

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL
CALI-JAMUNDÍ**

MAYRA ALEJANDRA OCORÓ POSSÚ

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y GEOMÁTICA
SANTIAGO DE CALI
2014**

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL
CALI-JAMUNDÍ**

MAYRA ALEJANDRA OCORÓ POSSÚ

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero civil**

**Directora:
Ing. Civil Paola Andrea Cruz Daraviña
Mg. Urbanismo y Ordenamiento
Esp. Vías y Transporte**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y GEOMÁTICA
SANTIAGO DE CALI
2014**

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO

3

LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE ANEXOS	7
TITULO	8
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN.....	9
OBJETIVO.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	12
1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO.....	14
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	14
1.2 AREA DE ESTUDIO	21
2 MARCO DE REFERENCIA.....	37
2.1 ANTECEDENTES.....	37
2.1.1 Capacidad y niveles de servicio para vías multicarriles suburbanas, caso específico Cali-Jamundí.....	37
2.1.2 Análisis de Transito de la Malla Vial del Valle del Cauca.	37
2.1.3 Análisis Operacional de las Vías de Acceso al Municipio de Cali-Valle del Cauca.	38
2.1.4 Seguridad de la vía Popayán-Cali.....	38
2.1.5 Sistema vial zona de expansión corredor Cali-Jamundí.....	39
2.1.6 Aforo vehicular y caracterización de tránsito en las vías de acceso a la ciudad de Cali.....	39
2.2 ESTADO DEL ARTE	40
2.2.1 ANALISIS DE SISTEMAS DE TRANSITO Y TRANSPORTE.....	43
2.2.2 VARIABLES DEL FLUJO VEHICULAR.....	43
2.2.3 VARIABLES DE FLUJO	44
2.2.3.2 Intervalo.....	44
2.2.3.3 Intervalo promedio.....	44
2.2.3.4 Paso de un vehículo.....	44
2.2.4 VARIABLES DE VELOCIDAD.....	45
2.2.4.1 Velocidad.....	45
2.2.4.2 Velocidad de punto.....	45

2.2.4.3 Velocidad de marcha.....	45
2.2.4.4 Velocidad de recorrido	45
2.2.5 VARIABLES DE LA DENSIDAD.....	45
2.2.5.1 Densidad o concentración.....	45
2.2.5.2 Espaciamiento.....	45
2.2.5.3 Espaciamiento promedio.....	46
2.2.5.4 Separación	46
2.2.6 CAPACIDAD VIAL Y CAPACIDAD	46
2.2.6.1.....	47
2.2.7 CARRETERAS MULTICARRIL.....	52
2.2.7.1 Introducción.....	52
2.2.7.2 Características de la Vía.....	52
2.2.7.3 Definición de tramo y sector.....	53
2.2.8 LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA	55
3 METODOLOGÍA	56
3.1 TIPO DE ESTUDIO	56
3.2 MANUAL DE CAPACIDAD VIAL HCM 2000 DEL TRB	56
3.3 VEHÍCULO FLOTANTE O ANALISIS DE VELOCIDAD Y RETARDOS DE LA VÍA CALI - JAMUNDI	57
3.4 METODOLOGÍA PARA EL ANALISIS DE INTERSECCIONES	59
4 CALCULO DE CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO	61
4.1 ESCENARIO BASE	62
4.1.1 TRAMO URBANO	62
4.1.2 TRAMO RURAL	65
4.2 ESCENARIO FUTURO	68
4.2.1 TRAMO URBANO	69
4.2.2 TRAMO RURAL	70
5 VELOCIDAD Y TIEMPOS DE RETARDO DEL TRANSITO	74
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	86

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PLANES PARCIALES PROPUESTOS EN LA ZONA DE EXPANSIÓN DE CALI CORREDOR CALI-JAMUNDÍ.	26
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA VIAL.	29
TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DENTRO DEL SECTOR DE EXPANSIÓN.	32
TABLA 4. DATOS DE ENTRADA CÁLCULO DE CAPACIDAD SEMÁFORO CALLE 25 CON CARRERA 122.....	63
TABLA 5. CAPACIDAD Y RELACIÓN V/C SEMÁFORO CALLE 25 CON CARRERA 122	63
TABLA 6. DATOS DE ENTRADA CÁLCULO DE CAPACIDAD SEMÁFORO CALLE 16 CON CARRERA 100.....	64
TABLA 7. CAPACIDAD Y RELACIÓN V/C SEMÁFORO CALLE 16 CON CARRERA 100	64
TABLA 8. RESUMEN VOLUMEN DE FLUJOS EQUIVALENTES DE MOVIMIENTOS.....	66
TABLA 9. DATOS NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS CADA GRUPO DE CARRIL.....	66
TABLA 10. RESUMEN SITUACIÓN ACTUAL TRAMO RURAL.....	67
TABLA 11. NÚMERO Y PROYECCIONES DE VEHÍCULOS POR AÑO.....	72
TABLA 12. RESUMEN VOLUMEN DE FLUJOS DE LOS MOVIMIENTOS MAÑANA Y TARDE.....	73
TABLA 13. RESUMEN PROYECCIONES AÑO 2023 DEL TRAMO RURAL	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN ZONA ESTUDIO,	16
FIGURA 2. PROLONGACIÓN DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN O CIRCUNVALAR.	17
FIGURA 3 . INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA CALLE 25 CON CARRERA 100.	18
FIGURA 4. AMPLIACIÓN VÍA PANCE ENTRE LA CALLE 4, LA CARRERA 122 Y LA VORÁGINE.	19
FIGURA 5. SISTEMA DE TRANSPORTE FÉRREO DE GRAN CAPACIDAD	20
FIGURA 6. PROLONGACIÓN DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI ENTRE CARRERAS 50 Y 168.	20
FIGURA 7. PROBLEMAS RELEVANTES DEL CORREDOR CALI – JAMUNDÍ	21
FIGURA 8. UBICACIÓN DE LA COMUNA 22 EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI.	24
FIGURA 9. LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI	25
FIGURA 10. LOCALIZACIÓN PLANES PARCIALES PROPUESTOS EN LA ZONA DE EXPANSIÓN DE CALI CORREDOR CALI-JAMUNDÍ.	27
FIGURA 11. MAPA DEL SISTEMA VIAL.	30
FIGURA 12. SISTEMA VIAL DE LA ZONA DE EXPANSIÓN DE CALI CORREDOR CALI - JAMUNDÍ.	31
FIGURA 13. USOS DEL SUELO ZONA DE EXPANSIÓN DE CALI CORREDOR CALI-JAMUNDÍ	32
FIGURA 14. TOPOGRAFÍA ZONA DE EXPANSIÓN DE CALI CORREDOR CALI-JAMUNDÍ.	33
FIGURA 15. INTERSECCIÓN ZONA ESTUDIO PLAN PARCIAL MARAÑÓN CALI VALLE.	34
FIGURA 16. MOVIMIENTOS AFORADOS, ENTRE 5:00 AM HASTA LAS 11:00 PM, PLAN PARCIAL MARAÑÓN CALI VALLE	35
FIGURA 17. LOCALIZACIÓN CRUCE CALLE 16 CON CARRERA 100.	36
FIGURA 18. ILUSTRACIÓN 13-5 DE HCM.	48
FIGURA 19. ILUSTRACIÓN 13-6 DE HCM.	49
FIGURA 20. ILUSTRACIÓN 13-7 DE HCM.	49
FIGURA 21. ILUSTRACIÓN 13-8 DE HCM.	50
FIGURA 22. ILUSTRACIÓN 13-9 DE HCM.	51
FIGURA 23. ILUSTRACIÓN 13-10 DE HCM.	51
FIGURA 24. MOVIMIENTOS AFORADOS, ENTRE 6:00-8:00 AM Y LAS 4:00-6:00 PM, CORREDOR CALI-JAMUNDÍ, TRAMO RURAL.	65
FIGURA 25. CRECIMIENTO HISTÓRICO REGISTRO DE AUTOMÓVILES CALI	70
FIGURA 26. CRECIMIENTO HISTÓRICO REGISTRO DE BUSES CALI	70
FIGURA 27. CRECIMIENTO HISTÓRICO REGISTRO DE CAMIONES CALI	71
FIGURA 28. CRECIMIENTO HISTÓRICO REGISTRO DE MOTOS CALI	71
FIGURA 29. VELOCIDAD Y RETARDO DEL CORREDOR	75

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	TABLAS Y GRAFICOS HCM – 2000
ANEXO B	VOLUMENES SITUACION ACTUAL TRAMO RURAL DEL CORREDOR VIAL.
ANEXO C	PROYECCION VOLUMES VEHICULARES TRAMO RURAL DEL CORREDOR.
ANEXO D	CUADROS DE REDUCCION, GRAFICOS DE VELOCIDAD Y RETARDOS DEL CORREDOR.
ANEXO E	INFORMACION SECUNDARIA.

TITULO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL
CALI - JAMUNDÍ.

RESUMEN

El presente estudio se efectúa con la metodología del HCM-2000 (Highway Capacity Software), se obtendrá información de la vía tanto primaria (longitud de la vía, tipo de terreno, número de carriles por calzada, uso del suelo, entre otros) como secundaria (conteos de tránsito, proyectos viales y urbanísticos como son los planes parciales), con el acopio de información se evaluará la eficiencia del corredor Cali-Jamundí a través del cálculo de su capacidad y niveles de servicio. Y finalmente se plantearán las recomendaciones para el adecuado funcionamiento del mismo.

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años se ha observado un crecimiento en la población de la ciudad de Santiago de Cali, este crecimiento ha motivado la continua expansión de las áreas urbanas y rurales causando un incremento en el movimiento diario de los usuarios a través de las vías de acceso a la ciudad, teniendo en cuenta que un alto porcentaje de la población se está desplazando a los municipios vecinos. Si se tiene en cuenta que la población hoy en día tiene más confianza en la seguridad, esto ha motivado un interés constante por salir de la ciudad a disfrutar de los días de descanso encontrándose así un incremento en el número de vehículos que desean ingresar a la ciudad al final de los fines de semana y más si se tiene un puente festivo.

El aumento en el flujo vehicular en los días de alta demanda ha creado una inquietud, acerca de la respuesta que brindan las vías de acceso en casos extremos, ¿Tienen una capacidad adecuada?, ¿El nivel de servicio es bueno?, ¿Cuándo deberán ser ampliadas estas vías, si se tiene en cuenta el crecimiento del parque automotor? Son interrogantes que surgen al pensar en el futuro de la infraestructura vial de la región.

Con el apoyo de la ingeniería de tránsito se puede responder a las exigencias viales, estimando la demanda del transporte, del tránsito, de la capacidad vial, y de los niveles de servicio, entre otras variables, brindando así argumentos sólidos para el planeamiento, estudio, diseño, operación, y administración de los sistemas viales.

La planeación del transporte¹ tiene como objetivo básico la utilización óptima de la infraestructura vial y de los medios de transporte disponibles para hacer frente de

¹ Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte. Alcaldía Mayor de Bogotá. 1998

manera eficaz a la demanda de transporte de una región. Así mismo, en esta disciplina se deben anticipar los cambios que se presentarán en la demanda de transporte como consecuencia de modificaciones en el sistema de transporte urbano y urbanístico de la zona de influencia.

Mediante la aplicación de la planeación del transporte se pueden evaluar una serie de escenarios futuros del sistema de transporte urbano, los cuales están ligados a pronósticos de las principales variables socioeconómicas que son utilizadas para caracterizar la demanda de transporte.

Es también fundamental considerar el tránsito generado por el mejoramiento de la vía, ya que continuamente la población regional manifestada las dificultades impuestas por su actual transitabilidad, las cuales imponen límites a la calidad de vida y condiciones de desarrollo.

Con este estudio se pretende evaluar las condiciones actuales y futuras con las cuales opera el corredor vial Cali-Jamundí con base a los antecedentes conocidos y ante los futuros proyectos urbanísticos y viales que tendrán influencia en él.

OBJETIVO.

Identificar las condiciones bajo las cuales opera el corredor vial Cali-Jamundí en su condición actual y ante escenarios futuros definidos con la participación de los proyectos urbanísticos y viales previstos hacia el sur de Santiago de Cali.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Describir las condiciones urbanas y viales actuales en que opera el corredor vial Cali-Jamundí, a través del análisis de la evaluación velocidades, de la capacidad vial y el nivel de servicio.
- Evaluar el equilibrio entre oferta y demanda para el escenario base y escenarios futuros en el corredor vial.

JUSTIFICACIÓN.

La planicie de la ciudad de Santiago de Cali se encuentra limitada por los cerros en el occidente y por el río Cauca en el oriente. La conformación física actual de la ciudad ha generado una demanda de desplazamiento hacia el sur de la ciudad, donde predomina el uso habitacional y educativo.

Durante los últimos 40 años la ciudad ha tenido avances importantes en cuanto a su estructura vial, que han tratado de satisfacer la demanda de la población; en este tiempo se ha hecho evidente la falta de gestión para generar soluciones de operación, alcance o dimensionamiento, que se conviertan en verdaderas alternativas de solución para el corredor en cuanto a congestionamiento, flujo vehicular, accidentalidad, movilidad hacia el sur de la ciudad de Cali con el suroccidente colombiano.

La ausencia en el país, de métodos confiables para identificar las condiciones de operación de vías de dos o más calzadas propiciando la aplicación de métodos o modelos pasajeros sin ser conscientes de las condiciones particulares de cada vía del país, generando recomendaciones y/o conclusiones de baja credibilidad.

En la práctica, en el panorama vial se desarrolla una mezcla entre transporte privado, servicio público, vehículos de carga pesada, transporte intermunicipal, que se sirven tangencialmente por la vía Cali-Jamundí; si se tienen en cuenta las anteriores condiciones en conjunto con los planes viales y planes parciales habitacionales del sur de Cali se haría un análisis más realista de las condiciones de operación del corredor vial Cali-Jamundí. De esta manera este estudio se vería completamente justificado, ya

que concibe las variables de reconocimiento y descripción previa de las variables propias del medio.

De no hacerse este estudio, la única zona de expansión de Cali perdería su atractivo más valioso, la accesibilidad a los equipamientos públicos, y privados contiguos al corredor Cali-Jamundí que permite la integración del municipio con el resto del país.

1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO.

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La infraestructura vial urbana es una red que hace posible el desplazamiento de vehículos y personas a través del espacio urbano edificado, o en proceso de urbanización, buscando siempre la comodidad y seguridad de quienes por ella transitan, acorde con los motivos y frecuencia de sus desplazamientos. Así mismo, es el elemento ordenador urbano por naturaleza, por cuanto la localización de las diferentes actividades urbanas, y su dinámica en el tiempo, dependen de la amplitud y de las características operacionales de la malla vial.

Dentro de este contexto, el sistema vial del sur de la ciudad de Santiago de Cali se encuentra copado y rebasado en su capacidad, pues no satisface la demanda actual. Con el crecimiento del tránsito se ha llegado a un congestionamiento vehicular que la ingeniería trata de solucionar, pero, el incremento de vehículos es tan grande que, a menos de que se haga algo efectivo, las condiciones continuarán convirtiéndose cada vez más serias.

Toda la accesibilidad del sur de la ciudad, se desarrolla a partir de la Vía Cali-Jamundí bordeando el límite Oeste, y la Vía Cali-Puerto Tejada.

A partir de la Vía Cali-Jamundí, están parcialmente desarrolladas las Carreras 109, 115 y 118, la vía de mayor extensión corresponde a la Carrera 109 por la cual se ingresa

hasta las instalaciones de los Clubes Comfenalco y Cañasgordas, este último en zona rural al Este de la Calle 61.

Por la vía Cali-Puerto Tejada el acceso a algunos de los predios colindantes, se hace por medio de algunos carreteables, en su mayoría no coincidentes con ninguno de los ejes de las vías longitudinales (Calles) propuestos en el POT (acuerdo 069 de octubre 26 de 2000).

Ninguna de las vías anteriormente enunciadas ha desarrollado plenamente las secciones transversales establecidas en el Plan Vial, de Tránsito y de Transporte adoptado en 1.993, e incorporado al Plan de Ordenamiento Territorial como Anexo 4.²

Ambas situaciones dan una idea de las limitantes del área para la generación y atracción de viajes, esencialmente con Origen/Destino colectivo, hecho que se refleja en las congestiones que en horas pico se presentan sobre la vía Cali-Jamundí, en ambas direcciones; sobre la que se estima que más de 50.000 vehículos se mueven a diario por la estrecha red vial.

² Tomado del POT de Santiago de Cali 2000

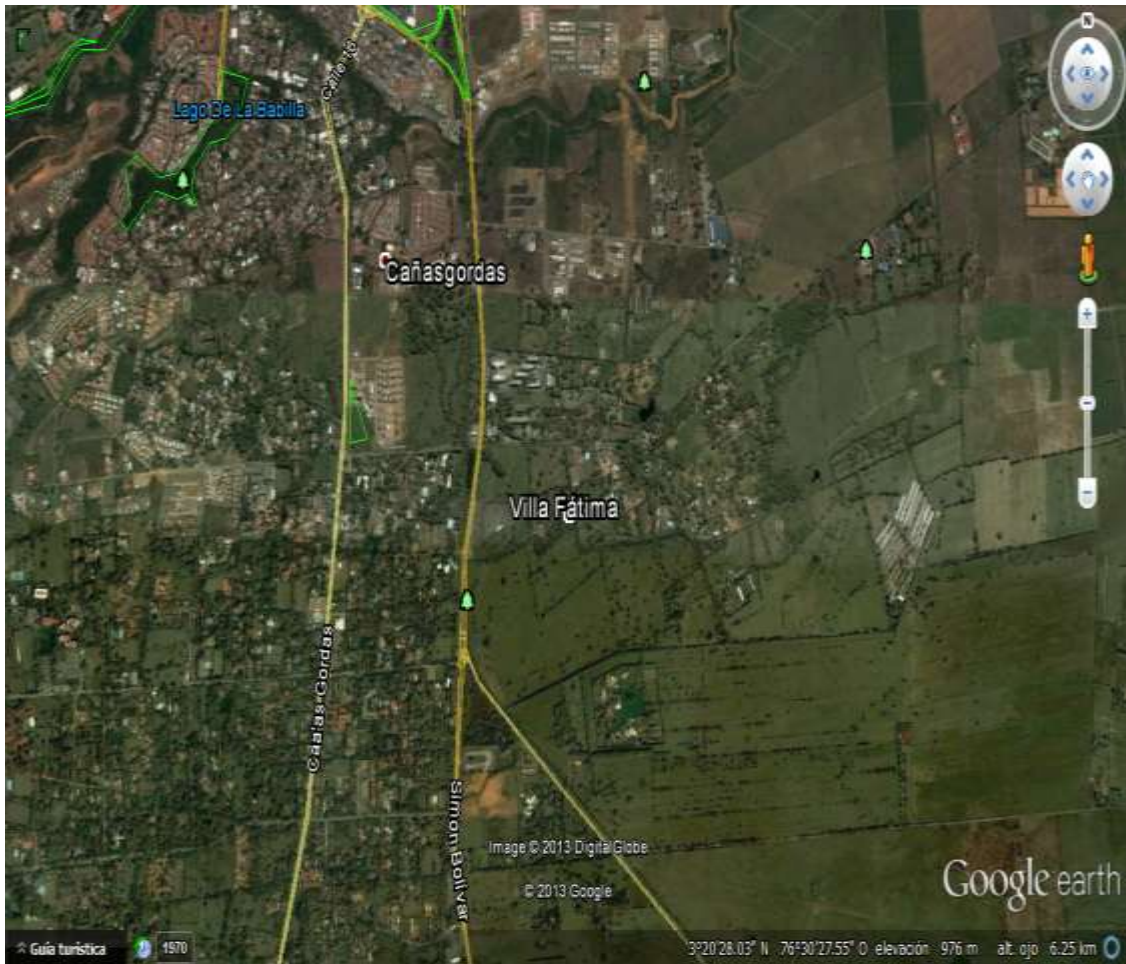


Figura 1. Ubicación zona estudio,
Fuente: Google earth

Si se tiene en cuenta los equipamientos presentes en el área de influencia que genera el corredor Cali-Jamundí sobre la cual es posible encontrar diversos tipos de uso, entre los que se destacan:

Usos educativos como la Universidad San Martín, Universidad Autónoma de Occidente, Colegio Sagrado Corazón del Valle del Lili, Colegio Farallones, Colegio Nazaret, Colegio Pio XII, Academia Joaquín Caicedo y Cuero, INCOLBALET, Corporación Cívica CECAM, sede de la Universidad Antonio Nariño.

Usos con áreas recreacionales privadas (Sede Social y Deportiva Bavaria), residencial (Parcelación Andalucía), industrial (Molinos San Fernando), y uso transitorio como infraestructura de transporte (Terminal de Buses COOMOEPAL), la construcción del Terminal Sur Del Sistema MIO, y sitios de esparcimiento como restaurantes, moteles al igual que el Cementerio Metropolitano.

Se evidencia de esta forma la gran influencia que posee el corredor, si a esto se le adiciona la construcción de:

- Prolongación de la Avenida circunvalación o Circunvalar.

Consiste en la construcción de dos calzadas de 7,2m en sus primeros 4 KM para 2 carriles y de 10,5m en los siguientes 3.7 KM para 3 carriles, con un separador central variable. Incluye obras de espacio público, paisajismo, redes de servicios públicos y afectación predial.



Figura 2. Prolongación de la avenida circunvalación o circunvalar.

Fuente: Ref. <http://www.cali.gov.co/valorizacion/publicaciones.php?id=34243>

- Intersección a desnivel de la calle 25 con carrera 100.

Consiste en la construcción de 2 puentes rectos paralelos de 5 luces ($L=120\text{m}$) separados 0.2m en concreto reforzado con viga cajón cada uno, para elevar las calzadas principales de la Carrera 100, el acceso a los puentes se hará por rampas construidas en tierra armada con una longitud. Aproximada de 120m , el ancho de cada puente será de 14.5m para incluir 3 carriles para tráfico mixto y un carril exclusivo para el SITM. Los giros a izquierda de la intersección se solucionan a través de rampas retornos a nivel y un retorno a desnivel (puente curvo en concreto preesforzado) ubicado sobre el separador sorteando la calzada proyectada Norte-Sur y la vía férrea.

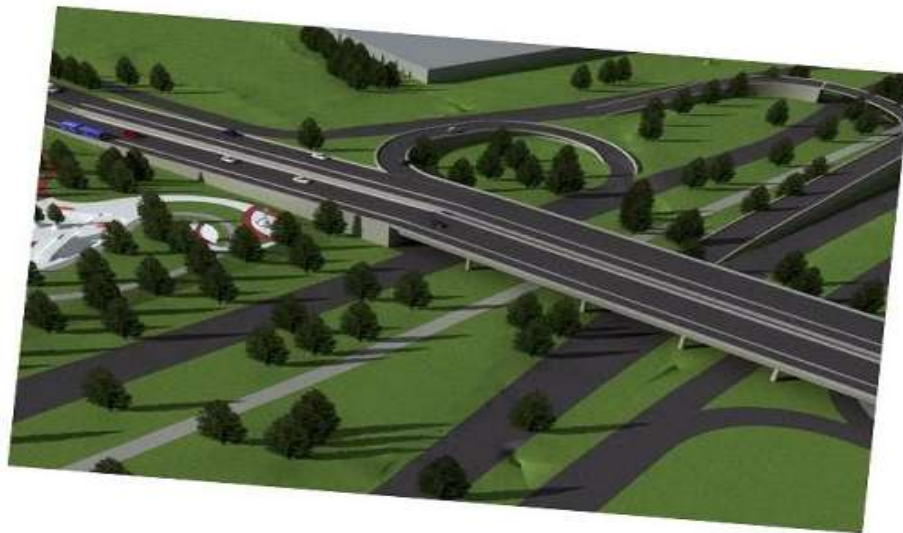


Figura 3 . Intersección a desnivel de la calle 25 con carrera 100.

Fuente: Ref. <http://www.cali.gov.co/valorizacion/publicaciones.php?id=34262>

- Ampliación Vía Pance Entre La Calle 4, La Carrera 122 Y La Vorágine.

El proyecto comprende la rehabilitación y adecuación de la vía Pance - La Vorágine a una calzada de 7.0m , construcción de ciclovía de 3.5m de ancho en toda la extensión de la vía, construcción de una cuneta de 1m y andenes en ambos costados para una

sección transversal total de vía de 16 m. Bahías para paraderos de buses, y zona de giro.



Figura 4. Ampliación Vía Pance Entre La Calle 4, La Carrera 122 Y La Vorágine.

Fuente: Ref. <http://www.cali.gov.co/valorizacion/publicaciones.php?id=34245>

- Sistema de Transporte Férreo de gran Capacidad.

Recuperación del corredor de 10 km, el cual tendrá un ancho de 110 metros, el corredor Férreo se desarrollará en las Calles 23/25, 26 – Avenida 4N entre Carrera 50 y Calle 70N.



Figura 5. Sistema de Transporte Férreo de gran Capacidad

Fuente: Ref. Foto Álvaro Pío Fernández / El País

- Prolongación de la avenida ciudad de Cali entre carreras 50 y 168



Figura 6. Prolongación de la avenida ciudad de Cali entre carreras 50 y 168.

Fuente: http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cali_21megaobras.pdf

Todos los proyectos mencionados convergen en la misma área de influencia del corredor vial Cali-Jamundí. Siendo necesario estimar si la capacidad vial instalada será

suficiente para garantizar una movilidad adecuada tanto en el sur de la ciudad como en la vía panamericana más exactamente.

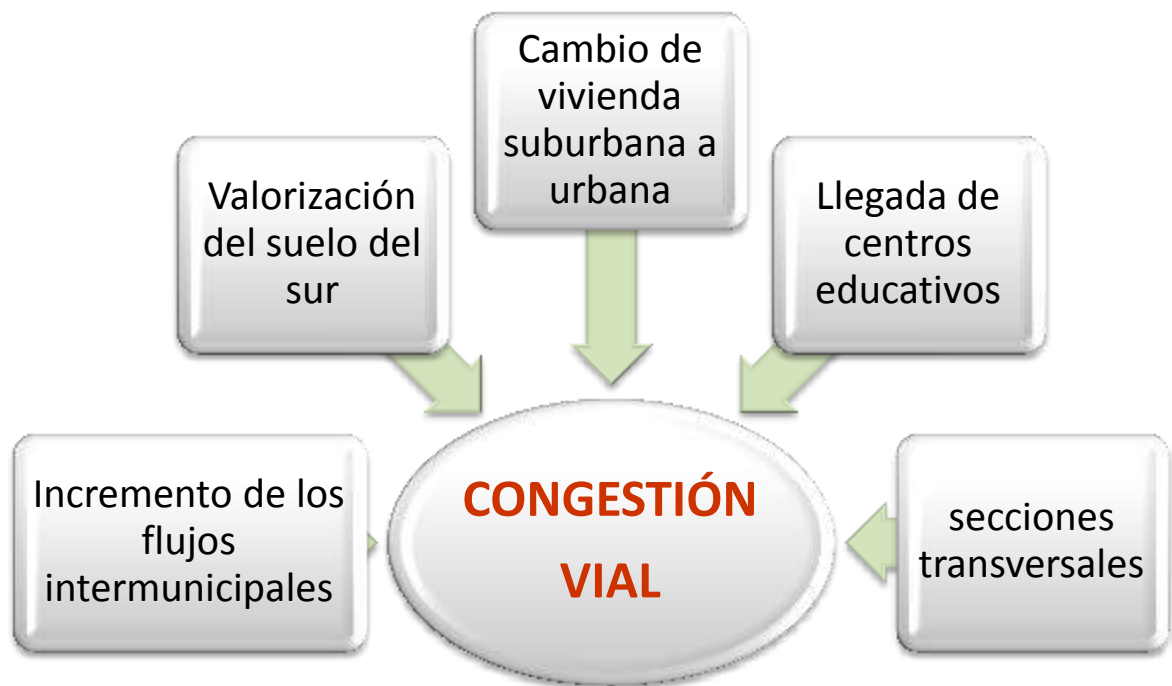


Figura 7. Problemas relevantes del Corredor Cali – Jamundí

1.2 AREA DE ESTUDIO

- **Localización**

La Zona en estudio es el área de futuro desarrollo urbanístico del municipio de los próximos años denominada Corredor Cali – Jamundí en la comuna 22 de la ciudad, Figura 9. Está localizado al sur de la ciudad, en el valle geográfico del río Cauca en un área de 1.669 ha (DAPM 2000), presentado en la Figura 10.

Límites:

Norte: Carrera 48 y Carrera 50 (Canal Interceptor CVC).

Sur: Carrera 141, Carrera 143, Carrera 134, Carrera 168

Este: Calle 48, Calle 61(proyectada), Calle 60 y borde occidental del Cinturón Ecológico.

Oeste: Calle 18, Calle 25, Calle 42, Calle 48, borde occidental Cinturón Ecológico y perímetro urbano propuesto

- **Modelo de ocupación**

El Corredor Cali-Jamundí no tiene un polígono normativo que lo regule, ni especificaciones de urbanización, tipo de vivienda o estratificación, la urbanización de la zona se realiza a través de la formulación y adopción de planes parciales como instrumentos mediante los cuales se desarrollan y complementan las disposiciones del plan de ordenamiento territorial.

Mediante cada plan parcial se establece el aprovechamiento de los espacios privados, con la asignación de sus usos específicos, intensidades de uso y edificabilidad, así como las obligaciones de cesión y construcción y dotación de equipamientos, espacios y servicios públicos, que permitirán la ejecución de los proyectos específicos de urbanización

A la fecha en el Departamento Administrativo de Planeación Municipal se han radicado 12 planes parciales correspondientes al desarrollo urbano de 853,2 Ha.; de los cuales 5 se encuentran adoptados, 6 en proceso de revisión y aprobación y 2 en formulación, la figura 11 se listan los planes parciales formulados para la zona, los cuales se presentan en la Tabla 1, la cual además presenta características generales de la infraestructura vial y de los sistemas estructurantes.

A continuación se describen las características de los planes parciales formulados con base en la simulación urbano-financiera correspondiente al modelo urbano que cada uno presenta. Cabe resaltar que la información consignada proporciona un marco general de cómo se puede desarrollar esta área urbana, sin embargo la tipología de las viviendas y las formas de urbanización están supeditadas a las características sociales, económicas y del mercado en el momento de ejecutar los planes en sí.

Los planes parciales formulados se caracterizan por hacer un uso del suelo principalmente residencial, a excepción del plan Centro Intermodal de Transporte Regional de Pasajeros del Sur el cual es un área de actividad de centralidad para el transporte de la ciudad de Cali. En el área no se proyecta el uso industrial e institucional.

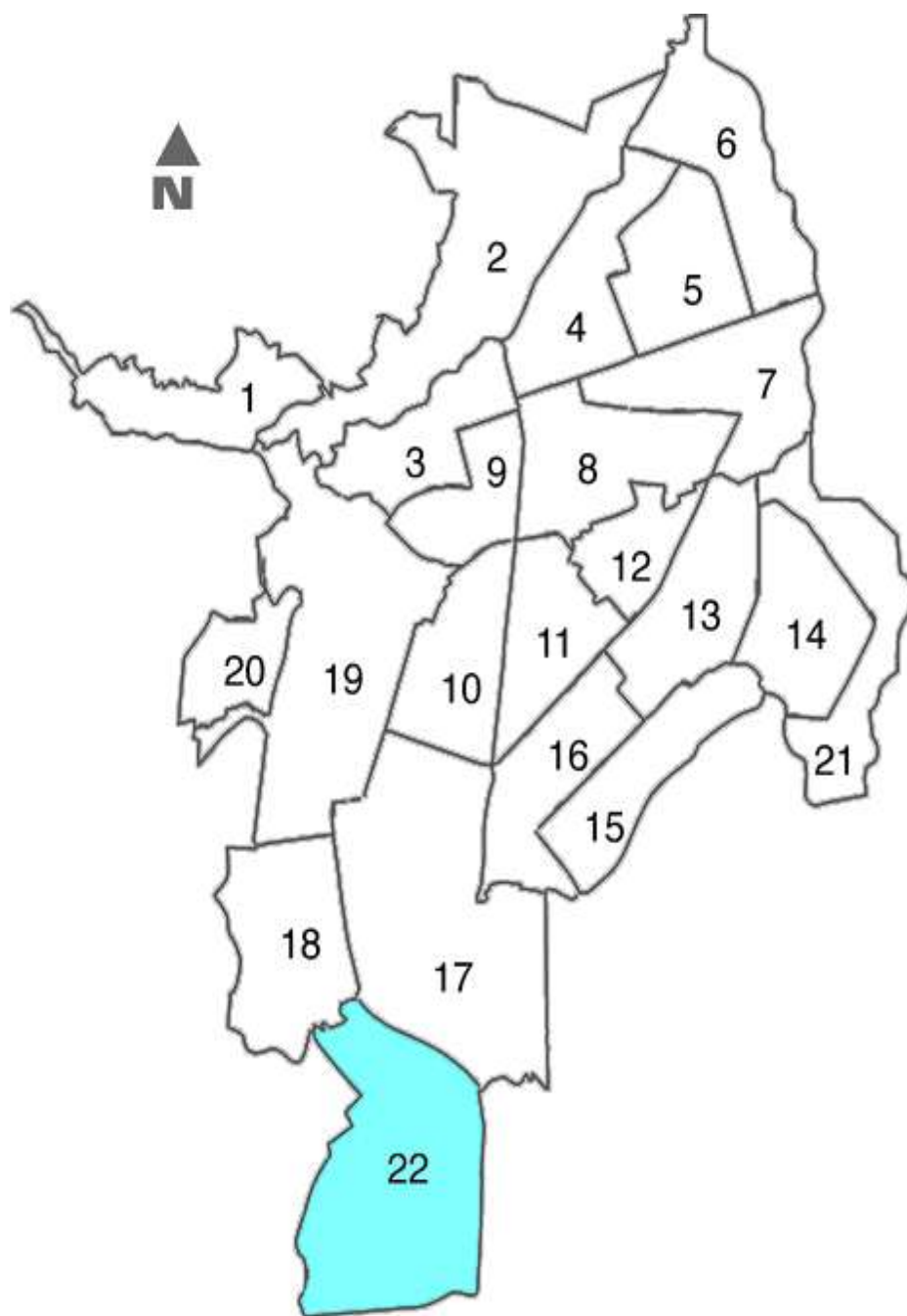


Figura 8. Ubicación de la comuna 22 en la ciudad de Santiago de Cali.

Fuente: Departamento Administrativo Planeación Municipal

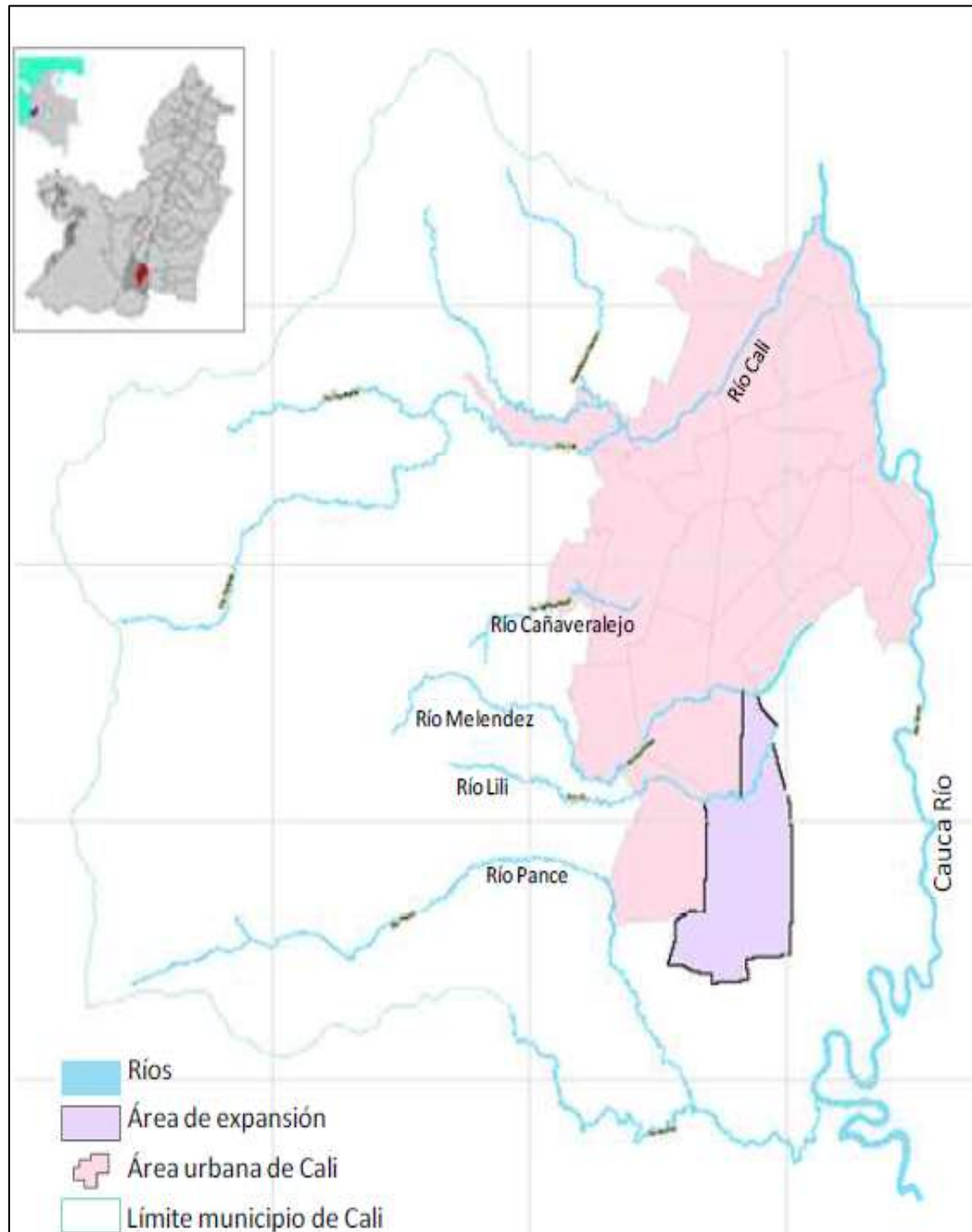


Figura 9. Localización general de la zona de estudio en la ciudad de Santiago de Cali

Fuente: MSc_Zambrano_Minimization_of_contamination_by_wastewater

Planes Parciales Adoptados											
Plan Parcial	Área Bruta (M²)	Afectaciones		Área Neta Urbanizable (M²)	Cesiones Obligatorias			Área Útil (M²)	Und Viviendas		
		Vial	Otras		Espacio Público 18%(M²)	Equipamiento 53%(M²)	Vías (M²)		Vis	Vip	No Vis
PP Ciudad Meléndez	1.019.418	137.921		881.497	194.006	30.583	162.110	494.799	1772		5056
PP Bóchamela	396.746	44.135		352.611	71.414	11.903	58.444	210.850	1085		3184
PP Las Vegas Comfandí	451.282	39.936		411.346	79.957	13.538	58.696	259.155	1357	2093	0
PP El Carmen y San Bartolo	230.095	25.376	1.942	202.776	50.530	27.281	36.419	88.546	587		1833
PP Centro Intermodal del Sur	292.711	21.302	34.348	237.061	53.414		24.010	186.157		212	0
Planes Parciales En Adopción											
Plan Parcial	Área Bruta (M²)	Afectaciones		Área Neta Urbanizable (M²)	Cesiones Obligatorias				Und Viviendas		
		Vial	Otras		Espacio Público 18%(M²)	Equipamiento 53%(M²)	Vías(M²)		Vis	Vip	No Vis
PP El Verdal	309.501	57.886	4.751	246.864	57.231	9.285	59.294	121.054	716		1605
PP Cachipay	626.100	58.133	11.587	556.380	112.713	18.790	88.117	336.760	2490		3510
PP El Capricho	1.541.004	203.840	38.854	1.298.310	279.180	46.230	145.266	827.634	1940		7760
PP Pedrachiquita	603.358	89.926		513.432	119.952	19.375	76.073	298.033	885		1815
PP Vegas del Lili	563.433			328.984	73.976	11.745	50.835	192.428	4680		
PP Hacienda Marañón	1.145.896	184.221	61.062	900.614	206.800	34.972	149.578	509.264	1.006		908

PP el Guayabal		1.002.627	EN FORMULACION
PP Hacienda Hato		350.250	

TOTALES Has)	853,2			593,0	129,9	22,4	90,9	352,5	16.518	2.305	25.671
m²	8.532.420	862.675	152.545	5.929.875	1.299.173	223.702	908.841	3.524.679	44495		

VIS: Vivienda de interés social. Valor máximo de la vivienda 135 SMLMV a 2010 \$69.525.000

VIP Vivienda de interés prioritario. Valor máximo de la vivienda 70 SMLMV a 2010 \$36.050.000 NO VIS Viviendas diferentes a VIS y VIP.

Tabla 1. Planes Parciales Propuestos En La Zona De Expansión De Cali Corredor Cali-Jamundí.

Fuente: Departamento Administrativo Planeación Municipal, Marzo 2012

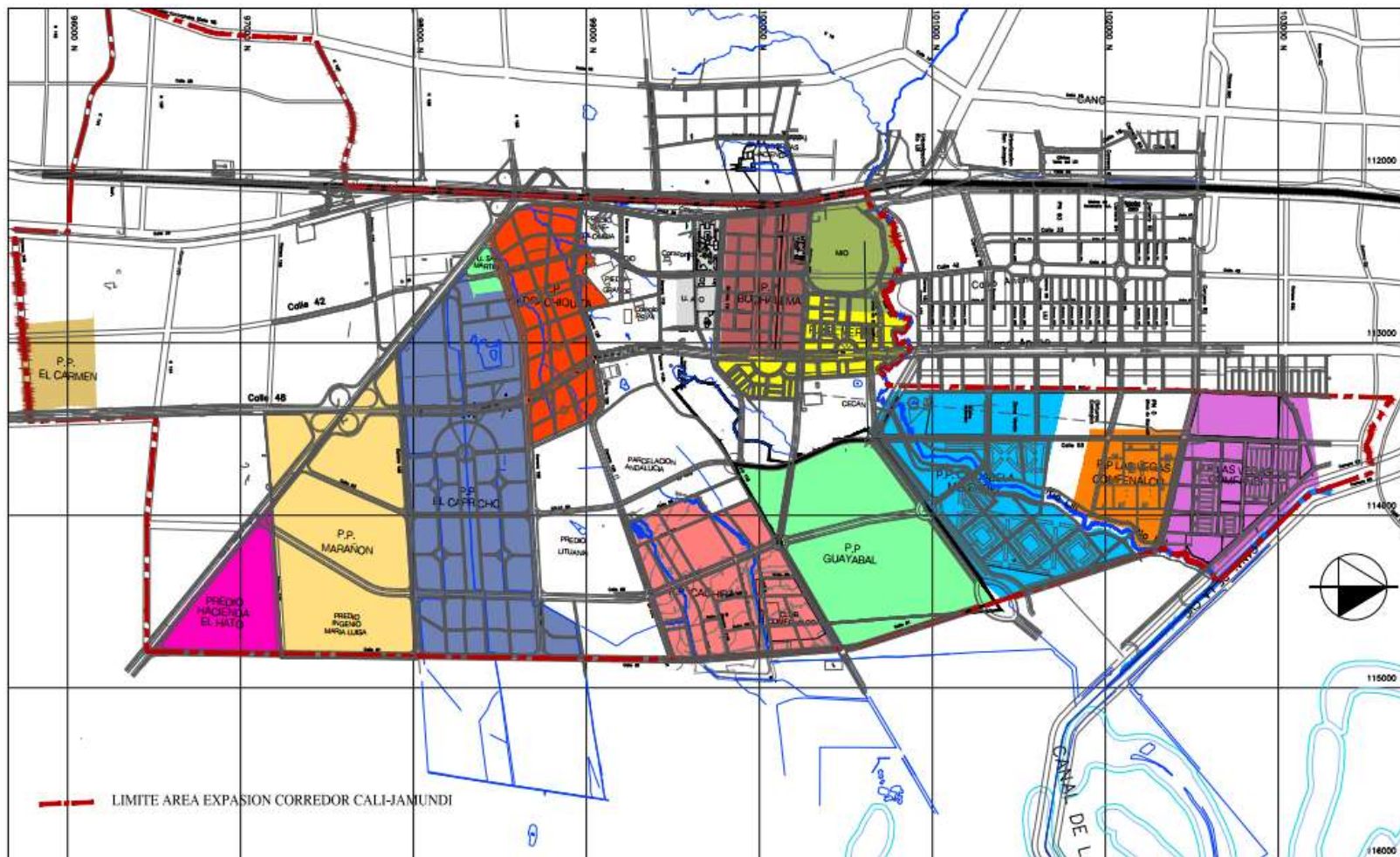


Figura 10. Localización planes parciales propuestos en la zona de expansión de Cali Corredor Cali-Jamundí.

Fuente: Plano de Liliana Bonilla (Arquitecta Urbanista Marzo 2011)

- **Sistema Vial**

Para el área de estudio se tiene proyectado una red de vías las cuales se articulan con las vías del área ya consolidada, ver la figura 12. La red está compuesta por una vía interregional, la vía Cali - Jamundí, y una serie de vías arterias principales y secundarias además de las vías colectoras y locales. En la tabla 2, se presentan las características del sistema vial principal proyectado para la zona con las características respectivas

- **Uso del Suelo**

En el área predominan los usos en ganadería extensiva y agricultura con predominio de caña. Se encuentran zonas desarrolladas en usos institucionales, colegios y uso recreativo vivienda aislada o en parcelaciones, y centros deportivos. En la Figura 13 se presenta la zona de expansión superpuesta a estos usos los cuales se continuarían ejerciendo posteriores a la urbanización.

Identificación	Jerarquía	Lado Izquierdo				Separador	Lado Derecho				Ancho Total
		Anden	Servicio	Separador Lateral	Principal	Central	Principal	Separador Lateral	Servicio	Anden	
Entre Carrera 100 y Río Jamundí	VI	8.00	7.00	7.50	10.50	44.00	10.50	7.50	7.00	8.00	111.00
Calle 48 Avenida Ciudad de Cali) entre Carrera 50 y río Jamundí entre Carrera 50 y Río Jamundí	VAP	4.00	7.20	1.20	9.60	16.00	9.60	1.20	7.20	4.00	60.00
Carrera 102 - Calle 75 entre Calle 25 y Carrera 50	VAP	5.00	7.20	2.00	10.50	10.60	10.50	2.00	7.20	5.00	60.00
Carrera 122 entre Calle 25 y Calle 61	VAP	5.00			13.20	8.60	13.20			5.00	45.00
Calle 60 entre Vía a Carrera 134 y Carrera 50	VAS	5.00			9.60	15.80	9.60			5.00	45.00
Carrera 143 desde la vía Cali-Jamundí hasta la Calle 48	VAS	5.00			9.60	7.80	9.60			5.00	37.00
Carrera 109 entre Calle 48 y Calle 61	VAS	5.00			9.60	7.80	9.60			5.00	37.00
Carrera 120 entre Calle 48 y Calle 61	VAS	5.00			9.60	7.80	9.60			5.00	37.00
Carrera 122 entre Calle 5 y Calle 25	VAP	4.00			9.60	2.80	9.60			4.00	30.00
Av. Cañasgordas (Calle 16-Calle 18) entre Carrera 100 y Río Jamundí	VAP	4.00			9.60	2.80	9.60			4.00	30.00
Carrera 120 entre Calle 25 y Calle 48	VAS	2.80			7.20	2.80	7.20			2.80	25.00
Carrera 109 entre Calle 25 y Calle 48	VAS	2.00			7.00	1.00	7.00			2.00	19.00

Tabla 2. Características del sistema vial.

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal

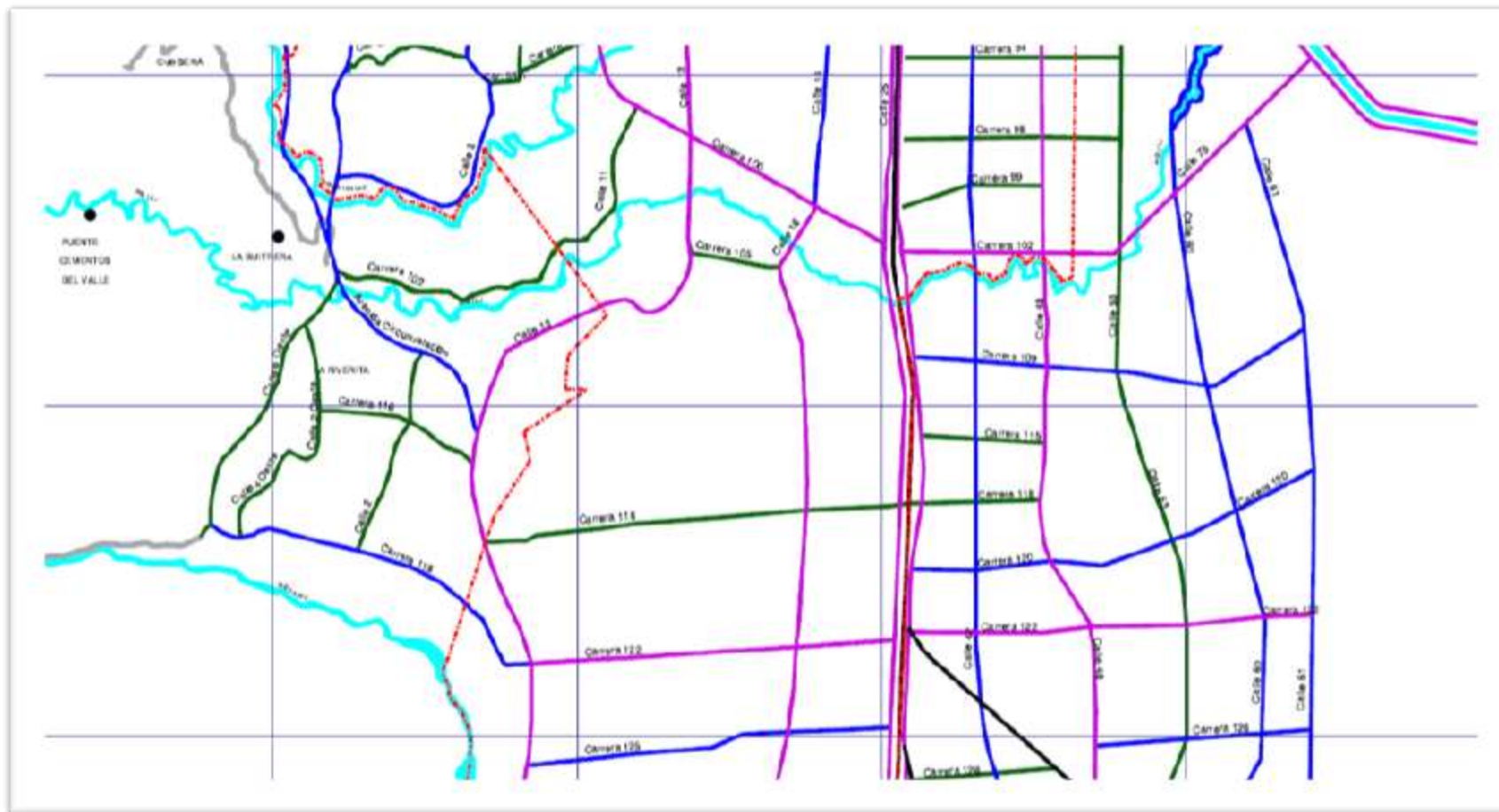


Figura 11. Mapa del sistema vial.

Fuente: Plan de ordenamiento territorial, acuerdo 069 de 26 octubre 2003.

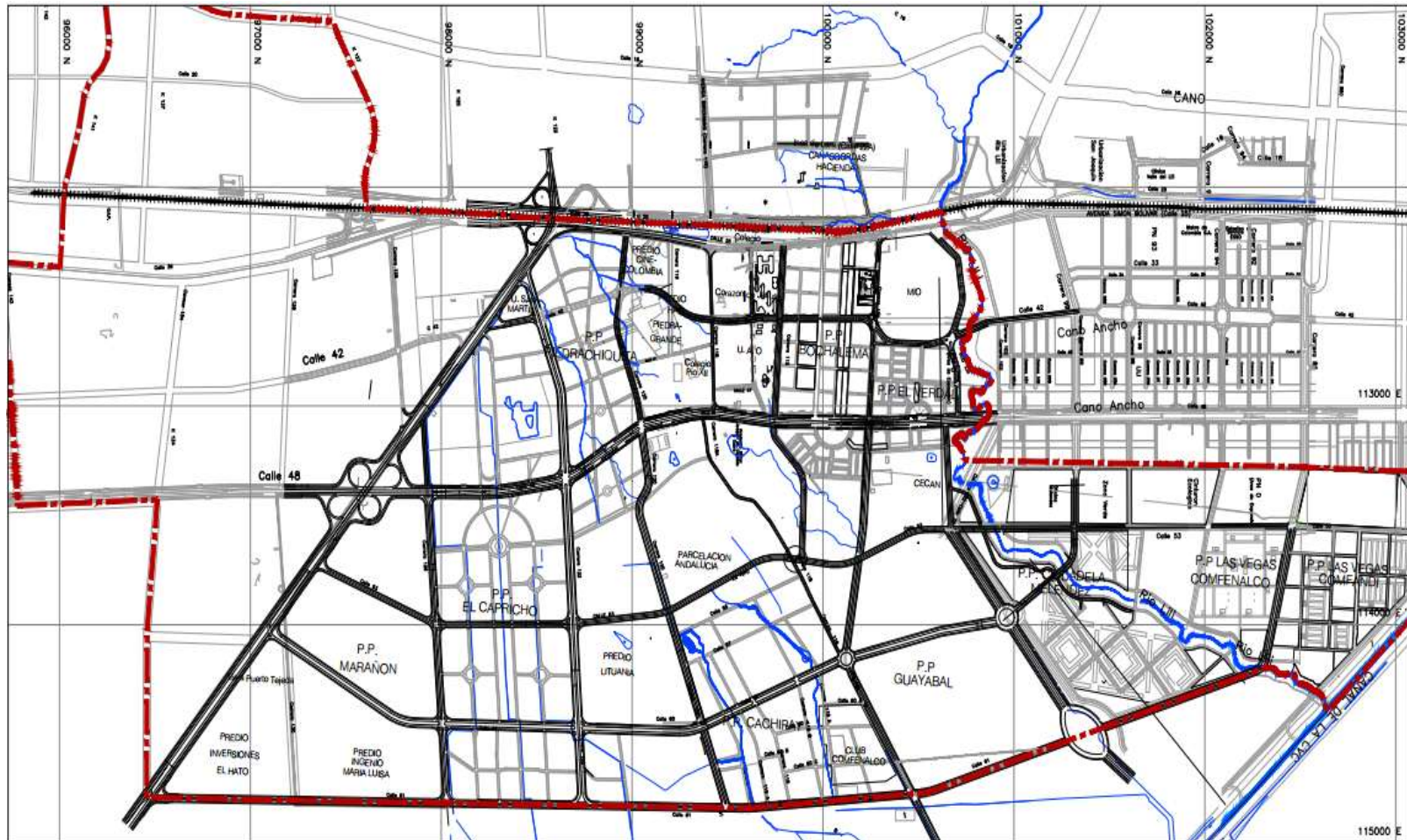


Figura 12. Sistema vial de la zona de expansión de Cali Corredor Cali - Jamundí.

Fuente: Plano de Liliana Bonilla (Arquitecta Urbanista Marzo 2011)

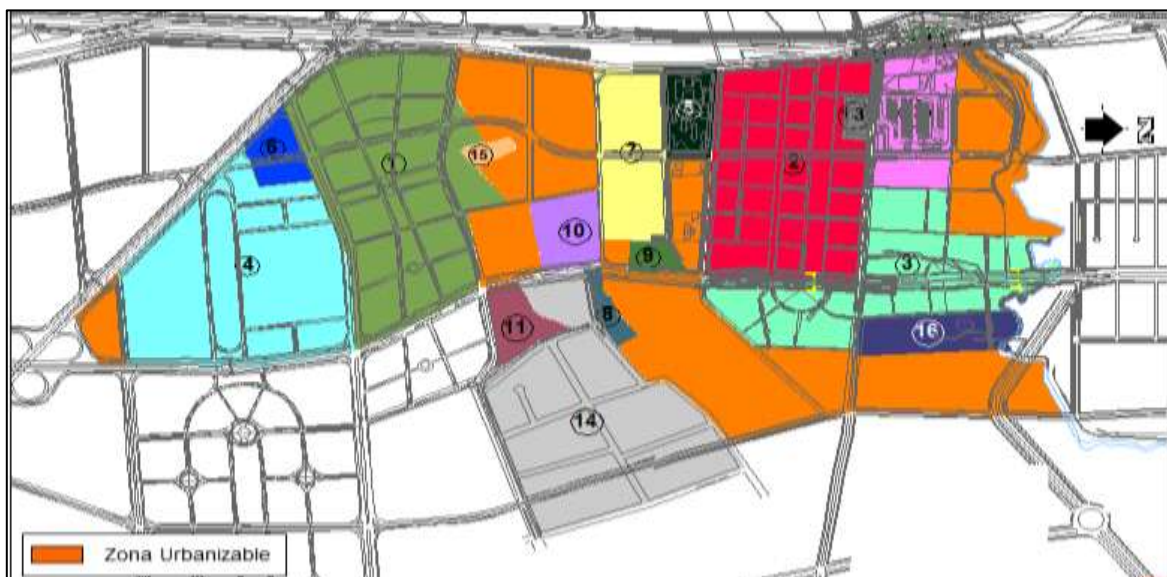


Figura 13. Usos del suelo zona de expansión de Cali Corredor Cali-Jamundí
Fuente: Plano de Liliana Bonilla (Arquitecta Urbanista Marzo 2011)

DISTRIBUCIÓN DE AREAS DENTRO DEL SECTOR						
Ítem	Descripción	Área Bruta Ha	Pob.	Hab / Ha	Área	uso
1	P.P. Piedrachiquita	48,3	10.800	224	60,3	Residencial
2	P.P. Bóchamela	38,4	16.256	423	38,4	Residencial
3	P.P. El Verdal	31,7	6.492	205 (*)	31,7	Residencial
4	P.P. Hacienda El Capricho	44,2	10.150	230	154	Residencial
5	Universidad Autónoma	5,5	9.057	1.647	5,5	Institucional
6	Universidad San Martín	3,9	-	-	3,9	Institucional
7	Sector Educativo (Sagrado Corazón, Farallones, Nazaret)	13,8	1.311	95	13,8	Institucional
8	Incolballet	4,6	23	5	4,6	Institucional
9	Academia Militar Joaquín de Caicedo y Cuero	1,36	196	144	1,36	Institucional
10	Colegio Pio XII	5,35	1.432	268	5,35	Institucional
11	Sede Social Deportiva Bavaria	4,12	660	160	4,12	Recreativo
12	Patios MIO	12,9	-	-	12,9	Oficial
13	Molinos San Fernando	1,3	-	-	1,3	-
14	Sector Andalucía	42	-	-	42	Residencial
15	Hacienda Piedra Grande	1,1	-	-	1,1	P. Nacional
16	CECAN - Corporación Cívica	7,3	-	-	7,3	Institucional
17	Área Urbanizable a Residencial	93	19.000	205	93	Residencial
TOTAL		358,83				

Tabla 3. Distribución de áreas dentro del sector de expansión.
Fuente: Departamento Administrativo Municipal

- **Topografía e hidrografía**

Las pendientes varían entre el 3% y 15%, lo cual presenta facilidad de Jamundí o Canal Sur. El terreno es de características planas con pendientes entre los 0 y 2 grados, la altura máxima en la zona se encuentra alrededor de los 1030 msnm y la mínima en 955 msnm. El área de estudio se encuentra por encima de los niveles de inundación máxima registrada en la creciete del río Cauca ocurrida en el año 1950.

La zona de estudio está influenciada por los Ríos Lili el cual se encuentra localizado al norte, el Río Pance al este y el Río Cauca al oeste. En la Figura 15 se presentan las curvas de nivel del área de estudio y la ubicación de los ríos mencionados.

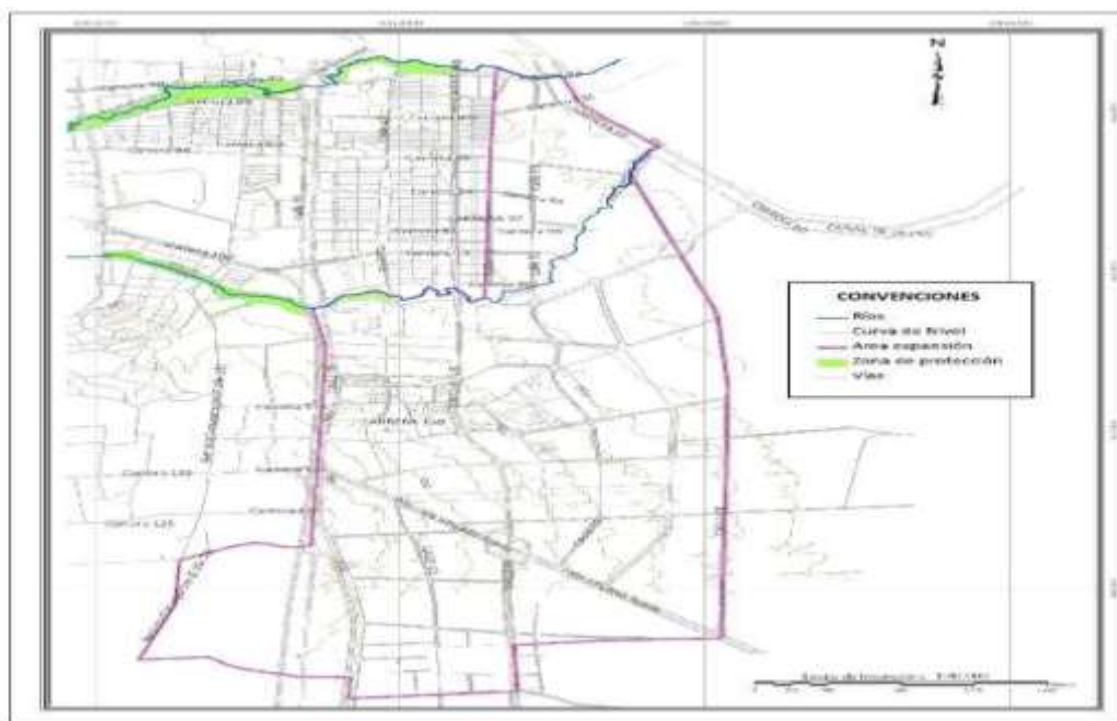


Figura 14. Topografía zona de expansión de Cali Corredor Cali-Jamundí.

Fuente: MSc_Zambrano_Minimization_of_contamination_by_wastewater

- **Información secundaria.**

Se cuenta con el estudio de tránsito de la intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón Cali Valle. Septiembre_2012. Realizada por el INGENIO, María Luisa S.A e Ingeniería y Gestión de Tránsito y Transporte S.A.S

Este estudio de tránsito permite la evaluación funcional de la intersección entre la vía a Puerto Tejada y la calle 48, igualmente contempla:

- ✓ Formulaciones de alternativas de la intersección, para lo cual se tomaron aforos en la estación maestra en el cruce Pance, el cual permite clasificar el tránsito en Autos, buses (TPCU: Transporte público colectivo urbano, TPCI: Transporte público colectivo intermunicipal, Transporte privado: Escolar, o Industrial), y Camiones sin clasificar el tipo.
- ✓ Inventario de la infraestructura, Se realizó el inventario de las vías de influencia a la intersección en estudio, en donde se pudo constatar las secciones transversales de las vías y sus características principales, así como también de sus intersecciones de mayor relevancia para el estudio.

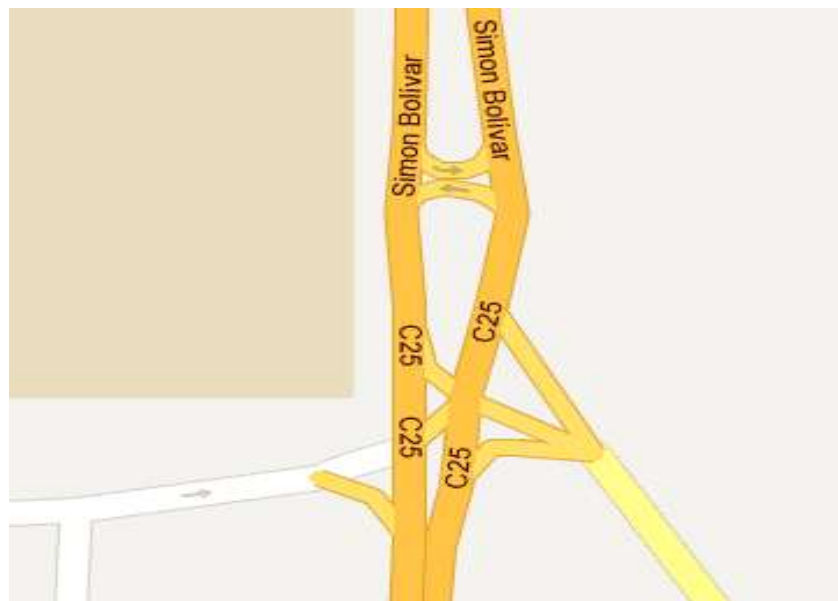


Figura 15. Intersección zona estudio Plan Parcial Marañón Cali Valle.

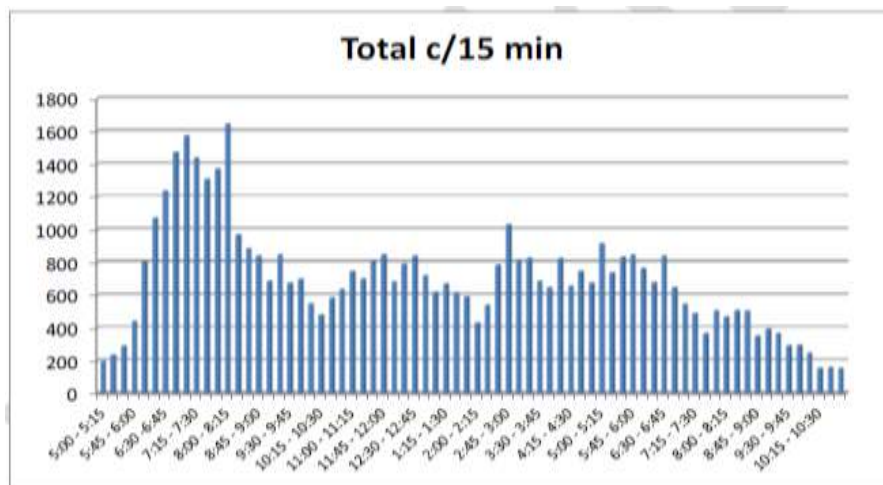


Figura 16. Movimientos aforados, entre 5:00 am hasta las 11:00 pm, Plan Parcial Maraón Cali Valle

✓ Resultados obtenidos.

Los resultados arrojaron que el periodo pico de la mañana se encuentra entre las 6:45 hasta las 7:45, para un día T  pico como el Martes.

De igual forma se tiene la información de aforos realizados en el cruce entre la calle 16 con carrera 100 “estación universidades del sistema integrado de transporte masivo Mio”. Mayo_ 2013. Realizadas por el Departamento Administrativo de Planeación. Estos aforos contemplan la jerarquización y horas pico en la jornada de la mañana y la tarde.



Figura 17. Localización cruce calle 16 con carrera 100.

2 MARCO DE REFERENCIA.

2.1 ANTECEDENTES.

2.1.1 Capacidad y niveles de servicio para vías multicarriles suburbanas, caso específico Cali-Jamundí. OSORIO, Carlos Arturo y RIOS, Edgar Alexander. Cali_1996, trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería.

- *Resumen:* Aplicaron la metodología de los Estados Unidos Highway Capacity Manual de 1985, con base en las características geométricas de la vía, volúmenes vehiculares y estudios de velocidades de punto.
- *Contribución:* servirá de base para establecer la situación actual del corredor y poder hacer un análisis comparativo de lo que ha sucedido en los últimos 14 años.

2.1.2 Análisis de Transito de la Malla Vial del Valle del Cauca. MORALES Carolina y OTERO Carlos. Cali_2004. Trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería.

- *Resumen:* Se evaluó el estado actual para el año 2004 del nivel de servicio de las principales vías del valle del cauca con base en la información de volúmenes vehiculares recolectadas por el Instituto Nacional de Vías, genera proyecciones

de volúmenes de tránsito y pronóstico de los niveles de operación futuros de las vías.

- *Contribución:* Los escenarios de proyecciones de los volúmenes de vehículos son importantes ya que son parte fundamental para determinar el nivel de servicio de la vía.

2.1.3 Análisis Operacional de las Vías de Acceso al Municipio de Cali-Valle del Cauca. CASTRO Jorge Iván y GÓMEZ Mauricio. Cali_2007. Trabajo de grado (Ingeniería Topográfica). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería.

- *Resumen:* Estudio de tránsito que determina la capacidad y niveles de servicio actual y futuros para las vías principales que accesan a la ciudad de Santiago de Cali, desde el norte, oeste y sur del país.
- *Contribución:* la recopilación de los datos de campo de aforo y velocidades (realizada mediante Microsoft Access llamado sistema de aforos vehiculares SIAV).

2.1.4 Seguridad de la vía Popayán-Cali. Instituto Nacional de Vías. Cali_2009

- *Resumen:* contempla la zona de estudio, sus resultados están en caminados a tipificar cada tramo del corredor, reconociendo aspectos que contribuyen a mejorar su seguridad (disminuir los índices de accidentalidad), a través de diseños de pavimento.
- *Contribución:* Los resultados permiten tipificar el tramo de estudio corredor Cali-Jamundí, además posee conteo de tránsito fundamental para la toma de datos en campo.

2.1.5 Sistema vial zona de expansión corredor Cali-Jamundí. Departamento Administrativo De Planeación Municipal. Subdirección de Ordenamiento Territorial y de Servicios Públicos. Cali_2009.

- *Resumen:* Documento soporte del trazado vía Cali-Jamundí, coordina, jerarquiza y controla las vías que conforman el Plan Vial de Tránsito y de Transporte, como parte integral del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali. Delimita las áreas necesarias para desarrollar, en términos de funcionalidad básica, cada una de las intersecciones entre Vías de Integración Regional y Vías Arterias Primarias y/o Secundarias, entre Vías Arterias Primarias y/o Secundarias, entre Vías Arterias Secundarias y/o Vías Colectoras.
- *Contribución:* Realiza una descripción detallada de todas las vías que se intervendrán y harán conexión con el corredor vial Cali-Jamundí, y una síntesis de los planes parciales que se desarrollaran a lo largo de la vía.

2.1.6 Aforo vehicular y caracterización de tránsito en las vías de acceso a la ciudad de Cali. CARDENAS, James. Cali_2010.

- *Resumen:* Realización de aforos vehiculares unidireccionales en cordón externo para un período 14 horas, desagregados por sentido y tipo de vehículos (Livianos, Buses, Camiones y Motocicletas), en períodos de 15 minutos, durante un día típico y uno atípico, en las vías principales de acceso a la ciudad de Santiago de Cali. Adicionalmente calcular el nivel de servicios actuales y futuros de cada vía.
- *Contribución:* Realiza una descripción detallada de condiciones geométricas de la vía, condiciones de flujo vehicular, condiciones del entorno.

2.2 ESTADO DEL ARTE

El aumento causado por la dependencia del vehículo particular se relaciona con las características del espacio y del suelo, a su vez con el crecimiento urbano descontrolado. Para su control, es necesaria una adecuada planificación del transporte, su infraestructura y el uso de diferentes modos de transporte.

Las ciudades contemporáneas son expresión de las dinámicas, velocidades e intensidades en la que transcurre la vida cotidiana de miles de ciudadanos cada vez más concentrados en las grandes ciudades. Uno de los fenómenos en los que dicho dinamismo se expresa son las conurbaciones donde la integración y la separación, se suceden de forma simultánea lo que configura una problemática ambiental³.

Según Cecilia Inés Moreno Jaramillo⁴, La conurbación, entendida como proceso, es un fenómeno poco indagado. Usualmente se le estudia como el hecho físico de conjunción de ciudades en el espacio, y para ello se usan términos como la conurbación, el conurbano o el conurbio (vocablo italiano), se le reconoce como conformación territorial única pero poco se habla de la conurbación como permanente dinámica. Tal fenómeno tiene ocurrencia en diferentes regiones en el mundo y en Colombia ha adquirido una gran dinámica en las últimas cuatro décadas. El caso más evidente de este fenómeno se está desarrollando a lo largo del corredor vial Cali – Jamundí.

Tras doce años de haber adoptado el primer Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Cali (Acuerdo 069 del 2000), la ciudad ha sufrido una serie de transformaciones, no solo en su territorio, sino también en el ámbito social y económico, estableciendo

³tesis de maestría en Medio Ambiente y Desarrollo denominada “Lectura e interpretación ambiental compleja de las dinámicas de conurbación en el sur de la metrópoli del Valle de Aburrá” Realizada por Patricia Noguera de Echeverri, PHD en Filosofía y profesora titular de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales

⁴ Profesora Asociada, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Escuela del Hábitat-Cehap. Coordinadora del grupo Sehabita: Grupo de investigación en hábitat desde la perspectiva ambiental. Arquitecta y magíster en Medio Ambiente y Desarrollo.

dinámicas que discrepan de las existentes en el año 2000, sumado al hecho de que la realidad territorial no corresponde a lo planeado en el POT vigente.

Los cambios en el uso de suelo han contribuido a la generación de fuentes de empleo para los pobladores del municipio de Jamundí, propiciando igualmente a que modifiquen sus hábitos de vida y organización social para adaptarse a las nuevas condiciones impuestas por la expansión de la ciudad santiaguina.

En el campo vial automotor de la ciudad, intervienen varios factores los cuales deben ser analizados a medida que se intente dar soluciones a los problemas de tránsito, los principales son entre otros, los diferentes tipos de vehículos sobre la vía, superposición del tránsito motorizado en vías inadecuadas, necesidades sociales, y la asimilación por parte del gobierno y los usuarios.

Para cumplir el principal objetivo de este estudio (Identificar las condiciones bajo las cuales opera el corredor vial Cali-Jamundí en su condición actual y ante escenarios futuros definidos con la participación de los proyectos urbanísticos y viales previstos hacia el sur de Santiago de Cali), se basara en la siguiente metodología:

La ingeniería de transporte según Brahms⁵ es la aplicación de principios tecnológicos y científicos al planeamiento, al diseño funcional, a la operación y al manejo de las distintas parte de cualquier modo de trasporte con el fin de proveer el movimiento de personas, animales y mercancías de una manera segura, rápida, comfortable, conveniente, económica y compatible con el medio circundante.

Mientras que la ingeniería de transito según Brahms, se define como aquella fase de la Ingeniería de Transporte que tiene que ver con la planeación, diseño geométrico y operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, y su relación con otros modos de transporte.

⁵ BRAHMS, Thomas W. "Action in Baltimore". Traffic engineering. Vol. 46, N°10, p.38.
Citado por HOMBURGER, Wolfgang's. y KEEL, James H. Fundamentals of traffic engineering. 9 ed. Berkely: Institute of transportation Studies, University of California, 1977. P 1-1

Según Cárdenas⁶, la Ingeniería de tránsito puede ser dividida bajo las siguientes actividades:

- *Estudio de las características del tránsito.* En el cual se incluyen todos los métodos utilizados para efectuar estudios que permiten caracterizar el movimiento de éste, y entender las características básicas del conductor, el vehículo y el flujo vehicular.
- *Condiciones de operación del tránsito.* Incluye las medidas para regular el tránsito el cual lo constituyen en las leyes que permiten controlar al conductor, al vehículo y el peatón. Mediante las medidas regulatorias, que permitirán controlar la operación de los vehículos en el flujo vehicular, las velocidades, intersecciones, estacionamientos, giros, dirección de flujo, uso de los carriles, accesos y todos los dispositivos necesarios para su control el cual tiene que ver con los fundamentos sobre diseño, instalación, operación y mantenimiento de señales, semáforos, marcas sobre el pavimento y dispositivos de canalización.
- *Planeamiento del tránsito.* Con esta fase de la ingeniería de tránsito se cubre el planeamiento de los diversos medios del tránsito y en ella se lleva a cabo las funciones como:
 - Estudios amplios sobre el transporte regional, a fin de guiar el desarrollo de medios de transporte que satisfagan los patrones, objetivos y metas de la comunidad.
 - Planes a largo plazo sobre redes de carreteras, basados en amplios sistemas regionales.
 - Planes a largo plazo sobre sistemas de transporte masivo, resultantes también de estudios regionales amplios.
 - Planes a largo plazo estacionamiento en las calles y terminales.

⁶ CARDENAS GRISALES, James. Elementos básicos de Ingeniería de Transito. Cali:

- Investigación sobre los diferentes factores que fundamentan los sistemas de transporte y el comportamiento de los usuarios de tales sistemas.
- Evaluación de los impactos en el medio ambiente producto de modificaciones en los sistemas de transporte.
- *Diseño geométrico.* Diseño de nuevas carreteras que permitan acomodar los volúmenes esperados de velocidades razonables. Las características geométricas de los alineamientos, pendientes, secciones transversales, control de accesos, intersecciones e intercambiadores, deberán basarse en análisis de ingeniería de tránsito. Rediseño de carreteras existentes e intersecciones, a fin de aumentar la capacidad y seguridad. Establecimientos de normas para diseño de subdivisiones, vías en acceso y control de accesos.

2.2.1 ANALISIS DE SISTEMAS DE TRANSITO Y TRANSPORTE.

La metodología del análisis de sistemas es una de las herramientas más poderosas utilizadas en ingeniería de tránsito y transporte.

Conoce los problemas y circunstancias específicas que causan o agravan la congestión y crea soluciones optimizando y organizando los recursos para atender la demanda de movilidad. Algunos factores que debe considerar son:

Cuando el volumen de tráfico en un determinado momento genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las carreteras: Incidentes de tránsito, Construcción de Obras viales, Eventos climáticos, Entre otros.

2.2.2 VARIABLES DEL FLUJO VEHICULAR.

A continuación se expone una descripción de algunas características fundamentales, constituidas en: el flujo, la velocidad y la densidad que a su vez se pueden expresar en términos de otras variables como lo son el número de vehículos, la distancia, el tiempo, los intervalos y los espaciamientos.

Con el análisis de estas características se podrá calificar cuantitativa y cualitativa. Es de importancia mencionar que se deben conocer como mínimo dos de ellas para poder realizar cualquier interpretación en la calidad de operación del movimiento vehicular en la vía en cuestión.

2.2.3 VARIABLES DE FLUJO

2.2.3.1 Tasa de flujo. Se define como la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de una vía, se expresa en vehículos por hora (vh/hr).

2.2.3.2 Intervalo. Es el lapso de tiempo entre el paso de dos vehículos sucesivamente por un punto de una vía, medido entre puntos equivalentes en el par de vehículos, expresado en segundos (seg).

2.2.3.3 Intervalo promedio. Es el promedio de todos los intervalos sobre una vía expresados en (seg/vh).

2.2.3.4 Paso de un vehículo. Es el tiempo que emplea un vehículo en recorrer su propia longitud, se expresa en segundos (seg).

2.2.3.5 Brecha. Es el intervalo neto existente el paso por un punto de una vía del parachoques trasero de un vehículo y el parachoques delantero del vehículo siguiente, expresado en segundos (seg).

2.2.4 VARIABLES DE VELOCIDAD.

2.2.4.1 *Velocidad.* Es la distancia recorrida por un vehículo en la unidad de tiempo, expresada en kilómetros por hora (km/hr).

2.2.4.2 *Velocidad de punto.* Para un vehículo, es la velocidad actual en el preciso instante en que pasa por un punto. Para efectos de estudio, se mide a lo largo de longitudes cortas (entre 25 y 100 metros), donde se espera que no se presenten cambios debido a la aceleración o desaceleración del vehículo.

2.2.4.3 *Velocidad de marcha.* Es la que se obtiene al dividir la distancia recorrida por el tiempo durante el cual el vehículo está en movimiento.

2.2.4.4 *Velocidad de recorrido.* Es el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo que transcurre desde el instante en que el vehículo inicia el viaje hasta que llega a su destino, incluyendo las posibles detenciones ocasionadas por el tránsito y la vía, ajenas a su voluntad.

2.2.5 VARIABLES DE LA DENSIDAD.

2.2.5.1 *Densidad o concentración.* Es el número de vehículos que ocupa un tramo específico de una vía en un momento determinado, se expresa en vehículos por kilómetros (vh/km), tomando como base un carril o toda la calzada.

La densidad es posiblemente el parámetro más importante en el tránsito, porque es la medida más directamente relacionada con la demanda de tránsito

2.2.5.2 *Espaciamiento.* Es la distancia entre dos puntos semejantes de vehículos sucesivos en un instante dado, se expresa en metros (m).

2.2.5.3 Espaciamiento promedio. Es el promedio de todos los espaciamentos sobre un tramo de vía, expresado en metros por vehículo (m/vh).

2.2.5.4 Separación. Es la distancia existente entre el parachoques trasero de un vehículo y el parachoques delantero del vehículo que le sigue, se expresa en metros (m).

2.2.6 CAPACIDAD VIAL Y CAPACIDAD

Es una medida de la eficiencia con la que ésta atiende la demanda del tránsito. El análisis de capacidad y nivel de servicio es importante para realizar análisis de planeación, diseño y operación de las carreteras, por lo que resulta relevante conocer sus procedimientos más actualizados.

Según el manual de capacidad y nivel de servicio para carreteras multicarriles⁷, en Colombia como en la mayoría de los países latinoamericanos, para analizar la capacidad y los niveles de servicio, se ha venido utilizando la metodología expuesta en el manual de capacidad de carreteras norteamericano(H. C. M), pero debido a las notables diferencias entre las condiciones colombianas y las norteamericanas, en cuanto a la topografía montañosa, el alto porcentaje de vehículos pesados que circulan por las carreteras del país, de las condiciones de alineamiento geométrico y pendientes longitudinales, del estado de la superficie de rodadura y de la educación de los conductores; es por lo tanto indispensable, realizar la adopción de estas metodologías.

Según el manual colombiano⁸, la capacidad de una vía en términos generales se define como el máximo número de vehículos que puede circular por un punto o tramo uniforme

⁷ Universidad del Cauca. Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de 2 carriles. Instituto Nacional de Vías, Bogotá D. C. 1996 IV-1

⁸ Ibíd., IV-1

de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado en condiciones imperantes de la vía y de tránsito.

Así mismo el H. C. M del 2000 define las siguientes condiciones:

- *Condiciones de vía.* En ellas se incluyen las características geométricas de la carretera, tales como tipo de vía y su estado; número de carriles; bermas; velocidades de proyecto, los alineamientos horizontales y verticales.
- *Condiciones de tránsito.* Se refiere a las características del tránsito que circula por la vía, como la composición, el volumen, la distribución vehicular y los movimientos direccionales que ejecutan los vehículos.
- *Condiciones de control.* Hace referencia a los dispositivos empleados en la regulación y control del tránsito, tales como son las señales de “PARE” y “CEDA EL PASO”, semáforos, restricciones de uso de carriles, movimientos permitidos y otras medidas similares.

La capacidad se expresa en vehículos por hora, aunque puede medirse en periodos menores de una hora. El valor de la capacidad depende de la duración del periodo en que se mida

2.2.6.1 Nivel de servicio.

Medida cualitativa que describe las condiciones operacionales dentro del flujo vehicular y su percepción por los usuarios de la vía.

Se establecen dos medidas de efectividad que reflejan esa calidad de servicio, siendo la principal la velocidad media y como medida auxiliar la relación entre el volumen que circula y a capacidad igualmente la libertad de maniobras, el esfuerzo del conductor, comodidad y seguridad.

Los niveles de servicio representan un conjunto de condiciones que definen para cada tipo de vía, según la metodología TRB van desde el nivel “A” hasta el “F”, donde el primero representa las mejores condiciones operacionales y el segundo las peores.

Nivel de servicio “A”. Representa flujo libre. La libertad de conducir es la velocidad deseada y facilidad de maniobrar dentro del flujo es extremadamente alta. Nivel general de confort y comodidad que tiene el conductor es excelente.



Figura 18. Ilustración 13-5 de HCM.

Nivel de servicio “B”. Está en el rango de flujo libre, el nivel de confort y comodidad es menor, ya que la presencia de otros en el flujo vehicular empieza a afectar el comportamiento individual.



Figura 19. Ilustración 13-6 de HCM.

Nivel de servicio “C”. Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a representarse restricciones de geometría y pendiente. El nivel de confort y comodidad disminuye notablemente en este nivel.



Figura 20. Ilustración 13-7 de HCM.

Nivel de servicio “D”. La velocidad y facilidad de maniobrar son severamente restringidas y el conductor experimenta un bajo nivel de confort y comodidad, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos lo q causan problemas operacionales en este nivel.



Figura 21. Ilustración 13-8 de HCM.

Nivel de servicio “E”. Representa la circulación cerca del nivel de capacidad. Las velocidades son bajas, la operación es usualmente inestable, ya que pequeños incrementos menores dentro del tránsito causaran congestionamiento.



Figura 22. Ilustración 13-9 de HCM.

Nivel de servicio “F”. Es el flujo forzado o congestionamiento esta condición existe donde el volumen de tránsito que pasa por un punto excede el volumen que puede atravesar dicho punto. Las velocidades son inferiores a la velocidad de capacidad y como consecuencia se forman colas.



Figura 23. Ilustración 13-10 de HCM.

2.2.7 CARRETERAS MULTICARRIL.

2.2.7.1 Introducción.

Es una carretera con al menos dos carriles exclusivos para el uso del tráfico en cada dirección, que además no tiene parcialmente control de accesos, sin embargo, puede tener interrupciones de flujo periódicas en intersecciones señalizadas que no pueden ubicarse a menos de tres kilómetros entre ellas.

Según Osorio⁹, la capacidad de las carreteras multicarriles no se puede clasificar como autopistas porque no cuentan con separación o carecen de un control total de accesos, o ambas cosas.

2.2.7.2 Características de la Vía.

Son todos aquellos elementos físicos propios del diseño geométrico, que tienen influencia directa e indirecta en la capacidad y el nivel de servicio¹⁰, como las que se mencionan a continuación:

- *Alineamiento horizontal y vertical.* El criterio general básico es el de buscar la mayor armonía posible entre los dos alineamientos para lograr un proyecto debidamente equilibrado de características tales que el conductor normal pueda sin ninguna dificultad mantener una velocidad de operación que siendo próxima

⁹ OSORIO, Carlos Arturo y RIOS, Edgar Alexander. Capacidad y niveles de servicio para vías multicarriles suburbanas, caso específico Cali-Jamundí. Cali_1996, trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería.

¹⁰ Ibíd., IV-1

a la velocidad de diseño, le ofrezca ciertas condiciones mínimas de seguridad y de comodidad.

- *Calzada.* Es la zona de la carretera destinada a la circulación normal de los vehículos. En carreteras de dos carriles con circulación en ambos sentidos, el ancho de la calzada está dado por la suma de los anchos de esos dos carriles. En Colombia los anchos más usados son: 3.65, 3.5, 3.3, 3.0, y 2.7 metros.
- *Berma.* Es la parte exterior del camino, destinada a la parada eventual de vehículos, tránsito de peatones, bicicletas, etc., de manera que éstos no interfieran con la circulación normal de los demás vehículos. También proporcionan soporte lateral al pavimento y a veces pueden incrementar el ancho efectivo de la calzada.

Los anchos de berma más utilizados en el país son: 1.8, 1.5, 1.2, 1.0, 0,5 metros.

- *Obstáculos laterales.* Todo obstáculo lateral tal como muros, árboles, postes, señales, etc., debe situarse a una distancia superior a 1.80 m del borde de la calzada para disminuir el riesgo de choques contra ellos y para que no constituyan una obstrucción psicológica a la circulación normal de los vehículos, lo cual puede reducir el nivel de servicio y la capacidad de la vía.

2.2.7.3 Definición de tramo y sector.

Las carreteras del país han sido clasificadas mediante un sistema determinado por el antiguo ministerio de obras públicas¹¹, así:

¹¹ MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE, Nomenclatura vial. Oficina de programación de carreteras, 1990. 30 p.

- *Ruta*. Es aquella carretera cuya función primordial es la integración de índole nacional o regional. Se identifica con dos dígitos.
- *Tramo(o segmento)*. Subdivisión de una ruta con longitud no mayor de 150km numerada en forma continua. Los puntos de iniciación y terminación de cada tramo deben corresponder en lo posible a sitios o poblaciones de importancia. Se identifican con cuatro dígitos de los cuales los dos primeros son los de la ruta a la que pertenece.
- *Sector*. Es la parte de un tramo definido para realizar un estudio de capacidad y niveles de servicio. Se identifica con el número del tramo y las abscisas inicial y final.

Este a su vez se puede diferenciar en dos tipos sector crítico, y sector típico:

- *Sector crítico*. Son aquellos que presentan factores, tales como características geométricas deficientes (altas pendientes, radios de curvatura pequeños, carriles y bermas angostas) y mal estado de la superficie de rodadura, que influyen adversamente en las velocidades de los vehículos y por ende en la capacidad de la vía. Cuando se presente gran demanda en el tramo, este sería el primer sector en congestionarse.
- *Sector típico*. Son los que representan un conjunto medio de condiciones que generalmente se repiten a lo largo de un tramo de una vía. Sus características se encuentran dentro de ciertos límites preestablecidos por el usuario; por ejemplo: pendientes del 3.5 al 4.4 %, carriles de 3.20 a 3.40 m,

ancho de bermas entre 1.60 y 1.80 m, etc. En los sectores típicos se estudia como parámetro fundamental el nivel de servicio.

2.2.8 LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA

La metodología HCM no tiene en cuenta las siguientes condiciones:

- Obstrucciones temporales causadas por construcciones, accidentes, cruce de vías férreas
- Interferencia causada por estacionamiento en el borde de la vía (como en la cercanía de un almacén, mercados, o atracciones turísticas).
- Secciones transversales de tres carriles.
- El efecto por reducción o aumento de carriles al comienzo o al final de los segmentos a estudiar.
- Posibles demoras en cola en las transiciones desde un segmento multicarril a uno de dos carriles, son descartados.
- Diferencias entre barreras separadoras y carriles de giros a izquierda de dos sentidos, y
- Velocidad a flujo libre (FFS, **Free Flow Speed**) por debajo de 70 km/h o por encima de 100km/h
- Estado de la superficie de rodadura

3 METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE ESTUDIO

A continuación se enuncian las diferentes actividades programadas que permitirán evaluar o caracterizar las condiciones de operación del corredor Cali-Jamundí para las condiciones actuales de la vía basado en la HCM-2000 (Highway Capacity Software):

Primero tomar las características geométricas y del tránsito vehicular (conteos de tránsito, TPDS, FHP, volumen de vehículos en movimiento) y a partir de estos valores determinar la capacidad y nivel de servicio de la vía, siendo este el factor más importante para determinar la operación de una vía y la accidentalidad de la misma.

Las condiciones actuales de operación del corredor se pueden presentar mediante modelos matemáticos preparados con los datos socioeconómicos, demográficos, físicos obtenidos en la etapa de recopilación de información. Con la construcción de escenarios futuros tanto de la red vial como de los proyectos urbanísticos, se fijarán los aportes a la investigación para el mediano y largo plazo. De esta forma se puede concluir que la investigación es **Explicativo-Predictiva**.

3.2 MANUAL DE CAPACIDAD VIAL HCM 2000 DEL TRB

Debido a que muchos de los datos requeridos por la metodología propuesta en el HCM 2000 corresponden a los obtenidos en mediciones de campo, se procede a su utilización, toda vez que los datos de campo son más representativos de una realidad particular que datos de otras tablas ponderadas.

Entre los datos que ya se tienen a disposición, se cuentan los anchos de carril y berma, el tipo de terreno, la longitud y el porcentaje de la pendiente, los volúmenes y la composición del tránsito, al igual que la velocidad a flujo libre.

Es importante resaltar el hecho de no realizar muchos de los ajustes presentados en el Manual HCM 2000 para la velocidad a flujo libre (FFS), gracias a que el mismo no considera pertinente hacerlo cuando el dato de esta velocidad ha sido obtenido en campo, ya que las mediciones “In situ” reflejan todas las condiciones geométricas y ambientales reales que inciden en el comportamiento de los conductores al momento de maniobrar en la vía.

La velocidad a flujo libre ha sido medida siguiendo los pasos sugeridos en el Manual del INVIAS, sin embargo, el HCM 2000 valida cualquier método de ingeniería de tránsito utilizado para tal fin.

3.3 VEHÍCULO FLOTANTE O ANALISIS DE VELOCIDAD Y RETARDOS DE LA VÍA CALI - JAMUNDI

Esta metodología se emplea basada en la recopilación de la información a cargo de un grupo con un vehículo, su conductor y observadores; El aforador previamente capacitado y provisto de un cronómetro y de las planillas preestablecidas, tomará los tiempos de paso por los puntos de control y de igual forma el instante en que se inicia y en que finaliza una parada; además se encargará de ir registrando en el formato las causas de la demora sufridas en el recorrido con el propósito de estimar posteriormente la velocidad en cada uno de los tramos y en la totalidad del corredor. Con las distancias entre puntos de control, se determinarán las velocidades de recorrido por corredor y se calcularán las velocidades en marcha, mediante la eliminación de los tiempos de demora y de igual forma se clasificarán las demoras con sus tiempos correspondientes.

Para lo anterior se ejecutarán los estudios de campo de acuerdo con las técnicas establecidas por la Ingeniería de Tránsito y los registros de campo se efectuarán por lo menos para un día típico (martes o jueves) de la semana durante los períodos pico de la mañana y de la tarde.

Actividades que comprende el estudio de tránsito:

- Recolección de Información Secundaria sobre cartografía y dispositivos de regulación de tránsito

La información secundaria básicamente corresponde a cartografía disponible en las dependencias municipales como Planeación y Tránsito Municipal.

- Recolección de Información Primaria sobre el corredor Cali-Jamundí, Para esta fase se debe tener en cuenta:

Personal y equipo, Un vehículo liviano, con su conductor, cuyo odómetro y velocímetro funcionen en perfecto estado y un observador provisto de cronómetro con el que se medirán de manera simultánea los tiempos de recorrido y los tiempos de detención, un anotador que se encargara de registrar los datos requeridos, una tabla de apoyo y hojas de campo como las que se detallan más adelante

Método, Antes de hacer los recorridos, se ponen en el formato de campo, todos los datos que se conozcan o que haya que establecer de antemano, tales como la fecha, la identificación del tramo y la velocidad máxima a que se considere que un vehículo está detenido, que es generalmente entre 5 y 10 km/h. Cada vez que se termina un recorrido y antes de olvidar los detalles del trabajo, se anota cualquier observación que estime pertinente

- Procesamiento de la información y análisis de resultados.

El procesamiento puede realizarse a partir de la Tabla A-25 (Anexo A), la cual permite calcular y resumir las velocidades de recorrido y marcha, al igual que las demoras ocurridas durante la toma de información.

3.4 METODOLOGÍA PARA EL ANALISIS DE INTERSECCIONES

En la Metodología del **HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM)** existen dos tipos de análisis para intersecciones, estas son: **el análisis operacional y el análisis de planeación.**

El análisis operacional permite determinar la capacidad y el nivel de servicio de cada grupo de carriles o acceso, lo mismo que el nivel de servicio de la intersección.

El análisis de planeación es para dimensionar la intersección o para determinar la suficiencia de la capacidad de la intersección para fines de planeación. En este nivel de análisis no se obtienen niveles de servicio. Sin embargo, se obtienen criterios acerca de la intersección con respecto a su funcionamiento (funciona bajo capacidad, cerca de capacidad o sobre capacidad).

Para el desarrollo de este trabajo nos centraremos en la metodología para el análisis de planeación de intersecciones; el proceso de análisis a nivel de operación puede ser usado para determinar la capacidad o el nivel de servicio en los accesos de una intersección existente o el nivel general de servicio en la misma.

El procedimiento también puede usarse para el diseño detallado de una intersección dada. Al utilizar el procedimiento para analizar un semáforo existente, se conocen los datos operativos de la secuencia de las fases, el tiempo de las fases del semáforo y los

detalles geométricos (ancho de carril, número de carriles). El procedimiento se usa para determina el nivel de servicio al cual se desempeña la intersección, en términos de la demora de la fase o del semáforo. Al usar el procedimiento para el diseño detallado, generalmente no se conocen los datos operáticos y por tanto tienen que calcularse o suponerse. Entonces se determinan la demora y el nivel de servicio.

Nivel de servicio. Debe enfatizarse una vez más que, en contraste con otros sitios, el nivel de servicio en una intersección con semáforo no tiene una relación univoca simple con la capacidad. Por ej. En los tramos de los caminos de acceso controlado, la relación (v/c) es de 1.00 en los límites superiores del nivel de servicio E.

Duración largas del ciclo. El lapso de la luz verde no está distribuido apropiadamente, lo que conduce a largos periodos de luz roja para uno o más grupos de carriles, es decir, hay uno o más grupos de carriles que están en desventaja. Avance deficiente de las fases del semáforo, lo que implica que un alto porcentaje de vehículos llegan al acceso durante la fase de la luz roja.

También es posible tener demoras cortas en el acceso cuando la razón (v/c) sea igual a 1.00 es decir, un acceso saturado, que puede ocurrir si existen las siguientes condiciones: Duraciones cortas de ciclo; Avance favorable de las fases del semáforo, lo cual implica que en un alto porcentaje de vehículos llegan durante la fase de luz verde.

4 CALCULO DE CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO

Los escenarios son estados hipotéticos, por lo general futuros, de un sistema de transporte, con elementos característicos, particulares y asumidos. Tradicionalmente se establecen escenarios con componentes que alterarían en el futuro las condiciones de la demanda y oferta del sistema analizado, cuya finalidad radica en la medición del impacto que tendrían dichas características en la operación y funcionamiento del sistema analizado.

Por otro lado, los pronósticos de la demanda se basan fundamentalmente en comportamientos históricos de variables socioeconómicas cuyas proyecciones pueden ser una resultante propia del estudio o, en algunos casos, de proyecciones oficiales. El escenario base corresponde a la situación de transporte en la situación actual, además este escenario es la base para la conformación y análisis de otros escenarios.

Para la realización de este estudio se dividió el corredor en dos tramos, ya que este presenta zonas que bien puede considerarse rural y otra urbana; el tramo rural comprendido por el semáforo de la calle 16 con carrera 100 (estación universidades del SITM - MIO) hasta el semáforo calle 25 con carrera 122 (cruce Pance y la vía hacia puerto tejada), el segundo tramo, el urbano comprendido desde el semáforo de la calle 25 con carrera 122 hasta el retorno de la urbanización EL CASTILLO.

a. Variables medidas.

Dadas las características de la vía, el estudio de volúmenes vehiculares, tuvo mayor énfasis en la determinación de la distribución vehicular típica de la zona, para lo cual se consideraron los siguientes tipos de vehículos:

- Automóviles: autos, camperos, camionetas y colectivos
- Buses : Buses, Busetas
- Camiones:
 - o C2 : Camión de 2 ejes pequeño y 2 ejes grande
 - o C3 : Camión de 3 ejes
 - o C4 : Camión de 4 ejes
 - o C5 : Camión de 5 ejes
 - o >C5 : Camión de más de 5 ejes
- Motos

b. Movimientos aforados

Los sitios de aforo de flujos vehiculares generalmente son las intersecciones, tramos de vías importantes y sitios de confluencia. En este estudio se realizaron conteos en las intersecciones que se consideran importantes dado el volumen observado ya que son útiles para determinar los volúmenes que ingresan o salen de la vía en los tramos largos.

4.1 ESCENARIO BASE

4.1.1 TRAMO URBANO

Para este tramo se deben tener en cuenta que la información de campo ya existente, tal como conteos de tráfico, en estudios realizados con anterioridad, para las dos intersecciones semaforizadas objeto de estudio, (calle 25 con carrera 122 “Crucero Pance – vía Puerto Tejada” y calle 16 con carrera 100 “Estación Universidades del SITM- MIO”. Los aforos se realizaron el día martes 04 de Septiembre de 2012

- **Intersección Semaforizada calle 25 con carrera 122 “crucero Pance – vía Puerto Tejada”**

Sentido	Jornada	Cuarto hora más cargada (veh/hr)	Vol hora máx demanda (veh/hr)	FHMD
Cali – Jamundí	Mañana	522	1774	0.85
Jamundí – Cali		980	3608	0.92

Tabla 4. Datos de entrada cálculo de capacidad semáforo calle 25 con carrera 122

Parámetros	Sentido	
	Norte - Sur	Sur - Norte
Volumen de servicio vi	5182	1546
Flujo saturación del acceso o grupo de carril veh/hr/c So	1625	1625
Tiempo de verde para acceso gi (seg)	98	56
Ciclo del semáforo Ci (seg)	120	120
Relación de verde para acceso gi/Ci (seg)	0.82	0.47
Número de carriles	3	2
Relación volumen/capacidad v/c	1.5	1.1
	Totalmente Saturada	Totalmente Saturada

Tabla 5. Capacidad y Relación v/c semáforo calle 25 con carrera 122

El grupo de carriles corresponde:

- Sentido Norte – Sur, a los vehículos que van directo hacia Jamundí más los que giran a la derecha hacia Puerto Tejada.
- Sentido Sur – Norte, a los que van directo hacia Cali más los que giran a la derecha hacia Puerto Tejada

Cuando la relación v/c sobrepasa la unidad (1), es porque el acceso está totalmente saturado, generándose largas colas y pérdidas de tiempo, en la hora pico analizada de 6:15 a 7:15 am; una de las razones para que se produzca este congestionamiento es

debido al gran porcentaje de instituciones educativas presentes en ese sector de la ciudad.

- **Intersección Semaforizada calle 16 con carrera 100 “Estación Universidades del SITM- MIO”**

Sentido	Jornada	Cuarto hora más cargada (veh/hr)	Vol hora máx demanda(veh/hr)	FHMD
Cali – Jamundí	Mañana	284	958	0.84
Jamundí – Cali		261	969	0.93

Tabla 6. Datos de entrada cálculo de capacidad semáforo calle 16 con carrera 100

Parámetros	Sentido	
	Norte - Sur	Sur - Norte
Volumen de servicio vi	1290	1876
Flujo saturación del acceso o grupo de carril veh/hr/c So	1625	1625
Tiempo de verde para acceso gi (seg)	47	47
Ciclo del semáforo Ci (seg)	120	120
Relación de verde para acceso gi/Ci (seg)	0.39	0.39
Número de carriles	3	3
Relación volumen/capacidad v/c	0.80	1.06
	Insaturada	Totalmente Saturada

Tabla 7. Capacidad y Relación v/c semáforo calle 16 con carrera 100

El grupo de carriles corresponde:

- Sentido Norte – Sur, acceso norte Cali - Jamundí, que opera con el movimiento directo más el viraje a la derecha hacia ciudad jardín.
- Sentido Sur – Norte, grupo de carriles evaluados corresponde a los que van directo y giran a la derecha acceso sur de la carrera 100 con calle 16.

Se observa que para el sentido Norte – Sur como la unidad dio inferior a uno (1), se concluye que aún existe un porcentaje pequeño de capacidad vial de reserva, sin embargo, ya se denota congestión moderada.

Para el sentido Sur – Norte la congestión es evidente, ya que la relación v/c es mayor a uno (1), por lo cual denota congestión la intersección.

4.1.2 TRAMO RURAL

Para este tramo los conteos se efectuaron durante un período de tiempo: 6:00 Am a 8:00 AM y de 4:00 PM a 6:00 PM durante el día jueves 31 de Mayo 2013. En la figura 24 se presenta un Plano donde se muestran en detalle la localización de la intersección seleccionada y la nomenclatura usada para cada movimiento. Así mismo el anexo B contiene los cuadros resumen donde se presentan el volumen horario máximo y el volumen total registrados el día de aforo.



Figura 24. Movimientos aforados, entre 6:00-8:00 am y las 4:00-6:00 pm, Corredor Cali-Jamundí, Tramo rural.

Movimiento aforado	Volumen equivalente flujo hora pico Mañana (veh/h)	Volumen equivalente flujo hora pico Tarde (veh/h)
Movimiento 1	2817	2529
Movimiento 2	1779	1756
Movimiento 5	692.2	346
Movimiento 6	154.03	122

Tabla 8. Resumen volumen de flujos equivalentes de movimientos

Datos geométricos del tramo		Datos demanda	
Números de carriles	2	Duración periodo análisis	15 min
Ancho de carril (m)	3.5	PHF (rural)	0.88
Despeje lateral (m)	1.0	Factor de conductor	1
Mediana	No		
Densidad puntos de acceso	17		
Base FFS (Km/h)	100		

Tabla 9. Datos necesarios para el análisis cada grupo de carril.

Procedimiento:

1. Se seleccionó la velocidad básica a flujo libre. Para este caso es de 100 km/h por tratarse de una carretera rural
2. Se estimó el valor real de la velocidad a flujo libre, $FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A$, los valores de los ajustes se exhiben en las tablas A-18, A-19, A-20, A-21, A-22 del anexo A
3. Se calculó el factor de ajuste por vehículos pesados, basado en los porcentajes de camiones(hora pico jornada de la mañana movimiento 1) y vehículos

recreativos(para el caso de Colombia no se tienen en cuenta, ya que no existen en circulación por las vías)

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

Et, Er sus valores se tomaron de las Tablas A-16 anexo A

- Se calculó la velocidad de flujo, tomando el volumen arrojado por los aforos de velocidad, tanto para la jornada de la mañana como para la jornada de la tarde, el número de carril, factor de conductor, ajuste por vehículo pesado y el factor hora pico (PHF).

$$v_p = \frac{V}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$$

- Finalmente se determinó el nivel de servicio basándose en el cálculo de la velocidad de flujo

SENTIDO	NORTE – SUR		SUR – NORTE	
Jornada	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
velocidad básica a flujo libre 100 km/h (rural)				
% vehículos pesados	0.05	0.07	0.10	0.06
Velocidad (S, km/h)	77.27	83.65	84.8	84.8
Densidad (pc/h/ln)	26.44	18.55	14.00	13.00
NIVEL DE SERVICIO	E	D	C	C

Tabla 10. Resumen situación actual tramo rural

La diferencia de las velocidades para los dos sentidos son mínimas, a pesar de que el HCM – 2000 presenta características que los hacen catalogar dentro de niveles

diferentes, una razón por la cual existe dicha diferencia es debido a la tasa de flujo (vp) la cual refleja la variación temporal del flujo vehicular dentro de la hora pico, al igual que la influencia de vehículos pesados.

Esta vía, en cada uno de sus sentidos desde el Crucero Pance hasta Jamundí, opera a un nivel de servicio inestable, en general, con velocidades medias de viaje del orden de 74 km/h, aún aceptable.

4.2 ESCENARIO FUTURO

El pronóstico del tránsito futuro de una vía existente, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales o actuales, sino también en los volúmenes de tránsito futuros o incrementos del tránsito que se esperen utilicen la nueva vía, producidos ya sea por el crecimiento normal del tránsito (compra de vehículos), por la generación de viajes (cambios de modo de transporte), por la atracción de viajes (atraídos de vías alternas), y por el desarrollo económico de la zona de influencia que atraviesa.

El cálculo del tránsito futuro se hace con base en los volúmenes actuales, los cuales se presupuesta que tengan un incremento anual, lo que generara un aumento en los volúmenes de tránsito que utiliza el corredor en análisis.

El tránsito base o tránsito actual se calculó a partir de los volúmenes vehiculares registrados en los conteos desarrollados en las diferentes intersecciones elegidas a lo largo del corredor. Para el análisis del crecimiento, se debe considerar el crecimiento del tránsito de vehículos livianos, camiones y motocicletas. Estos incrementos en el tránsito, serán calculados, vida de servicio de 10 años, lo cual establece el año 2023 como año horizonte.

4.2.1 TRAMO URBANO

- **Intersección Semaforizada calle 25 con carrera 122 “crucero Pance – vía Puerto Tejada”**

Dado que la relación volumen / capacidad (v/c) de la situación actual de la intersección dio totalmente saturada se puede esperar que para la situación futura con las condiciones geométricas se producirán largas colas en horas picos, con altas demoras para los que transitan por él.

Como el tráfico es dinámico y está creciendo constantemente, se puede concluir que la situación futura será aún mucho más crítica.

- **Intersección Semaforizada calle 16 con carrera 100 “Estación Universidades del SITM- MIO”**

Para esta intersección se presentan dos casos diferentes dadas las condiciones que presento en la situación actual, para lo cual se proyecta:

- Sentido Norte – Sur, para el año horizonte 2023 el volumen de vehículos crece a 1746, para lo cual se pronostica la situación futura así: con un $v/c = 1.09$, el acceso totalmente saturado y seguramente lograra largas colas y pérdidas de tiempo significativas para los usuarios de la intersección.
- Sentido Sur – Norte, ya que para la situación actual esta congestionada, se espera que se sature aún más.

4.2.2 TRAMO RURAL

A continuación se muestra las proyecciones y crecimientos históricos del parque automotor de la ciudad de Cali, teniendo en cuenta las tasas proyectadas.

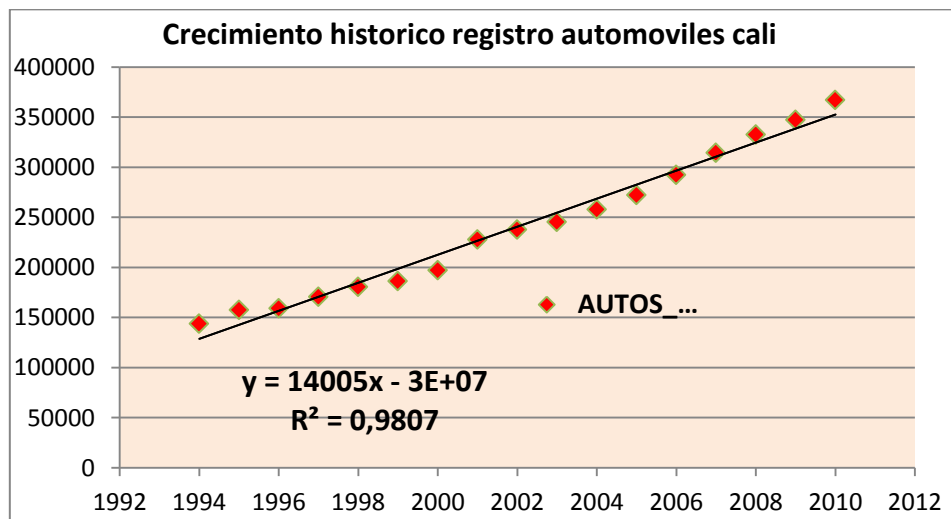


Figura 25. Crecimiento histórico registro de automóviles Cali

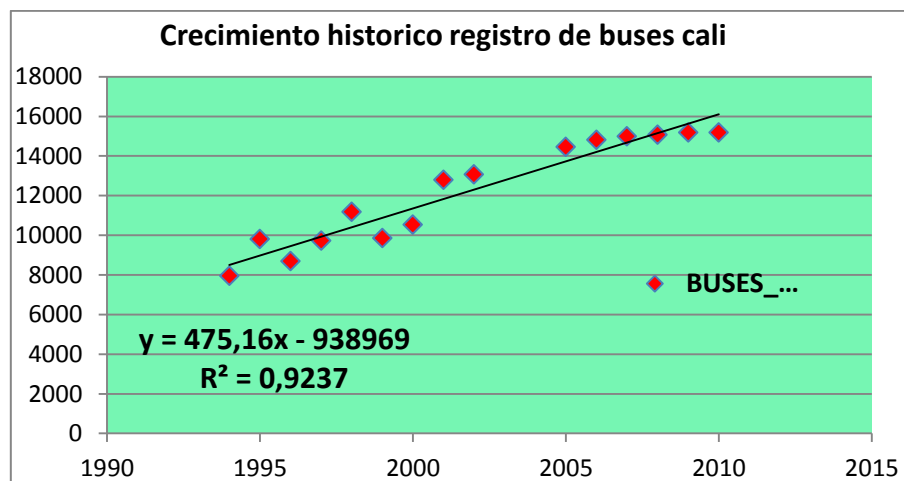


Figura 26. Crecimiento histórico registro de buses Cali

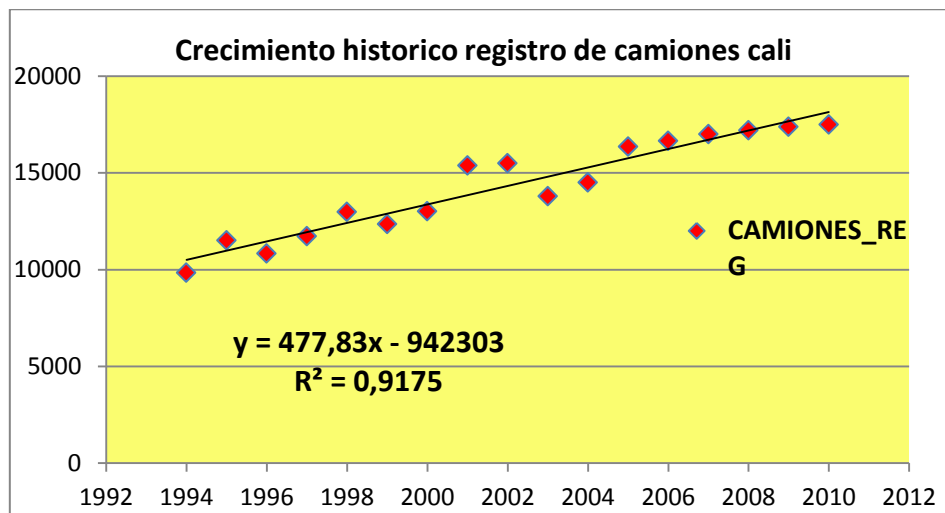


Figura 27. Crecimiento histórico registro de camiones Cali

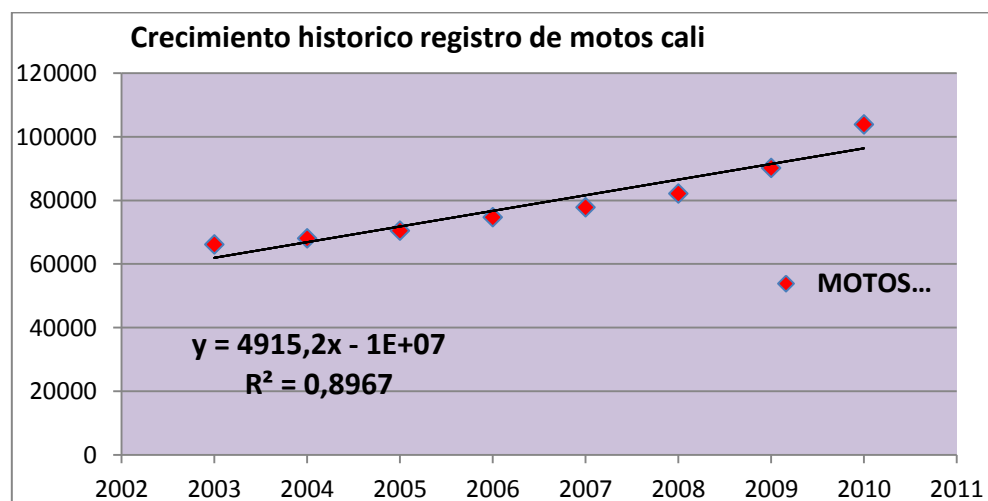


Figura 28. Crecimiento histórico registro de motos Cali

Año	Año	AUTOS_ REG	AUTOS_ PROY	TASAS AUTOS	BUSES_ REG	BUSES_ PROY	TASAS BUSES	CAMION ES_ REG	CAMION ES_ PROY	TASAS CAMION ES	MOTOS _ REG	MOTOS _ PROY	TASAS MOTOS
1994	1	143892	128597		7939	8505.2		9840	10496.8			17740	
1995	2	157717	142602	10.9%	9803	8980.3	5.6%	11505	10974.7	4.6%		22655	27.7%
1996	3	159342	156607	9.8%	8680	9455.5	5.3%	10830	11452.5	4.4%		27571	21.7%
1997	4	170737	170612	8.9%	9714	9930.6	5.0%	11716	11930.3	4.2%		32486	17.8%
1998	5	180741	184617	8.2%	11168	10406	4.8%	12981	12408.2	4.0%		37401	15.1%
1999	6	186354	198622	7.6%	9856	10881	4.6%	12348	12886	3.9%		42316	13.1%
2000	7	197039	212627	7.1%	10524	11356	4.4%	13005	13363.8	3.7%		47231	11.6%
2001	8	227924	226632	6.6%	12783	11831	4.2%	15378	13841.6	3.6%		52147	10.4%
2002	9	237660	240637	6.2%	13064	12306	4.0%	15491	14319.5	3.5%		57062	9.4%
2003	10	245433	254642	5.8%		12782	3.9%	13788	14797.3	3.3%	66163	61977	8.6%
2004	11	257975	268647	5.5%		13257	3.7%	14493	15275.1	3.2%	68068	66892	7.9%
2005	12	272263	282652	5.2%	14450	13732	3.6%	16349	15753	3.1%	70446	71807	7.3%
2006	13	292518	296657	5.0%	14804	14207	3.5%	16657	16230.8	3.0%	74732	76723	6.8%
2007	14	314308	310662	4.7%	14978	14682	3.3%	16995	16708.6	2.9%	77808	81638	6.4%
2008	15	332685	324667	4.5%	15064	15157	3.2%	17191	17186.5	2.9%	82150	86553	6.0%
2009	16	347236	338672	4.3%	15175	15633	3.1%	17371	17664.3	2.8%	90175	91468	5.7%
2010	17	367071	352677	4.1%	15170	16108	3.0%	17495	18142.1	2.7%	103899	96383	5.4%
2011	18		366682	4.0%		16583	2.9%		18619.9	2.6%		101299	5.1%
2012	19		380687	3.8%		17058	2.9%		19097.8	2.6%		106214	4.9%
2013	20		394692	3.7%		17533	2.8%		19575.6	2.5%		111129	4.6%
2014	21		408697	3.5%		18008	2.7%		20053.4	2.4%		116044	4.4%
2015	22		422702	3.4%		18484	2.6%		20531.3	2.4%		120959	4.2%
2016	23		436707	3.3%		18959	2.6%		21009.1	2.3%		125875	4.1%
2017	24		450712	3.2%		19434	2.5%		21486.9	2.3%		130790	3.9%
2018	25		464717	3.1%		19909	2.4%		21964.8	2.2%		135705	3.8%
2019	26		478722	3.0%		20384	2.4%		22442.6	2.2%		140620	3.6%
2020	27		492727	2.9%		20859	2.3%		22920.4	2.1%		145535	3.5%
2021	28		506732	2.8%		21334	2.3%		23398.2	2.1%		150451	3.4%
2022	29		520737	2.8%		21810	2.2%		23876.1	2.0%		155366	3.3%
2023	30		534742	2.7%		22285	2.2%		24353.9	2.0%		160281	3.2%
2024	31		548747	2.6%		22760	2.1%		24831.7	2.0%		165196	3.1%
2025	32		562752	2.6%		23235	2.1%		25309.6	1.9%		170111	3.0%
2026	33		576757	2.5%		23710	2.0%		25787.4	1.9%		175027	2.9%
2027	34		590762	2.4%		24185	2.0%		26265.2	1.9%		179942	2.8%
2028	35		604767	2.4%		24661	2.0%		26743.1	1.8%		184857	2.7%
2029	36		618772	2.3%		25136	1.9%		27220.9	1.8%		189772	2.7%
2030	37		632777	2.3%		25611	1.9%		27698.7	1.8%		194687	2.6%
2031	38		646782	2.2%		26086	1.9%		28176.5	1.7%		199603	2.5%
2032	39		660787	2.2%		26561	1.8%		28654.4	1.7%		204518	2.5%
2033	40		674792	2.1%		27036	1.8%		29132.2	1.7%		209433	2.4%
2034	41		688797	2.1%		27512	1.8%		29610	1.6%		214348	2.3%
2035	42		702802	2.0%		27987	1.7%		30087.9	1.6%		219263	2.3%
2036	43		716807	2.0%		28462	1.7%		30565.7	1.6%		224179	2.2%
2037	44		730812	2.0%		28937	1.7%		31043.5	1.6%		229094	2.2%
2038	45		744817	1.9%		29412	1.6%		31521.4	1.5%		234009	2.1%
2039	46		758822	1.9%		29887	1.6%		31999.2	1.5%		238924	2.1%
2040	47		772827	1.8%		30363	1.6%		32477	1.5%		243839	2.1%
2041	48		786832	1.8%		30838	1.6%		32954.8	1.5%		248755	2.0%
2042	49		800837	1.8%		31313	1.5%		33432.7	1.4%		253670	2.0%
2043	50		814842	1.7%		31788	1.5%		33910.5	1.4%		258585	1.9%
2044	51		828847	1.7%		32263	1.5%		34388.3	1.4%		263500	1.9%
2045	52		842852	1.7%		32738	1.5%		34866.2	1.4%		268415	1.9%
2046	53		856857	1.7%		33213	1.5%		35344	1.4%		273331	1.8%

Tabla 11. Número y proyecciones de vehículos por año.

Movimiento aforado	Volumen equivalente flujo hora Pico Mañana (veh/h)	Volumen equivalente flujo hora Pico Tarde (veh/h)
Movimiento 1	6726	6498
Movimiento 2	4486	2354
Movimiento 5	1559	871
Movimiento 6	362	336

Tabla 12. Resumen volumen de flujos de los movimientos mañana y tarde

SENTIDO	NORTE – SUR		SUR – NORTE	
Jornada	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
velocidad básica a flujo libre 100 km/h (rural)				
% vehículos pesados	0.05	0.07	0.10	0.06
Velocidad (S, km/h)	17.53	29.87	62.13	62.13
Densidad (pc/h/ln)	275.25	145.1	46.57	46.57
NIVEL DE SERVICIO	F	F	F	F

Tabla 13. Resumen proyecciones año 2023 del tramo rural

La vía multicarril con la sección actual, en dos (2) carriles por sentido y sin separador copara su capacidad en el año 2023; lo que proporcionara largas filas de vehículos debido a alguna restricción de velocidades, las detenciones pueden ocurrir por cortos o largos períodos.

Las proyecciones realizadas se basan en los crecimientos tendenciales de tránsito y no toma en cuenta factores que podrían alterar estos crecimientos, como lo son entre otros, la accidentalidad; factor que esta por fuera de los alcances de este estudio.

El efecto que producen los buses y las motocicletas en la capacidad, son de gran influencia en los resultados obtenidos; los buses poseen un comportamiento diferente ya que producen mayor congestión producto de su constante flujo en la vía y sus paradas repentinas las cuales no consideran las diferentes señalizaciones que posee esta, por otra parte para las motocicletas se deben considerar factores más culturales y educativos.

5 VELOCIDAD Y TIEMPOS DE RETARDO DEL TRANSITO

La velocidad es de vital valor para realizar cualquier tipo de estudio de tráfico; es una medida importante de la calidad de servicio que se proporciona al usuario de la vía. Se utiliza como una de las medidas de eficacia más importantes para definir los niveles de servicio, en muchos tipos de vías.

La determinación de velocidades y de tiempos de recorrido resulta imprescindible en los estudios de planeamiento de una red vial, así como para la evaluación de la calidad del servicio de la misma, teniendo en cuenta la demanda que soporta.

En determinados recorridos, es frecuente que la velocidad de cada vehículo sufra grandes cambios durante el viaje; en este caso, el conocimiento de las velocidades instantáneas es poco representativo, y es más útil trabajar con velocidades medias de recorrido o con tiempos de recorrido, si se desea estimar la calidad del servicio ofrecido al usuario.

Se denomina tiempo de recorrido al tiempo que invierte cada vehículo en desplazarse entre dos puntos fijos, para nuestro caso práctico se tomó como punto de partida la calle 16 con carrera 100 y punto final cruce de la urbanización el castillo (vía Cali – Jamundí), la cual tiene una distancia aproximada de 8.66 km.

Se realizaron dos (2) recorridos para la hora pico de la mañana y tres (3) en la hora pico de la tarde en ambos sentidos para lo cual se concluye que para el sentido norte – sur, la velocidad inferior que se presenta es de 40 km/hr, la calidad de flujo se ve medida por la velocidad media de recorrido la cual para este efecto es de 44.20 km/hr con una velocidad de marcha de 48.19 km/hr.

El sentido sur – norte la velocidad mínima de recorrido fue de 45 km/hr, con una velocidad media de recorrido de 41 km/hr con velocidad de marcha de 47.45 km/hr.

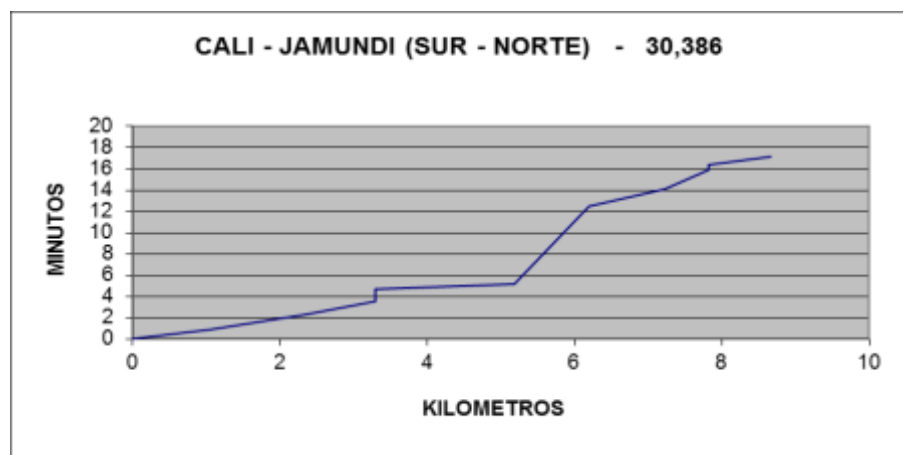


Figura 29. Velocidad y Retardo del corredor

En la Figura 30, se aprecia claramente que la diferencia entre los tiempos de recorrido y de marcha para el sentido sur – norte para lo cual es relativamente pequeña, lo que significa que las demoras no fueron determinantes en el tiempo de recorrido. En general se obtuvieron velocidades bajas.

La diferencia de las velocidades para los dos sentidos(norte – Sur y Sur – Norte), se debe a la cantidad de puntos de acceso y de paradas que existen a lo largo del corredor que proporcionan la disminución de la velocidad afectando considerablemente la velocidad media de recorrido con tiempos de demora de 8 min, cabe mencionar que para ambas jornadas teniendo en cuenta la estación maestra de la carrera 122 crucero Pance, los resultados no se ajustaron a los picos de ida y regreso de la vía; que fluctúan en horas de la mañana de 6:00 a 6:45 am y de 3:00 a 5:00 pm, arrojando los resultados no esperados ya que la toma de datos no concordó con los picos de la estación maestra.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los regulares niveles de servicio y la utilización de capacidad de todos los sectores, se debe básicamente a los grandes volúmenes de tránsito que se generan por dos razones: la primera que Jamundí se ha convertido en las dos últimas décadas en dormitorio de los usuarios que trabajan y estudian en Cali y la Segunda que en este sector se han establecido un gran número de establecimientos de educación media y superior. Razón por la cual los picos se presentan en la mañana tan temprano entre las 6:15 y las 7:15 y en la tarde entre las 3:15 y 4:15 hora en que salen los estudiantes de los colegios y muchos de las universidades.

Tratándose la Calle 25 de un corredor inter-regional con buen porcentaje de buses y de camiones y con volúmenes altos de automóviles de origen urbano, las especificaciones geométricas resultan escasas generándose una transitabilidad deficiente y condiciones de operación muy pobres desde el punto de vista de seguridad vial.

Este trabajo nos permitió demostrar que el acceso Sur de la ciudad ya opera en condiciones de saturación, especialmente en las horas pico; a pesar que en el tramo rural evaluado la movilidad todavía es aceptable, no sucede así en el tramo urbano, teniendo en cuenta que las intersecciones semaforizadas de la Calle 25 con la Carrera 122 y de la Carrera 100 con la Calle 16, disminuyen de forma contundente la Capacidad Vial ofrecida. Ya vimos que en todos los escenarios tanto presentes como futuros (para el 2023), los accesos evaluados registran saturación total, denotándose congestión y por ende pérdidas de tiempo e incomodidades para los usuarios.

Por su parte el estudio de flujo de saturación permite establecer la longitud de cola en las intersecciones, siendo estos resultados coherentes con lo esperado, pues la mayor longitud de cola se registró en la intersección de la Calle 16 con Carrera 100, lugar donde confluye el flujo vehicular proveniente de la Calle 5, la Calle 16 y la avenida Cañasgordas.

Como acciones de mejora inmediatas se recomienda reprogramar los planes de semaforización de las dos intersecciones semaforizadas, con el diseño de varios planes aplicables en las distintas situaciones de tráfico; es decir que los tiempos de verde se flexibilicen de acuerdo con los volúmenes de tráfico que se presenten en los distintos horarios del día. Decisión que requerirá la modernización de los equipos de control. También es necesario reforzar la demarcación y la señalización así como las medidas de control y de regulación.

En el mediano plazo se recomienda desarrollar el proyecto de ampliación de la vía a dos calzadas principales de 10.50 metros con separador central que permita desarrollar los retornos necesarios y la construcción de las calzadas de servicio de 7.20 metros que faciliten la operación de los flujos vehiculares que se generarán con el desarrollo de la población en la Zona de expansión que está ubicada en el costado oriental del corredor de la Calle 25 entre las Carreras 100 y 134.

De igual manera se recomienda incluir en los diseños la previsión de pasos peatonales elevados para preservar la vida de los peatones. Adicional a estas conclusiones y recomendaciones cabe mencionar algunas alternativas propuestas en el “ESTUDIO DE TRÁNSITO INTERSECCIÓN AVENIDA CIUDAD DE CALI CALLE 48 Y LA VIA A PUERTO TEJADA PLAN PARCIAL MARAÑON-CALI VALLE” del INGENIO MARIA LUISA S.A

Uno de las intersecciones de mayor influencia sobre la intersección en estudio es la correspondiente al cruce Pance y justamente presentan algunas medidas que se deben tener en cuenta hacia el futuro próximo, logrando una secuencia en dichas medidas. Estos escenarios son hipotéticos y corresponden a una implementación de las medidas en el 2012, y con ello analizaron su viabilidad y mejoramiento.

Primera medida (Proy 1): Corresponde a la construcción de una plataforma por la Carrera 122, incluyendo la construcción de las orejas Sur de la intersección, tal como se muestra en la figura siguiente. Esto significa la eliminación de los semáforos en la intersección y con ello un aumento en la tasa de llegada de vehículos a la intersección en estudio, por esta razón es necesario visualizar la operación de esta medida. A parte de que es un complemento en cuanto a la conectividad con la zona del Plan Parcial Maraón. Algunos usuarios de la ciudadela podrían hacer la oreja Sur Oriente, para acceder por la vía Panamericana a la ciudadela. Esta medida significa la ampliación de la vía a Puerto Tejada.



Se muestra congestionamientos en los retornos.

Segunda medida (Proy 2): Corresponde a la anterior, pero desmontando uno de los retornos, pero aun así persiste la congestión sobre algunos ramales de la intersección, perjudicando la llegada a la intersección de estudio y la accesibilidad y conectividad de la ciudadela con la ciudad. Tal como se puede ver en la figura adjunta.



Tercera medida (Proy 3): Corresponde a la anterior, incluyendo la ampliación a tres carriles en la plataforma, con la finalidad de mejorar el congestionamiento de las orejas. Si este problema persiste e debe pensar en aumentar los diámetros de las mismas.



El congestionamiento por la influencia del retorno persiste.

Cuarta medida (Proy 4): Corresponde a la anterior, incluyendo la ampliación de las calzadas con un carril más en la Vía Panamericana, contribuyendo a un mejoramiento de la velocidad, aunque persiste el congestionamiento causado por el retorno..



Quinta medida (Proy 5): Corresponde a la anterior, eliminando el retorno, y se nota la mejora en la movilidad a excepción del enlace NorOriental, esto mejorará con la construcción de un carril de incorporación o aceleración.



Sexta medida (Proy 6): Corresponde a la anterior, construyendo un carril de aceleración sobre la Panamericana para mejorar la incorporación de los vehículos que toman el enlace Nor Oriental. En esta medida se ha incluido como análisis hipotético el inicio de la operación de la ciudadela, tal como se muestra en la Figura.



En este escenario se dispuso la operación de la intersección en estudio, a nivel, la cual se congestionará, tal como se muestra en la figura, bajo las cargas hipotéticas. Funcionaría mal.



Los anteriores planteamientos sirvieron para determinar el funcionamiento hipotético de la intersección en estudio, ya que cualquier medida que se implemente en el cruce Pance implica impactos en el corredor vial Cali- Jamundí.

De acuerdo con la última simulación de la medida 6, la intersección en estudio se colapsa en tres de sus accesos, por esta razón se debe implementar la solución aceptada por el Departamento Planeación Municipal, y los resultados son los siguientes:



Se puede apreciar en la figura anterior, no se notan congestionamientos

Se puede concluir que definitivamente la solución concertada con Departamento Planeación Municipal de Santiago de Cali (datos consignados en el informe del Ingeniero Hely Martínez, 2012) es la mejor opción en cuanto al funcionamiento de la red vial y de transporte.

Como red, la solución en el 2032, presenta un deterioro de velocidad en 3 km/hr, con relación al mismo escenario en el 2012, estimando una velocidad de 20 km/hr en el futuro con la implementación de todas las medidas.

Ahora, como arteria, los impactos sobre los niveles de servicio son mínimos, ratificando que la solución es la adecuada.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Transportation Research Board. "Highway Capacity Manual HCM". National Research Council, Washington D.C., 2000.
- Departamento Administrativo de Planeación Municipal Alcaldía Municipal. "Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Santiago de Cali.", Cali, Colombia, 2000.
- Cal y Mayor, Rafael y Cárdenas G., James. "Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones", Alfaomega, 7ª Edición, Bogotá, Colombia, 2006.
- Ministerio De Transporte, Instituto Nacional de Vías y Universidad Del Cauca. "Manual de Capacidad y Niveles de Servicio Para Carreteras de Dos Carriles" Segunda Versión. Popayán, Colombia, 1996.
- Ministerio de Transporte, Dirección General de Tránsito y Transporte Terrestre Automotor, Informe Cantidad de Vehículos por Clase y Modelo, <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/>, febrero de 2002
- Nicholas J Garber y Lester A Loel. "Ingeniería de Transito y de Carretera / Traffic And Highway Engineering", Cengage Learning Editors, 2005
- Alcaldía Mayor de Bogotá. "Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte". Bogotá, Colombia, 1998.

- Departamento Administrativo de Planeación Municipal Alcaldía Municipal. “Estudios Complementarios para la implementación del Plan Integral de Movilidad Urbana-PIMU-de Santiago de Cali”. Cali, Colombia, 2009.

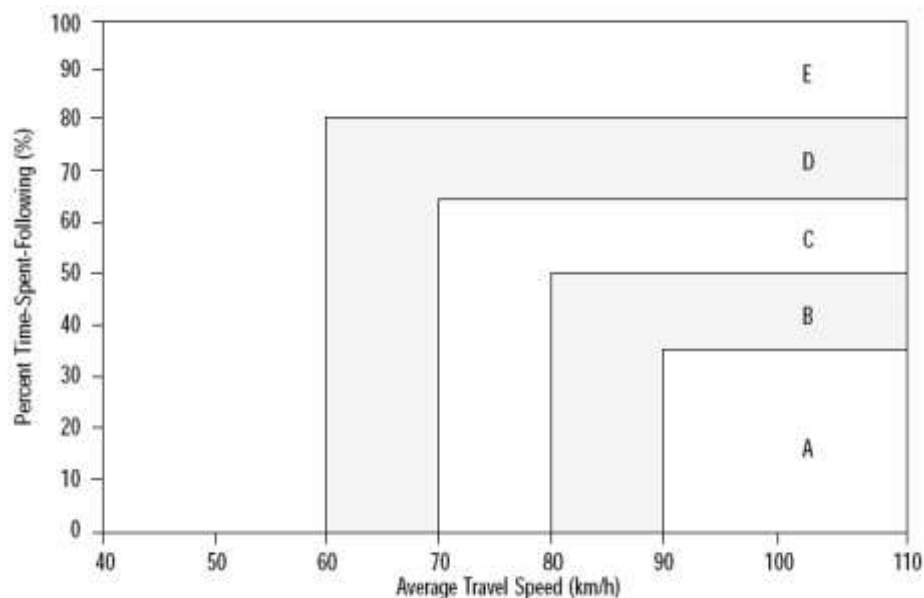
ANEXOS

ANEXOS A

TABLAS Y GRAFICOS HCM 2000

TABLA A-1

Criterio gráfico para Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles – Clase I



Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-2

Factor de ajuste por pendiente f_G para determinar velocidad en vías de dos carriles y segmentos direccionales

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1.00	0.71
>600-1200	>300-600	1.00	0.93
>1200	>600	1.00	0.99

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-3

Factor de ajuste por pendiente f_G para determinar el porcentaje de tiempo de retraso en vías de dos carriles y segmentos direccionales

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1.00	0.77
>600-1200	>300-600	1.00	0.94
>1200	>600	1.00	1.00

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-4

Equivalentes de carros de pasajeros para camiones y vehículos recreativos para determinar velocidad en vías de dos carriles y segmentos direccionales

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
			Level	Rolling
Trucks, E_T	0-600	0-300	1.7	2.5
	>600-1.200	>300-600	1.2	1.9
	>1.200	>600	1.1	1.5
RVs, E_R	0-600	0-300	1.0	1.1
	>600-1.200	>300-600	1.0	1.1
	>1.200	>600	1.0	1.1

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-5

Equivalentes de carros de pasajeros para camiones y vehículos recreativos para determinar el porcentaje de tiempo de retraso en vías de dos carriles y segmentos direccionales

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
			Level	Rolling
Trucks, E_T	0-600	0-300	1.1	1.8
	>600-1.200	>300-600	1.1	1.5
	>1.200	>600	1.0	1.0
RVs, E_R	0-600	0-300	1.0	1.0
	>600-1.200	>300-600	1.0	1.0
	>1.200	>600	1.0	1.0

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-6

Factor de ajuste por pendiente (fG) para estimar la velocidad promedio de viaje en pendientes ascendentes específicas

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, fG		
		Range of Directional Flow Rates vd (pc/h)		
		0-300	>300-600	>600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	0.81	1.00	1.00
	0.8	0.79	1.00	1.00
	1.2	0.77	1.00	1.00
	1.6	0.76	1.00	1.00
	2.4	0.75	0.99	1.00
	3.2	0.75	0.97	1.00
	4.8	0.75	0.95	0.97
	≥ 6.4	0.75	0.94	0.95
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	0.79	1.00	1.00
	0.8	0.76	1.00	1.00
	1.2	0.72	1.00	1.00
	1.6	0.69	0.93	1.00
	2.4	0.68	0.92	1.00
	3.2	0.66	0.91	1.00
	4.8	0.65	0.91	0.96
	≥ 6.4	0.65	0.90	0.96
$\geq 4.5 < 5.5$	0.4	0.75	1.00	1.00
	0.8	0.65	0.93	1.00
	1.2	0.60	0.89	1.00
	1.6	0.59	0.89	1.00
	2.4	0.57	0.86	0.99
	3.2	0.56	0.85	0.98
	4.8	0.56	0.84	0.97
	≥ 6.4	0.55	0.82	0.93
$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	0.63	0.91	1.00
	0.8	0.57	0.85	0.99
	1.2	0.52	0.83	0.97
	1.6	0.51	0.79	0.97
	2.4	0.49	0.78	0.95
	3.2	0.48	0.78	0.94
	4.8	0.46	0.76	0.93
	≥ 6.4	0.45	0.76	0.93
≥ 6.5	0.4	0.59	0.86	0.98

	0.8	0.48	0.76	0.94
	1.2	0.44	0.74	0.91
	1.6	0.41	0.70	0.91
	2.4	0.40	0.67	0.91
	3.2	0.39	0.67	0.89
	4.8	0.39	0.66	0.88
	≥6.4	0.38	0.66	0.87

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-7

Factor de ajuste por pendiente (fG) para estimar el porcentaje de tiempo de retraso en pendientes ascendentes específicas

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, fG		
		Range of Directional Flow Rates vd (pc/h)		
		0-300	>300-600	>600
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.00	0.92	0.92
	0.8	1.00	0.93	0.93
	1.2	1.00	0.93	0.93
	1.6	1.00	0.93	0.93
	2.4	1.00	0.94	0.94
	3.2	1.00	0.95	0.95
	4.8	1.00	0.97	0.96
	≥6.4	1.00	1.00	0.97
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.00	0.94	0.92
	0.8	1.00	0.97	0.96
	1.2	1.00	0.97	0.96
	1.6	1.00	0.97	0.97
	2.4	1.00	0.97	0.97
	3.2	1.00	0.98	0.98
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.00	1.00	0.97
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥6.4	1.00	1.00	1.00

$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 6.5	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-8

Equivalentes de autos de pasajeros para camiones para determinar la velocidad promedio en pendientes ascendentes específicas

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, fG		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0-300	>300-600	>600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	2.5	1.9	1.5
	0.8	3.5	2.8	2.3
	1.2	4.5	4.6	3.5
	1.6	5.1	4.6	3.5
	2.4	6.1	5.5	4.1
	3.2	7.1	5.9	4.7
	4.8	8.2	6.7	5.3
	≥ 6.4	9.1	7.5	5.7
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	3.6	2.4	1.9
	0.8	5.4	4.6	3.4
	1.2	6.4	6.6	4.6
	1.6	7.7	6.9	5.9
	2.4	9.4	8.3	7.1

	3.2	10.2	9.6	8.1
	4.8	11.3	11.0	8.9
	≥6.4	12.3	11.9	9.7
≥ 4.5 < 5.5	0.4	4.2	3.7	2.6
	0.8	6.0	6.0	5.1
	1.2	7.5	7.5	7.5
	1.6	9.2	9.0	8.9
	2.4	10.6	10.5	10.3
	3.2	11.8	11.	10.3
	4.8	13.7	13.5	12.4
	≥6.4	15.3	15.0	12.5
≥ 5.5 < 6.5	0.4	4.7	4.1	3.5
	0.8	7.2	7.2	7.2
	1.2	9.1	9.1	9.1
	1.6	10.3	10.3	10.2
	2.4	11.9	11.8	11.7
	3.2	12.8	12.7	12.6
	4.8	14.4	14.3	14.2
	≥6.4	15.4	15.2	15.0
≥ 6.5	0.4	5.1	4.8	4.6
	0.8	7.8	7.8	7.8
	1.2	9.8	9.8	9.8
	1.6	10.4	10.4	10.3
	2.4	12.0	11.9	11.8
	3.2	12.9	12.8	12.7
	4.8	14.5	14.4	14.3
	≥6.4	15.4	15.3	15.2

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-9

Equivalentes de autos de pasajeros para camiones y vehículos recreativos para determinar el porcentaje de tiempo de retraso en pendientes ascendentes específicas.

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, fG			RVs, ER
		Range of Directional Flow Rates vd (pc/h)			
		0-300	>300-600	>600	
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0

	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.4	1.0	1.0	1.0
	≥6.4	1.5	1.0	1.0	1.0
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.4	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.7	1.1	1.2	1.0
	≥6.4	2.0	1.5	1.4	1.0
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.2	1.2	1.0
	3.2	1.6	1.3	1.5	1.0
	4.8	2.3	1.9	1.7	1.0
	≥6.4	3.3	2.1	1.8	1.0
≥ 5.5 < 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.2	1.2	1.0
	2.4	1.5	1.6	1.6	1.0
	3.2	1.9	1.9	1.8	1.0
	4.8	3.3	2.5	2.0	1.0
	≥6.4	4.3	3.1	2.0	1.0
≥ 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.3	1.0
	1.6	1.3	1.4	1.6	1.0
	2.4	2.1	2.0	2.0	1.0
	3.2	2.8	2.5	2.1	1.0
	4.8	4.0	3.1	2.2	1.0
	≥6.4	4.8	3.5	2.3	1.0

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-10

Ajuste (fnp) a la velocidad promedio de viaje por el porcentaje de zonas de no rebase en segmentos direccionales

Opposing Demand Flow Rate , Vo(pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 110 Km/h					
≤100	1.7	3.5	4.5	4.8	5.0
200	3.5	5.3	6.2	6.5	6.8
400	2.6	3.7	4.4	4.5	4.7
600	2.2	2.4	2.8	3.1	3.3
800	1.1	1.6	2.0	2.2	2.4
1000	1.0	1.3	1.7	1.8	1.9
1200	0.9	1.3	1.5	1.6	1.7
1400	0.9	1.2	1.4	1.4	1.5
≥1600	0.9	1.1	1.2	1.2	1.3
FFS = 100 Km/h					
≤100	1.2	2.7	4.0	4.5	4.7
200	3.0	4.6	5.9	6.4	6.7
400	2.3	3.3	4.1	4.4	4.6
600	1.8	2.1	2.6	3.0	3.2
800	0.9	1.4	1.8	2.1	2.3
1000	0.9	1.1	1.5	1.7	1.9
1200	0.8	1.1	1.4	1.5	1.7
1400	0.8	1.0	1.3	1.3	1.4
≥1600	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2
FFS = 90 Km/h					
≤100	0.8	1.9	3.6	4.2	4.4
200	2.4	3.9	5.6	6.3	6.6
400	2.1	3.0	3.8	4.3	4.5
600	1.4	1.8	2.5	2.9	3.1
800	0.8	1.1	1.7	2.0	2.2
1000	0.8	0.9	1.3	1.5	1.8
1200	0.8	0.9	1.2	1.4	1.6
1400	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4
≥1600	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1
FFS = 80 Km/h					
≤100	0.3	1.1	3.1	3.9	4.1
200	1.9	3.2	5.3	6.2	6.5
400	1.8	2.6	3.5	4.2	4.4
600	1.0	1.5	2.3	2.8	3.0

800	0.6	0.9	1.5	1.9	2.1
1000	0.6	0.7	1.1	1.4	1.8
1200	0.6	0.7	1.1	1.3	1.6
1400	0.6	0.7	1.0	1.1	1.3
≥1600	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0
FFS = 70 Km/h					
≤100	0.1	0.6	2.7	3.6	3.8
200	1.5	2.6	5.0	6.1	6.4
400	1.5	0.8	3.2	4.1	4.3
600	0.7	0.5	2.1	2.7	2.9
800	0.5	0.5	1.3	1.8	2.0
1000	0.5	0.5	1.0	1.3	1.8
1200	0.5	0.5	1.0	1.2	1.6
1400	0.5	0.5	1.0	1.0	1.2

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-11

Ajuste (fnp) al porcentaje de tiempo de retraso por el porcentaje de zonas de no rebase en segmentos direccionales

Opposing Demand Flow Rate , Vo(pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 110 Km/h					
≤100	10.2	17.2	20.2	21.0	21.8
200	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
400	9.0	12.3	14.1	14.4	15.4
600	5.3	7.7	9.2	9.7	10.4
800	3.0	4.6	5.7	6.2	6.7
1000	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
1200	1.3	2.0	2.6	2.9	3.1
1400	0.9	1.4	1.7	1.9	2.1
≥1600	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
FFS = 100 Km/h					
≤100	8.4	14.9	20.9	22.8	26.6
200	11.5	18.2	24.1	26.2	29.7
400	8.6	12.1	14.8	15.9	18.1
600	5.1	7.5	9.6	10.6	12.1
800	2.8	4.5	5.9	6.7	7.7

1000	1.6	2.8	3.7	4.3	4.9
1200	1.2	1.9	2.6	3.0	3.4
1400	0.8	1.3	1.7	2.0	2.3
≥1600	0.6	0.9	1.1	1.2	1.5
FFS = 90 Km/h					
≤100	6.7	12.7	21.7	24.5	31.3
200	10.5	17.5	25.4	28.6	34.7
400	8.3	11.8	15.5	17.5	20.7
600	4.9	7.3	10.0	11.5	13.9
800	2.7	4.3	6.1	7.2	8.8
1000	1.5	2.7	3.8	4.5	5.4
1200	1.0	1.8	2.6	3.1	3.8
1400	0.7	1.2	1.7	2.0	2.4
≥1600	0.6	0.9	1.2	1.3	1.5
FFS = 80 Km/h					
≤100	5.0	10.4	22.4	26.3	36.1
200	9.6	16.7	26.8	31.0	39.6
400	7.9	11.6	16.2	19.0	23.4
600	4.7	7.1	10.4	12.4	15.6
800	2.5	4.2	6.3	7.7	9.8
1000	1.3	2.6	3.8	4.7	5.9
1200	0.9	1.7	2.6	3.2	4.1
1400	0.6	1.1	1.7	2.1	2.6
≥1600	0.6	0.9	1.2	1.3	1.6
FFS = 70 Km/h					
≤100	3.7	8.5	23.2	28.2	41.6
200	8.7	16.0	28.2	33.6	45.2
400	7.5	11.4	16.9	20.7	26.4
600	4.5	6.9	10.8	13.4	17.6
800	2.3	4.1	6.5	8.2	11.0
1000	1.2	2.5	3.8	4.9	6.4
1200	0.8	1.6	2.6	3.3	4.5
1400	0.5	1.0	1.7	2.2	2.8
≥1600	0.4	0.9	1.2	1.3	1.7

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-12

Valores de coeficientes usados para estimar el porcentaje de tiempo de retraso en segmentos direccionales

Opposing Demand Flow Rate, vd (pc/h)	a	b
≤ 200	-0.013	0.668
400	-0.057	0.479
600	-0.100	0.413
800	-0.173	0.349
1000	-0.320	0.276
1200	-0.430	0.242
1400	-0.522	0.225
≥ 1600	-0.665	0.199

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-13

Criterio de Nivel de Servicio para carreteras multicarril

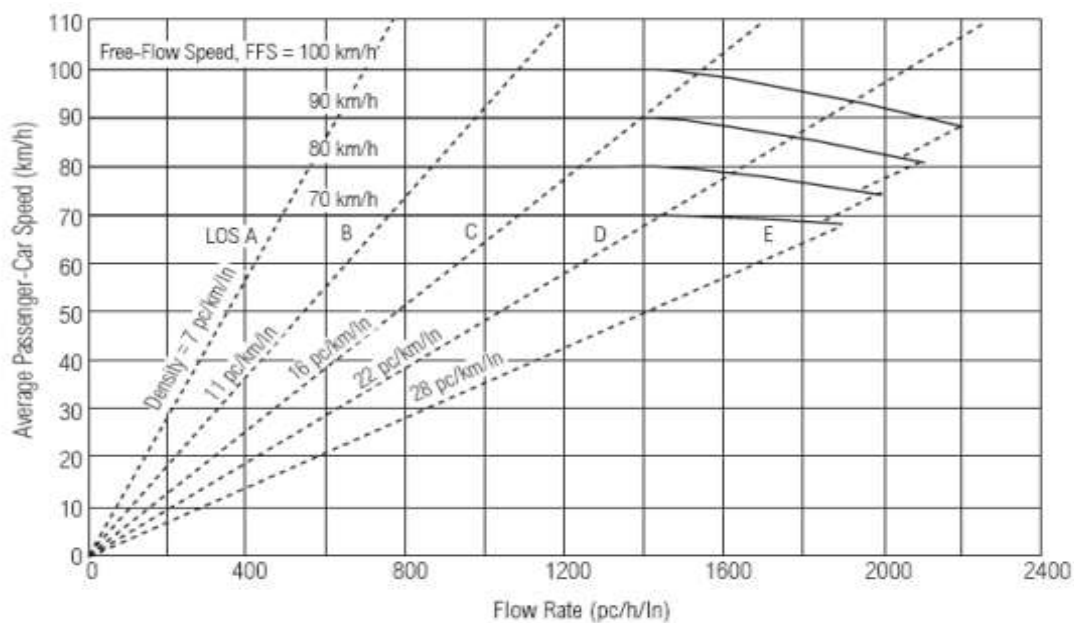
Free-Flow Speed	criterio	A	B	C	D	E
100 Km/h	Maximum density (pc/Km/in)	7	11	16	22	25
	Average speed (Km/h)	100.0	100.0	98.4	91.5	88.0
	Maximum volume to capacity ratio (v/c)	0.32	0.50	0.72	0.92	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/in)	700	1100	1575	2015	2200
90 Km/h	Maximum density (pc/Km/in)	7	11	16	22	26
	Average speed (Km/h)	90.0	90.0	89.8	84.7	80.8
	Maximum volume to capacity ratio (v/c)	0.30	0.47	0.68	0.89	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/in)	630	990	1435	1860	2100
80 Km/h	Maximum density (pc/Km/in)	7	11	16	22	27

	Average speed (Km/h)	80.0	80.0	80.0	77.6	74.1
	Maximum volume to capacity ratio (v/c)	0.28	0.44	0.64	0.85	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/in)	560	880	1280	1705	2000
70 Km/h	Maximum density (pc/Km/in)	7	11	16	22	28
	Average speed (Km/h)	70.0	70.0	70.0	69.6	67.9
	Maximum volume to capacity ratio (v/c)	0.26	0.41	0.59	0.81	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/in)	490	770	1120	1530	1900

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-14

Criterio de Nivel de Servicio con curvas “Flujo Velocidad”



Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-15

Criterio de máxima densidad para determinar nivel de servicio

Note:

Maximum densities for LOS E occur at a v/c ratio of 1.0. They are km/h, respectively. Capacity varies by FFS. Capacity is 2,200, 2,100, 2,000, 1,900, 1,800, 1,700, 1,600, 1,500, 1,400, 1,300, 1,200, 1,100, 1,000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 0, respectively.

For flow rate (v_p), $v_p > 1400$ and

$90 < \text{FFS} \leq 100$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{9.3}{25} \text{FFS} - \frac{630}{25} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{15.7\text{FFS} - 770} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p > 1,400$ and

$80 < \text{FFS} \leq 90$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{10.4}{26} \text{FFS} - \frac{696}{26} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{15.6\text{FFS} - 704} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p > 1,400$ and

$70 < \text{FFS} \leq 80$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{11.1}{27} \text{FFS} - \frac{728}{27} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{15.9\text{FFS} - 672} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p > 1,400$ and

$\text{FFS} = 70$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{3}{28} \text{FFS} - \frac{75}{14} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{25\text{FFS} - 1,250} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p \leq 1,400$, then

$$S = \text{FFS}$$

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-16

Autos de pasajeros equivalentes para camiones y buses en pendientes ascendentes uniformes

Upgrade (%)	Length (km)	E_T								
		Percentage of Trucks and Buses								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
<2	All	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
≥ 2-3	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.8-1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 1.2-1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 1.6-2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
> 3-4	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	> 0.8-1.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 1.2-1.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 1.6-2.4	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 2.4	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
> 4-5	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 0.8-1.2	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	> 1.2-1.6	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.6	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
> 5-6	0.0-0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 0.5-0.8	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	> 0.8-1.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.2-1.6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.6	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
> 6	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 0.4-0.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 0.5-0.8	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 0.8-1.2	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
	> 1.2-1.6	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5
	> 1.6	7.0	6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-17

Hoja de trabajo para carreteras multicarril

Speed Inputs		Calculate Speed Adjustments and FFS	
Lane width, LW	_____m	f_{LW}	_____km/h
Total lateral clearance, TLC	_____m	f_{LC}	_____km/h
Access points, A	_____A/km	f_A	_____km/h
Median type, M	☐ Undivided ☐ Divided	f_M	_____km/h
FFS (measured)	_____km/h	FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_A - f_M	_____km/h
Base free-flow Speed, BFFS	_____km/h		
Operational, Planning (LOS); Design, Planning (v_p)		Design, Planning (N)	
Operational (LOS) or Planning (LOS)		Design (N) or Planning (N) 1st iteration	
$v_p = \frac{V \text{ or DDHV}}{PHF * N * f_{LW} * f_p}$	_____pc/h/ln	N	_____assumed
S	_____km/h	$v_p = \frac{V \text{ or DDHV}}{PHF * N * f_{LW} * f_p}$	_____pc/h/ln
D = v_p / S	_____pc/km/ln	LOS	_____
LOS	_____	Design (N) or Planning (N) 2nd iteration	
Design (v_p) or Planning (v_p)		N	_____assumed
LOS	_____	$v_p = \frac{V \text{ or DDHV}}{PHF * N * f_{LW} * f_p}$	_____pc/h/ln
v_p	_____pc/h/ln	LOS	_____
$V = v_p * PHF * N * f_{LW} * f_p$	_____veh/h	S	_____km/h
S	_____km/h	D = v_p / S	_____pc/km/ln
D = v_p / S	_____pc/km/ln		
Glossary		Factor Location	
N - Number of lanes	S - Speed	E_T - Exhibit 21-8, 21-9, 21-11	f_{LW} - Exhibit 21-4
V - Hourly volume	D - Density	E_B - Exhibit 21-8, 21-10	f_{LC} - Exhibit 21-5
v_p - Flow rate	FFS - Free-flow speed	f_D - Page 21-11	f_M - Exhibit 21-6
LOS - Level of service	BFFS - Base free-flow speed	LOS, S, FFS, v_p - Exhibit 21-2, 21-3	f_A - Exhibit 21-7
DDHV - Directional design-hour volume			

TABLA A-18

Ajuste por ancho de carril para intersecciones semaforizadas (fLW)

Lane width(m)	Reduction in FFS (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-19

Ajuste por espacio lateral para intersecciones semaforizadas (fLC)

Four-Lane Highways		Six-Lane Highways	
Total Lateral Clearance ^a (m)	Reduction in FFS (km/h)	Total Lateral Clearance ^a (m)	Reduction in FFS (km/h)
3.6	0.0	3.6	0.0
3.0	0.6	3.0	0.6
2.4	1.5	2.4	1.5
1.8	2.1	1.8	2.1
1.2	3.0	1.2	2.7
0.6	5.8	0.6	4.5
0.0	8.7	0.0	6.3

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-20

Ajuste por tipo de medio para intersecciones semaforizadas (fM)

Median type	Reduction in FFS(km/h)
Undivided highways	2.6
Divided highways (including TWLTLs)	0.0

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-21

Ajuste por densidad de puntos de accesos para intersecciones semaforizadas (fA)

Access Points/Kilometer	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-22

Ajuste densidad puntos de acceso por defecto para intersecciones semaforizadas

Development Type	Default Value	Access Points/km (one side)
Rural	5	0–6
Low-Density Suburban	10	7–12
High-Density Suburban	15	≥ 13

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

TABLA A-23

Adjust extended general highway segments (ET, ER)

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

Fuente: Manual HCM 2000 del TRB

Modelo de hoja de campo para el estudio de tiempos de recorrido y demoras, por el método del vehículo flotante

105

Resumen general para el procesamiento de la información de campo

[illegible]

ANEXOS B

VOLUMENES SITUACION ACTUAL
TRAMO RURAL DEL
CORREDOR

TABLA B-1

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 1 – mañana

MAÑANA						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
6:00 6:15	495	49	40	250	838	
6:15 6:30	355	58	41	267	727.5	
6:30 6:45	302	38	21	282	582	
6:45 7:00	349	51	32	245	669.5	2817
7:00 7:15	312	35	31	232	591	2570
7:15 7:30	262	37	39	195	550.5	2393
7:30 7:45	194	32	20	176	406	2217
7:45 8:00	247	31	47	168	534	2081.5
					HORA PICO	2817

TABLA B-2

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 1 – tarde.

TARDE						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
4:00 4:15	225	22	29	122	417	
4:15 4:30	360	27	37	154	602	
4:30 4:45	324	32	35	145	565.5	
4:45 5:00	354	44	62	162	709	2293.5
5:00 5:15	330	54	47	148	653	2529.5
5:15 5:30	312	53	31	136	579	2506.5
5:30 5:45	360	54	30	156	636	2577
5:45 6:00	315	50	28	172	585	2453
					HORA PICO	2577

TABLA B-3

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 2 – mañana.

MAÑANA						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
6:00 6:15	270	44	32	125	516.5	
6:15 6:30	210	26	29	135	416.5	
6:30 6:45	240	28	37	122	468	
6:45 7:00	176	36	25	110	378	1779
7:00 7:15	165	32	40	85	391.5	1654
7:15 7:30	140	24	32	92	330	1567.5
7:30 7:45	135	23	36	95	336.5	1436
7:45 8:00	189	23	49	89	426.5	1484.5
					HORA PICO	1779

TABLA B-4

Distribución del volumen de vehículos movimiento 2 – tarde.

TARDE						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
4:00 4:15	212	30	25	150	422	
4:15 4:30	195	26	26	145	397.5	
4:30 4:45	245	37	28	148	477	
4:45 5:00	220	40	28	152	460	1756.5
5:00 5:15	210	29	22	135	401.5	1736
5:15 5:30	186	25	23	147	378.5	1717
5:30 5:45	272	28	31	167	504.5	1744.5
5:45 6:00	150	24	16	172	332	1616.5
					HORA PICO	1756.5

TABLA B-5

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 5 – mañana.

MAÑANA						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
6:00 6:15	97	13	10	70	187.15	
6:15 6:30	105	8	10	76	189.625	
6:30 6:45	105	8	10	76	189.625	
6:45 7:00	69	5	7	50	125.8	692.2
7:00 7:15	72	6	7	52	130.425	635.475
7:15 7:30	62	5	6	45	112.85	558.7
7:30 7:45	51	4	5	37	92.5	461.575
7:45 8:00	58	5	6	42	104.525	440.3
					HORA PICO	692.2

TABLA B-6

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 5 – tarde.

TARDE						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
4:00 4:15	47	3	4	23	76.23	
4:15 4:30	51	3	4	25	82.17	
4:30 4:45	52	3	4	26	84.15	
4:45 5:00	62	4	5	31	100.98	343.53
5:00 5:15	49	3	4	24	79.2	346.5
5:15 5:30	32	2	3	16	52.47	316.8
5:30 5:45	49	3	4	24	79.2	311.85
5:45 6:00	49	3	4	24	80.19	291.06
					HORA PICO	346.5

TABLA B-7

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 6 – mañana.

MAÑANA						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
6:00 6:15	19	3	2	12	36.925	
6:15 6:30	28	4	3	17	52.75	
6:30 6:45	13	2	1	8	24.265	
6:45 7:00	21	3	2	13	40.09	154.03
7:00 7:15	19	3	2	12	36.925	154.03
7:15 7:30	19	3	2	12	36.925	138.205
7:30 7:45	7	1	1	4	12.66	126.6
7:45 8:00	13	2	1	8	24.265	110.775
					HORA PICO	154.03

TABLA B-8

Distribución del volumen de vehículos aforo movimiento 6 – tarde.

TARDE						
INTERVALO	TIPO DE VEHICULO				VOLUMEN EQUIVALENTE CADA 15 MIN	INTER. PICO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS		
4:00 4:15	22	2	2	9	34.1	
4:15 4:30	18	1	1	8	28.6	
4:30 4:45	18	1	1	8	27.5	
4:45 5:00	13	1	1	5	19.8	110
5:00 5:15	24	2	2	10	37.4	113.3
5:15 5:30	21	2	2	9	33	117.7
5:30 5:45	20	1	1	9	31.9	122.1
5:45 6:00	21	2	2	9	33	135.3
					HORA PICO	135.3

TABLA B-9

Jerarquización por movimiento jornada de la mañana.

1	JORNADA	MAÑANA
	HORA PICO	6:00 AM - 7:00 AM
	MOVIMIENTO	VOLUMEN
JERARQUIZACION	1	4898.5
	2	3263.5
	5	1132.5
	6	264.8

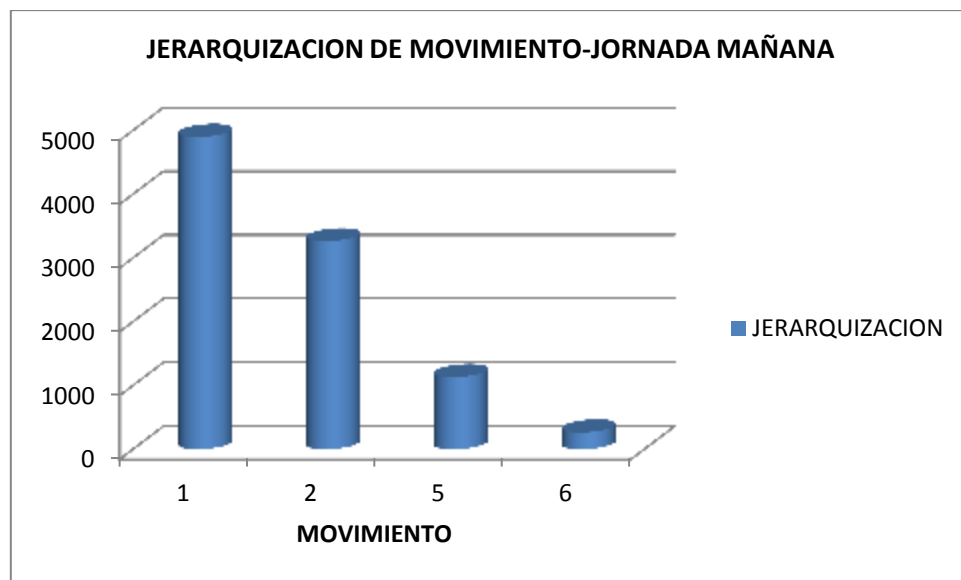


TABLA B-10

Jerarquización por movimiento jornada de la tarde.

2	JORNADA	TARDE
	HORA PICO	4:45 PM - 5:45 PM
	MOVIMIENTO	VOLUMEN
JERARQUIZACION	1	4746.5
	2	3373.3
	5	634.59
	6	245.3

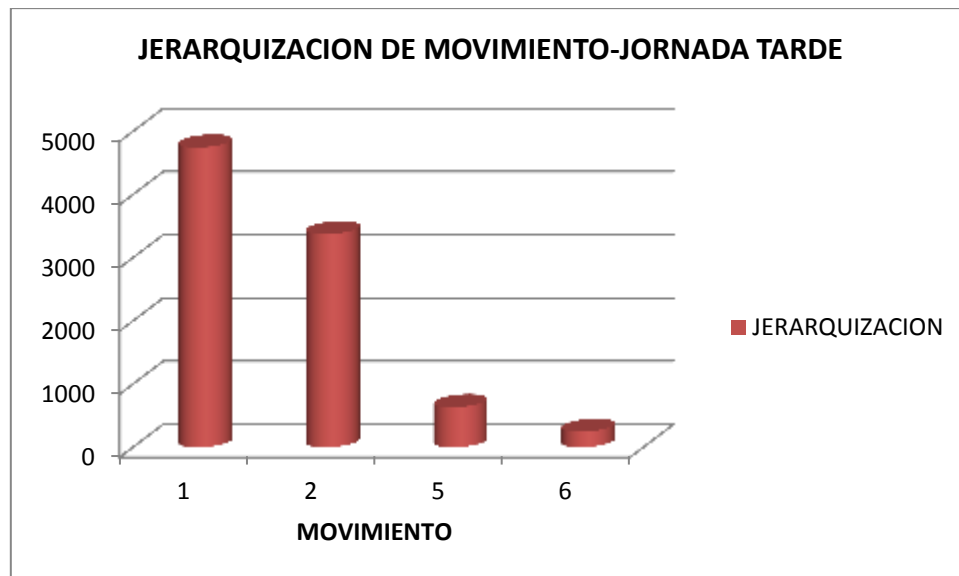


TABLA- GRAFICO B-11

Composición de trafico hora pico movimiento 1- mañana.

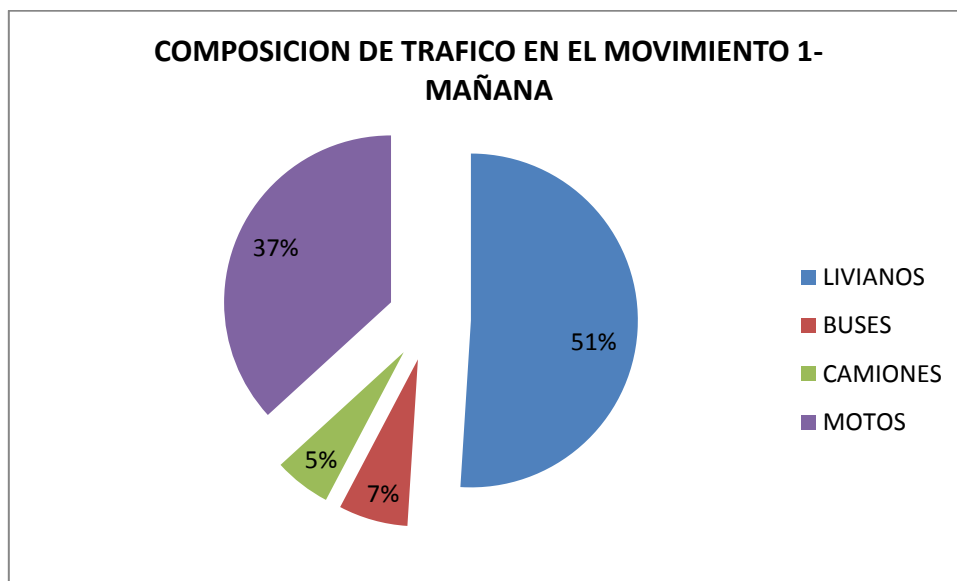


TABLA- GRAFICO B-12

Composición de trafico hora pico movimiento 1- tarde.

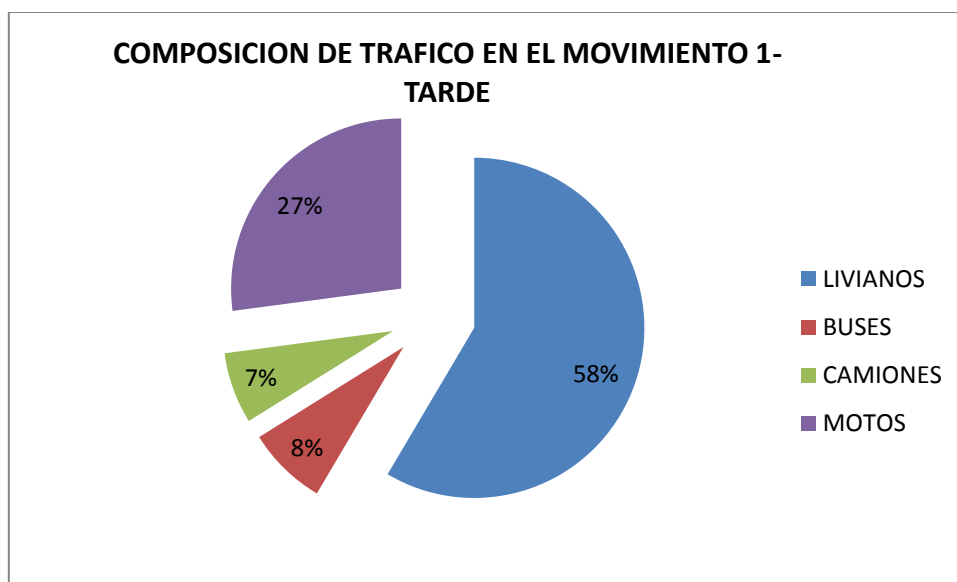


TABLA- GRAFICO B-13

Composición de trafico hora pico movimiento 2 - mañana.

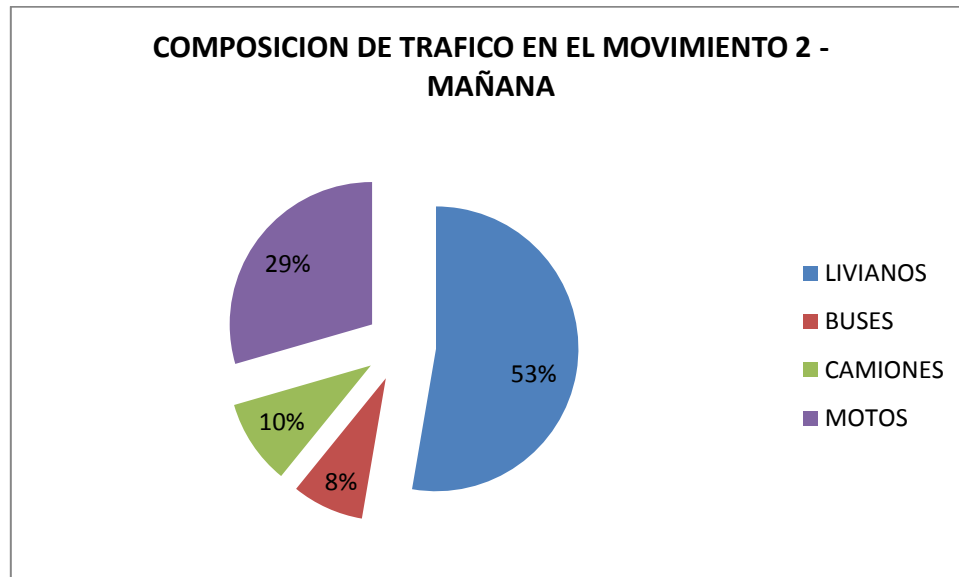


TABLA- GRAFICO B-14

Composición de trafico hora pico movimiento 2 - tarde.

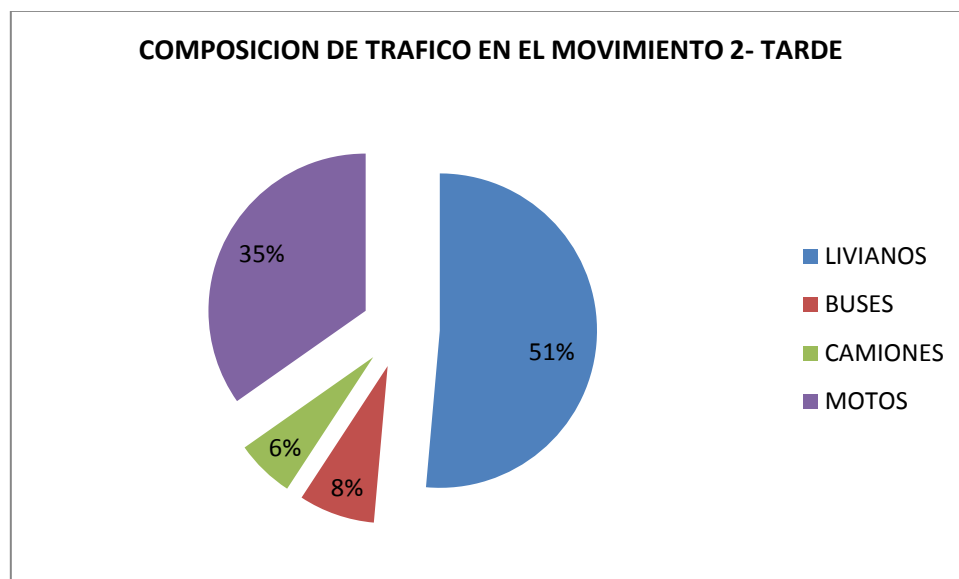


TABLA- GRAFICO B-15

Composición de trafico hora pico movimiento 5 - mañana.

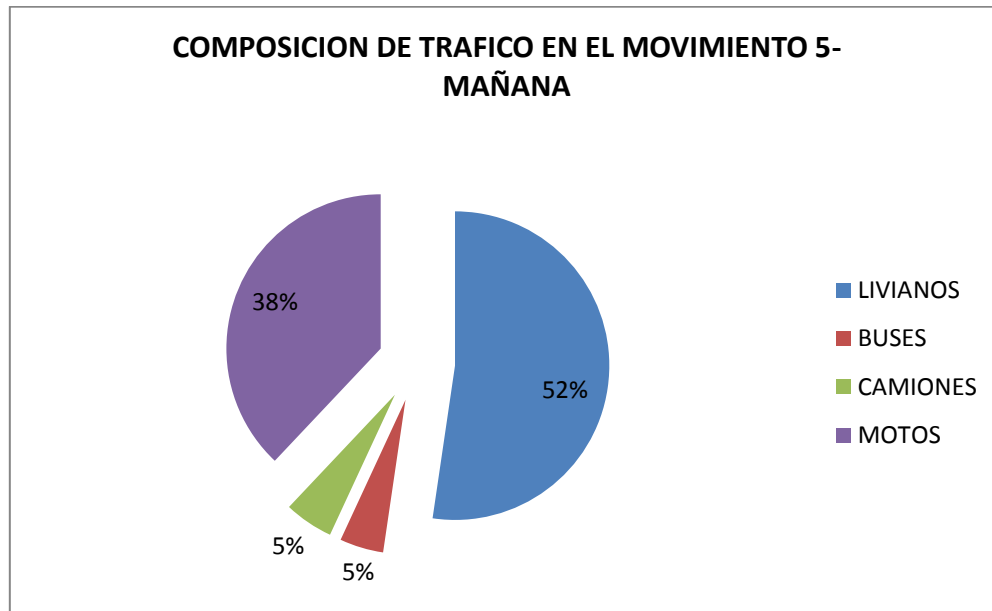


TABLA- GRAFICO B-16

Composición de trafico hora pico movimiento 5 – tarde.

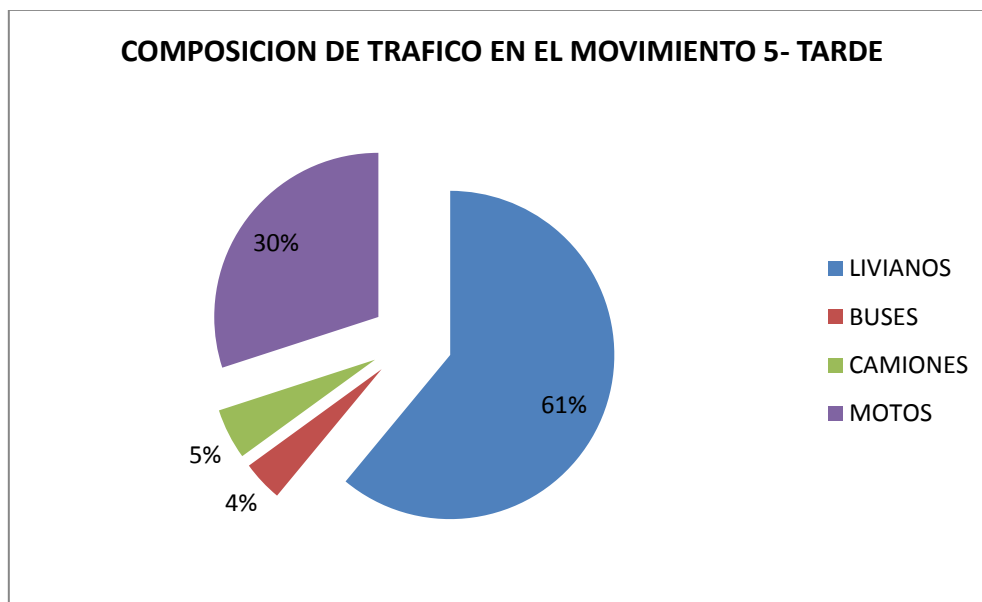


TABLA- GRAFICO B-17

Composición de trafico hora pico movimiento 6 - mañana.

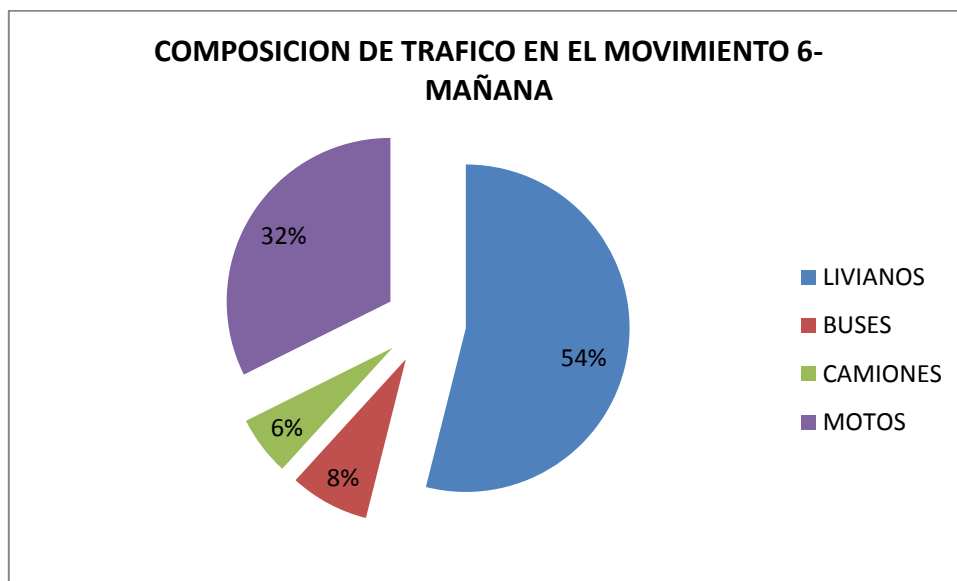


TABLA- GRAFICO B-18

Composición de trafico hora pico movimiento 6 – tarde.

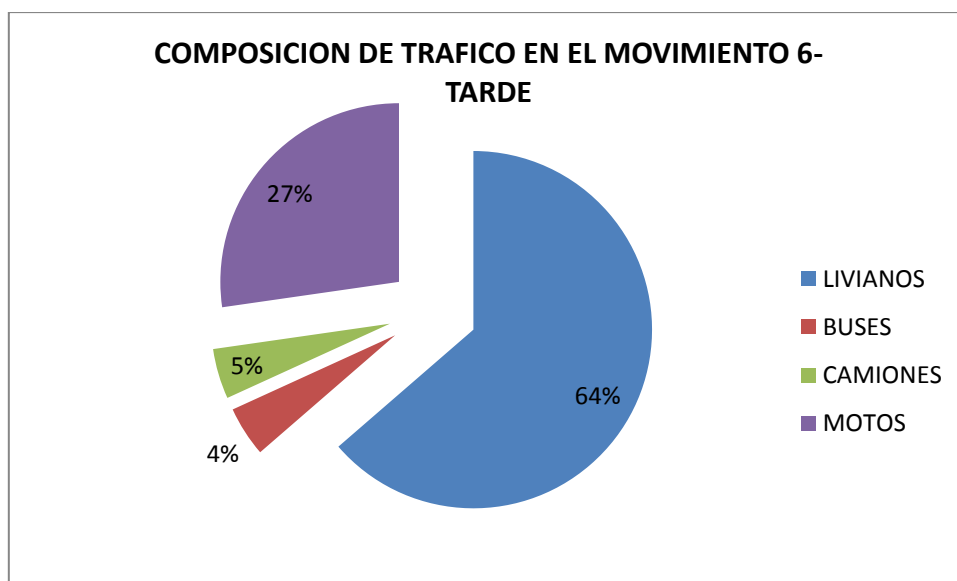


TABLA- GRAFICO B-19

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 1 - mañana.

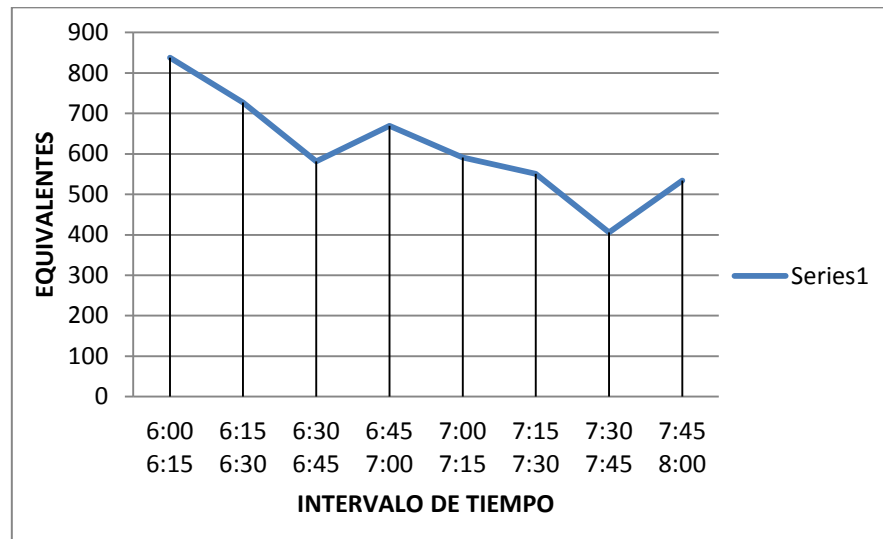


TABLA- GRAFICO B-20

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 1 - tarde.

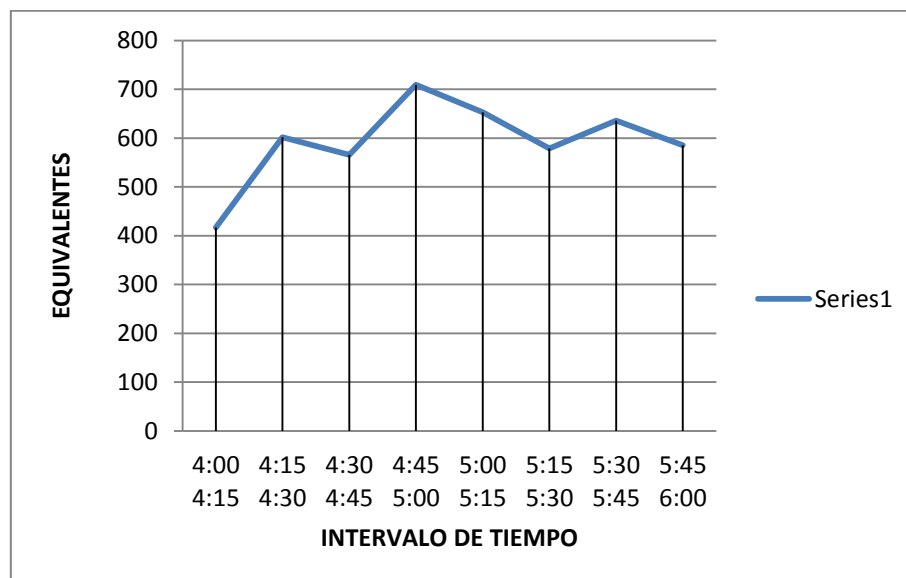


TABLA- GRAFICO B-21

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 2 - mañana.

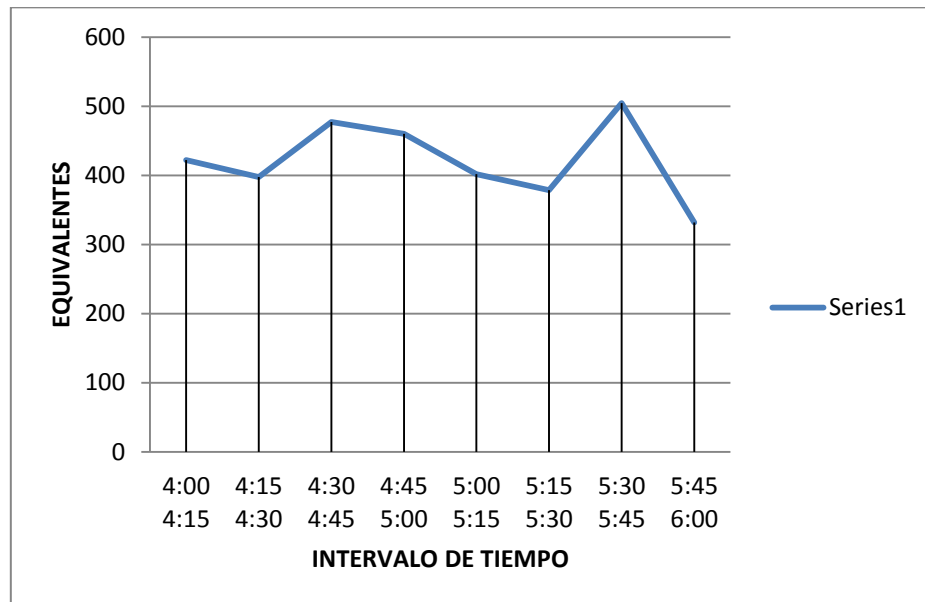


TABLA- GRAFICO B-22

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 2 - tarde.

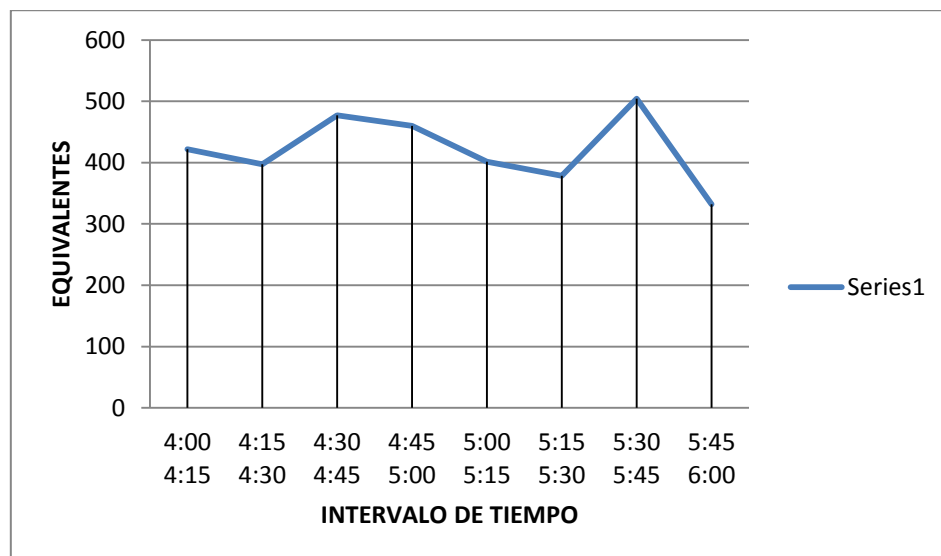


TABLA- GRAFICO B-23

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 5 - mañana.

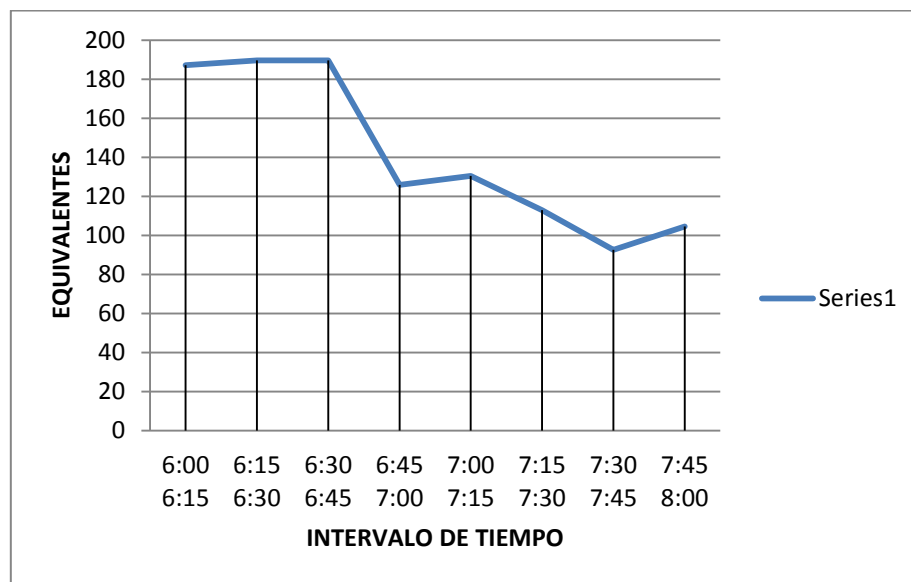


TABLA- GRAFICO B-24

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 5 - tarde.

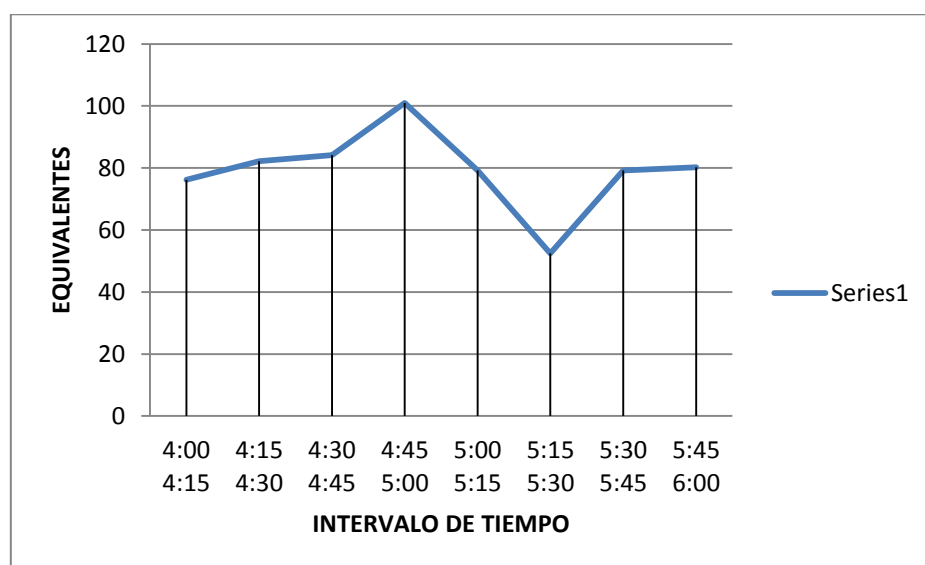


TABLA- GRAFICO B-25

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 6 - mañana.

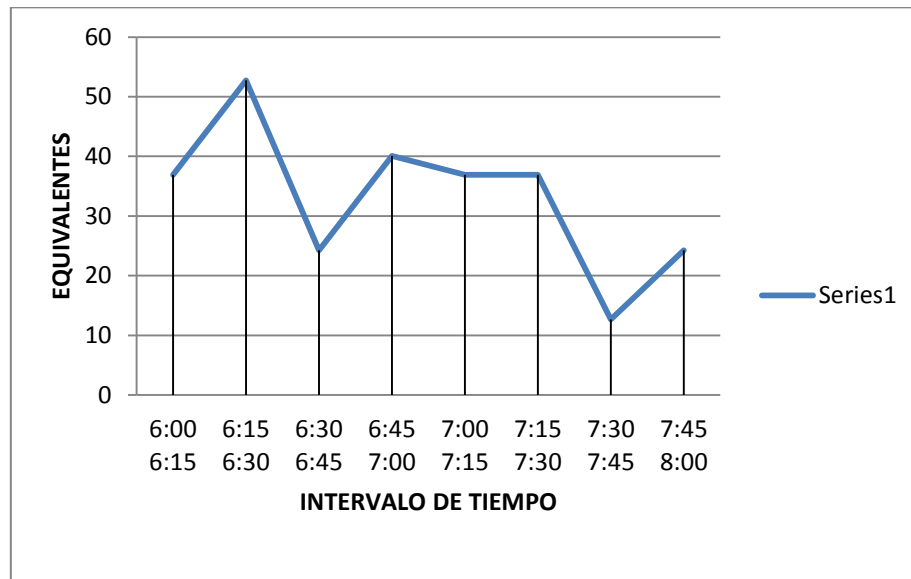
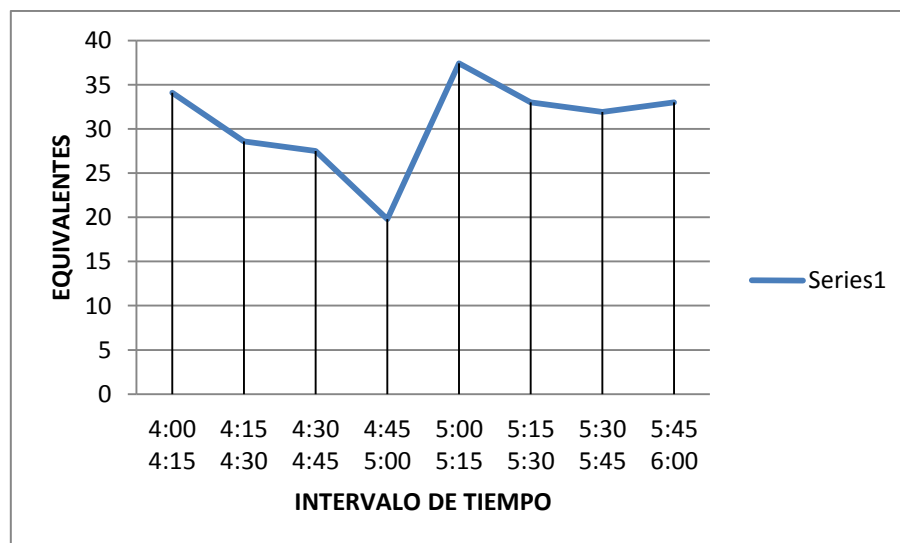


TABLA- GRAFICO B-26

Volúmenes equivalente cada 15 minutos movimiento 6 – tarde.



ANEXO C

PROYECCION VOLUMENES VEHICULAR
TRAMO RURAL DEL
CORREDOR

TABLA - GRAFICO C-1

Proyección vehicular movimiento 1- mañana

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMION	PRO_CAMION
2013		331.000	2013	0.036788753	2516.000	2013		1815	2013		271
2014	0.02710059	339.970	2014	0.035483364	2605.276	2014	0.04422968	1895.276867	2014	0.04353939	282.7991746
2015	0.02638552	348.941	2015	0.03426744	2694.552	2015	0.04235627	1975.553735	2015	0.041722804	294.5983493
2016	0.02570722	357.911	2016	0.033132088	2783.828	2016	0.04063512	2055.830602	2016	0.040051734	306.3975239
2017	0.02506293	366.881	2017	0.032069557	2873.105	2017	0.03904839	2136.10747	2017	0.038509367	318.1966986
2018	0.02445013	375.851	2018	0.031073058	2962.381	2018	0.03758091	2216.384337	2018	0.037081386	329.9958732
2019	0.02386659	384.822	2019	0.030136621	3051.657	2019	0.03621974	2296.661205	2019	0.035755522	341.7950479
2020	0.02331026	393.792	2020	0.029254975	3140.933	2020	0.03495373	2376.938072	2020	0.034521198	353.5942225
2021	0.02277927	402.762	2021	0.028423447	3230.209	2021	0.03377323	2457.214939	2021	0.033369252	365.3933972
2022	0.02227193	411.733	2022	0.027637884	3319.485	2022	0.03266986	2537.491807	2022	0.032291702	377.1925718
2023	0.0217867	420.703	2023	0.026894574	3408.761	2023	0.03163631	2617.768674	2023	0.031281567	388.9917464
2024	0.02132216	429.673	2024	0.0261902	3498.038	2024	0.03066614	2698.045542	2024	0.030332712	400.7909211
2025	0.02087701	438.644	2025	0.02552178	3587.314	2025	0.02975371	2778.322409	2025	0.029439725	412.5900957
2026	0.02045008	447.614	2026	0.024886629	3676.590	2026	0.02889401	2858.599277	2026	0.028597814	424.3892704
2027	0.02004025	456.584	2027	0.024282323	3765.866	2027	0.02808259	2938.876144	2027	0.027802717	436.188445
2028	0.01964653	465.554	2028	0.02370667	3855.142	2028	0.0273155	3019.153011	2028	0.027050636	447.9876197
2029	0.01926798	474.525	2029	0.023157679	3944.418	2029	0.0265892	3099.429879	2029	0.026338171	459.7867943
2030	0.01890375	483.495	2030	0.022633539	4033.694	2030	0.02590053	3179.706746	2030	0.025662274	471.585969
2031	0.01855302	492.465	2031	0.0221326	4122.971	2031	0.02524663	3259.983614	2031	0.025020199	483.3851436
2032	0.01821508	501.436	2032	0.021653355	4212.247	2032	0.02462493	3340.260481	2032	0.024409469	495.1843182
2033	0.01788923	510.406	2033	0.021194424	4301.523	2033	0.02403312	3420.537348	2033	0.023827844	506.9834929
2034	0.01757483	519.376	2034	0.020754544	4390.799	2034	0.02346908	3500.814216	2034	0.023273292	518.7826675
2035	0.01727129	528.346	2035	0.020332551	4480.075	2035	0.02293091	3581.091083	2035	0.022743965	530.5818422
2036	0.01697805	537.317	2036	0.019927376	4569.351	2036	0.02241687	3661.367951	2036	0.02223818	542.3810168
2037	0.01669461	546.287	2037	0.019538035	4658.627	2037	0.02192538	3741.644818	2037	0.021754402	554.1801915
2038	0.01642048	555.257	2038	0.019163615	4747.904	2038	0.02145497	3821.921686	2038	0.021291224	565.9793661
2039	0.0161552	564.228	2039	0.018803277	4837.180	2039	0.02100432	3902.198553	2039	0.020847358	577.7785407
2040	0.01589836	573.198	2040	0.018456239	4926.456	2040	0.02057221	3982.47542	2040	0.020421621	589.5777154
2041	0.01564956	582.168	2041	0.018121779	5015.732	2041	0.02015753	4062.752288	2041	0.020012925	601.37689
2042	0.01540842	591.139	2042	0.017799225	5105.008	2042	0.01975923	4143.029155	2042	0.019620266	613.1760647
2043	0.01517461	600.109	2043	0.017487953	5194.284	2043	0.01937637	4223.306023	2043	0.019242719	624.9752393
2044	0.01494778	609.079	2044	0.017187381	5283.560	2044	0.01900806	4303.58289	2044	0.018879427	636.774414
2045	0.01472763	618.049	2045	0.016896967	5372.837	2045	0.0186535	4383.859758	2045	0.018529599	648.5735886
2046	0.01451388	627.020	2046	0.016616203	5462.113	2046	0.01831192	4464.136625	2046	0.018192499	660.3727633

TABLA - GRAFICO C-2

Proyección vehicular movimiento 1- tarde

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMION	PRO_CAMION
2013		336.000	2013	0.036788753	2580.000	2013		1195	2013		299
2014	0.02710059	345.106	2014	0.035483364	2671.547	2014	0.04422968	1247.85447	2014	0.04353939	312.0182776
2015	0.02638552	354.212	2015	0.03426744	2763.094	2015	0.04235627	1300.70893	2015	0.041722804	325.0365551
2016	0.02570722	363.317	2016	0.033132088	2854.641	2016	0.04063512	1353.5634	2016	0.040051734	338.0548327
2017	0.02506293	372.423	2017	0.032069557	2946.188	2017	0.03904839	1406.41787	2017	0.038509367	351.0731102
2018	0.02445013	381.529	2018	0.031073058	3037.735	2018	0.03758091	1459.27233	2018	0.037081386	364.0913878
2019	0.02386659	390.635	2019	0.030136621	3129.282	2019	0.03621974	1512.1268	2019	0.035755522	377.1096654
2020	0.02331026	399.741	2020	0.029254975	3220.830	2020	0.03495373	1564.98127	2020	0.034521198	390.1279429
2021	0.02277927	408.846	2021	0.028423447	3312.377	2021	0.03377323	1617.83573	2021	0.033369252	403.1462205
2022	0.02227193	417.952	2022	0.027637884	3403.924	2022	0.03266986	1670.6902	2022	0.032291702	416.164498
2023	0.0217867	427.058	2023	0.026894574	3495.471	2023	0.03163631	1723.54466	2023	0.031281567	429.1827756
2024	0.02132216	436.164	2024	0.0261902	3587.018	2024	0.03066614	1776.39913	2024	0.030332712	442.2010532
2025	0.02087701	445.270	2025	0.02552178	3678.565	2025	0.02975371	1829.2536	2025	0.029439725	455.2193307
2026	0.02045008	454.375	2026	0.024886629	3770.112	2026	0.02889401	1882.10806	2026	0.028597814	468.2376083
2027	0.02004025	463.481	2027	0.024282323	3861.659	2027	0.02808259	1934.96253	2027	0.027802717	481.2558858
2028	0.01964653	472.587	2028	0.02370667	3953.206	2028	0.0273155	1987.817	2028	0.027050636	494.2741634
2029	0.01926798	481.693	2029	0.023157679	4044.753	2029	0.0265892	2040.67146	2029	0.026338171	507.292441
2030	0.01890375	490.799	2030	0.022633539	4136.300	2030	0.02590053	2093.52593	2030	0.025662274	520.3107185
2031	0.01855302	499.904	2031	0.0221326	4227.847	2031	0.02524663	2146.3804	2031	0.025020199	533.3289961
2032	0.01821508	509.010	2032	0.021653355	4319.395	2032	0.02462493	2199.23486	2032	0.024409469	546.3472736
2033	0.01788923	518.116	2033	0.021194424	4410.942	2033	0.02403312	2252.08933	2033	0.023827844	559.3655512
2034	0.01757483	527.222	2034	0.020754544	4502.489	2034	0.02346908	2304.9438	2034	0.023273292	572.3838287
2035	0.01727129	536.328	2035	0.020332551	4594.036	2035	0.02293091	2357.79826	2035	0.022743965	585.4021063
2036	0.01697805	545.433	2036	0.019927376	4685.583	2036	0.02241687	2410.65273	2036	0.02223818	598.4203839
2037	0.01669461	554.539	2037	0.019538035	4777.130	2037	0.02192538	2463.50719	2037	0.021754402	611.4386614
2038	0.01642048	563.645	2038	0.019163615	4868.677	2038	0.02145497	2516.36166	2038	0.021291224	624.456939
2039	0.0161552	572.751	2039	0.018803277	4960.224	2039	0.02100432	2569.21613	2039	0.020847358	637.4752165
2040	0.01589836	581.857	2040	0.018456239	5051.771	2040	0.02057221	2622.07059	2040	0.020421621	650.4934941
2041	0.01564956	590.962	2041	0.018121779	5143.318	2041	0.02015753	2674.92506	2041	0.020012925	663.5117717
2042	0.01540842	600.068	2042	0.017799225	5234.865	2042	0.01975923	2727.77953	2042	0.019620266	676.5300492
2043	0.01517461	609.174	2043	0.017487953	5326.412	2043	0.01937637	2780.63399	2043	0.019242719	689.5483268
2044	0.01494778	618.280	2044	0.017187381	5417.959	2044	0.01900806	2833.48846	2044	0.018879427	702.5666043
2045	0.01472763	627.386	2045	0.016896967	5509.507	2045	0.0186535	2886.34293	2045	0.018529599	715.5848819
2046	0.01451388	636.491	2046	0.016616203	5601.054	2046	0.01831192	2939.19739	2046	0.018192499	728.6031595

TABLA - GRAFICO C-3

Proyección vehicular movimiento 2 – mañana

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMIONES	PRO_CAMIONES
2013		236.000	2013	0.036788753	1525.000	2013		853	2013		280
2014	0.02710059	242.396	2014	0.035483364	1579.112	2014	0.04422968	890.727916	2014	0.04353939	292.1910292
2015	0.02638552	248.791	2015	0.03426744	1633.224	2015	0.04235627	928.455832	2015	0.041722804	304.3820583
2016	0.02570722	255.187	2016	0.033132088	1687.336	2016	0.04063512	966.183749	2016	0.040051734	316.5730875
2017	0.02506293	261.583	2017	0.032069557	1741.449	2017	0.03904839	1003.91166	2017	0.038509367	328.7641166
2018	0.02445013	267.979	2018	0.031073058	1795.561	2018	0.03758091	1041.63958	2018	0.037081386	340.9551458
2019	0.02386659	274.374	2019	0.030136621	1849.673	2019	0.03621974	1079.3675	2019	0.035755522	353.1461749
2020	0.02331026	280.770	2020	0.029254975	1903.785	2020	0.03495373	1117.09541	2020	0.034521198	365.3372041
2021	0.02277927	287.166	2021	0.028423447	1957.897	2021	0.03377323	1154.82333	2021	0.033369252	377.5282332
2022	0.02227193	293.562	2022	0.027637884	2012.009	2022	0.03266986	1192.55125	2022	0.032291702	389.7192624
2023	0.0217867	299.957	2023	0.026894574	2066.121	2023	0.03163631	1230.27916	2023	0.031281567	401.9102915
2024	0.02132216	306.353	2024	0.0261902	2120.233	2024	0.03066614	1268.00708	2024	0.030332712	414.1013207
2025	0.02087701	312.749	2025	0.02552178	2174.346	2025	0.02975371	1305.73499	2025	0.029439725	426.2923498
2026	0.02045008	319.145	2026	0.024886629	2228.458	2026	0.02889401	1343.46291	2026	0.028597814	438.483379
2027	0.02004025	325.540	2027	0.024282323	2282.570	2027	0.02808259	1381.19083	2027	0.027802717	450.6744081
2028	0.01964653	331.936	2028	0.02370667	2336.682	2028	0.0273155	1418.91874	2028	0.027050636	462.8654373
2029	0.01926798	338.332	2029	0.023157679	2390.794	2029	0.0265892	1456.64666	2029	0.026338171	475.0564664
2030	0.01890375	344.728	2030	0.022633539	2444.906	2030	0.02590053	1494.37458	2030	0.025662274	487.2474956
2031	0.01855302	351.123	2031	0.0221326	2499.018	2031	0.02524663	1532.10249	2031	0.025020199	499.4385247
2032	0.01821508	357.519	2032	0.021653355	2553.130	2032	0.02462493	1569.83041	2032	0.024409469	511.6295539
2033	0.01788923	363.915	2033	0.021194424	2607.243	2033	0.02403312	1607.55832	2033	0.023827844	523.8205831
2034	0.01757483	370.311	2034	0.020754544	2661.355	2034	0.02346908	1645.28624	2034	0.023273292	536.0116122
2035	0.01727129	376.706	2035	0.020332551	2715.467	2035	0.02293091	1683.01416	2035	0.022743965	548.2026414
2036	0.01697805	383.102	2036	0.019927376	2769.579	2036	0.02241687	1720.74207	2036	0.02223818	560.3936705
2037	0.01669461	389.498	2037	0.019538035	2823.691	2037	0.02192538	1758.46999	2037	0.021754402	572.5846997
2038	0.01642048	395.893	2038	0.019163615	2877.803	2038	0.02145497	1796.19791	2038	0.021291224	584.7757288
2039	0.0161552	402.289	2039	0.018803277	2931.915	2039	0.02100432	1833.92582	2039	0.020847358	596.966758
2040	0.01589836	408.685	2040	0.018456239	2986.028	2040	0.02057221	1871.65374	2040	0.020421621	609.1577871
2041	0.01564956	415.081	2041	0.018121779	3040.140	2041	0.02015753	1909.38165	2041	0.020012925	621.3488163
2042	0.01540842	421.476	2042	0.017799225	3094.252	2042	0.01975923	1947.10957	2042	0.019620266	633.5398454
2043	0.01517461	427.872	2043	0.017487953	3148.364	2043	0.01937637	1984.83749	2043	0.019242719	645.7308746
2044	0.01494778	434.268	2044	0.017187381	3202.476	2044	0.01900806	2022.5654	2044	0.018879427	657.9219037
2045	0.01472763	440.664	2045	0.016896967	3256.588	2045	0.0186535	2060.29332	2045	0.018529599	670.1129329
2046	0.01451388	447.059	2046	0.016616203	3310.700	2046	0.01831192	2098.02123	2046	0.018192499	682.303962

TABLA - GRAFICO C-4

Proyección vehicular movimiento 2 – tarde

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA-CAMION	PRO_CAMION
2013		131.000	2013	0.036788753	861.000	2013		582	2013		101
2014	0.02710059	134.550	2014	0.035483364	891.551	2014	0.04422968	607.741673	2014	0.04353939	105.3974784
2015	0.02638552	138.100	2015	0.03426744	922.102	2015	0.04235627	633.483346	2015	0.041722804	109.7949567
2016	0.02570722	141.651	2016	0.033132088	952.654	2016	0.04063512	659.22502	2016	0.040051734	114.1924351
2017	0.02506293	145.201	2017	0.032069557	983.205	2017	0.03904839	684.966693	2017	0.038509367	118.5899135
2018	0.02445013	148.751	2018	0.031073058	1013.756	2018	0.03758091	710.708366	2018	0.037081386	122.9873919
2019	0.02386659	152.301	2019	0.030136621	1044.307	2019	0.03621974	736.450039	2019	0.035755522	127.3848702
2020	0.02331026	155.851	2020	0.029254975	1074.858	2020	0.03495373	762.191712	2020	0.034521198	131.7823486
2021	0.02277927	159.401	2021	0.028423447	1105.409	2021	0.03377323	787.933386	2021	0.033369252	136.179827
2022	0.02227193	162.952	2022	0.027637884	1135.961	2022	0.03266986	813.675059	2022	0.032291702	140.5773054
2023	0.0217867	166.502	2023	0.026894574	1166.512	2023	0.03163631	839.416732	2023	0.031281567	144.9747837
2024	0.02132216	170.052	2024	0.0261902	1197.063	2024	0.03066614	865.158405	2024	0.030332712	149.3722621
2025	0.02087701	173.602	2025	0.02552178	1227.614	2025	0.02975371	890.900078	2025	0.029439725	153.7697405
2026	0.02045008	177.152	2026	0.024886629	1258.165	2026	0.02889401	916.641751	2026	0.028597814	158.1672188
2027	0.02004025	180.702	2027	0.024282323	1288.716	2027	0.02808259	942.383425	2027	0.027802717	162.5646972
2028	0.01964653	184.253	2028	0.02370667	1319.268	2028	0.0273155	968.125098	2028	0.027050636	166.9621756
2029	0.01926798	187.803	2029	0.023157679	1349.819	2029	0.0265892	993.866771	2029	0.026338171	171.359654
2030	0.01890375	191.353	2030	0.022633539	1380.370	2030	0.02590053	1019.60844	2030	0.025662274	175.7571323
2031	0.01855302	194.903	2031	0.0221326	1410.921	2031	0.02524663	1045.35012	2031	0.025020199	180.1546107
2032	0.01821508	198.453	2032	0.021653355	1441.472	2032	0.02462493	1071.09179	2032	0.024409469	184.5520891
2033	0.01788923	202.004	2033	0.021194424	1472.024	2033	0.02403312	1096.83346	2033	0.023827844	188.9495675
2034	0.01757483	205.554	2034	0.020754544	1502.575	2034	0.02346908	1122.57514	2034	0.023273292	193.3470458
2035	0.01727129	209.104	2035	0.020332551	1533.126	2035	0.02293091	1148.31681	2035	0.022743965	197.7445242
2036	0.01697805	212.654	2036	0.019927376	1563.677	2036	0.02241687	1174.05848	2036	0.02223818	202.1420026
2037	0.01669461	216.204	2037	0.019538035	1594.228	2037	0.02192538	1199.80016	2037	0.021754402	206.5394809
2038	0.01642048	219.754	2038	0.019163615	1624.779	2038	0.02145497	1225.54183	2038	0.021291224	210.9369593
2039	0.0161552	223.305	2039	0.018803277	1655.331	2039	0.02100432	1251.2835	2039	0.020847358	215.3344377
2040	0.01589836	226.855	2040	0.018456239	1685.882	2040	0.02057221	1277.02518	2040	0.020421621	219.7319161
2041	0.01564956	230.405	2041	0.018121779	1716.433	2041	0.02015753	1302.76685	2041	0.020012925	224.1293944
2042	0.01540842	233.955	2042	0.017799225	1746.984	2042	0.01975923	1328.50852	2042	0.019620266	228.5268728
2043	0.01517461	237.505	2043	0.017487953	1777.535	2043	0.01937637	1354.2502	2043	0.019242719	232.9243512
2044	0.01494778	241.055	2044	0.017187381	1808.086	2044	0.01900806	1379.99187	2044	0.018879427	237.3218296
2045	0.01472763	244.606	2045	0.016896967	1838.638	2045	0.0186535	1405.73354	2045	0.018529599	241.7193079
2046	0.01451388	248.156	2046	0.016616203	1869.189	2046	0.01831192	1431.47522	2046	0.018192499	246.1167863

TABLA - GRAFICO C-5

Proyección vehicular movimiento 5 – mañana

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMION	PRO_CAMION
2013		54.180	2013	0.036788753	618.120	2013		448.44	2013		60.6
2014	0.02710059	55.648	2014	0.035483364	640.053	2014	0.04422968	468.274357	2014	0.04353939	63.23848702
2015	0.02638552	57.117	2015	0.03426744	661.986	2015	0.04235627	488.108715	2015	0.041722804	65.87697405
2016	0.02570722	58.585	2016	0.033132088	683.919	2016	0.04063512	507.943072	2016	0.040051734	68.51546107
2017	0.02506293	60.053	2017	0.032069557	705.852	2017	0.03904839	527.777429	2017	0.038509367	71.15394809
2018	0.02445013	61.522	2018	0.031073058	727.785	2018	0.03758091	547.611786	2018	0.037081386	73.79243512
2019	0.02386659	62.990	2019	0.030136621	749.718	2019	0.03621974	567.446144	2019	0.035755522	76.43092214
2020	0.02331026	64.458	2020	0.029254975	771.651	2020	0.03495373	587.280501	2020	0.034521198	79.06940917
2021	0.02277927	65.926	2021	0.028423447	793.584	2021	0.03377323	607.114858	2021	0.033369252	81.70789619
2022	0.02227193	67.395	2022	0.027637884	815.517	2022	0.03266986	626.949215	2022	0.032291702	84.34638321
2023	0.0217867	68.863	2023	0.026894574	837.450	2023	0.03163631	646.783573	2023	0.031281567	86.98487024
2024	0.02132216	70.331	2024	0.0261902	859.383	2024	0.03066614	666.61793	2024	0.030332712	89.62335726
2025	0.02087701	71.800	2025	0.02552178	881.316	2025	0.02975371	686.452287	2025	0.029439725	92.26184428
2026	0.02045008	73.268	2026	0.024886629	903.249	2026	0.02889401	706.286644	2026	0.028597814	94.90033131
2027	0.02004025	74.736	2027	0.024282323	925.182	2027	0.02808259	726.121002	2027	0.027802717	97.53881833
2028	0.01964653	76.205	2028	0.02370667	947.115	2028	0.0273155	745.955359	2028	0.027050636	100.1773054
2029	0.01926798	77.673	2029	0.023157679	969.048	2029	0.0265892	765.789716	2029	0.026338171	102.8157924
2030	0.01890375	79.141	2030	0.022633539	990.981	2030	0.02590053	785.624073	2030	0.025662274	105.4542794
2031	0.01855302	80.610	2031	0.0221326	1012.914	2031	0.02524663	805.458431	2031	0.025020199	108.0927664
2032	0.01821508	82.078	2032	0.021653355	1034.847	2032	0.02462493	825.292788	2032	0.024409469	110.7312535
2033	0.01788923	83.546	2033	0.021194424	1056.780	2033	0.02403312	845.127145	2033	0.023827844	113.3697405
2034	0.01757483	85.015	2034	0.020754544	1078.713	2034	0.02346908	864.961502	2034	0.023273292	116.0082275
2035	0.01727129	86.483	2035	0.020332551	1100.645	2035	0.02293091	884.79586	2035	0.022743965	118.6467145
2036	0.01697805	87.951	2036	0.019927376	1122.578	2036	0.02241687	904.630217	2036	0.02223818	121.2852015
2037	0.01669461	89.419	2037	0.019538035	1144.511	2037	0.02192538	924.464574	2037	0.021754402	123.9236886
2038	0.01642048	90.888	2038	0.019163615	1166.444	2038	0.02145497	944.298932	2038	0.021291224	126.5621756
2039	0.0161552	92.356	2039	0.018803277	1188.377	2039	0.02100432	964.133289	2039	0.020847358	129.2006626
2040	0.01589836	93.824	2040	0.018456239	1210.310	2040	0.02057221	983.967646	2040	0.020421621	131.8391496
2041	0.01564956	95.293	2041	0.018121779	1232.243	2041	0.02015753	1003.802	2041	0.020012925	134.4776367
2042	0.01540842	96.761	2042	0.017799225	1254.176	2042	0.01975923	1023.63636	2042	0.019620266	137.1161237
2043	0.01517461	98.229	2043	0.017487953	1276.109	2043	0.01937637	1043.47072	2043	0.019242719	139.7546107
2044	0.01494778	99.698	2044	0.017187381	1298.042	2044	0.01900806	1063.30508	2044	0.018879427	142.3930977
2045	0.01472763	101.166	2045	0.016896967	1319.975	2045	0.0186535	1083.13943	2045	0.018529599	145.0315848
2046	0.01451388	102.634	2046	0.016616203	1341.908	2046	0.01831192	1102.97379	2046	0.018192499	147.6700718

TABLA - GRAFICO C-6

Proyección vehicular movimiento 5 – tarde

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA camiones	PRO_CAMIONES
2013		25.640	2013	0.036788753	391.010	2013		192.3	2013		32.05
2014	0.02710059	26.335	2014	0.035483364	404.884	2014	0.04422968	200.805367	2014	0.04353939	33.44543744
2015	0.02638552	27.030	2015	0.03426744	418.759	2015	0.04235627	209.310735	2015	0.041722804	34.84087489
2016	0.02570722	27.725	2016	0.033132088	432.633	2016	0.04063512	217.816102	2016	0.040051734	36.23631233
2017	0.02506293	28.419	2017	0.032069557	446.507	2017	0.03904839	226.321469	2017	0.038509367	37.63174978
2018	0.02445013	29.114	2018	0.031073058	460.382	2018	0.03758091	234.826836	2018	0.037081386	39.02718722
2019	0.02386659	29.809	2019	0.030136621	474.256	2019	0.03621974	243.332204	2019	0.035755522	40.42262466
2020	0.02331026	30.504	2020	0.029254975	488.130	2020	0.03495373	251.837571	2020	0.034521198	41.81806211
2021	0.02277927	31.199	2021	0.028423447	502.005	2021	0.03377323	260.342938	2021	0.033369252	43.21349955
2022	0.02227193	31.894	2022	0.027637884	515.879	2022	0.03266986	268.848305	2022	0.032291702	44.608937
2023	0.0217867	32.589	2023	0.026894574	529.754	2023	0.03163631	277.353673	2023	0.031281567	46.00437444
2024	0.02132216	33.283	2024	0.0261902	543.628	2024	0.03066614	285.85904	2024	0.030332712	47.39981188
2025	0.02087701	33.978	2025	0.02552178	557.502	2025	0.02975371	294.364407	2025	0.029439725	48.79524933
2026	0.02045008	34.673	2026	0.024886629	571.377	2026	0.02889401	302.869775	2026	0.028597814	50.19068677
2027	0.02004025	35.368	2027	0.024282323	585.251	2027	0.02808259	311.375142	2027	0.027802717	51.58612422
2028	0.01964653	36.063	2028	0.02370667	599.125	2028	0.0273155	319.880509	2028	0.027050636	52.98156166
2029	0.01926798	36.758	2029	0.023157679	613.000	2029	0.0265892	328.385876	2029	0.026338171	54.37699911
2030	0.01890375	37.453	2030	0.022633539	626.874	2030	0.02590053	336.891244	2030	0.025662274	55.77243655
2031	0.01855302	38.147	2031	0.0221326	640.748	2031	0.02524663	345.396611	2031	0.025020199	57.16787399
2032	0.01821508	38.842	2032	0.021653355	654.623	2032	0.02462493	353.901978	2032	0.024409469	58.56331144
2033	0.01788923	39.537	2033	0.021194424	668.497	2033	0.02403312	362.407346	2033	0.023827844	59.95874888
2034	0.01757483	40.232	2034	0.020754544	682.371	2034	0.02346908	370.912713	2034	0.023273292	61.35418633
2035	0.01727129	40.927	2035	0.020332551	696.246	2035	0.02293091	379.41808	2035	0.022743965	62.74962377
2036	0.01697805	41.622	2036	0.019927376	710.120	2036	0.02241687	387.923447	2036	0.02223818	64.14506121
2037	0.01669461	42.317	2037	0.019538035	723.994	2037	0.02192538	396.428815	2037	0.021754402	65.54049866
2038	0.01642048	43.011	2038	0.019163615	737.869	2038	0.02145497	404.934182	2038	0.021291224	66.9359361
2039	0.0161552	43.706	2039	0.018803277	751.743	2039	0.02100432	413.439549	2039	0.020847358	68.33137355
2040	0.01589836	44.401	2040	0.018456239	765.617	2040	0.02057221	421.944916	2040	0.020421621	69.72681099
2041	0.01564956	45.096	2041	0.018121779	779.492	2041	0.02015753	430.450284	2041	0.020012925	71.12224843
2042	0.01540842	45.791	2042	0.017799225	793.366	2042	0.01975923	438.955651	2042	0.019620266	72.51768588
2043	0.01517461	46.486	2043	0.017487953	807.241	2043	0.01937637	447.461018	2043	0.019242719	73.91312332
2044	0.01494778	47.181	2044	0.017187381	821.115	2044	0.01900806	455.966386	2044	0.018879427	75.30856077
2045	0.01472763	47.875	2045	0.016896967	834.989	2045	0.0186535	464.471753	2045	0.018529599	76.70399821
2046	0.01451388	48.570	2046	0.016616203	848.864	2046	0.01831192	472.97712	2046	0.018192499	78.09943565

TABLA - GRAFICO C-7

Proyección vehicular movimiento 6 – mañana

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMIONES	PRO_CAMIONES
2013		20.080	2013	0.036788753	138.050	2013		82.83	2013		15.06
2014	0.02710059	20.624	2014	0.035483364	142.948	2014	0.04422968	86.4935443	2014	0.04353939	15.71570321
2015	0.02638552	21.168	2015	0.03426744	147.847	2015	0.04235627	90.1570886	2015	0.041722804	16.37140642
2016	0.02570722	21.713	2016	0.033132088	152.745	2016	0.04063512	93.8206329	2016	0.040051734	17.02710963
2017	0.02506293	22.257	2017	0.032069557	157.644	2017	0.03904839	97.4841773	2017	0.038509367	17.68281284
2018	0.02445013	22.801	2018	0.031073058	162.542	2018	0.03758091	101.147722	2018	0.037081386	18.33851605
2019	0.02386659	23.345	2019	0.030136621	167.441	2019	0.03621974	104.811266	2019	0.035755522	18.99421927
2020	0.02331026	23.889	2020	0.029254975	172.339	2020	0.03495373	108.47481	2020	0.034521198	19.64992248
2021	0.02277927	24.433	2021	0.028423447	177.238	2021	0.03377323	112.138355	2021	0.033369252	20.30562569
2022	0.02227193	24.978	2022	0.027637884	182.136	2022	0.03266986	115.801899	2022	0.032291702	20.9613289
2023	0.0217867	25.522	2023	0.026894574	187.035	2023	0.03163631	119.465443	2023	0.031281567	21.61703211
2024	0.02132216	26.066	2024	0.0261902	191.933	2024	0.03066614	123.128987	2024	0.030332712	22.27273532
2025	0.02087701	26.610	2025	0.02552178	196.832	2025	0.02975371	126.792532	2025	0.029439725	22.92843853
2026	0.02045008	27.154	2026	0.024886629	201.730	2026	0.02889401	130.456076	2026	0.028597814	23.58414174
2027	0.02004025	27.699	2027	0.024282323	206.629	2027	0.02808259	134.11962	2027	0.027802717	24.23984495
2028	0.01964653	28.243	2028	0.02370667	211.527	2028	0.0273155	137.783165	2028	0.027050636	24.89554816
2029	0.01926798	28.787	2029	0.023157679	216.426	2029	0.0265892	141.446709	2029	0.026338171	25.55125137
2030	0.01890375	29.331	2030	0.022633539	221.324	2030	0.02590053	145.110253	2030	0.025662274	26.20695458
2031	0.01855302	29.875	2031	0.0221326	226.223	2031	0.02524663	148.773798	2031	0.025020199	26.8626578
2032	0.01821508	30.419	2032	0.021653355	231.121	2032	0.02462493	152.437342	2032	0.024409469	27.51836101
2033	0.01788923	30.964	2033	0.021194424	236.020	2033	0.02403312	156.100886	2033	0.023827844	28.17406422
2034	0.01757483	31.508	2034	0.020754544	240.918	2034	0.02346908	159.764431	2034	0.023273292	28.82976743
2035	0.01727129	32.052	2035	0.020332551	245.817	2035	0.02293091	163.427975	2035	0.022743965	29.48547064
2036	0.01697805	32.596	2036	0.019927376	250.715	2036	0.02241687	167.091519	2036	0.02223818	30.14117385
2037	0.01669461	33.140	2037	0.019538035	255.613	2037	0.02192538	170.755064	2037	0.021754402	30.79687706
2038	0.01642048	33.684	2038	0.019163615	260.512	2038	0.02145497	174.418608	2038	0.021291224	31.45258027
2039	0.0161552	34.229	2039	0.018803277	265.410	2039	0.02100432	178.082152	2039	0.020847358	32.10828348
2040	0.01589836	34.773	2040	0.018456239	270.309	2040	0.02057221	181.745696	2040	0.020421621	32.76398669
2041	0.01564956	35.317	2041	0.018121779	275.207	2041	0.02015753	185.409241	2041	0.020012925	33.4196899
2042	0.01540842	35.861	2042	0.017799225	280.106	2042	0.01975923	189.072785	2042	0.019620266	34.07539311
2043	0.01517461	36.405	2043	0.017487953	285.004	2043	0.01937637	192.736329	2043	0.019242719	34.73109633
2044	0.01494778	36.950	2044	0.017187381	289.903	2044	0.01900806	196.399874	2044	0.018879427	35.38679954
2045	0.01472763	37.494	2045	0.016896967	294.801	2045	0.0186535	200.063418	2045	0.018529599	36.04250275
2046	0.01451388	38.038	2046	0.016616203	299.700	2046	0.01831192	203.726962	2046	0.018192499	36.69820596

TABLA - GRAFICO C-8

Proyección vehicular movimiento 6 – tarde

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA camiones	PRO_CAMIONES
2013		11.150	2013	0.036788753	156.100	2013		66.9	2013		11.15
2014	0.02710059	11.452	2014	0.035483364	161.639	2014	0.04422968	69.8589655	2014	0.04353939	11.6354642
2015	0.02638552	11.754	2015	0.03426744	167.178	2015	0.04235627	72.8179311	2015	0.041722804	12.12092839
2016	0.02570722	12.057	2016	0.033132088	172.717	2016	0.04063512	75.7768966	2016	0.040051734	12.60639259
2017	0.02506293	12.359	2017	0.032069557	178.256	2017	0.03904839	78.7358621	2017	0.038509367	13.09185679
2018	0.02445013	12.661	2018	0.031073058	183.795	2018	0.03758091	81.6948276	2018	0.037081386	13.57732098
2019	0.02386659	12.963	2019	0.030136621	189.334	2019	0.03621974	84.6537932	2019	0.035755522	14.06278518
2020	0.02331026	13.265	2020	0.029254975	194.873	2020	0.03495373	87.6127587	2020	0.034521198	14.54824938
2021	0.02277927	13.567	2021	0.028423447	200.412	2021	0.03377323	90.5717242	2021	0.033369252	15.03371357
2022	0.02227193	13.870	2022	0.027637884	205.951	2022	0.03266986	93.5306897	2022	0.032291702	15.51917777
2023	0.0217867	14.172	2023	0.026894574	211.490	2023	0.03163631	96.4896553	2023	0.031281567	16.00464197
2024	0.02132216	14.474	2024	0.0261902	217.028	2024	0.03066614	99.4486208	2024	0.030332712	16.49010616
2025	0.02087701	14.776	2025	0.02552178	222.567	2025	0.02975371	102.407586	2025	0.029439725	16.97557036
2026	0.02045008	15.078	2026	0.024886629	228.106	2026	0.02889401	105.366552	2026	0.028597814	17.46103456
2027	0.02004025	15.380	2027	0.024282323	233.645	2027	0.02808259	108.325517	2027	0.027802717	17.94649875
2028	0.01964653	15.683	2028	0.02370667	239.184	2028	0.0273155	111.284483	2028	0.027050636	18.43196295
2029	0.01926798	15.985	2029	0.023157679	244.723	2029	0.0265892	114.243448	2029	0.026338171	18.91742715
2030	0.01890375	16.287	2030	0.022633539	250.262	2030	0.02590053	117.202414	2030	0.025662274	19.40289134
2031	0.01855302	16.589	2031	0.0221326	255.801	2031	0.02524663	120.161379	2031	0.025020199	19.88835554
2032	0.01821508	16.891	2032	0.021653355	261.340	2032	0.02462493	123.120345	2032	0.024409469	20.37381974
2033	0.01788923	17.193	2033	0.021194424	266.879	2033	0.02403312	126.079311	2033	0.023827844	20.85928393
2034	0.01757483	17.496	2034	0.020754544	272.418	2034	0.02346908	129.038276	2034	0.023273292	21.34474813
2035	0.01727129	17.798	2035	0.020332551	277.957	2035	0.02293091	131.997242	2035	0.022743965	21.83021233
2036	0.01697805	18.100	2036	0.019927376	283.496	2036	0.02241687	134.956207	2036	0.02223818	22.31567652
2037	0.01669461	18.402	2037	0.019538035	289.035	2037	0.02192538	137.915173	2037	0.021754402	22.80114072
2038	0.01642048	18.704	2038	0.019163615	294.574	2038	0.02145497	140.874138	2038	0.021291224	23.28660492
2039	0.0161552	19.006	2039	0.018803277	300.113	2039	0.02100432	143.833104	2039	0.020847358	23.77206911
2040	0.01589836	19.309	2040	0.018456239	305.652	2040	0.02057221	146.792069	2040	0.020421621	24.25753331
2041	0.01564956	19.611	2041	0.018121779	311.191	2041	0.02015753	149.751035	2041	0.020012925	24.74299751
2042	0.01540842	19.913	2042	0.017799225	316.730	2042	0.01975923	152.71	2042	0.019620266	25.2284617
2043	0.01517461	20.215	2043	0.017487953	322.269	2043	0.01937637	155.668966	2043	0.019242719	25.7139259
2044	0.01494778	20.517	2044	0.017187381	327.808	2044	0.01900806	158.627931	2044	0.018879427	26.1993901
2045	0.01472763	20.819	2045	0.016896967	333.347	2045	0.0186535	161.586897	2045	0.018529599	26.68485429
2046	0.01451388	21.122	2046	0.016616203	338.885	2046	0.01831192	164.545862	2046	0.018192499	27.17031849

ANEXO D

CUADROS DE REDUCCION,
GRAFICOS DE VELOCIDAD Y RETARDO

TABLA D-1

Reducción recorrido 1 jornada mañana sentido norte – sur

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO			PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA		
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundí	carrera 100 calle 16	0.00		X			0	0	0.00			0.000			0	0
		0.00	0			X	0	20	0.33			0.333	0.000	0.333	0.00	0.33
	carrera 109 " confenalco valle lili"	0.84	0.84	X			3	24	3.40			3.067	16.435		0.84	3.40
		0.84	0			X	3	49	3.82			0.417	0.000	0.417	0.84	3.82
	universidad autonoma	1.44	0.6				4	35	4.58			0.767	46.957		1.44	4.58
	carrera 122 "semaforo"	2.46	1.02	X			5	42	5.70			1.117	54.806		1.44	5.70
		2.46	0			X	6	46	6.77			1.067	0.000	1.067	2.46	6.77
	carrera 127"bomba esso"	3.48	1.02				8	0	8.00			1.233	49.622		2.46	8.00
	cascajal" club america"	5.37	1.89				9	39	9.65			1.650	68.727		5.37	9.65
	cementerio MS	6.31	0.94				10	12	10.20			0.550	102.545		6.31	10.20
	comfandi	7.62	1.31				11	42	11.70			1.500	52.400		7.62	11.70
	retorno castillo	8.66	1.04				12	36	12.60			0.900	69.333		8.66	12.60
		8.66	0													
			8.66						12.60			0.000	41.238	1.82		

TABLA - GRAFICO D-2

Velocidad y retardo recorrido 1 jornada mañana sentido norte – sur

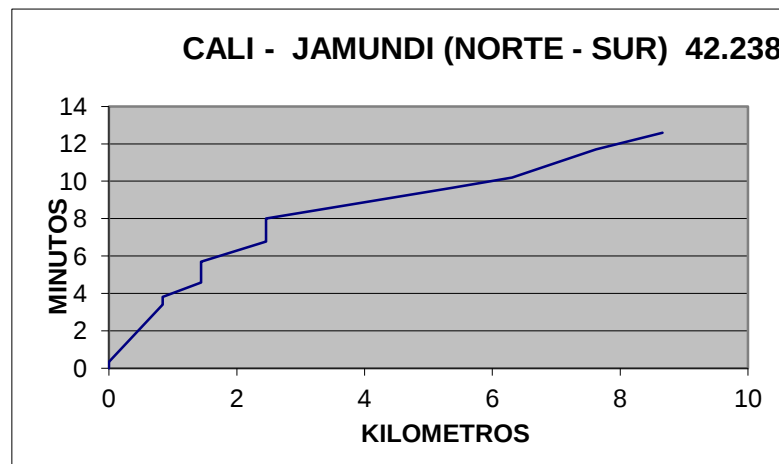


TABLA D-3

Reducción recorrido 2 jornada mañana sentido norte – sur

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO			PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA		
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
CALI-Jamundí	carrera 100 calle 16	0.00		X			0	0	0.00			0.000			0	0
		0.00	0			X	0	50	0.83			0.833	0.000	0.833	0.00	0.83
	carrera 109 " confenalco valle lili"	0.84	0.84	X			1	37	1.62			0.783	64.340		0.84	1.62
		0.84	0			X	2	1	2.02			0.400	0.000	0.400	0.84	2.02
	universidad autonoma	1.44	0.6				3	45	3.75			1.733	20.769		1.44	3.75
	carrera 122 "semaforo"	2.46	1.02	X			4	42	4.70			0.950	64.421		2.46	4.70
		2.46	0			X	5	29	5.48			0.783	0.000	0.783	2.46	5.48
	carrera 127"bomba esso"	3.48	1.02				6	37	6.62			1.133	54.000		3.48	6.62
	cascajal" club america"	5.37	1.89				8	6	8.10			1.483	76.449		5.37	8.10
	cementerio MS	6.31	0.94				8	38	8.63			0.533	105.750		6.31	8.63
	comfandi	7.62	1.31				10	0	10.00			1.367	57.512		7.62	10.00
	retorno castillo	8.66	1.04				11	1	11.02			1.017	61.377		8.66	11.02
		8.66	0													
			8.66						11.02			0.000	47.165	2.02		

TABLA - GRAFICO D-4

Velocidad y retardo recorrido 2 jornada mañana sentido norte – sur

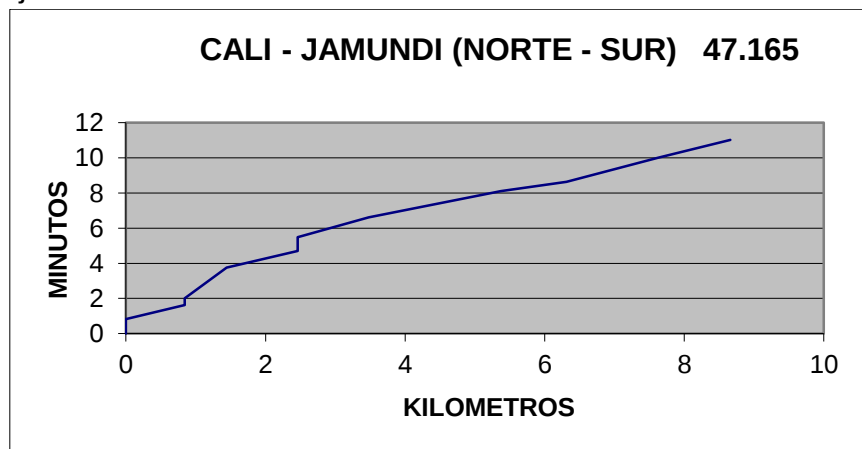


TABLA D-5

Reducción recorrido 1 jornada mañana sentido sur - norte

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO		PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA			
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundí	retorno castillo	0.00				X	0	0	0.00			0.000			0	0
	confandi	1.04	1.04				1	20	1.33			1.333	46.800		1.040	1.33
	cementerio MS	2.35	1.31				2	29	2.48			1.150	68.348		2.350	2.48
	cascajal"club america"	3.29	0.94				3	6	3.10			0.617	91.459		3.290	3.10
	carrera 127"bomba esso"	5.18	1.89				4	42	4.70			1.600	70.875		5.180	4.70
	carrera 122"semaforo"	6.20	1.02	X			5	30	5.50			0.800	76.500		6.200	5.50
		6.2	0			X	6	57	6.95			1.450	0.000	1.450	6.200	6.95
	universidad autonoma	7.22	1.02				8	17	8.28			1.333	45.900		7.220	8.28
	simon bolivar	7.82	0.6	X			10	17	10.28			2.000	18.000		7.820	10.28
		7.82	0			X	10	34	10.57			0.283	0.000	0.283	7.820	10.57
	carrera 100 calle 16	8.66	0.84	X			11	20	11.33			0.767	65.739		8.660	11.33
		8.66	0				12	41	12.68			1.350	0.000		8.660	12.68
			8.66						0.00			0.000	40.967	1.73		

TABLA - GRAFICO D-6

Velocidad y retardo recorrido 1 jornada mañana sentido sur – norte

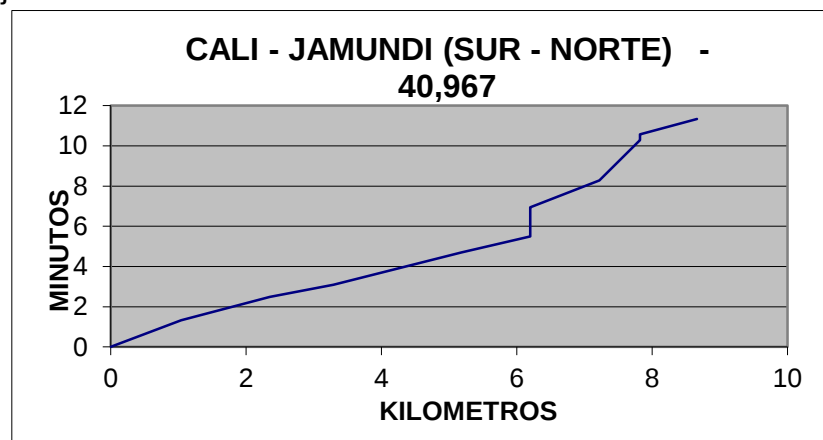


TABLA D-7

Reducción recorrido 2 jornada mañana sentido sur - norte

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE			
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO		PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA				
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO	
Cali-Jamundí	retorno castillo	0.00					X	0	0	0.00			0.000			0	0.00
	confandi	1.04	1.04					0	56	0.93			0.933	66.857		1.040	0.93
	cementerio MS	2.35	1.31					2	25	2.42			1.483	52.989		2.350	2.42
	cascajal"club america"	3.29	0.94					3	5	3.08			0.667	84.600		3.290	3.08
	carrera 127"bomba esso"	5.18	1.89					4	49	4.82			1.733	65.423		5.180	4.82
	carrera 122"semaforo"	6.20	1.02	X				5	30	5.50			0.683	89.561		6.200	5.50
		6.20	0				X	6	58	6.97			1.467	0.000	1.467	6.200	6.97
	universidad autonoma	7.22	1.02					8	6	8.10			1.133	54.000		7.220	8.10
	simon bolivar	7.82	0.6	X				9	52	9.87			1.767	20.377		7.820	9.87
		7.82	0				X	10	9	10.15			0.283	0.000	0.283	7.820	10.15
	carrera 100 calle 16	8.66	0.84	X				11	7	11.12			0.967	52.138		8.660	11.12
		8.66	0					12	42	12.70			1.583	0.000		8.660	12.70
			8.66										40.913	1.75			

TABLA - GRAFICO D-8

Velocidad y retardo recorrido 2 jornada mañana sentido sur – norte

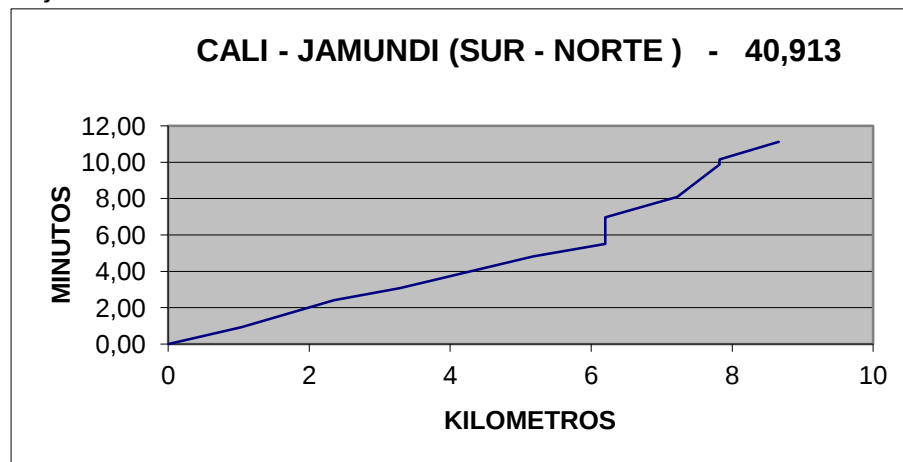


TABLA D-9

Reducción recorrido 1 jornada tarde sentido norte – sur

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO		PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA			
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundí	carrera 100 calle 16	0.00					0	0	0.00			0.000			0	0
	carrera 109 " confenalco valle	0.84	0	X			0	47	0.78			0.783	0.000		0.84	0.78
		0.84	0.84			X	0	57	0.95			0.167	302.400	0.167	0.84	0.95
	universidad autonoma	1.44	0				2	43	2.72			1.767	0.000		1.44	2.72
	carrera 122 "semaforo"	2.46	0.6	X			3	24	3.40			0.683	52.683		2.46	3.40
		2.46	1.02			X	6	7	6.12			2.717	22.528	2.717	2.46	6.12
	carrera 127"bomba esso"	3.48	0				7	0	7.00			0.883	0.000		3.48	7.00
	cascajal" club america"	5.37	1.02				8	36	8.60			1.600	38.250		5.37	8.60
	cementerio MS	6.31	1.89				9	5	9.08			0.483	234.621		6.31	9.08
	comfandi	7.62	0.94				10	21	10.35			1.267	44.526		7.62	10.35
	retorno castillo	8.66	1.31				12	42	12.70			2.350	33.447		8.66	12.70
		8.66	0												8.66	0.00
			7.62						0.00			0.000	40.913	2.88		

TABLA - GRAFICO D-10

Velocidad y retardo recorrido 1 jornada tarde sentido norte – sur

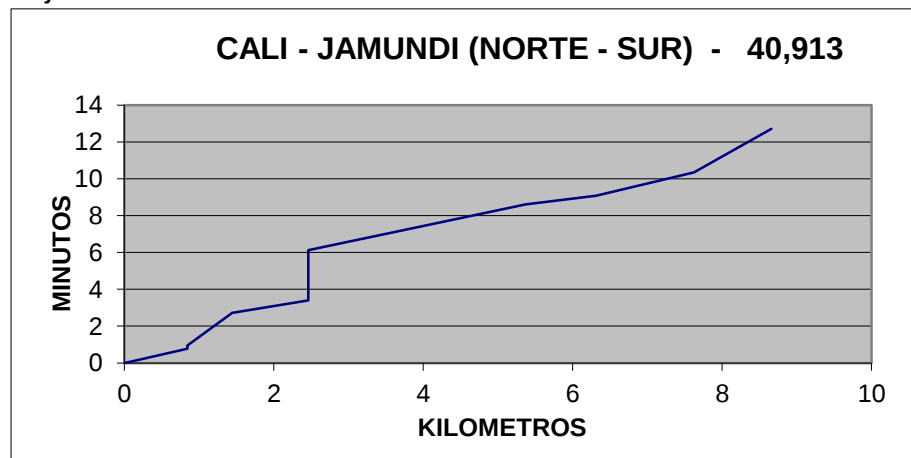


TABLA D-11

Reducción recorrido 2 jornada tarde sentido norte – sur

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA	Parada	Codigo de retardo	Arranque	TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)				CONTINUO		PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA			
		(Kilometros)					MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundí	carrera 100 calle 16	0.00		X			0	0	0.00			0.000			0	0
		0.00	0			X	1	15	1.25			1.250	0.000	1.250	0.00	1.25
	carrera 109 " confenalco valle	0.84	0.84	X			2	0	2.00			0.750	67.200		0.84	2.00
		0.84	0			X	2	17	2.28			0.283	0.000	0.283	0.84	2.28
	universidad autonoma	1.44	0.6				4	27	4.45			2.167	16.615		1.44	4.45
	carrera 122 "semaforo"	2.46	1.02	X			5	9	5.15			0.700	87.429		2.46	5.15
		2.46	0			X	6	53	6.88			1.733	0.000	1.733	2.46	6.88
	carrera 127"bomba esso"	3.48	1.02				7	59	7.98			1.100	55.636		3.48	7.98
	cascajal" club america"	5.37	1.89				9	23	9.38			1.400	81.000		5.37	9.38
	cementerio MS	6.31	0.94				10	53	10.88			1.500	37.600		6.31	10.88
	comfandi	7.62	1.31				11	83	12.38			1.500	52.400		7.62	12.38
	retorno castillo	8.66	1.04				12	21	12.35			-0.033	-1872.000		8.66	12.35
		8.66	0												8.66	0.00
			8.66						0.00			0.000	42.073	3.27		

TABLA - GRAFICO D-12

Velocidad y retardo recorrido 2 tarde mañana sentido norte – sur

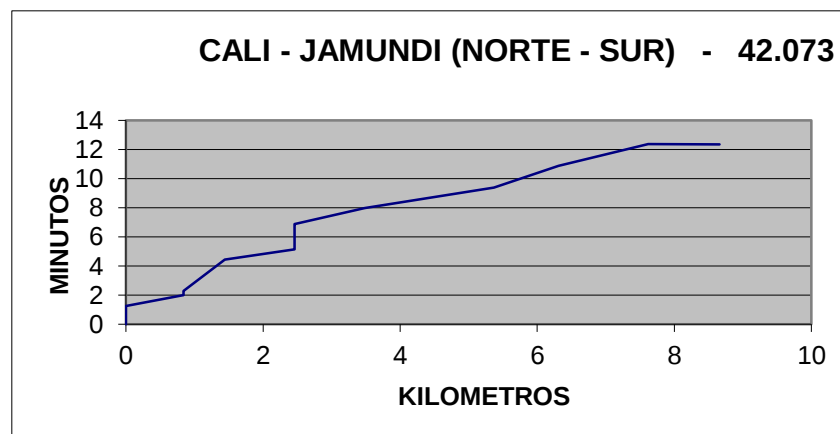


TABLA D-13

Reducción recorrido 3 jornada tarde sentido norte – sur

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO			PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA		
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundi	carrera 100 calle 16	0.00		X			0	0	0.00			0.000			0	0
		0.00	0			X	1	21	1.35			1.350	0.000	1.350	0.00	1.35
	carrera 109 " confenalco valle	0.84	0.84	X			2	5	2.08			0.733	68.727		0.84	2.08
		0.84	0			X	2	24	2.40			0.317	0.000	0.317	0.84	2.40
	universidad autonoma	1.44	0.6				4	33	4.55			2.150	16.744		1.44	4.55
	carrera 122 "semaforo"	2.46	1.02	X			5	8	5.13			0.583	104.914		2.46	5.13
		2.46	0			X	6	27	6.45			1.317	0.000	1.317	2.46	6.45
	carrera 127"bomba esso"	3.48	1.02				7	31	7.52			1.067	57.375		3.48	7.52
	cascajal" club america"	5.37	1.89				9	20	9.33			1.817	62.422		5.37	9.33
	cementerio MS	6.31	0.94				9	49	9.82			0.483	116.690		6.31	9.82
	comfandi	7.62	1.31				11	26	11.43			1.617	48.619		7.62	11.43
	retorno castillo	8.66	1.04				12	28	12.47			1.033	60.387		8.66	12.47
		8.66	0												8.66	0.00
			8.66						0.00			0.000	41.679	2.98		

TABLA - GRAFICO D-14

Velocidad y retardo recorrido 3 jornada tarde sentido norte – sur

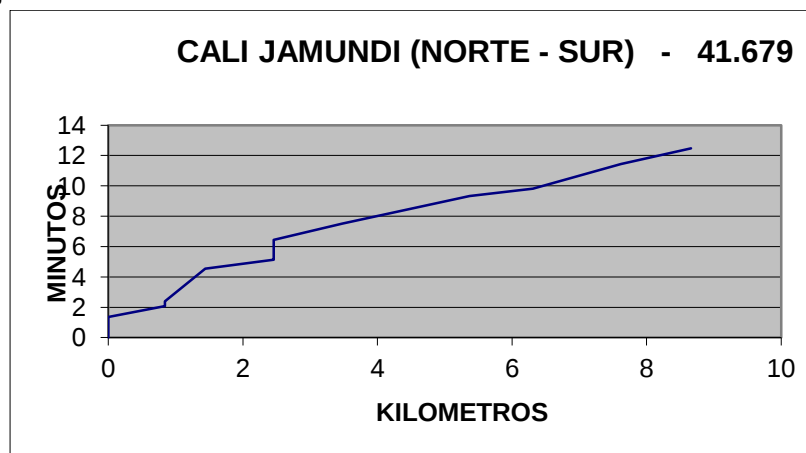


TABLA D-15

Reducción recorrido 1 jornada tarde sentido sur - norte

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE			
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO			PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA			
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN				DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundí	retorno castillo	0.00				X	0	0	0.00			0.000				0	0
	confandi	1.04	1.04				0	57	0.95			0.950	65.684			1.040	0.95
	cementerio MS	2.35	1.31				2	29	2.48			1.533	51.261			2.350	2.48
	cascajal"club america"	3.29	0.94				3	3	3.05			0.567	99.529			3.290	3.05
	carrera 127"bomba esso"	5.18	1.89				4	50	4.83			1.783	63.589			5.180	4.83
	carrera 122"semaforo"	6.20	1.02	X			5	37	5.62			0.783	78.128			6.200	5.62
		6.20	0			X	6	19	6.32			0.700	0.000	0.700		6.200	6.32
	universidad autonoma	7.22	1.02				7	50	7.83			1.517	40.352			7.220	7.83
	simon bolivar	7.82	0.6	X			9	24	9.40			1.567	22.979			7.820	9.40
		7.82	0			X	9	49	9.82			0.417	0.000	0.417		7.820	9.82
	carrera 100 calle 16	8.66	0.84	X			10	23	10.38			0.567	88.941			8.660	10.38
		8.66	0				12	0	12.00			1.617	0.000				12.00
			8.66						0.00			0.000	50.042	1.12			

TABLA - GRAFICO D-16

Velocidad y retardo recorrido 1 jornada tarde sentido sur – norte

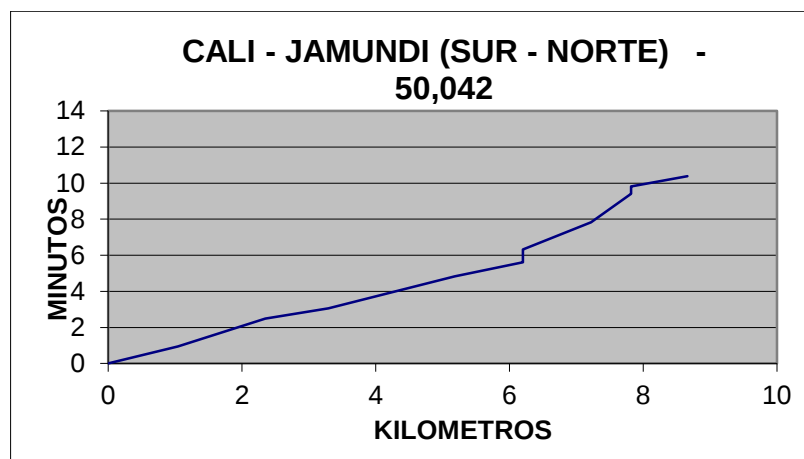


TABLA D-17

Reducción recorrido 2 jornada tarde sentido sur – norte

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO			PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA		
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundí	retorno castillo	0.00				X	0	0	0.00			0.000			0	0.00
	confandi	1.04	1.04				1	3	1.05			1.050	59.429		1.040	1.05
	cementerio MS	2.35	1.31				2	21	2.35			1.300	60.462		2.350	2.35
	cascajal"club america"	3.29	0.94				2	55	2.92			0.567	99.529		3.290	2.92
	carrera 127"bomba esso"	5.18	1.89				4	35	4.58			1.667	68.040		3.290	4.58
	carrera 122"semaforo"	6.20	1.02	X			5	13	5.22			0.633	96.632		5.180	5.22
		6.20	0			X	6	2	6.03			0.817	0.000	0.817	6.200	6.03
	universidad autonoma	7.22	1.02				7	17	7.28			1.250	48.960		7.220	7.28
	simon bolivar	7.82	0.6	X			8	59	8.98			1.700	21.176		7.820	8.98
		7.82	0			X	9	51	9.85			0.867	0.000	0.867	7.820	9.85
	carrera 100 calle 16	8.66	0.84	X			10	57	10.95			1.100	45.818		8.660	10.95
		8.66	0				11	25	11.42			0.467	0.000		8.660	11.42
			8.66										45.512	1.68		

TABLA - GRAFICO D-18

Velocidad y retardo recorrido 2 jornada tarde sentido sur – norte

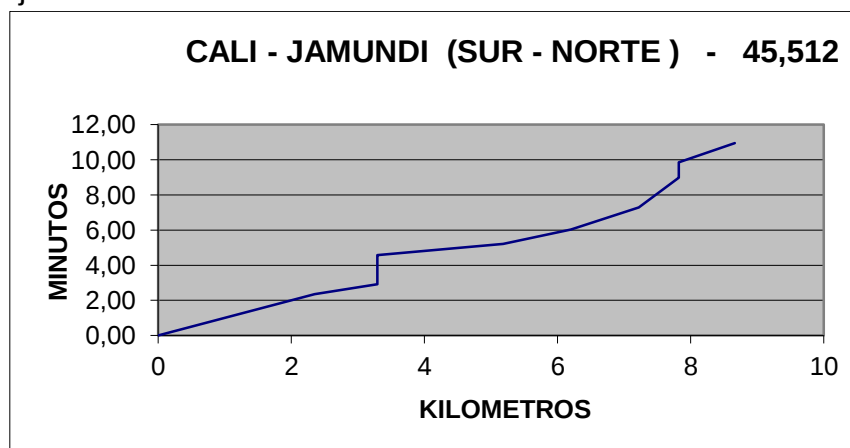


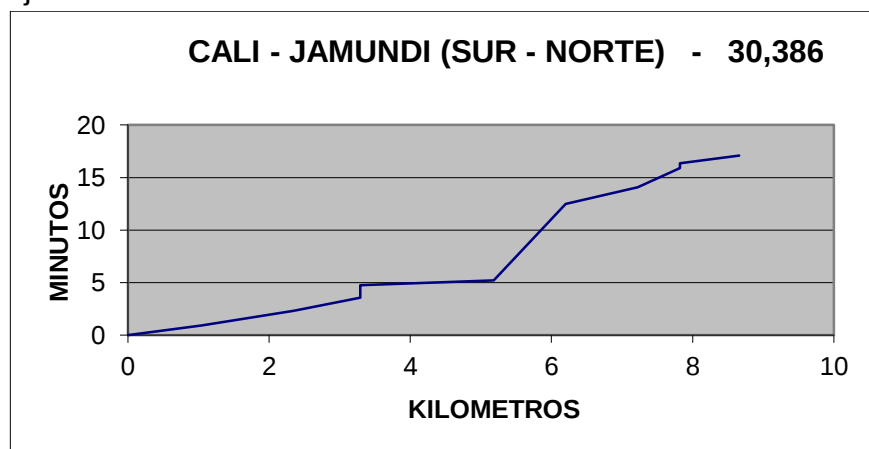
TABLA D-19

Reducción recorrido 3 jornada tarde sentido sur - norte

VIA RECORRIDA	CRUCE CON VIA TRANSVERSAL	LECTURA DEL	DISTANCIA				TIEMPO						VELOCIDAD	TIEMPO DE		
		ODOMETRO	(Kilometros)	Parada	Codigo de	Arranque	CONTINUO		PARCIAL			PROMEDIO	DEMORA			
		(Kilometros)			retardo		MIN	SEG	MIN	MIN	SEG	MIN			DISTANCIA	TIEMPO
Cali-Jamundi	retorno castillo	0.00				X	0	0	0.00			0.000			0	0
	confandi	1.04	1.04				0	55	0.92			0.917	68.073		1.040	0.92
	cementerio MS	2.35	1.31				2	19	2.32			1.400	56.143		2.350	2.32
	cascajal"club america"	3.29	0.94				3	33	3.55			1.233	45.730		3.290	3.55
	carrera 127"bomba esso"	5.18	1.89				4	44	4.73			1.183	95.831		3.290	4.73
	carrera 122"semaforo"	6.20	1.02	X			5	12	5.20			0.467	131.143		5.180	5.20
		6.20	0			X	12	29	12.48			7.283	0.000	7.283	6.200	12.48
	universidad autonoma	7.22	1.02				14	4	14.07			1.583	38.653		7.220	14.07
	simon bolivar	7.82	0.6	X			15	54	15.90			1.833	19.636		7.820	15.90
		7.82	0			X	16	22	16.37			0.467	0.000	0.467	7.820	16.37
	carrera 100 calle 16	8.66	0.84	X			17	6	17.10			0.733	68.727		8.660	17.10
		8.66	0				18	24	18.40			1.300	0.000			18.40
			8.66						0.00			0.000	30.386	7.75		

TABLA - GRAFICO D-20

Velocidad y retardo recorrido 3 jornada tarde sentido sur – norte



ANEXO E

INFORMACION SECUNDARIA

TABLA E-1

Volúmenes hora pico cruce calle 16 con carrera 100

DÍA TÍPICO: JUEVES 9 DE MAYO 2013				
CRUCE ENTRE LA CALLE 16 CON CARRERA 100 "EST. UNIVERSIDADES"				
HORA PICO	MAÑANA 7:15 - 8:15	VOLUMÉN	TARDE 7:15 8:15	VOLUMÉN
JERARQUIZACIÓN	MOVIMIENTO		MOVIMIENTO	
	2	1184.1	2	1274.1
	1	938.4	1	1104.2
	4	739.3	4	750.3
	3	472.5	3	417
	9(4)	372.7	9(3)	370
	9(3)	337.3	9(4)	326
	9(2)	288.2	9(1)	195.3
	9(1)	139.1	9(2)	126.8

TABLA E-2

Proyección vehicular movimiento 1- mañana cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMION	PRO_CAMION
2013		43.178	2013	0.036788753	758.400	2013		128.3869407	2013		21
2014	0.02710059	44.348	2014	0.035483364	785.311	2014	0.04422968	134.0654539	2014	0.04353939	21.91432719
2015	0.02638552	45.518	2015	0.03426744	812.221	2015	0.04235627	139.7439671	2015	0.041722804	22.82865437
2016	0.02570722	46.688	2016	0.033132088	839.132	2016	0.04063512	145.4224803	2016	0.040051734	23.74298156
2017	0.02506293	47.858	2017	0.032069557	866.042	2017	0.03904839	151.1009935	2017	0.038509367	24.65730875
2018	0.02445013	49.028	2018	0.031073058	892.953	2018	0.03758091	156.7795066	2018	0.037081386	25.57163593
2019	0.02386659	50.199	2019	0.030136621	919.864	2019	0.03621974	162.4580198	2019	0.035755522	26.48596312
2020	0.02331026	51.369	2020	0.029254975	946.774	2020	0.03495373	168.136533	2020	0.034521198	27.40029031
2021	0.02277927	52.539	2021	0.028423447	973.685	2021	0.03377323	173.8150462	2021	0.033369252	28.31461749
2022	0.02227193	53.709	2022	0.027637884	1000.595	2022	0.03266986	179.4935594	2022	0.032291702	29.22894468
2023	0.0217867	54.879	2023	0.026894574	1027.506	2023	0.03163631	185.1720725	2023	0.031281567	30.14327186
2024	0.02132216	56.049	2024	0.0261902	1054.416	2024	0.03066614	190.8505857	2024	0.030332712	31.05759905
2025	0.02087701	57.219	2025	0.02552178	1081.327	2025	0.02975371	196.5290989	2025	0.029439725	31.97192624
2026	0.02045008	58.390	2026	0.024886629	1108.238	2026	0.02889401	202.2076121	2026	0.028597814	32.88625342
2027	0.02004025	59.560	2027	0.024282323	1135.148	2027	0.02808259	207.8861253	2027	0.027802717	33.80058061
2028	0.01964653	60.730	2028	0.02370667	1162.059	2028	0.0273155	213.5646384	2028	0.027050636	34.7149078
2029	0.01926798	61.900	2029	0.023157679	1188.969	2029	0.0265892	219.2431516	2029	0.026338171	35.62923498
2030	0.01890375	63.070	2030	0.022633539	1215.880	2030	0.02590053	224.9216648	2030	0.025662274	36.54356217
2031	0.01855302	64.240	2031	0.0221326	1242.791	2031	0.02524663	230.600178	2031	0.025020199	37.45788936
2032	0.01821508	65.410	2032	0.021653355	1269.701	2032	0.02462493	236.2786912	2032	0.024409469	38.37221654
2033	0.01788923	66.581	2033	0.021194424	1296.612	2033	0.02403312	241.9572043	2033	0.023827844	39.28654373
2034	0.01757483	67.751	2034	0.020754544	1323.522	2034	0.02346908	247.6357175	2034	0.023273292	40.20087092
2035	0.01727129	68.921	2035	0.020332551	1350.433	2035	0.02293091	253.3142307	2035	0.022743965	41.1151981
2036	0.01697805	70.091	2036	0.019927376	1377.343	2036	0.02241687	258.9927439	2036	0.02223818	42.02952529
2037	0.01669461	71.261	2037	0.019538035	1404.254	2037	0.02192538	264.6712571	2037	0.021754402	42.94385247
2038	0.01642048	72.431	2038	0.019163615	1431.165	2038	0.02145497	270.3497702	2038	0.021291224	43.85817966
2039	0.0161552	73.601	2039	0.018803277	1458.075	2039	0.02100432	276.0282834	2039	0.020847358	44.77250685
2040	0.01589836	74.772	2040	0.018456239	1484.986	2040	0.02057221	281.7067966	2040	0.020421621	45.68683403
2041	0.01564956	75.942	2041	0.018121779	1511.896	2041	0.02015753	287.3853098	2041	0.020012925	46.60116122
2042	0.01540842	77.112	2042	0.017799225	1538.807	2042	0.01975923	293.063823	2042	0.019620266	47.51548841
2043	0.01517461	78.282	2043	0.017487953	1565.718	2043	0.01937637	298.7423361	2043	0.019242719	48.42981559
2044	0.01494778	79.452	2044	0.017187381	1592.628	2044	0.01900806	304.4208493	2044	0.018879427	49.34414278
2045	0.01472763	80.622	2045	0.016896967	1619.539	2045	0.0186535	310.0993625	2045	0.018529599	50.25846997
2046	0.01451388	81.792	2046	0.016616203	1646.449	2046	0.01831192	315.7778757	2046	0.018192499	51.17279715

TABLA E-3

Proyección vehicular movimiento 9(1)- mañana cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMIONES	PRO_CAMIONES
2013		6	2013	0.036788753	111	2013		19	2013		6
2014	0.02710059	6.502	2014	0.035483364	115.146	2014	0.04422968	19.6572765	2014	0.04353939	6.261236339
2015	0.02638552	6.674	2015	0.03426744	119.092	2015	0.04235627	20.4898855	2015	0.041722804	6.522472678
2016	0.02570722	6.846	2016	0.033132088	123.037	2016	0.04063512	21.3224945	2016	0.040051734	6.783709017
2017	0.02506293	7.017	2017	0.032069557	126.983	2017	0.03904839	22.1551035	2017	0.038509367	7.044945356
2018	0.02445013	7.189	2018	0.031073058	130.929	2018	0.03758091	22.9877125	2018	0.037081386	7.306181695
2019	0.02386659	7.360	2019	0.030136621	134.875	2019	0.03621974	23.8203215	2019	0.035755522	7.567418034
2020	0.02331026	7.532	2020	0.029254975	138.820	2020	0.03495373	24.6529305	2020	0.034521198	7.828654373
2021	0.02277927	7.703	2021	0.028423447	142.766	2021	0.03377323	25.4855395	2021	0.033369252	8.089890712
2022	0.02227193	7.875	2022	0.027637884	146.712	2022	0.03266986	26.3181485	2022	0.032291702	8.351127051
2023	0.0217867	8.047	2023	0.026894574	150.658	2023	0.03163631	27.1507575	2023	0.031281567	8.61236339
2024	0.02132216	8.218	2024	0.0261902	154.603	2024	0.03066614	27.9833665	2024	0.030332712	8.873599729
2025	0.02087701	8.390	2025	0.02552178	158.549	2025	0.02975371	28.8159755	2025	0.029439725	9.134836068
2026	0.02045008	8.561	2026	0.024886629	162.495	2026	0.02889401	29.6485845	2026	0.028597814	9.396072407
2027	0.02004025	8.733	2027	0.024282323	166.441	2027	0.02808259	30.4811935	2027	0.027802717	9.657308746
2028	0.01964653	8.904	2028	0.02370667	170.386	2028	0.0273155	31.3138025	2028	0.027050636	9.918545085
2029	0.01926798	9.076	2029	0.023157679	174.332	2029	0.0265892	32.1464115	2029	0.026338171	10.17978142
2030	0.01890375	9.248	2030	0.022633539	178.278	2030	0.02590053	32.9790205	2030	0.025662274	10.44101776
2031	0.01855302	9.419	2031	0.0221326	182.224	2031	0.02524663	33.8116295	2031	0.025020199	10.7022541
2032	0.01821508	9.591	2032	0.021653355	186.169	2032	0.02462493	34.6442385	2032	0.024409469	10.96349044
2033	0.01788923	9.762	2033	0.021194424	190.115	2033	0.02403312	35.4768475	2033	0.023827844	11.22472678
2034	0.01757483	9.934	2034	0.020754544	194.061	2034	0.02346908	36.3094565	2034	0.023273292	11.48596312
2035	0.01727129	10.105	2035	0.020332551	198.007	2035	0.02293091	37.1420655	2035	0.022743965	11.74719946
2036	0.01697805	10.277	2036	0.019927376	201.952	2036	0.02241687	37.9746745	2036	0.02223818	12.0084358
2037	0.01669461	10.449	2037	0.019538035	205.898	2037	0.02192538	38.8072835	2037	0.021754402	12.26967214
2038	0.01642048	10.620	2038	0.019163615	209.844	2038	0.02145497	39.6398925	2038	0.021291224	12.53090847
2039	0.0161552	10.792	2039	0.018803277	213.790	2039	0.02100432	40.4725015	2039	0.020847358	12.79214481
2040	0.01589836	10.963	2040	0.018456239	217.735	2040	0.02057221	41.3051105	2040	0.020421621	13.05338115
2041	0.01564956	11.135	2041	0.018121779	221.681	2041	0.02015753	42.1377195	2041	0.020012925	13.31461749
2042	0.01540842	11.306	2042	0.017799225	225.627	2042	0.01975923	42.9703285	2042	0.019620266	13.57585383
2043	0.01517461	11.478	2043	0.017487953	229.573	2043	0.01937637	43.8029375	2043	0.019242719	13.83709017
2044	0.01494778	11.650	2044	0.017187381	233.518	2044	0.01900806	44.6355465	2044	0.018879427	14.09832651
2045	0.01472763	11.821	2045	0.016896967	237.464	2045	0.0186535	45.4681555	2045	0.018529599	14.35956285
2046	0.01451388	11.993	2046	0.016616203	241.410	2046	0.01831192	46.3007645	2046	0.018192499	14.62079919

TABLA E-4

Proyección vehicular movimiento 2 - mañana cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMIONES	PRO_CAMIONES
2013		211.960	2013	0.036788753	968.960	2013		333.08	2013		15
2014	0.02710059	217.704	2014	0.035483364	1003.342	2014	0.04422968	347.812021	2014	0.04353939	15.65309085
2015	0.02638552	223.448	2015	0.03426744	1037.724	2015	0.04235627	362.544043	2015	0.041722804	16.30618169
2016	0.02570722	229.193	2016	0.033132088	1072.106	2016	0.04063512	377.276064	2016	0.040051734	16.95927254
2017	0.02506293	234.937	2017	0.032069557	1106.488	2017	0.03904839	392.008086	2017	0.038509367	17.61236339
2018	0.02445013	240.681	2018	0.031073058	1140.870	2018	0.03758091	406.740107	2018	0.037081386	18.26545424
2019	0.02386659	246.425	2019	0.030136621	1175.252	2019	0.03621974	421.472129	2019	0.035755522	18.91854508
2020	0.02331026	252.170	2020	0.029254975	1209.634	2020	0.03495373	436.20415	2020	0.034521198	19.57163593
2021	0.02277927	257.914	2021	0.028423447	1244.016	2021	0.03377323	450.936172	2021	0.033369252	20.22472678
2022	0.02227193	263.658	2022	0.027637884	1278.398	2022	0.03266986	465.668193	2022	0.032291702	20.87781763
2023	0.0217867	269.402	2023	0.026894574	1312.780	2023	0.03163631	480.400215	2023	0.031281567	21.53090847
2024	0.02132216	275.147	2024	0.0261902	1347.162	2024	0.03066614	495.132236	2024	0.030332712	22.18399932
2025	0.02087701	280.891	2025	0.02552178	1381.544	2025	0.02975371	509.864258	2025	0.029439725	22.83709017
2026	0.02045008	286.635	2026	0.024886629	1415.925	2026	0.02889401	524.596279	2026	0.028597814	23.49018102
2027	0.02004025	292.379	2027	0.024282323	1450.307	2027	0.02808259	539.328301	2027	0.027802717	24.14327186
2028	0.01964653	298.124	2028	0.02370667	1484.689	2028	0.0273155	554.060322	2028	0.027050636	24.79636271
2029	0.01926798	303.868	2029	0.023157679	1519.071	2029	0.0265892	568.792344	2029	0.026338171	25.44945356
2030	0.01890375	309.612	2030	0.022633539	1553.453	2030	0.02590053	583.524365	2030	0.025662274	26.10254441
2031	0.01855302	315.356	2031	0.0221326	1587.835	2031	0.02524663	598.256387	2031	0.025020199	26.75563525
2032	0.01821508	321.101	2032	0.021653355	1622.217	2032	0.02462493	612.988408	2032	0.024409469	27.4087261
2033	0.01788923	326.845	2033	0.021194424	1656.599	2033	0.02403312	627.72043	2033	0.023827844	28.06181695
2034	0.01757483	332.589	2034	0.020754544	1690.981	2034	0.02346908	642.452451	2034	0.023273292	28.7149078
2035	0.01727129	338.333	2035	0.020332551	1725.363	2035	0.02293091	657.184473	2035	0.022743965	29.36799864
2036	0.01697805	344.078	2036	0.019927376	1759.745	2036	0.02241687	671.916494	2036	0.02223818	30.02108949
2037	0.01669461	349.822	2037	0.019538035	1794.127	2037	0.02192538	686.648516	2037	0.021754402	30.67418034
2038	0.01642048	355.566	2038	0.019163615	1828.509	2038	0.02145497	701.380537	2038	0.021291224	31.32727119
2039	0.0161552	361.310	2039	0.018803277	1862.891	2039	0.02100432	716.112559	2039	0.020847358	31.98036203
2040	0.01589836	367.054	2040	0.018456239	1897.273	2040	0.02057221	730.84458	2040	0.020421621	32.63345288
2041	0.01564956	372.799	2041	0.018121779	1931.655	2041	0.02015753	745.576602	2041	0.020012925	33.28654373
2042	0.01540842	378.543	2042	0.017799225	1966.037	2042	0.01975923	760.308623	2042	0.019620266	33.93963458
2043	0.01517461	384.287	2043	0.017487953	2000.419	2043	0.01937637	775.040645	2043	0.019242719	34.59272542
2044	0.01494778	390.031	2044	0.017187381	2034.801	2044	0.01900806	789.772666	2044	0.018879427	35.24581627
2045	0.01472763	395.776	2045	0.016896967	2069.183	2045	0.0186535	804.504688	2045	0.018529599	35.89890712
2046	0.01451388	401.520	2046	0.016616203	2103.565	2046	0.01831192	819.236709	2046	0.018192499	36.55199797

TABLA E-5

Proyección vehicular movimiento 9(2) - mañana cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMION	PRO_CAMION
2013		5.000	2013	0.036788753	219.000	2013		50.1088271	2013		6
2014	0.02710059	5.136	2014	0.035483364	226.771	2014	0.04422968	52.3251244	2014	0.04353939	6.261236339
2015	0.02638552	5.271	2015	0.03426744	234.542	2015	0.04235627	54.5414218	2015	0.041722804	6.522472678
2016	0.02570722	5.407	2016	0.033132088	242.313	2016	0.04063512	56.7577191	2016	0.040051734	6.783709017
2017	0.02506293	5.542	2017	0.032069557	250.083	2017	0.03904839	58.9740164	2017	0.038509367	7.044945356
2018	0.02445013	5.678	2018	0.031073058	257.854	2018	0.03758091	61.1903138	2018	0.037081386	7.306181695
2019	0.02386659	5.813	2019	0.030136621	265.625	2019	0.03621974	63.4066111	2019	0.035755522	7.567418034
2020	0.02331026	5.949	2020	0.029254975	273.396	2020	0.03495373	65.6229085	2020	0.034521198	7.828654373
2021	0.02277927	6.084	2021	0.028423447	281.167	2021	0.03377323	67.8392058	2021	0.033369252	8.089890712
2022	0.02227193	6.220	2022	0.027637884	288.938	2022	0.03266986	70.0555031	2022	0.032291702	8.351127051
2023	0.0217867	6.355	2023	0.026894574	296.709	2023	0.03163631	72.2718005	2023	0.031281567	8.61236339
2024	0.02132216	6.491	2024	0.0261902	304.479	2024	0.03066614	74.4880978	2024	0.030332712	8.873599729
2025	0.02087701	6.626	2025	0.02552178	312.250	2025	0.02975371	76.7043951	2025	0.029439725	9.134836068
2026	0.02045008	6.762	2026	0.024886629	320.021	2026	0.02889401	78.9206925	2026	0.028597814	9.396072407
2027	0.02004025	6.897	2027	0.024282323	327.792	2027	0.02808259	81.1369898	2027	0.027802717	9.657308746
2028	0.01964653	7.033	2028	0.02370667	335.563	2028	0.0273155	83.3532872	2028	0.027050636	9.918545085
2029	0.01926798	7.168	2029	0.023157679	343.334	2029	0.0265892	85.5695845	2029	0.026338171	10.17978142
2030	0.01890375	7.304	2030	0.022633539	351.105	2030	0.02590053	87.7858818	2030	0.025662274	10.44101776
2031	0.01855302	7.439	2031	0.0221326	358.875	2031	0.02524663	90.0021792	2031	0.025020199	10.7022541
2032	0.01821508	7.575	2032	0.021653355	366.646	2032	0.02462493	92.2184765	2032	0.024409469	10.96349044
2033	0.01788923	7.710	2033	0.021194424	374.417	2033	0.02403312	94.4347738	2033	0.023827844	11.22472678
2034	0.01757483	7.846	2034	0.020754544	382.188	2034	0.02346908	96.6510712	2034	0.023273292	11.48596312
2035	0.01727129	7.981	2035	0.020332551	389.959	2035	0.02293091	98.8673685	2035	0.022743965	11.74719946
2036	0.01697805	8.117	2036	0.019927376	397.730	2036	0.02241687	101.083666	2036	0.02223818	12.0084358
2037	0.01669461	8.252	2037	0.019538035	405.501	2037	0.02192538	103.299963	2037	0.021754402	12.26967214
2038	0.01642048	8.388	2038	0.019163615	413.271	2038	0.02145497	105.516261	2038	0.021291224	12.53090847
2039	0.0161552	8.523	2039	0.018803277	421.042	2039	0.02100432	107.732558	2039	0.020847358	12.79214481
2040	0.01589836	8.659	2040	0.018456239	428.813	2040	0.02057221	109.948855	2040	0.020421621	13.05338115
2041	0.01564956	8.794	2041	0.018121779	436.584	2041	0.02015753	112.165153	2041	0.020012925	13.31461749
2042	0.01540842	8.930	2042	0.017799225	444.355	2042	0.01975923	114.38145	2042	0.019620266	13.57585383
2043	0.01517461	9.065	2043	0.017487953	452.126	2043	0.01937637	116.597747	2043	0.019242719	13.83709017
2044	0.01494778	9.201	2044	0.017187381	459.897	2044	0.01900806	118.814045	2044	0.018879427	14.09832651
2045	0.01472763	9.336	2045	0.016896967	467.667	2045	0.0186535	121.030342	2045	0.018529599	14.35956285
2046	0.01451388	9.472	2046	0.016616203	475.438	2046	0.01831192	123.246639	2046	0.018192499	14.62079919

TABLA E-6

Proyección vehicular movimiento 1 - tarde cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA CAMION	PRO_CAMION
2013		51.239	2013	0.036788753	900.000	2013		152.35792	2013		6
2014	0.02710059	52.628	2014	0.035483364	931.935	2014	0.04422968	159.096662	2014	0.04353939	6.261236339
2015	0.02638552	54.017	2015	0.03426744	963.870	2015	0.04235627	165.835404	2015	0.041722804	6.522472678
2016	0.02570722	55.405	2016	0.033132088	995.805	2016	0.04063512	172.574146	2016	0.040051734	6.783709017
2017	0.02506293	56.794	2017	0.032069557	1027.740	2017	0.03904839	179.312888	2017	0.038509367	7.044945356
2018	0.02445013	58.183	2018	0.031073058	1059.675	2018	0.03758091	186.05163	2018	0.037081386	7.306181695
2019	0.02386659	59.571	2019	0.030136621	1091.610	2019	0.03621974	192.790372	2019	0.035755522	7.567418034
2020	0.02331026	60.960	2020	0.029254975	1123.545	2020	0.03495373	199.529114	2020	0.034521198	7.828654373
2021	0.02277927	62.348	2021	0.028423447	1155.480	2021	0.03377323	206.267855	2021	0.033369252	8.089890712
2022	0.02227193	63.737	2022	0.027637884	1187.415	2022	0.03266986	213.006597	2022	0.032291702	8.351127051
2023	0.0217867	65.126	2023	0.026894574	1219.350	2023	0.03163631	219.745339	2023	0.031281567	8.61236339
2024	0.02132216	66.514	2024	0.0261902	1251.285	2024	0.03066614	226.484081	2024	0.030332712	8.873599729
2025	0.02087701	67.903	2025	0.02552178	1283.220	2025	0.02975371	233.222823	2025	0.029439725	9.134836068
2026	0.02045008	69.291	2026	0.024886629	1315.155	2026	0.02889401	239.961565	2026	0.028597814	9.396072407
2027	0.02004025	70.680	2027	0.024282323	1347.090	2027	0.02808259	246.700307	2027	0.027802717	9.657308746
2028	0.01964653	72.069	2028	0.02370667	1379.025	2028	0.0273155	253.439049	2028	0.027050636	9.918545085
2029	0.01926798	73.457	2029	0.023157679	1410.960	2029	0.0265892	260.177791	2029	0.026338171	10.17978142
2030	0.01890375	74.846	2030	0.022633539	1442.895	2030	0.02590053	266.916533	2030	0.025662274	10.44101776
2031	0.01855302	76.235	2031	0.0221326	1474.831	2031	0.02524663	273.655275	2031	0.025020199	10.7022541
2032	0.01821508	77.623	2032	0.021653355	1506.766	2032	0.02462493	280.394016	2032	0.024409469	10.96349044
2033	0.01788923	79.012	2033	0.021194424	1538.701	2033	0.02403312	287.132758	2033	0.023827844	11.22472678
2034	0.01757483	80.400	2034	0.020754544	1570.636	2034	0.02346908	293.8715	2034	0.023273292	11.48596312
2035	0.01727129	81.789	2035	0.020332551	1602.571	2035	0.02293091	300.610242	2035	0.022743965	11.74719946
2036	0.01697805	83.178	2036	0.019927376	1634.506	2036	0.02241687	307.348984	2036	0.02223818	12.0084358
2037	0.01669461	84.566	2037	0.019538035	1666.441	2037	0.02192538	314.087726	2037	0.021754402	12.26967214
2038	0.01642048	85.955	2038	0.019163615	1698.376	2038	0.02145497	320.826468	2038	0.021291224	12.53090847
2039	0.0161552	87.343	2039	0.018803277	1730.311	2039	0.02100432	327.56521	2039	0.020847358	12.79214481
2040	0.01589836	88.732	2040	0.018456239	1762.246	2040	0.02057221	334.303952	2040	0.020421621	13.05338115
2041	0.01564956	90.121	2041	0.018121779	1794.181	2041	0.02015753	341.042694	2041	0.020012925	13.31461749
2042	0.01540842	91.509	2042	0.017799225	1826.116	2042	0.01975923	347.781435	2042	0.019620266	13.57585383
2043	0.01517461	92.898	2043	0.017487953	1858.051	2043	0.01937637	354.520177	2043	0.019242719	13.83709017
2044	0.01494778	94.287	2044	0.017187381	1889.986	2044	0.01900806	361.258919	2044	0.018879427	14.09832651
2045	0.01472763	95.675	2045	0.016896967	1921.921	2045	0.0186535	367.997661	2045	0.018529599	14.35956285
2046	0.01451388	97.064	2046	0.016616203	1953.856	2046	0.01831192	374.736403	2046	0.018192499	14.62079919

TABLA E-7

Proyección vehicular movimiento 9(1) - tarde cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA camiones	PRO_CAMIONES
2013		9.064	2013	0.036788753	159.200	2013		26.9504232	2013		1
2014	0.02710059	9.309	2014	0.035483364	164.849	2014	0.04422968	28.1424318	2014	0.04353939	1.04353939
2015	0.02638552	9.555	2015	0.03426744	170.498	2015	0.04235627	29.3344404	2015	0.041722804	1.08707878
2016	0.02570722	9.801	2016	0.033132088	176.147	2016	0.04063512	30.5264489	2016	0.040051734	1.130618169
2017	0.02506293	10.046	2017	0.032069557	181.796	2017	0.03904839	31.7184575	2017	0.038509367	1.174157559
2018	0.02445013	10.292	2018	0.031073058	187.445	2018	0.03758091	32.9104661	2018	0.037081386	1.217696949
2019	0.02386659	10.537	2019	0.030136621	193.094	2019	0.03621974	34.1024746	2019	0.035755522	1.261236339
2020	0.02331026	10.783	2020	0.029254975	198.743	2020	0.03495373	35.2944832	2020	0.034521198	1.304775729
2021	0.02277927	11.029	2021	0.028423447	204.392	2021	0.03377323	36.4864918	2021	0.033369252	1.348315119
2022	0.02227193	11.274	2022	0.027637884	210.041	2022	0.03266986	37.6785003	2022	0.032291702	1.391854508
2023	0.0217867	11.520	2023	0.026894574	215.690	2023	0.03163631	38.8705089	2023	0.031281567	1.435393898
2024	0.02132216	11.766	2024	0.0261902	221.338	2024	0.03066614	40.0625175	2024	0.030332712	1.478933288
2025	0.02087701	12.011	2025	0.02552178	226.987	2025	0.02975371	41.254526	2025	0.029439725	1.522472678
2026	0.02045008	12.257	2026	0.024886629	232.636	2026	0.02889401	42.4465346	2026	0.028597814	1.566012068
2027	0.02004025	12.503	2027	0.024282323	238.285	2027	0.02808259	43.6385432	2027	0.027802717	1.609551458
2028	0.01964653	12.748	2028	0.02370667	243.934	2028	0.0273155	44.8305517	2028	0.027050636	1.653090847
2029	0.01926798	12.994	2029	0.023157679	249.583	2029	0.0265892	46.0225603	2029	0.026338171	1.696630237
2030	0.01890375	13.239	2030	0.022633539	255.232	2030	0.02590053	47.2145689	2030	0.025662274	1.740169627
2031	0.01855302	13.485	2031	0.0221326	260.881	2031	0.02524663	48.4065774	2031	0.025020199	1.783709017
2032	0.01821508	13.731	2032	0.021653355	266.530	2032	0.02462493	49.598586	2032	0.024409469	1.827248407
2033	0.01788923	13.976	2033	0.021194424	272.179	2033	0.02403312	50.7905946	2033	0.023827844	1.870787797
2034	0.01757483	14.222	2034	0.020754544	277.828	2034	0.02346908	51.9826032	2034	0.023273292	1.914327186
2035	0.01727129	14.468	2035	0.020332551	283.477	2035	0.02293091	53.1746117	2035	0.022743965	1.957866576
2036	0.01697805	14.713	2036	0.019927376	289.126	2036	0.02241687	54.3666203	2036	0.02223818	2.001405966
2037	0.01669461	14.959	2037	0.019538035	294.775	2037	0.02192538	55.5586289	2037	0.021754402	2.044945356
2038	0.01642048	15.204	2038	0.019163615	300.424	2038	0.02145497	56.7506374	2038	0.021291224	2.088484746
2039	0.0161552	15.450	2039	0.018803277	306.073	2039	0.02100432	57.942646	2039	0.020847358	2.132024136
2040	0.01589836	15.696	2040	0.018456239	311.722	2040	0.02057221	59.1346546	2040	0.020421621	2.175563525
2041	0.01564956	15.941	2041	0.018121779	317.371	2041	0.02015753	60.3266631	2041	0.020012925	2.219102915
2042	0.01540842	16.187	2042	0.017799225	323.020	2042	0.01975923	61.5186717	2042	0.019620266	2.262642305
2043	0.01517461	16.433	2043	0.017487953	328.669	2043	0.01937637	62.7106803	2043	0.019242719	2.306181695
2044	0.01494778	16.678	2044	0.017187381	334.317	2044	0.01900806	63.9026888	2044	0.018879427	2.349721085
2045	0.01472763	16.924	2045	0.016896967	339.966	2045	0.0186535	65.0946974	2045	0.018529599	2.393260475
2046	0.01451388	17.170	2046	0.016616203	345.615	2046	0.01831192	66.286706	2046	0.018192499	2.436799864

TABLA E-8

Proyección vehicular movimiento 2 - tarde cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA-CAMION	PRO_CAMION
2013		57.525	2013	0.036788753	1010.400	2013		171.047158	2013		13
2014	0.02710059	59.084	2014	0.035483364	1046.252	2014	0.04422968	178.612519	2014	0.04353939	13.56601207
2015	0.02638552	60.643	2015	0.03426744	1082.105	2015	0.04235627	186.17788	2015	0.041722804	14.13202414
2016	0.02570722	62.202	2016	0.033132088	1117.957	2016	0.04063512	193.743241	2016	0.040051734	14.6980362
2017	0.02506293	63.761	2017	0.032069557	1153.810	2017	0.03904839	201.308602	2017	0.038509367	15.26404827
2018	0.02445013	65.320	2018	0.031073058	1189.662	2018	0.03758091	208.873963	2018	0.037081386	15.83006034
2019	0.02386659	66.879	2019	0.030136621	1225.514	2019	0.03621974	216.439324	2019	0.035755522	16.39607241
2020	0.02331026	68.437	2020	0.029254975	1261.367	2020	0.03495373	224.004685	2020	0.034521198	16.96208447
2021	0.02277927	69.996	2021	0.028423447	1297.219	2021	0.03377323	231.570046	2021	0.033369252	17.52809654
2022	0.02227193	71.555	2022	0.027637884	1333.072	2022	0.03266986	239.135407	2022	0.032291702	18.09410861
2023	0.0217867	73.114	2023	0.026894574	1368.924	2023	0.03163631	246.700768	2023	0.031281567	18.66012068
2024	0.02132216	74.673	2024	0.0261902	1404.776	2024	0.03066614	254.266128	2024	0.030332712	19.22613275
2025	0.02087701	76.232	2025	0.02552178	1440.629	2025	0.02975371	261.831489	2025	0.029439725	19.79214481
2026	0.02045008	77.791	2026	0.024886629	1476.481	2026	0.02889401	269.39685	2026	0.028597814	20.35815688
2027	0.02004025	79.350	2027	0.024282323	1512.333	2027	0.02808259	276.962211	2027	0.027802717	20.92416895
2028	0.01964653	80.909	2028	0.02370667	1548.186	2028	0.0273155	284.527572	2028	0.027050636	21.49018102
2029	0.01926798	82.468	2029	0.023157679	1584.038	2029	0.0265892	292.092933	2029	0.026338171	22.05619308
2030	0.01890375	84.027	2030	0.022633539	1619.891	2030	0.02590053	299.658294	2030	0.025662274	22.62220515
2031	0.01855302	85.586	2031	0.0221326	1655.743	2031	0.02524663	307.223655	2031	0.025020199	23.18821722
2032	0.01821508	87.145	2032	0.021653355	1691.595	2032	0.02462493	314.789016	2032	0.024409469	23.75422929
2033	0.01788923	88.704	2033	0.021194424	1727.448	2033	0.02403312	322.354377	2033	0.023827844	24.32024136
2034	0.01757483	90.263	2034	0.020754544	1763.300	2034	0.02346908	329.919738	2034	0.023273292	24.88625342
2035	0.01727129	91.822	2035	0.020332551	1799.153	2035	0.02293091	337.485099	2035	0.022743965	25.45226549
2036	0.01697805	93.381	2036	0.019927376	1835.005	2036	0.02241687	345.050459	2036	0.02223818	26.01827756
2037	0.01669461	94.940	2037	0.019538035	1870.857	2037	0.02192538	352.61582	2037	0.021754402	26.58428963
2038	0.01642048	96.499	2038	0.019163615	1906.710	2038	0.02145497	360.181181	2038	0.021291224	27.15030169
2039	0.0161552	98.058	2039	0.018803277	1942.562	2039	0.02100432	367.746542	2039	0.020847358	27.71631376
2040	0.01589836	99.617	2040	0.018456239	1978.415	2040	0.02057221	375.311903	2040	0.020421621	28.28232583
2041	0.01564956	101.176	2041	0.018121779	2014.267	2041	0.02015753	382.877264	2041	0.020012925	28.8483379
2042	0.01540842	102.734	2042	0.017799225	2050.119	2042	0.01975923	390.442625	2042	0.019620266	29.41434997
2043	0.01517461	104.293	2043	0.017487953	2085.972	2043	0.01937637	398.007986	2043	0.019242719	29.98036203
2044	0.01494778	105.852	2044	0.017187381	2121.824	2044	0.01900806	405.573347	2044	0.018879427	30.5463741
2045	0.01472763	107.411	2045	0.016896967	2157.677	2045	0.0186535	413.138708	2045	0.018529599	31.11238617
2046	0.01451388	108.970	2046	0.016616203	2193.529	2046	0.01831192	420.704069	2046	0.018192499	31.67839824

TABLA E-9

Proyección vehicular movimiento 9(2) - tarde cruce calle 16 con carrera 100

AÑO	TASA BUSES	PROY-BUSES	AÑO	TASA LIVIA	PROY-LIVIA	AÑO	TASA MOTO	PROY-MOTO	AÑO	TASA camiones	PRO_CAMIONES
2013		5.602	2013	0.036788753	98.400	2013		16.6577993	2013		2
2014	0.02710059	5.754	2014	0.035483364	101.892	2014	0.04422968	17.3945684	2014	0.04353939	2.08707878
2015	0.02638552	5.906	2015	0.03426744	105.383	2015	0.04235627	18.1313375	2015	0.041722804	2.174157559
2016	0.02570722	6.058	2016	0.033132088	108.875	2016	0.04063512	18.8681066	2016	0.040051734	2.261236339
2017	0.02506293	6.209	2017	0.032069557	112.366	2017	0.03904839	19.6048757	2017	0.038509367	2.348315119
2018	0.02445013	6.361	2018	0.031073058	115.858	2018	0.03758091	20.3416449	2018	0.037081386	2.435393898
2019	0.02386659	6.513	2019	0.030136621	119.349	2019	0.03621974	21.078414	2019	0.035755522	2.522472678
2020	0.02331026	6.665	2020	0.029254975	122.841	2020	0.03495373	21.8151831	2020	0.034521198	2.609551458
2021	0.02277927	6.817	2021	0.028423447	126.333	2021	0.03377323	22.5519522	2021	0.033369252	2.696630237
2022	0.02227193	6.969	2022	0.027637884	129.824	2022	0.03266986	23.2887213	2022	0.032291702	2.783709017
2023	0.0217867	7.120	2023	0.026894574	133.316	2023	0.03163631	24.0254904	2023	0.031281567	2.870787797
2024	0.02132216	7.272	2024	0.0261902	136.807	2024	0.03066614	24.7622595	2024	0.030332712	2.957866576
2025	0.02087701	7.424	2025	0.02552178	140.299	2025	0.02975371	25.4990287	2025	0.029439725	3.044945356
2026	0.02045008	7.576	2026	0.024886629	143.790	2026	0.02889401	26.2357978	2026	0.028597814	3.132024136
2027	0.02004025	7.728	2027	0.024282323	147.282	2027	0.02808259	26.9725669	2027	0.027802717	3.219102915
2028	0.01964653	7.880	2028	0.02370667	150.773	2028	0.0273155	27.709336	2028	0.027050636	3.306181695
2029	0.01926798	8.031	2029	0.023157679	154.265	2029	0.0265892	28.4461051	2029	0.026338171	3.393260475
2030	0.01890375	8.183	2030	0.022633539	157.757	2030	0.02590053	29.1828742	2030	0.025662274	3.480339254
2031	0.01855302	8.335	2031	0.0221326	161.248	2031	0.02524663	29.9196433	2031	0.025020199	3.567418034
2032	0.01821508	8.487	2032	0.021653355	164.740	2032	0.02462493	30.6564125	2032	0.024409469	3.654496814
2033	0.01788923	8.639	2033	0.021194424	168.231	2033	0.02403312	31.3931816	2033	0.023827844	3.741575593
2034	0.01757483	8.790	2034	0.020754544	171.723	2034	0.02346908	32.1299507	2034	0.023273292	3.828654373
2035	0.01727129	8.942	2035	0.020332551	175.214	2035	0.02293091	32.8667198	2035	0.022743965	3.915733153
2036	0.01697805	9.094	2036	0.019927376	178.706	2036	0.02241687	33.6034889	2036	0.02223818	4.002811932
2037	0.01669461	9.246	2037	0.019538035	182.198	2037	0.02192538	34.340258	2037	0.021754402	4.089890712
2038	0.01642048	9.398	2038	0.019163615	185.689	2038	0.02145497	35.0770272	2038	0.021291224	4.176969492
2039	0.0161552	9.550	2039	0.018803277	189.181	2039	0.02100432	35.8137963	2039	0.020847358	4.264048271
2040	0.01589836	9.701	2040	0.018456239	192.672	2040	0.02057221	36.5505654	2040	0.020421621	4.351127051
2041	0.01564956	9.853	2041	0.018121779	196.164	2041	0.02015753	37.2873345	2041	0.020012925	4.438205831
2042	0.01540842	10.005	2042	0.017799225	199.655	2042	0.01975923	38.0241036	2042	0.019620266	4.52528461
2043	0.01517461	10.157	2043	0.017487953	203.147	2043	0.01937637	38.7608727	2043	0.019242719	4.61236339
2044	0.01494778	10.309	2044	0.017187381	206.638	2044	0.01900806	39.4976418	2044	0.018879427	4.69944217
2045	0.01472763	10.460	2045	0.016896967	210.130	2045	0.0186535	40.234411	2045	0.018529599	4.786520949
2046	0.01451388	10.612	2046	0.016616203	213.622	2046	0.01831192	40.9711801	2046	0.018192499	4.873599729

TABLA E-10

Volúmenes intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón

	mov 5			mov 1		
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES
6:15 - 6:30	56	35	30	225	115	65
6:30 -6:45	72	55	45	325	140	40
6:45 - 7:00	112	105	110	345	175	80
7:00 - 7:15	182	132	87	340	170	100

TABLA E-11

Volúmenes intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón

	mov 2			mov 9(2)		
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES
6:15 - 6:30	272	27	24	0	0	0
6:30 -6:45	260	28	18	3	1	0
6:45 - 7:00	279	29	14	4	0	0
7:00 - 7:15	273	31	21	2	0	0

TABLA E-12

Volúmenes hora pico intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón

ESTACIÓN MAESTRA CLLE 18 CON CRA 122		ESTACIÓN MAESTRA CLLE 18 CON CRA 122	
JORNADA MAÑANA 5:00 AM a 1:00 PM		JORNADA TARDE 1:00 PM a 11:00 PM	
HORA PICO 6:15 AM a 7:15AM		HORA PICO 2:30 PM a 3:30 PM	
FLUJO	VOLUMEN	FLUJO	VOLUMEN
1	3141	1	1692
2	1286	2	880

TABLA E-13

Proyección volúmenes intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón

	mov 5			mov 1		
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES
6:15 - 6:30	56	35	30	225	115	65
6:30 - 6:45	72	55	45	325	140	40
6:45 - 7:00	112	105	110	345	175	80
7:00 - 7:15	182	132	87	340	170	100

TABLA E-14

Proyección volúmenes intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón

	mov 2			mov 9(2)		
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES
6:15 - 6:30	272	27	24	0	0	0
6:30 -6:45	260	28	18	3	1	0
6:45 - 7:00	279	29	14	4	0	0
7:00 - 7:15	273	31	21	2	0	0

TABLA E-15

Proyección volúmenes hora pico intersección Avenida Ciudad de Cali calle 48 y la vía a Puerto Tejada Plan Parcial Marañón

ESTACIÓN MAESTRA CLLE 18 CON CRA 122		ESTACIÓN MAESTRA CLLE 18 CON CRA 122	
JORNADA MAÑANA 5:00 AM a 1:00 PM		JORNADA TARDE 1:00 PM a 11:00 PM	
HORA PICO 6:15 AM a 7:15AM		HORA PICO 2:30 PM a 3:30 PM	
FLUJO	VOLUMEN	FLUJO	VOLUMEN
1	3141	1	1692
2	1286	2	880