	287	1.042												

Anexo C-8 Determinación Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Fecha	19 y 24/11/09
-------	---------------

Codigo	III
--------	-----

Coordenadas Geográficas

10°28°37°N

66°53'46"S

Ubicación	Autopista Valle Coche
-----------	-----------------------

Sentido	O - E
---------	-------

Tramo	Dist La Bandera - Dist Santa Monica
-------	-------------------------------------

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)		
06:30 A.M. 06:45 A.M.	926	22	37	159	1.143	4.705			984	3.774		
06:45 A.M. 07:00 A.M.	921	23	28	195	1.167				972			
07:00 A.M. 07:15 A.M.	900	13	25	258	1.196		4.795	4.889	938		3.682	
07:15 A.M. 07:30 A.M.	833	20	28	319	1.200				881			
07:30 A.M. 07:45 A.M.	839	19	33	341	1.232	4.920	4.883		4.935	891	3.477	
07:45 A.M. 08:00 A.M.	800	23	50	389	1.262							873
08:00 A.M. 08:15 A.M.	768	28	37	410	1.242			4.706	832	3.472		3.452
08:15 A.M. 08:30 A.M.	780	39	56	311	1.185							
08:30 A.M. 08:45 A.M.	791	41	61	302	1.195	893						
08:45 A.M. 09:00 A.M.	744	43	67	232	1.085	853						
09:00 A.M. 09:15 A.M.	579	31	56	212	877	665						
09:15 A.M. 09:30 A.M.	573	23	65	175	835				660			



Anexo C-9 Determinación Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Fecha	19 y 24/11/09	Codigo	II	Coordenadas Geográficas	10°23'50"N 66°53'22"S
Ubicación	Autopista Fco Fajardo	Sentido	O - E		
Tramo	Entre Dist Mohedano y Dist Plaza Venezuela				

Hora	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	TOTAL (C/Motos)	Volumen por Hora (C/Motos)			TOTAL (S/Motos)	Volumen por Hora (S/Motos)		
06:30 A.M. 06:45 A.M.	927	48	48	282	1.304	5.456				1.022		
06:45 A.M. 07:00 A.M.	837	52	34	365	1.287					922		
07:00 A.M. 07:15 A.M.	804	40	21	477	1.341					864		
07:15 A.M. 07:30 A.M.	787	40	15	685	1.526		5.769			841	3.473	
07:30 A.M. 07:45 A.M.	798	33	16	771	1.617	6.198		6.066		846		3.282
07:45 A.M. 08:00 A.M.	681	30	21	852	1.583					732		
08:00 A.M. 08:15 A.M.	682	39	17	826	1.564					738		
08:15 A.M. 08:30 A.M.	752	40	28	616	1.435		6.143			819	3.316	
08:30 A.M. 08:45 A.M.	952	40	36	535	1.562	5.778		5.936		1.027		3.516
08:45 A.M. 09:00 A.M.	846	51	35	444	1.376					932		
09:00 A.M. 09:15 A.M.	844	41	48	392	1.324					932		
09:15 A.M. 09:30 A.M.	1.071	41	51	354	1.516					1.162		3.710



Anexo C-10 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Fecha Código Coordenadas Geográficas

Ubicación Sentido
Horario Pico a
Tramo

Hora	Canal 1				Canal 2				Canal 3				Canal 4			
	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos
Volumen Total	5.053															
Porcentajes Totales	61,34%				18,51%				20,16%				0,00%			
Total	3.099				935				1.019				0			
Porcentajes Parciales	32,72%	0,00%	0,00%	67,28%	93,90%	1,22%	3,94%	0,94%	94,66%	0,52%	4,48%	0,34%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sub Total	1.014	0	0	2.085	878	11	37	9	964	5	46	4	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!



Anexo C-11 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Fecha Código Coordenadas Geográficas

Ubicación Sentido
Horario Pico a
Tramo

Hora	Canal 1				Canal 2				Canal 3				Canal 4			
	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos
Volumen Total	4.935															
Porcentajes Totales	47,46%				26,06%				26,48%				0,00%			
Total	2.342				1.286				1.307				0			
Porcentajes Parciales	49,98%	0,08%	0,04%	49,90%	92,30%	2,67%	4,88%	0,15%	91,75%	4,50%	3,75%	0,00%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sub Total	1.171	2	1	1.169	1.187	34	63	2	1.199	59	49	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!



Anexo C-12 Determinación Distribución Vehicular por Canal en Período Pico. Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela

Fecha:
 Codigo:
 Coordenadas Geográficas:

 Ubicación:
 Sentido:
 Horario Pico: a
 Tramo:

Hora	Canal 1				Canal 2				Canal 3				Canal 4			
	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos	Vehículos Particulares	Transporte Público	Vehículos de Carga	Motos
Volumen Total	6.289															
Porcentajes Totales	36,23%				21,77%				18,68%				23,32%			
Total	2.279				1.369				1.175				1.467			
Porcentajes Parciales	39,25%	0,00%	0,00%	60,75%	84,98%	0,63%	2,41%	11,98%	80,06%	2,58%	2,51%	14,84%	80,25%	6,27%	1,77%	11,71%
Sub Total	894	0	0	1.384	1.163	9	33	164	940	30	29	174	1.177	92	26	172



Anexo C-13 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Puente Los Leones - Distribuidor La Araña

Fecha Código

Ubicación Sentido

Tramo

Muestra	Fecha	Hora (am)	Distancia (Km)	Tiempo de Recorrido		t (min)	V (Km/h)
				min	seg		
1	02/02/2010	06:45	1,60	10	39	10,65	9,01
2	02/02/2010	07:05	1,00	16	32	16,53	3,63
3	02/02/2010	07:40	1,60	10	33	10,55	9,10
4	09/02/2010	06:56	1,70	13	26	13,43	7,59
5	09/02/2010	07:21	1,20	8	28	8,47	8,50
6	09/02/2010	07:35	1,80	22	12	22,20	4,86

Resultados

Velocidad Media de Recorrido
(Km/h)

6,53

Rango Promedio de la
Velocidad de Recorrido (Km/h)

2,53

Distancia (Km)	1,48
Tiempo Total Recorrido (min)	81,83
Número de Recorridos	6



Anexo C-14 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Distribuidor La Bandera - Distribuidor Santa Mónica

Fecha Código
Ubicación Sentido
Tramo

Muestra	Fecha	Hora (am)	Distancia (Km)	Tiempo de Recorrido		t (min)	V (Km/h)
				min	seg		
1	03/02/2010	07:15	2,00	4	44	4,73	25,35
2	03/02/2010	07:26	2,00	5	17	5,28	22,71
3	03/02/2010	07:44	2,10	5	20	5,33	23,63
4	03/02/2010	08:20	2,00	6	28	6,47	18,56
5	04/02/2010	07:08	2,10	5	53	5,88	21,42
6	04/02/2010	07:24	2,10	6	59	6,98	18,04
7	04/02/2010	07:53	2,10	4	46	4,77	26,43
8	04/02/2010	08:13	2,10	5	31	5,52	22,84
9	11/02/2010	08:04	1,60	4	26	4,43	21,65

Resultados

Velocidad Media de Recorrido
(Km/h)

21,98

Rango Promedio de la
Velocidad de Recorrido (Km/h)

2,41

Distancia (Km)
Tiempo Total Recorrido (min)
Número de Recorridos



Anexo C-15 Velocidades de Recorrido en Período Pico. Distribuidor Mohedano - Distribuidor Plaza Venezuela

Fecha Código

Ubicación Sentido

Tramo

Muestra	Fecha	Hora (am)	Distancia (Km)	Tiempo de Recorrido		t (min)	V (Km/h)
				min	seg		
1	04/02/2010	07:16	1,40	3	30	3,50	24,00
2	04/02/2010	07:37	1,30	7	7	7,12	10,96
3	04/02/2010	08:02	1,30	5	41	5,68	13,72
4	11/02/2010	07:25	1,60	5	21	5,35	17,94
5	11/02/2010	07:40	1,60	2	53	2,88	33,29
6	11/02/2010	08:09	1,60	5	21	5,35	17,94

Resultados

Velocidad Media de Recorrido
(Km/h)

17,67

Rango Promedio de la
Velocidad de Recorrido (Km/h)

6,63

Distancia (Km)	1,47
Tiempo Total Recorrido (min)	29,88
Número de Recorridos	6

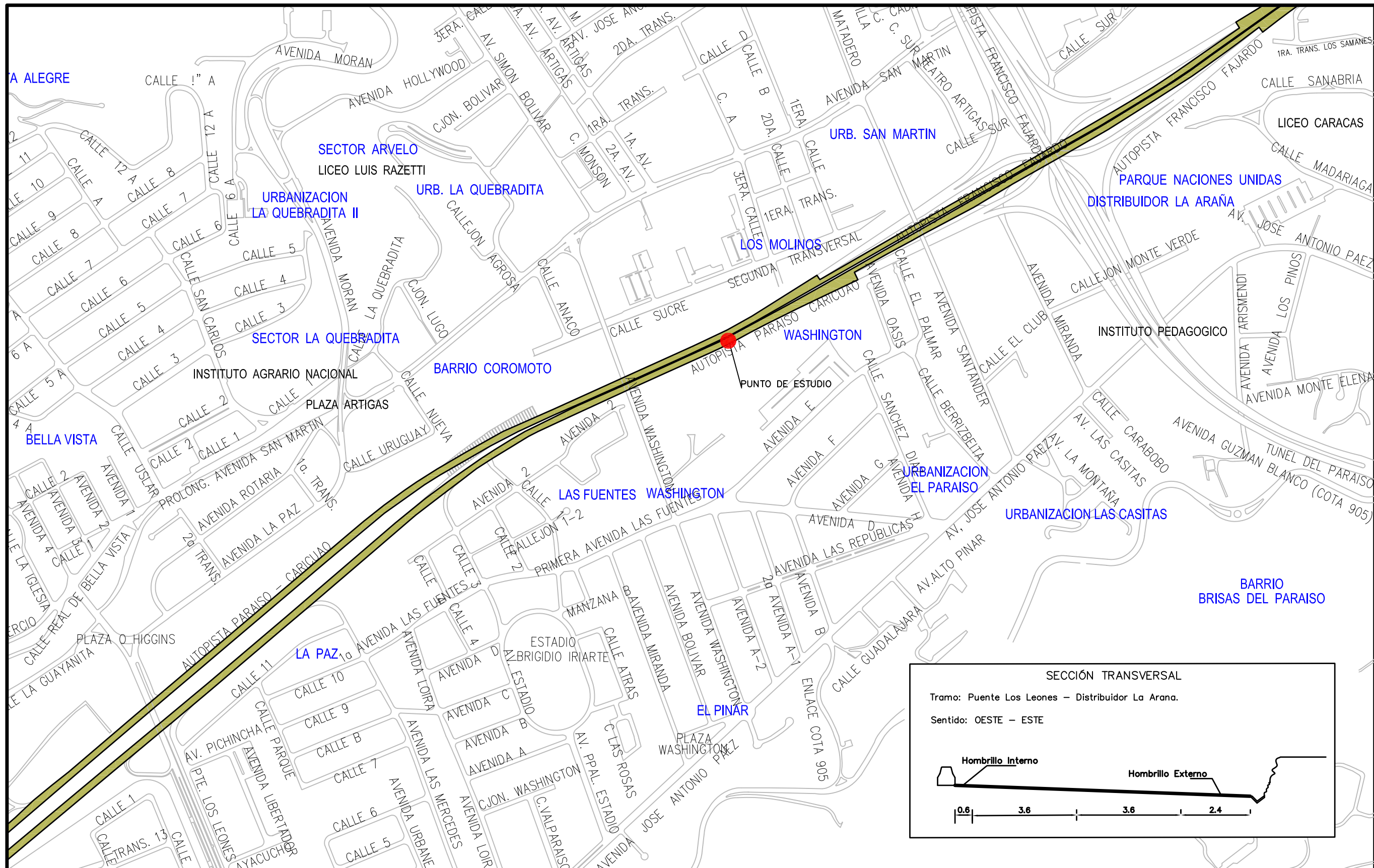


ANEXO D REPRESENTACIONES EN PLANOS DE PLANTA DE LOS CORREDORES VIALES SELECCIONADOS

Anexo D-1 Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña

Anexo D-2 Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela

Anexo D-3 Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica



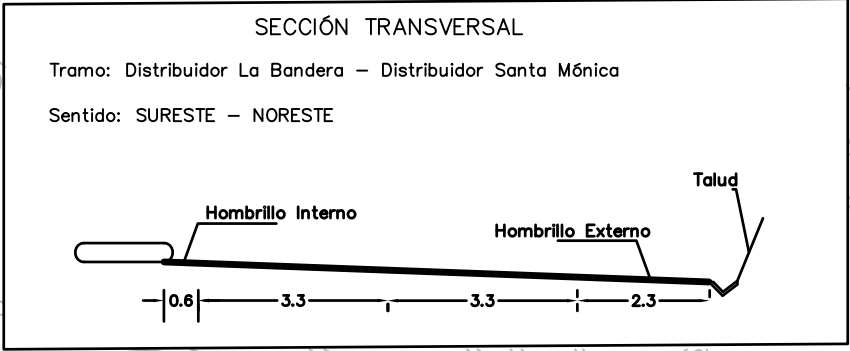
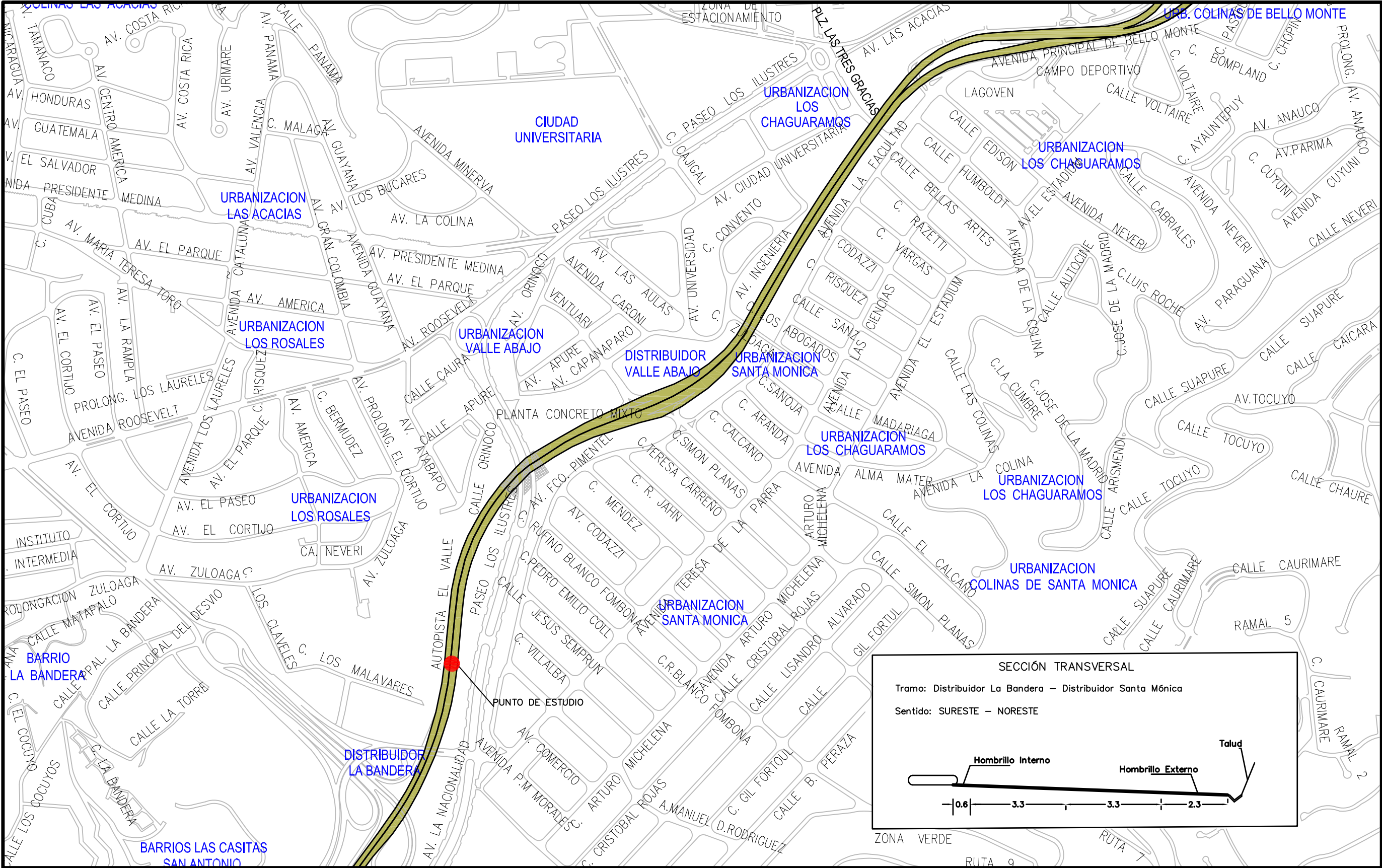
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA ANDRÉS BELLO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Contenido:	SECCIÓN AUTOPISTA FCO. FAJARDO TRAMO PUENTE LOS LEONES - DISTRIBUIDOR LA ARANA SENTIDO OESTE-ESTE SECCIÓN DE PLANTA	hoja:	D-2
------------	--	-------	-----

Realizado Por:	Garboza B, Kevyn A. Martínez, Jeniffer
Tutor:	Ing. Yarisa Rodríguez C.

		
	Escala: 1: 7.500	
Aprobado:	Fecha: Feb. 2010	





TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA ANDRÉS BELLO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Contenido: SECCIÓN AUTOPISTA FCO. FAJARDO TRAMO DISTRIBUIDOR LA BANDERA – SANTA MONICA SENTIDO OESTE-ESTE SECCIÓN DE PLANTA

hoja: D-3

Realizado Por: Garboza B, Kevyn A. Martínez, Jeniffer

Tutor: Ing. Yarisa Rodríguez C.

Escala: 1:7.500
Fecha: Feb. 2010





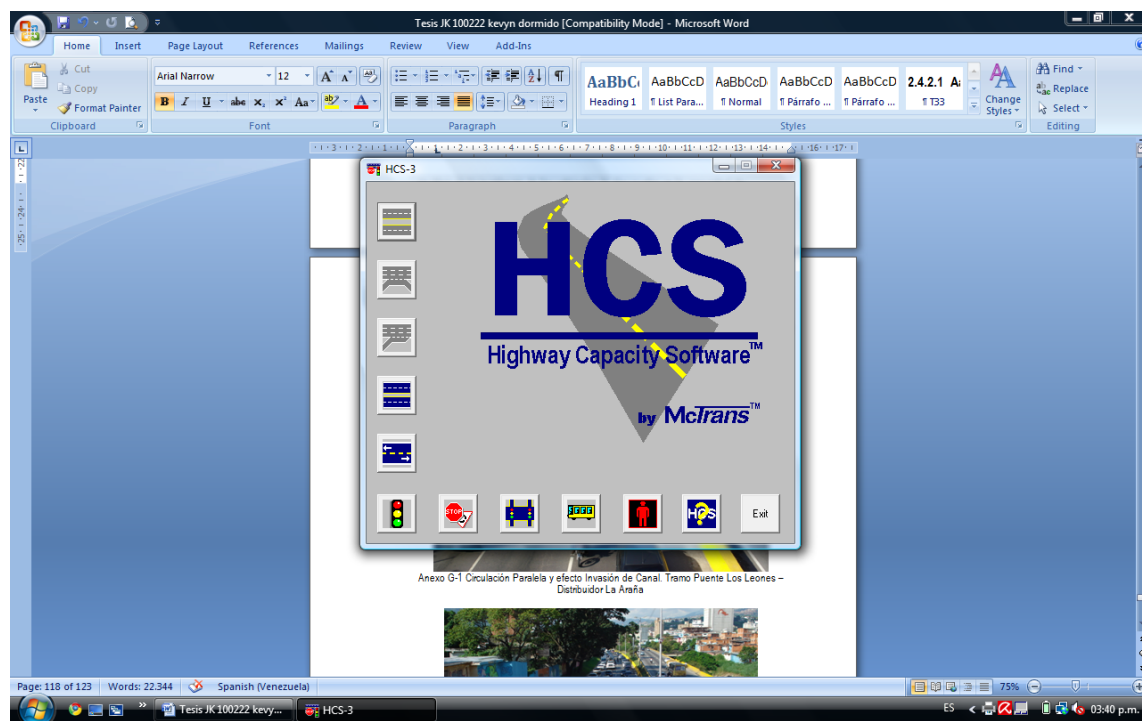
ANEXO E. VISTAS DE VENTANAS DEL SOFTWARE HCS – 3

Anexo E-1 Ventana de Inicio del Software

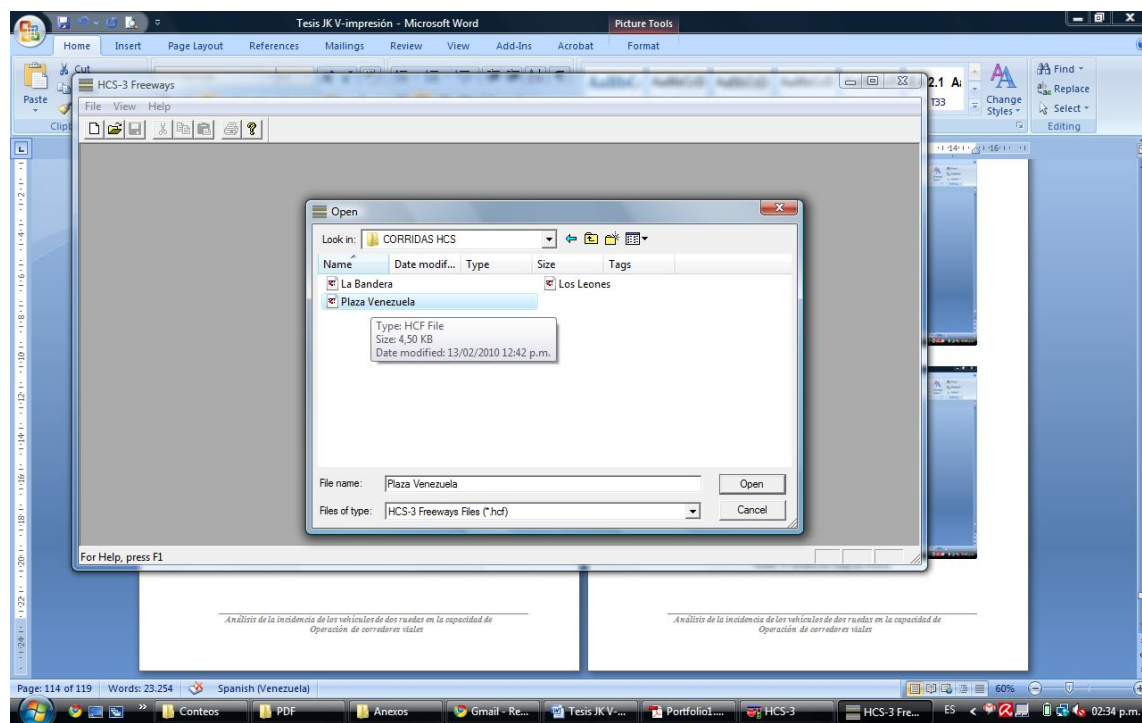
Anexo E-2 Ventana de Carga de Archivo

Anexo E-3 Ventana de Entrada de Valores

Anexo E-4 Ventana de Sección de Resultados



Anexo E-1 Ventana de Inicio del Software



Anexo E-2 Ventana de Carga de Archivo



HCS-3 Freeways - [Los Leones]

File Edit View Window Help

Highway/Dist. Travel From/To
Agency or Company Analyst
Analysis Time Period Jurisdiction
Analysis Year Date 13/02/2010 Units: U. S. Metric

FLOW RATE

Volume, V 2593 vph
Peak-Hour Factor, PHF 0.84
Peak 15-Minute Volume 773 v
Number of Lanes, N 3
Terrain Level
Grade 0.0 %
Length 0.0 km
Trucks and Buses 10 %
E_T 1.5
RVs 0 %
E_R 1.2
Heavy Vehicle Adjustment, f_{HV} 0.95
Driver Population Adj., f_P 1.00
Service Flow Rate, vp 1082 pcphpl

PLANNING DATA

Average Annual Daily Traffic, AADT
Proportion AADT During Peak Hour, K
Percent of Traffic in Peak Direction, D

FREE-FLOW SPEED

Free-Flow Speed and Type
☐ Measured, FFS ☒ Ideal, FFSi
Free-Flow Speed 110.0 km/h

Ideal Free-Flow Speed Adjustments

Lane Width, LW 3.6 m
Right-Shoulder Lateral Clearance, LC 0.0 m
Interchange Density, ID 1.10 interchange/km
Number of Lanes, N 3
Rural Freeways, (fn = 0.0) f_n 4.8 km/h

Adjusted Free-Flow Speed, FFS 91.1 km/h
Adjusted free-flow speed cannot be less than 90 km/h.

Desired Level of Service (LOS)

HCS: Freeways Release 3.1b

Name of Analysis Roadway: []
For Help, press F1

Anexo E-3 Entrada de Valores

HCS-3 Freeways - [Los Leones]

File Edit View Window Help

Volume, V 2593 vph
Peak-Hour Factor, PHF 0.84
Peak 15-Minute Volume 773 v
Number of Lanes, N 3
Terrain Level
Grade 0.0 %
Length 0.0 km
Trucks and Buses 10 %
E_T 1.5
RVs 0 %
E_R 1.2
Heavy Vehicle Adjustment, f_{HV} 0.95
Driver Population Adj., f_P 1.00
Service Flow Rate, vp 1082 pcphpl

PLANNING DATA

Average Annual Daily Traffic, AADT
Proportion AADT During Peak Hour, K
Percent of Traffic in Peak Direction, D

FREE-FLOW SPEED

Free-Flow Speed and Type
☐ Measured, FFS ☒ Ideal, FFSi
Free-Flow Speed 110.0 km/h

Ideal Free-Flow Speed Adjustments

Lane Width, LW 3.6 m
Right-Shoulder Lateral Clearance, LC 0.0 m
Interchange Density, ID 1.10 interchange/km
Number of Lanes, N 3
Rural Freeways, (fn = 0.0) f_n 4.8 km/h

Adjusted Free-Flow Speed, FFS 91.1 km/h
Adjusted free-flow speed cannot be less than 90 km/h.

RESULTS

Service Flow Rate, vp	1082 pcphpl	Adjusted Free-Flow Speed	91.1 km/h
Number of Lanes, N	3	Average Passenger-Car Speed, S	91.1 km/h
Level of Service, LOS	C	Density, D	11.9 pc/km/h

HCS: Freeways Release 3.1b

Name of Analysis Roadway: []
For Help, press F1

Anexo E-4 Determinación de Condiciones Operativas por el HCS-3

Análisis de la incidencia de los vehículos de dos ruedas en la capacidad de Operación de corredores viales

ANEXO F. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS CORREDORES VIALES SELECCIONADOS



Anexo F-1 Circulación Paralela y Efecto Invasión de Canal. Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña



Anexo F-2 Efecto Invasión de Canal y Efecto Barrera en Canal Rápido. Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña



Anexo F-3 Efecto Barrera. Tramo Distribuidor Mohedano – Tramo Distribuidor Plaza Venezuela



Anexo F-4 Circulación Paralela. Tramo Distribuidor Mohedano – Distribuidor Plaza Venezuela



Anexo F-5 Circulación Lateral y Efecto Invasión de Canal en un Flujo no Saturado. Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica



Anexo F-6 Circulación Paralela y Efecto Barrera en el Tramo Distribuidor La Bandera – Distribuidor Santa Mónica



Anexo F-7 Ejemplo Extremo de Invasión de Canal en el Tramo Puente Los Leones – Distribuidor La Araña